

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTPELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS.

TOME II (FASCICULES 7 A 11)

Applications mécaniques et thermiques de l'Énergie électrique

PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1902



Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Getty Research Institute

L'ÉLECTRICITÉ

à l'Exposition de 1900

TOME II

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, 6, RUE GAMBETTA

L'Électricité à l'Exposition de 1900



Rubr.	W, I
No.	20
Cat. No.	11219

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J. A. MONTELLIER

Rédacteur en chef de *l'Electricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

TOME II (FASCICULES 7 A 11)

Applications mécaniques et thermiques de l'Énergie électrique

PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147.92

—
1902

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER
Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTPELLIER
Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION
D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

7^e FASCICULE

LES MOTEURS ÉLECTRIQUES ET LEURS APPLICATIONS

PAR

E. HOSPITALIER

PARIS

V^{ve} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1902

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

SEPTIÈME PARTIE

LES MOTEURS ÉLECTRIQUES ET LEURS APPLICATIONS

Ce fascicule se divise tout naturellement en deux parties : la première consacrée aux *moteurs* eux-mêmes, l'autre aux principales *applications* qu'ils reçoivent, en dehors de la *locomotion*, à laquelle un fascicule spécial est consacré, et des *applications diverses* qui font l'objet d'un autre fascicule.

I

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Les moteurs électriques peuvent se diviser en deux groupes, suivant la nature du courant qui les alimente : A. *Moteurs à courants continus*; — B. *Moteurs à courants alternatifs*.

A. — MOTEURS A COURANT CONTINU

Les moteurs à courant continu actuellement employés dans l'industrie sont tous ou peuvent tous être considérés comme des dynamos reversibles. Les moteurs non reversibles, tels que ceux fondés sur les attractions d'une palette de fer doux par un électro-aimant, ont aujourd'hui complètement disparu, sauf dans quelques gonets. Il en est de même des moteurs à bobines en double **T** de Siemens. On construit aujourd'hui, sur le principe de l'induit en anneau ou en tambour, des moteurs dont la puissance varie entre moins de 1 watt (servo-moteur des enregistreurs de M. Jules Richard) jusqu'à 1 000 kw, et même davantage, si les applications rendaient cette construction nécessaire.

Dispositions générales. — Les moteurs électriques à courant continu sont identiques comme principes, conditions de construction et conditions de fonctionnement aux dynamos à courant continu. Ils n'en diffèrent, dans certains cas, que par leurs proportions et les dispositions spéciales qui leur sont données, en vue d'applications particulières, telles que les tramways et les automobiles, par exemple, et l'emploi presque exclusif de balais en charbon.

Porte-balais. — Les moteurs électriques ne sont plus établis aujourd'hui qu'avec des balais

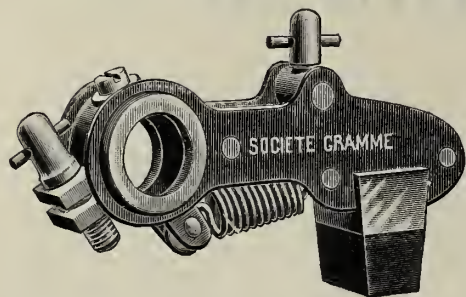


FIG. 1. — Porte-balai pour balais en charbon.
Type de la Société Gramme.

en charbon qui donnent moins d'étincelles au démarrage et permettent la rotation dans les deux sens. Les porte-balais sont établis en aluminium, et leur pression réglable par un ressort. Les charbons sont cuivrés à la base pour augmenter leur conductivité et faire un bon contact avec le porte-balais. Les dispositions de ces porte-balais sont nettement mises en évidence dans la figure 1, qui représente le type léger des porte-balais de la SOCIÉTÉ GRAMME. Des dispositions analogues sont employées par les différents constructeurs.

Les moteurs électriques sont généralement alimentés par des générateurs à potentiel constant. Leurs propriétés dépendent alors de leur mode d'excitation.

EXCITATION DES MOTEURS A COURANT CONTINU

Suivant la nature des applications, les moteurs reçoivent une excitation shunt, série ou compound, dont les propriétés sont rapidement résumées ci-dessous :

Excitation shunt ou en dérivation. — Cette excitation est la plus employée pour actionner des arbres de transmission et autres opérateurs à charge à peu près constante. Avec cette excitation, les moteurs tournent à vitesse sensiblement constante, quelle que soit la grandeur de la charge. Dans des machines de dimensions ordinaires, la vitesse ne diminue que de 4 ou 5 pour 100 lorsque la charge varie de zéro à sa pleine charge. Dans les moteurs de très grandes dimensions, la régulation est même plus parfaite, tandis que, dans de très petits moteurs, la réduction de la vitesse est plus grande. L'enroulement en dérivation présente aussi l'avantage d'une plus grande simplicité des connexions du système de réglage que les autres enroulements.

Excitation série. — Les moteurs avec enroulement en série sont d'un emploi général pour de lourds travaux dans lesquels il faut pouvoir renverser le sens de rotation, et ils sont particulièrement utilisés pour actionner des grues, treuils, laminoirs, etc. Le couple et la vitesse du moteur varient avec la charge. Pour les dimensions ordinaires, les vitesses des *moteurs avec enroulement en série* sont à peu près les mêmes que pour ceux excités en dérivation lorsque ceux-ci marchent à demi-charge. A quart de charge, les moteurs en série marcheront à une vitesse supérieure de 40 pour 100 à celle des moteurs en dérivation, et à pleine charge la vitesse sera réduite à 30 pour 100 au-dessous de celle des moteurs en dérivation.

Tous les moteurs de traction, chemins de fer, tramways et automobiles sont excités en série.

Plus la charge augmente, plus le champ magnétique est renforcé, et par conséquent le moteur sera dans les meilleures conditions pour supporter de fortes charges, et comme la vitesse du moteur décroît lorsque la charge augmente, ces moteurs sont caractérisés par une tendance à empêcher la charge de s'écarter de sa valeur normale. Par exemple, si un moteur en série marche à pleine charge et reçoit une surcharge, la vitesse tombera et par conséquent la puissance du moteur n'augmentera pas même approximativement dans la même proportion qu'elle s'accroîtrait avec un moteur en dérivation. Les désavantages de l'emploi de moteurs avec enroulement en série proviennent du fait que leur vitesse varie avec la charge; et même, lorsque la charge est constante, la valeur exacte de la charge doit être déterminée d'avance, ou il est impossible d'indiquer exactement la vitesse du moteur. En dehors de cette tendance caractéristique à se protéger automatiquement contre des surcharges, les moteurs en série possèdent

l'avantage que l'accroissement de l'intensité du champ magnétique, en raison directe de la charge, leur assure un fonctionnement sans étincelles, même pour des surcharges considérables.

Excitation compound. — Cet enroulement résulte d'une combinaison des types en dérivation et en série, et combine dans une grande mesure les avantages des deux. L'enroulement en dérivation des inducteurs empêche le moteur d'acquiescer une vitesse trop élevée lorsque la charge est enlevée, et l'enroulement en série des inducteurs donne au moteur un plus grand couple de démarrage pour la mise en marche. Les spires de l'inducteur enroulées en série aident aussi le moteur à supporter des charges considérables et empêchent les arachements aux balais pour de grandes surcharges.

Les moteurs à enroulement mixte sont d'un emploi général lorsqu'un moteur unique est installé pour actionner une machine individuelle, telle qu'une presse d'imprimerie, ou toute autre machine dans laquelle la charge varie. L'avantage d'un moteur à enroulement mixte consiste en ce que les spires en dérivation de l'inducteur maintiennent la vitesse du moteur suffisamment constante, tandis que les spires en série de l'inducteur augmentent le couple moteur et réduisent l'augmentation subite du courant qui aurait lieu autrement, par exemple lorsqu'un emporte-pièce passe avec un grand effort à travers une matière résistante.

Les moteurs à enroulement mixte sont aussi très utiles pour actionner des machines-outils ordinaires qu'il faut pouvoir mettre en marche, arrêter et renverser de sens : l'enroulement série réduit la consommation d'énergie pendant les périodes de démarrage et de renversement.

Proportions de l'excitation compound. — Suivant l'importance relative des deux enroulements d'excitation, série et dérivation, on peut modifier les propriétés des moteurs à courant continu au point de vue des variations du couple moteur et de la vitesse en fonction de la charge.

La *Western Electric Co*, de Chicago, emploie deux types réguliers d'enroulement mixte de l'inducteur. Dans l'un des types les spires en série ne forment qu'une petite partie de l'ensemble de l'excitation ; ce type est particulièrement propre à actionner des machines-outils et à d'autres travaux légers, comme la vitesse ne varie que de 15 pour 100 environ en passant de la marche à vide à pleine charge, et comme, en général, il y a toujours quelque charge lorsque le moteur est en marche, la vitesse variera en moyenne de moins de 10 pour 100. Cette variation est généralement acceptable en considération des autres avantages atteints par le double enroulement. Cet enroulement mixte régulier est désigné sous le nom de *mixte au quart*.

Un autre enroulement mixte régulier, désigné sous le nom de *mixte à moitié*, et l'excitation série forment à peu près 50 pour 100 de l'ensemble des spires. La vitesse de ces moteurs est réduite de 40 pour 100 environ en passant de la marche à vide à la marche à pleine charge. Cette proportion convient particulièrement pour actionner des machines dont le mouvement doit être renversé, ou des machines dont la charge reste à peu près constante, ou lorsque la vitesse du moteur est réglée par un combinateur.

PRINCIPAUX TYPES DE MOTEURS A COURANT CONTINU

Moteurs de faible puissance. — Nous signalons, à titre d'exemple, un moteur type mural de 2 ampères 110 volts avec flexible petit modèle pour médecins, dentistes ou chirurgiens exposé par la *Société Gramme* (fig. 2). Ce moteur peut être posé sur une table ou accroché à un mur ; il peut être muni d'une fraise, d'une seie ou d'un petit outil quelconque, et permet d'effectuer les opérations chirurgicales, la souplesse du flexible laissant toute liberté à

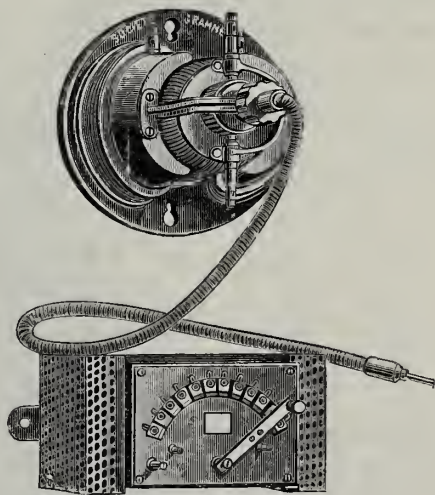


FIG. 2. — Moteur Gramme, type mural avec flexible.

la main de l'opérateur; il peut également être employé à actionner de petites machines ou être muni d'ailettes et servir de ventilateur.

MOTEURS DE M. CUÉNOD, DE GENÈVE. — Ces petits moteurs, qui peuvent également fonctionner comme dynamos, sont à anneau Gramme et bobine d'excitation unique, balais en charbon; grainage automatique à bagues; pièces interchangeables.

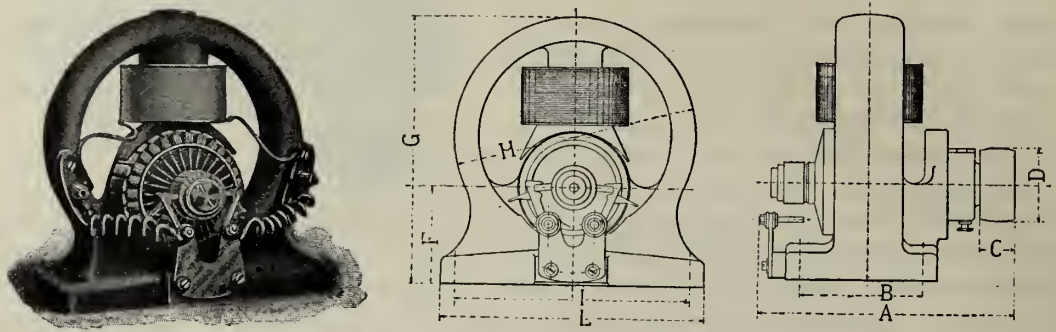


FIG. 3. — Petits moteurs à courant continu, de M. H. Cuénod, de Genève.

La figure 3 montre les dispositions de ces moteurs, et le tableau ci-dessous en résume les principales conditions de fonctionnement ainsi que les dimensions :

TYPE	TENSION normale EN VOLTS	PUISSANCE EN WATTS comme Moteurs	PUISSANCE absorbée EN WATTS	VITESSE angulaire EN TOURS par minute	POIDS EN KG	DIMENSIONS EN CM									
						A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
C ¹	110-220	38	75	2400	9	19,5	8	poulie à 2 gorges	11	7	19,3	17,4	15	18	
C ²	110-220	75	150	2100	13	19,5	9	poulie à 2 gorges	12	8	22,3	21,0	18	21	
C ³	110-500	150	300	1800	22	23	10,5	poulie à 3 gorges	14	9	26	25,0	22	26	
C ⁴	110-500	375	600	1650	37	29	13,5	3	8,2	17,5	11	30,8	29,5	26	30

MOTEURS LECOQ ET C^{ie}, DE GENÈVE. — Ces moteurs, dont la puissance varie entre 40 et 1500 watts, sont à enroulement en anneau, excités en série ou en dérivation et établis pour 110 volts. Longs paliers et balais en charbon. Le tableau ci-dessous résume leurs principales conditions de construction et de fonctionnement.

N ^{OS}	PUISSANCE en WATTS	POIDS en Kg	DIMENSIONS EN CM				RENDMENT INDUSTRIEL en pour 100	POULIE		VITESSE angulaire EN TOURS par minute
			LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	HAUTEUR d'axe		DIAMÈTRE en mm	LARGEUR en mm	
1	40	6	19,5	10,5	14,0	7,3	60	35	(Gorge)	2800
2	80	9	21,5	15,0	14,5	7,5	63	40	»	2500
3	150	17	27,0	17,0	18,0	9,7	65	50	30	2100
4	250	32	33,5	21,0	22,0	11,5	75	60	40	1800
5	500	55	38,5	28,0	26,5	14,0	77	80	50	1500
6	750	75	46,5	33,0	31,5	16,5	80	100	60	1300
7	1500	140	50,0	43,0	35,5	18,0	85	120	80	1100

Moteurs à induit en anneau. — Ce type, à peu près abandonné aujourd'hui, était cependant présenté par la SOCIÉTÉ GRAMME, qui le construit depuis un grand nombre d'années, avec balais métalliques. La collection de ces moteurs comprend 14 types variant de puissance entre 100 watts et 35000 watts. Ces moteurs (fig. 5) comportent des balais métalliques lorsque la rotation est toujours de même sens, et des balais en charbon, lorsqu'ils doivent pouvoir tourner dans les deux sens. Ils sont, d'ailleurs identiques, comme construction, aux dynamos Gramme de même puissance.

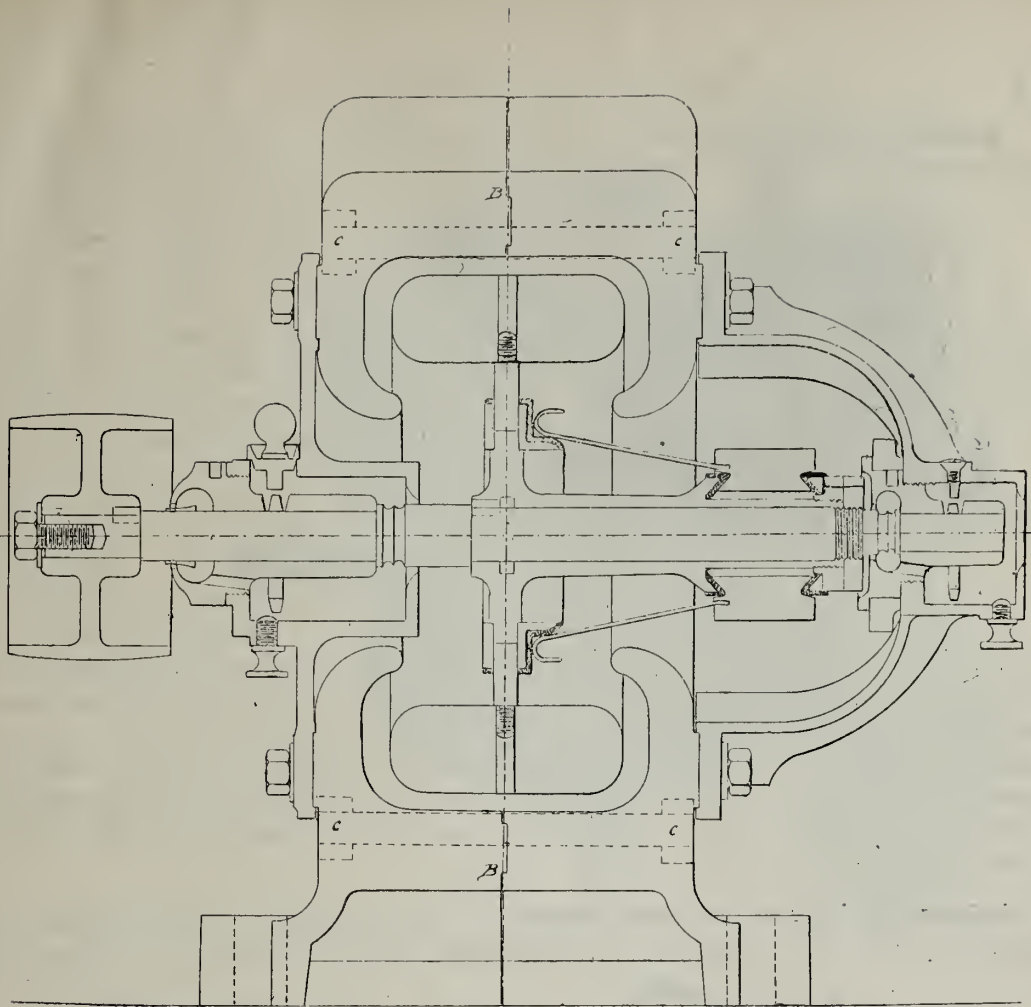


FIG. 4. — Moteur Lecocq et C^o, de Genève.

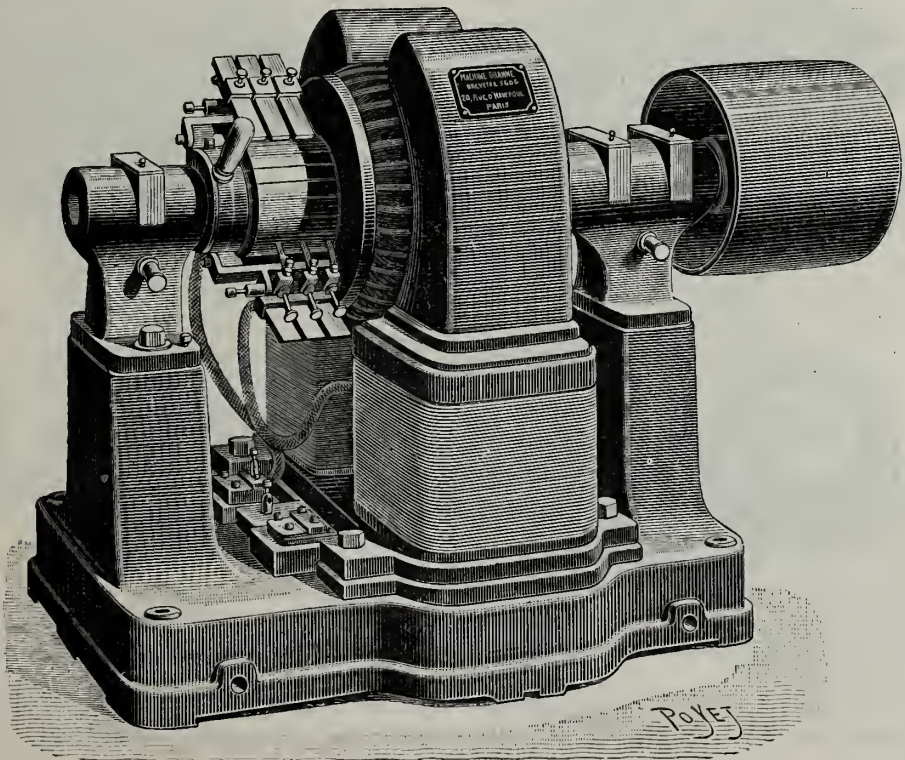


FIG. 5. — Moteur à induit en anneau de la Société Gramme.

Moteurs à rotation irréversible. — Certaines machines, tels que les treuils, cabestans monte-charges, fonctionnent à faible vitesse angulaire et doivent s'arrêter automatiquement si

la puissance vient à faire défaut. On emploie à cet effet un moteur électrique à grande vitesse commandant l'arbre à petite vitesse par vis sans fin qui joint à sa propriété de réduire considérablement le rapport des vitesses, celui de constituer une commande irréversible. Voici, à titre d'exemple (*fig. 6*), un moteur de la SOCIÉTÉ GRAMME, établi dans ces conditions. Sa puissance est de 750 watts et la vitesse réduite ne dépasse pas 60 tours par minute.

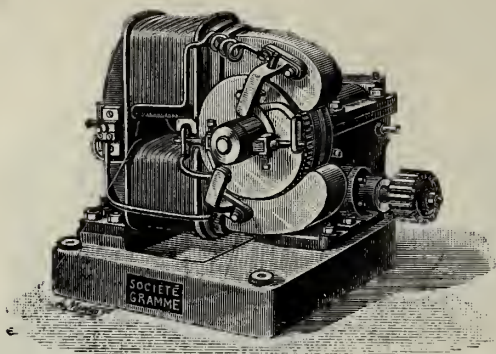
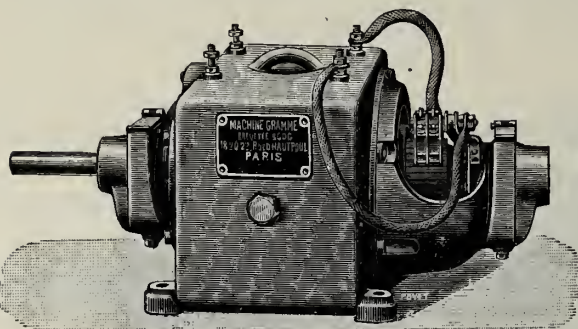


FIG. 6. — Moteur à rotation irréversible de la Société Gramme.

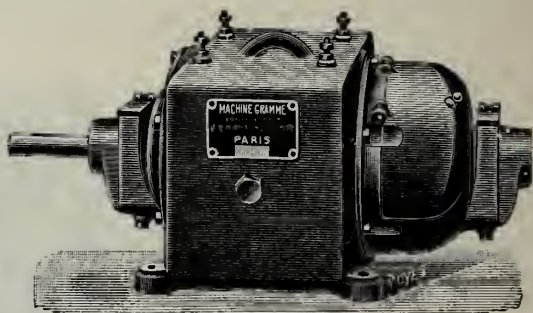
que les étincelles développées aux balais du moteur ne puissent provoquer l'inflammation du mélange explosif. Dans ce but, la SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES place le moteur dans un espace hermétiquement clos dans lequel on peut introduire de l'air comprimé pris naturellement au dehors sur une canalisation spéciale. On établit ainsi dans l'intérieur du moteur une pression supérieure à la pression atmosphérique, et l'on empêche ainsi une entrée éventuelle d'air chargé de grisou. Une locomotive munie de ce dispositif figurait dans la Classe 63, aux MINES DE VICOIGNE ET NÈUX.

Moteurs type léger de la Société Gramme. — Les types légers à encombrement réduit construits par la SOCIÉTÉ GRAMME pour automobiles, tracteurs, machines-outils, appareils de

Moteurs sous pression. — Lorsqu'on fait de la traction électrique par accumulateurs dans des minces grisouteuses, il faut éviter



Moteur léger, type ouvert.



Moteur léger, type fermé.

FIG. 7. — Moteurs légers à courant continu de la Société Gramme.

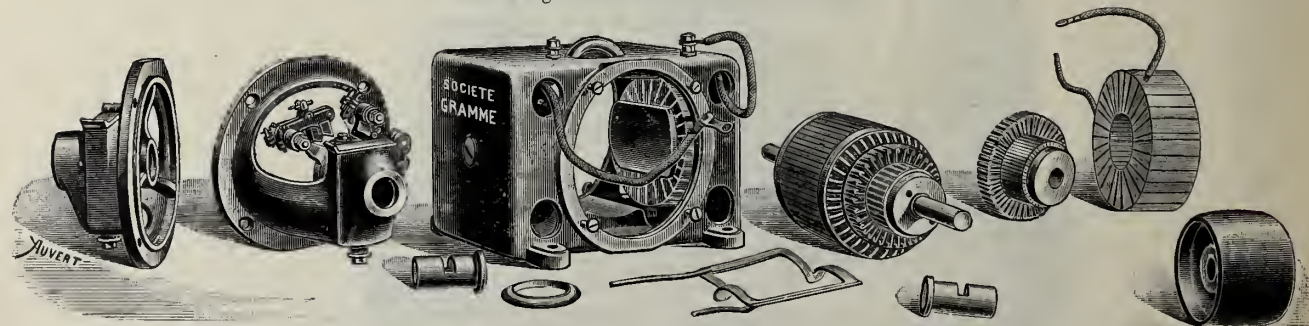
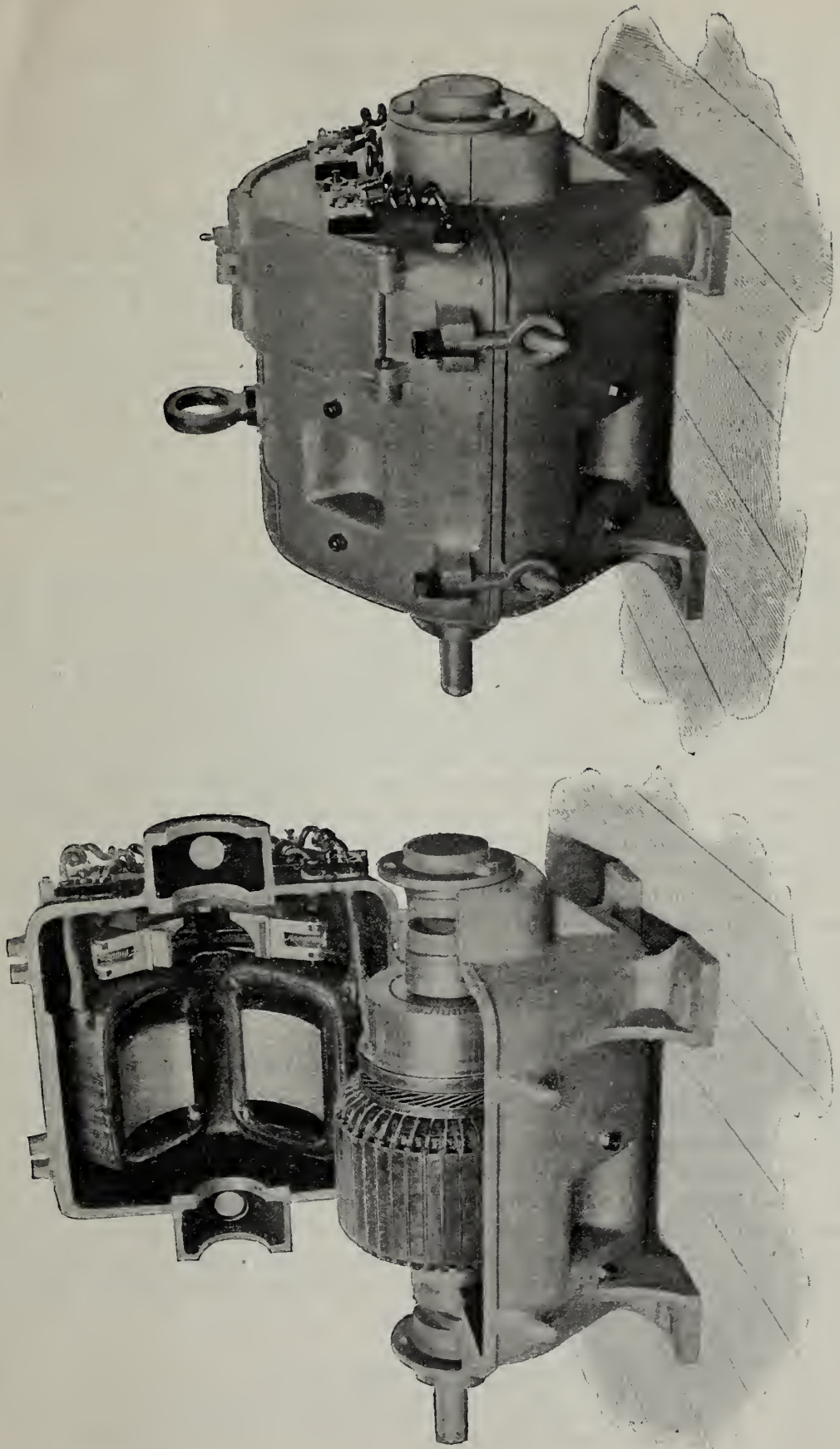


FIG. 8. — Pièces démontées des moteurs type léger à encombrement réduit de la Société Gramme.

levage, etc., pour des puissances comprises entre 1 et 12 kilowatts, présentent les dispositions représentées (*fig. 7*). Ces moteurs comportent des balais en charbon, un graissage à bagues,



Ouvert.

Fermé.

FIG. 9. — Moteur blindé, en deux pièces, de la Société anonyme d'électricité (ci-devant Lahmeyer), de Francfort-sur-le-Mein.

et une protection naturelle constituée par la carcasse formant blindage, et possibilité de les *poser* sur le sol, de les *appliquer* contre un mur, de les *suspendre* au plafond.

La figure 8, qui montre les diverses parties détachées de ce moteur, permet d'en saisir tous les détails de construction. Toutes les pièces construites en série et interchangeables rendent les réparations faciles, rapides et économiques.

Moteurs blindés. — Les moteurs blindés, généralement peu surveillés et soumis à des régimes sévères, ont besoin de visites périodiques et d'un examen rendu facile et rapide dans le type de moteur blindé avec inducteurs en deux pièces exposé par la SOCIÉTÉ ANONYME D'ÉLECTRICITÉ (ci-devant LAHMEYER), de Francfort-sur-le-Mein (*fig.* 9). L'entretien et le réglage des balais se font en ouvrant des trappillons ménagés au-dessus du collecteur. Pour visiter l'induit et les inducteurs, il suffit de démonter deux boulons et de soulever la partie supérieure qui s'ouvre comme le couvercle d'une boîte à charnières. Ces types s'établissent pour 110, 220 et 300 volts, et des puissances comprises entre 1,5 et 25 kilowatts.

Les moteurs blindés réduisent les chances d'incendie et d'accident au moteur, mais leurs difficultés de refroidissement obligent à réduire leur puissance spécifique (watts par kilogramme), et les rendent par suite, à puissance égale, plus lourds, plus coûteux et plus encombrants que les moteurs ordinaires.

Moteurs à vitesse variable. — Les procédés de variation de vitesse angulaire d'un moteur à courant continu varient avec la nature de son excitation.

Moteur shunt. — Un moteur shunt spécialement étudié pour supporter des variations de vitesse peut varier de 20 à 25 dans le sens d'un accroissement, sans que le rendement soit sensiblement modifié, par la simple intercalation d'une résistance dans le circuit d'excitation.

Pour des variations plus grandes, on doit avoir recours à des artifices.

La maison SAUTTER-HARLÉ dispose sur la couronne des inducteurs, en regard des spires en commutation, des pièces polaires supplémentaires traversées par le courant même de l'induit. Le champ créé par ces pièces polaires permet des démarrages brusques et un affaiblissement du champ inducteur sans que des étincelles aux balais se manifestent.

La SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS POSTEL-VINAY emploie des inducteurs à pièces polaires fendues et enroulées d'un bobinage spécial traversé par le courant de l'induit, qui a pour effet d'annuler l'effet magnétisant de l'induit, et de permettre de diminuer considérablement l'excitation sans avoir d'étincelles.

Moteurs série. — Avec des moteurs série, on peut accroître momentanément la vitesse en shuntant les inducteurs, ce qui produit un effet équivalent à l'introduction d'une résistance dans le circuit d'excitation des moteurs shunt.

Lorsque les vitesses variables doivent être réalisées d'une façon continue, il est préférable d'avoir recours soit à des potentiels variables, obtenus par couplage d'accumulateurs, par exemple, sur les voitures électriques, soit des distributions à potentiels multiples, comme dans certaines usines utilisant des essoreuses, soit à des moteurs à double induit, ou un induit à deux enroulements distincts et deux collecteurs.

Si les deux induits sont égaux, les deux vitesses normales sont respectivement proportionnelles aux nombres 1 et 2, lorsque les induits sont respectivement groupés en tension ou en dérivation. MM. Bouquet, Garcin et Schivrc, emploient deux enroulements dont les nombres de spires sont respectivement proportionnels aux nombres 3 et 5. Dans ces conditions, on obtient les vitesses angulaires relatives suivantes :

$$\omega = \frac{1}{8} \text{ pour les deux induits couplés en tension}$$

$$\omega = \frac{1}{5} \text{ pour l'induit 5 seul}$$

$$\omega = \frac{1}{3} \text{ pour l'induit 3 seul}$$

$$\omega = \frac{1}{2} \text{ pour les deux induits couplés en opposition}$$

Ces combinaisons de couplages associées aux variations d'excitation permettent de faire varier la vitesse d'une façon presque continue dans le rapport de 1 à 4.

Potentiels multiples. — Lorsque l'on dispose, comme c'est le cas dans les distributions à trois et à cinq fils, de deux ou quatre potentiels différents, on peut obtenir de très grandes variations de vitesse en excitant le moteur sur une différence de potentiel constante, et en montant l'induit sur des potentiels graduellement croissants et décroissants.

C'est la méthode préconisée par M. WARD-LÉONARD, mais en employant des différences de potentiel *différentes* sur chacun des ponts. Ainsi, par exemple, avec *deux* potentiels égaux à 50 et 100, on peut obtenir *trois* vitesses respectivement proportionnelles à 50, 100 et 150. Les vitesses intermédiaires s'obtiennent par réglage de l'excitation, à l'aide d'un rhéostat.

MOTEURS POUR ÉLECTROMOBILES

Ces moteurs sont tous de construction récente, car les premières voitures électriques pratiques n'ont pas été réalisées avant 1895. Ces moteurs doivent remplir des conditions très spéciales et très sévères, car on exige d'eux, à la fois, une grande puissance spécifique, un rendement élevé, la possibilité de supporter des courants excessifs, des chocs et des à-coups, et de résister aux intempéries des saisons : poussière, pluie, arrosage intempestif, etc.

La Société des établissements Postel-Vinay, qui construit la plupart des moteurs actuellement employés en France sur les voitures électriques, s'est fait une véritable spécialité de cette construction, et elle a établi un grand nombre de types très intéressants et que nous croyons utile de décrire en détail, en utilisant une intéressante étude publiée par M. P. GASNIER dans *l'Industrie électrique*. Cette étude fournit en même temps des renseignements très utiles sur leurs conditions de fonctionnement, conditions encore peu connues jusqu'à ce jour.

Moteur V4. — Ce moteur a été créé en 1897. Quatre de ces moteurs étaient sur des voitures ayant pris part au Concours des fiacres de 1898. C'est un moteur cuirassé à quatre pôles dont deux bobinés, induit en tambour. La puissance normale est de 360 kgm : sec. Ce moteur porte une réduction par engrenages avec différentiel. La vitesse de l'arbre intermédiaire, pour une tension de 80 volts, varie entre 250 et 450 tours par minute.

Le poids total du moteur, y compris sa réduction par engrenages et son arbre différentiel, est de 200 kg.

Ce moteur est particulièrement robuste et très élastique comme puissance ; il peut suppor-

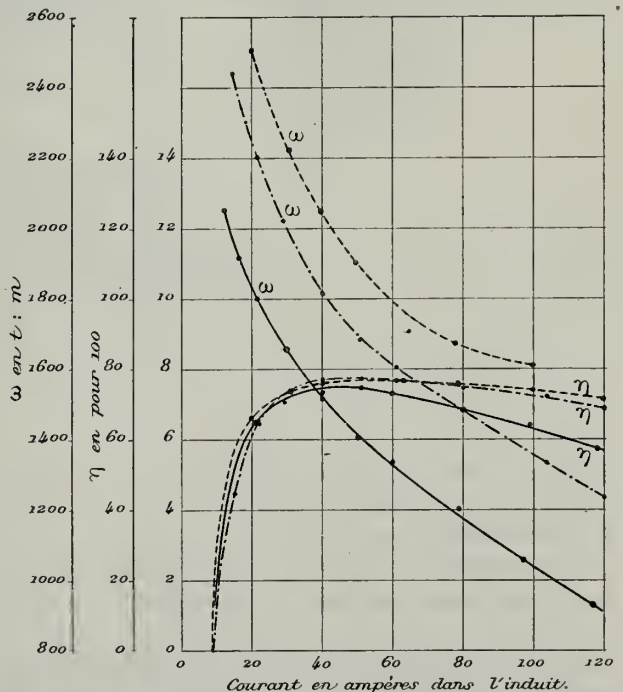


FIG. 10. — Courbes de fonctionnement du moteur V3 sous 80 volts.

ter, sans que son rendement diminue beaucoup et sans étincelles au collecteur, un régime trois fois plus élevé que son régime normal.

Moteur V3. — Ce moteur a été établi pour remplacer le moteur V4 trouvé par M. Jeantaud trop puissant pour ses voitures. Ce moteur est cuirassé à 2 pôles, dont un seul est bobiné, induit en tambour bobiné à la main d'un diamètre de 140 mm. La puissance normale est de 220 kgm : sec. Ce moteur porte également une réduction par engrenages comportant un différentiel, et la vitesse de l'arbre intermédiaire pour 80 volts est de 350 à 600 tours par minute. Le rapport d'engrenage est de 3 à 8. Le poids de ce moteur est de 150 kg avec engrenages et arbre diffé-

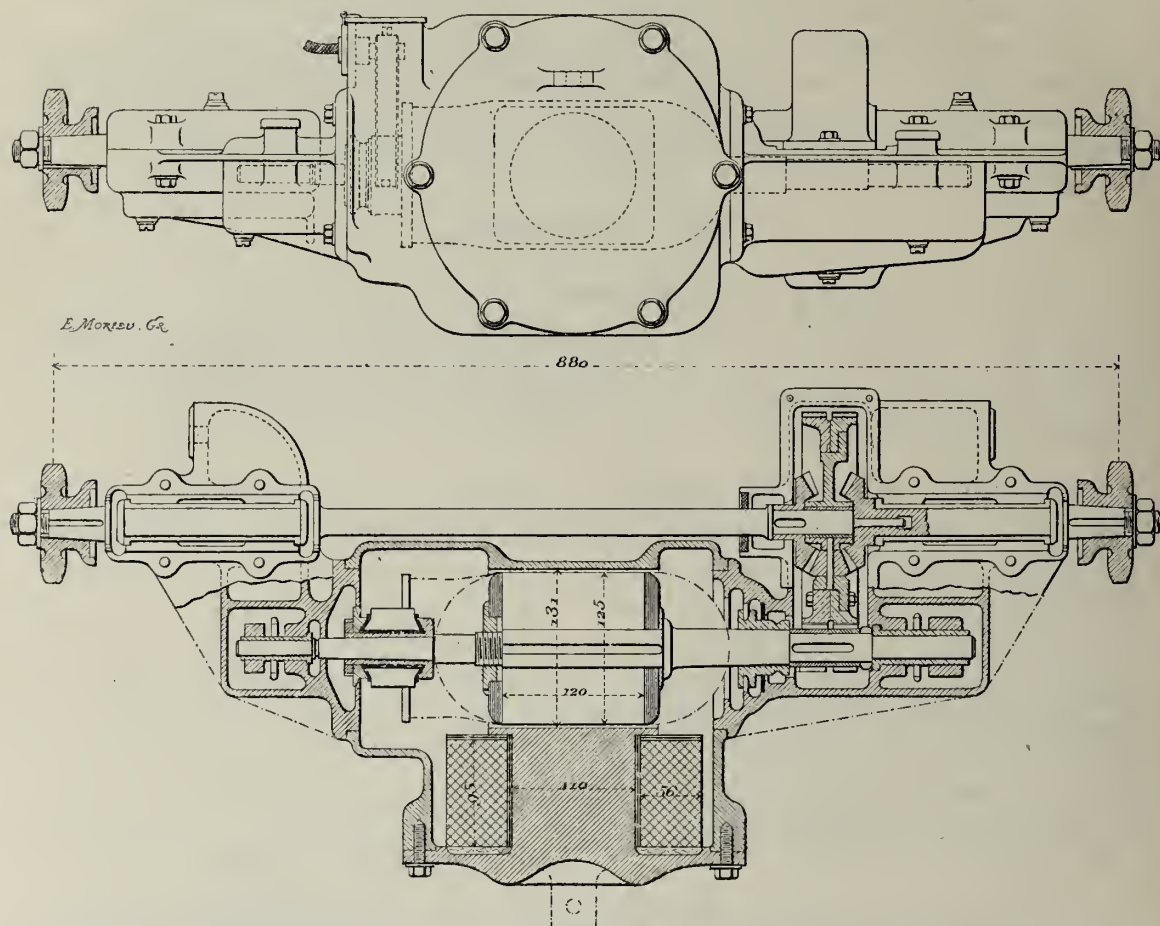


FIG. 11. — Vue en plan et vue en coupe du moteur V2 muni de son arbre intermédiaire avec différentiel.

rentiel, et il est établi pour actionner à la vitesse de 25 km : h au maximum en palier une voiture d'un poids total de 1500 kg. Ce moteur est analogue comme construction au moteur V2 que présentent les figures 11 et 12.

Les courbes (*fig. 10*) donnent, en fonction de l'intensité du courant dans l'induit, la vitesse et le rendement du moteur V3, fonctionnant sous 80 volts. Les courbes correspondent à des essais faits en charge en accouplant deux moteurs au moyen de pignons et chaînes Galle montées sur l'arbre intermédiaire; les pignons de la chaîne Galle avaient 8 dents. Les valeurs du rendement ainsi obtenues sont plus élevées que celles réalisées sur une voiture, parce que si elles comprennent bien les frottements des engrenages et des chaînes, elles ne tiennent pas compte du frottement des moyeux des roues sur les fusées; toutefois la différence doit être faible. Le moteur essayé était compound et avait les résistances suivantes à 50° C :

Enroulement induit	0,083 ohm
Enroulement inducteur série	0,097 —
Balais.....	0,02 —
Résistance totale avec balais.....	0,20 —
Inducteur shunt.....	181 ohms

Les courbes en trait continu correspondent à l'enroulement série normal, le maximum de rendement est de 75 pour 100 vers 45 ampères; les courbes en tirets sont relatives à l'inducteur série hunté avec 0,066 ohm; le rendement atteint dans ce cas 77 pour 100, vers 50 ampères. Les courbes en pointillé sont pour la marche avec l'inducteur série shunté avec 0,023 ohm.

Moteur V2. — Ce moteur, que représentent les figures 11 et 12, a été établi pour des voitu-
rettes à deux places pesant de 800 à 1 000 kg.

Il a une puissance normale de 2 chevaux sous 80 volts. De même que les moteurs V4 et V3, il comporte un arbre intermédiaire avec engrenages différentiels. La vitesse de l'arbre intermédiaire sous 80 volts est de 250 à 450 t : m.

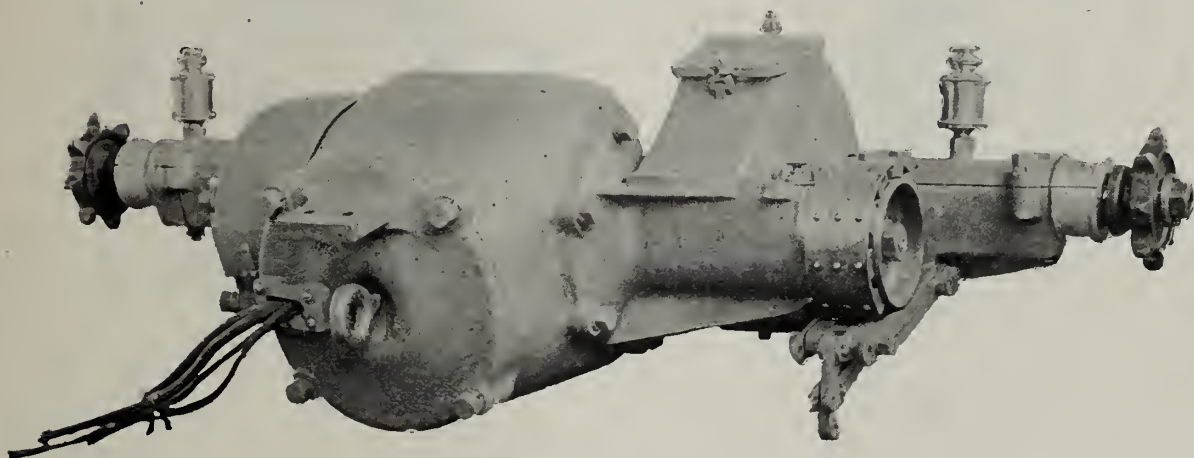


FIG. 12. — Vue d'ensemble du moteur V2 avec son arbre intermédiaire.

Ce moteur est à 2 pôles, avec une seule bobine inductrice, et son poids total est de 95 kg

Moteur V1. — Ce moteur a été établi pour voitu-
rettes légères ou quadricycles, pesant moins de 800 kg. Il attaque les roues par une seule réduction par engrenages et un différentiel; il est à cet effet spécialement disposé pour reposer sur l'essieu par deux paliers et pour être suspendu d'autre part au châssis de la voiture. L'essieu est tournant et comporte le différentiel mécanique. Ce moteur est à 4 pôles, avec induit en tambour; il pèse 65 kg environ et a une puissance de 100 kgm : sec sous 80 volts. La vitesse de l'induit sous cette tension varie entre 1 000 et 2 000 t : m.

Moteur V0. — Ce type a été établi pour fonctionner à très grande vitesse dans le but d'ar-
river à une grande puissance spécifique. C'est un moteur à deux pôles pesant 55 kg environ et pouvant fournir 3 chevaux sous 80 volts à une vitesse de 3 000 à 4 000 t : m. Il ne comprend aucune transmission ni disposition spéciale et a été étudié pour être suspendu verticalement par quatre pattes de suspension.

En dehors de ces moteurs que la maison Jeantaud a adoptés plus particulièrement pour moteurs de série, la maison Postel-Vinay a construit pour la même maison quelques moteurs spéciaux, entre autres : un moteur pour la voiture ayant pris part à la course Paris-Bordeaux et retour, et un moteur spécial pour avant-train moteur et directeur, qui a été appliqué sur une voiture ayant pris part au premier Concours des fiacres en 1897.

La Société des voitures électriques Kriéger utilise également plusieurs types de moteurs, qui ont été établis par la maison Postel-Vinay et qui, sauf les premiers modèles destinés à des voitures d'expériences, ne diffèrent les uns des autres que par des dispositions spéciales, suivant par exemple le mode de suspension du moteur sur l'essieu ou le genre de paliers employés. Le poids de ces moteurs établis à quatre pôles avec quatre bobines inductrices dont deux opposées série et les deux autres shunt, est de 65 kg environ, et la puissance normale est de 3 chevaux sous 80 volts avec une vitesse angulaire de 2000 tours par minute. La figure 13 montre un des moteurs en coupe et vu de bout.

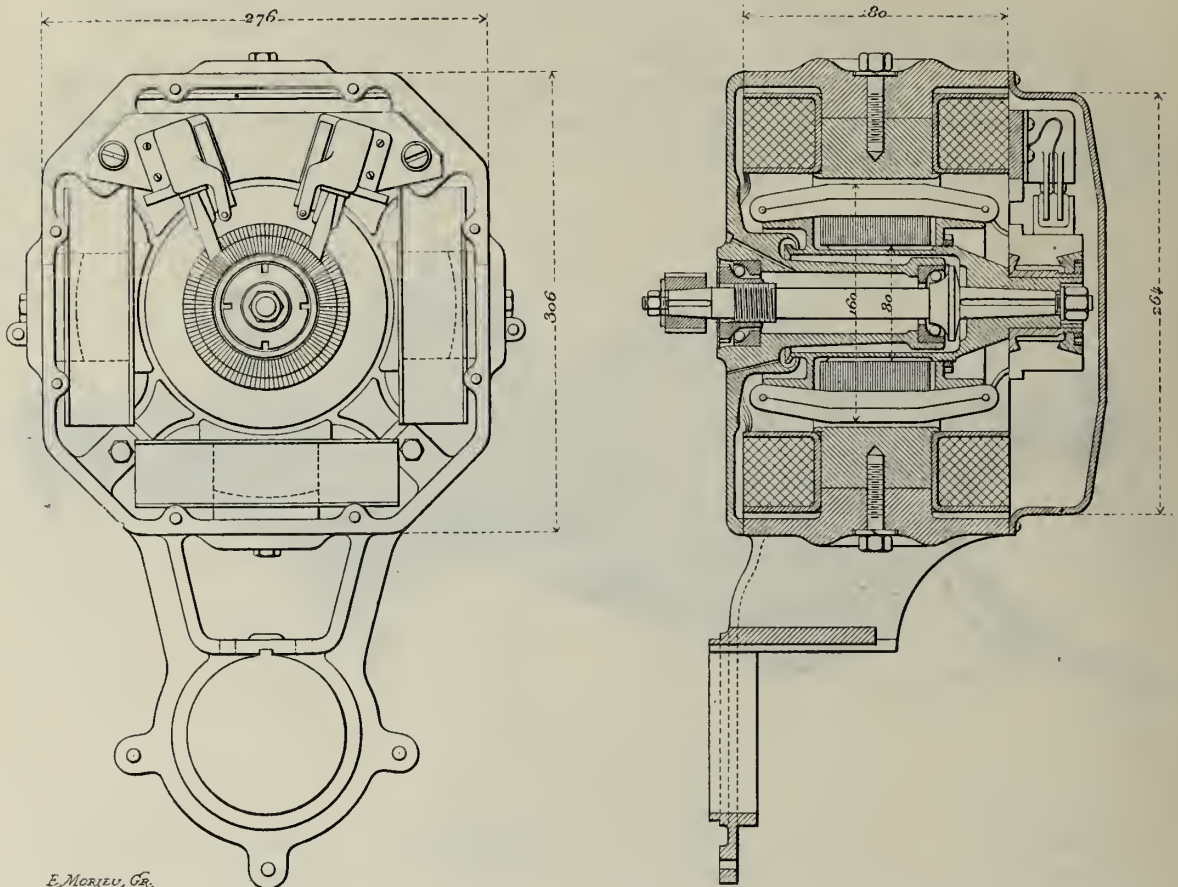


FIG. 13. — Vue en élévation et vue en coupe verticale du moteur Kriéger.

Les premiers moteurs établis avaient des paliers à billes. Dans les types suivants, on a abandonné les paliers à billes et on a adopté les paliers lisses avec coussinets en bronze phosphoreux et graissage continu par capillarité. La caractéristique de ces moteurs est le montage en porte-à-faux de l'induit avec un seul palier pénétrant à l'intérieur de cet induit; cet induit est en tambour, bobinage mécanique série et d'un diamètre de 16 cm.

La Compagnie des transports automobiles emploie un certain nombre de moteurs de puissances différentes, se rattachant tous au type cuirassé bien connu à quatre pôles inducteurs dont deux conséquents que représente la figure 14 en élévation et en coupe verticale. L'induit est en tambour, bobinage mécanique série genre Fritsche. Tous ces moteurs ont été étudiés pour fonctionner dans de bonnes conditions aux deux tensions de 40 à 80 volts. De plus, leurs inducteurs peuvent être couplés soit en série, soit en parallèle, ce qui permet de réaliser un changement de vitesse très simple.

Le type VT (fig. 14), d'un poids de 85 kg, a une puissance de 3 chevaux à 1 200 t : m et sous 80 volts. Il est destiné aux voitures de villes à deux ou quatre places.

Ce type légèrement renforcé est devenu le type VT2, que la Compagnie emploie couramment sur toutes ses voitures de promenade. Ce moteur, d'un poids de 93 kg, a une puissance

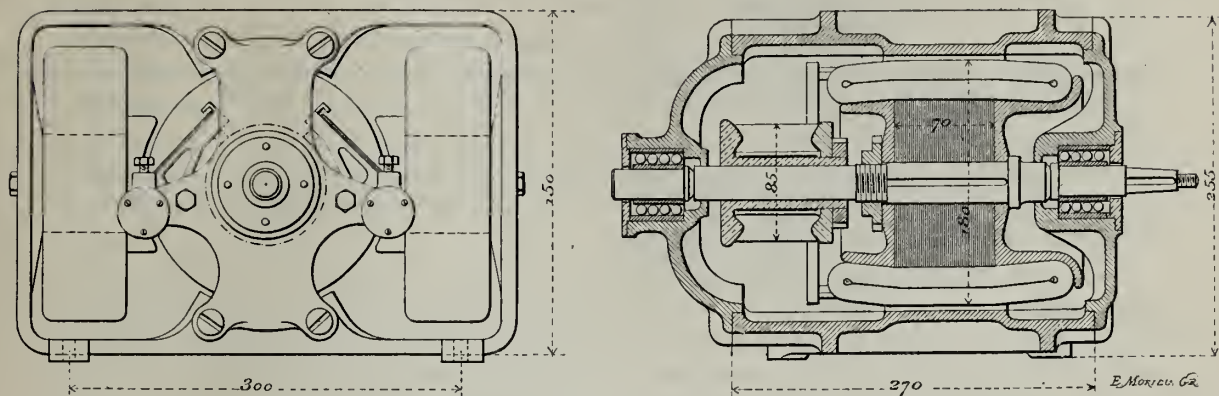


Fig. 14. — Vue en élévation et vue en coupe verticale du moteur VT.

de 4 chevaux à 1 300 tours par minute sous 80 volts. Les voitures de la Compagnie des Transports automobiles sont équipées généralement avec deux de ces moteurs, ce qui permet, étant donné leur puissance, de marcher à des vitesses allant jusqu'à 40 km par heure.

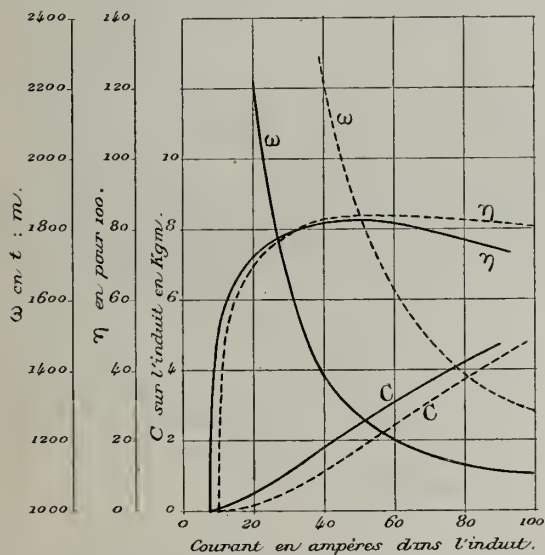


Fig. 15. — Courbes de fonctionnement du moteur VT2 sous 80 volts.

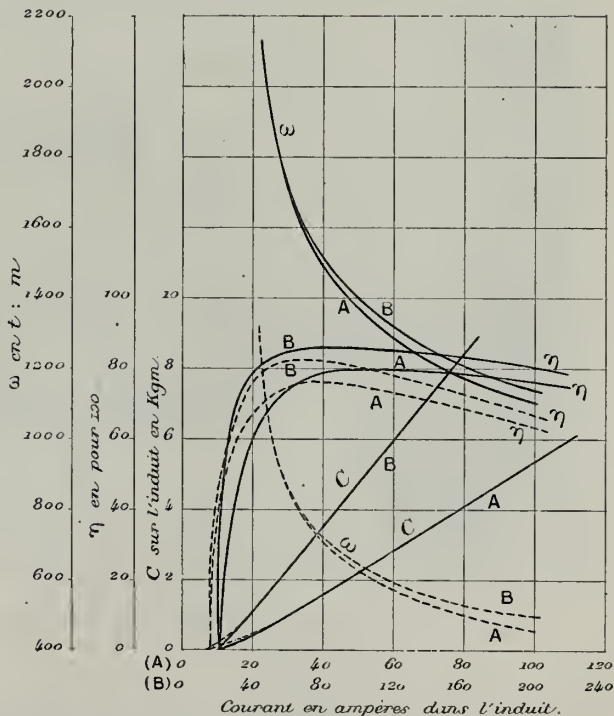


Fig. 16. — Courbes de fonctionnement du moteur VT4 sous 40 et 80 volts.

Les courbes (fig. 15) montrent la variation de la vitesse, du couple et du rendement pour un moteur série VT2, sous 80 volts. Les courbes en trait continu correspondent aux deux bobines inductrices couplées en tension. Le rendement est supérieur à 80 pour 100 entre 30 et 70 ampères

avec un maximum de 0,85 environ vers 44 ampères. Les courbes en pointillé correspondent au cas des deux bobines inductrices couplées en quantité. Le rendement est supérieur à 0,80 entre 30 et 100 ampères, avec un maximum de 0,845 environ vers 50 ampères.

Un type plus puissant appelé VT4 est destiné spécialement aux lourdes voitures de livraison de 5 000 kg; il pèse 135 kg et a une puissance de 6 chevaux à 1 300 t : m sous 80 volts. Il est établi dans le même esprit que les types précédents.

Les courbes (fig. 16) montrent le fonctionnement de ce moteur sous 40 et 80 volts, en traits pleins pour 80 volts et en traits pointillés pour 40 volts. Les courbes marquées A sont relatives au couplage des deux bobines inductrices série en tension et les courbes B au couplage en quantité des mêmes bobines.

Les rendements sont de 0,77 à 40 ampères, 40 volts, inducteurs en série; 0,83 à 70 ampères, 40 volts, inducteurs en quantités; 0,80 à 50 ampères, 80 volts, inducteurs en série; 0,87 à 80 ampères, 80 volts, inducteurs en quantité.

Un type spécial de moteur appelé VT3 et résultant de l'accolement de deux moteurs d'un type analogue aux précédents a été établi pour la voiture de course de M. Jenatzy et lui a permis d'établir le record de la vitesse en voiture automobile. Chacun de ces moteurs a une puissance de 8 chevaux à 1 000 tours par minute, et le poids total est de 230 kg environ. Les roues, d'un très petit diamètre, sont calées directement sur les arbres des induits.

Une machine spéciale pour voiture mixte à pétrole et électrique a été également établie pour la même Compagnie. Cette machine est destinée à fonctionner accouplée directement avec un moteur à pétrole et peut développer ou absorber 6 chevaux à une vitesse de 1 000 tours par minute environ. Elle pèse 120 kg.

La Société Postel-Vinay a établi pour la Compagnie des Voitures électromobiles quatre types de moteurs.

Tous ces moteurs sont à inducteurs cuirassés quatre pôles avec deux pôles consécutifs du même genre que les précédents. L'induit est un tambour bobiné en série avec bobines faites sur forme.

Le type VI est celui des fiacres de la Compagnie; il est équipé avec deux collecteurs, à une puissance normale de 4 chevaux à 1 400 t : m et pèse 110 kg.

Les courbes (fig. 17) montrent les conditions de fonctionnement de ce moteur sous 80 volts. Les courbes en pointillé, qui sont relatives au couplage des deux bobines inductrices série et des deux enroulements induits tout en tension montrent un rendement maximum de 0,80 à 20 ampères et un rendement supérieur à 0,75 entre 10 et 40 ampères. Les courbes en traits pleins correspondent au couplage inducteur en quantité et montés en série avec les induits également en quantité entre eux. Le rendement atteint 0,82 environ pour 50 ampères. Il est supérieur à 0,80 entre 35 et 75 ampères, et à 0,75 entre 25 et 120 ampères.

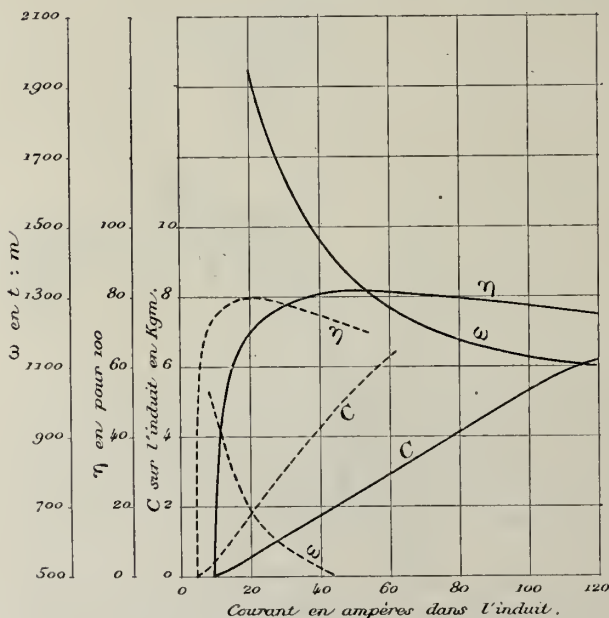


FIG. 17. — Courbes de fonctionnement du moteur VE sous 80 volts.

Les types appelés VE2 et VE4 à axe vertical et également à deux collecteurs sont destinés

aux voitures système Doré, à avant-train moteur et directeur. Le moteur est placé devant le conducteur, et la commande se fait par coulisse, joint de Cardan et engrenage conique attaquant la couronne du différentiel qui est disposé sur l'essieu. Le premier moteur est d'une puissance de 4 chevaux et le second de 6 chevaux.

Le moteur VE3, d'une puissance normale de 3 chevaux à 1 100 t. m, a été étudié pour un arrière-train moteur et disposé pour être supporté par l'essieu. Ce moteur est à un seul collecteur et la voiture est équipée avec deux moteurs symétriques attaquant chacun une des roues d'arrière. Le poids de chaque moteur est de 115 kg.

Un grand nombre d'autres types ont été établis pour diverses Sociétés. Le moteur VM à axe vertical actionne la voiture à avant-train moteur Marchena et Gigot.

Le moteur V5, établi pour l'autocab électrique du capitaine Draullette, est également un moteur à quatre pôles avec deux bobines inductrices, induit en tambour ; mais il présente une

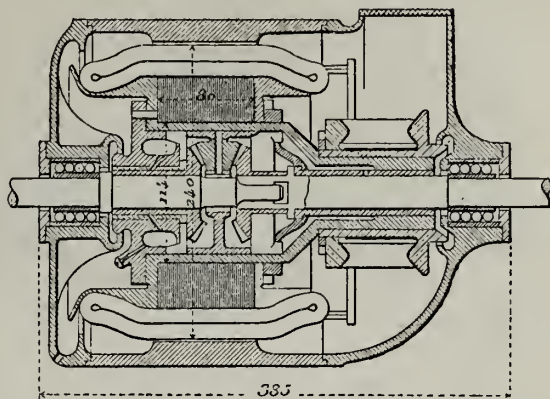


FIG. 18. -- Coupe verticale du moteur V5.

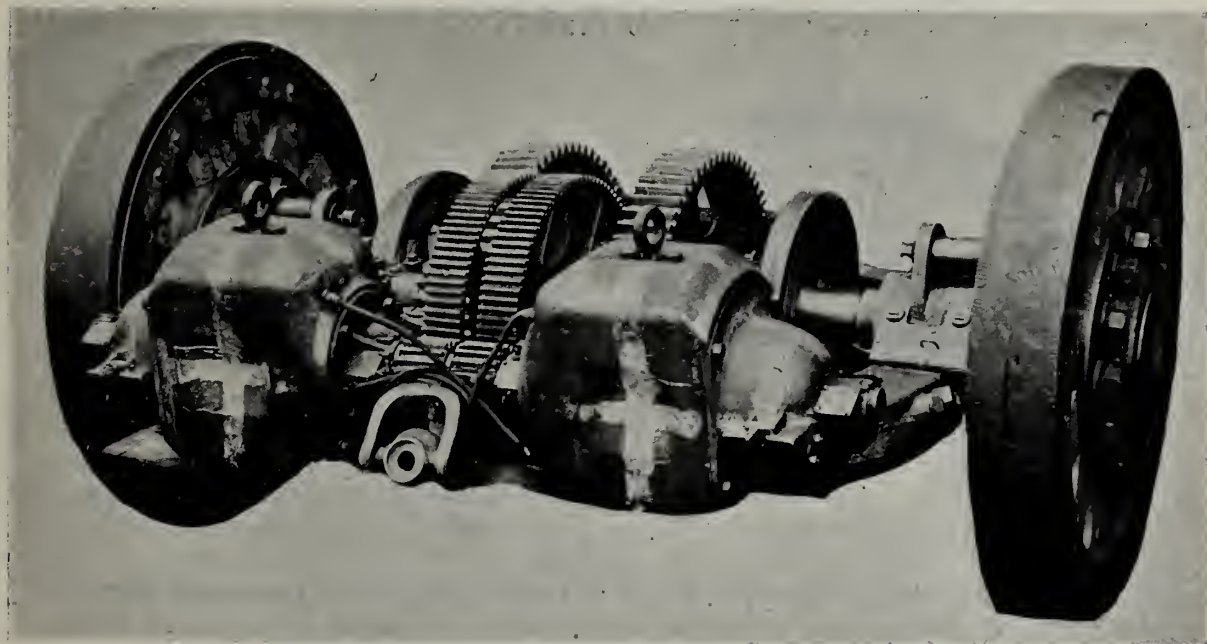


FIG. 19. -- Train-moteur du camion électrique de 20 tonnes de la Raffinerie Say, construit par la Société des Établissements Postel-Vinay.

disposition particulière visible sur la figure 18 qui montre une coupe verticale. Les arbres des pignons satellites du différentiel sont calés directement sur l'induit, de sorte que les deux arbres du différentiel tournent à la même vitesse que l'induit. Ce moteur, fixé à l'arrière de la caisse de la voiture, est disposé pour attaquer les roues au moyen d'une seule réduction par engrenage. Une couronne dentée est fixée aux rais de chaque roue motrice et commandée par un pignon calé sur un bout d'arbre tournant dans un palier dont le support est rigidement fixé à l'essieu.

Chaque pignon est relié à l'arbre correspondant du différentiel par un double joint de Cardan. On réalise ainsi très simplement avec un seul moteur et sans essieu tournant l'attaque directe des roues motrices de la voiture. Ce moteur est d'une puissance de 3 chevaux à 800 t : m et pèse 120 kg. Il comporte deux variantes, suivant que le mouvement différentiel se trouve à l'intérieur de l'induit ou sur le côté de cet induit.

Le moteur V6, complètement enfermé, d'une puissance de 3 chevaux à 1 100 t : m sous 80 volts, pèse 85 kg.

Le moteur V7, d'une puissance de 10 chevaux à 750 t : m et d'un poids de 450 kg, fonctionne sous 160 volts et a été établi pour le camion électrique de 20 tonnes de la raffinerie Say. Ce camion est équipé avec deux de ces moteurs suspendus, d'une part, à l'essieu et, d'autre part, au châssis de la voiture, et la transmission se fait par un double train d'engrenages (*fig. 19*).

Le moteur VD disposé avec double réduction par engrenage avec différentiel sur l'arbre intermédiaire, s'accouple avec les roues par un joint universel permettant la suspension du moteur.

Un autre dispositif à deux moteurs est constitué par le train moteur W1. Chaque moteur attaque une partie de l'essieu au moyen d'une simple réduction par engrenages. Les engrenages des deux machines sont enfermés dans la même boîte qui sert à assembler les deux parties de l'essieu creux. Les roues d'engrenage sont disposées pour recevoir un frein mécanique. Chacun de ces moteurs a une puissance normale de 2,5 à 3 chevaux à 1 100 t : m. Le poids du train moteur, y compris les transmissions, les freins, l'essieu en deux parties, est de 300 kg environ.

Moteurs fermés pour automobiles, de la Société Gramme. — Ces moteurs sont établis pour trois puissances différentes : 1 500, 3 000 et 4 500 watts. Ils sont étudiés de façon à réduire

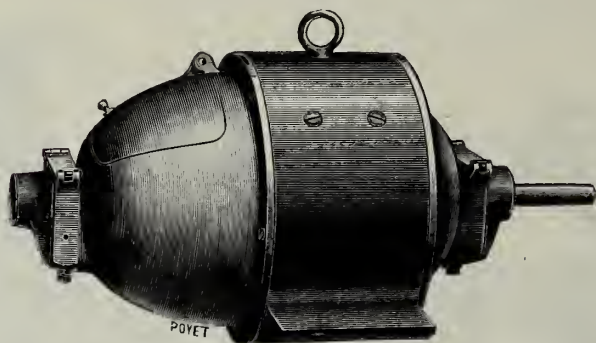


FIG. 20. — Moteur fermé pour automobile de la Société Gramme.

le poids et l'encombrement, ce qui les rend spécialement applicables à la commande des voitures et des machines-outils ou appareils de levage; dans le cas des installations fixes, les calottes formant paliers sont ouvertes afin d'augmenter la ventilation; pour la traction, les moteurs sont complètement fermés. Ces moteurs peuvent être fixés dans n'importe quelle position, sur le sol, contre un mur, à un plafond; il suffit pour cela de déplacer d'une façon convenable les calottes

formant paliers. Ils sont à quatre pôles avec deux paires de balais facilement accessibles; l'induit est bobiné en tambour, le champ est très intense pour donner un couple de démarrage puissant.

Moteur pour voiture électrique de la Vereinigte Elektrizitäts Actiengesellschaft. — La VEREINIGTE ELECTRICITÄTS ACTIENGESELLSCHAFT, de Vienne, expose un équipement complet pour automobiles, comprenant le moteur électrique et les appareils accessoires, et qui présente quelques particularités intéressantes.

La figure 21 montre le moteur électrique type A5 à excitation série et à quatre pôles inducteurs ayant chacun une bobine inductrice. On voit sur ces figures que les constructeurs ont cherché à obtenir une forme très ramassée donnant le minimum d'encombrement et, ce qui est plus important, un faible poids.

Le moteur d'une puissance normale de 3,5 chevaux pèse environ 135 kg et marche à une vitesse angulaire de 500 tours par minute sous une tension de 80 volts. Dans ces conditions, le rendement est d'environ 80 pour 100.

La carcasse d'inducteur est en fonte d'acier et est partagée en deux moitiés suivant un plan

passant par l'axe de l'induit. Grâce à cette disposition, l'enlèvement de l'induit est très facile. Pour l'effectuer, il suffit, après avoir enlevé les vis qui relient d'un côté les deux pièces de la carcasse, de relever la partie supérieure qui demeure rattachée à la partie inférieure par des charnières.

Les bobines d'excitation sont retenues par des supports appropriés sur les pôles inducteurs.

Les extrémités de la carcasse d'inducteur sont formées par deux flasques servant de paliers. Le graissage des coussinets, qui sont en bronze, se fait à la graisse consistante.

L'induit, disposé pour l'obtention de vitesses variables, est muni de deux enroulements et deux collecteurs. Il est composé de tôle de fer au bois, et les fils d'induit reposant dans les encoches sont isolés des dents avec du mica. Afin d'empêcher les bobines d'induit de sortir des encoches, ainsi que cela arrive souvent par suite des secousses et des à-coups, ces bobines sont retenues par des cales de fibre.

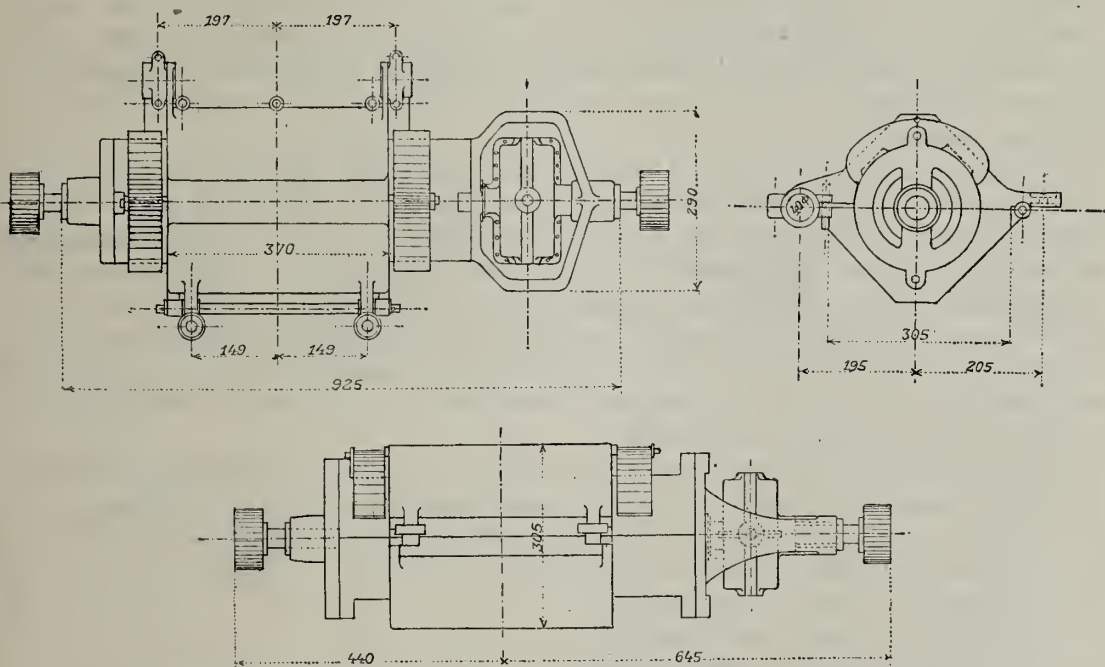


FIG. 21. — Moteur pour électromobile de la Vereinigte Elektrizitäts Actiengesellschaft, de Vienne.

Les lames de collecteurs en cuivre dur sont isolées entre elles par du mica et très solidement tenues dans un support qui se fixe très facilement sur l'arbre creux de l'induit.

La liaison entre les extrémités des bobines induites et les lames du collecteur se fait non pas par soudure, mais au moyen de vis avec contre-écrous, ce qui a l'avantage de permettre un démontage facile et rapide quand cela est nécessaire.

Pour obtenir l'indépendance des roues motrices dans les virages et pour empêcher une torsion de l'arbre du moteur, celui-ci ne commande pas les roues directement, mais par l'intermédiaire d'un système différentiel dont les deux arbres moteurs actionnent chacun une des roues motrices par pignon et engrenage à denture intérieure avec réduction de vitesse de 4 à 6. La particularité très intéressante du moteur est que le système d'engrenages différentiels n'est pas monté comme ordinairement sur un arbre intermédiaire mais qu'il est relié directement à l'induit même. Cet induit est calé sur un arbre creux auquel sont attachés directement les arbres des pignons satellites du différentiel. Les pignons de commande des roues motrices sont en bronze et les roues en acier; ces dernières sont fixées sur les roues de la voiture. Afin de maintenir l'égalité de distance ainsi que le parallélisme entre les axes des engrenages, ce qui est nécessaire

pour le bon fonctionnement et l'absence de bruit, la carcasse du moteur porte deux pièces d'attache qui servent à le relier à l'essieu arrière autour duquel il est articulé.

Les balais sont en charbon; ils peuvent être visités ou changés très facilement en ouvrant un couvercle en deux parties placé au-dessus du collecteur et maintenu par des charnières. Le moteur est complètement protégé de la poussière et de l'eau, ce qui est absolument nécessaire pour un moteur de voiture appelé à fonctionner dans des circonstances très variables.

Le réglage de la vitesse est produit par couplage série-parallèle des deux enroulements induits et de deux batteries d'accumulateurs reliées à des résistances de démarrage. La plus grande vitesse obtenue normalement avec ce véhicule est 25 à 30 km par heure.

Les dimensions d'encombrement sont données sur les figures 3, 4 et 5. Ces figures permettent de se rendre assez facilement compte du montage du différentiel mécanique sur l'induit même du moteur. Cette disposition résout d'une manière très intéressante la question de l'attaque directe, sans arbre intermédiaire, des roues motrices d'une voiture. Les deux autres solutions possibles et déjà employées sont : ou bien l'emploi de deux moteurs, un pour chaque roue motrice, ou bien l'emploi d'un essieu tournant comprenant le différentiel mécanique. Une variante de l'emploi de deux moteurs distincts consiste à donner aux deux induits moteurs un inducteur commun.

Cet appareil règle la vitesse pour la marche avant et la marche arrière. On le place sous le siège du conducteur, et il peut être manœuvré par un levier ou un volant. La carcasse du combinateur est établie en aluminium afin de diminuer le poids : les contacts en métal laminé sont montés sur un cylindre mobile autour de son axe et sont isolés entre eux. Les pièces de contact se composent de laiton et présentent de chaque côté une pièce de cuivre, à l'endroit où le courant est coupé sous les doigts de contact; ces pièces de cuivre offrent une grande résistance à la destruction par l'étincelle électrique et sont facilement remplaçables au cas où elles sont endommagées. Entre les plots de contact se trouvent des anneaux isolants qui rendent impossibles des étincelles entre les plots voisins.

On peut avoir cinq positions à vitesse progressive pour la marche avant, l'une d'elles servant pour le démarrage, deux pour la marche arrière et trois pour le freinage électrique.

Les quatre positions de marche correspondent aux couplages suivants :

- 1° Batteries en quantité, induits en tension ;
- 2° Batteries en quantité, induits en quantité ;
- 3° Batteries en tension, induits en tension ;
- 4° Batteries en tension, induits en quantité.

Il est à remarquer que le moteur ne comprend qu'une bobine inductrice, ce qui fait que les couplages 2 et 3 donnent des vitesses différentes.

Les positions du combinateur sont fixées par une roue présentant des encoches dans lesquelles pénètre un ressort.

Ce combinateur présente une construction très solide en même temps que légère.

L'équipement de la voiture électrique comprend encore, outre les deux batteries d'accumulateurs, un interrupteur de sûreté, un bouchon de charge, des résistances de démarrage et des plombs fusibles.

L'interrupteur est construit proportionnellement plus fort qu'un interrupteur ordinaire, et il est solidaire de la commande des deux freins à bande qui agissent sur l'extérieur des couronnes des roues dentées intérieurement fixées sur les roues motrices qu'elles commandent.

Quand la voiture doit être arrêtée rapidement, on fait agir les freins soit avec la pédale, soit avec un levier, et, en même temps, on coupe automatiquement le courant. L'interrupteur, étant placé sous la caisse de la voiture dans le voisinage des freins, est muni d'une enveloppe qui le protège contre les influences extérieures.

Le bouchon de charge se compose de deux chevilles différentes pour empêcher que les connexions puissent être faites à l'envers.

Les résistances en nickeline sont disposées sous forme de boudins sur un petit cadre, qui

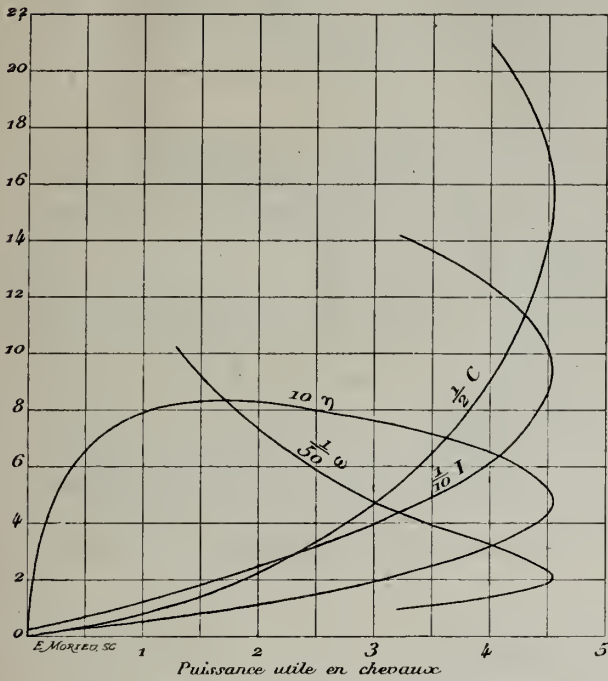


FIG. 22. — Moteur A. 5. Batteries en parallèle 75 volts. Induits en tension.

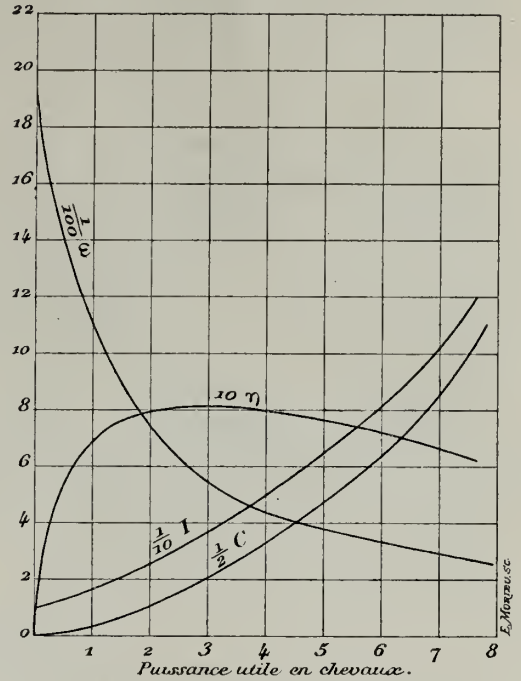


FIG. 23. — Moteur A. 5. Batteries en parallèle 75 volts. Induits en parallèle.

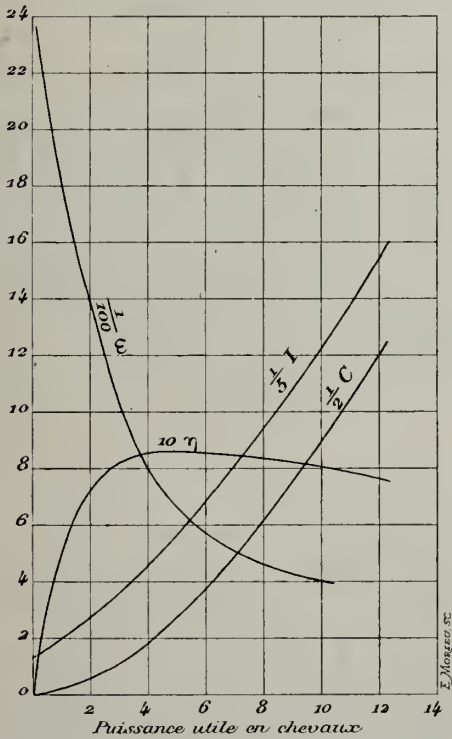


FIG. 24. — Moteur A. 5. Batteries en tension 150 volts. Induits en tension.

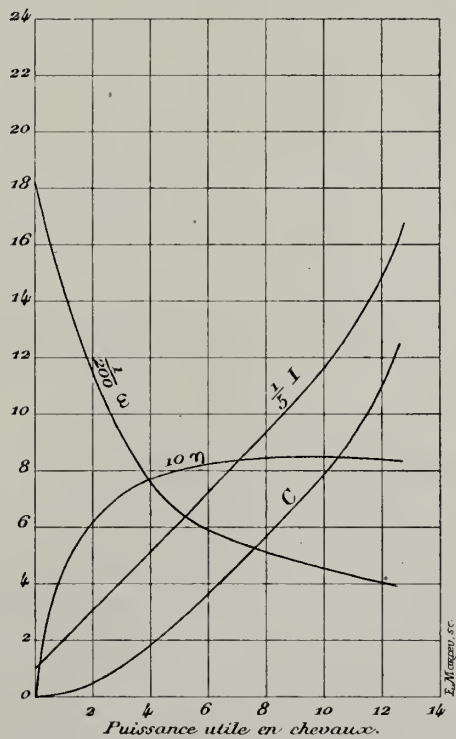


FIG. 25. — Moteur A. 5. Batteries en tension 150 volts. Induits en parallèle.

est facilement fixé sous le siège du cocher. Les résistances sont graduées exactement d'après les vitesses à obtenir, et leur place est sous le combinateur.

La même Société fabrique plusieurs types de moteurs pour automobiles et les combinateurs correspondants. Le type AD,3 avec engrenages différentiels et deux collecteurs donne 3 chevaux pour 350 t : m. Un même type de moteur AD,5 donne 5 chevaux à 700 t : m.

Deux autres types de moteurs sans différentiel et à un collecteur dénommés A,3 et A,5, donnent respectivement 3 chevaux à 350 t : m et 5 chevaux à 700 t : m.

Les courbes figures 22, 23, 24 et 25 montrent comment varient, en fonction de la puissance utile, et pour les quatre positions de marche, les différents facteurs : intensité, couple, vitesse, rendement. Ces courbes sont relatives au moteur type A,5, d'une puissance de 5 chevaux à 700 t : m pour une différence de potentiel de 150 volts, batteries en tension.

Les courbes (*fig. 22*) se rapportent au couplage des deux batteries en parallèle et des deux collecteurs en tension le maximum de rendement est de 0,83 environ pour une puissance utile de 1,8 cheval.

Les courbes 23 sont relatives au couplage batteries en parallèle et collecteurs en parallèle ; le maximum de rendement est 0,81 environ pour 3 chevaux.

Pour les courbes 24 et 25, les deux batteries sont en tension, les collecteurs sont en tension pour 24 et en quantité pour 25. Dans le premier cas, le maximum de rendement est de 0,86 pour 5 chevaux et 660 t : m environ. Dans les courbes 12, le maximum de 0,85 se présente pour 10 chevaux environ et une vitesse de 910 t : m. Comme on le voit, ce moteur fonctionne dans de très bonnes conditions de rendement.

MOTEURS DE TRAMWAYS

La pratique acquise dans la construction des tramways électriques depuis l'*Exposition de 1889* a conduit à modifier et à uniformiser les types de moteurs de tramways, lesquels ne diffèrent aujourd'hui entre eux que par des détails de construction et de suspension et par leurs proportions. Les caractéristiques générales de ces moteurs sont les suivantes :

Deux moteurs sur chaque voiture, un seul moteur permettant au véhicule de terminer la course et de revenir au dépôt, en cas d'accident à l'autre moteur.

Moteurs à quatre pôles, attaquant l'axe des roues par un train d'engrenages.

Induit denté, bobinages en tambour, balais en charbon, inducteur en deux pièces, en acier coulé, enfermant entièrement le moteur.

Inducteur à deux pôles bobinés, et deux pôles non bobinés, pour diminuer l'encombrement dans le sens vertical.

Excitation série. Mise en marche par couplage série-parallèle, avec résistances de transition pour le démarrage, et le passage du couplage en série au couplage en parallèle.

Nous décrivons en détail, à titre d'exemple, le moteur pour tramway exposé par la maison SCHNEIDER ET C^{ie}.

Moteur de tramway Schneider et C^{ie}. — Les moteurs de tramway sont munis d'inducteurs en série ; ils présentent un encombrement très réduit par rapport à leur puissance, ce qui tient à la parfaite utilisation de l'espace disponible à l'intérieur de la carcasse.

La carcasse de ces moteurs est en deux pièces d'acier moulé (*fig. 26 à 28*) ; elle s'ouvre à très peu près suivant un plan horizontal, les deux moitiés ainsi séparables pivotant autour d'une charnière placée en dehors de l'essieu, ce qui permet un démontage rapide.

Le système inducteur est tétrapolaire ; sur les quatre pôles, deux seulement sont bobinés. Les masses polaires correspondant aux deux pôles bobinés sont rapportées et placées respectivement à la partie supérieure et à la partie inférieure de la carcasse. Les deux autres masses polaires appartiennent par moitié respectivement à chacune des demi-carcasses et sont venues de fonte avec elles.

Les deux bobines inductrices sont maintenues en place par le serrage des pièces polaires rapportées correspondantes.

La carcasse inductrice enveloppe à peu près entièrement le moteur; l'étanchéité de la partie inférieure est complétée par deux plateaux latéraux en fonte portant les paliers; l'ensemble du moteur est mis ainsi à l'abri des éclaboussures. Les paliers sont à graissage automatique par bagues; la demi-carcasse supérieure est munie de regards pour la visite de l'intérieur du moteur.

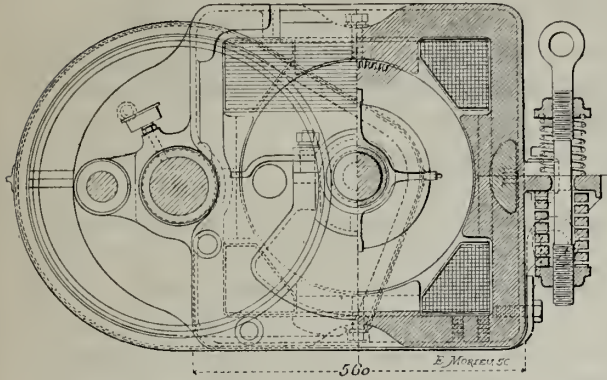


FIG. 26. — Moteur de tramway de 20 chevaux.
Coupe transversale et vue par bout.

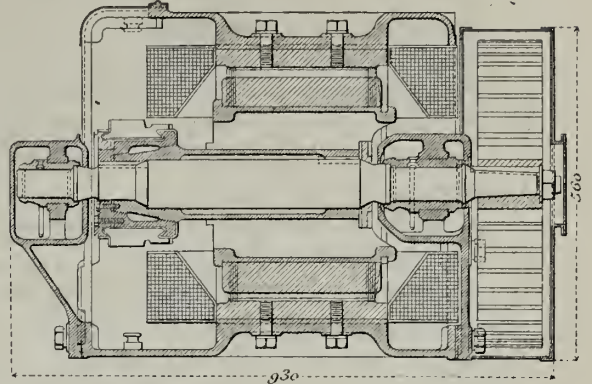


FIG. 27. — Moteur de tramway de 20 chevaux.
Coupe longitudinale.

L'induit denté est bobiné en anneau; le bobinage induit noyé complètement dans le noyau de tôles ne peut se détériorer en venant toucher l'une quelconque des masses polaires par suite d'un excentrage possible de l'arbre dû à l'usure des coussinets.

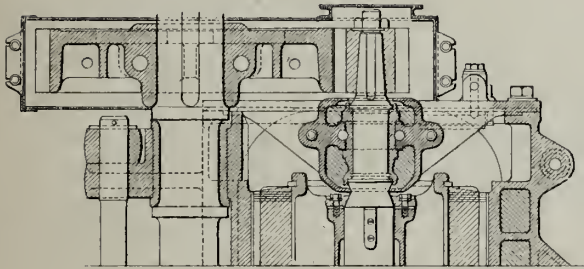


FIG. 28. — Moteur de tramway de 20 chevaux.
Coupe horizontale partielle, côté des engrenages.

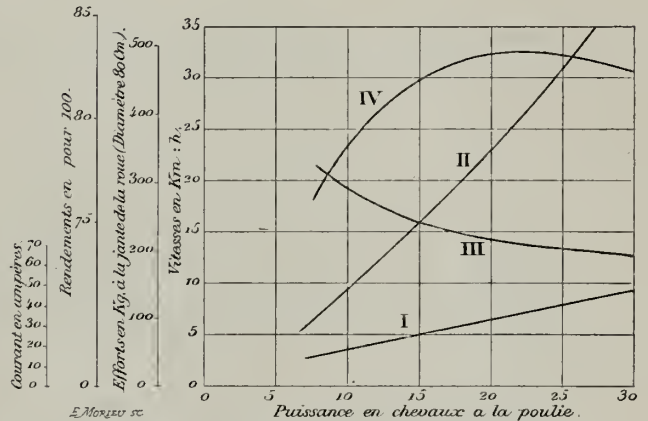


FIG. 29. — Moteur de tramway de 20 chevaux.

Courbe I, intensité du courant, en ampères. — Courbe II, effort en kg à la jante de la roue. — Courbe III, vitesse du véhicule, en km : h. — Courbe IV, rendement à chaud, le tout en fonction de la puissance à la poulie, en chevaux.

Le courant est amené au moteur par des balais en charbon qui ont l'avantage de procurer une marche sans étincelles, et qui sont calés sur la ligne neutre de façon à permettre la marche du moteur aussi bien dans un sens que dans l'autre.

Les prises de courant pour l'induit et les inducteurs s'effectuent à l'aide de serre-fils débouchant en dehors de la carcasse inductrice.

Le moteur s'appuie, d'une part, sur l'essieu de la voiture, lequel est enserré entre les deux demi-carcasses par l'intermédiaire de coussinets; il est suspendu, d'autre part, à la caisse de la voiture au moyen d'une tige filetée portant à sa partie supérieure un anneau de suspension; cette seconde attache du moteur est effectuée avec interposition de forts ressorts à boudins enfilés sur la tige filetée, afin d'éviter les à-coups lors des variations brusques du couple moteur.

L'arbre du moteur porte du côté opposé au collecteur un pignon conique intérieurement, lequel est claveté sur l'arbre et serré par un écrou goupillé; ce pignon engrène avec une roue dentée fixée sur l'essieu; un capot en tôle protège l'engrenage contre la boue et les poussières.

La construction de ces moteurs est très soignée; leur robustesse, leur surveillance aisée, le peu d'entretien qu'ils exigent et la facilité de leur démontage, lorsque celui-ci est nécessaire, leur permettent de répondre à toutes les exigences d'un service de tramway.

Les figures 26 à 28 se rapportent à un moteur d'une puissance normale de 20 chevaux.

La longueur du noyau de tôles de l'induit est de 250 mm; son diamètre extérieur est de 394 mm; le bobinage induit en série comprend 115 sections de chacune 6 spires d'un conducteur méplat de 3 mm — 2 mm; les axes à balais sont au nombre de 2.

La longueur utile du collecteur est de 55 mm; son diamètre extérieur est de 218 mm; il porte 115 lames.

Le diamètre d'alésage des masses polaires est de 400 mm, la longueur d'un entrefer double est donc de 6 mm.

Le bobinage inducteur comprend 2 bobines inductrices de chacune 276 spires environ d'un fil de 5 mm de diamètre nu, en 19 couches.

Les courbes de la figure 29 donnent pour ce moteur les valeurs de : l'intensité du courant (courbe I), de l'effort à la jante des roues de 800 mm de diamètre (courbe II), de la vitesse du véhicule (courbe III) et du rendement à chaud (courbe IV); le tout en fonction de la puissance à la poulie, en chevaux, le coefficient de transformation des engrenages étant de 4,55.

APPAREILS DE CONTRÔLE ET DE SÉCURITÉ

Dispositions générales. — La plupart des moteurs fixes fonctionnent à potentiel constant et sont excités en dérivation. Leur mise en marche ne peut s'obtenir qu'en intercalant des résistances dans le circuit de l'induit et en les retirant graduellement lorsque la vitesse angulaire augmente, afin d'éviter des courants de démarrage excessifs.

La manœuvre de mise en marche s'obtient à l'aide d'un appareil appelé *rhéostat de démarrage* muni d'appareils de sécurité qui ont pour objet d'éviter toute fausse manœuvre et tout accident. Ce rhéostat comporte, suivant le cas :

A. Un dispositif de manœuvre lente et graduée, soit à l'aide d'une vis sans fin manœuvrée par un volant, soit à l'aide d'amortisseurs liquides ou d'amortisseurs à air, si l'on craint que l'ouvrier chargé de la manœuvre ne supprime trop rapidement les résistances intercalées au moment de la mise en marche;

B. Un dispositif empêchant l'arrêt du levier du rhéostat de démarrage dans une position intermédiaire, soit à cheval entre deux touches, soit sur une touche intermédiaire;

C. Un dispositif assurant la rupture automatique du circuit en cas d'interruption accidentelle du courant, et le retour automatique à la position extrême de démarrage, afin d'éviter le court-circuit du moteur lorsque le courant interrompu accidentellement serait rétabli;

D. Un dispositif automatique rompant le circuit en cas de surcharge excessive et ramenant le rhéostat à sa position initiale de démarrage.

Le dispositif *A* est peu employé aujourd'hui, car on suppose généralement l'ouvrier assez habile et prudent pour manœuvrer le rhéostat à la vitesse convenable pour éviter des courants excessifs.

Le dispositif *B* réuni au dispositif *C* constitue le *rhéostat à déclenchement automatique simple*.

Le levier de manœuvre du rhéostat est rappelé vers sa position de démarrage par un ressort, et il n'est maintenu en place que lorsqu'il atteint sa position extrême, par l'action d'un électro-aimant intercalé dans le circuit général. Cet électro-aimant agit sur une armature en fer doux fixée sur le levier et la maintient tant que le courant passe. S'il est interrompu accidentellement, l'armature est abandonnée et le ressort ramène le levier du rhéostat à sa position de démarrage.

Le dispositif *C* est constitué par un disjoncteur à maximum qui met l'électro-aimant du dispositif en court-circuit, si le courant dépasse sa valeur maxima d'une façon appréciable, 50 pour 100, par exemple.

Les dispositifs *B*, *C* et *D*, employés ensemble sur un appareil de démarrage, en font un ensemble désigné sous le nom de *rhéostat type universel*, parce qu'il réunit les systèmes de protection reconnus utiles pour protéger efficacement un moteur contre tout accident.

Appareils de manœuvre pour moteurs électriques de la maison Sautter-Harlé. — Les appareils de manœuvre des moteurs électriques réalisés par la maison SAUTTER-HARLÉ sont aussi variés que les applications de transmission.

L'appareil le plus répandu est dénommé *commutateur de mise en marche progressive avec rhéostat*. Le courant est d'abord lancé dans l'inducteur, puis dans l'induit; le rhéostat, entièrement en circuit à l'origine, est supprimé progressivement. La construction varie suivant que l'appareil est destiné à des manœuvres peu fréquentes ou continues.

Lorsqu'il doit commander le moteur dans les deux sens, il comprend un *commutateur inverseur* dont le dispositif varie suivant le mode d'enroulement du moteur.

En dehors de la mise en marche avec ou sans inversion, une seconde catégorie comprend les *appareils à réglage de vitesse*, soit par le courant de l'induit, soit par l'inducteur, soit par les deux simultanément.

Les *commutateurs à cames* forment une troisième catégorie d'appareils de commande, dans lesquels on réduit au minimum les connexions entre les rhéostats et le commutateur, toutes les ruptures de courant s'opèrent sur contacts en charbon ; les arcs sont éteints par des souffleurs magnétiques.

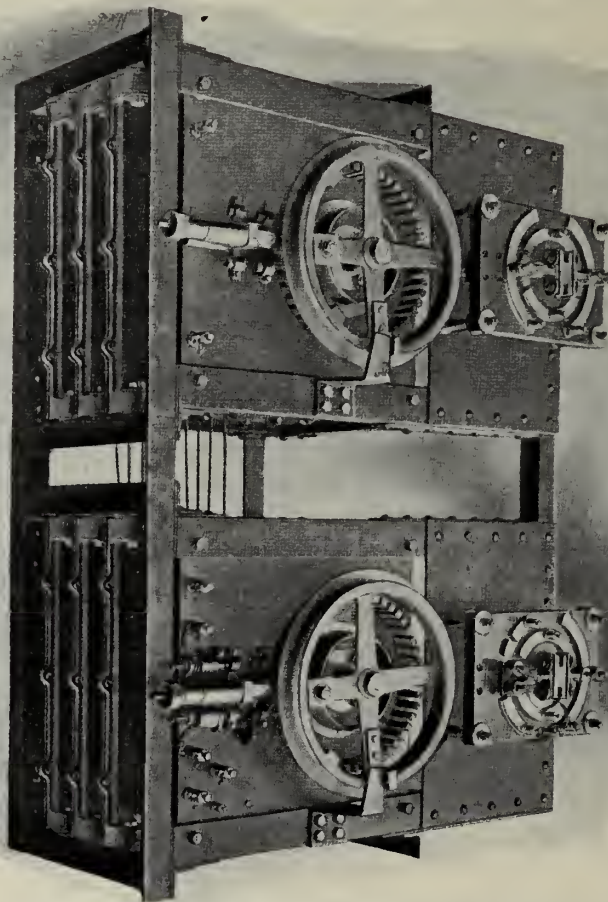


FIG. 30. — Commutateur à cames de MM. Sautter-Harlé.

La figure 30 représente un appareil de manœuvre de cette espèce, construit pour un pont roulant d'atelier de 10 tonnes, manœuvré du sol au moyen de chaînes, le treuil électrique effectuant le levage de la charge et la translation du pont ; la direction se fait à bras. L'appareil règle la vitesse à la montée et à la descente ; il porte deux inverseurs ; toutes les ruptures de courant sont opérées sur charbon ; le rhéostat est formé de résistances sous émail.

L'appareil représenté (*fig. 31*) se rapporte à un pont roulant de 100 tonnes. Le réglage de la vitesse s'opère à la descente comme à la montée de la charge ; le courant est à 500 volts ; des souffleurs magnétiques empêchent toute étincelle dangereuse.

La quatrième catégorie d'appareils de manœuvre est basée sur l'emploi de *commutateurs à relais électro-magnétiques*, commandés à distance. Le principe du système inventé et perfectionné en collaboration avec MM. SAVATIER et DE LAGABBE, ingénieurs à la Société des FORGES ET CHANTIERS DE LA MÉDITERRANÉE, consiste à manœuvrer le levier du commutateur par un électro-aimant, dont le circuit se ferme sur le manipulateur de commande.

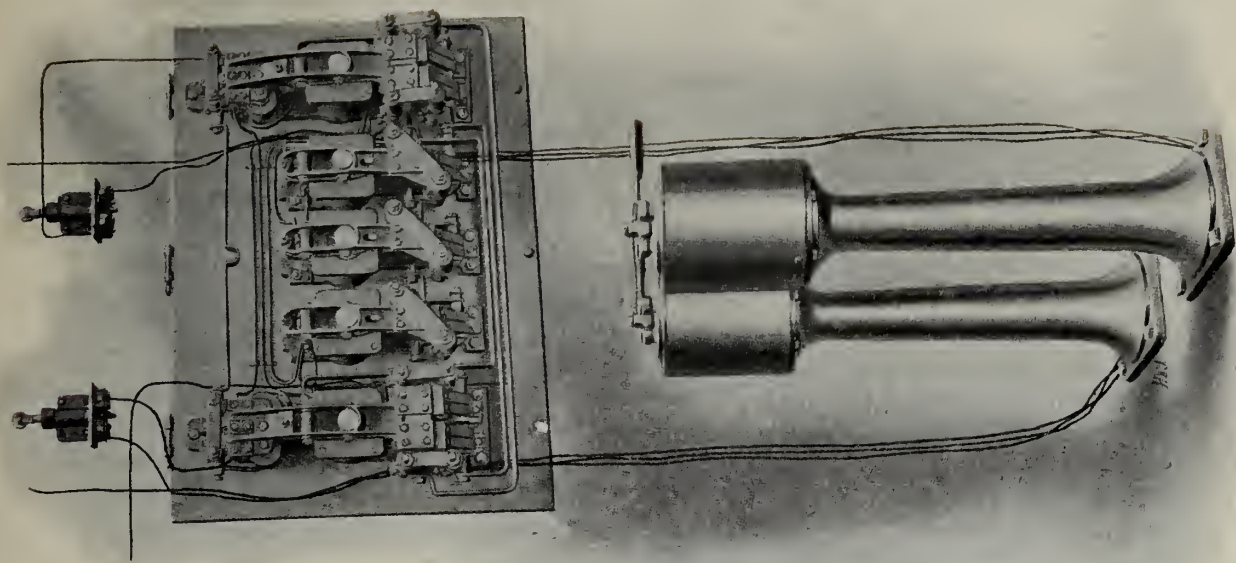


FIG. 32. — Commutateur à relais et manipulateurs de commande de tourelle cuirassée, de MM. Sautter-Harlé.

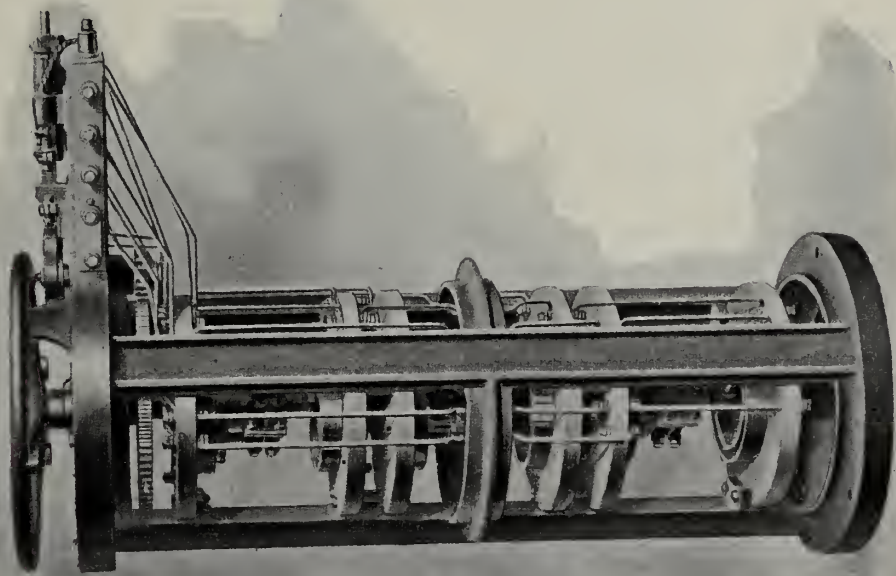


FIG. 31. — Commutateur pour pont roulant de 100 tonnes, de la Maison Sautter-Harlé.

Ce système, d'une grande souplesse, permet d'ouvrir et fermer un circuit à distance, de faire l'inversion de marche, de régler la vitesse par l'introduction d'un rhéostat, dont chaque section est mise en circuit par un électro spécial. Pour le démarrage progressif automatique, on peut utiliser la force contre-électromotrice du moteur lui-même, en branchant à ses bornes les électros qui gouvernent les diverses sections du rhéostat. Enfin, pour les mouvements de précision, les commutateurs à relais portent une touche spéciale, qui met en court-circuit l'induit du moteur et produit les arrêts instantanés, indispensables pour l'application au pointage et aux appareils militaires. A la Classe 23 était exposé le commutateur à relais du monte-charge d'atelier.

La figure 32 représente l'appareil à relais et les manipulateurs de commande d'une tourelle cuirassée de marine. Les deux leviers principaux à droite et à gauche du panneau de relais correspondent aux deux sens de marche; les trois autres, au réglage de la vitesse.

Les commutateurs à relais SAUTTER-HARLÉ, SAVATIER et DE LAGABBE ont donné la meilleure solution pour la commande à distance des pièces d'artillerie ainsi que des appareils de levage à mouvement précis. Ils sont maintenant extrêmement répandus.

Une cinquième catégorie d'appareils de manœuvre comprend les *commutateurs complexes avec relais*. La manœuvre du commutateur principal s'opère à distance, par l'intermédiaire d'un petit moteur électrique, dont le circuit est lui-même branché sur un commutateur secondaire, à relais électro-magnétique, en relation avec le manipulateur.

B. — MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS

Les moteurs à courants alternatifs, qui n'existaient pas pratiquement en 1889, ont pris, surtout depuis l'Exposition de Francfort, en 1891, une extension considérable, et ils constituaient, à l'Exposition de 1900, une collection aussi complète qu'intéressante.

Les moteurs à courants alternatifs, aujourd'hui très nombreux et très variés, peuvent se classer :

1° D'après la *nature du courant* qui les alimente en *moteurs à courants alternatifs simples*; *moteurs à courants alternatifs polyphasés*: *diphases* et *triphases*;

2° D'après leurs *propriétés de fonctionnement* asynchrone ou non asynchrone avec les courants qui les alimentent, en *moteurs synchrones*; — *moteurs asynchrones*;

3° D'après la *nature du champ* dans lequel se meut la partie induite du moteur, en: *moteurs à champ constant*; — *moteurs à champ alternatif*; — et *moteurs à champ tournant*.

En réalité, certaines combinaisons étant incompatibles, la classification se simplifie et permet de faire rentrer tous les moteurs usuels¹ dans les trois groupes suivants :

a) Moteurs synchrones ou à *champ constant*;

b) Moteurs asynchrones à courants alternatifs simples, ou à *champ alternatif*;

c) Moteurs asynchrones à courants polyphasés, ou à *champ tournant*.

a. — MOTEURS SYNCHRONES OU MOTEURS A CHAMP CONSTANT

Les moteurs synchrones sont, en principe, des alternateurs dans lesquels les courants alternatifs, simples ou polyphasés, alimentant l'induit qui se déplace dans des champs magnétiques fixes produits, soit par une excitation séparée, soit par un redressement partiel des courants alternatifs eux-mêmes, redressement obtenu à l'aide d'un commutateur.

Un alternateur quelconque peut donc, en principe, fonctionner en moteur synchrone; mais, en pratique, les moteurs synchrones comportent des dispositions mécaniques spéciales. A l'inverse des alternateurs, c'est généralement le système inducteur qui est fixe, et c'est le circuit induit recevant des courants de basse tension, qui est rendu mobile. On réduit, par ce moyen, les dangers de surveillance, les frais d'entretien, ainsi que le poids, le prix et l'encombrement.

Les moteurs synchrones présentent deux avantages importants et caractéristiques.

Le premier réside dans leur synchronisme même, grâce auquel l'opérateur commandé par le moteur tourne à une vitesse aussi constante que celle du système générateur qui l'alimente. Les variations accidentelles de la tension dues aux surcharges se traduisent seulement par des variations correspondantes en sens inverse du courant absorbé. On obtient ainsi ce résultat précieux que, dans une installation de traction dont la différence de potentiel varie à chaque instant, on peut cependant obtenir une tension constante pour l'éclairage en faisant cet éclairage à l'aide d'une dynamo à courant continu actionnée par un moteur synchrone. La tension du courant continu se règle par l'excitation de la dynamo.

Le second avantage résulte de ce qu'en surexcitant le moteur synchrone, on peut compenser le déphasage produit sur la ligne de transport par les transformateurs et les moteurs asynchrones, rendre le facteur de puissance ($\cos \varphi$) voisin de l'unité, et améliorer ainsi les conditions de fonctionnement et de rendement de la transmission.

1. Ainsi, par exemple, Ferraris a signalé, en 1894, la possibilité de réaliser un moteur *synchrone à champ alternatif*; mais l'appareil n'a jamais été construit, et est resté à l'état de simple conception théorique.

Malgré ces avantages, les moteurs synchrones se sont encore peu répandus, à cause des difficultés de démarrage, de mise en synchronisme, d'excitation, et des décrochages éventuels toujours possibles lorsque la tension baisse momentanément d'une valeur trop grande, à la suite d'un court-circuit, par exemple.

b. — MOTEURS ASYNCHRONES A CHAMP ALTERNATIF

Les moteurs asynchrones se divisent en deux groupes, suivant que le courant qui les alimente arrive directement dans l'induit par *conduction*, par des balais et un collecteur ou y est développé par *induction*, sans aucune liaison électrique entre l'induction et l'induit.

α. — Moteurs de conduction

Ces appareils, peu nombreux d'ailleurs, sont identiques, en principe, aux moteurs à courant continu, mais la carcasse inductrice doit être constituée par des tôles lamellées.

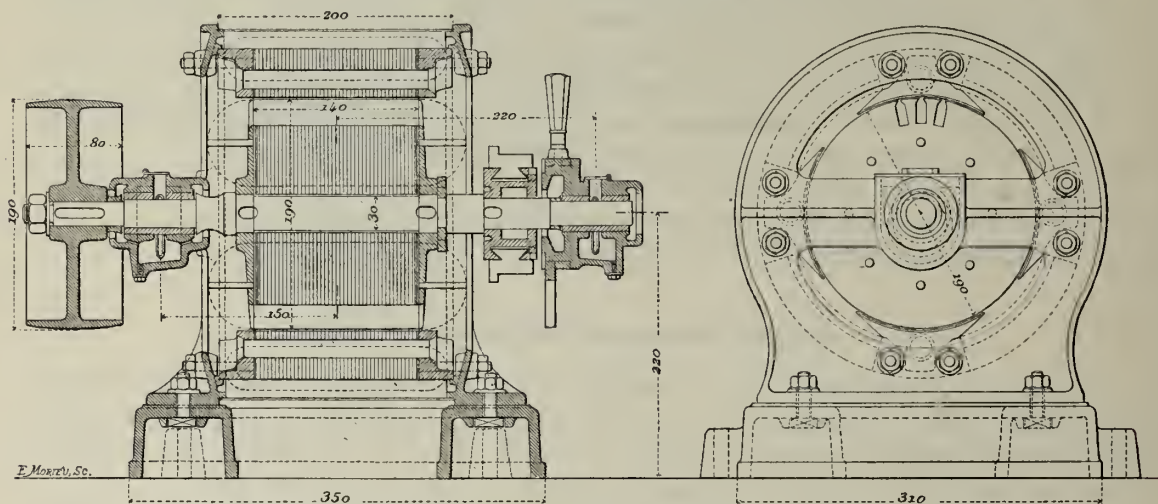


Fig. 33. — Moteur asynchrone à courants alternatifs simples, type V₁, des Ateliers du Creusot.

La Société Schneider et C^{ie} exposait une série de moteurs de ce type de 200 à 3 000 watts

pour une fréquence de 50 périodes par seconde et 110 volts. L'enroulement est série. La vitesse est réglée en agissant sur le calage des balais ou sur le rhéostat de démarrage. Dans les environs du régime normal et pour une même position des balais sur le collecteur, la vitesse est à peu près inversement proportionnelle au couple appliqué sur la poulie; la puissance demeure donc sensiblement constante.

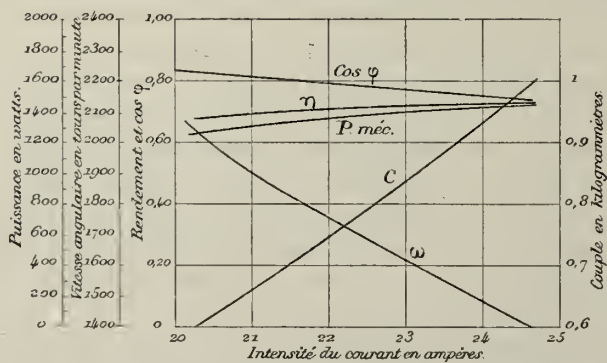


Fig. 34. — Moteur asynchrone à collecteur type V₁, 1 400 watts.

Courbes du couple C, de la vitesse angulaire ω, de la puissance à la poulie P_{méc.}, du rendement η et de cos φ en fonction de l'intensité du courant.

une puissance de 2 chevaux à la vitesse angulaire de 1 300 tours par minute, en absorbant 23 ampères environ sous 110 volts.

Ce moteur est tétrapolaire; l'enroulement inducteur comprend quatre bobines en tension de chacune 28 spires d'un fil guipé de 4 mm de diamètre nu.

β. — Moteurs d'induction ou à induit fermé sur lui-même

Ces moteurs, les seuls employés à peu près exclusivement aujourd'hui sur les réseaux de distribution à courants alternatifs simples ou polyphasés, résultent des travaux de *Ferraris* et de *Terla* sur les champs tournants. Ils sont caractérisés, dans leur construction générale, par un système inducteur généralement fixe (*stator*) recevant le courant du réseau et développant un champ, ou une série de champs, alternatifs ou tournants, et un système induit, généralement mobile (*rotor*), dont l'enroulement est fermé sur lui-même et complètement indépendant de l'enroulement du stator. Le mouvement de rotation est dû aux actions du champ produit par l'inducteur sur les courants induits dans le rotor. C'est de là que vient le nom de *moteur d'induction*. Le rotor comporte, suivant les cas, un induit en *cage d'écureuil* ou un induit bobiné, avec dispositif permettant d'introduire des résistances variables dans ce circuit bobiné, en vue de faciliter le démarrage.

Pour les moteurs de petite puissance, les paliers sont rapportés et font corps avec une couronne qui permet, suivant le cas, de *poser* le moteur à terre, de l'*appliquer* contre un mur ou une colonne, ou de le *suspendre* à une poutre, tandis que les paliers graisseurs, toujours à bagues, conservent leur position verticale.

Conditions générales de construction. — La construction des moteurs asynchrones, dont la puissance varie entre 200 watts et 75 kilowatts (100 chevaux), s'est uniformisée comme type général, en ce sens que tous les moteurs sont aujourd'hui constitués par un inducteur fixe (*stator*) et un induit mobile (*rotor*). L'inducteur bobiné en anneau et l'induit fixe employés au début ont aujourd'hui complètement disparu.

Stator. — Le stator est constitué par une série de disques de tôle de 0,3 à 0,5 mm d'épaisseur isolés au papier, superposés et maintenus dans une carcasse en fonte qui sert de bâti et supporte les graisseurs, toujours à bagues. Pour les moteurs de grande puissance, des canaux de ventilation sont ménagés entre les disques, qui forment plusieurs paquets distincts.

La couronne annulaire formée par l'empilement des disques reçoit son bobinage dans des encoches ou dans des trous. Les encoches permettent la fabrication préalable des bobines sur formes, mais les trous donnent une répartition du magnétisme plus régulière et conduisent à un courant magnétisant plus petit, à la condition d'être percés très près du bord. Certains constructeurs refendent les trous, afin d'éviter les dérivations magnétiques. Ces trous sont garnis de tubes en micanite pour les hautes tensions, de tubes en fibre ou en pressspahn, et même de simple placage en bois pour les basses tensions.

Le bobinage est constitué, suivant la tension, par des fils isolés formant bobine rectangulaire ou des barres. Les moteurs à courants alternatifs, simples ou diphasés comportent autant de bobines que de pôles; les moteurs triphasés ont, pour chaque phase, un nombre de bobines élémentaires égal à la moitié du nombre de pôles.

Dans l'enroulement à barres, on dispose ces barres dans des trous relativement nombreux, de façon à réduire l'importance de la denture et à uniformiser le champ: l'enroulement est connu sous le nom d'enroulement *progressif* ou *réparti*. Le nombre de trous par pôle et par phase varie entre 4 et 9. Les trois phases du stator sont montées en triangle ou en étoile. Le montage en triangle s'emploie surtout pour les moteurs puissants à basse tension.

Pour faciliter le montage du rotor, au lieu d'employer trois formes de gabarits distinctes pour les trois circuits triphasés, ce qui obligeait à recourber l'un d'eux vers la partie centrale et obstruait ainsi le passage de cet induit, la maison BROWN BOVERI ET C^{ie} ne dispose les bobines successives de trois phases que sur deux gabarits, l'un restant sur le cylindre d'enroulement, l'autre se relevant à l'extérieur de ce cylindre. L'enroulement triphasé nouveau ressemble donc abso-

lument à un enroulement diphasé. Cet enroulement économise un gabarit et permet de retirer facilement la partie tournante hors de la partie fixe du moteur, sans avoir à démonter celle-ci.

Rotor. — Le rotor est également constitué par une carcasse en tôle de fer de 0,5 à 1 mm d'épaisseur percée de trous dans lesquels se loge le bobinage induit. L'entrefer doit être aussi

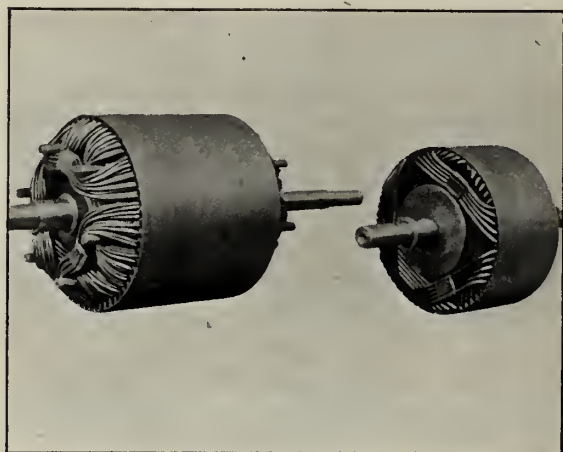


FIG. 35. — Rotor en court-circuit des moteurs d'induction de faible puissance des Ateliers d'Oerlikon.

petit que le permet la perfection de la construction, en vue de réduire le courant magnétisant et la dispersion. Les moteurs d'Oerlikon ont un entrefer égal au millième du diamètre du rotor. La perte par hystérésis étant faible, il est inutile de ménager des canaux de ventilation dans les tôles du rotor.

Pour les moteurs de faible puissance, le nombre de trous percés dans le rotor est premier avec celui des trous du stator. L'enroulement, jusqu'à 3 ou 4 kilowatts est fait en court-circuit, soit en cage d'écureuil, soit en fils de cuivre nus disposés dans les trous du rotor garni d'un isolement. L'emploi du rotor en fils nus permet de réduire le nombre de soudures et de fabriquer un rotor plus

économique, aussi solide et moins résistant électriquement qu'une cage d'écureuil. La figure 35 représente ce dispositif appliqué par les ATELIERS D'ÖERLIKON à ses moteurs de faible puissance.

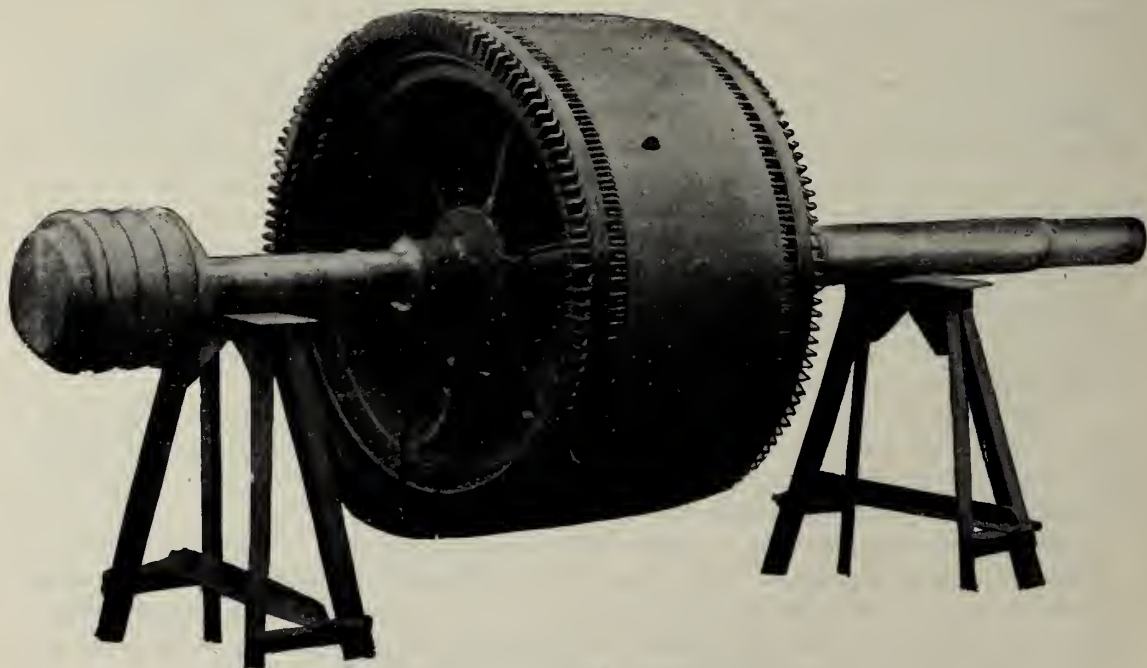
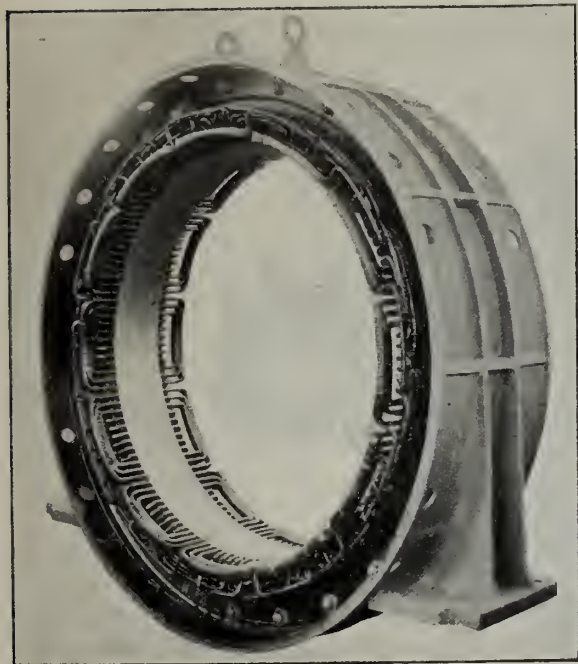


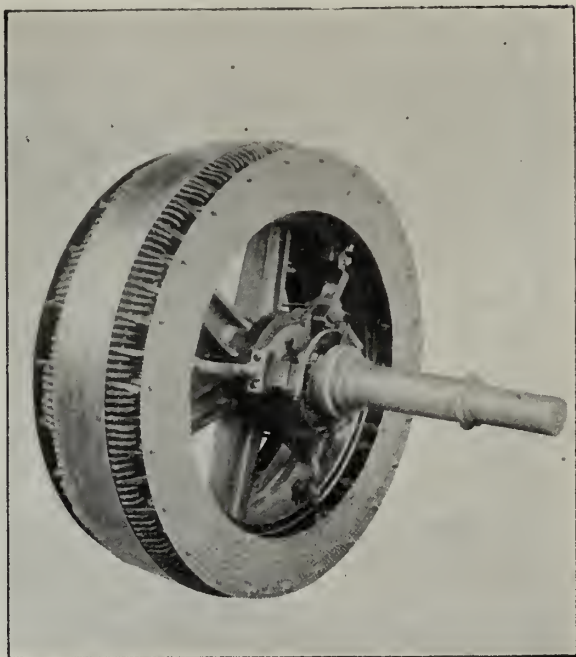
FIG. 36. — Rotor bobiné, avec bagues, des moteurs asynchrones de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

Les moteurs d'une puissance supérieure à 3 kilowatts ont un enroulement intérieur et multipolaire triphasé en étoile, analogue à celui de l'induit des alternateurs triphasés, et dont les trois extrémités sont reliées à trois bagues isolées sur lesquelles appuient trois frotteurs reliés

eux-mêmes à un rhéostat triple permettant d'introduire des résistances variables dans l'induit, suivant le système inventé par M. MAURICE LEBLANC, en 1889. — Cet enroulement triphasé est fait avec un nombre de pôles égal à celui du stator. Il est combiné pour ne pas être trop gros,



Inducteur (stator).



Induit (rotor).

FIG. 37. — Moteur de 240 kilowatts (375 tours par minute) à courants triphasés des Ateliers d'Oerlikon.
 $U = 1950$ volts. $I = 110$ ampères. $\omega_1 = 2\pi,50$.

ce qui grossirait les bagues de prises de courant et le rhéostat de démarrage, ni trop fin, pour que les tensions développées dans le rotor ne soient pas excessives et n'imposent pas un isolement trop coûteux. La figure 36 représente, à titre d'exemple, un rotor bobiné à bagues de la SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES.

La figure 37 représente, séparés, le stator et le rotor d'un moteur à courants triphasés de 240 kilowatts des ateliers d'Oerlikon, avec dispositif de mise en court-circuit de l'induit après démarrage. L'enroulement est en fils de cuivre, et ne comporte en tout que 25 soudures, beaucoup moins que n'en comporterait un enroulement à barres.

Rotor avec coupleur. — Lorsque la puissance du moteur ne dépasse pas 30 kilowatts, et que le couple au démarrage n'excède pas les trois quarts du couple à charge normale, la SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES emploie un rotor à coupleur bobiné en deux groupes, de telle sorte que, pendant la période de démarrage, les forces électromotrices qui se

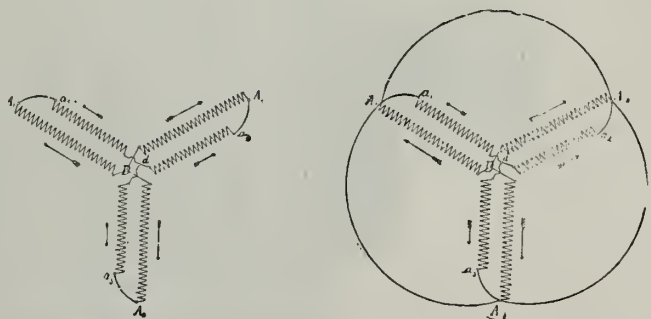


FIG. 38. — Montage en opposition. FIG. 39. — Montage en court-circuit.
 Enroulement triphasé double des rotors à coupleur des moteurs polyphasés de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

développent dans les deux sections de l'enroulement sont de sens contraires. L'inégalité du nombre de spires et le montage en opposition produisent dans le circuit le courant nécessaire au démarrage avec un couple intense. Dès que le *rotor* atteint une vitesse voisine du synchronisme, on ferme un interrupteur qui met simultanément toutes les sections de l'enroulement en court-circuit (*fig.* 38 et 39). Cet interrupteur est manœuvré à la main (*fig.* 40) ou automati-

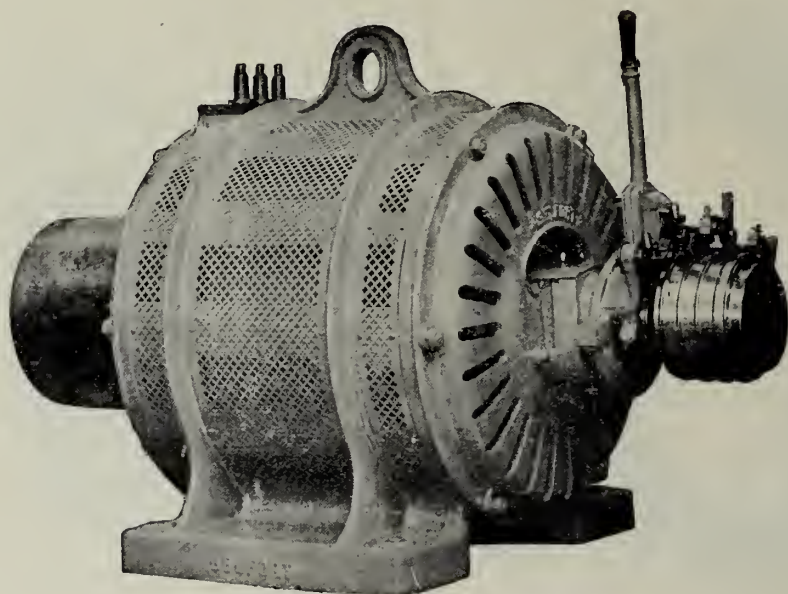


FIG. 40. — Coupleur à main.

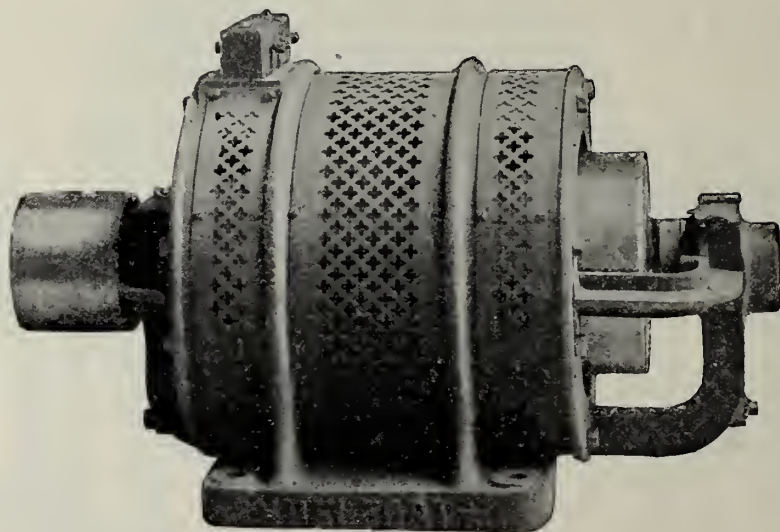


FIG. 41. — Coupleur automatique.

Moteurs à coupleur de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

quement (*fig.* 41), sous l'influence d'un régulateur à force centrifuge qui, pour une vitesse angulaire déterminée, agit comme le levier du coupleur à main pour supprimer le couplage en opposition.

Ces contacts sont formés par deux leviers disposés de façon à ce que le bras de levier du ressort de rappel diminue, tandis que l'effet de la force centrifuge augmente. On obtient ainsi

un fonctionnement franc et instantané des contacts qui évite les inconvénients qu'auraient pour ces contacts une fermeture et une ouverture progressives.

Les *rotors* à coupleur s'emploient jusqu'à des puissances de 75 kilowatts pour des démarrages à vide. Pour les moteurs à coupleur dont la marche est presque continue, un dispositif spécial supprime le frottement des balais sur les bagues pendant la marche, après la mise en court-circuit des trois sections triphasées.

Démarrage des moteurs à courants alternatifs simples. — Le démarrage de moteurs à courants alternatifs simples se fait généralement à vide, afin de diminuer le temps nécessaire au démarrage et de réduire l'intensité initiale du courant et de diminuer la réaction du moteur sur l'éclairage. Le démarrage à vide s'obtient d'une manière très simple en munissant le moteur de poulie fixe et folle ou d'un embrayage à friction. Cette disposition simplifie la transmission, car elle supprime alors sur celle-ci la poulie folle et l'embrayage.

Pour les moteurs de très faible puissance, jusqu'à 500 watts, le moteur peut ne comporter aucun dispositif auxiliaire. Il suffit de lui imprimer une impulsion initiale en tirant sur la courroie, et de fermer aussitôt le circuit en continuant l'action impulsive.

Pour des puissances supérieures à 500 watts, l'induit porte deux enroulements, un enroulement principal et un enroulement auxiliaire qui transforme le champ alternatif en champ tournant. En fermant le circuit, une résistance non inductive est intercalée dans le circuit principal, et une résistance fortement inductive dans le circuit auxiliaire, afin d'obtenir un *déphasage* suffisant des deux courants. Lorsque le moteur a atteint sa vitesse de régime, la résistance non inductive est mise en court-circuit, et l'enroulement auxiliaire est mis hors circuit par la manœuvre d'un inverseur spécial disposé sur le démarreur.

Pour des moteurs dont la puissance dépasse 3 ou 4 kilowatts, le rotor est muni du dispositif de M. Maurice Leblanc permettant de faire varier le couple moteur et de lui donner la valeur minima correspondant à chaque vitesse.

Le démarrage en champ tournant des moteurs à courants alternatifs simples, avec ou sans résistances variables intercalées dans l'induit, constitue la solution la plus généralement adoptée, et celle que présentaient plus de vingt constructeurs à l'Exposition.

Le système de démarrage de M. HEYLAND, construit par la COMPAGNIE INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ, de Liège, diffère notablement des autres, en ce que le second circuit, destiné à produire le démarrage, disposé de façon à créer un champ alternatif décalé sur le champ normal de 90° — pour un moteur à deux pôles — est constitué par un enroulement ne comportant qu'un petit nombre de spires et présentant, par suite, un faible coefficient de self-induction. Dans ces conditions, le flux magnétique dû à ce circuit auxiliaire de démarrage est plus intense que celui produit par l'enroulement normal, et se trouve déphasé sur celui-ci de près d'un quart de période. On obtient ainsi un grand couple de démarrage égal à celui qui correspond à la marche normale en n'absorbant qu'un courant double du courant normal à pleine charge.

LES ATELIERS D'ORLIKON, LA C^{ie} GÉNÉRALE ÉLECTRIQUE, etc., emploient, pour faire démarrer le moteur d'une puissance supérieure à 1 kilowatt, un dispositif identique en principe, et qui consiste à transformer momentanément le moteur à courants alternatifs simples en moteur à champ tournant alimenté par des courants alternatifs diphasés. Ces courants diphasés sont obtenus par deux dérivations établies sur le réseau, et dont les constantes de temps sont très différentes, afin d'obtenir un champ tournant. A cet effet, le circuit principal est branché sur le réseau en y intercalant une résistance auxiliaire sans self-induction.

Le second circuit, ou circuit de démarrage, comporte une résistance aussi faible que possible, et présente un coefficient de self-induction aussi élevé que possible, grâce à l'emploi d'un bobinage renfermant plus de spires, et d'une bobine de self extérieure. Dans ces conditions, le courant traversant le circuit principal est presque en phase avec la différence de potentiel qui l'alimente, tandis que le second circuit est presque en quadrature, ce qui produit le déphasage nécessaire à la création d'un champ tournant. Sous l'influence de ce champ, le moteur démarre,

à vide ou sous faible charge, et dès que la vitesse est suffisante, à l'aide d'une seule manœuvre d'un commutateur approprié, on met en court-circuit la résistance additionnelle du circuit normal et on rompt le circuit auxiliaire de démarrage.

L'ensemble du dispositif comprenant le commutateur, la résistance non inductive et la résistance inductive constitue le *démarréur*.

La figure 42 représente, à titre d'exemple, le démarréur des ATELIERS DE CONSTRUCTION D'OERLIKON. Les poignées en ébonite sont munies de disques de garde pour protéger les mains de l'ouvrier qui le manœuvre du contact des parties à haute tension et des étincelles de rupture.

Pour des moteurs dont la puissance dépasse 3 kilowatts, le système de démarrage se complète par un rhéostat introduisant des résistances variables, dans le rotor, d'après le système de M. MAURICE LEBLANC.

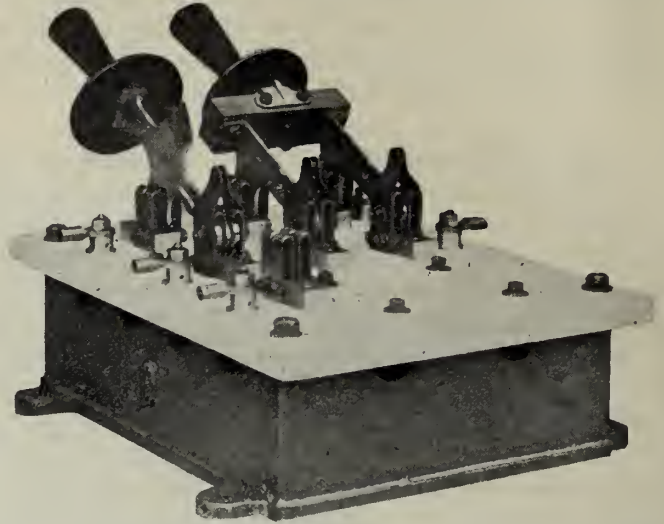


FIG. 42. — Appareil de démarrage des moteurs asynchrones à courant alternatifs simples des Ateliers d'Oerlikon.

Embrayage hydraulique automatique. — Lorsqu'il est impossible de disposer une poulie folle de commande sur l'arbre du moteur, le démarrage se fait à vide à l'embrayage automatique au moment opportun à l'aide du dispositif représenté (*fig. 43*) exposé par la SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DE CREIL.

Lorsqu'il est impossible de disposer une poulie folle de commande sur l'arbre du moteur, le démarrage se fait à vide à l'embrayage automatique au moment opportun à l'aide du dispositif représenté (*fig. 43*) exposé par la SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS DE CREIL.

Une poulie 1 fixée sur l'arbre du moteur porte 2 évidements concentriques (3 et 4) contenant un liquide convenable et fermé par une membrane 5 retenue par des anneaux 6. Un plateau 10, qui peut glisser sans tourner sur le prolongement de l'axe de la poulie 1, est appuyé contre la membrane 4 par des ressorts réglables 11. Un second plateau 12, fixé à la poulie 13 (ou à un manchon d'accouplement), peut tourner sans glisser sur l'axe du moteur. Au moment du démarrage, la poulie 1 et le plateau 10 se mettent en mouvement sans entraîner d'abord le plateau 12. Peu à peu, le liquide qui remplit l'évidement 3 passe avec une vitesse

croissante dans l'évidement 4 par l'ouverture 7; ce liquide gonfle la membrane 5 et appuie ainsi le plateau 10 contre le plateau 12. L'espace de temps nécessaire pour provoquer l'entraînement du plateau 12 peut être réglé au moyen de la vis 9 engagée dans l'ouverture 7.

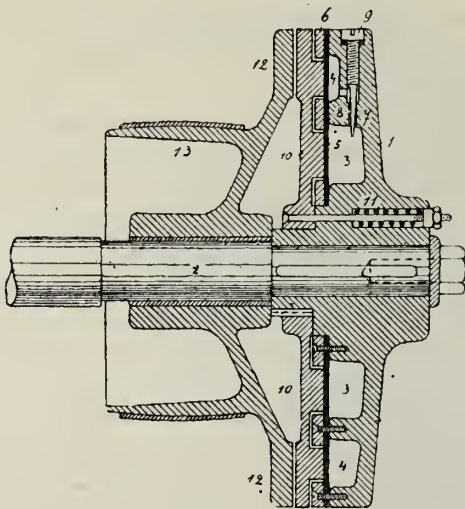


FIG. 43. — Embrayage hydraulique-automatique.

croissante dans l'évidement 4 par l'ouverture 7; ce liquide gonfle la membrane 5 et appuie ainsi le plateau 10 contre le plateau 12. L'espace de temps nécessaire pour provoquer l'entraînement du plateau 12 peut être réglé au moyen de la vis 9 engagée dans l'ouverture 7.

c. — MOTEURS ASYNCHRONES A CHAMP TOURNANT

Considérations générales. — Les moteurs à champ tournant ne diffèrent des moteurs à champ alternatif que par la nature des courants qui traversent le système inducteur, et par le bobinage disposé pour créer un champ tournant dans lequel se meut le rotor. Ce champ tournant peut être obtenu soit par des courants alternatifs *diphases*, soit par des courants *triphases*; mais l'emploi des courants triphasés est de beaucoup le plus répandu.

Le démarrage des moteurs de grande puissance est facilité soit par l'introduction de résistance variable dans l'induit, ou rotor, procédé dû à M. Maurice Leblanc, soit, en employant un moteur à double cage d'écuriel (Boucherot), soit en transformant momentanément le moteur d'induction en moteur de conduction, et en le retransformant à nouveau en moteur d'induction après démarrage (Max Déri). Nous décrirons ces deux derniers procédés un peu plus loin. Le système de M. Maurice Leblanc est tellement connu qu'il nous semble inutile d'insister ici.

Petits moteurs à induit mobile des ateliers du Creusot. — Types F_1 et F_8 (fig. 44 et 45). Dans ces petits moteurs, l'inducteur fixe extérieur est bobiné en anneau avec montage en étoile; il se compose d'un noyau de tôles rainuré intérieurement. L'induit intérieur comprend également

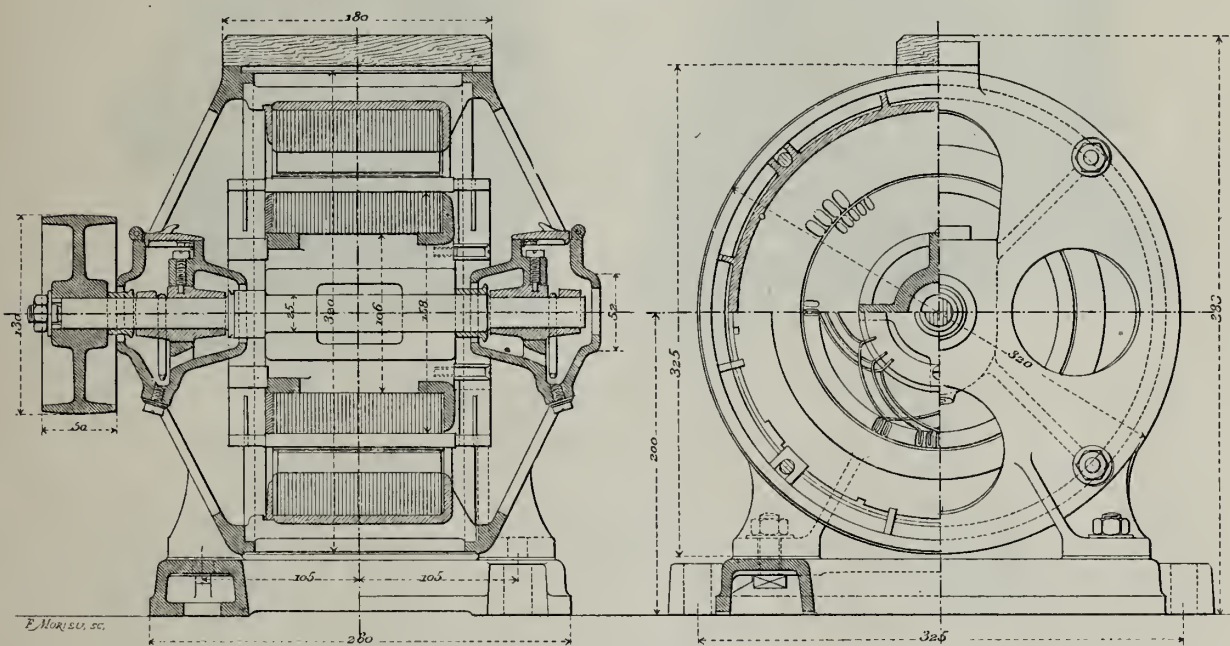


FIG. 44. — Coupe longitudinale. — FIG. 45. — Vue par bout avec coupe transversale partielle.

Moteur à courants triphasés, type F_1 .

un noyau de tôles annulaires enfilé sur un moyeu en fonte claveté sur l'arbre; son bobinage en tambour diphasé, fermé sur lui-même, est formé de conducteurs d'assez forte section réunis par des développantes.

Le type F_1 (fig. 44 et 45) peut fournir normalement une puissance de 1 cheval sous une tension composée de 110 volts (montage en étoile) à la vitesse angulaire de 1500 tours par minute. La fréquence est de 50 périodes par seconde; l'inducteur est tétrapolaire.

L'enroulement inducteur comprend 12 bobines (3 fois 4) de chacune 90 spires d'un fil guipé de 1,5 mm de diamètre nu; il y a 72 rainures du côté de l'entrefer, soit 6 rainures par bobine.

La section des barres de l'induit est oblongue, c'est-à-dire rectangulaire avec arrondis d'un

diamètre égal à la plus petite dimension ; ces barres ont une hauteur de 7,5 mm et une largeur de 3 mm. L'enroulement de l'induit est un tambour diphasé en court-circuit. Il y a 88 barres à la périphérie, réunies entre elles par des fourches en cuivre rouge ayant une section de 10 mm × 1,5 mm, la longueur totale d'une branche simple de ces fourches étant de 80 mm.

Le diamètre extérieur du noyau induit est de 180 mm ; le diamètre intérieur du noyau inducteur est de 181,5 mm ; la longueur d'un entrefer double est donc de 1,5 mm. La largeur commune des deux noyaux est de 114 mm.

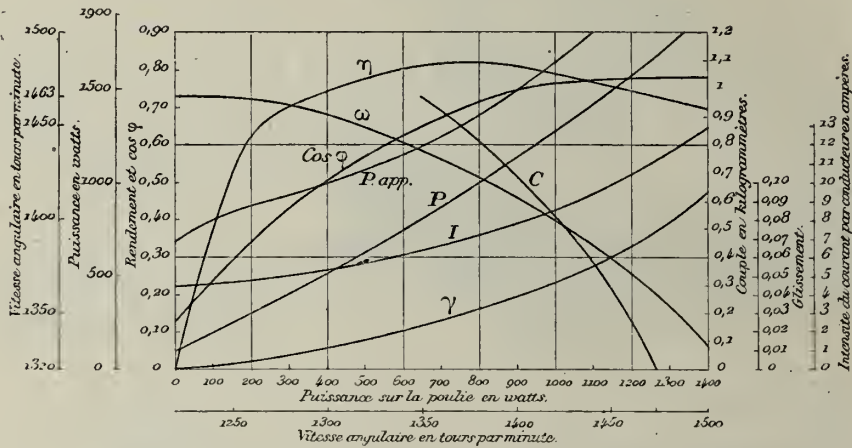


FIG. 46. — Moteur à courants triphasés type F₁ des ateliers du Creusot.

Courbes : de l'intensité I, de la puissance absorbée P, de la puissance apparente P_{app}, de la vitesse angulaire ω, du glissement γ, du rendement η et de cos φ en fonction de la puissance sur la poulie. — Courbe C du couple en fonction de la vitesse angulaire.

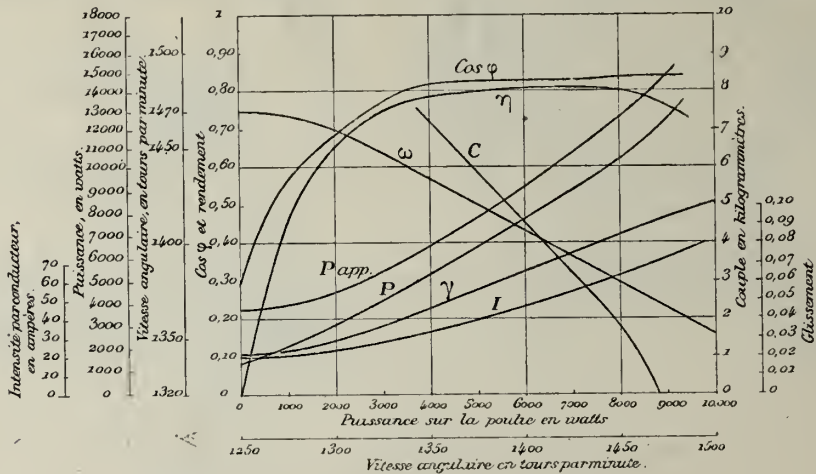


FIG. 47. — Moteur à courants triphasés type F₈ des ateliers du Creusot.

Mêmes symboles que pour la figure 46.

Les courbes de la figure 46 donnent les résultats d'essais effectués sur ce moteur.

Le type F₈, également tétrapolaire, peut fournir normalement une puissance de 8 chevaux sous une tension composée de 110 volts (montage en étoile), à la vitesse angulaire de 1 500 tours par minute.

L'enroulement inducteur comprend 12 bobines (3 fois 4) de chacune 50 spires de deux fils en parallèle d'un diamètre de 2,3 mm nu ; il y a en tout 120 rainures (10 par bobine).

Les barres de l'induit, au nombre de 144, ont une section oblongue ; elles ont une hauteur de 7,5 mm sur une largeur de 3 mm. L'enroulement induit est en tambour diphasé en court-

circuit. Les barres sont réunies entre elles au moyen de fourches de connexion en cuivre rouge ayant une section de 11 mm \times 1 mm, la longueur totale d'une branche simple de fourche étant de 138 mm.

Le diamètre d'alésage des tôles de l'inducteur est de 322 mm; le diamètre extérieur des tôles de l'induit est de 320 mm. La longueur d'un entrefer double est donc de 2 mm. La longueur commune des noyaux de tôles est de 206 mm.

Les courbes de la figure 47 donnent les résultats d'essais effectués sur ce moteur.

Pour les moteurs de faible puissance employés dans les industries textiles, la SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES utilise un dispositif de mise en marche et d'arrêt qui mérite une mention spéciale. Le moteur est enroulé en étoile; le courant arrive par la partie

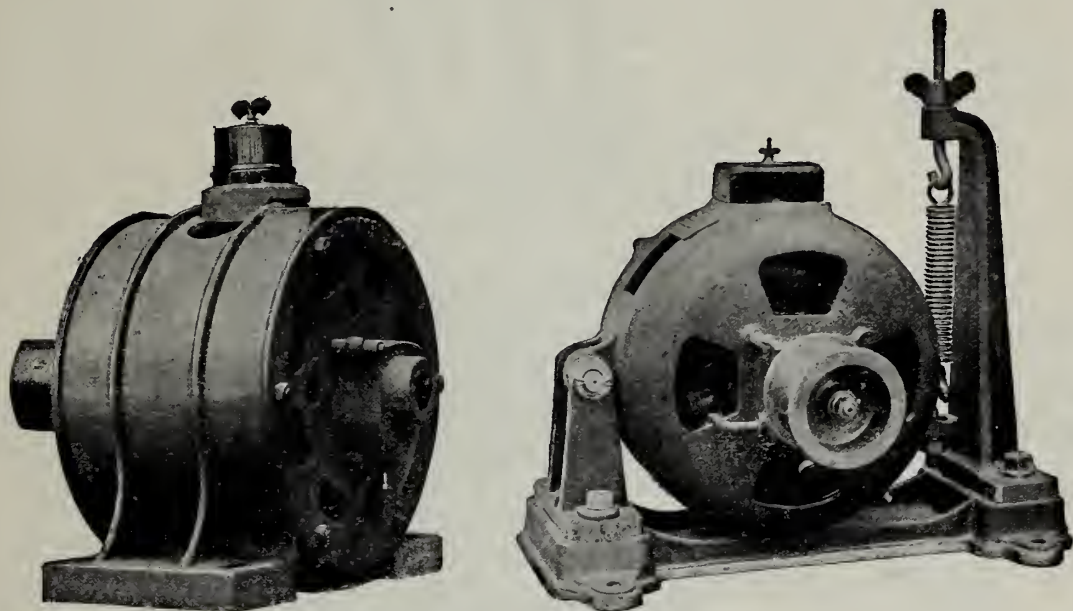


FIG. 48. — Moteur avec interrupteur à trois contacts. FIG. 49. — Moteur de filature avec suspension élastique.

Moteurs à courants alternatifs triphasés de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

inférieure, et les extrémités de l'étoile sont ramenées au sommet du moteur; pour mettre en marche, on ferme simplement l'étoile de l'enroulement à l'aide d'un interrupteur à clef à trois contacts disposé à la partie supérieure du moteur (fig. 48). Cette disposition permet de supprimer les inconvénients que les conducteurs présentent dans les salles remplies de duvet et de poussières d'un établissement textile.

La figure 49 représente un moteur à courant polyphasés de faible puissance appliqué aux métiers à tisser : le poids du moteur tend la courroie, et la tension est réglée par un ressort tiré par une tige filetée commandée par un écrou à oreilles.

Moteurs à courants triphasés à inducteur mobile des ateliers du Creusot (fig. 50 et 51). — Ce moteur fournit normalement une puissance de 30 chevaux sous une différence de potentiel de 110 volts (montage en triangle) à la vitesse angulaire de 820 tours par minute, et à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Sur le bâti en fonte sont fixés : d'une part, les paliers à graissage automatique par bagues; d'autre part, la carcasse d'induit fixe en fonte à l'intérieur de laquelle est introduit le noyau de tôles de l'induit.

Le noyau inducteur mobile est monté sur une carcasse en bronze frettée sur l'arbre. L'en-

roulement inducteur est en anneau et reçoit les courants triphasés par trois bagues fixées sur l'arbre et sur lesquelles s'appuient autant de frotteurs.

L'enroulement induit est en tambour et en diphasé. Au démarrage, pour obtenir un couple supérieur ou égal à celui normal sans que l'intensité atteigne une valeur excessive, on intercale des résistances liquides dans les circuits diphasés de l'induit; on diminue progressivement ces résistances au fur et à mesure de la mise en marche, et l'on met finalement l'enroulement induit en court-circuit.

L'inducteur mobile hexapolaire est en anneau; il comprend 18 bobines (3 fois 6); à chaque bobine correspondent 14 rainures et 140 spires d'un fil guipé ayant un diamètre de 2,5 mm nu; les trois circuits triphasés sont couplés en triangle et, dans chacun de ces circuits, les 6 bobines qui le composent sont en parallèle.

L'induit fixe est en tambour biphasé à barres; l'enroulement comprend 12 bobines à chacune desquelles correspondent 18 barres de 4 mm \times 12 mm logées dans autant de rainures; les bobines sont connectées entre elles, de telle sorte que l'un quelconque des deux circuits biphasés comprenne deux groupes en parallèle de chacun 3 bobines en tension.

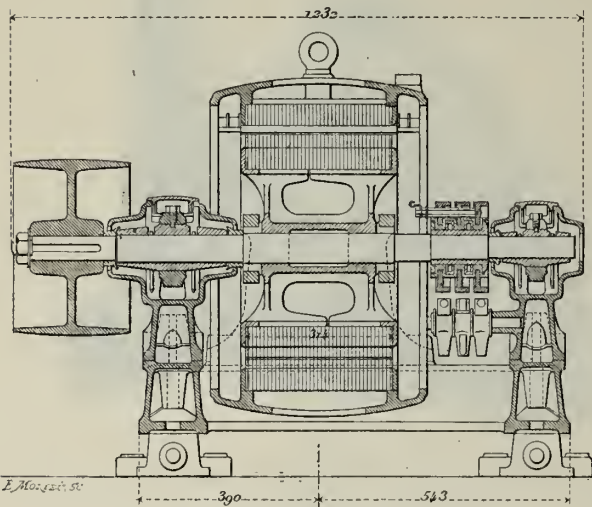


FIG. 50. — Coupe longitudinale.

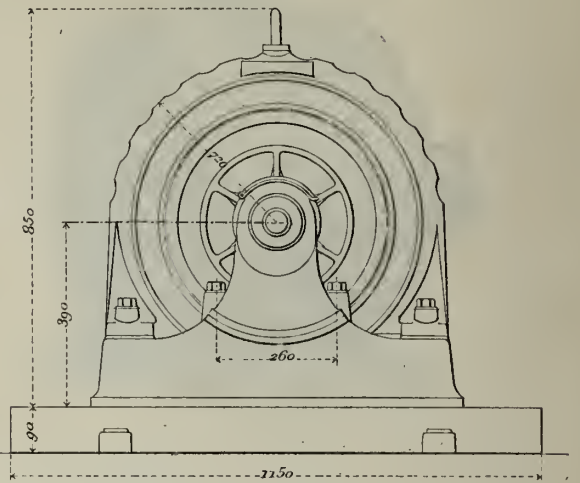


FIG. 51. — Vue par bout.

Moteur à courants triphasés type F₃₀ des ateliers du Creusot.

Le diamètre d'alésage des tôles de l'induit est de 489 mm; celui de l'extérieur des tôles de l'inducteur de 480 mm; la longueur d'un entrefer double est donc de 3 mm. La longueur commune des noyaux de tôle est de 314 mm.

Auto-démarréur de la Société industrielle d'électricité, procédés Westinghouse. — Pour le démarrage des moteurs puissants, la SOCIÉTÉ WESTINGHOUSE emploie une tension réduite obtenue à l'aide de deux auto-transformateurs mis en dérivation sur les circuits de distribution à l'aide d'un commutateur approprié. Lorsque le démarrage est obtenu, la manœuvre du commutateur met hors circuit les auto-transformateurs et relie directement les enroulements du stator au réseau.

La figure 52 représente l'ensemble de l'auto-démarréur Westinghouse: les auto-transformateurs sont disposés dans le socle de l'appareil. Le démarreur peut être placé loin du moteur, ce qui présente des avantages lorsque le moteur est établi en un endroit renfermant des gaz ou des poussières inflammables, qu'il est dans une cave, ou dans tout autre endroit d'un accès difficile, ce qui met les matières inflammables à l'abri des étincelles.

Pour les moteurs de puissance moyenne, on peut utiliser le fait que, dans une distribution par courants diphasés à *quatre* fils, il existe des tensions alternatives différentes entre les différents fils. On relie les enroulements sur les tensions les plus basses au démarrage et sur les



FIG. 52. — Auto-démarrreur Westinghouse.

tensions les plus élevées en marche normale. Le démarreur se réduit dans ce cas à un simple commutateur à bascule, sans auto-transformateurs.

Moteur Boucherot. — Pour supprimer les rhéostats, les bagues et les balais, et n'absorber à chaque instant qu'un courant proportionnel au couple de démarrage, M. Boucherot a eu l'idée de disposer dans l'induit deux enroulements en cage d'écureuil, dont les constantes de temps sont très différentes.

La cage antérieure à grande résistance agit au moment du démarrage et la cage intérieure, moins résistante, lorsque la vitesse angulaire est voisine du synchronisme.

Les conditions auxquelles doit satisfaire l'enroulement induit pour que le couple moteur soit à chaque instant maximum pendant la période de démarrage sont mieux satisfaites dans le moteur à double stator de M. BOUCHEROT, exposé par la MAISON BREGUET.

Le moteur dit « type α » est constitué en principe par deux inducteurs montés sur un bâti commun et d'un induit unique muni d'un bobinage spécial.

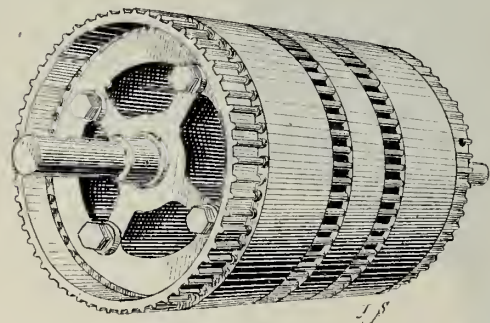
Chaque inducteur est formé d'une série de tôles minces : l'un d'eux est fixé sur le bâti,

tandis que le second inducteur est déplaçable d'un certain angle par rapport au premier autour d'un axe commun. Ce déplacement s'obtient à l'aide d'un levier ou d'un volant commandant une vis sans fin.

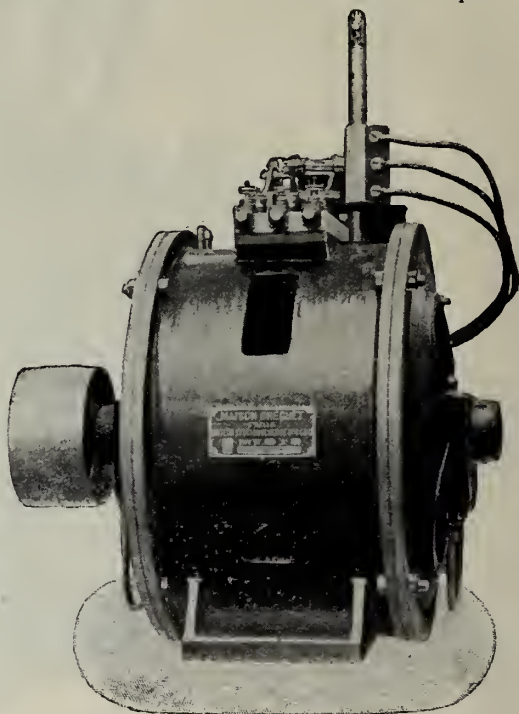
L'enroulement de chacun des *stators* est celui d'un inducteur ordinaire de moteur à courants polyphasés; le bobinage peut être réalisé en étoile ou en triangle, et le couplage des *stators* entre eux peut s'effectuer en série ou en quantité, suivant le mode de groupement le plus avantageux pour la tension adoptée. La division du système inducteur en deux éléments facilite grandement le choix des dispositions à adopter sans qu'il soit besoin d'insister plus longuement sur les combinaisons possibles.

La liaison entre l'inducteur fixe et l'inducteur mobile est obtenue par des câbles souples.

Le rotor (*fig. 53*), est formé, comme l'inducteur, de deux armatures en tôles minces perforées et solidement montées sur l'arbre commun; chacune des armatures correspond à l'un des *stators* lorsque le moteur est assemblé. Les barres de cuivre de la cage d'écuriel sont communes aux deux armatures et soudées par leurs extrémités à deux cercles en cuivre; l'intervalle laissé libre entre les deux armatures est occupé par une frette en métal de grande résistivité (fer, maillechort ou ferromnickel) rivée et soudée sur les différentes barres de la cage d'écuriel.



Rotor double.



Levier à la fonction de démarrage.

FIG. 53. — Moteur système Boucherot, type α (de 1 à 5 chevaux).

Les deux *stators* sont situés au repos, l'un par rapport à l'autre, de telle sorte que les enroulements de l'un d'eux soient déplacés par rapport aux enroulements de l'autre de l'espace angulaire correspondant à une demi-période.

Cette position est celle du démarrage, qu'on obtient par simple fermeture de l'interrupteur.

Dans ces conditions, les pôles magnétiques excités dans les deux *stators* suivant les mêmes génératrices sont de signes contraires, et les courants induits dans les barres de la cage d'écuriel étant en opposition se réunissent en quantité à travers la frette de maillechort. Le moteur démarre alors absolument comme un moteur à résistances variables dans l'induit et avec les mêmes propriétés, c'est-à-dire que le courant absorbé est proportionnel au couple développé.

Lorsque l'induit s'est mis en mouvement, ce qui a lieu immédiatement après la fermeture de l'interrupteur, on réduit progressivement l'angle des deux systèmes de champs magnétiques jusqu'à ce que le stator que l'on déplace vienne occuper la position correspondant à la concordance des phases des forces électromotrices induites; il ne passe plus alors aucun courant par la frette en maillechort: c'est la position de marche normale. Cette manœuvre ne demande que quelques secondes et peut être facilement combinée avec la fermeture de l'interrupteur.

Le moteur α possède donc la constitution d'un moteur à cage d'écureuil, tout en ayant les propriétés des moteurs à résistances variables dans l'induit imaginés par M. Leblanc. Ces deux genres de moteurs se différencient essentiellement au point de vue théorique, par le mode opératoire :

Dans le procédé de M. Leblanc, on fait varier les résistances intercalées dans les circuits induits ; dans le moteur de M. Boucherot, on fait varier la différence des phases de deux séries de courants polyphasés placées en dérivation sur une résistance fixe.

Moteurs à courants alternatifs simples ou polyphasés à grand couple de démarrage, système Max Déri. — La plupart des moteurs à courants alternatifs simples ou polyphasés exigent, pour leur mise en marche et afin d'augmenter le couple de démarrage, l'intercalation de résistances dans l'induit.

Dans ce but, on fixe généralement des bagues à l'induit, et, à l'aide de balais, on intercale des résistances dans le bobinage de l'induit, lesquelles résistances sont mises hors circuit ou en court-circuit dès que l'induit a atteint une certaine vitesse angulaire. Ce procédé donne lieu à des inconvénients et à des complications dans la construction de l'induit.

Ainsi le bobinage de l'induit est plus compliqué, son induction est moins efficace, et des anneaux, des balais et des connexions sont nécessaires.

Dans d'autres cas, principalement dans les moteurs à courants alternatifs simples, on intercale un collecteur dans l'enroulement de l'induit, ou circuit fermé sur lui-même, à l'aide duquel, en inclinant et en mettant en court-circuit des balais, on obtient un couple moteur considérable au moment du démarrage.

Le passage des courants induits par le collecteur et les balais n'est cependant nécessaire que pendant la mise en marche du moteur, et il est interrompu dès que l'induit a atteint une certaine vitesse angulaire. A partir de ce moment, l'induit continue son mouvement de rotation, par l'induction de l'enroulement de l'induit en court-circuit, et les courants passant par le collecteur et les balais sont non seulement superflus, mais même nuisibles.

Le but du procédé imaginé par M. MAX DÉRI est d'annuler les inconvénients signalés ci-dessus et qui se présentent dans la construction et l'usage des moteurs et des appareils à courants alternatifs. Il consiste à relier les groupes d'enroulement sur l'induit avec des résistances, ou bien avec des collecteurs et des balais, et à faire varier le nombre de pôles de telle manière que les résistances ou les collecteurs et les balais, suivant le cas, puissent agir ou non, c'est-à-dire qu'ils soient conducteurs du courant ou non.

La figure 54 est un exemple de connexion d'un groupe d'enroulements avec des fils de résistance.

La figure 55 est un exemple de connexion d'un groupe de bobines avec fils de résistance.

La figure 56 est un exemple de connexion de l'enroulement induit avec un collecteur.

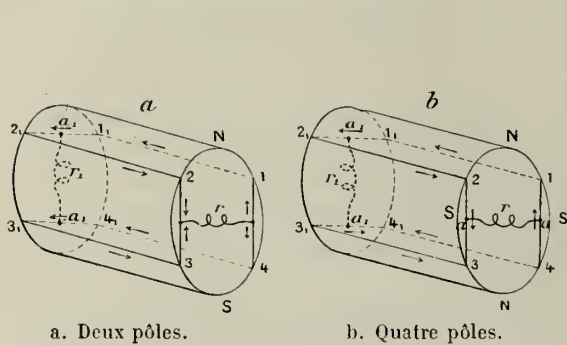
La figure 57 est un exemple de mise en circuit de l'enroulement du champ inducteur, pour pouvoir faire varier le nombre des pôles.

Les enroulements sont disposés et reliés sur l'induit, pour que, étant placés sur un champ alternatif à quatre pôles [fig. 54 (b) et 55 (b)], ils transmettent les courants induits en série et forment un circuit fermé sur lui-même, tandis que, dans le cas d'un champ alternatif à deux pôles (fig. 54 (a) et 55 (a)), la somme des forces électromotrices de tous les enroulements ou bobines du groupe est égale à zéro pour chaque position.

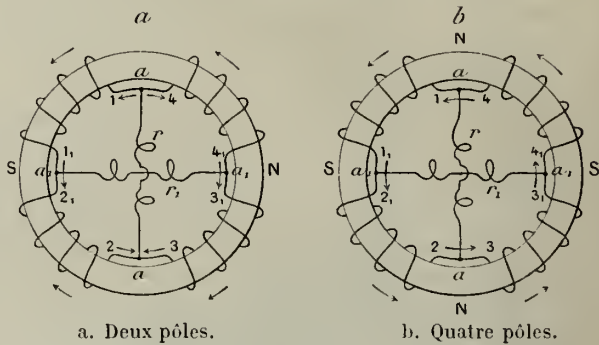
Dans le cas d'un inducteur à quatre pôles, la marche du courant a lieu suivant le schéma : 1, 1₁, 2, 2, 3, 3₁, 4, 4, 1 [(fig. 54 (b))], et il est facile de se rendre compte qu'il n'existe aucune différence de potentiel entre les points de connexion a et a , ainsi que a_1 et a_1 , tandis que, pour un inducteur à deux pôles, il existe une différence de potentiel entre les points de connexion a et a , et a_1 et a_1 .

Si donc on relie ensemble les points a et a , ou a_1 et a_1 par des conducteurs, il circulera des courants dans ces conducteurs pour un inducteur à deux pôles et, dans ce cas, les enroulements sont aussi conducteurs de courants, dès que l'induction sera exercée par un champ à quatre pôles.

En fixant ainsi sur l'induit de tels enroulements ou bobines à quatre pôles en court-circuit et en reliant les points de jonction a, a , par des résistances convenables r, r , qui font partie intégrante de l'enroulement de l'induit, on arrive à ce résultat que, pour un inducteur bipolaire, les résistances entrent en action, tandis que, après avoir obtenu la vitesse voulue, l'inducteur devenant à quatre pôles, ces résistances sont mises hors d'action. Les fils de l'induit sont naturellement mieux utilisés pour un inducteur à quatre pôles, lorsque l'on intercale des résistances aussi bien entre les points a, a , qu'entre les points a_1, a_1 , établissant ainsi un genre d'enchaînement des enroulements induits.



a. Deux pôles.
b. Quatre pôles.
FIG. 54. — Connexions d'un groupe d'enroulement avec fil de résistance.



a. Deux pôles.
b. Quatre pôles.
FIG. 55. — Connexions d'un groupe de bobines avec fils de résistance.

La figure 56 montre comment, dans les moteurs d'inducteurs à courants alternatifs simples, en vue de produire un couple de démarrage, on établit la connexion des enroulements de l'induit avec un collecteur. Dans ce cas, les parties de connexion des enroulements ne sont pas

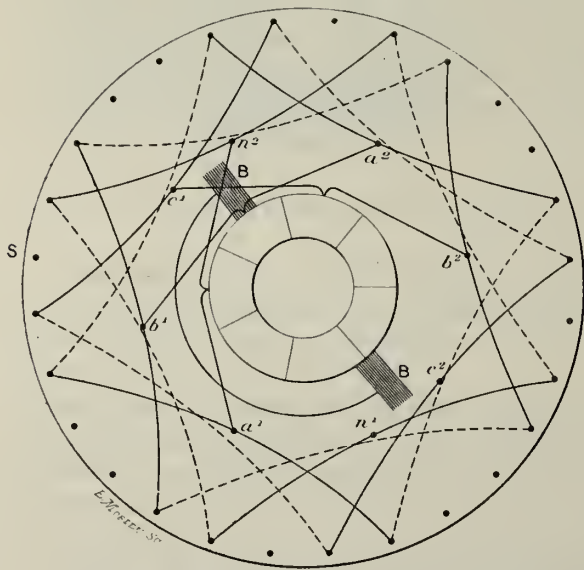


FIG. 56. — Connexions d'un enroulement induit avec un collecteur.

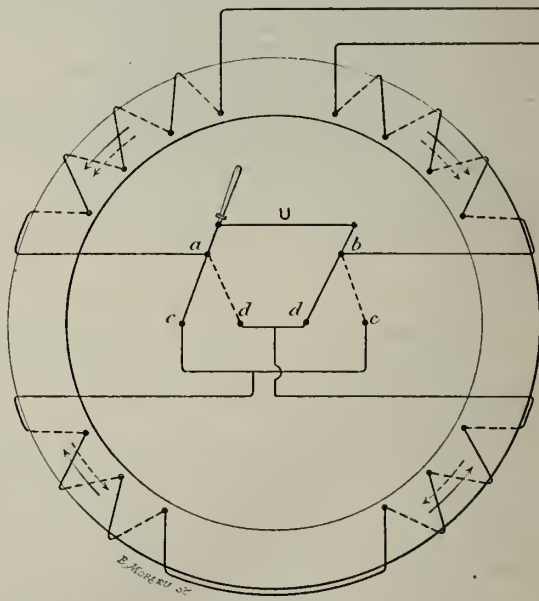


FIG. 57. — Enroulement du système inducteur pour faire varier le nombre des pôles (V est une connexion mécanique isolante).

réunies de manière à former des circuits séparés fermés, mais bien d'une manière analogue à celle de l'enroulement d'une dynamo à induit en tambour; les points $a_2, b_1, b_2, c_1, \dots, n_2, a_1$ sont réunis deux par deux aux lamelles du collecteur. Les enroulements à quatre fils sont considérés

comme de simples enroulements diamétralement opposés et combinés en un enroulement continu ordinaire.

Dans ce cas, il est également utile de donner aux fils de connexion qui relient les points a , b , c et les lamelles du collecteur une résistance correspondante plus grande pour obtenir ainsi la résistance de fermeture pour le moment favorable de démarrage, et en même temps pour réduire la formation d'étincelles toujours nuisibles au points de contact des balais. Les balais B , B , placés obliquement par rapport au champ sont réunis ensemble en court-circuit.

Si un induit ainsi constitué est placé dans un champ alternatif bipolaire, des différences de potentiel établissent entre les points a_1 , a_2 , b_1 , b_2 des courants induits passant par les balais et développent un couple qui est la cause de la mise en marche de l'induit. Dès que la vitesse voulue est atteinte, on transforme le champ en un champ à quatre pôles; les courants induits passent

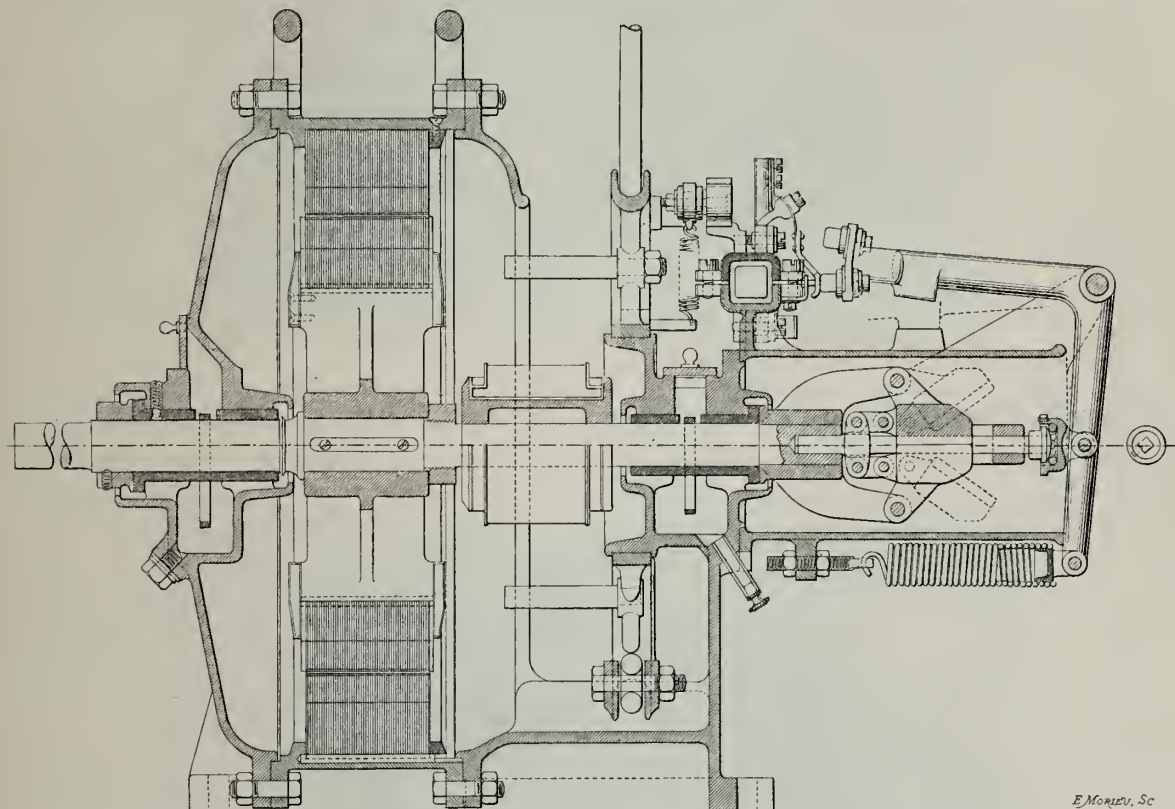


FIG. 58. — Moteur Max Déri à changement automatique du nombre de pôles (coupe longitudinale).

alors par les enroulements fermés sur eux-mêmes, sans rencontrer de résistance, et engendrent le couple moteur. Entre les points a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , il n'existe pas de différence de potentiel, par conséquent il n'existe également pas de courant dans les lamelles du collecteur et dans les balais.

Pour mieux utiliser l'induction de l'enroulement de l'induit dans un champ bipolaire, on peut placer un collecteur de chaque côté de l'induit et relier respectivement chaque collecteur avec les points des enroulements de l'induit tournés de son côté, ou bien on peut aussi relier un seul collecteur aux points de jonction respectifs des enroulements de l'induit.

Il est préférable d'employer le plus petit nombre de pôles pour la mise en marche des moteurs et des appareils et le plus grand nombre de pôles pour la marche normale.

Pour pouvoir changer le sens et la direction du courant électrique de l'enroulement du champ dans tous les cas précités, de manière que le nombre des pôles, au départ, soit un multiple ou une partie aliquote de celui de la marche normale, cet enroulement du champ est relié

à un commutateur convenable quelconque; la figure 57 représente schématiquement un exemple d'exécution où les flèches indiquent le sens du courant magnétique. À l'aide du commutateur, on relie soit *a* avec *d* et *b* avec *c*, ce qui correspond à un champ bipolaire, ou bien *a* avec *c* et *b* avec *d*, ce qui forme un champ à quatre pôles.

Ce dispositif se rapporte à l'enroulement à courant alternatif simple du champ du moteur; mais la disposition peut aussi être appliquée à des champs polyphasés ou à des enroulements enchainés du champ en utilisant un système de commutateur correspondant à plusieurs directions. Le commutateur peut être commandé soit à la main, soit automatiquement.

Dans les exemples représentés, pour plus de clarté, on a admis respectivement deux et quatre pôles alternatifs, et on a choisi en conséquence le nombre des enroulements et des bobines. On peut employer un nombre quelconque de pôles, respectivement un multiple de noms précités, et disposer en rapport l'enroulement du champ et de l'induit, ainsi que le système de commutateur.

Un moteur basé sur les principes que nous venons d'exposer figurait dans la section autrichienne, au Champ de Mars. Il appartient au type d'induit bobiné avec collecteur et balais en court-circuit lorsqu'il fonctionne à six pôles. En couplant l'inducteur pour qu'il développe huit pôles autour de l'induit, il fonctionne comme moteur asynchrone à courants alternatifs simples, avec circuits multiples en court-circuit sur eux-mêmes. Le changement du nombre de pôles se produit automatiquement, sous l'action d'un régulateur à force centrifuge. La figure 58 est une coupe longitudinale de ce moteur. Un moteur analogue expérimenté par la maison Hélios, de Cologne, a fourni, au démarrage, un couple égal à 2,6 fois le couple de marche normale avec un courant qui n'a pas dépassé 1,6 fois le courant normal.

Moteurs asynchrones divers. — Ne pouvant décrire en détail tous les moteurs asynchrones, d'ailleurs fort nombreux, qui figuraient à l'Exposition de 1900, nous nous contenterons d'en

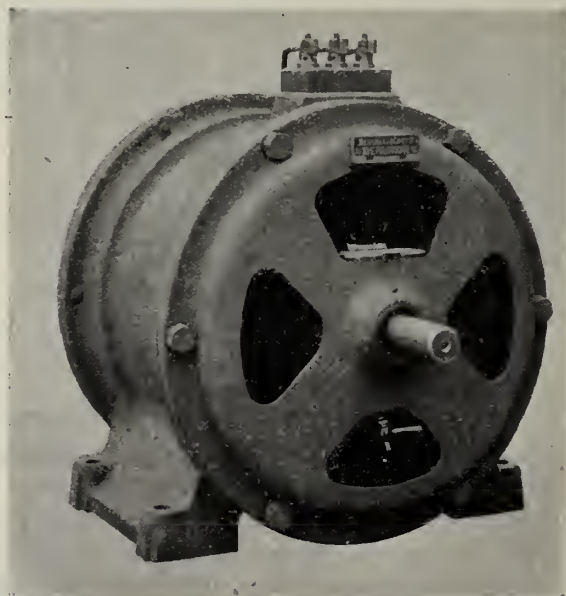


FIG. 59. — Moteur à courants alternatifs triphasés des Ateliers d'Oerlikon.
Type de 750 watts induit fermé sur lui-même.

reproduire ici quelques types, dont la simple inspection des figures montrera les caractéristiques particulières. Les légendes qui accompagnent les figures suffisent pour en indiquer l'origine et les dispositifs spéciaux.



FIG. 60. — Moteur pour la commande des métiers à tisser. Type de 400 watts des Ateliers d'Oerlikon, avec démarreur sur le socle.

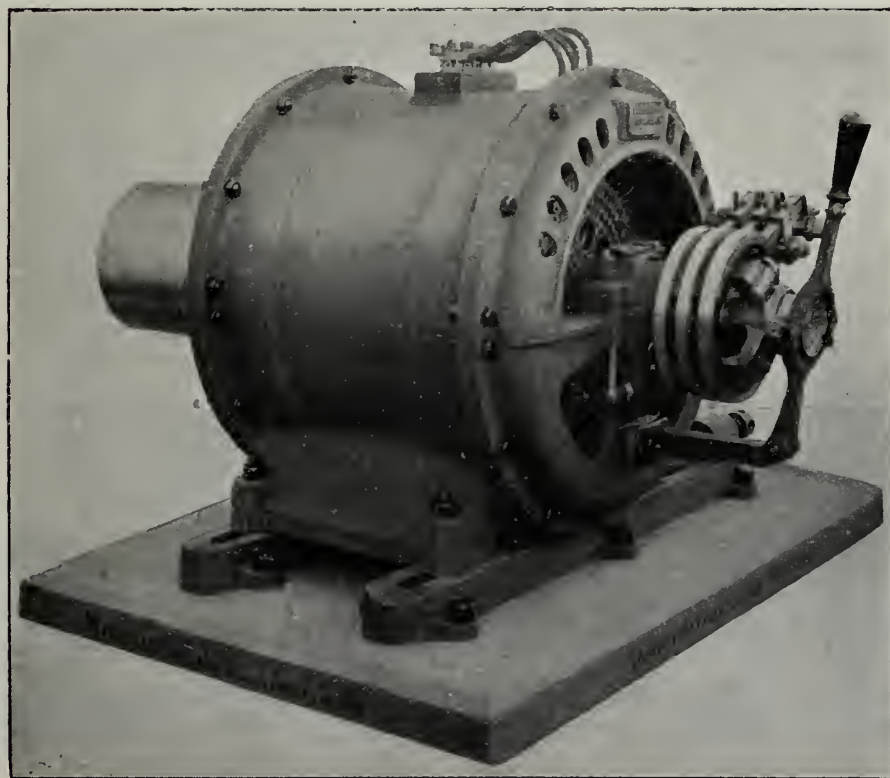


FIG. 61. — Moteur à courants alternatifs triphasés des Ateliers d'Oerlikon. Type de 16 chevaux, à bagues de démarrage et mise en court-circuit directe sur le rotor.

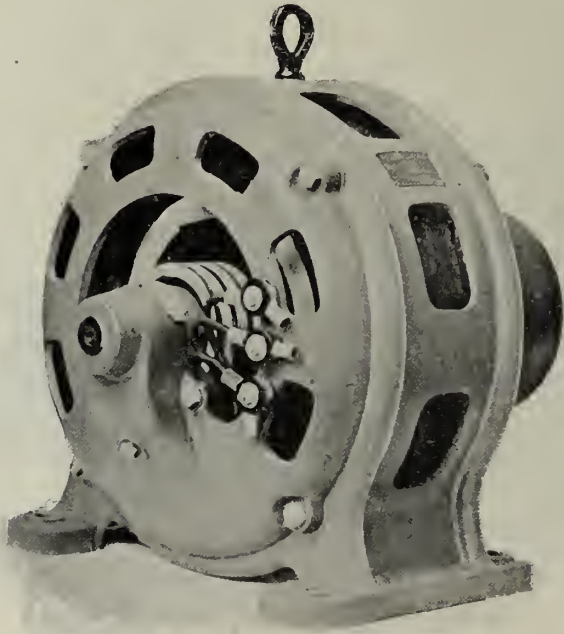


FIG. 62. — Moteur à courants alternatifs triphasés de la Compagnie internationale d'électricité, de Liège.
6 chevaux, 490 volts.

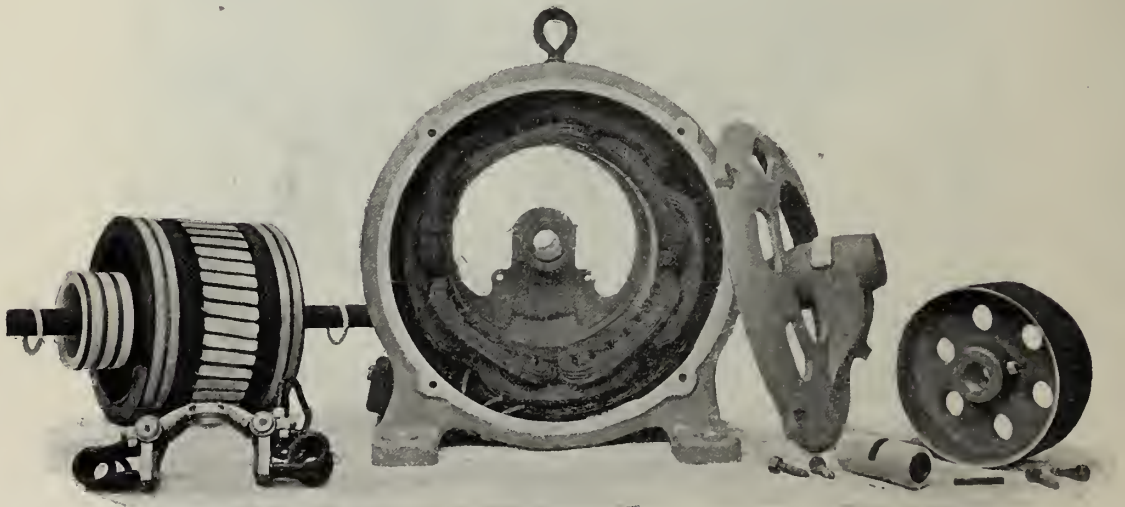


FIG. 63. — Moteur à courants alternatifs triphasés de la Compagnie internationale d'électricité, de Liège.
Type de 6 kilowatts.



FIG. 64. — Moteur à courants alternatifs triphasés de la Compagnie internationale d'électricité, de Liège.
Type de 125 chevaux à 2000 volts.

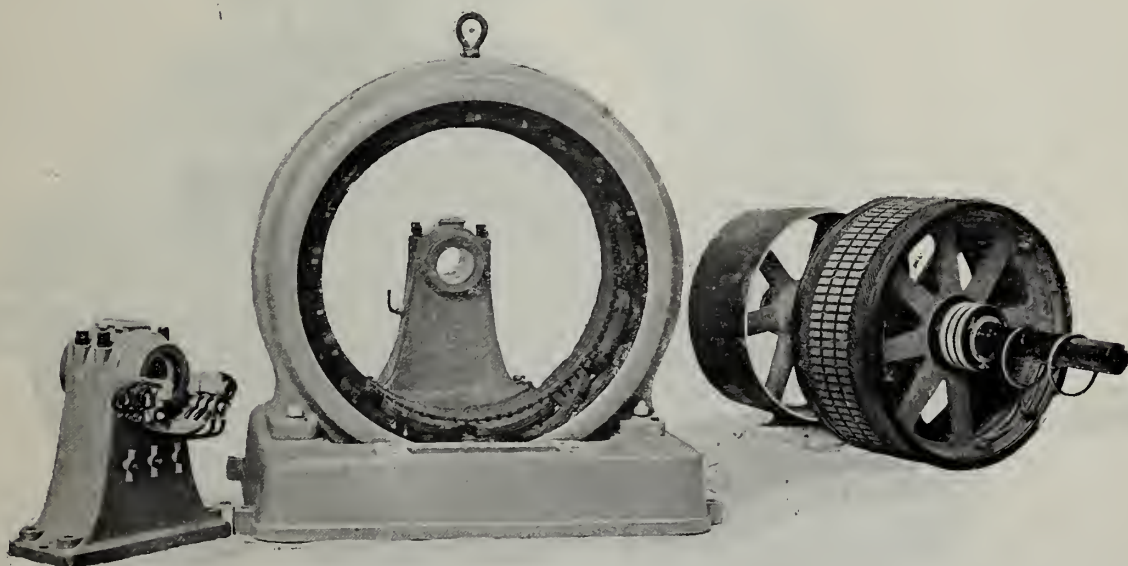


FIG. 65. — Moteur à courants alternatifs triphasés de la Compagnie internationale d'électricité, de Liège.
Type de 125 chevaux à 2000 volts (démonté).

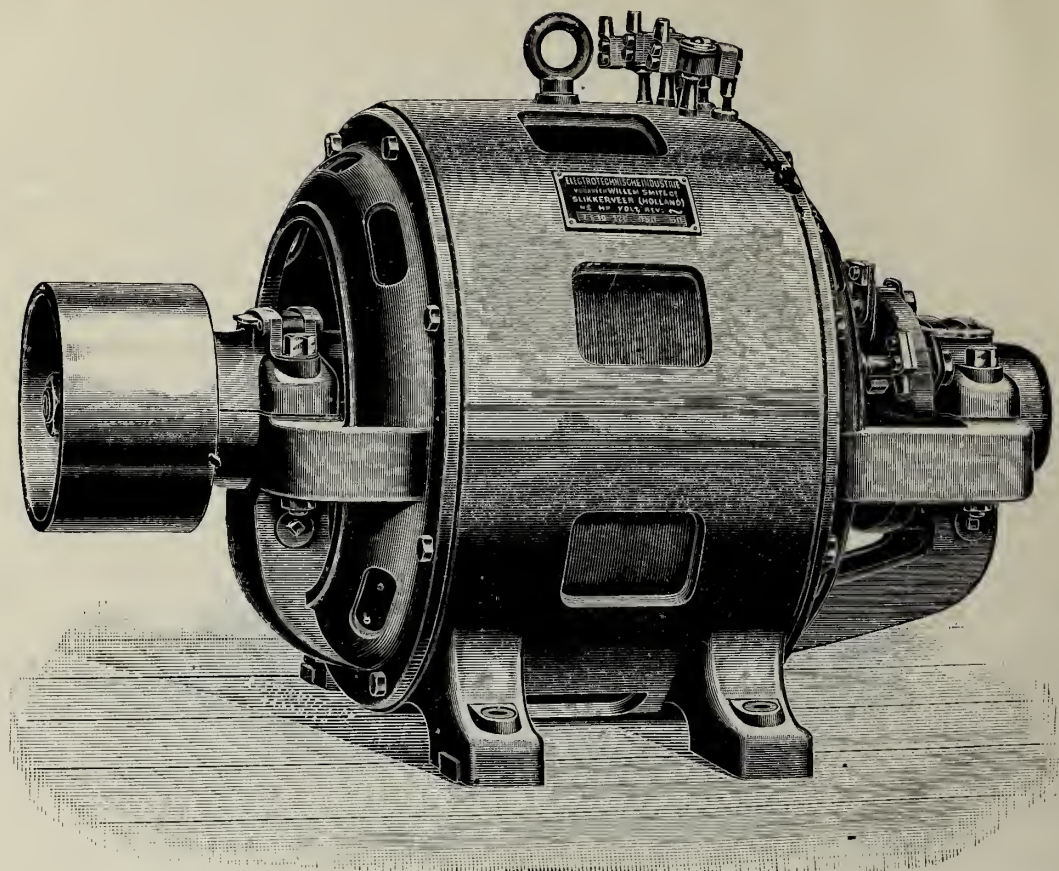


FIG. 66. — Moteurs à courants triphasés de l'Industrie électrotechnique, ci-devant Willem Smit et C^o, à Slikkerveer (Pays-Bas). — Ensemble.

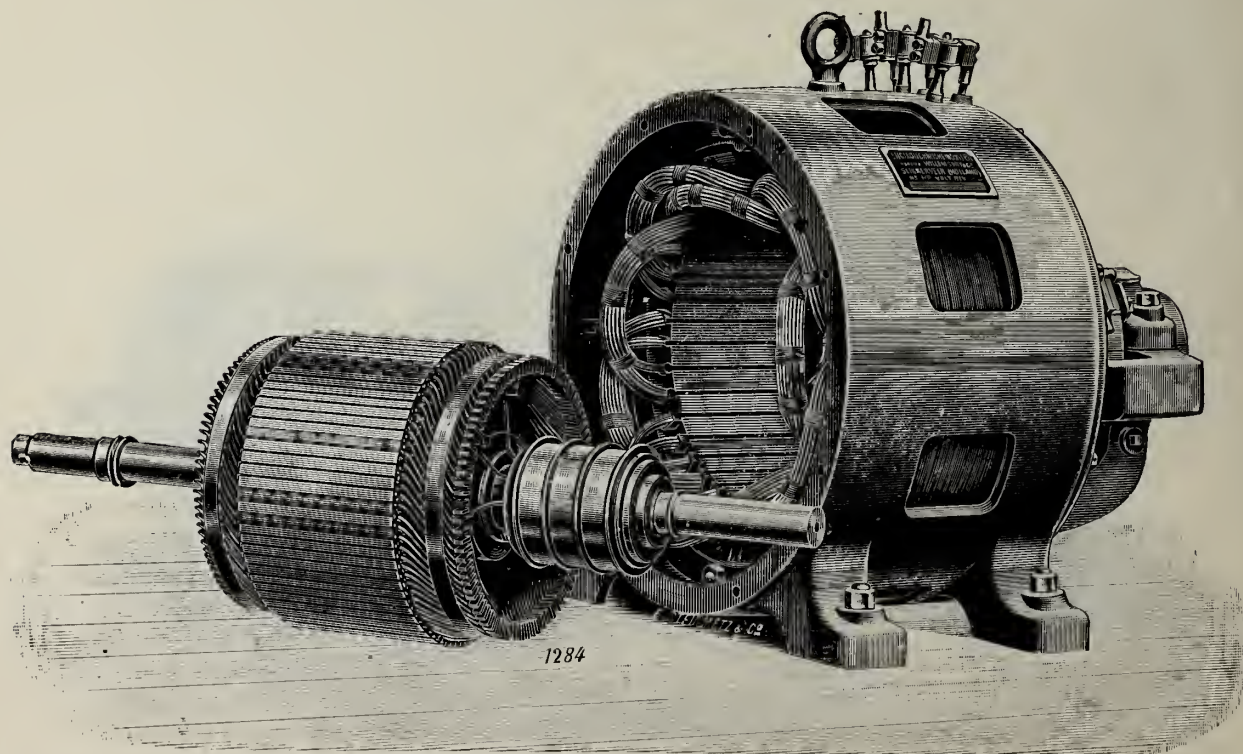


FIG. 67. — Moteur à courants triphasés de l'Industrie électrotechnique, ci-devant Willem Smit et C^o, à Slikkerveer (Pays-Bas). — Moteur démonté.

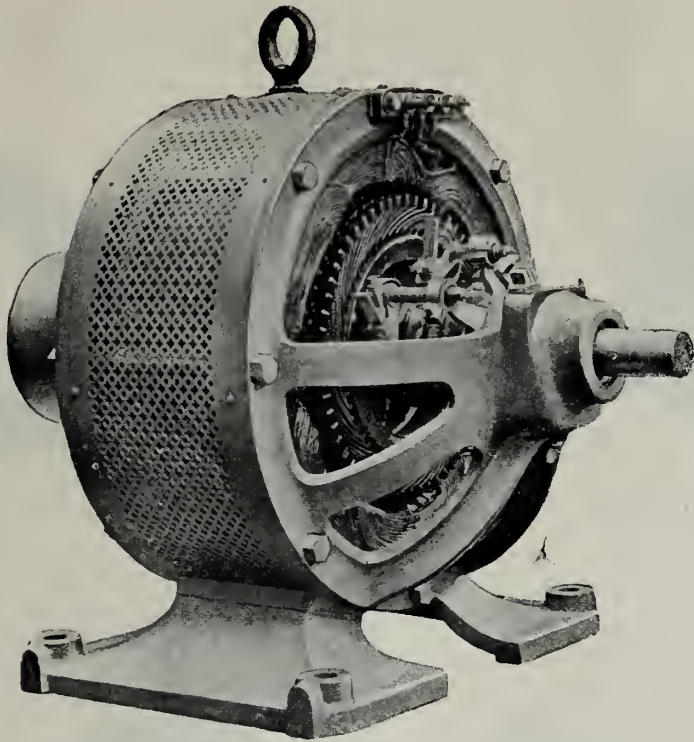


FIG. 68. — Moteur triphasé à démarrage progressif de la Maison Farcot.

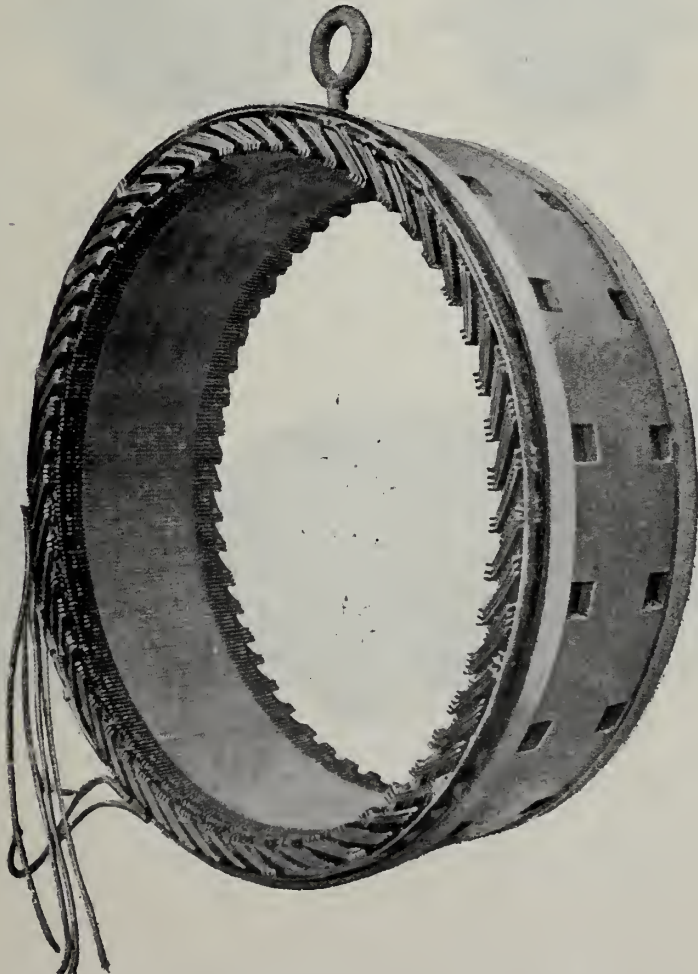


FIG. 69. — Stator de 375 kilowatts (type C) de la Société Westinghouse.



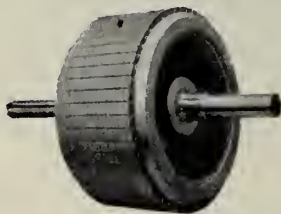
Careasse en fonte du stator.



Inducteur ou stator.
Inducteur avant bobinage.



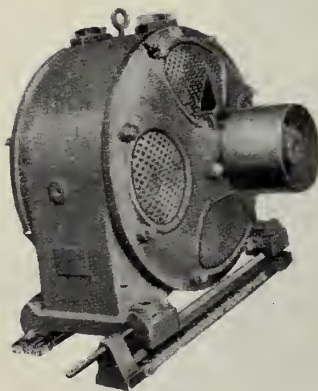
Stator bobiné.



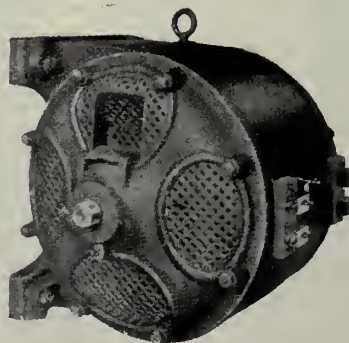
Noyau du rotor.



Rotor en court-circuit.
Induit ou rotor.



Moteur posé.



Moteur appliqué.
Moteur complet.



Moteur suspendu.

FIG. 70. — Moteurs asynchrones polyphasés Westinghouse (système Nikola Tesla).

Données de construction et de fonctionnement de quelques moteurs asynchrones
à courants triphasés

	FIVES-LILLE	KRIZIK	OERLIKON	RIETER
Nombre de phases	3	3	3	3
Fréquence, en périodes, par seconde	50	50	50	50
Puissance, en kw	45	5,15	9,6	8,8
Tension entre deux fils, en volts	190	190	190	190
Vitesse angulaire théorique à vide	600	1 500	1 000	1 000
Nombre de pôles	10	4	6	6
<i>Inducteur</i>				
Diamètre extérieur de la carcasse inductive en cm	90	44	44	54
Largeur suivant l'axe, en cm	16	14	14,5	14
Hauteur radiale, en cm	9	»	7,75	10
Diamètre intérieur (alésage)	72	26,2	29	30
Entrefer, en mm	1	1	0,6	0,5
Nombre de rainures, encoches ou trous	150	48	72	72
Nombre de rainures par pôle et par phase	5	»	3	4
Nombre de bobines par phase	5	2	9	3
Nombre de spires par bobine	115	48	20	28
Nombre de spires par encoche	23	12	5	7
Diamètre du fil inducteur, en mm	3,6	2,3	4,4	4,2
Section, en mm ²	10,2	»	»	»
Couplage des bobines de chaque phase	Série	Série	Série	Série
Couplage des phases	Étoile	Triangle	Étoile	Étoile
Résistance de chaque phase, en ohms	0,016	0,0774	0,063	0,10
Poids de cuivre inducteur, en kg	60	11,4	18	»
<i>Induit</i>				
Diamètre extérieur, en cm	71,8	26	28,88	29,9
Hauteur radiale, en cm	6,5	»	6,5	»
Largeur suivant l'axe, en cm	16	14	14,5	»
Nombre de rainures, encoches ou trous	252	60	96	54
Nature de l'enroulement induit	Bobiné	Bobiné	Bobiné	Bobiné
Nombre de phases	3	3	3	3
Nombre de barres ou fils par phase	84	40	»	18
Couplage des barres	Série	Série	»	»
Couplage des phases	Étoile	Étoile	Étoile	Triangle
Diamètre du fil induit, en mm	»	3,2	4 fils de 2,8	5
Résistance par phase, en ohms	0,014	0,0663	0,02	0,03
Poids de cuivre induit, en kg	70	9	15	»
Poids total du moteur, en kg	1 500	260	460	»
Courant à pleine charge, en ampères par phase	162	13,3	41,3	35,4
Puissance apparente à pleine charge, en kilovolts-ampères	53,4	7,6	13,6	»
Facteur de puissance	0,9	0,82	0,87	»
Puissance électrique fournie	48	6,2	11,8	»
Rendement industriel, en pour 100	92	83	87	0,87
Glissement, en pour 100 à pleine charge	4,2	3,2	3	3,5
Courant à vide, en ampères	»	»	14	»

APPLICATIONS DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

Une énumération complète de toutes les applications dans lesquelles un moteur électrique ou une action mécanique électrique a été utilisée occuperait à elle seule un fascicule entier de cette collection. Nous devons nous contenter de signaler ici quelques-unes des applications les plus saillantes, et dont chacune d'elles était représentée, à l'Exposition de 1900, par un ou plusieurs types caractéristiques.

MACHINES-OUTILS

Moteurs transportables. — Dans certaines applications, telles que pour les perceuses et autres machines-outils employées dans la grosse construction, la marine, les arsenaux, il est

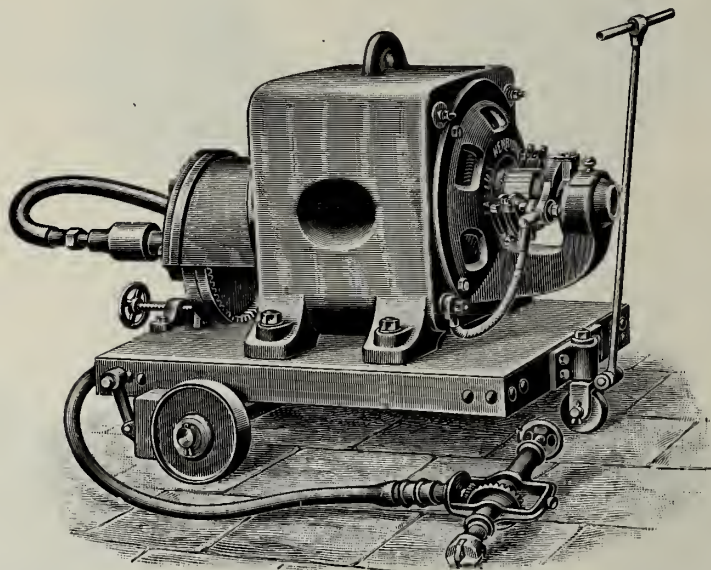


FIG. 71. — Moteur transportable à courant continu, de M. Fabius Henrion, pour perceuse à flexible.

nécessaire de pouvoir amener l'outil sur la pièce à travailler. On établit, dans ce cas, le moteur sur un chariot et on le relie à l'outil par un arbre flexible, tandis que le courant emprunté à la distribution générale de l'usine est lui-même amené au moteur par un câble flexible à deux ou trois conducteurs.

Nous représentons, à titre d'exemple, les dispositions adoptées dans ce but par M. *Fabius Henrion*, de Nancy, avec un moteur à courant continu (fig. 71) et les *Ateliers de construction* d'Oerlikon, avec un moteur à courants triphasés.

La figure 73 représente un moteur transportable pour la commande rapide des machines outils, de la SOCIÉTÉ GRAMME. L'axe sur lequel se monte l'outil fait jusqu'à 300 tours par

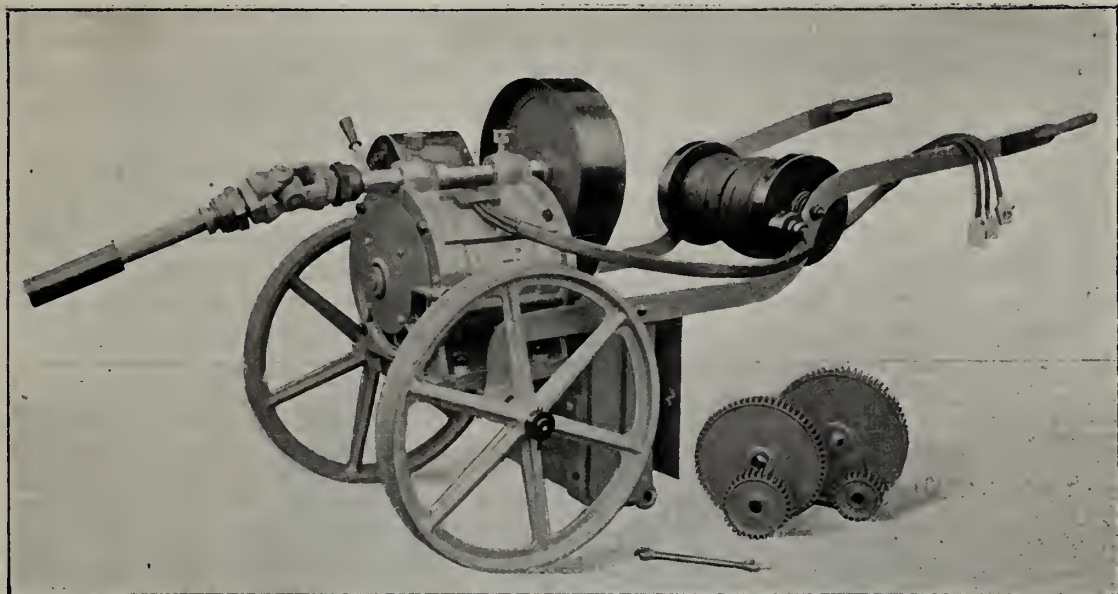


FIG. 72. — Moteur électrique transportable à courants triphasés des Ateliers de construction d'Oerlikon.

minute. L'ensemble est monté sur un petit chariot facilement déplaçable, et la vitesse se règle par un rhéostat. Le bout d'arbre peut recevoir soit une poulie, soit un flexible pour percer ou tarauder. Trois types sont établis pour des puissances respectives de 750, 1 500 et 3 000 watts.

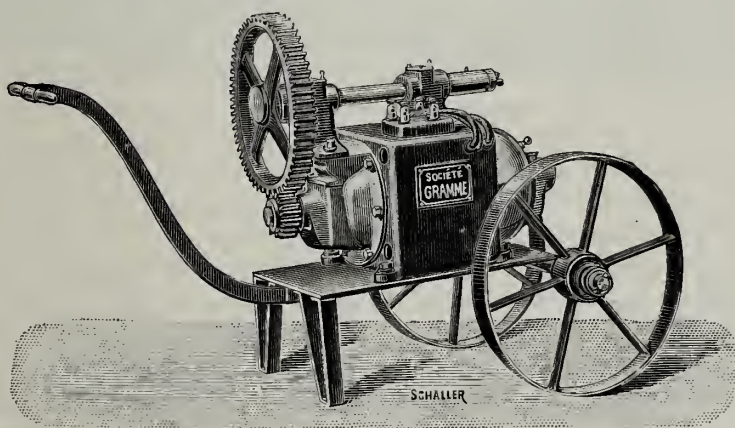


FIG. 73. — Moteur léger transportable de la Société Gramme.

Manœuvre d'aiguilles de chemins de fer. — A côté des appareils exposés par M. Guinée, et que nous décrivons plus loin sous le titre : *Électro-aimants industriels*, nous devons signaler le système de commande d'aiguille par moteur électrique de MM. *Ducouso* et *Rodary*, et qui a fonctionné à titre d'essais dans la gare de Paris du Paris-Lyon-Méditerranée, ainsi que la commande électrique des freins à air comprimé, système *Soulerin*, dans lequel les valves sont commandées simultanément par des petites dynamos dans lesquelles on envoie un courant de piles ou d'accumulateurs.

Commande de machines-outils. — Le moteur électrique envahit de plus en plus les ateliers de construction mécanique. Après avoir été utilisé comme moteur unique commandant chaque atelier séparé d'une usine, en empruntant la puissance électrique à une usine centrale, on a fait usage d'un moteur par groupe d'outils, et la tendance actuelle est aujourd'hui d'employer un moteur pour chaque outil, ce moteur constituant, dans bien des cas, une partie intégrante de l'outil lui-même, sans courroies ni transmissions intermédiaires, ce qui réalise une économie de place, de prix et donne, en résumé, un meilleur rendement global, chaque moteur ne fonctionnant qu'autant qu'il travaille.

Quelques-unes de ces machines-outils ont été décrites dans le fascicule 17 de *la Mécanique à l'Exposition de 1900*, et, pour ne pas faire double emploi, nous renvoyons le lecteur à ce fascicule dans lequel il trouvera représentées les dispositions données aux raboteuses, mortaiseuses, fraiseuses, poinçonneuses, perceuses, machines à travailler le bois, machines à imprimer, à polir, etc. Dans toutes ces machines, le moteur électrique ne présente rien de bien spécial au point de vue qui nous intéresse; il comporte les mêmes appareils de démarrage, de réglage de vitesse et d'arrêt que ceux précédemment décrits.

Nous réserverons cependant une mention spéciale à une machine à river présentée par la *Société réunie d'électricité* de Vienne (Autriche).

Machines à river de la Société réunie d'Électricité de Vienne. — Cette machine à river, du système Kodolitsch, fournit 1 200 rivures de 18 mm de diamètre à l'heure, d'après les essais auxquels elle a été soumise. La puissance absorbée par la machine est d'environ 250 watts pendant la période de lancement des marteaux, et de 5 000 watts au moment de l'exécution de la rivure. En voici le principe: Un moteur électrique à induit fermé met en mouvement un marteau volant dont l'énergie cinétique se dépense en exerçant un effort considérable exercé sur une faible course pendant l'instant que dure l'exécution d'une rivure. On arrive de la sorte à exercer sur les rivets une force totale de 40 tonnes, suffisante pour écraser d'un seul coup des rivets de 23 mm de diamètre.

Tous les paliers de la machine sont montés sur billes. Le moteur tourne d'abord à vide avec l'induit shunté; dès que l'ouvrier a fermé le courant à l'aide d'un interrupteur qu'il tient à la main, le champ magnétique s'établit et attire le marteau de fer. Emporté par le frottement, celui-ci actionne une broche qu'il supporte, et sur laquelle se meut un écrou. L'écrou étant combiné avec un levier à river exécute le travail. Dans la période où l'écrou s'élève et où le poinçon touche le rivet, le courant est interrompu, afin que le moteur ne se trouve pas en court-circuit. Après avoir été lancé avec force contre le rivet, le levier est renvoyé automatiquement en arrière par réaction; l'écrou reprend alors sa place primitive, l'interrupteur automatique ferme le courant, et l'opération peut recommencer à nouveau.

Il faut remarquer que, grâce à l'emploi d'un volant agissant comme un marteau, ce n'est pas l'énergie électrique qui est directement utilisée en vue de la production de pression, mais la seule énergie mécanique emmagasinée. En effet, c'est surtout pour l'exécution de rivures par l'électricité qu'il faudrait mettre à profit les avantages, si universellement reconnus, de la transmission d'énergie par l'électricité; les machines à river hydrauliques sont les seules qui puissent constituer une concurrence sérieuse sous ce rapport. Toutefois les défauts inhérents aux machines à river hydrauliques, lesquels proviennent, d'une part, des difficultés que présente la distribution exacte de la force motrice amenée ainsi, et, d'autre part, de la menace des gelées, le travail se faisant généralement à ciel ouvert, font ressortir les avantages de l'électricité pour cette application spéciale.

Commande des métiers à tisser et à filer. — La SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES qui exposait des métiers électriques disposés pour cette application, justifie leur emploi par les considérations suivantes :

Le MÉTIER À TISSER à commande électrique présente les avantages d'un démarrage plus

rapide et d'un mouvement tournant plus uniforme que celui des métiers conduits par transmission. Les glissements de courroies et la tension des transmissions modifient l'uniformité de la vitesse et nuisent ainsi à la bonne marche des organes essentiels du métier. Toutefois, s'il s'agit de métiers de faible puissance (1/7 de cheval à 1/2 cheval), la commande électrique est sensiblement plus coûteuse et absorbe plus d'énergie que la commande par transmission; lorsqu'il s'agit de métiers plus puissants (tissage de la laine), les dépenses et rendements deviennent plus égaux.

Le MÉTIER A FILER (renvideur) est actionné par deux moteurs triphasés; l'un, placé dans la tétière du métier, imprime au grand chariot un mouvement de va-et-vient dont la vitesse est modifiée à l'aide d'une corde et d'un excentrique; l'autre moteur est placé sur le chariot lui-même et actionne le tambour qui commande les croches. La commande électrique permet une augmentation de production assez sensible; elle permet de supprimer les intermédiaires qui retardent la mise en vitesse à chaque reprise de mouvement, et comme ces reprises se répètent à tout instant, l'économie de temps qui en résulte est assez considérable.

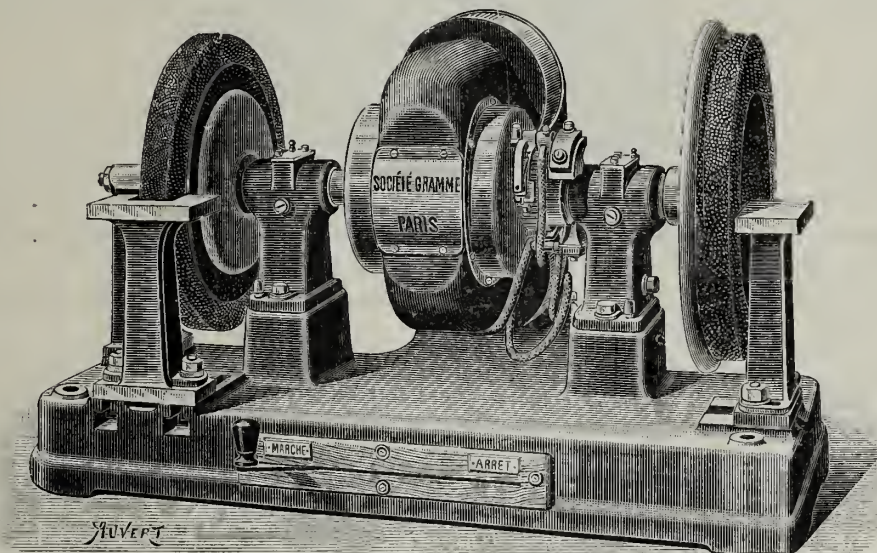


FIG. 74. — Meuleur double de la Société Gramme.

Le MÉTIER A FILER CONTINU à commande électrique présente des avantages particuliers. Il s'agit de donner à la machine une vitesse constamment variable de façon à enrouler le fil avec une tension pratiquement égale sur toute la hauteur de la bobine de fil. Le renvidage de la bobine de fil étant fait sur un cône, la tension du fil de coton ne reste pas constante lorsque la vitesse de rotation de la bobine est constante, comme cela est le cas dans les machines commandées par transmission mécanique.

Le moteur électrique permet de varier constamment la vitesse de rotation de la bobine, suivant le diamètre sur lequel le fil s'enroule; on emploie dans ce but un rhéostat dont la manette est reliée au mécanisme de la machine, de façon à avoir une vitesse minima lorsque le fil s'enroule sur le grand diamètre et maxima lorsqu'il s'enroule sur le petit diamètre. Dans les diamètres ordinaires, on est obligé de limiter la vitesse des bobines à la vitesse réduite qui correspond au grand diamètre de la bobine; dans le métier électrique, au contraire, cette vitesse réduite n'existe qu'au grand diamètre, et elle est augmentée proportionnellement à la réduction de diamètre. La production est donc considérablement augmentée. Le courant continu se prête le mieux à cette application spéciale. Sa vitesse peut être variée par un rhéostat de champ qui, pratiquement, ne donne lieu à aucune perte.

Meuleur double à vitesse constante de la Société Gramme (fig. 74) (fonctionnant de 110 à 120 volts; puissance, 2 kilowatts). — Cette machine porte d'un côté de l'arbre une meule émeri

de 40 cm de diamètre, et de l'autre côté un lapidaire de même diamètre; elle est étudiée pour faciliter le meulage dans tous les sens. Les organes sont protégés contre la poussière. Il suffit, pour mettre en marche, de tourner la manette apparente sur le devant du socle; son emploi est tout indiqué dans les ateliers de mécanique, serrurerie, charpente, fonderies, possédant une dynamo, puisqu'il suffit d'amener deux fils pour actionner ce meuleur sans aucun renvoi.

Machine à fraiser à commande électrique directe du porte-fraise (fonctionnant sur 110 à 120 volts). — Cette machine peut marcher de 125 à 550 tours par minute en réglant le champ magnétique du moteur, c'est-à-dire en tournant simplement une manivelle. Elle offre l'avantage de n'avoir aucun organe intermédiaire entre le moteur et l'arbre qui commande le porte-fraise et de pouvoir régler la vitesse entre de larges limites sans réduire sensiblement son rendement. Cette machine se monte également avec une tête porte-outil horizontale; dans ce cas, la vitesse varie entre 225 et 1 000 tours par minute. Son emploi est tout indiqué dans les fabriques de petites pièces, ateliers de réparations, etc., où on peut la placer à l'endroit le plus convenable, sans se préoccuper des transmissions.

Pompes. — Le moteur électrique est tout spécialement adapté à la commande des pompes centrifuges, qui tournent à une vitesse angulaire assez grande pour que l'attaque puisse être faite directement, en disposant l'arbre de la pompe sur le prolongement de celui du moteur. Nous signalerons, en particulier, la dynamo-pompe de la maison FANCOU à axe vertical, ainsi que la dynamo-pompe pour hauteurs d'élévations variables de la même maison, dont les dispositions se comprennent à la simple inspection des figures.

Nous signalerons, à titre d'exemple, le ventilateur centrifuge, accouplé directement à un moteur triphasé des ATELIERS D'OERLIKON.

Ventilateurs. — Les moteurs électriques sont tout spécialement indiqués pour la commande directe des ventilateurs. On peut les commander à distance et faire usage de moteurs à courants polyphasés avec *rotor* en cage d'écureuil, sans résistance variable dans le rotor, car le couple résistant est nul à la mise en marche, et il croît en fonction de la vitesse, comme le couple moteur lui-même, ce qui assure un démarrage rapide. L'entretien de l'ensemble se réduit alors au graissage des paliers du moteur et du ventilateur, graissage qui peut se faire à intervalles de temps assez éloignés, si l'on fait usage de graisseurs à bague dont l'emploi se généralise de plus en plus.

Essoreuses. — L'essoreuse, étant essentiellement un appareil rotatif à grande vitesse angulaire, se prête admirablement à la commande par moteurs électriques. Le moteur est généralement disposé à la partie inférieure de l'essoreuse, dans le prolongement de son axe vertical.

Si l'on emploie le courant continu, il est commode, dans les installations importantes, d'employer une distribution à deux ou trois potentiels échelonnés pour la mise en vitesse graduelle de l'essoreuse. On réalise ainsi une certaine économie sur la dépense des rhéostats de mise en marche. De même, au moment de l'arrêt, on peut récupérer une partie de l'énergie cinétique représentée par le mouvement de rotation de l'essoreuse en la reliant aux différents potentiels décroissants, sur lesquels le moteur agit comme dynamo tant que sa vitesse est supérieure à celle que pourrait lui imprimer chacune des différences de potentiel considérées.

Lorsque les essoreuses sont commandées par des moteurs à courants polyphasés, on emploie également une distribution échelonnée, mais avec des fréquences et des tensions croissantes.

Moteurs transportables. — La possibilité de relier un moteur électrique à sa source par une canalisation flexible, et d'amener ainsi la force motrice au point où elle est nécessaire a fait naître, pendant ces dernières années, un grand nombre de dispositifs dans lesquels le moteur

monté sur un chariot actionne directement ou indirectement l'opérateur ou la machine-outil. Nous en signalerons quelques types à titre d'exemple.

POMPE TRANSPORTABLE SUR CHARIOT DE LA SOCIÉTÉ GRAMME. — Cet ensemble a été étudié pour son application spéciale au transvasement des liquides, vins, alcools, bières. Un seul

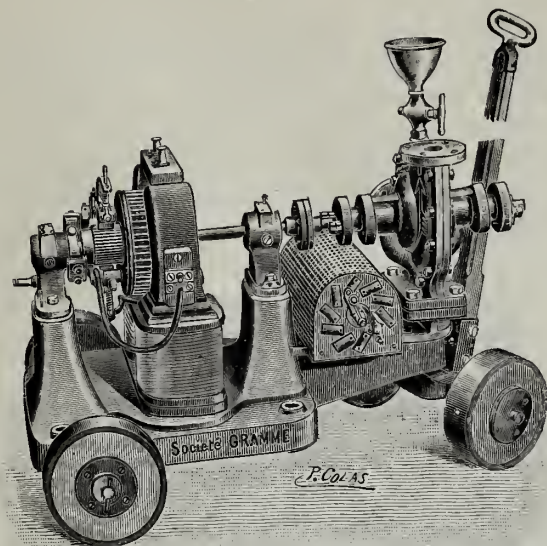


FIG. 75. — Pompe transportable sur chariot de la Société Gramme.

homme peut l'amener à l'endroit voulu, et il suffit de lui amener le courant par deux fils pour la faire fonctionner ; son débit est de 8 à 10 fois celui d'une pompe ordinaire à bras, sans aucune fatigue, ni main-d'œuvre.

APPAREILS DE LEVAGE

Les appareils de levage étaient très largement représentés à l'Exposition de 1900, sous forme de treuils, grues, ponts-roulants, etc.

Ponts-roulants. — Les ponts-roulants électriques comportent tantôt un seul moteur électrique pour toutes les manœuvres qui s'obtiennent par des embrayages, tantôt un moteur électrique spécial pour chacune des manœuvres : déplacement longitudinal du pont, déplacement transversal du chariot, élévation ou descente du crochet.

L'un des plus remarquables ponts-roulants de l'Exposition était celui exposé par la maison CARL FLOHR, de Berlin, qui a fait le service des sections étrangères. Nous devons signaler également la grue *Titan* de M. LEBLANC, employée dans la section française.

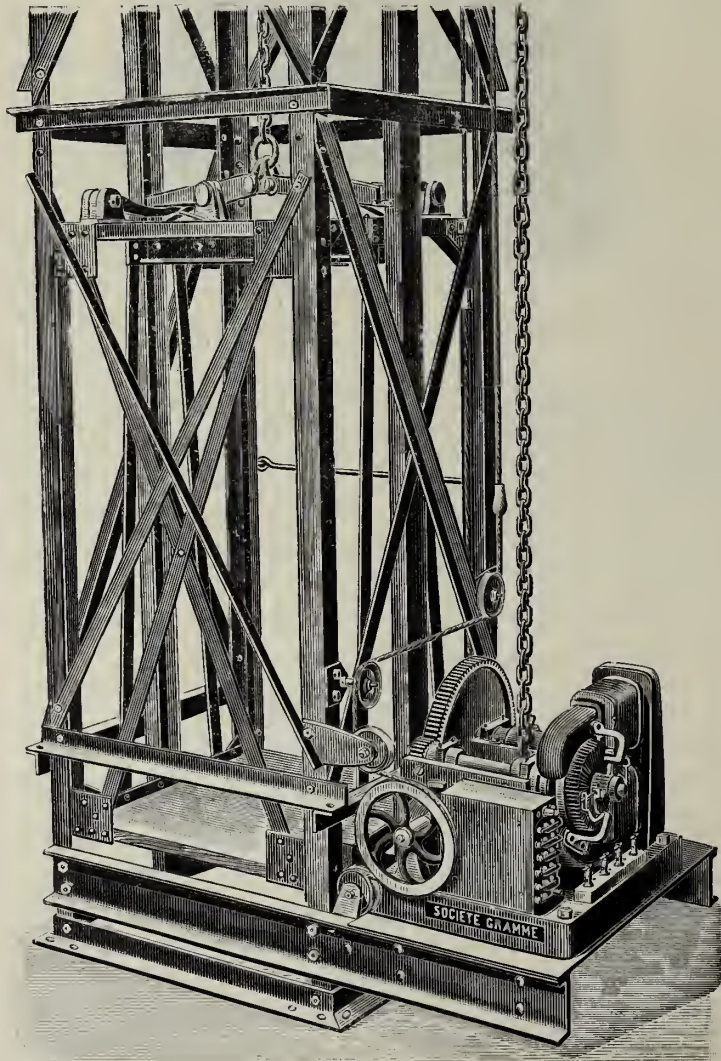


FIG. 76. — Monte-charge de 500 kilogrammes de la Société Gramme.

Monte-charges de 500 kilogrammes (avec une vitesse de 20 centimètres par seconde pour usines, magasins, hôtels, etc.). — Dans cet appareil réalisé par la SOCIÉTÉ GRAMME, la mise en marche se fait de tous les étages, et l'arrêt a lieu automatiquement à l'étage que l'on désire ; la

mise en marche est progressive sans à-coups ainsi que l'arrêt. La benne est garnie d'un parachute puissant pour parer aux ruptures de chaînes et le treuil est disposé avec commande par vis sans fin pour former frein automatique quand la benne est arrêtée.

Le treuil porte sur son socle tous les organes de manœuvre, ce qui permet de l'appliquer à un monte-charge quelconque sans addition ni modification importante.

Grue Titan de 30 tonnes. — M. JULES LEBLANC, de Paris, exposait une grue de 30 tonnes qui faisait le service de la Galerie des Machines dans la section française.

La grue Titan fonctionne électriquement sous la tension de 250 volts par deux moteurs électriques : l'un de 20 chevaux pour le mouvement de translation, l'autre de 16 chevaux pour les trois mouvements, orientation, déplacement des fardeaux, levage. Celui de 20 chevaux commande directement la translation de la grue et celui de 16 chevaux commande les autres mouvements par l'entremise d'un arbre de transmission et de courroies. Ce système est décrit en détail dans *la Mécanique à l'Exposition de 1900*, dans le fascicule consacré aux appareils de lavage et de manutention.

Chariot-treuil à commande électrique pour ponts-roulants. — Les chariots-treuil construits par les *Ateliers d'Oerlikon* sont établis pour courants continus ou alternatifs triphasés. Ils sont munis de trois moteurs comportant chacun un appareil de démarrage avec résistance.

Le chariot-treuil pour courant continu (*fig. 77*) d'une force de 30 tonnes, donne une vitesse de levage de 1,4 m par minute et une vitesse du treuil de 8 m par minute.

Le chariot-treuil pour courants alternatifs triphasés (*fig. 78*) d'une force de 10 tonnes, donne une vitesse de levage de 4 m par minute et une vitesse du treuil de 10,4 m par minute.

Treuil roulant électrique, système Singre. — Ce type de treuil roulant mécanique qui figurait à l'exposition de la COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE, a été établi essentiellement pour effectuer les manutentions des balles de laine ou de coton et des sacs de café suivant un programme spécial.

L'appareil exposé, muni d'un moteur Brown-Boveri fourni par la Compagnie électro-mécanique, a fonctionné pendant trois années, de 1896 à 1900, et a été employé aux déchargements des bateaux sur les quais et à la manutention des marchandises dans les magasins de la Compagnie des Docks-Entrepôts.

Le mécanisme de l'appareil est placé sur un bâti en fonte supporté par quatre roues montées sur deux essieux, dont l'un, à double articulation permet de transporter et faire évoluer l'appareil dans les magasins et sur les quais.

Le tambour d'enroulement du câble de traction est disposé horizontalement à l'une des extrémités du bâti; son axe est placé dans le prolongement de celui du moteur et repose sur des paliers indépendants fixés sur le bâti; son diamètre d'enroulement est de 47 cm et celui du câble métallique de 15 mm. Ce tambour est mis en mouvement à l'aide d'un levier, avec contrepoids de rappel qu'on soulève à la main; il est maintenu à l'arrêt par l'action du contrepoids lorsqu'on abandonne le levier de manœuvre.

Le moteur électrique qui actionne ce tambour est du type Brown à courant diphasé de la puissance de 9 kw à 800 tours par minute.

Le treuil, système F. Singre reçoit son mouvement de ce moteur pour le transmettre à l'arbre du tambour par l'intermédiaire :

1° D'un mécanisme d'entraînement par friction à embrayage progressif et frein d'arrêt au débrayage, formant la première réduction de vitesse;

2° D'un relais d'engrenages fonctionnant dans un carter évitant les poussières, formant la deuxième réduction de vitesse;

Le mécanisme qui constitue la première réduction de vitesse est caractérisé par un nouveau système d'entraînement de deux arbres parallèles par un troisième arbre moteur, situé dans le

même plan, et dans lequel le mouvement se communique par friction d'un galet central sur des poulies, et qui comporte la combinaison des dispositifs suivants :

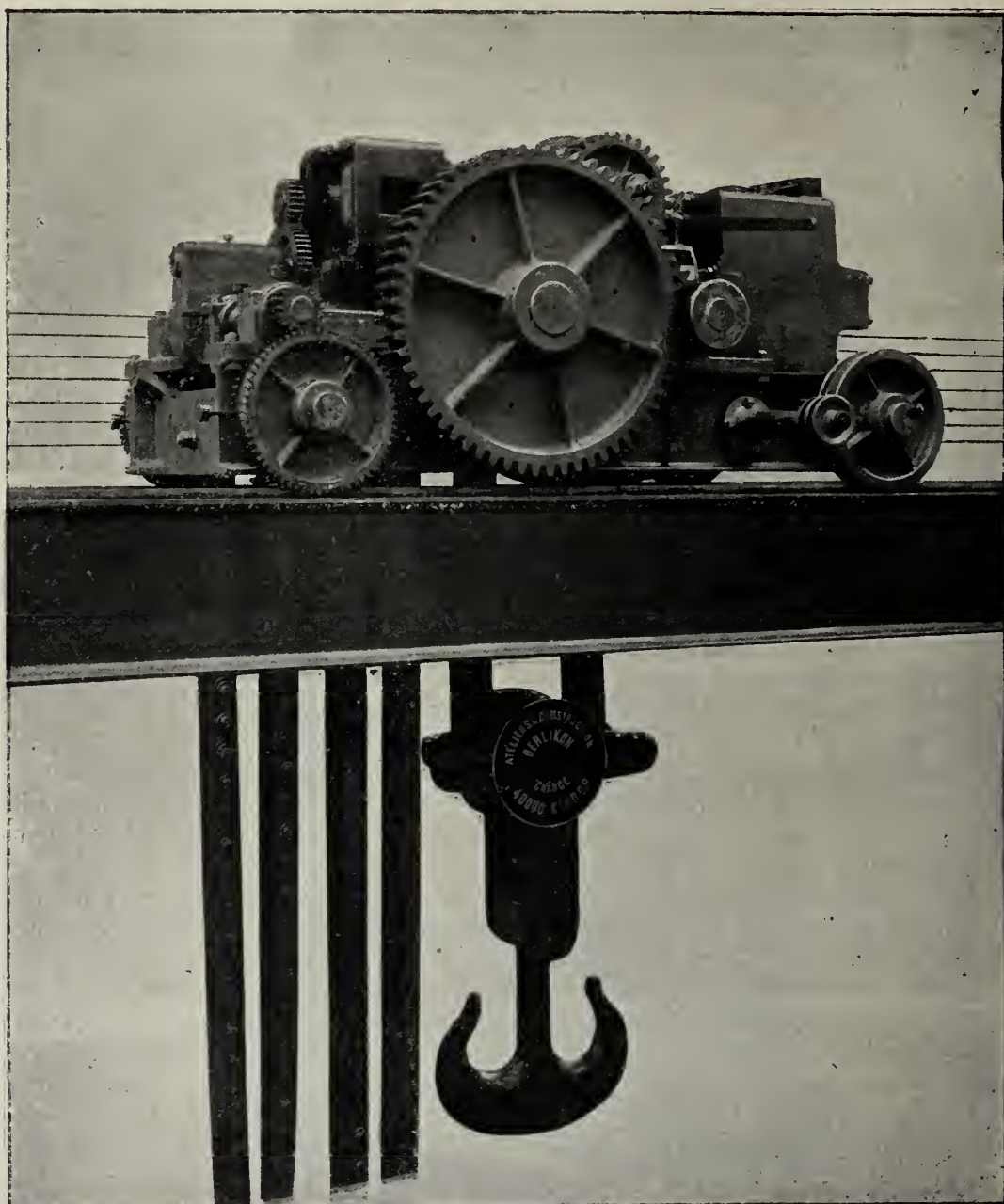


FIG. 77. — Chariot-treuil à commande électrique pour pont-roulant avec moteurs à courant continu des Ateliers d'Oerlikon.

- 1° Dispositif évitant la pression sur les axes;
- 2° Embrayage progressif évitant le glissement sur les génératrices de contact de roues de friction;
- 3° Débrayage avec frein d'arrêt.

Ce système d'entraînement est applicable à tous les appareils et machines, tels que véhicules

automobiles, bateaux, treuils, cabestans, etc., etc., dans lesquels non seulement la mise en communication de la force motrice avec les organes à mouvoir doit être fréquemment effectuée

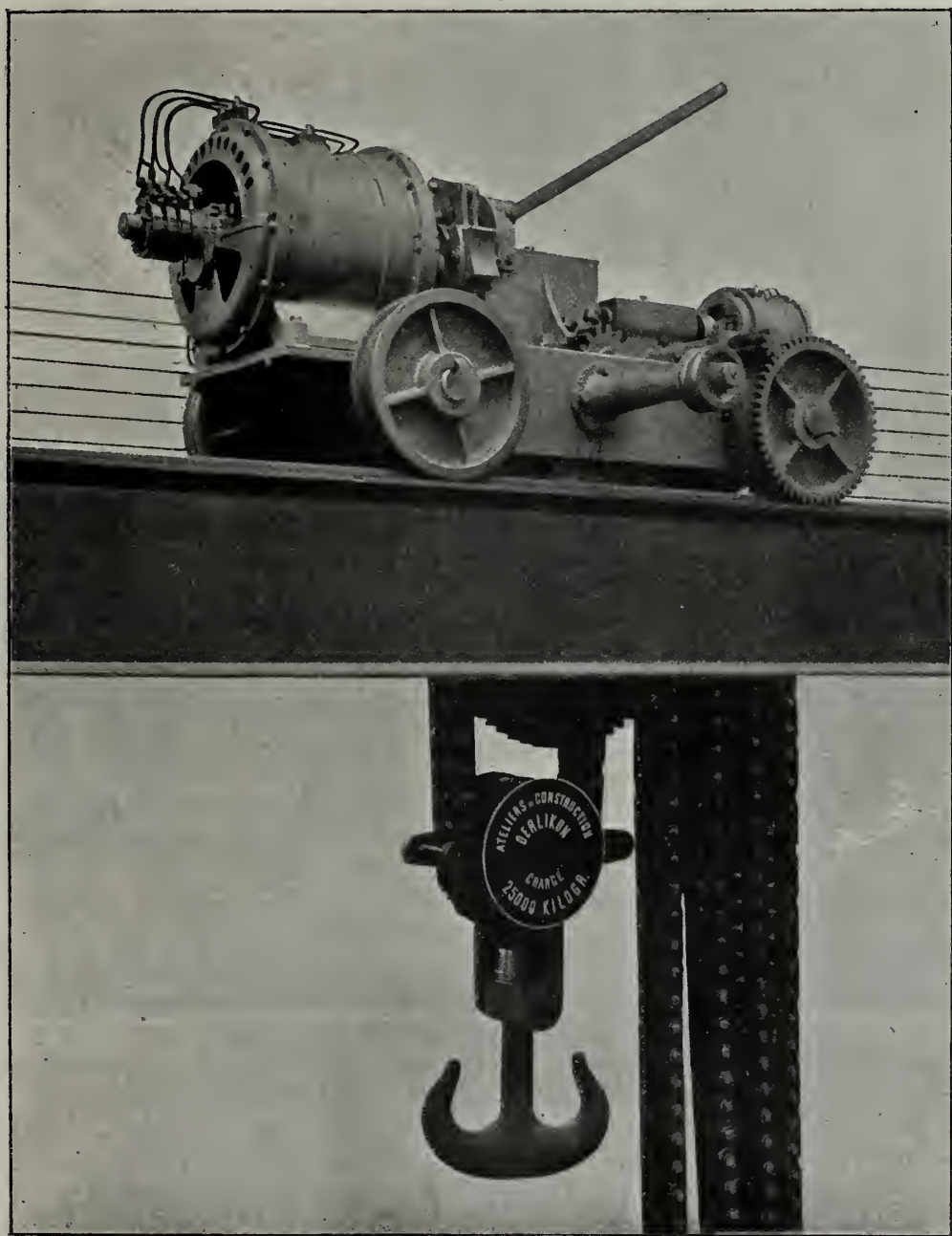


FIG. 78. — Chariot-treuil à commande électrique pour pont-roulant avec moteurs à courants triphasés des Ateliers d'Oerlikon.

et interrompue, mais encore dans lesquels l'entraînement de ces organes doit pouvoir se faire progressivement sans chocs ni secousses, et surtout sans glissement nuisible sur les génératrices de contact des roues de friction en présence, tandis que l'arrêt de ces mêmes organes doit pouvoir s'effectuer aussi rapidement que possible.

La figure 79 est une coupe verticale dans un plan passant par les axes de rotation des poulies; la figure 80 est une vue de face de l'appareil; la figure 81 est une coupe transversale par y, z de la figure 79, et la figure 82 une vue d'ensemble de l'appareil.

Le mécanisme est constitué par la combinaison des organes suivants :

1° Le galet G fixé à l'arbre moteur g peut venir en contact par ses génératrices o et p avec deux poulies A et B situées dans le plan de rotation du galet G et ayant la tendance de s'appuyer sur ce dernier par une courroie élastique C, qui enveloppe les trois poulies en présence.

Une seconde courroie élastique F est placée sur les prolongements des moyeux des poulies A et B et a pour but d'atténuer les réactions dans les coussinets des arbres a et b pendant la marche en contribuant au serrage de ces poulies ;

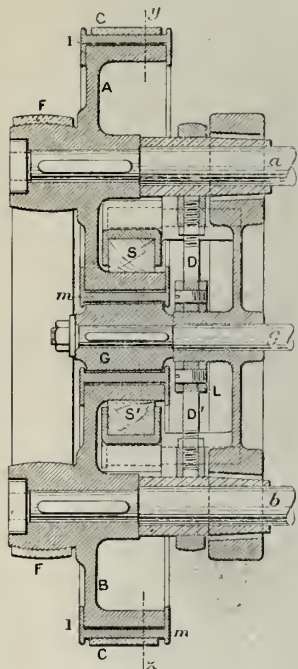


FIG. 79. — Coupe suivant uz .

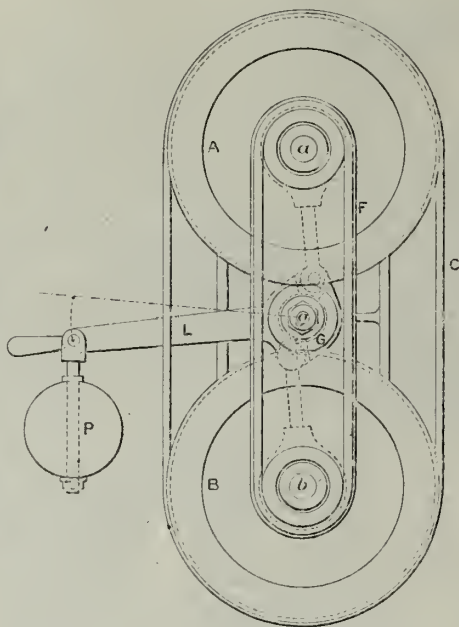


FIG. 80. — Vue de face.

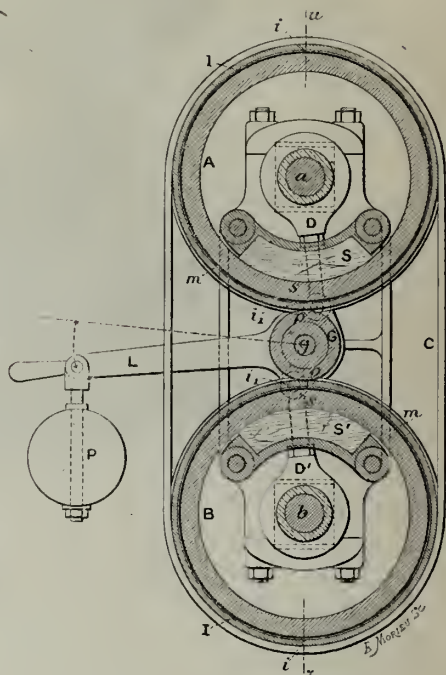


FIG. 81. — Coupe suivant xy .

2° Les jantes des roues A et B sont recouvertes d'un bandage métallique m fou sur ces jantes, c'est-à-dire pouvant tourner librement. Ce bandage mobile est placé sur la jante avec interposition d'un cuir convenablement lubrifié et destiné à amortir les chocs et éviter le bruit. La courroie élastique C tend à rapprocher ces deux bandages m sur lesquels elle est montée, tandis que la courroie élastique F tend à rapprocher les jantes des roues A et B ;

3° Un dispositif permettant de régler la pression exercée à l'aide des courroies élastiques est constitué par un levier L articulé librement sur l'arbre g ou sur son support est relié aux coussinets des arbres a et b par des bielles D, D', qui elles-mêmes sont articulées sur ledit levier en dessus et en dessous de son centre d'oscillation.

Ce levier permet d'effectuer le rapprochement ou l'éloignement des arbres a et b . Sa course est limitée d'un côté, lorsqu'on effectue le serrage des poulies A et B par les génératrices o et p du galet G, et, de l'autre côté, quand on opère le blocage des jantes de roues A et B, par des sabots de frein S, S', placés à l'intérieur des jantes dans des supports fixes.

Fonctionnement. — Dans la position des organes figurés sur le dessin et qui sont relatifs, par exemple, à une application aux appareils de levage ou de manutention, le levier L est sollicité par un contrepoids P qui maintient l'appareil débrayé, c'est-à-dire les roues A et B bloquées par les sabots de frein S, S' sur les contacts s, s' . Dans cette position, tout l'appareil au-

quel ce système est adapté est donc maintenu au repos. Le galet G tourne seul sous l'impulsion de son moteur.

Pour réaliser l'embrayage des arbres a et b , il suffira de soulever le contrepoids P, soit directement à la main, soit d'une manière quelconque, afin d'opérer le rapprochement de ces arbres; le mouvement montant étant continué, l'embrayage se produit par la série de phases suivantes :

a. Les bandages m viennent en contact avec le galet G; alors, les pressions de serrage, résultant de la courroie élastique C en i et i' , sont reportées sur le galet aux deux points o et p , et les bandages devenant libres sont entraînés par le galet. Comme la masse de ces bandages est faible, cet entraînement se produit immédiatement sans glissement appréciable sur les génératrices de contact.

b. Les jantes des roues A et B sollicitées par la seconde courroie élastique F et par le dispositif de réglage de la pression, viennent s'appuyer à l'intérieur des bandages m , m' aux points i'' , i''' . Elles sont alors entraînées progressivement par les bandages en mouvement et cela à la volonté de l'opérateur; le glissement qui se produit à l'origine et pendant la période d'embrayage a lieu sur toute la surface intérieure de la jante et du bandage, convenablement lubrifiée, et non plus sur les génératrices o et p . La pression intérieure nécessaire à cet entraînement des jantes vient s'ajouter à celle de la courroie élastique C et donne un excédent de pression sur les génératrices o et p empêchant tout glissement sur ces derniers points, non seulement pendant la durée de l'embrayage, mais encore pendant la marche. Le levier L, abandonné à lui-même sous l'action du poids P produit l'arrêt rapide et automatique des organes qui sont mis en mouvement par les arbres a et b . Ce levier, ainsi que le mécanisme correspondant, servent à effectuer l'embrayage, le débrayage et l'arrêt.

Sur l'arbre de l'induit du moteur électrique est monté un volant très puissant qui permet, au moment de l'embrayage rapide des poulies de friction, d'utiliser l'énergie cinétique de cet organe concurremment avec l'énergie électrique fournie par le moteur. La variation de courant au moment du démarrage des organes du treuil est ainsi réduite considérablement, et on évite les décrochages et accidents d'ordre électrique afférents à ce type de moteur, lorsqu'il est trop surchargé.

L'induit du moteur est toujours mis en marche à vide à l'aide des appareils de démarrage



FIG. 82. — Vue d'ensemble du treuil, système Singre.

usités en pareil cas, et montés sur le treuil bien à la portée de la main du conducteur; cette mise en marche est faite une fois pour toutes pour une série de manœuvres à effectuer avec le treuil.

Résultats des essais. — Des expériences faites sur le treuil électrique, système Singre, au moment de sa réception dans les Magasins des Docks-Entrepôts du Havre, ont donné les résultats suivants :

1° Puissance absorbée par la dynamo réceptrice fonctionnant à vide, mesurée au wattmètre sur les deux phases, en watts.....	1 140
2° Puissance électrique absorbée, en watts.....	10 000
Rendement du moteur électrique.....	0,89
3° Puissance absorbée par la dynamo entraînant le treuil à vide, en watts.....	1 850
4° Puissance absorbée pour faire mouvoir le treuil à vide, en watts.....	710
5° Lorsque le tambour exerce un effort de traction de 500 kgs à la vitesse de 1,6 m : s, le treuil développe une puissance utile, en watts.....	8 000
A ce moment, la puissance électrique absorbée aux bornes du moteur est, en watts.....	9 690
Rendement de l'ensemble $\frac{P_u}{P_e} = \frac{8000}{9690} =$	0,81
Rendement propre du treuil.....	0,91

Au démarrage du treuil chargé, la puissance électrique absorbée dans la dynamo réceptrice ne dépasse pas 14 kilowatts.

Les avantages de ce treuil peuvent se résumer ainsi : Douceur dans les mouvements pour effectuer le levage, l'arrêt et la descente de la charge, ou bien pour effectuer la mise en route des véhicules; sécurité dans les manœuvres pour effectuer les différents mouvements à l'aide d'un seul levier de commande, qui, abandonné à lui-même, arrête automatiquement la charge sur les freins et évite tout accident; rapidité dans les manutentions : 60 manœuvres à l'heure ou 30 000 kg élevés à une hauteur moyenne de 8 m; rendement élevé : 80 pour 100 entre la puissance développée sur le câble de traction et la puissance dépensée aux bornes du moteur de 9 kilowatts; faible usure des galets de friction : après 1 500 heures de marche environ, on a constaté une usure de 3 mm sur le diamètre de 130 mm. Ce résultat est dû à la suppression presque totale des glissements pendant la période d'embrayage sur les galets de friction; fonctionnement silencieux.

Chemins élévateurs. — M. JULES LEBLANC, de Paris, exposait cinq chemins élévateurs, tous du même système; ils diffèrent seulement par la longueur : l'un d'eux conduit les voyageurs à 8 m de hauteur, les quatre autres ne les élèvent qu'à 7 m. La commande électrique des chemins élévateurs se fait par une dynamo de 16 chevaux, alimentée par du courant continu 250 volts. Cette dynamo actionne une vis sans fin qui engrène sur une roue en bronze, puis sur un pignon monté sur son arbre; elle fait tourner la roue d'engrenage de l'arbre principal. Cet arbre actionne deux grandes roues qui conduisent elles-mêmes, par chaîne Galle, le tablier mobile formant toile sans fin sur lequel montent les voyageurs.

APPAREILS DE MINES

Perforatrices électriques. — Les perforatrices électriques forment deux classes distinctes : les *perforatrices à rotation* et les *perforatrices à percussion*.

Les *perforatrices à rotation* sont employées pour les roches tendres, l'ardoise, le charbon, etc.

L'appareil est constitué par un fleuret commandé par l'intermédiaire de roues dentelées à l'aide d'un moteur électrique enfermé, et d'un poids assez réduit pour être fixé directement à la colonne de contreventement, ce qui supprime toutes les pièces intermédiaires, arbres flexibles, etc., et a pour conséquence une action plus sûre, un prix plus bas, une longue durée et un faible entretien.

Le moteur lui-même commande, par l'intermédiaire d'un mécanisme différentiel, l'écrou principal qui détermine l'avancement du fleuret, et il est facile, suivant la dureté de la roche, de modifier aussi bien la vitesse de rotation que la rapidité de l'avancement.

Deux modèles différents existent de cet appareil, le type M. P. D. avec colonne de contre-ventement à double vis d'un côté et à plateau de l'autre. La puissance absorbée — qui peut être demandée à tout circuit existant à courant continu ou triphasé sous 110, 120 ou 500 volts — est d'environ 2 à 2,5 chevaux à 2000 tours par minute, le diamètre des trous percés variant entre 25 et 40 mm, et l'avancement moyen étant de 0,6 m à la minute.

Pour les roches dures, la rotation du fleuret ne suffit plus : il devient indispensable d'avoir recours à une action plus violente que, seule, la percussion permet d'obtenir.

La *perforatrice à percussion* constitue donc un second type répondant à ce cas spécial.

Elle est constituée par un cylindre d'acier auquel est fixé le porte-outil, et qui se meut à l'intérieur de deux solénoïdes placés dans le prolongement l'un de l'autre. On conçoit que, si l'on fait traverser alternativement chacune de ces bobines par un courant convenable, les attractions qui s'exercent successivement entre chaque bobine et le cylindre mobile se traduiront par un mouvement alternatif de celui-ci.

Le courant nécessaire est fourni par une petite dynamo tétrapolaire compoundée (*fig. 84*), dont l'induit est enroulé comme celui d'une dynamo à courant continu ordinaire, un collecteur et deux groupes de balais fournissant le courant d'excitation des bobines shunt sous 280 volts, et deux autres collecteurs lui étant adjoints pour l'excitation et le compoundage des perforatrices.

On conçoit, en effet, que, pour l'excitation des bobines de perforatrices, on ne peut pas employer sans inconvénient du courant continu dont la rupture fréquente provoquerait des étincelles violentes. On doit donc d'abord transformer en courant alternatif le courant continu recueilli sur le premier collecteur, celui que nous avons déjà signalé et qui sert à l'excitation shunt de la machine, puis opérer la commutation du courant d'une bobine à l'autre aux instants précis où le courant alternatif s'annule. De plus, les conditions de bon fonctionnement de la perforatrice sont telles que l'outil doit donner environ 400 coups par minute, de sorte que la fréquence du courant alternatif obtenu doit être très faible. On obtient ce résultat en réunissant les spires de l'induit à un second collecteur dont chaque touche correspond à un angle deux fois plus grand que le groupe de spires correspondant, et qui possède, par suite, deux fois moins

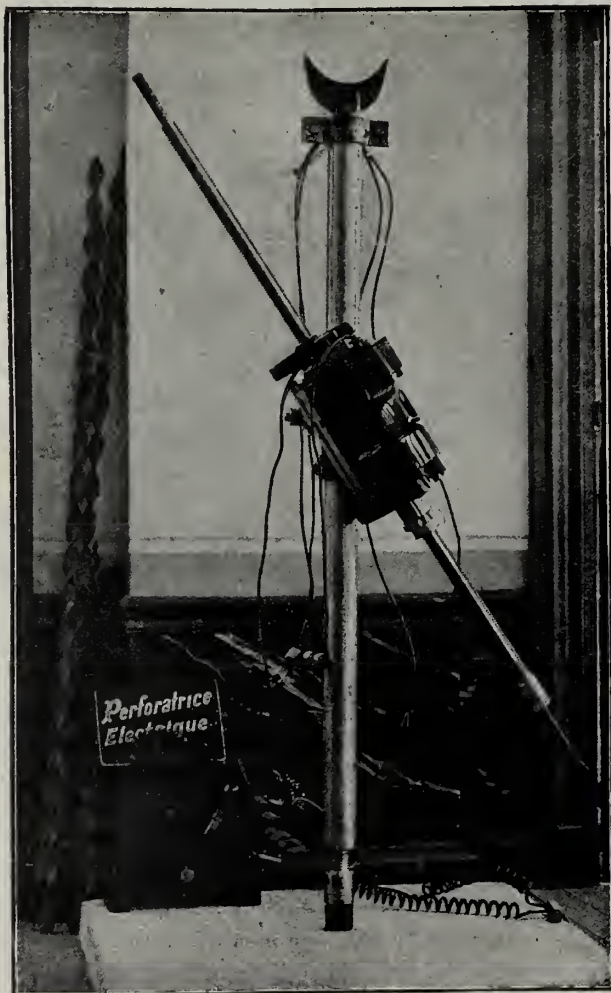


FIG. 83. — Perforatrice rotative de la C^{ie} Thomson-Houston.

de touches que le collecteur à courant continu ; il est aisé de comprendre, en effet, que le courant recueilli par les balais, sur ce second collecteur, est du courant alternatif de fréquence *deux fois plus faible* que celui que fournirait l'induit relié en deux de ses points à deux bagues collectrices.

Pour utiliser ce courant, l'un des balais est relié directement au point commun des deux bobines ; l'autre communique avec un frotteur appuyant sur un commutateur placé aussi sur l'axe de la dynamo et formé de deux demi-bagues reliées chacune à l'extrémité de l'une des bobines.

Suivant que le frotteur appuie sur l'une ou l'autre demi-bague, le courant va donc à l'une ou l'autre bobine, et on s'arrange pour que la commutation qui se produit dans le frotteur qui se trouve à cheval sur la ligne de séparation des deux demi-bagues ait lieu au moment de l'annulation du courant alternatif. On conçoit d'ailleurs que, par suite de la self-induction des

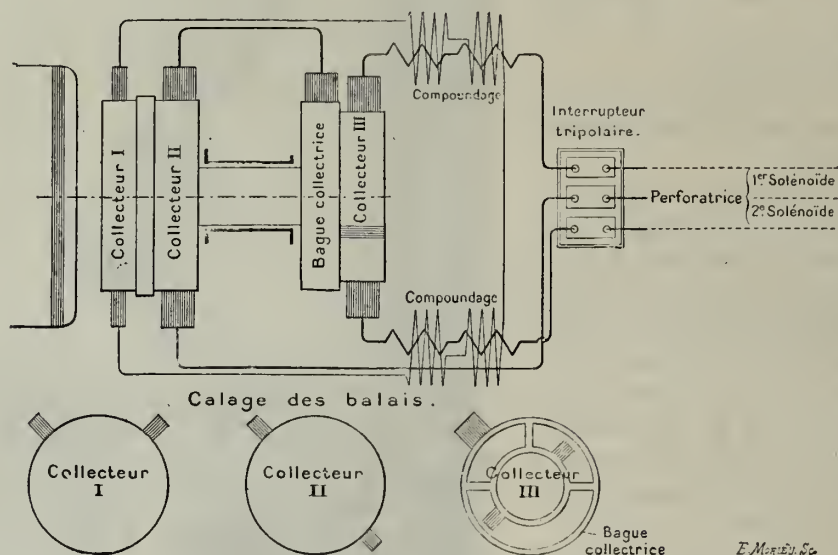


FIG. 84. — Détails de la dynamo pour perforatrices à percussion.

électros, le moment de l'annulation du courant est en retard sur celui de la f. é. m., de sorte qu'il y a un certain décalage bien déterminé dans la position du balai de commutation par rapport à celle des balais de collection.

La dynamo exposée, commandée par un moteur à 500 volts, recevait son courant du tableau de distribution spécial. Elle peut suffire à trois perforatrices. La figure 84 montre l'ensemble des connexions de la génératrice spéciale avec ses trois collecteurs et la bague collectrice qui assurent les communications nécessaires aux instants opportuns entre la dynamo et les deux solénoïdes qu'elle doit alimenter.

Perforatrice de mine de la Compagnie générale électrique de Nancy. — Cette perforatrice appartient à la classe des perforatrices portatives et à rotation. Elle peut servir pour forer des trous de mine dans la roche tendre. La mèche, qui peut être de différents diamètres et de constructions diverses, se fixe à l'aide d'un emmanchement carré très facilement sur un bout *ad hoc* d'une lance filetée ; cette lance elle-même est, d'une part, avancée lentement à l'aide d'un écrou qui prend dans le filet, et, d'autre part, animée d'un mouvement de rotation à l'aide de deux entraîneurs, qui prennent dans deux rainures, pratiquées le long de la lance ; il en résulte un mouvement rotatif et un mouvement d'avancement du foret. L'écrou qui agit sur l'avancement

de la lance est accouplé avec l'arbre secondaire du moteur, à l'aide d'un collier de friction, de sorte qu'en cas de résistance anormale opposée à la mèche, l'écrou glisse, et l'avancement ne s'effectue plus. Le mouvement du moteur est transmis à la lance par une paire de roues dentées logées dans un carter en fonte, et la lance, avec tous ses organes de mouvement, est placée directement sur le moteur. Ce moteur, les engrenages, la lance et les organes de mouvement constituent un ensemble.

Afin de faciliter les manœuvres, la lance s'enlève très facilement en faisant basculer une douille filetée.

Pour maintenir le moteur en place, ainsi que pour le suspendre à une hauteur déterminée, on emploie un cadre composé de deux fers plats et de deux traverses en fonte qui permettent de réunir les deux fers plats en un tout très rigide. Pour effectuer la fixation de l'ensemble aux parois de la mine, une des traverses porte une pointe fixe, l'autre un écrou très long qui se termine en forme de pointe. En manœuvrant l'écrou, on allonge la longueur entre les pointes et on fait appuyer fortement le cadre entre les parois supérieures et inférieures du couloir. Le cadre étant ainsi fixé en deux points situés dans l'axe, il n'existe aucun effort de torsion sur le cadre, et on peut déplacer très facilement le foret de façon à percer plusieurs trous l'un à côté de l'autre sans desserrer le cadre, et en le faisant simplement pivoter autour de son axe. Si l'on veut rendre la fixation du cadre plus solide, on relève la traverse portant la pointe fixe de façon à faire dépasser les deux fers plats au-delà de la pointe fixe; dans ce cas, on fait porter le cadre en trois pointes, et on a une fixation d'une rigidité à toute épreuve.

La traverse avec pointe fixe est assez basse pour que l'on puisse descendre avec le foret jusque tout près de la paroi, et suivant qu'on place la pointe fixe à l'extrémité supérieure ou inférieure du couloir, on peut perforer des trous au plafond ou au bas de la galerie. Pour que la perforatrice puisse s'adapter aux différentes galeries, chaque perforatrice comporte trois paires de fers plats de longueurs différentes et qui permettent une adaptation de la perforatrice dans des galeries dont la hauteur varie entre 1,6 m et 2,75 m. Le moteur avec les engrenages, le carter et les organes de mouvement de la vis pèse environ 50 kg. Le cadre assemblé avec traverses en pèse autant. Pour mettre le tout en place, il faut deux hommes pendant cinq à sept minutes.

Pour perforer un trou de 1 m. de longueur sur 30 à 40 mm. de diamètre, il faut une minute à une minute et demie, suivant la dureté de la roche. La puissance du moteur est de 700 à 1 000 watts. La perforatrice est complétée par un rhéostat de démarrage hermétiquement



FIG. 83. — Perforatrice à percussion de la C^e Thomson-Houston.

fermé, portant deux bornes de prises de courant et une manivelle pour la mise en route. Ce démarreur est pourvu d'une anse qui le rend très facilement transportable.

APPLICATIONS DIVERSES

Appareils à adhérence magnétique. — M. DE BOVET, de Paris, exposait une collection de photographies très intéressante relative aux applications de l'adhérence magnétique au touage, à l'embrayage et au freinage. Voici quelques indications sommaires sur ces divers appareils.

POULIE DE TOUAGE. — *Électro-aimant circulaire.* — Les deux pôles forment les deux gorges de la poulie ; l'armature est constituée par de la chaîne qui s'enroule dans la gorge.

Appliqué au touage, cet appareil a permis de réaliser entre le toueur et la chaîne l'adhérence nécessaire au service en n'ayant sur l'appareil de touage que 2 à 3 mètres de chaîne au lieu des 30 à 60 m que nécessitaient les anciens systèmes. Cela permet à un toueur de jeter sa chaîne à l'eau en un point quelconque de son parcours, sans déplacer celle-ci longitudinalement et, par conséquent, en plaçant l'appareil sur un bateau muni de roues ou d'hélices, de faire, avec ce bateau, du touage en montant et du remorquage en descendant, par conséquent, un service à deux voies avec une chaîne unique dans des conditions d'autant meilleures que le touage, excellent pour la remonte, est, pour la descente, inférieur au remorquage.

Le système est appliqué depuis 1892 sur la Seine. Un toueur remorqueur à adhérence magnétique a un homme d'équipage de moins que les anciens toueurs, et fait de 25 à 35 pour 100 de recette de plus.

Un dessin donne la coupe de la poulie : une photographie représente l'appareil de touage des toueurs de la Seine : des trois poulies qui s'y montrent, la première du côté de l'entrée de la chaîne n'est qu'un galet-guide ; la seconde, au milieu, est la poulie de touage aimantée à saturation, de 1,20 mm de diamètre : la troisième, du côté de la sortie, est un galet de 0,70 mm aimanté très faiblement, et disposé de façon à avoir la même vitesse circonférentielle que la grande poulie. Ce galet arrache la chaîne-anneau par anneau de la poulie principale ; comme il est lui-même très faiblement aimanté, la chaîne s'en détache d'elle-même.

La poulie principale et le galet de sortie consomment ensemble, pour le maintien de leur aimantation, 28 ampères sur 70 volts : même sur la chaîne la plus usée, ils donnent une adhérence suffisante pour qu'il n'y ait jamais de patinage, l'effort sur chaîne en service étant normalement de 4 000 à 5 000 kg.

Non seulement ce dispositif permet de faire un bateau susceptible de fonctionner alternativement comme toueur et comme remorqueur ; mais, par rapport aux systèmes anciens, il fatigue énormément moins la chaîne. On en trouve la preuve dans la constatation suivante :

Sur les anciens toueurs, la chaîne embrasse, sur deux treuils, quatre circonférences complètes dans des gorges garnies en lames d'acier très dur, dont l'usure atteint 3 à 4 mm par an ; la gorge unique d'une poulie magnétique, construite en métal très doux, n'use pas plus de 1,5 mm. par an.

TOUAGE INDIVIDUEL. — Construite sur de petites dimensions et actionnée alors par un moteur électrique avec prise de courant en route, cette poulie aimantée permet de réaliser un appareil compact et peu encombrant du poids de 1 200 kg. environ, susceptible d'être posé momentanément à bord d'une embarcation, de façon que celle-ci puisse se touer elle-même pendant son parcours en canaux. Une des photographies exposée représentait une péniche ayant cet appareil à bord et prête pour un parcours sur canal.

On connaît l'importance de la question de la traction mécanique des bateaux sur les canaux et les très nombreuses études auxquelles elle a déjà donné lieu. M. de Bovet considère comme un fait acquis que, sur les canaux à biefs courts et inégaux où les écluses ne peuvent laisser passer qu'une embarcation à la fois, il n'y a d'économiquement admissible que des procédés permettant la traction individuelle des bateaux.

Celui préconisé par l'inventeur n'a encore été l'objet que d'expériences, au cours desquelles

ont été prises les photographies exposées ; mais les résultats acquis jusqu'ici permettent de considérer que tous les moyens proposés, y compris le tricycle et la locomotive électrique, le touage individuel est le seul qui permette un prix de revient inférieur à celui du cheval de halage.

TRAINAGES SUR CHAÎNE. — A signaler, en passant, que la poulie magnétique peut se prêter à toutes autres applications où il s'agit soit d'adhérer une chaîne, soit d'entraîner celle-ci qui, en ce cas, n'a — pas plus du reste que la chaîne de touage — pas besoin d'être calibrée. En particulier, elle substituerait avantageusement, dans les trainages sur chaîne, les poulies à pas variable, de construction à la fois compliquée et délicate.

EMBRAYAGE. — L'utilisation du même champ magnétique que celui de la poulie toueuse, disposé un peu différemment, mais fermé avec une armature en forme de couronne circulaire, a permis de réaliser des embrayages d'une très grande élasticité, en ce sens qu'ils se prêtent à exécuter les embrayages et les débrayages en pleine marche à toutes vitesses, et qu'ils sont capables de transmettre depuis quelques kilogrammètres par seconde jusqu'à des puissances quelconques. Il faut ajouter que la manœuvre peut s'en faire à toute distance au moyen d'un commutateur et qu'en outre l'appareil peut fonctionner comme limiteur de force. La forme en coin des mâchoires avec faces inclinées à 45° permet de donner tel développement que l'on veut aux surfaces en contact exposées à supporter des périodes variables de glissement ; elle assure le bon centrage de l'appareil, quelles que soient les dispositions prises pour le montage.

MM. Hillairet et Huguet, qui ont construit beaucoup de ces appareils, en montraient un dans leur exposition. Les applications possibles sont évidentes, soit comme embrayages manœuvrables à toutes distances, soit comme limiteurs de force, soit comme débrayages de sécurité, etc., etc. Il en a été fait déjà de suffisantes pour bien montrer toute l'élasticité de l'appareil. Nous citerons comme exemple de très petits appareils (60 kgm par seconde à 100 tours par minute) employés au réglage des turbines qui actionnent les dynamos génératrices du touage électrique du souterrain de Pouilly (canal de Bourgogne).

Cinq embrayages (de 3 chevaux à 100 tours par minute et 8 chevaux à 100 tours) montés à la fonderie de caractères Deberny, où ils servent à lier, à la transmission générale, les deux moteurs à gaz qui l'actionnent et trois dynamos. L'installation a été faite en 1894. Quand un seul moteur à gaz marche et qu'on veut mettre l'autre en route, on l'entraîne au moyen de l'embrayage qui lui correspond.

Sur les toueurs à adhérence de la Société générale de Touage et de Remorquage, des embrayages de 100 chevaux à 100 tours ont été montés sur l'arbre d'hélice pour permettre, pendant la marche sur chaîne, de mettre celle-ci en mouvement sans arrêter la machine. Le but n'est pas tant de tenir vivement le bateau en cas de rupture de la chaîne, car c'est là un accident rare ; il est surtout bon dans les paysages en courbe d'augmenter l'action du gouvernail par le courant que l'hélice projette sur lui. Ces appareils servent donc couramment, et depuis six ans ils ont fonctionné sans une réparation,

Un embrayage de 850 chevaux à 100 tours par minute est monté à l'usine du secteur des Champs-Élysées.

D'autres appareils de faible puissance ont été placés par MM. Hillairet et Huguet dans les cabestans de manœuvre de la Compagnie des chemins de fer du Nord, et d'autres bien plus petits encore (0,25 cheval à 100 tours par minute) sont placés par la maison Bréguet dans les électro-sémaphores de cette même Compagnie. La consommation de courant nécessaire pour maintenir l'embrayage varie, en général, de 2 pour 100 de la puissance qu'ils peuvent transmettre (pour les petits appareils) à moins de 0,3 pour 100 (pour les grands).

FREINS. — L'emploi d'une poulie identique à la poulie de touage, avec, comme armature, une lame élastique garnie de sabots en acier, permet de réaliser un frein à la fois très souple et très énergique.

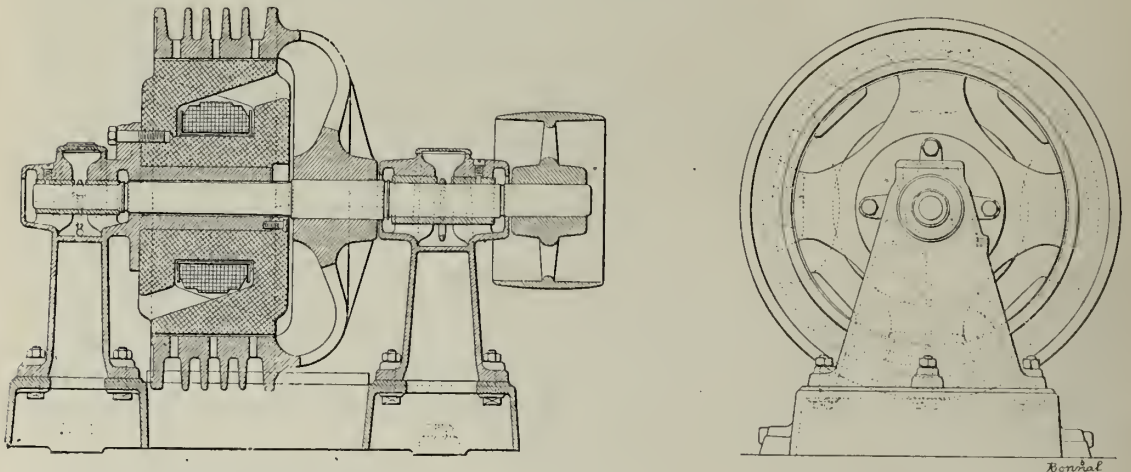
Ce frein est représenté par deux photographies de l'appareil qui a servi aux essais.

La simultanéité assurée d'un nombre quelconque de freins le rendrait surtout précieux

pour les chemins de fer ; mais il est aisé de comprendre que c'est là une application difficile ; au moment surtout où s'achevait l'installation générale des freins à air, et que, par conséquent, on a dû en rester jusqu'ici aux premiers essais faits à l'atelier.

Régulateur à frein électrique. — Le régulateur électrique à frein de M. H. RIETER a pour objet de maintenir constante la vitesse angulaire d'une turbine, etc., pour une charge variable dans le cas où la turbine ne posséderait pas de régularisation automatique, ou un régulateur insuffisant, ce qui arrive souvent pour des turbines à faible chute et à grande variation de charge.

Le principe du régulateur de M. Rieter est des plus simples ; il est fondé sur les courants de Foucault ou sur la résistance qu'oppose au mouvement une masse métallique soumise à l'influence d'un champ magnétique. Le couple résistant est proportionnel à l'intensité de ce champ ; on agira donc sur ce dernier en faisant varier l'excitation.



Coupe longitudinale.

Vue en bout.

FIG. 86. — Frein électromagnétique du régulateur de turbines de Rieter.

Cette variation est obtenue à l'aide d'un rhéostat actionné par un régulateur à boules monté sur l'axe de la turbine. Par la force centrifuge, les boules s'écartent plus ou moins et soulèvent ainsi une pièce portant des contacts dont les longueurs vont en diminuant. Ces tiges se trouvent au-dessus d'une cuve à mercure ; lorsque la vitesse croît, le porte-contact s'abaisse et le rhéostat est supprimé du circuit, l'excitation augmente, et le frein agit ; l'inverse se passe lorsque la vitesse diminue.

Le courant d'excitation du système peut être pris soit directement sur la dynamo que l'on cherche à régler, soit sur une batterie d'accumulateurs.

Le frein consiste en un système inducteur mobile et un grand anneau de fer fixe. Cet anneau est muni d'ailettes facilitant le refroidissement nécessaire pour lutter contre l'échauffement qui tend à se produire et qui est d'ailleurs sans inconvénient.

Voici quelques résultats obtenus avec cet appareil :

Puissance motrice durant les essais : 52,8 chevaux.

1° *On n'a pas de régulateurs à freins.* — La vitesse étant régulière, on décharge la transmission de 11,6 chevaux ; la vitesse passe de 225 tours par minute à 325 graduellement en 13 secondes ; puis on charge brusquement de 10,5 chevaux. En trois secondes la vitesse angulaire passe de 325 tours par minute à 228.

2° *On a un régulateur à frein électrique.* — On diminue la rapidité d'action du régulateur au moyen d'une éataracte à huile. Une décharge de la transmission de 8,7 chevaux fait augmenter en quatre secondes la vitesse ; elle passe de 230 tours par minute à 276 ; puis, cinq secondes après, elle reprend la valeur initiale, soit 330 t. m. Il y a donc déjà un grand progrès.

3° On emploie un régulateur à frein électrique sans cataracte. — Après une brusque décharge de 8,7 chevaux sur l'ensemble, la vitesse ne s'accroît que de très peu (243 tours par minute à 251) et, au bout de deux ou trois secondes la vitesse se maintient à 245 tours par minute. La perturbation totale n'a duré que cinq secondes.

4° Régulateur à frein électrique seul. — La transmission marchant à vide, on la charge brusquement au maximum, la vitesse angulaire éprouve une brusque diminution de 30 tours par minute en deux secondes et, quatre secondes plus tard, elle avait repris sa valeur initiale.

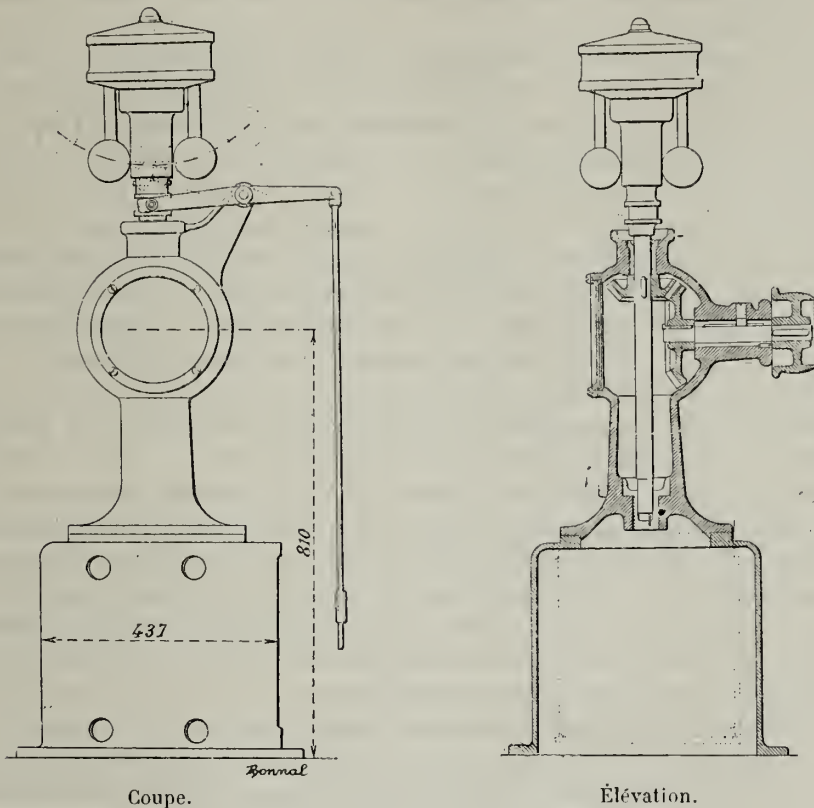


FIG. 87. — Commande du frein électromagnétique.

5° Régulateur à frein hydraulique seul. — (Ce frein consiste en un cylindre contenant de l'eau et muni d'un orifice; un piston force l'eau à s'échapper, formant ainsi un frein.) La transmission est déchargée de 1,25 cheval; le frein met 9,5 secondes à entrer en action, la vitesse passe de 330 tours par minute à 365, puis diminue, et, après neuf secondes, revient à 330 tours par minute.

Électro-aimants industriels. — MM. *Albert Guénée et C^{ie}*, de Paris, se sont appliqués à réaliser des électro-aimants à longues courses, à effort constant ou à effort variable, suivant une loi déterminée à volonté.

L'appareil exposé exerçait un effort constant de 650 kg avec une course de 22 cm, ce qui représente un travail de 143 kgm pour une seule attraction. Les variations des efforts avec les chemins parcourus sont basées sur le principe suivant :

Quand le déplacement à vitesse constante de la pièce mobile d'un électro-aimant produit une variation constante de flux, l'effort est constant. Si la variation du flux n'est pas constante, plus cette variation sera grande, plus l'effort sera grand.

Ce principe peut être appliqué d'un certain nombre de façons différentes, mais la solution adoptée présente l'avantage de n'exiger que des pièces extrêmement robustes.

On s'est efforcé d'obtenir le maximum de flux possible pour une force magnétomotrice déterminée et l'on a étudié la forme des cuirasses pour avoir le moins de frottement possible, et concentrer presque toute la réluctance du circuit au point même où doit se produire la variation de flux.

La première application importante de ces électro-aimants a été faite par le service du matériel fixe de la Compagnie de l'Ouest qui manœuvre les aiguilles, les sémaphores, etc., des lignes construites en vue de l'Exposition avec des électro-aimants de différentes puissances. Les électro-aimants qui actionnent les aiguilles font un effort constant dépassant 200 kg avec une course de 10 centimètres.

Manœuvre d'aiguille par électro-aimant. — Dans cet appareil, tout le mécanisme, à l'exception du contrepoids, est enfermé dans une boîte et il suffit d'atteler la tige de manœuvre d'aiguille à la chape fixée à la tige sortant de la boîte. L'effort de l'électro-aimant se fait directement sur la tige de manœuvre sans qu'aucun frottement d'axe ou de glissement se fasse sentir, autre que celui dû au poids des pièces.

Deux interrupteurs, mis chacun à une fin de course, permettent de rompre le circuit lorsque l'aiguille est arrivée à sa place. Ces interrupteurs sont commandés par les verrous et ne peuvent donc rompre le circuit que lorsque l'aiguille est verrouillée. La position des verrous est assurée par un contrepoids qui produit un effort suffisant pour empêcher tout mouvement de l'aiguille en temps normal, mais qui céderait forcément sous la pression énorme produite par la jante des roues, lorsque l'aiguille est prise en talon.

La dépense électrique est de 10 ampères sous 90 volts pendant 0,7 s et la course prévue pour l'aiguille est de 12,5 cm avec une résistance de 180 kg.

Manœuvre de sémaphore par électro-aimant. — Le principe de l'appareil est le suivant : Une batterie de piles située au poste de commande permet de lancer un courant de quelques milliampères dans un électro-aimant qui produit la fermeture d'un interrupteur à rupture liquide. Le courant d'une batterie d'accumulateurs (4 bacs), renfermé dans le socle de l'appareil, passe alors sous la bobine d'un gros électro-aimant qui produit la manœuvre du sémaphore, puis ferme le circuit de la pile sur un électro-aimant ; cet électro est suffisant, malgré le faible courant qu'il reçoit, pour soutenir l'armature au collage.

En même temps que ce dernier électro était excité, le courant était rompu dans celui qui manœuvre l'interrupteur des accumulateurs, qui ne fournissent l'énergie que juste pendant le temps nécessaire. Si la ligne venait à être rompue, le courant cessant dans l'électro de collage laisserait retomber l'armature, et le sémaphore, qui était à « voie libre » se mettrait automatiquement à « voie fermée ». Il est évident, *a priori*, qu'il serait très aisé de faire lancer le courant de pile par un interrupteur manœuvré par une pédale, et d'obtenir la mise à « voie libre » automatiquement, par le train sortant d'un cantonnement, et, par conséquent, d'obtenir le fonctionnement du block-système.

Manœuvre d'aiguille par moteur à électro-aimant. — Pour réduire l'intensité du courant nécessaire à la manœuvre et, par conséquent, les frais de câbles et d'installation, M. A. Guinée a pensé à assembler plusieurs électro-aimants, actionnant un même arbre, et en a fait un véritable moteur électrique, actionnant l'aiguille par l'intermédiaire de roues ou de vis sans fin.

L'avantage sur le premier système est la diminution de frais d'établissement ; l'inconvénient est une plus longue durée de manœuvre, cette durée ne dépassant pas cependant deux secondes.

On a réalisé ainsi un mécanisme très simple, permettant la prise en talon de l'aiguille, sans qu'aucune pièce sorte de la boîte contenant le moteur. D'un autre côté, le moteur se manœuvre comme les électro-aimants ordinaires, avec un simple commutateur unipolaire à deux directions, sans qu'il y ait d'inversion de sens de courant ; le moteur ne possède aucune inertie, part instantanément, s'arrête de même ; l'effort au démarrage est considérable et la robustesse que l'on obtient défie toute concurrence.

Un inconvénient primordial, d'ailleurs, est évité avec le moteur, grâce à sa faible inertie.

Lorsque l'aiguilleur s'aperçoit qu'il commet une fausse manœuvre, il est tenté, en effet, de revenir immédiatement en arrière ; il arrive alors assez fréquemment que le courant a passé pendant un temps suffisant pour lancer la dynamo qui, par inertie, continue son mouvement malgré la rupture du circuit, fait mouvoir l'aiguille et l'amène dans la position où l'inverseur nécessaire est sur le plot mort ; il est alors impossible de faire mouvoir l'aiguille, qui reste dans une fausse position.

Avec le moteur à électro, cet inconvénient est évité forcément : 1° parce que l'inertie, cause du mal, n'existe pas ; 2° parce que les interrupteurs manœuvrés automatiquement coupent le courant aux fins de course et que, si l'un est ouvert, l'autre est forcément fermé, donc l'aiguilleur en ramenant le levier dans sa position initiale, fera forcément revenir l'aiguille en arrière.

Dans ces deux appareils que nous proposons, lorsque l'aiguille a été prise en talon, elle est automatiquement ramenée dans sa position initiale.

Manœuvre de sémaphore par moteur à électro-aimant. — Pour cette application, MM. A. Guinée et C^{ie} ont utilisé spécialement le manque d'inertie du système qui convient à un bon asservissement.

Une pédale placée sur la voie lance le courant dans le moteur du sémaphore placé immédiatement à côté ; le moteur se met en marche, met le sémaphore à l'arrêt, puis lance le courant dans le moteur du sémaphore précédent, qui se met en marche en sens inverse et ramène le sémaphore à la voie libre, puis coupe son propre courant.

On pourrait objecter que le train pourrait s'arrêter avant que la dernière voiture ait dépassé la pédale ; mais cela revient à dire qu'il faut calculer la distance entre le sémaphore et la pédale de façon à ce qu'un train suivant ne puisse en aucun cas attendre celui qui le précède en freinant dès que les pétards placés près du sémaphore ont explosé.

Pour éviter une fausse manœuvre en cas de rupture de la ligne, on a prévu deux pédales, une étant placée comme nous l'avons indiqué, l'autre étant placée en avant du signal produit une demi-course du moteur et amène le bras du sémaphore à 45° ; le mécanicien est ainsi prévenu que le courant passe bien et qu'il peut se fier au signal.

Si le sémaphore est à l'arrêt (position horizontale), cela peut indiquer soit que le train précédent n'est pas sorti du cantonnement, soit que le courant a été rompu avant sa sortie du cantonnement, le train s'arrête alors protégé par le sémaphore qu'il vient de passer et qui lui-même reste forcément à l'arrêt, que le courant soit rompu ou non ; si le sémaphore reste vertical, c'est que le courant est rompu après que le train précédent est sorti du cantonnement, et le train peut avancer ; mais il est prévenu qu'il n'est plus garanti par le block-système.

Pour une aiguille manœuvrée par moteurs à électro-aimant, la dépense électrique est de 4 ampères sous 90 volts pendant deux secondes ; pour un signal, la dépense est de 1 ampère sous 90 volts pendant deux secondes également.

Moteur puissant à électro-aimant. — Nous avons alors construit un moteur avec trois électro-aimants produisant 70 kg, frottements compris, sur une course de 10 c en absorbant 11 ampères. A l'arrêt, le courant sous 220 volts est de 40 ampères et une puissance de 2,4 chevaux.

L'utilité de ces moteurs peut être très grande à cause des deux principaux avantages dont ils jouissent : leur vitesse réduite et leur absence d'inertie. Ces deux qualités permettent, en effet, un démarrage instantané sans rhéostat.

Ils peuvent être employés avec avantage au pointage horizontal des tourelles et au pointage en hauteur des canons. Là ils ont l'avantage de pouvoir être réparés immédiatement sans avoir recours à des spécialistes.

Le commutateur pouvant être placé loin du moteur dont les électros peuvent être rendus parfaitement étanches, ce moteur peut manœuvrer en pleine eau et peut ainsi être utilisé pour les travaux sous-marins, pour l'épuisement des mines, etc.

Servo-moteurs électriques. — L'application la plus intéressante est celle faite à un réducteur commandé à distance dont le fonctionnement est absolument celui des servo-moteurs pour

les commandes de barres, etc. Un commutateur à deux directions permet la manœuvre en lançant le courant dans le moteur pour produire l'un des deux sens de marche. Dès que le moteur se met en mouvement, il entraîne un balai dont le sens de mouvement et la vitesse déterminent le sens de mouvement et la vitesse d'un moteur asservi qui actionne le commutateur à deux directions, dont le plot mort vient ainsi se placer sous le balai.

Ce servo-moteur permet ainsi soit d'amener avec une vitesse voulue l'appareil commandé à une position déterminée, soit de l'amener à cette position avec la vitesse maxima que peut prendre le moteur en plaçant immédiatement le balai du commutateur à deux directions dans la position correspondante.

La régularité du fonctionnement est déjà assurée, ainsi que nous l'avons dit, par l'absence d'inertie du moteur; elle l'est aussi par la puissance de l'électro sous un faible poids. Il est évident que, si l'armature était attirée par une force égale à son poids ou presque égale, la vitesse linéaire que pourrait prendre le moteur serait très faible; mais l'effort moyen sur une armature pesant 1 kg et parcourant 5 cm est de 11 kg; l'accélération est donc considérable et permet une vitesse du moteur relativement grande. Le moteur asservi tournant presque à vide peut atteindre une vitesse de 700 tours par minute, tandis que le moteur attelé à l'appareil à manœuvrer ne dépasse pas 500 tours, le premier peut donc dans tous les cas suivre le second. Autrement dit ni un démarrage brusque, ni un arrêt instantané ne peuvent décrocher le moteur asservi.

Pourtant, lorsque le servo-moteur doit actionner une barre, ou tout appareil dont l'asservissement doit être parfait, sans aucun risque, on a prévu un mécanisme permettant de ramener automatiquement la concordance, si elle avait disparu, chaque fois que l'aiguille de l'actionmètre est ramenée dans une ou plusieurs positions données.

Pour fixer les idées sur la puissance nécessaire pratiquement, nous donnons les quelques exemples suivants :

FORCE EN KG	COURSE EN CM	TENSION EN VOLTS	COURANT EN AMPÈRES
21	4	110	1,25
25	8	90	6
80	8	90	8
100	8	90	10
200	10	90	12
650	22	220	28

La dépense est relativement très faible et ne peut être comparée à celle d'aucun autre type.

TABLE DES MATIÈRES

I

MOTEURS ÉLECTRIQUES

A. — MOTEURS A COURANT CONTINU

Considérations générales.....	3
Dispositions générales.....	3

Excitation des moteurs à courant continu

Excitation shunt.....	4
Excitation série.....	4
Excitation compound.....	5

Principaux types de moteurs à courant continu à poste fixe

Moteurs de faible puissance (Gramme, Cuénod, Lecocq).....	5
Moteurs à rotation irréversible.....	8
Moteurs sous pression.....	8
Moteurs type léger de la Société Gramme.....	8
Moteurs blindés (Lahmeyer et C ^{ie}).....	10
Moteurs à vitesse variable.....	10

Moteurs pour électromobiles

Moteurs de la Société des Établissements Postel-Vinay.....	11
Moteurs des voitures Jeantaud, Krieger, Compagnie de transports automobiles.....	14
Moteur fermé de la Société Gramme.....	18
Moteur de la Vereinigte Elektrizitäts Actiengesellschaft.....	18

Moteurs de tramways

Considérations générales.....	22
Moteur de tramway Schneider et C ^{ie}	22

Appareils de contrôle et de sécurité

Dispositions générales.....	25
Appareils de manœuvre pour moteurs de la marine Sautter-Harlé.....	25

B. — MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS

Classification.....	29
---------------------	----

a. — Moteurs synchrones ou à champ constant

Considérations générales.....	29
-------------------------------	----

b. — Moteurs asynchrones à champ alternatif

α. — MOTEURS DE CONDUCTION

Moteurs Schneider et C ^{ie}	30
--	----

β. — MOTEURS D'INDUCTION OU A INDUIT FERMÉ

Considérations générales.....	31
Conditions générales de construction.....	31
Stator.....	31
Rotor.....	32
Dispositifs de démarrage.....	35

c. — Moteurs asynchrones à champ tournant

Considérations générales.....	37
Petits moteurs des Ateliers du Creusot.....	37
Moteurs de la Société alsacienne de constructions mécaniques.....	38
Moteurs à inducteur mobile des Ateliers du Creusot.....	39
Auto-démarrreur de la Société Westinghouse.....	40
Moteur Boucherot.....	41
Moteur à grand couple de démarrage de M. Max Deri.....	43
Moteurs asynchrones divers (Ateliers d'Oerlikon, Compagnie internationale d'électricité de Liège, de l'Industrie électrotechnique de Slikkerveer, Fareot, Westinghouse.....	46
Données de construction et de fonctionnement de quelques moteurs asynchrones à courants triphasés.....	53

II

APPLICATIONS DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

Machines-outils

Moteurs transportables.....	54
Manœuvre d'aiguilles de chemins de fer.....	55
Commande de machines-outils.....	56
Machines à river de la Société réunie d'Électricité de Vienne.....	56
Commande de métiers à filer et à tisser.....	56
Mouleur double de la Société Gramme.....	57
Machine électrique à fraiser.....	58
Pompes.....	58
Ventilateurs.....	58
Essoreuses.....	58

Appareils de levage

Ponts-roulants.....	60
Chariot-treuil à commande électrique.....	60
Monte-charges.....	60
Grue Titan.....	61
Treuil roulant système Singre.....	64
Chemins élévateurs.....	66

Appareils de mines

Perforatrice électrique.....	66
Perforatrice à rotation.....	66
Perforatrice à percussion.....	67
Perforatrice de la Compagnie générale électrique de Nancy.....	68

Appareils divers

Appareils à adhérence magnétique.....	70
Régulateur à frein électrique de Rieter.....	72
Électro-aimants industriels de MM. Albert Guénée et C ^o	73

TOURS

IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES

RUE GAMBETTA, 6

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

8^e FASCICULE

TRACTION ÉLECTRIQUE

PAR

J.-A. MONTELLIER

PARIS

V^{ve} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1902

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

HUITIÈME PARTIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

LOCOMOTIVES ÉLECTRIQUES

1° LOCOMOTIVES A ACCUMULATEURS

Locomotive électrique à grande vitesse de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. — La locomotive électrique de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée est alimentée par une puissante batterie d'accumulateurs placée dans un grand fourgon spécial attelé derrière la locomotive.

Cette locomotive, dont la figure 1 donne une coupe longitudinale, est portée par trois essieux ; les roues, au nombre de six, ont 1,100 m de diamètre. L'essieu d'avant est seulement porteur, les deux autres sont moteurs et indépendants l'un de l'autre.

La caisse de cette locomotive comporte cinq compartiments distincts :

1° Le compartiment d'arrière, destiné au mécanicien et à son aide. Dans ce compartiment sont installés tous les appareils de commande, de réglage et de contrôle des moteurs, la manivelle du frein à main et les robinets de manœuvre du frein à air comprimé ;

2° Le deuxième compartiment contient une batterie de neuf éléments d'accumulateurs ;

3° Le compartiment du milieu abrite un grand rhéostat liquide servant à établir ou à interrompre le courant d'alimentation des moteurs et aussi à régler son intensité ;

4° Le quatrième compartiment, comme le deuxième, contient une batterie d'accumulateurs de neuf éléments. Ces deux batteries, reliées en tension, fournissent le courant d'excitation aux moteurs électriques et le courant nécessaire à la compression de l'air, à l'éclairage, etc. Cette batterie peut également être utilisée pour actionner la locomotive à une faible vitesse de 3 à 6 kilomètres à l'heure ;

5° Le compartiment d'avant, qui n'a que 1,30 m de hauteur dans sa partie la plus élevée, contient un compresseur d'air actionné par un moteur électrique de 5 chevaux. Ce compresseur alimente le frein Westinghouse, le sifflet et les appareils de mise en marche.

Les deux batteries d'accumulateurs qui fournissent l'énergie nécessaire aux moteurs de la locomotive sont installées dans le fourgon spécial et se composent chacune de 96 éléments, comportant chacun 90 kg d'électrodes et ayant une capacité utile de 1 000 ampères-heure au régime moyen de 500 ampères.

Les deux batteries de 9 éléments chacune que porte la locomotive ont une capacité utile de 1 500 ampères-heure au régime moyen de 500 ampères. Chaque élément comporte 140 kg d'électrodes.

Les éléments sont placés dans des bacs en bois imprégné, doublés de plomb et de celluloid. Ils ont été construits par la Société des accumulateurs Fulmen et sont d'un type spécial en vue du régime de décharge extrêmement élevé auquel ils sont soumis.

Les plaques positives sont entourées d'une enveloppe en celluloid perforée, garnie à l'intérieur d'une toile d'amiante; les plaques négatives sont également protégées par une enveloppe en celluloid perforée, mais sans toile d'amiante.

Des baguettes en celluloid servent à maintenir l'écartement des plaques entre elles. Afin de permettre le contrôle des éléments, les bacs sont entièrement découverts.

Les deux essieux moteurs de la locomotive sont actionnés chacun par un moteur bipolaire à courant continu d'une puissance effective de 300 chevaux, à la vitesse angulaire de 500 tours par minute, avec une intensité de courant de 700 ampères sous 360 volts.

L'induit du moteur est calé directement sur l'essieu.

Ces moteurs, construits par la maison Sautter, Harlé et C^{ie}, sont entièrement symétriques par rapport au plan vertical passant par l'axe longitudinal de la locomotive et comportent, par suite, deux collecteurs.

Les deux bobines inductrices de chaque moteur sont placées l'une en avant, l'autre en arrière de l'essieu et les pièces polaires embrassent presque toute la surface de l'induit. Grâce au mode de suspension adopté pour cet inducteur, les pièces polaires restent toujours exactement centrées sur l'induit, malgré les oscillations de l'essieu par rapport au châssis.

L'induit, à noyau feuilleté et claveté sur l'essieu, a 690 mm de diamètre et 540 mm de longueur. L'enroulement, formé de 150 barres massives de cuivre, à section elliptique de 64 mm² de section, est enfermé dans des tubes en micanite, logés dans des trous percés dans le noyau, très près de sa surface extérieure. Les balais sont en charbon et à calage fixe.

Comme appareils de manœuvre, le mécanicien dispose, comme appareils électriques : d'un commutateur principal, d'un coupleur, du rhéostat de démarrage de la pompe à air; comme appareils électro-pneumatiques : du changement de marche, du rhéostat de démarrage et d'un disjoncteur automatique; comme appareils pneumatiques : d'un frein automatique, d'un frein modérable et du sifflet; enfin, comme appareil mécanique, d'un frein à main.

Indépendamment de ces appareils de manœuvre, le mécanicien a, comme instruments de contrôle :

Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant qui passe dans les induits des moteurs ;

Un voltmètre donnant la tension aux bornes des moteurs ;

Deux voltmètres donnant chacun la tension aux bornes des batteries d'accumulateurs portées par le fourgon ;

Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant d'excitation ;

Un ampèremètre indiquant l'intensité du courant alimentant le moteur de la pompe à air.

Sur la figure 4, A est le levier de changement de marche qui peut occuper trois positions : incliné, en avant et à fond de course, il appuie sur la tige d'une soupape *a*, qui envoie de l'air comprimé dans un commutateur pneumatique à mercure qui ferme le circuit d'excitation des inducteurs pour la marche en avant; incliné en arrière, il appuie sur une autre soupape *b*, qui actionne le commutateur pneumatique pour la marche en arrière; enfin, lorsque le levier est vertical, le courant d'excitation est coupé.

Le rhéostat de démarrage à liquide se compose d'une cuve rectangulaire BB en tôle de fer de 2 m³ de capacité et placée sur des tasseaux isolants; dans cette cuve sont disposées 20 lames de plomb, disposées verticalement et séparées les unes des autres par un intervalle de 10 cm. Dix de ces lames communiquent entre elles et avec l'une des sections du circuit; les dix autres communiquent aussi entre elles et avec la seconde section du circuit. Le liquide employé est une dissolution de carbonate de soude.

En G se trouve le disjoncteur automatique constitué par un relais électromagnétique intercalé sur chacun des gros conducteurs venant des batteries du fourgon et réglable à l'aide d'un ressort. Ce relais fonctionne lorsque l'intensité du courant atteint 1 200 ampères dans l'un ou

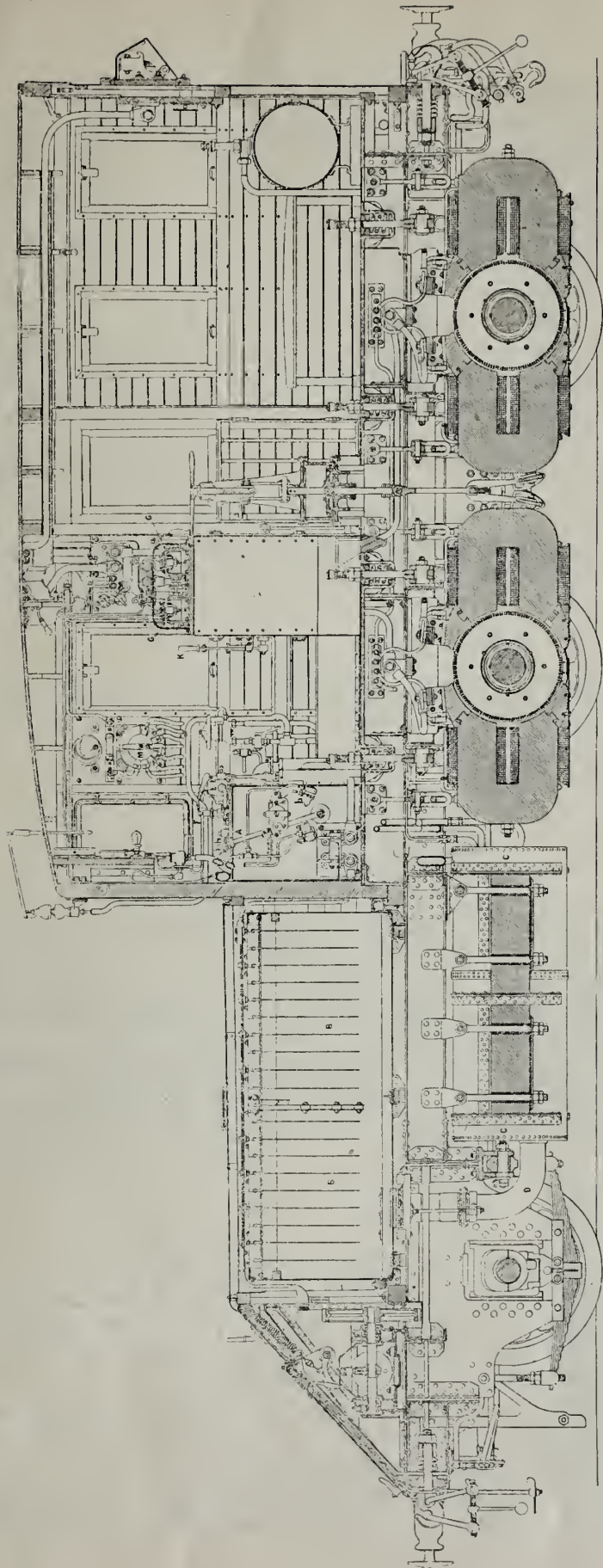


FIG. 1. — Locomotive électrique à grande vitesse des chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée. Coupe longitudinale.

l'autre des quatre conducteurs et il agit, par l'intermédiaire d'un électro-aimant tubulaire, sur le rhéostat à liquide pour diminuer rapidement l'intensité du courant jusqu'à zéro.

H est le commutateur principal à deux directions permettant d'alimenter les moteurs avec les batteries du fourgon ou avec celles de la locomotive.

Le coupleur est manœuvré à l'aide d'un levier K pouvant occuper trois positions :

- 1° Les deux batteries du fourgon couplées en parallèle et les deux moteurs en tension ;
- 2° Les deux batteries en série ainsi que les deux moteurs ;
- 3° Les deux batteries en série et les deux moteurs en parallèle.

Le rhéostat de démarrage de la pompe à air est figuré en L.

Avec les moteurs couplés en parallèle, on a pu atteindre facilement en palier la vitesse de 100 km à l'heure avec une charge remorquée de 100 tonnes (non compris la locomotive, mais y compris le fourgon à accumulateurs). Dans ces conditions, la puissance absorbée est d'environ 500 kw.

La locomotive pèse toute équipée 44 500 kg et le fourgon à accumulateurs 45 800 kg.

Locomotive minière de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. — La Société alsacienne avait exposé une petite locomotive minière dont le moteur est alimenté par une batterie d'accumulateurs placée sur un truck indépendant remorqué par la locomotive.

2° LOCOMOTIVES A PRISE DE COURANT

Locomotive électrique de la Compagnie d'Orléans. — Cette locomotive, dont la figure 2 montre la coupe longitudinale en élévation, est du système Thomson-Houston ; elle pèse

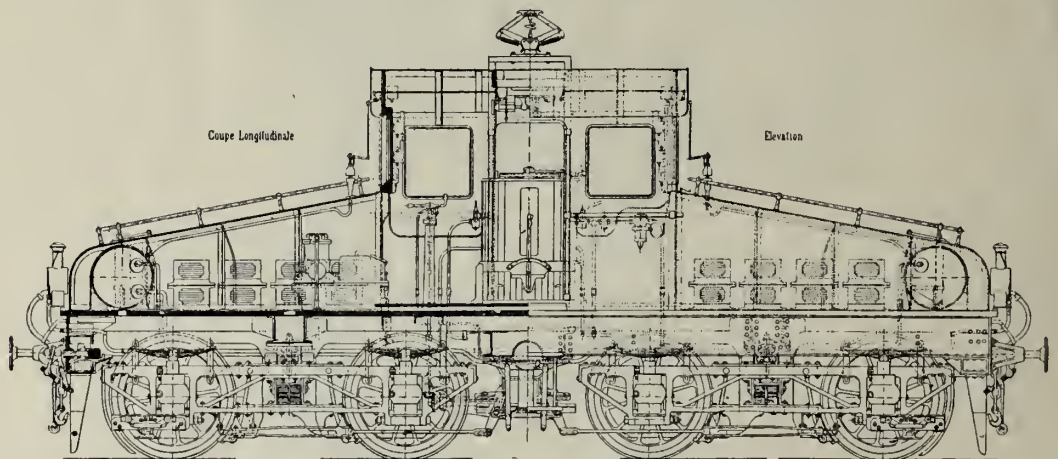


FIG. 2. — Locomotive électrique de la Compagnie d'Orléans. Système Thomson-Houston.

45 tonnes, a une longueur totale hors tampons de 10,609 m, comporte 8 roues motrices de 1,245 m de diamètre et a une hauteur au-dessus des rails de 3,891 m.

La caisse est divisée en trois compartiments : celui d'avant et celui d'arrière sont disposés pour recevoir les rhéostats de démarrage et les câbles de connexion. Le compartiment du milieu constitue la cabine du mécanicien ; il a 3,008 m de longueur sur 2,718 m de largeur et est muni de châssis vitrés permettant de voir dans toutes les directions.

Des frotteurs, disposés latéralement à la partie inférieure de la locomotive, permettent de capter le courant amené par un troisième rail. En outre, un trolley, placé à la partie supérieure, permet d'alimenter les moteurs par une canalisation aérienne.

La locomotive est actionnée par quatre moteurs électriques de 125 kw fonctionnant sous 550 volts. La carcasse de l'inducteur, coulée d'une seule pièce, enveloppe complètement le

moteur. Ce moteur comporte 4 pôles et est excité en série. L'enroulement des bobines inductrices est en ruban de cuivre isolé à l'amiante et au mica.

L'induit est en tambour avec noyau feuilleté et denté. Sur le collecteur frottent deux séries de quatre balais en charbon.

L'équipement électrique de cette locomotive comprend :

- 1 coupleur série-parallèle,
- 1 ampèremètre de 2 000 ampères,
- 1 voltmètre de 700 volts,
- 1 wattmètre totalisateur,
- 1 interrupteur principal à rupture brusque,
- 1 interrupteur automatique à soufflage magnétique,
- des résistances de démarrage,
- 4 frotteurs à la partie inférieure,
- 1 frotteur à la partie supérieure,
- 1 compresseur d'air actionné par un moteur électrique.

Locomotive électrique des usines du Creusot. — Cette locomotive, dont la figure 3 montre les détails de construction, pèse 50 tonnes, a une longueur totale hors tampons de 10,54 m et une hauteur totale, dans sa partie la plus élevée, de 3,88 m. Elle comporte 8 roues motrices de 1,60 m de diamètre.

La caisse placée sur le châssis est en tôle et divisée en trois compartiments : au centre, se trouve la cabine du mécanicien et à chaque extrémité deux caisses symétriques qui reçoivent les rhéostats.

Deux prises de courant, constituées chacune par un sabot en bronze monté sur ressorts et garni d'un patin en cuivre, sont fixées de chaque côté des longerons, à l'avant et à l'arrière de la locomotive. Le courant est capté sur un troisième rail.

Cette locomotive est actionnée par 4 moteurs du type cuirassé à 6 pôles. Ils ont chacun une puissance normale de 200 chevaux à la tension de 550 volts et leur vitesse angulaire est de 423 t : m. Ils sont excités en série et leur induit mobile est du type en tambour. Ces moteurs sont suspendus par des tiges verticales pouvant osciller dans un plan vertical et portent chacun un double jeu de ressorts ; ils sont rendus solidaires de leur essieu respectif, autour duquel ils peuvent pivoter, au moyen d'un berceau de suspension en acier moulé. Les moteurs sont à simple réduction de vitesse ; le rapport de réduction est de 0,33.

L'équipement électrique comprend : l'inverseur de marche, le coupleur et les rhéostats. Ces appareils sont munis d'enclenchements disposés de telle manière que les différentes manœuvres ne puissent toujours se faire que dans un ordre déterminé.

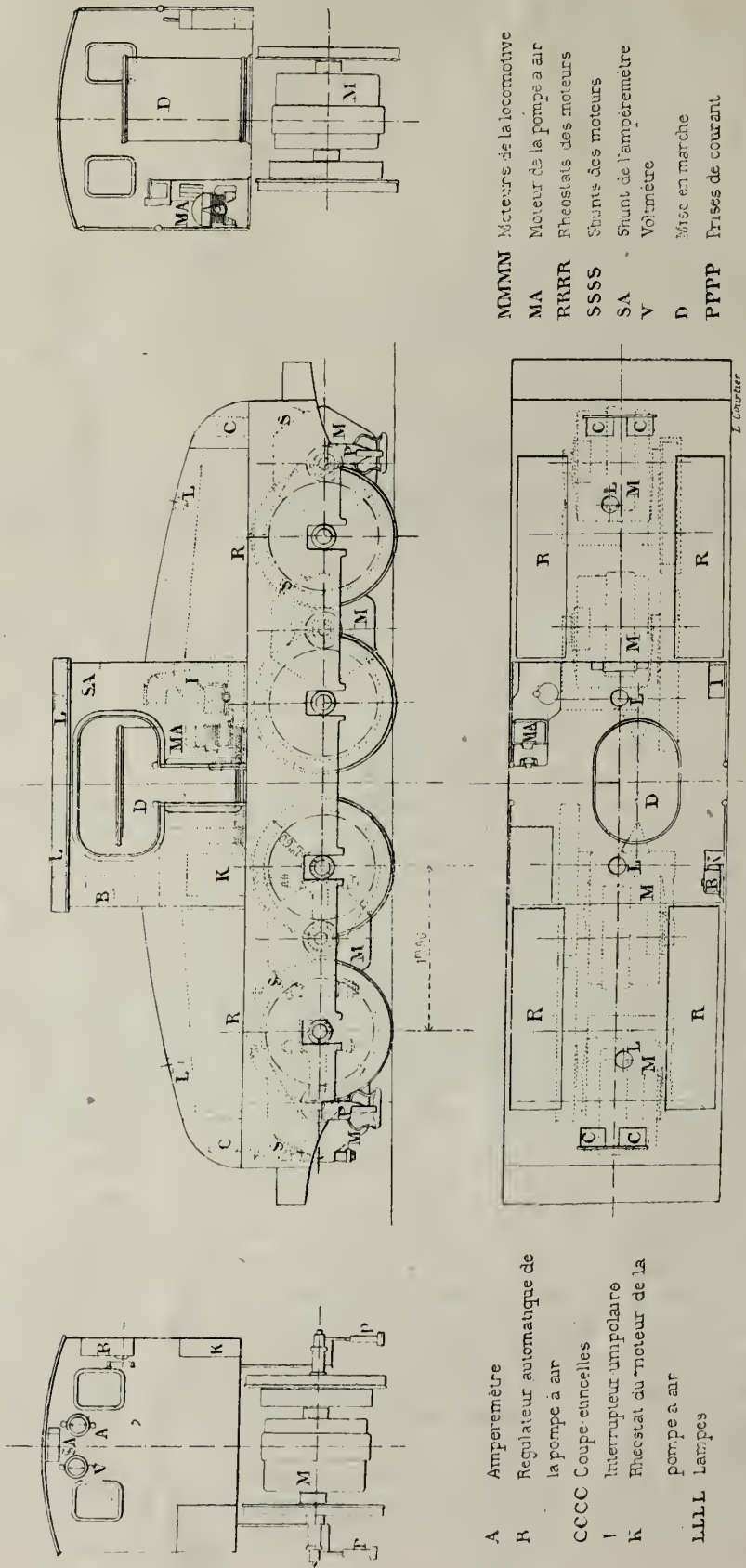
La locomotive peut marcher à six vitesses de régime ; à cet effet, le coupleur permet de mettre les quatre moteurs en série, ou par groupes de deux en série et les deux groupes en parallèle ou enfin les quatre moteurs en parallèle. Pour chacun de ces trois groupements, on peut obtenir deux vitesses différentes, suivant que l'on intercale ou non des résistances dans le circuit.

Le freinage est obtenu soit avec le frein à main, soit avec le frein à air comprimé Wenger, soit enfin électriquement en faisant fonctionner les moteurs comme génératrices. Le compresseur d'air est actionné par un moteur électrique de 7 à 8 chevaux, ayant une vitesse angulaire de 1 300 t : m sous une tension de 550 volts.

Les appareils de manœuvre, de mise en marche ainsi que les freins sont installés en double, afin que le mécanicien en ait toujours une série sous la main lorsqu'il se trouve près de la glace correspondant au sens de la marche.

La locomotive est pourvue à l'avant et à l'arrière de sablières actionnées par l'air comprimé. Des regards ménagés dans le plancher permettent d'accéder facilement aux moteurs et aux boîtes à graisse.

L'ELECTRICITE A L'EXPOSITION



- A Ampèremètre
- B Régulateur automatique de la pompe à air
- CCCC Coupe-éclisses
- I Interrupteur unipolaire
- K Rhéostat du moteur de la pompe à air
- LLLL Lampes

- MMMM Moteurs de la locomotive
- MA Moteur de la pompe à air
- RRRR Rhéostats des moteurs
- SSSS Shunts des moteurs
- SA Sauti de l'ampèremètre
- V Voltmètre
- D Mise en marche
- PPPP Prises de courant

Fig. 3. — Locomotive électrique des usines du Creusot.

Locomotive électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft de Berlin. — Cette locomotive, destinée spécialement à la manœuvre des trains dans les gares, a une longueur hors tampons de 6,76 m et une hauteur, dans sa partie la plus élevée, de 3,80 m. Elle pèse 24 tonnes.

La caisse est, comme celle de la locomotive Thomson-Houston, divisée en trois compartiments, dont le plus élevé, celui du milieu, sert de cabine au mécanicien (*fig. 4*).

Chacun des deux essieux est actionné par un moteur électrique d'une puissance de 150 chevaux, à simple réduction de vitesse dans le rapport de 3 à 1.

La prise de courant se fait par trolley aérien. Toutefois on a prévu le cas où les moteurs seraient alimentés par le courant d'une batterie d'accumulateurs installés dans un fourgon pouvant s'atteler derrière la locomotive.

Cette locomotive peut remorquer 300 tonnes à la vitesse de 30 km à l'heure.

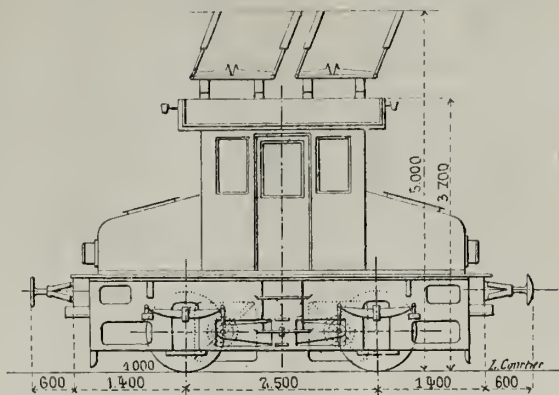


FIG. 4. — Locomotive électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft de Berlin.

Locomotive électrique, alimentée par courants triphasés, de la Société italienne de l'Adriatique. — Cette locomotive (*fig. 5*), d'une puissance de 600 chevaux, doit marcher à la vitesse de 30 km à l'heure. Elle est constituée par deux trucks reliés entre eux par un accouplement ordinaire; chaque truck est porté par deux essieux et chacun des quatre essieux est actionné par un moteur triphasé.

La cabine du mécanicien est en deux parties dont chacune appartient à l'un des trucks.

Les courants triphasés qui doivent alimenter cette locomotive sont produits dans la station génératrice à la tension de 20 000 volts; la fréquence est de 45 périodes. La tension est réduite à 3 000 volts dans les sous-stations échelonnées le long de la voie et des transformateurs partent les deux conducteurs de 8 mm de diamètre sur lesquels le courant est capté à l'aide de deux trolleys placés aux deux extrémités de la locomotive. Chaque trolley est constitué par un cylindre de cuivre, divisé en deux sections isolées l'une de l'autre, chacune d'elles appuyant respectivement sur un des fils d'amenée du courant.

La tige du trolley est isolée de la locomotive et les communications nécessaires sont faites avec du câble doublement isolé. Indépendamment de son enveloppe isolante en caoutchouc, le câble passe dans une série d'isolateurs en porcelaine de forme cylindrique, espacés de 10 cm l'un de l'autre et placés à l'intérieur d'un tube de laiton qui est relié avec le toit et les roues de la locomotive.

Le courant arrive à une boîte de distribution qui renferme les coupe-circuits des moteurs et une prise de courant allant à deux transformateurs placés au-dessus du truck, en avant et en arrière de la cabine du mécanicien. Ces transformateurs, d'une puissance de 8 kw, réduisent la tension de 3 000 à 100 volts. Le courant à basse tension alimente le moteur triphasé qui actionne le compresseur d'air pour le frein Westinghouse et le sifflet; l'air comprimé est aussi utilisé pour le fonctionnement des perches de trolley et des rhéostats. Le courant à basse tension sert également à alimenter les lampes, les radiateurs et les ventilateurs installés dans les voitures.

À la sortie de la boîte de distribution du courant à haute tension est disposé un interrupteur à maximum qui permet de mettre les moteurs en circuit; cet interrupteur est disposé pour inverser les communications lorsqu'on veut faire marcher la locomotive d'avant en arrière.

Les moteurs qui actionnent la locomotive sont au nombre de quatre, deux par bogie, dont l'un à haute tension et l'autre à basse tension.

Le courant venant de la ligne est amené directement aux inducteurs des moteurs à haute

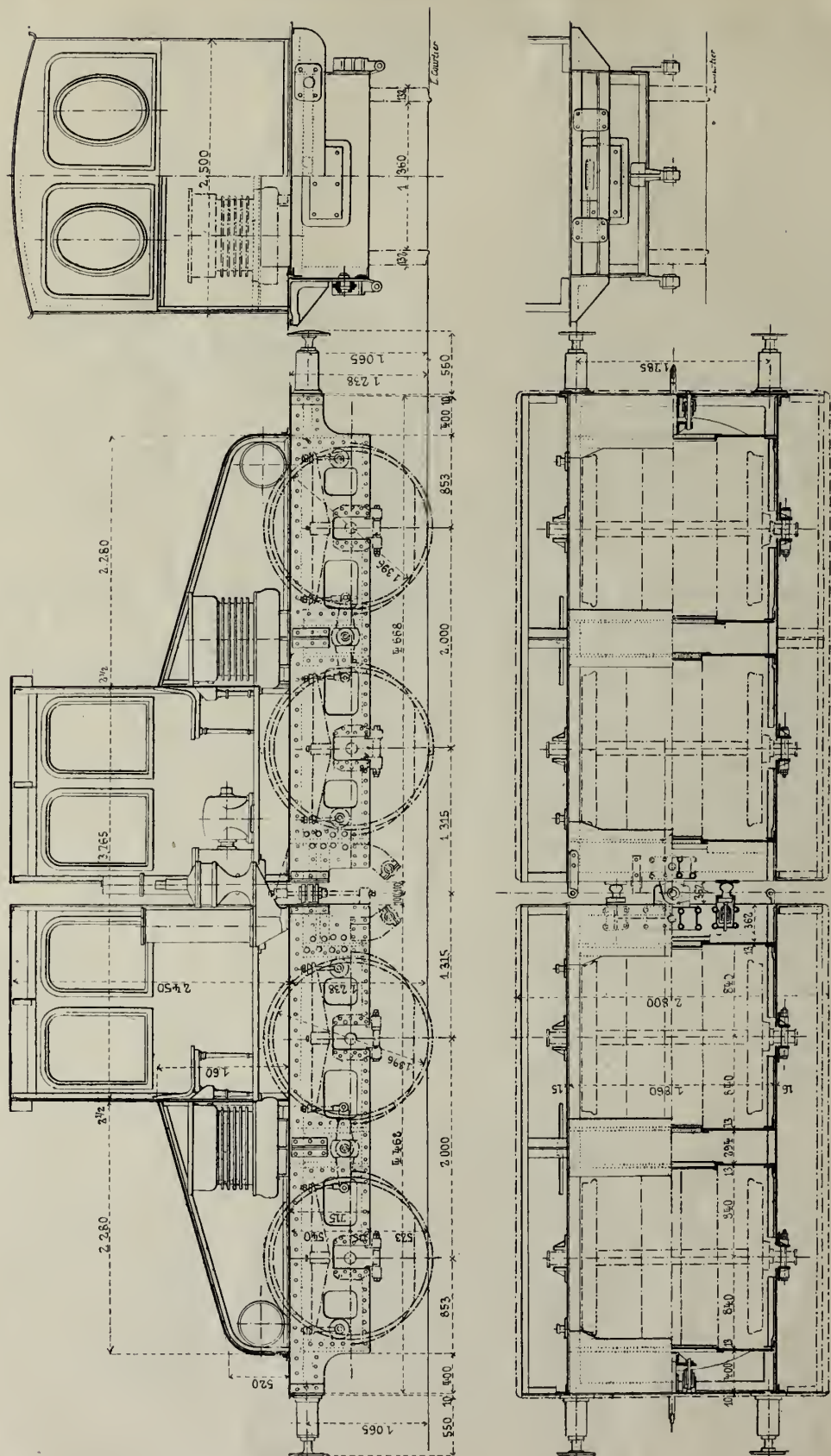


FIG. 5. — Locomotive électrique, alimentée par courants triphasés, de la Société italienne de l'Adriatique.

tension, dont les induits, munis de trois bagues, sont reliés au coupleur. Par suite du rapport de transformation entre l'inducteur et l'induit de ces moteurs, les courants induits sont à basse tension.

L'inducteur et l'induit des deux moteurs à basse tension sont reliés au coupleur ainsi que les rhéostats à liquide, au nombre de deux, placés, comme les transformateurs, en avant et en arrière de la cabine du mécanicien.

Toutes les connexions électriques, sauf celles qui amènent le courant de la ligne aux moteurs de haute tension, sont parcourues par des courants à basse tension et sont établies par des câbles ordinaires isolés au caoutchouc.

Le coupleur permet d'établir les connexions nécessaires aux deux régimes de marche suivantes :

1° Dans la première position, l'induit des moteurs à haute tension est mis en communication avec le rhéostat et les deux moteurs à basse tension sont isolés ; on obtient alors la vitesse maximum ;

2° Dans la seconde position, le moteur à haute tension de chaque truck est en série avec le moteur à basse tension correspondant et la vitesse est réduite de moitié.

Locomotive électrique de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. — Dans ce modèle de locomotive (fig. 6), le truck est constitué par un châssis en tôle et cornières, monté



FIG. 6. — Locomotive électrique de la Société alsacienne de constructions mécaniques.

sur deux paires de roues de 700 mm de diamètre et accouplées deux par deux à l'aide de bielles. L'écartement des essieux est de 1,50 m et la locomotive est construite pour circuler sur les voies normales. Elle ne comporte qu'un seul moteur, qui commande par engrenages l'un des essieux ; il est alimenté par du courant continu à 500 volts et la prise de courant s'effectue sur une ligne aérienne à l'aide de deux archets. Un coupleur permet de mettre en marche la loco-

motive, de régler sa vitesse, d'inverser le sens de sa marche et d'opérer le freinage électrique. La locomotive est munie, en outre, d'un frein mécanique à sabots qui agit sur l'une des paires de roues.

Le poids de cette locomotive est de 7 500 kg; elle permet de remorquer des wagons ordinaires à la vitesse de 6 km à l'heure.

Locomotive électrique mixte, à adhérence et à crémaillère, de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Ce type de locomotive (fig. 7, 8 et 9) a été étudié et construit en commun par MM. Brown, Boveri et C^o, de Baden, et la Société Suisse pour la construction de locomotives

et de machines à Winterthur. Ces locomotives sont destinées à l'exploitation de la partie à fortes rampes des lignes de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais, entre la ville de Lyon et le plateau de Saint-Just.

Elles peuvent remorquer, à la vitesse d'environ 9 km à l'heure, des trains de 28 tonnes, soit par adhérence simple jusqu'à la rampe de 6 0/0, soit par crémaillère sur des rampes atteignant 19 0/0.

Le poids de la locomotive est de 12 tonnes.

Le mécanisme à adhérence et celui à crémaillère sont commandés par deux systèmes moteurs entièrement distincts.

La commande des roues à adhérence (voie de 1 m) est celle des tramways ordinaires; chaque essieu est pourvu d'un moteur-série de 25 chevaux, à 300 tours, qui l'attaque par simple réduction. Cette puissance de 25 chevaux étant insuffisante pour produire le patinage, les moteurs à adhérence peuvent, dans les montées, aider de toute leur puissance le mécanisme de la crémaillère.

Les deux roues pour la crémaillère Abt sont commandées par un moteur unique d'une puissance de 150 chevaux à 700 tours. Ce moteur attaque les roues par un double train d'engrenage, comportant deux arbres intermédiaires.

Ce dernier moteur est placé à l'intérieur de la caisse, ce qui a permis de le laisser ouvert pour faciliter la ventilation. Il est excité en dérivation et l'excitation est variable.

L'augmentation d'excitation est utilisée, d'une part, dans les démarrages, d'autre part dans les descentes, le moteur étant utilisé comme frein en fournissant du courant à la ligne sans variation sensible de vitesse.

Ce moteur est pourvu d'un induit en tambour denté, enroulé en série. Les barres qui constituent l'enroulement sont logées dans des cannelures et retenues, sans frottement, par des cales isolantes.

Les bobines inductrices sont sectionnées afin d'augmenter leur surface refroidissante, cette disposition ayant pour effet de leur permettre de supporter plus facilement l'augmentation d'intensité pendant les descentes.

Le courant pour les deux systèmes moteurs est pris à 500 volts, sur un fil aérien, par deux archets qui sont étudiés de façon à pouvoir prendre toutes les positions entre la verticale et l'horizontale. Cette disposition est nécessitée par la grande différence de hauteur du fil aux divers points de la ligne de Lyon-Fourvières. Cette hauteur atteint 6 m sur les sections à ciel ouvert, alors que dans les tunnels le fil se trouve au voisinage du toit des voitures.

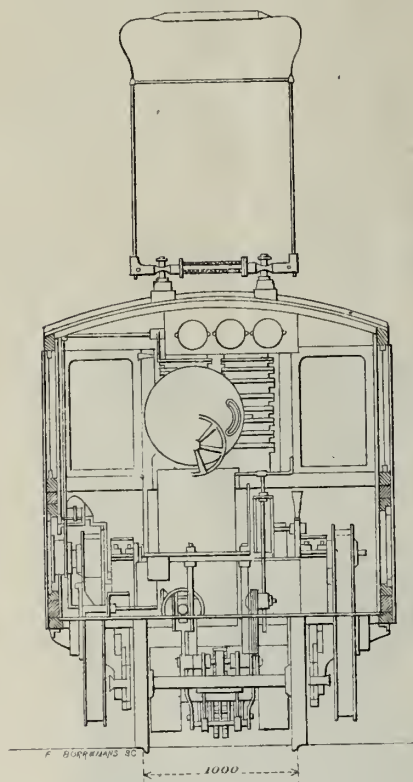


FIG. 7. — Locomotive électrique mixte de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Coupe en travers.

Chaque locomotive est pourvue de plusieurs freins :

- 1° Deux freins à vis indépendants l'un de l'autre et agissant sur les roues dentées motrices ;
- 2° Un frein à vis agissant sur les roues à adhérence ;

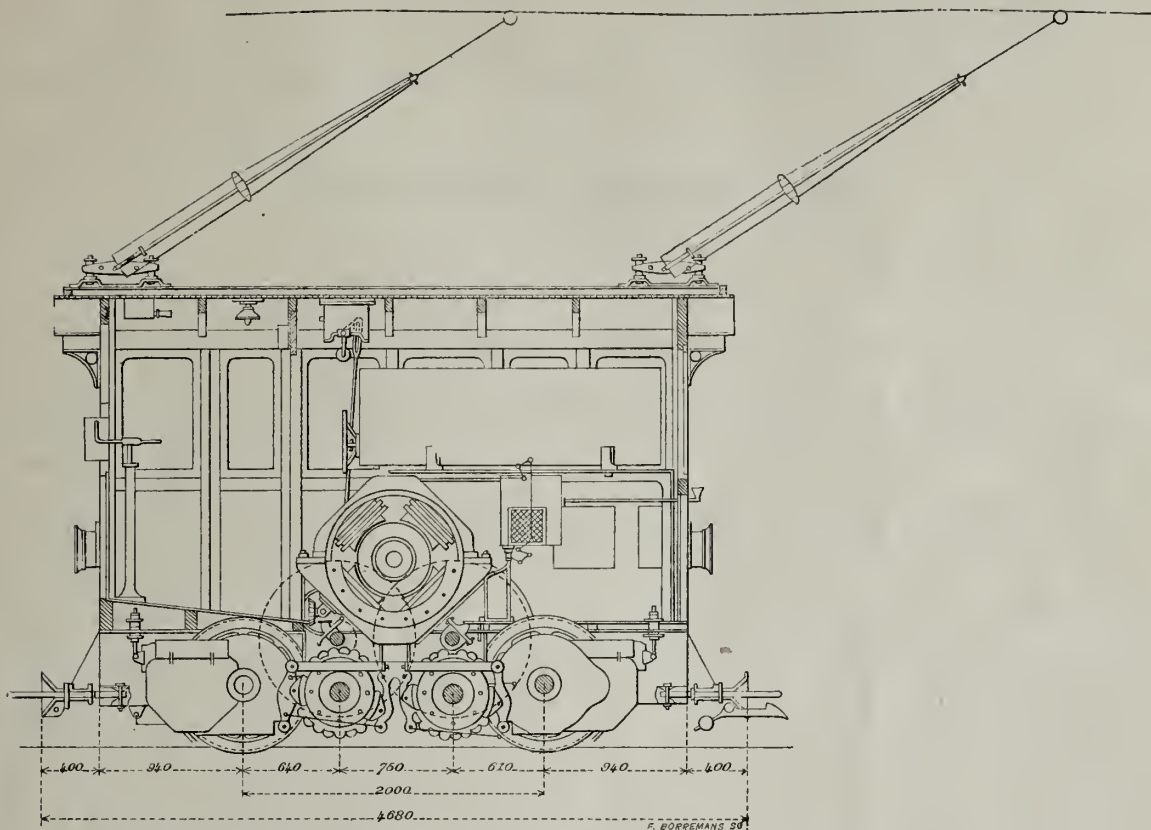


FIG. 8. — Locomotive électrique mixte de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Élévation.

3° Un frein de secours automatique, agissant sur les roues dentées, lorsque la vitesse dépasse une certaine valeur ou que le courant se trouve accidentellement interrompu.

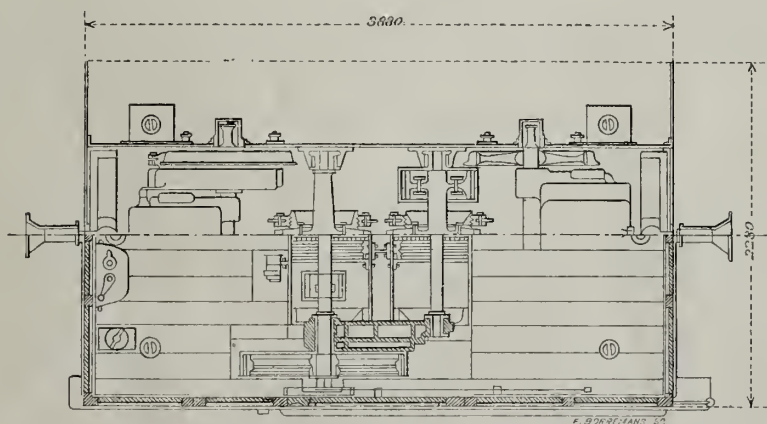


FIG. 9. — Locomotive électrique mixte de la Compagnie de l'Ouest Lyonnais. — Plan.

A cet effet, un solénoïde est intercalé dans le circuit. Si ce solénoïde cesse d'être excité, il laisse tomber un noyau de fer doux qui déclenche le frein de secours en même temps qu'il

fait fonctionner des interrupteurs. On évite ainsi que le courant ne soit remis brusquement sur les moteurs au cas où il viendrait à être rétabli sur la ligne.

La locomotive comporte tous les appareils de contrôle et de sécurité ordinaires : voltmètre, ampèremètre, coupe-circuits, parafoudre.

Elle est éclairée électriquement.

La caisse est en bois et vitrée de tous côtés afin de laisser au mécanicien la vue libre sur la voie.

VOITURES AUTOMOTRICES ÉLECTRIQUES

1° VOITURES A ACCUMULATEURS

Voiture automotrice à accumulateurs de la Société italienne de la Méditerranée. — Ce modèle de voiture est destiné à faire le service sur la ligne de Milan à Monza. Il est du type américain à deux bogies.

La voiture, d'une longueur totale de 18,68 m hors tampons, a une caisse divisée en quatre compartiments, dont deux de 1^{re} classe et deux de 2^e classe. Il y a 90 places, dont 64 assises et 26 debout sur les plates-formes.

Chaque bogie est à deux essieux, dont l'un, l'extérieur, est actionné par un moteur électrique à quatre pôles, d'une puissance de 50 chevaux et à simple réduction de vitesse dans le rapport de 1 à 3. Ces moteurs, complètement fermés pour qu'ils soient à l'abri de la pluie et de la poussière, sont supportés, d'un côté, par une traverse fixée au châssis de la voiture et, de l'autre, par l'essieu moteur; cette suspension est faite au moyen d'un double système de ressorts en spirale.

La batterie d'accumulateurs se compose de 130 éléments, logés dans deux caisses contenant chacune 65 éléments, et installées sous la voiture entre les bogies. Chaque élément pèse 105 kg et comporte 11 plaques positives et 12 plaques négatives; les premières sont du type Planté et les secondes sont à oxydes rapportés type Hagen. La batterie complète pèse 20 tonnes; sa capacité a été déterminée pour que la voiture puisse effectuer sans recharge deux voyages aller et retour entre Milan et Monza, c'est-à-dire environ 50 km à la vitesse moyenne de 40 km à l'heure.

Un coupleur série-parallèle est installé dans chacune des deux cabines de wattman, placées sur les plates-formes afin d'éviter le retournement de la voiture aux points terminus.

Le coupleur série-parallèle permet de mettre :

1° Les deux moteurs en série avec toute la batterie en tension (démarrages et vitesse réduite);

2° Les deux moteurs en parallèle avec la batterie en série (vitesse de pleine marche);

3° Les deux moteurs en parallèle et chacune des demi-batteries également en parallèle (en cas d'avarie à la batterie, les moteurs fonctionnant alors à une tension réduite de moitié);

4° Renversement du sens du courant avec moteurs et batterie en série comme dans le premier cas (marche en arrière).

Des résistances peuvent, en outre, être intercalées dans le circuit et les inducteurs des moteurs peuvent aussi être shuntés, ce qui permet d'obtenir les vitesses intermédiaires nécessaires.

Les voitures sont munies d'un frein à main et d'un frein Westinghouse à air comprimé.

Une batterie d'accumulateurs de 12 éléments alimente les 20 lampes utilisées pour l'éclairage de la voiture.

Chaque voiture, en ordre de marche, pèse 58 tonnes sans les voyageurs.

Voiture automotrice à accumulateurs de la Société italienne de l'Adriatique. — Ce type de voiture a été adopté pour le service de la ligne de Bologne à San Felice, où les rampes ne dépassent pas 5 à 6 mm par mètre. Comme la précédente, cette voiture est du type américain à deux bogies ; chaque bogie est portée par deux essieux dont l'un est actionné par un moteur à quatre pôles, excité en série et à simple réduction de vitesse dans le rapport de 1 à 3.

La voiture, dont la caisse a 18 mètres de longueur hors tampons, 2,82 m de largeur et 2,70 m de hauteur, comporte 52 places assises et un compartiment dans le milieu pour les bagages. A chaque extrémité de la voiture, on a réservé une large plate-forme et une cabine pour le wattman.

L'énergie électrique est fournie par une batterie de 288 accumulateurs, du type Pescetto, à oxydes rapportés, construits par la maison Cruto, de Turin.

Chaque élément a 7 plaques positives et 8 positives du poids total de 21,420 kg. Les bacs sont en ébonite. Cette batterie pèse 8 000 kg et est logée dans des caisses placées sous la voiture entre les bogies ; sa capacité est de 180 ampères-heure au régime de charge et de décharge en 2 heures 1/2. Le régime moyen de décharge est de 100 ampères.

La vitesse commerciale de marche est de 29 kilomètres par heure et la vitesse moyenne de 37 kilomètres.

Un coupleur série-parallèle est installé dans chaque cabine de wattman, à l'avant et à l'arrière.

La voiture est munie d'un frein Westinghouse à air comprimé et d'un frein électrique. Elle est éclairée par des lampes à incandescence de 16 bougies.

A vide, la voiture pèse 33 tonnes, dont 8 pour la batterie d'accumulateurs et 4 pour les moteurs.

Voiture automotrice à accumulateurs des chemins de fer de l'État belge. — Cette voiture est montée sur deux bogies et a 17,18 m de longueur et 3,02 m de largeur ; elle peut contenir 29 voyageurs de 2^e classe et 34 de 3^e classe (*fig. 10*).

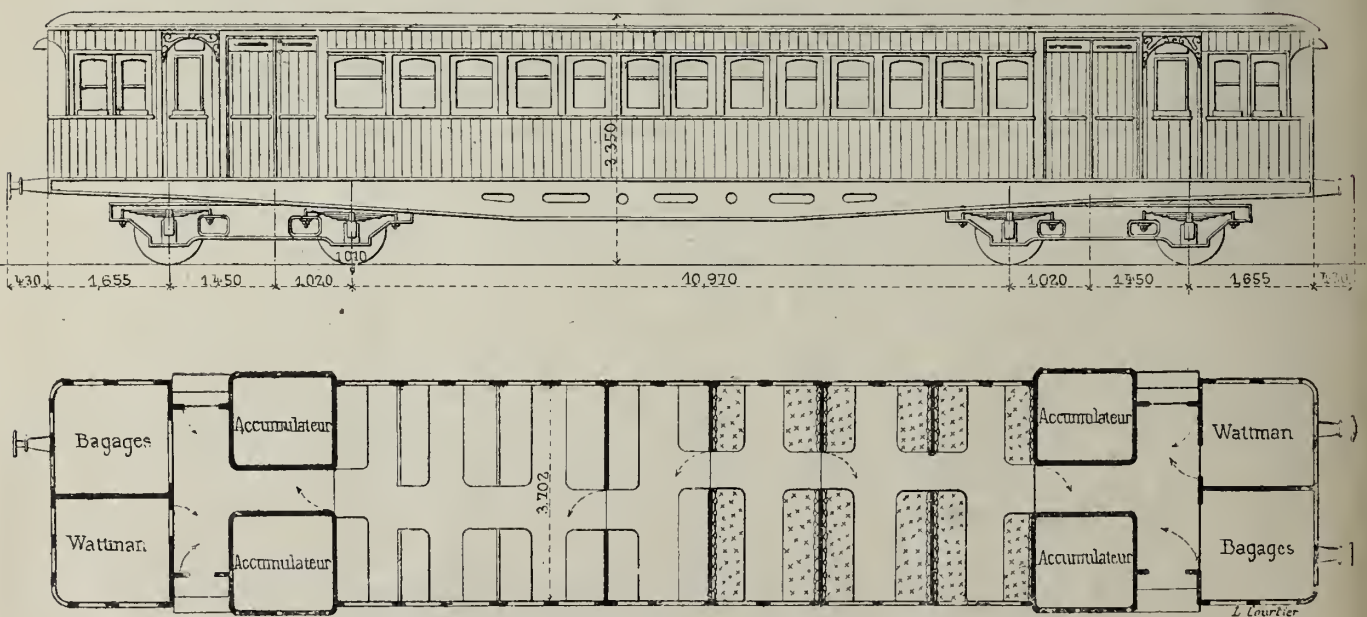


FIG. 10. — Voiture automotrice à accumulateurs des chemins de fer de l'État belge.

A l'avant et à l'arrière de la caisse est ménagée une cabine divisée en deux parties : l'une pour le mécanicien, l'autre pour recevoir les bagages.

La voiture est actionnée par deux moteurs à courant continu à quatre pôles, un par bogie, d'une puissance de 70 chevaux à la tension de 350 volts.

L'énergie électrique est fournie par une batterie de 160 accumulateurs logés dans quatre compartiments ménagés à cet effet aux quatre angles de la caisse.

Le frein est du système Westinghouse à air comprimé ; en outre le wattman dispose d'un frein à main.

La voiture à vide pèse 48 tonnes.

Quoique étant établie pour être alimentée par des accumulateurs, cette voiture est disposée pour pouvoir, sans modification, capter le courant par trolley sur ligne aérienne et aussi par contact sur un troisième rail.

Voiture automotrice à accumulateurs de la Compagnie générale des Omnibus de Paris — Cette voiture est du type de celles qui sont destinées au service de la ligne Louvre-Vincennes ; elle a été construite par la Compagnie de Fives-Lille.

La voiture, à impériale couverte, contient 52 places ; elle est actionnée par deux moteurs électriques à quatre pôles placés entre les essieux ; ils sont à simple réduction de vitesse.

L'énergie électrique est fournie par une batterie d'accumulateurs Blot logée sous les banquettes et du poids de 4 700 kg.

Chaque voiture est munie d'un frein à air système Soulerin et d'un frein à main ; en cas de besoin, le wattman peut faire usage du freinage électrique.

L'équipement électrique comprend, outre les moteurs et la batterie, un coupleur série-parallèle permettant d'obtenir, entre l'arrêt et la vitesse maximum, sept vitesses intermédiaires ; une prise de courant pour la charge des accumulateurs, charge dont la durée doit être au maximum de 15 minutes ; un interrupteur de sûreté ; un coupe-circuit.

2° VOITURE A PRISE DE COURANT PAR TROISIÈME RAIL

Voiture automotrice, à prise de courant par troisième rail, de la Société italienne de la Méditerranée. — Cette voiture, du type américain à deux bogies, pèse 47 tonnes, a une longueur totale de 17,20 m, 4,125 m de hauteur et 2,960 m de largeur dans la partie centrale. Elle peut contenir 75 voyageurs dont 63 assis.

Les bogies sont à deux essieux moteurs ; chaque voiture est actionnée par quatre moteurs de 70 à 75 chevaux et à simple réduction de vitesse. Les deux moteurs de chaque bogie sont couplés en parallèle.

Un coupleur série-parallèle est installé à chaque extrémité de la voiture.

Le courant est pris sur un troisième rail.

Chaque voiture est éclairée extérieurement et intérieurement par des lampes à incandescence et est munie d'un frein à main et d'un frein Westinghouse à air comprimé.

Ce type de voiture a été adopté pour établir un service de trains légers sur le chemin de fer de Milan-Gallarate-Varese-Porto Ceresio-Arona.

3° VOITURES A PRISE DE COURANT PAR TROLLEY OU CONTACT SUPERFICIEL

Voiture automotrice à prise de courant par trolley de la Société italienne de l'Adriatique. — Cette voiture, comme la locomotive de la même Société qui a été précédemment décrite, est destinée à être actionnée par des courants triphasés captés par deux trolleys placés aux deux extrémités de la voiture.

L'équipement électrique de cette voiture (*fig. 11*) est analogue à celui de la locomotive (Voir page 9), sauf que les transformateurs et les rhéostats sont placés au-dessous de la caisse entre les deux bogies.

La caisse, de 18,40 m de longueur et de 2,80 m de largeur, repose sur un truck à deux bogies et pèse 50 tonnes. Elle peut contenir 66 voyageurs. A chaque extrémité se trouvent la cabine du wattman et un compartiment fermé; l'un des compartiments fermés est réservé aux bagages, l'autre est un water-closet et contient en outre le compresseur d'air.

En cas d'interruption du courant, une petite batterie spéciale d'accumulateurs assure un éclairage de secours.

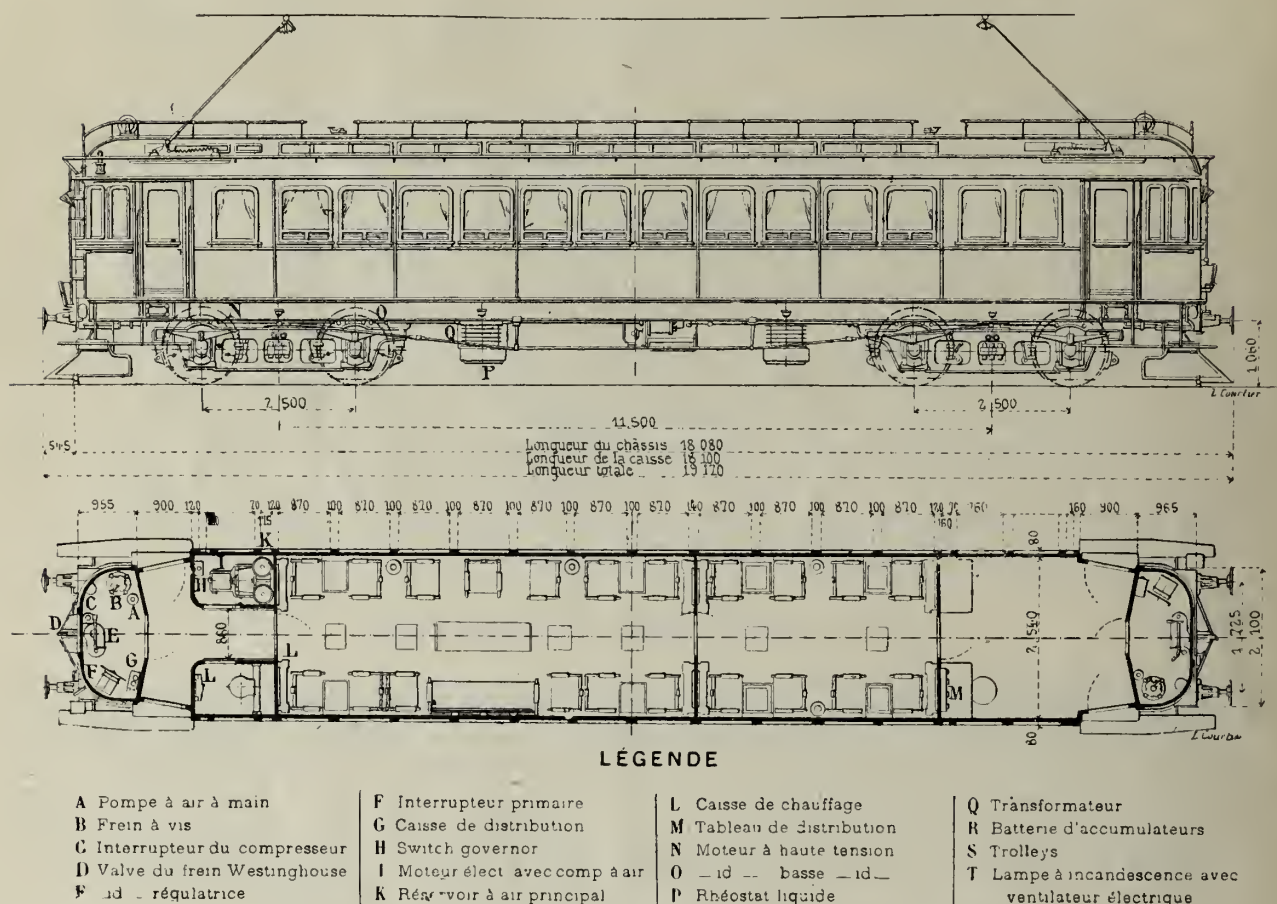


FIG. 11. — Voiture automotrice à trolley de la Société italienne de l'Adriatique.

Voiture automotrice des tramways de Moutiers au Villard. — Cette voiture sortait des ateliers de la Compagnie de Fives-Lille.

La caisse de la voiture repose sur un truck, composé de deux longerons doubles, par l'intermédiaire de deux ressorts à lames placés au centre et de deux ressorts à pincettes à chaque extrémité.

Un certain jeu a été ménagé entre les boîtes à graisse et les plaques de garde pour permettre à la voiture de circuler dans les courbes à faible rayon. De chaque côté de la boîte à graisse et fixé à la plaque de garde sur laquelle il s'appuie, est un ressort horizontal qui maintient le parallélisme des essieux dans la partie de la voie en ligne droite; dans les courbes, ces ressorts permettent à l'essieu de prendre la convergence nécessaire et le ramènent aussitôt après à la position normale.

La voiture est actionnée par deux moteurs à simple réduction de vitesse, d'une puissance normale de 25 chevaux chacun pouvant, au besoin, en développer 40 à 45. Ce type de moteur est à 4 pôles, du type cuirassé avec induit en tambour à noyau feuilleté. L'inducteur d'une seule

pièce en acier coulé est muni de pièces polaires feuilletées et rapportées. Le poids de chaque moteur est de 900 kg environ.

Le coupleur est du type série-parallèle. Il y en a un à chaque extrémité de la voiture. Ce coupleur comporte deux cylindres : le cylindre principal servant à coupler les moteurs en série ou en parallèle et le cylindre auxiliaire permettant d'obtenir à volonté la marche en avant ou la marche en arrière, soit avec les deux moteurs, soit avec chacun d'eux séparément. Chacun de ces cylindres est muni de dispositifs de blocage qui ne permettent de les manœuvrer que dans certaines positions déterminées afin d'éviter toute fausse manœuvre.

La prise de courant s'effectue par une roulette de trolley montée sur une perche à ressorts et fixée à un châssis disposé sur le toit de la voiture.

Voiture automotrice des tramways de l'Est parisien. — Cette voiture (*fig. 12*) a été construite par la Compagnie française de Matériel de chemin de fer et comporte une prise de courant par trolley aérien et une prise de courant par contact superficiel.

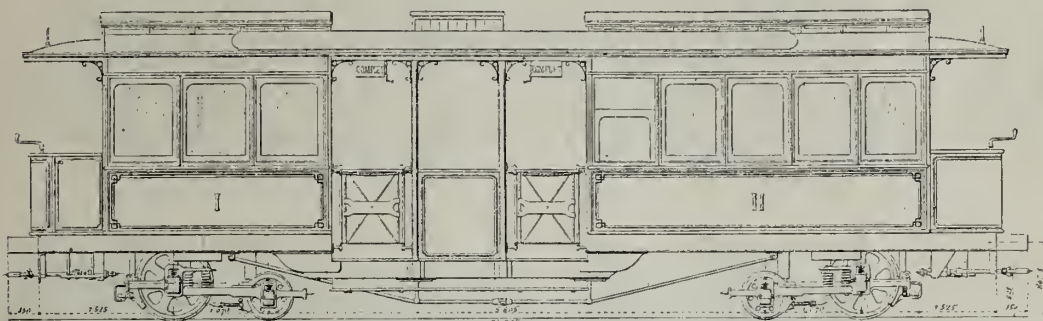


FIG. 12. — Voiture automotrice des tramways de l'Est parisien.

Du poids de 11 tonnes, elle peut recevoir 48 voyageurs, dont 16 en 1^{re} classe. Elle comporte une plate-forme centrale et une petite plate-forme indépendante à chacune des extrémités pour le wattman; sa longueur est de 10,945 m et sa largeur de 2 m.

La caisse est montée sur deux trucks du système Brill.

L'appareillage comporte deux coupleurs série-parallèle, un à chaque extrémité; un frein à vis actionné par l'air comprimé et pouvant être commandé indifféremment des deux extrémités de la voiture; des sablières, des sonneries d'alarme, etc.

La voiture est actionnée par deux moteurs électriques de 35 chevaux montés sur les bogies.

Voiture automotrice pour voie d'un mètre. — Ce type de voiture, exposé par la Société de Dietrich et C^{ie} de Lunéville, pèse 7 tonnes et peut recevoir 32 voyageurs. Elle comporte une plate-forme de 1,30 m de longueur à chaque extrémité; la caisse de la voiture, placée au centre du châssis, a 4,100 m.

Le truck est formé de longerons en fer forgé reliés par des traverses en fer cornière.

Cette voiture est éclairée par des lampes à incandescence.

Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie générale parisienne des tramways. — Ce type de voiture est celui qui est en service sur la ligne de Saint-Ouen au Champ-de-Mars et qui capte le courant par trolley sur ligne aérienne ou sur conducteur placé dans un caniveau souterrain.

Cette voiture (*fig. 13*), de 9,700 m de longueur, est divisée en cinq compartiments et peut recevoir 36 voyageurs dont 11 sur la grande plate-forme, 10 dans le compartiment de 1^{re} classe,

12 dans le compartiment de 2^e classe et 3 sur la petite plate-forme; en outre, une petite plate-forme est réservée au wattman à chacune des extrémités de la voiture.

La voiture est actionnée par deux moteurs électriques de 35 chevaux chacun, du type GE-58 de la Compagnie Thomson-Houston; ces moteurs sont à simple réduction de vitesse, comportent 4 pôles et sont complètement enfermés.

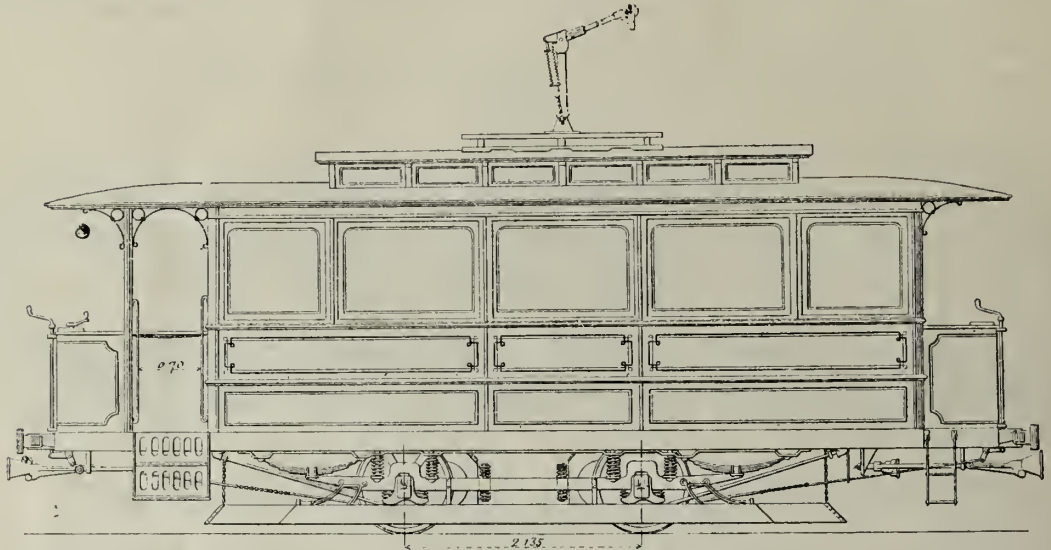


FIG. 13. — Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie générale parisienne des tramways.

L'équipement électrique se compose d'un appareil de prise de courant pour trolley de caniveau souterrain, monté sur les longerons du truck; de deux coupleurs du type série-parallèle;

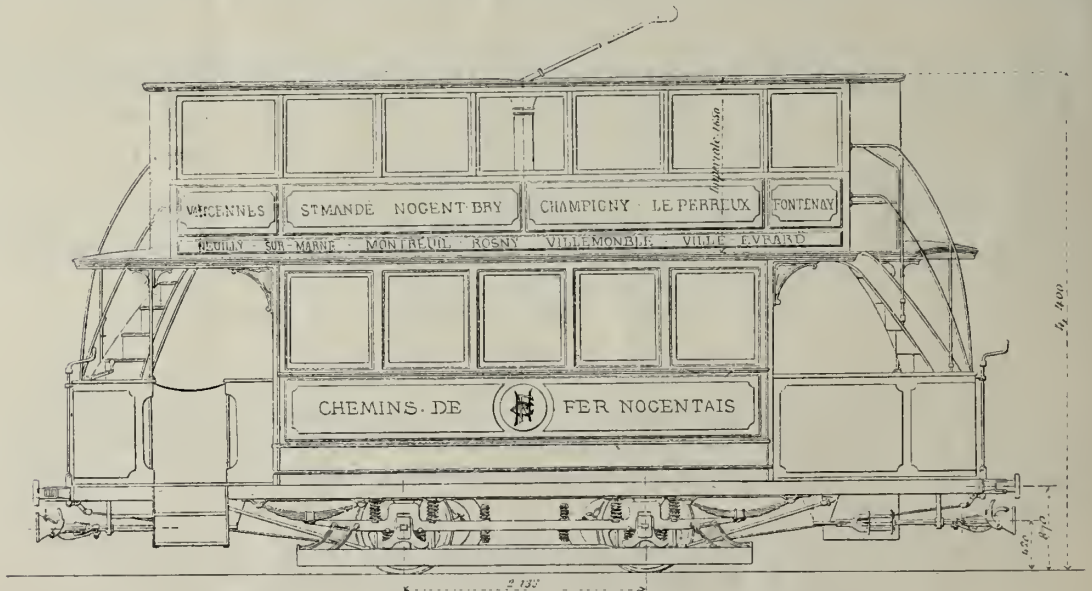


FIG. 14. — Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie des chemins de fer nogentais.

d'un parafoudre; de l'installation d'éclairage électrique par lampes à incandescence; de l'installation de chauffage électrique à l'aide de radiateurs; de résistances placées sous la caisse et enfin de deux interrupteurs à soufflage magnétique branchés sur le circuit principal à chacune des extrémités de la voiture.

Chaque voiture est munie d'un frein à main, d'un frein à air comprimé et de sablières.

Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie des chemins de fer nogentais. — Cette voiture, comme la précédente, est du système Thomson-Houston; elle est à prise de courant par trolley avec roulette, système Dickinson, et a 8,800 m de longueur.

Comme on le voit sur la figure 14, cette voiture a deux plates-formes et une impériale; elle peut recevoir 52 voyageurs.

Elle est actionnée par deux moteurs Thomson-Houston, type TH-2 de 35 chevaux de puissance chacun; ils sont à 4 pôles et complètement enfermés. Ils attaquent l'essieu par simple réduction de vitesse.

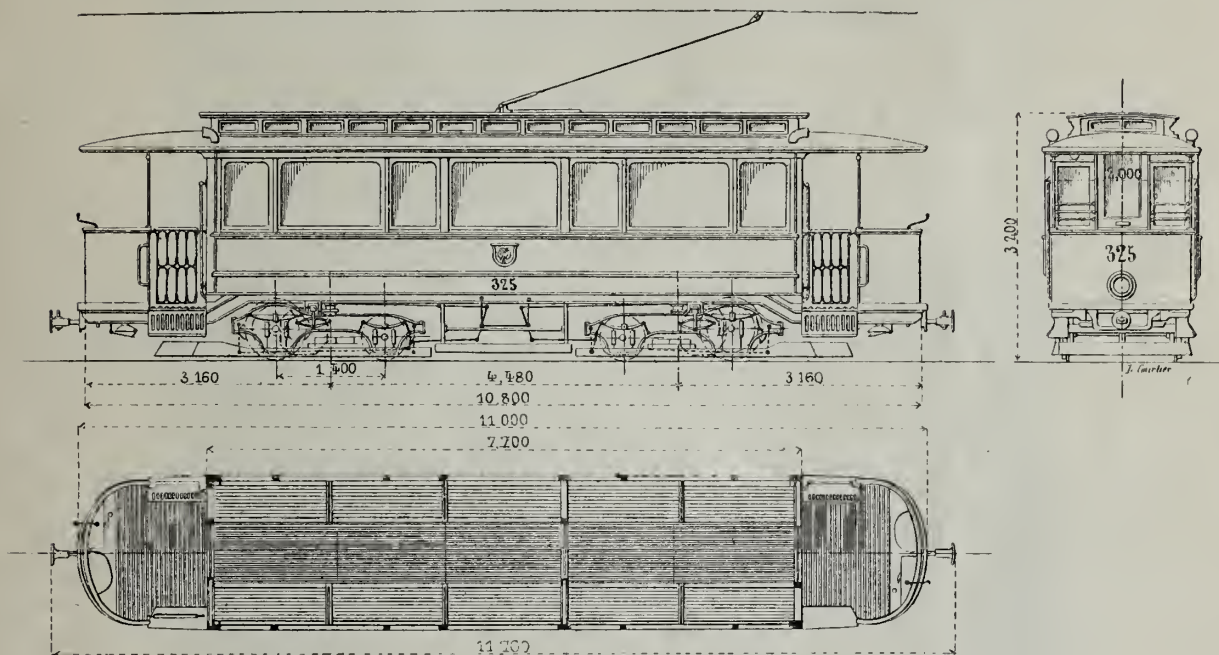


FIG. 15. — Voiture automotrice à trolley des tramways de Vienne (Autriche).

Ce type de voiture est chauffé et éclairé électriquement.

L'équipement électrique, les freins et les sablières sont les mêmes que dans la voiture de la Compagnie Générale parisienne des Tramways.

Voiture automotrice des tramways de Vienne (Autriche). — Cette voiture était exposée par M. J. Ringhofer de Smichow, près de Prague, qui en est le constructeur.

La figure 15 représente cette voiture, qui peut recevoir 40 voyageurs et dont le poids, sans les voyageurs, est de près de 13 tonnes, équipement électrique compris.

La caisse est montée sur deux bogies de système dit à traction maximum.

SYSTÈMES DE TRACTION ÉLECTRIQUE

CHEMIN DE FER MONORAIL, SYSTÈME LANGEN

La « Continental Gesellschaft für Elektrische Unternehmungen », de Nuremberg, avait exposé à Vincennes un tronçon de voie ainsi qu'une voiture du système Langen.

Ce système (*fig. 16*), appliqué sur la ligne de Barmen-Elberfeld-Vohwinkel, est caractérisé par ce fait que la voiture est librement suspendue à la voie et que sa position se trouve déterminée uniquement par la pesanteur ou par la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur.

La structure générale de la charpente métallique qui supporte les deux files de rails

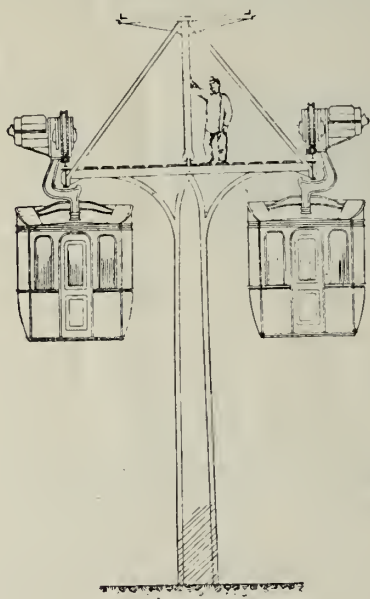


FIG. 16. — Monorail système Langen.

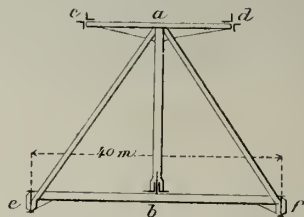


FIG. 17. — Section de la charpente métallique en voie droite.

se trouve représentée figure 17. C'est une poutre en treillis *ab*, dont l'aile supérieure *cd* et l'aile inférieure *ef* sont elles-mêmes deux poutres posées horizontalement. La partie *ab* résiste aux efforts verticaux; les parties *cd* et *ef*, réunies par une triangulation, supportent les

efforts horizontaux et de torsion. Les deux files de rails sont posés en *e* et en *f*, sur les deux côtés de la poutre horizontale. Le tout est supporté à la hauteur convenable, soit par des pylônes droits passant par l'axe (*fig. 18*), soit par des arceaux, soit enfin — et c'est le cas au-dessus de la rivière — par des palées qui s'appuient sur les rives (*fig. 19*). La distance de ces supports est en moyenne de 30 m. L'écartement horizontal des montants verticaux des arceaux est de 11,40 m. La distance horizontale entre les assises des palées va jusqu'à 30 m. L'écartement normal des deux rails est de 4 m. De distance en distance (tous les 200 ou 300 m), un pylône plus important est destiné à résister aux efforts horizontaux, alors que les supports intermédiaires peuvent se prêter aux déplacements dans le sens longitudinal. A mi-distance entre ces pylônes, un joint permet la libre dilatation.

Dans les courbes, la poutre inférieure *ef* seule épouse le tracé exact; la poutre supérieure *cd* reste droite (*fig. 20*).



FIG. 18. — Chemin de fer monorail, système Langen. — Tronçon de ligne exposé à Vincennes.

Les stations sont également établies sur charpente métallique combinée avec les palées qui supportent la voie. Les quais qui donnent accès aux voitures sont extérieurs aux voies; un plus grand écartement des rails (*fig. 21*) permet, d'ailleurs, d'avoir des quais de milieu. La ligne se termine à chaque extrémité par une raquette de 8 m de rayon qui évite d'avoir à tourner les

voitures. Des aiguilles pivotantes ont été également établies à la station de Vohwinkel et au jardin zoologique d'Elberfeld.

Les rails sont du type Haarmann et pèsent 24 kg le mètre. Leurs extrémités se recouvrent partiellement à l'endroit des éclissages en vue d'éviter les chocs. La surveillance de cette ligne,



FIG. 19. — Monorail Langen. Ligne de Barmen à Elberfeld.

ainsi que celle des conducteurs électriques, est facilitée par l'existence d'un plancher à claire-voie qui permet la circulation au niveau de la ligne. Les voitures, construites par van der Zypen

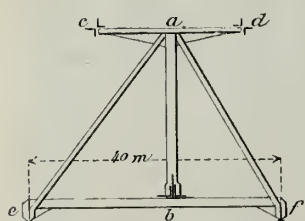


FIG. 20. — Section de la charpente métallique dans les courbes.

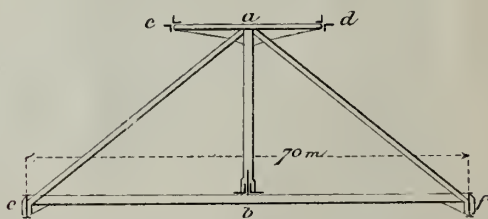


FIG. 21. — Section de la charpente métallique dans les stations ayant un quai de milieu.

et Charlier, ont 11,45 m de long, 2,10 m de large; elles contiennent 50 places, dont 30 assises. Elles sont divisées en deux classes et pourvues de portes latérales qui donnent accès aux voitures dans les stations et de portes en bout permettant de circuler sur toute la longueur du train ou, en cas de détresse, de passer dans un autre train arrivant sur la même voie.

L'ossature du véhicule est métallique. La suspension a été étudiée avec un soin tout particulier; les dispositifs de sécurité ont été multipliés en vue de rendre impossible la chute d'une voiture autrement que par un accident d'une gravité exceptionnelle. Le véhicule entier est sus-

pendu à deux bogies à deux roues chacun (*fig. 22*). Le diamètre de ces roues est de 90 cm, l'empattement d'un bogie, 1,10 m et la distance d'axe en axe des deux bogies, 8 m. Les boîtes à huile qui reposent sur les extrémités des deux courts essieux de chaque bogie sont montées, sans aucun intermédiaire élastique, sur deux flasques en tôle d'acier qui, se recourbant comme on le voit en *n* sur la figure 23, portent le pivot sur lequel vient reposer la traverse qui supporte la voiture. Le moteur électrique qui actionne à la fois, par simple réduction, les deux roues d'un même bogie, est monté en porte-à-faux vers l'extérieur. Ce moteur, du type Schuckert, a une puissance de 36 chevaux et son pignon engrène, en même temps, avec deux roues dentées dont chacune est solidaire d'une des roues du bogie. Un cylindre à frein vertical (Westinghouse)

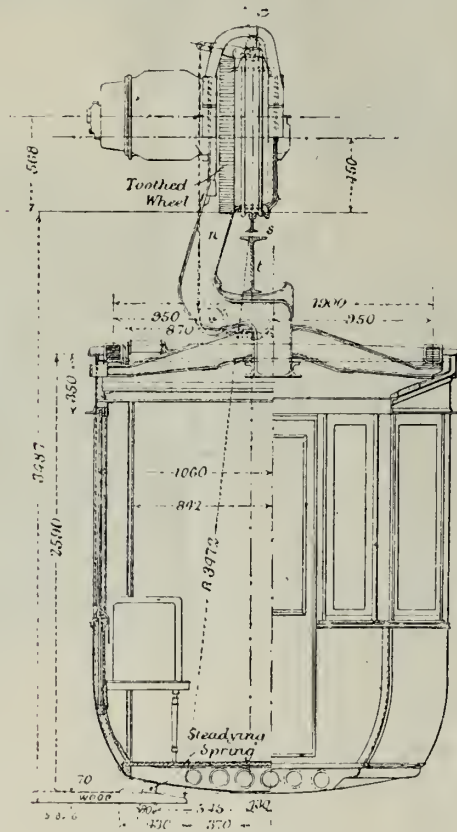


FIG. 23. — Coupe des voitures du monorail suspendu système Langen.

monté entre les deux roues, agit en même temps, par l'intermédiaire d'un simple balancier, sur deux leviers qui viennent presser les sabots contre les bandages. L'air nécessaire au freinage est emmagasiné, avant le départ, sous une pression de 8 kg, dans un réservoir formé de cinq tubes horizontaux de 10 cm de diamètre, montés sous le plancher de la voiture qu'ils contribuent en partie à supporter. Un frein à main agit sur la même timonerie et le coupleur de manœuvre est disposé de façon à permettre le freinage électrique.

Revenons à la suspension de la voiture. On remarquera (*fig. 23*) que la pièce *n* porte, au-dessous de la poutre *t* qui supporte le rail *s*, une pièce munie de butées qui peut limiter l'amplitude de l'oscillation de la voiture (15° environ de chaque côté de la verticale) et que cette pièce passe au-dessous de la poutre *t* avec un jeu très faible. Ce jeu est de 7 mm et, comme la hauteur du boudin de la roue est de 30 mm, on voit que le déraillement est impossible. On remarquera encore que la partie supérieure de cette pièce *n* passe également très près de la surface de roulement du rail, de sorte qu'en cas de rupture d'un essieu, elle viendrait simplement tomber sur le rail et d'une très faible hauteur. Le pivot qui supporte

la traverse permet la rotation du bogie dans les courbes, de même que la dénivellation des deux extrémités du véhicule; les constructeurs ont prévu que, en cas de rupture de la crapaudine, la traverse viendrait simplement tomber sur les fers en V solidaires de *n*. A chacune de ces deux extrémités, la traverse porte un des ressorts de suspension de la voiture. Là encore, il fallait prévoir la rupture possible de ce ressort; les deux extrémités de la traverse s'engagent donc, avec le jeu nécessaire, dans deux ouvertures pratiquées dans l'ossature de la caisse, de sorte que la rupture du ressort n'aurait d'autre effet que de faire reposer directement la caisse sur la traverse.

Toutes les voitures sont automotrices. Elles sont réunies électriquement par des câbles qui complètent les pièces d'attelage, la commande se faisant par la voiture de tête. Les autres voitures ne sont munies que d'un coupleur rudimentaire pour les manœuvres en gare.

Le courant est amené sous 530 volts par un petit rail en fer fixé à des isolateurs obliques. Le retour se fait par les rails de roulement. Les figures 24 et 25 montrent les détails du frotteur de prise de courant. C'est une sorte de patin F, dont la surface frottante est constituée par une

dizaine de bandes de bronze fixées à une semelle, le tout étant monté à l'extrémité d'un court levier isolé L que deux ressorts viennent appuyer sur le rail conducteur. L'ensemble permet, bien entendu, à la voiture de suivre ses oscillations naturelles sans que la surface du patin cesse d'être en contact avec le rail.

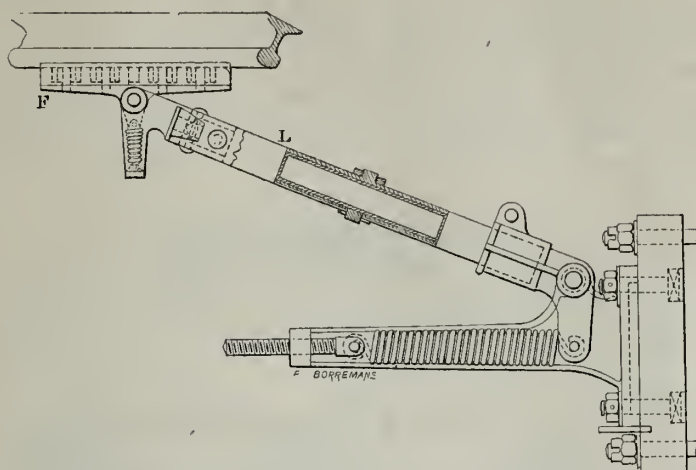


FIG. 24. — Frotteur de prise de courant. — Élévation.

La possibilité d'une détresse en pleine voie constitue une objection sérieuse pour un chemin de fer de ce genre, sans communication immédiate avec le sol. Aussi toutes les précautions ont été prises pour prévenir les arrêts intempestifs. A cet effet, les deux voies sont alimentées par deux conducteurs distincts et une batterie d'accumulateurs, installée à l'usine, peut servir de secours en cas d'accident aux machines. En cas d'accident sur une des voies, on a la possibilité de recueillir les voyageurs par un train de l'autre voie.

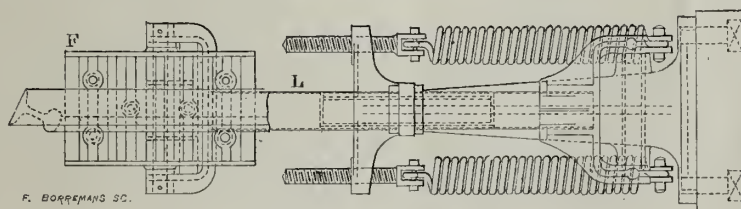


FIG. 25. — Frotteur de prise de courant. — Plan.

Les promoteurs du système Langen ont fondé sur l'application du principe de la libre suspension de plus amples espérances et ont envisagé son emploi pour les lignes à long parcours et à très grande vitesse. Malgré tout l'intérêt que peuvent présenter ces projets, nous nous bornerons à cet exposé d'une application réalisée, estimant qu'elle constitue déjà une brillante confirmation de la justesse d'une idée hardie et originale. Nous terminerons par l'exposé des avantages que revendiquent ceux qui se sont faits les propagateurs de ce système, en nous limitant au cas des chemins de fer urbains :

1° En raison de ce que la voiture peut franchir les courbes sans ralentir, on peut obtenir des vitesses moyennes de marche assez élevées ;

2° L'absence des choes dans les courbes et aux joints des rails, la présence d'un seul rail qu'il est possible de poser avec une grande précision sur charpente métallique donnent aux véhicules une douceur de roulement exceptionnelle ;

3° Enfin, par suite de la simplicité de la voie, des formes judicieuses de la structure métallique, de la légèreté des voitures, le prix de revient du viaduc aérien est notablement moins élevé que dans les systèmes à double rail.

On aura une idée de la différence possible, en comparant le poids de métal employé sur la ligne que nous venons de décrire, soit 1 400 kg par mètre pour des portées de 30 m avec celui du tramway de Berlin, qui nécessite 1 400 kg par mètre avec des portées de 16,50 m seulement.

SYSTÈMES DE DISTRIBUTION DU COURANT PAR CONTACTS SUPERFICIELS

Système Diatto. — Dans le système Diatto, le câble amenant le courant est isolé, enterré dans le sol et relié à des pavés métalliques échelonnés de distance en distance dans l'entre-rails de la voie. Un frotteur en fer, suspendu sous la voiture et relié électriquement aux moteurs, sert de prise de courant.

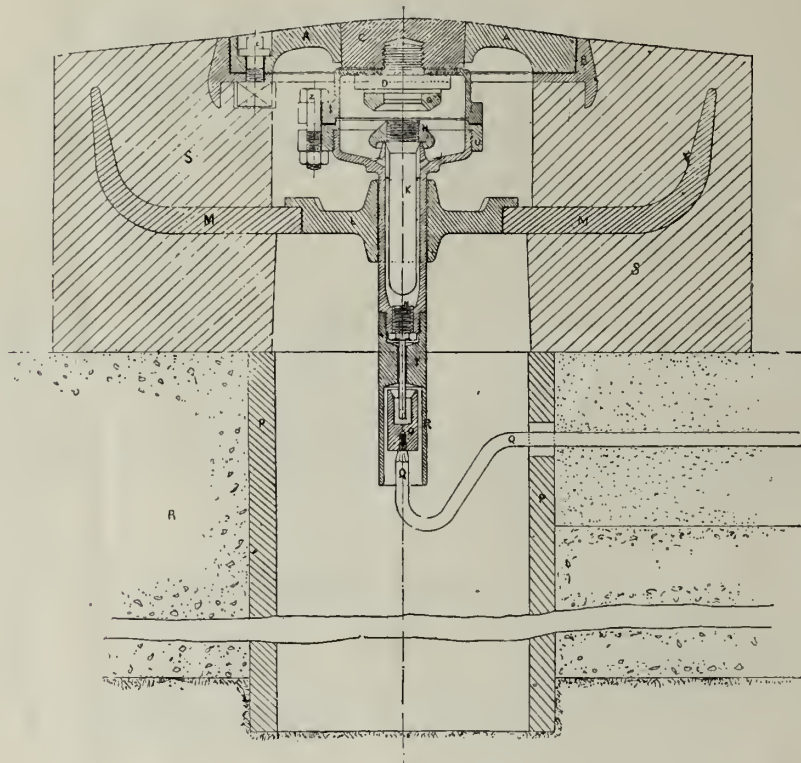


FIG. 26. — Contact superficiel, système Diatto.

La figure 26 donne les détails de construction du pavé métallique ou boîte de contact, dont les bords affleurent la chaussée, la surface supérieure présentant un léger bombement faisant saillie au-dessus du pavage de 20 mm environ.

Le bloc S formant la masse de la boîte est en asphalte ; il est évidé en son milieu et communique directement avec le sol par un tuyau en grès P. Les boîtes ainsi que la voie sont posées sur un radier en béton. L'évidement central de la boîte en asphalte se ferme par un tampon amovible A en métal antimagnétique, très solide et garni en son milieu d'un cylindre de fer doux C. Ce tampon A repose sur une couronne en bronze B, noyée dans la masse, et se fixe à l'aide de trois boulons E.

Une pièce de fonte M, de grande perméabilité magnétique, est encastrée dans la masse de la boîte et sert de support à un collier de fonte L qui reçoit la partie inférieure d'un godet en ébonite J contenant du mercure. Les extrémités de la pièce M sont terminées par des ailettes qui se relèvent verticalement et qui sont noyées dans la masse d'asphalte.

A la partie inférieure du godet en ébonite J est vissé un bouchon de cuivre N muni d'une

tige de cuivre qui vient plonger dans le mercure que renferme un autre godet métallique O relié au conducteur Q qui amène le courant. La cheville en fer K plonge dans le mercure que contient le godet en ébonite J. La quantité de mercure et le volume de cette cheville ont été calculés de manière que le poids de cette dernière, dans sa position de repos, soit sensiblement équilibré par la poussée du liquide afin qu'une très faible attraction magnétique suffise pour la soulever.

La partie supérieure de la cheville est munie d'une tête H en charbon graphitique très solide et très conducteur. Le cylindre de fer doux fixé C, fixé au centre du tampon A, porte en son milieu un bouchon à vis D, garni d'un bloc G en charbon de même qualité que celui qui se trouve sur la tête de la cheville K. Une cloche en laiton I est fixée au tampon A à l'aide du bouchon D ; cette cloche, à son tour, supporte, par trois boulons Z, le godet en ébonite J par l'intermédiaire d'une bride assurant un joint parfaitement étanche.

Le godet J se prolonge, à sa partie inférieure, par un tube R en ébonite qui forme cloche à air étanche. Grâce à cette disposition, si la boîte venait accidentellement à se remplir d'eau, l'air contenu dans le tube R se comprimerait légèrement et empêcherait l'eau d'atteindre les contacts électriques.



FIG. 27. — Frotteur, système Diatto.

Le frotteur dont est muni chaque voiture, à sa partie inférieure, est constitué par un barreau aimanté (*fig. 27*) qui passe successivement sur tous les plots. Lorsqu'il se trouve au-dessus de l'un d'eux, il attire la cheville K ; celle-ci, dans son mouvement ascensionnel, ne cesse pas de plonger dans le mercure et sa tête arrive au contact de la partie inférieure du cylindre de fer doux C fixé au centre du tampon A. Le circuit électrique des moteurs se ferme ainsi par l'intermédiaire du frotteur de la voiture, de la paroi métallique supérieure de la boîte de contact, de la cheville, du mercure et du conducteur de dérivation venant du câble souterrain.

Le frotteur se compose de trois barres parallèles sur lesquelles sont montés horizontalement des électro-aimants disposés de manière à communiquer la polarité nord à la barre centrale et la polarité sud aux deux barres latérales. Chaque électro-aimant porte deux enroulements distincts et de même sens afin de permettre de les exciter par deux sources différentes de courant : en marche normale de la voiture, ils sont excités par le courant de la ligne qui passe dans l'un des enroulements ; au départ de la voiture ou dans le cas où le circuit du courant principal viendrait à être interrompu dans la bobine, une petite batterie d'accumulateurs fournit le courant nécessaire qui passe dans le second enroulement.

Système Dolter. — Ce système de contact est fondé sur le même principe que le contact Diatto, c'est-à-dire sur l'attraction magnétique exercée par une barre aimantée, portée par la voiture, sur une pièce de fer doux disposée sur la voie qui vient, au moment voulu, fermer le circuit de la ligne et alimenter les moteurs actionnant la voiture.

Le système Dolter diffère cependant du système Diatto par quelques points intéressants et notamment par une grande simplicité de construction. Le mercure qui, dans le contact Diatto, sert de conducteur intermédiaire au courant, est supprimé et la pièce mobile se trouve dans le voisinage immédiat du plot aimanté.

La figure 28 représente le dispositif employé pour obtenir le contact. Le pavé portant le plot de contact est en fonte manganésée non magnétique ; il est maintenu à hauteur invariable sur la chaussée au moyen de deux traverses en chêne fixées aux rails et sur lesquelles il est tiré-foncé. Le plot de contact qu'il supporte en son milieu est formé de deux pièces en acier coulé. Ce

plot est logé dans un évidement du pavé, dont il est isolé par une pièce moulée en ambroïne qui fait corps avec le plot.

Sur l'une des pièces du plot est fixé, à l'aide de deux tourillons en fer, un levier constitué par deux bras placés à angle droit. Le petit bras, horizontal, est formé d'un cylindre de fer doux: le grand bras vertical est un tube en ambroïne à l'extrémité inférieure duquel se trouve un disque métallique dans lequel est encastré un contact en charbon, relié électriquement au cylindre de fer doux horizontal. L'ensemble du levier est enfermé dans un cylindre d'ambroïne, sur le fond duquel est fixé, par un écrou, un ressort dont l'extrémité supérieure porte un disque métallique muni d'un contact en charbon, identique à celui qui porte le bras vertical du levier. La dérivation de la ligne d'alimentation est reliée à l'écrou qui sert à fixer ce ressort et, par



FIG. 23. — Contact superficiel, système Dolter.

suite, au contact en charbon; pour éviter l'échauffement du ressort provoqué par le passage du courant, on a doublé ce ressort par deux lamelles de cuivre rouge. Le cylindre d'ambroïne se termine inférieurement par une partie en forme de double cloche qui vient s'emboîter sur l'isolateur qui porte le fil de dérivation.

Le frotteur destiné à amener le courant aux moteurs est fixé sous la voiture. Il est constitué par deux barres en fer symétriques réunies entre elles, de distance en distance, par des entretoises. Sur ces entretoises sont enfilées les bobines d'excitation destinées à produire l'aimantation des barres, nécessaire pour provoquer l'attraction du

levier contenu dans le plot. Au départ, l'excitation est obtenue par quatre éléments d'accumulateurs montés en dérivation sur les bobines. Une des extrémités de l'enroulement des bobines est reliée à l'une des barres, tandis que l'autre est fixée sur une borne du coupleur de la voiture. En marche, les bobines sont alimentées par le courant de la ligne.

Le frotteur avec ses bobines d'excitation constitue un grand électro-aimant; les deux barres de ce frotteur forment l'une le pôle nord et l'autre le pôle sud. Lorsque le frotteur est excité et qu'il vient à passer sur l'un des plots de contact, le circuit magnétique est presque fermé par les deux pièces en acier coulé du plot qui se trouvent alors fortement aimantées et qui attirent énergiquement le bras horizontal en fer doux du levier mobile formant armature de l'électro-aimant dont les deux pôles sont représentés par les deux pièces du plot. Le levier oscille alors autour de ses tourillons et sa partie inférieure, portant le contact en charbon, vient appuyer sur le second contact en charbon que porte le ressort, fermant ainsi le circuit d'alimentation des moteurs de la voiture.

Le frotteur de la voiture a une longueur de 6,60 m de façon à pouvoir actionner un plot avant d'avoir quitté le plot précédent.

Pour prévenir les accidents qui pourraient se produire quand, pour une cause fortuite, un plot qui n'est plus couvert par la voiture reste en contact avec le fil d'alimentation, M. Dolter a muni la voiture d'un second frotteur, dit frotteur de sûreté, installé à l'arrière et en contact avec la masse. Lorsqu'un plot est resté en communication avec le circuit d'alimentation, le frotteur de sûreté, à son passage, détermine un court circuit qui produit la fusion d'un coupe-circuit disposé à l'intérieur d'un bras vertical du levier renfermé dans le plot; ce fil fusible, constitué par un fil d'aluminium d'un diamètre suffisant pour laisser passer le courant nécessaire lors du démarrage, sert en même temps de conducteur pour relier le contact en charbon au

cylindre de fer doux constituant le bras horizontal du levier mobile. Pour protéger la station de distribution qui alimente le réseau, le court-circuit ne peut se faire qu'à travers une résistance de 2 ohms qui limite le débit à 250 ampères. Le frotteur de sûreté a une longueur suffisante pour permettre au fil fusible de s'échauffer et de fondre si le courant est encore sur le plot au-dessus duquel il passe.

Système Vedovelli. — Dans le système Vedovelli, chaque plot de la ligne est alimenté par un commutateur; c'est une sorte d'interrupteur qui se ferme automatiquement au moment voulu. La dénomination de commutateur est exacte, car il n'y a jamais interruption de courant, puisque l'interrupteur précédent ne s'ouvre qu'au moment où le suivant est fermé. C'est cette commutation du courant qui caractérise le système Vedovelli exposé par la Compagnie générale de constructions électriques.

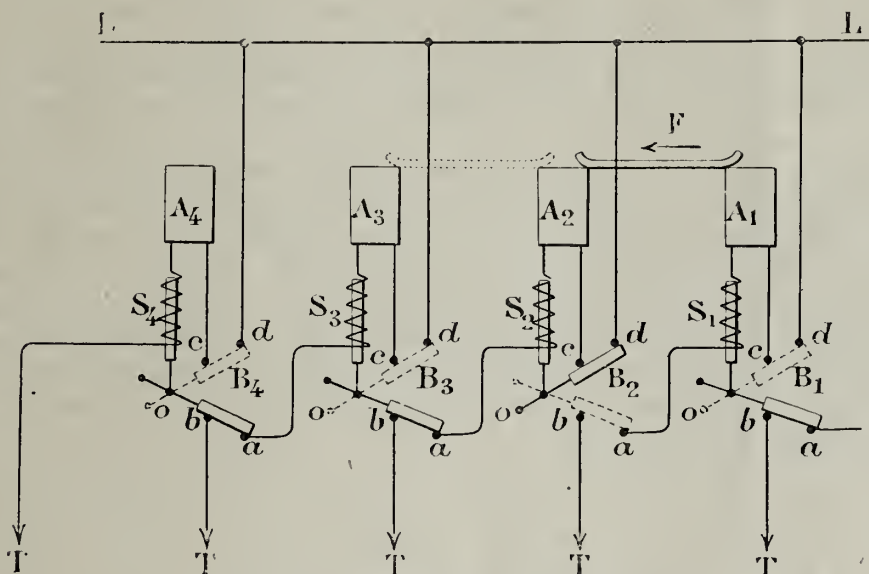


FIG. 29. — Contact superficiel, système Vedovelli.

Le commutateur se compose théoriquement d'un solénoïde en fil fin S (fig. 29); les extrémités de son enroulement sont reliées d'un côté au plot A , de l'autre à la terre T par l'intermédiaire de la pièce métallique B . Dans l'intérieur du solénoïde se meut un noyau terminé par une partie métallique B , pouvant osciller autour de l'axe o . Si, à un moment donné, le plot est relié avec la ligne L , une dérivation du courant principal traverse le solénoïde qui attire le noyau B ; ce mouvement d'attraction a pour effet : 1° de fermer l'interrupteur cd qui peut laisser passer sans échauffement appréciable la totalité du courant et 2° d'ouvrir un second interrupteur de plus petites dimensions ab .

Considérons, par exemple, le plot A^2 ; lorsque le frotteur de la voiture arrive sur lui, le courant arrive sur ce frotteur puisqu'il est encore en contact avec le plot précédent mis en communication avec la ligne. Dès qu'il touche le plot A^2 , le solénoïde S^2 est excité et attire son noyau; par suite, la pièce B^2 vient appuyer sur les contacts cd et le courant de la ligne arrive au plot A^2 ; en même temps, le contact de B^2 avec ab est rompu, ce qui a pour effet de couper le circuit du solénoïde S^1 du plot précédent A^1 ; le solénoïde S^1 n'étant plus excité, son noyau retombe et l'armature B^1 abandonne les contacts cd .

Si, pour une cause quelconque, le plot A^2 ne fonctionnait pas, le plot précédent A^1 resterait excité. La voiture serait privée de courant et le plot précédent A^2 serait balayé par un frotteur de sûreté placé à l'arrière de la voiture et relié en permanence à la terre. Dans ces conditions,

ce frotteur de sûreté provoque un court-circuit qui fait sauter un plomb fusible placé sur l'appareil lui-même ou bien fait fonctionner le disjoncteur automatique de la station génératrice.

Si, au contraire, le fonctionnement du système reste normal, la voiture arrivant sur le plot suivant A^3 , le frotteur établit la communication avec la ligne par le fonctionnement du solénoïde S^3 qui attirera son armature B^3 et tout se passe comme précédemment.

En résumé, lorsque le frotteur de la voiture arrive sur un plot, le commutateur qu'il renferme fonctionne pour alimenter ce plot et couper le circuit dans le plot précédent.

Au départ, le premier plot reçoit le courant soit d'un plot excité, à la main au départ de l'usine, soit par l'intermédiaire du trolley lorsque la voiture quitte une section ainsi installée.

Le principe sur lequel est fondé le système Vedovelli implique un sens de marche déterminé pour la voiture : en effet, c'est le commutateur de rang $n + 1$ qui coupe le circuit dans le commutateur de rang n et le commutateur de rang $n + 2$ qui rompt le circuit dans le commutateur de rang $n + 1$ et ainsi de suite. Pour qu'une voiture puisse marcher en sens inverse, il faut que ce soit le commutateur de rang $n + 1$ qui coupe le circuit dans le commutateur de rang $n + 2$ et le commutateur de rang n qui effectue la même opération pour celui de rang $n + 1$. Il faut donc effectuer une manœuvre pour obtenir ce résultat ; en examinant le schéma de la figure 29, on voit que chaque commutateur est relié au précédent et au suivant par un conducteur. Soit, par exemple, le commutateur de rang $n + 1$, le conducteur qui part de l'interrupteur va au commutateur de rang n et un autre conducteur, partant du solénoïde va au commutateur de rang $n + 2$. Pour inverser le sens de marche de la voiture, il suffira de changer l'ordre du point d'attache de ces deux conducteurs. C'est donc une simple inversion à faire pour obtenir ce résultat et si cette permutation est faite sur plusieurs plots consécutifs, la voie qui était disposée précédemment pour un sens de marche donnée, sera maintenant disposée pour le sens de marche opposé. Sur les lignes à double voie, le sens de marche des voitures est toujours le même ; dans le cas d'une ligne à voie unique, la solution la plus simple consiste à munir la voie d'une double série de plots, la première alimentant la voie montante, la seconde la voie descendante.

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

APPAREILLAGE POUR TRACTION ÉLECTRIQUE

Indépendamment des locomotives et des voitures automotrices, on a pu voir à l'Exposition les divers types et modèles de matériel accessoire pour équipement électrique des lignes à traction électrique.

La maison Bisson, Bergès et C^{ie} ainsi que la Compagnie générale de constructions électriques avaient exposé du matériel de lignes aériennes à trolley : suspensions de divers modèles, perches, roulettes de trolley, isolateurs, isolants, colliers, tendeurs, aiguilles, croisements, etc.

La Société Ganz et C^{ie} de Budapest avait exposé, tant à Vincennes qu'au Champ de Mars, un grand nombre d'appareils pour la traction électrique des tramways, parmi lesquels il convient de citer tout particulièrement un coupleur pour connexion des moteurs et des accumulateurs en série et en dérivation. Les contacts sont disposés sur deux cylindres. Le grand cylindre, pourvu de 10 contacts, est utilisé pour effectuer les connexions des accumulateurs et peut prendre cinq positions qui sont les suivantes : circuit ouvert, tension de 175 volts, tension de 500 volts, freinage électrique et renversement de marche. Le petit cylindre, à 11 contacts, sert à obtenir les connexions supplémentaires des cinq que donne le grand cylindre, afin de mettre les deux moteurs en série, de shunter les inducteurs, d'établir la position transitoire pour passer au couplage en parallèle, de mettre les deux moteurs en parallèle et de shunter les inducteurs.

La même Société avait exposé un rhéostat de démarrage pour moteur triphasé et un châssis de voiture de tramway électrique.

La Compagnie Brill de Philadelphie (États-Unis) exposait divers modèles de trucks pour voitures automotrices. Nous citerons, entre autres, un truck pour voiture automotrice à deux essieux et un bogie à traction maximum disposé de manière à obtenir une grande puissance de traction avec deux moteurs seulement, à abaisser le dessous du plancher à la même hauteur que dans les véhicules à deux essieux, à obtenir une marche très stable et très douce, à avoir de longs véhicules avec un écartement de 1,22 m seulement pour les essieux de bogies et, enfin, à permettre de circuler aisément dans les courbes de très faible rayon.

EXPOSITION DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'OUEST

En terminant, nous signalerons encore à nos lecteurs la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest qui exposait dans la classe 23 (Palais de l'Électricité) deux tableaux concernant les divers éléments de la traction électrique et électro-pneumatique, ainsi que la construction de la voie électrique de la ligne des Invalides à Versailles.

Le premier de ces tableaux comporte les dessins ci-après :

- 1° Carte du réseau électrique Invalides, Champ de Mars, Versailles ;
- 2° Profil en long de la même ligne ;
- 3° Usine centrale d'Issy-les-Moulineaux ;

- 4° Sous-station de transformation électrique du Champ de Mars ;
- 5° Locomotive électrique ;
- 6° Sous-station électro-pneumatique des Invalides ;
- 7° Locomotive à air comprimé.

Le second tableau comprend :

- 1° Des échantillons de câbles électriques pour courants triphasés à haute tension montrant leur disposition ;
- 2° Une boîte d'extrémité verticale de câbles ;
- 3° Une boîte d'extrémité horizontale de câbles ;
- 4° Une boîte de jonction de câbles ;
- 5° Une boîte de dérivation de câbles ;
- 6° Des connexions électriques ;
- 7° Le dessin de la voie électrique.

Nous aurions pu, dans cette partie de l'Électricité à l'Exposition, nous étendre longuement sur la description du chemin de fer et de la plate-forme électriques qui ont fonctionné à l'Exposition. Comme ces installations ont aujourd'hui disparu et ne présentent plus qu'un intérêt rétrospectif, nous renverrons nos lecteurs à l'étude complète qui a été publiée dans la *Revue gé.érale des Chemins de fer* dans les numéros d'août et d'octobre 1900.

TABLE DES MATIÈRES

HUITIÈME PARTIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

I

Locomotives électriques

1° LOCOMOTIVES A ACCUMULATEURS

	Pages.
Locomotive électrique à grande vitesse de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée	3
Locomotive minière de la Société alsacienne de constructions mécaniques.....	6

2° LOCOMOTIVES A PRISE DE COURANT :

Locomotive électrique de la Compagnie d'Orléans.....	6
Locomotive électrique des usines du Creusot.....	7
Locomotive électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft	9
Locomotive électrique, alimentée par courants triphasés, de la Société italienne de l'Adriatique.....	9
Locomotive électrique de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.....	11
Locomotive électrique mixte, à adhérence et à crémaillère, de la Compagnie de l'Ouest lyonnais.....	12

II

Voitures automotrices électriques

1° VOITURES A ACCUMULATEURS

Voiture automotrice à accumulateurs de la Société italienne de la Méditerranée.....	15
Voiture automotrice à accumulateurs des chemins de fer de l'État belge.....	16
Voiture automotrice à accumulateurs de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.....	17

2° VOITURE A PRISE DE COURANT PAR TROISIÈME RAIL

Voiture automotrice, à prise de courant par troisième rail, de la Société italienne de la Méditerranée.....	17
---	----

3° VOITURES A PRISE DE COURANT PAR TROLLEY OU CONTACT SUPERFICIEL

Voiture automotrice, à prise de courant par trolley, de la Société italienne de l'Adriatique.....	17
Voiture automotrice des tramways de Moutiers au Villars.....	18
Voiture automotrice des tramways de l'Est parisien	19
Voiture automotrice pour voie d'un mètre.....	19
Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie générale parisienne de tramways.....	19
Voiture automotrice Thomson-Houston de la Compagnie des chemins de fer nogentais.....	21
Voiture automotrice des tramways de Vienne (Autriche).....	21

Systèmes de traction électrique

	Pages.
Chemin de fer monorail, système Langen.....	22
Systèmes de distribution du courant par contacts superficiels :	
Système Diatto.....	28
Système Dolter.....	29
Système Vedovelli.....	31

Matériel de traction électrique

Appareillage pour traction électrique.....	33
Exposition de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest.....	33

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTPELLIER

Rédacteur en chef de *l'Electricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

9^e FASCICULE

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE

1^{re} SECTION : TÉLÉPHONIE

Par **L. MONTILLOT**

INSPECTEUR DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

PARIS

V^{ve} **CH. DUNOD, ÉDITEUR**

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1900

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

NEUVIÈME PARTIE

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE

PREMIÈRE SECTION : TÉLÉPHONIE

I

RÉCEPTEURS TÉLÉPHONIQUES

La plus grande partie des récepteurs et des transmetteurs qui seront décrits au cours de cette étude sont d'origine française ; le lecteur pourra s'en étonner et nous taxer de partialité ; il n'en est rien, et la multiplicité des téléphones français s'explique d'elle-même, si l'on tient compte des procédés d'exploitation dans les différents pays.

Le service téléphonique est exploité par des Compagnies, comme en Amérique, ou par l'État, comme en Allemagne et en France.

Lorsque l'exploitation est entre les mains de Sociétés privées, chacune d'elles impose ses modèles d'appareils à ses abonnés, et la plupart de ces appareils ne diffèrent guère que par la forme. Aux États-Unis d'Amérique, par exemple, le récepteur Bell est presque universellement adopté ; on le retrouve en Belgique et dans beaucoup d'autres pays.

En Allemagne, où l'État fournit les appareils à ses abonnés, le modèle est unique et n'est modifié que si l'abonné désire un appareil de luxe.

En Autriche et en Hongrie, nous ne trouvons guère que des Deckert et des Berliner ; dans les pays du Nord ce sont des Ericsson.

En France, au contraire, chaque abonné fournit son appareil. Mais cet appareil ne peut être choisi que parmi ceux qui offrent de bonnes garanties de construction et dont le rendement a été reconnu satisfaisant. A ce double point de vue, chaque système a été examiné avec le plus grand soin par les agents de l'Administration française désignés à cet effet, et l'admission n'est prononcée que si l'appareil proposé ne laisse rien à désirer. Il en est résulté que le nombre des constructeurs s'est multiplié et que, chaque jour encore, de nouveaux modèles sont présentés en vue de leur admission sur le réseau de l'État.

RÉCEPTEURS ADER

Les récepteurs Ader construits par la Société industrielle des Téléphones (France), considérés au point de vue de la forme de leur organe électromagnétique, représentent deux types distincts.

Dans le premier modèle (*fig. 1*), désigné dans le catalogue sous le n° 1, l'aimant est en dehors du boîtier et forme la poignée ou l'anneau de suspension de l'instrument. Dans le second type, connu sous le nom de récepteur Ader n° 3, l'aimant est à l'intérieur du boîtier.

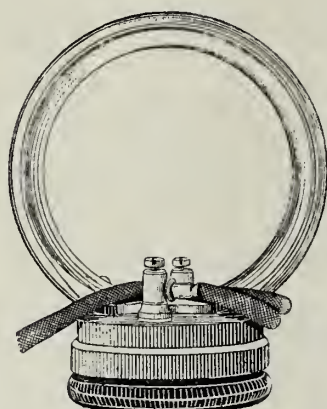


FIG. 1. — Récepteur Ader n° 1.

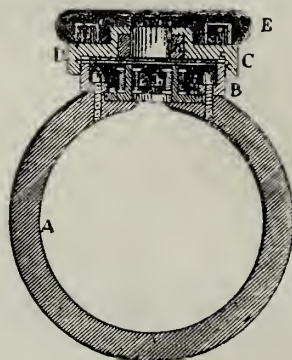


FIG. 2. — Récepteur Ader n° 1.
Coupe transversale.

La figure 2 montre une coupe du récepteur Ader n° 1. L'aimant A affecte la forme d'un anneau ouvert. Sur les pôles de cet aimant sont vissées des équerres en fer doux formant les noyaux des bobines *b, b*. Sur les bords du boîtier B, en laiton nickelé, vissé sur les pôles de l'aimant A, repose la plaque vibrante D, en tôle étamée. Des rondelles de réglage en laiton sont interposées entre le boîtier, la membrane et le couvercle C qui se visse sur le boîtier. Ce couvercle porte, en X, un anneau excitateur en fer et, en E, une embouchure en ébonite ou en ivoire.

Les bobines montées sur carcasse métallique ont une résistance totale d'environ 150 ohms; le diamètre de la plaque vibrante est de 50 mm, son épaisseur de 0,32 mm. Les extrémités des fils des bobines, qui sont montées en série, aboutissent à des bornes extérieures isolées du boîtier par des rondelles en os ou mieux en ébonite.

Le modèle n° 2 ne diffère du n° 1 qu'en ce qu'il est verni en noir au lieu d'être nickelé.

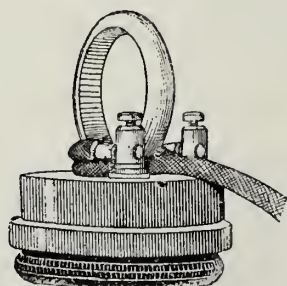


FIG. 3. — Récepteur Ader n° 3.

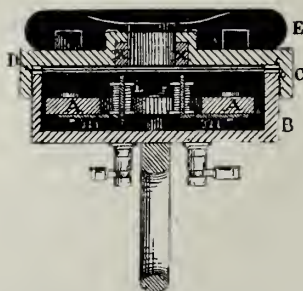


FIG. 4. — Récepteur Ader n° 3.
Coupe transversale.

Dans le modèle n° 3, qu'il soit à poignée (*fig. 3*) ou à manche, qu'il appartienne à un appareil combiné ou à un serre-tête, l'organe électromagnétique est constitué par deux anneaux en acier aimanté AA (*fig. 4*) dont deux équerres forment les pôles, en même temps qu'elles constituent les noyaux de deux bobines, montées en série, dont la résistance est de 150 ohms. La plaque vibrante D a 54 mm de diamètre sur une épaisseur de 0,21 mm.

RÉCEPTEUR D'ARSONVAL

L'aimant du récepteur d'Arsonval (*fig. 5*) est un anneau brisé (*fig. 6*). Sur l'un des pôles est vissé un noyau de fer doux qui supporte une bobine de 200 ohms de résistance. Sur l'autre pôle



FIG. 5. — Récepteur d'Arsonval.

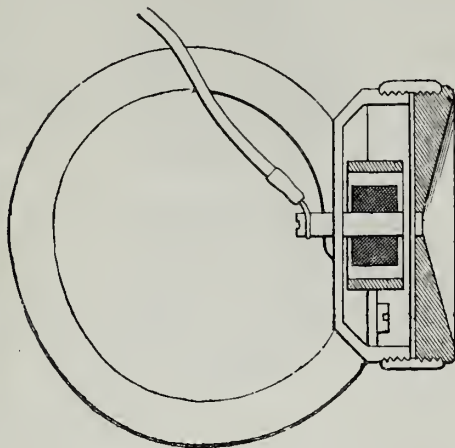
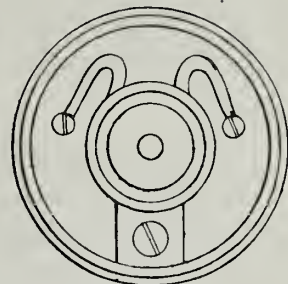


FIG. 6. — Récepteur d'Arsonval. — Détails de construction.



est fixé un anneau de fer doux entourant la bobine, dont les spires sont ainsi comprises entre les deux surfaces polaires de l'aimant.

Le boîtier est en laiton nickelé ; il supporte la plaque vibrante en tôle étamée, dont le diamètre est de 61 mm et l'épaisseur de 0,31 mm. Le couvercle est garni d'un pavillon en ébonite. Ce récepteur est construit par la maison L. Digeon et C^{ie} (France).



FIG. 7. — Récepteur Aubry.

RÉCEPTEUR AUBRY

L'organe magnétique du récepteur Aubry (*fig. 7 et 8*) est un aimant circulaire dont les pôles convergent vers le centre. Sur chacun de ces pôles est vissé un noyau de fer doux qui supporte une bobine de 100 ohms. Les deux bobines, montées en série, ont une résistance de 200 ohms.

Cet ensemble est assujéti sur une plaque métallique dite *membrane porte-aimant* ; elle est percée de deux trous pour laisser passer les deux extrémités du fil de la bobine qui vont rejoindre les bornes extérieures, isolées du boîtier métallique.

La plaque vibrante, en tôle étamée, a 61 mm de diamètre et 0,32 mm d'épaisseur. Le couvercle est muni d'un pavillon en ébonite.

Ce récepteur est construit par la maison L. Digeon et C^{ie} (France).

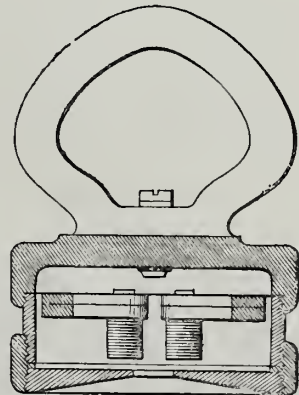
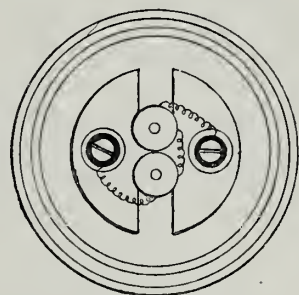


FIG. 8. — Récepteur Aubry. Détails de construction.

RÉCEPTEUR BELL

Dans presque toutes les expositions des sections étrangères nous trouvons des récepteurs Bell en grand nombre ; ces récepteurs ne diffèrent pour ainsi dire pas des premiers modèles mis en service. C'est un barreau aimanté dont l'une des extrémités est garnie d'une bobine d'électro-aimant ; en regard, la plaque vibrante en tôle est pincée entre une embouchure en ébonite et une gaine de même matière qui enveloppe tout l'instrument. Dans ce téléphone à manche (*fig. 9*), les bornes d'attache des cordons, auxquelles viennent aboutir les extrémités du fil de la bobine, sont situées à la partie inférieure. Une gorge, ménagée dans l'enveloppe en ébonite, permet de suspendre l'instrument au transmetteur, dont le levier-commutateur se termine par une fourche.

RÉCEPTEUR BREGUET BIPOLAIRE

A l'intérieur du boîtier en laiton nickelé, une cuvette en acier aimanté FF (*fig. 10*) porte en son centre un noyau B en fer doux. Sur ce noyau est calée une bobine à carcasse métallique dont l'enroulement a une résistance de 320 ohms. Les extrémités du fil de cette bobine sont reliées à des bornes DD, isolées du boîtier et qui reçoivent, à l'extérieur, les ferrets d'un cordon souple à double conducteur. Au-dessus de la plaque vibrante N, en tôle vernie, se visse un couvercle garni d'une embouchure en ébonite. L'anneau en laiton A est utilisé comme poignée et sert également à suspendre le récepteur au crochet du transmetteur.

RÉCEPTEUR BREGUET UNIPOLAIRE

La figure 11 en montre la disposition : c'est un aimant rectiligne NS, nickelé sur toute sa surface et qui sert de manche à l'instrument ; un anneau s permet de le suspendre au crochet du transmetteur. En N, le noyau de fer doux *f* est entouré par une bobine métallique dont l'enroulement a une résistance de 320 ohms. La plaque vibrante, en tôle étamée, a 60 mm de diamètre sur 0,33 mm d'épaisseur. Le boîtier est entièrement en ébonite et les ferrets du cordon souple sont pincés sous les écrous *e*, *e'* qui les unissent aux deux extrémités de l'enroulement de la bobine. Les vis VV' assujettissent le boîtier sur l'aimant NS.

RÉCEPTEUR BURGUNDER

L'aimant du récepteur est un fer à cheval dont les branches sont recourbées deux fois à angle droit. Sur chacun des pôles est vissé un noyau entouré d'une bobine dont la résistance électrique est de 90 ohms, soit 180 ohms pour les deux bobines montées en série. Les bornes sont isolées au moyen de petits tubes et de rondelles en ébonite. La plaque vibrante a 55 mm de diamètre et 0,27 mm d'épaisseur. Un solide anneau permet de suspendre le récepteur au crochet du transmetteur et aussi de le tenir facilement à la main pendant la conversation.

RÉCEPTEUR CHAROLLOIS

Le récepteur imaginé par le capitaine Charollois (*fig. 12*) et qu'exploite la Société Home Téléphone (France) comprend des organes magnétiques analogues à ceux des autres récepteurs, savoir : un aimant, des bobines et une plaque vibrante ; mais le système devient original quand on considère son mode de réglage.

L'aimant E, en forme d'anneau, sert de poignée à l'instrument et est monté sur un plateau en ivoirine. Au centre de ce plateau, dont la surface latérale est filetée, se trouvent les deux bobines dont la résistance est de 190 ohms. Sur le côté, un verrou permet d'immobiliser les



FIG. 9. — Récepteur Bell.

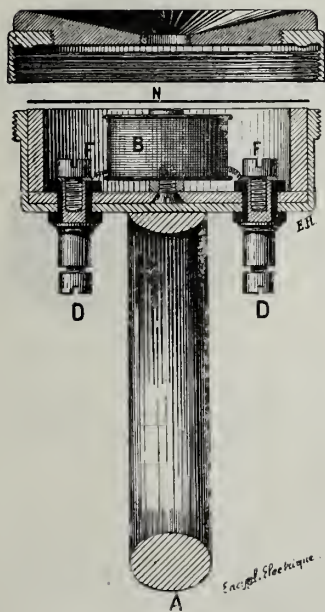


FIG. 10. — Récepteur Breguet bipolaire.

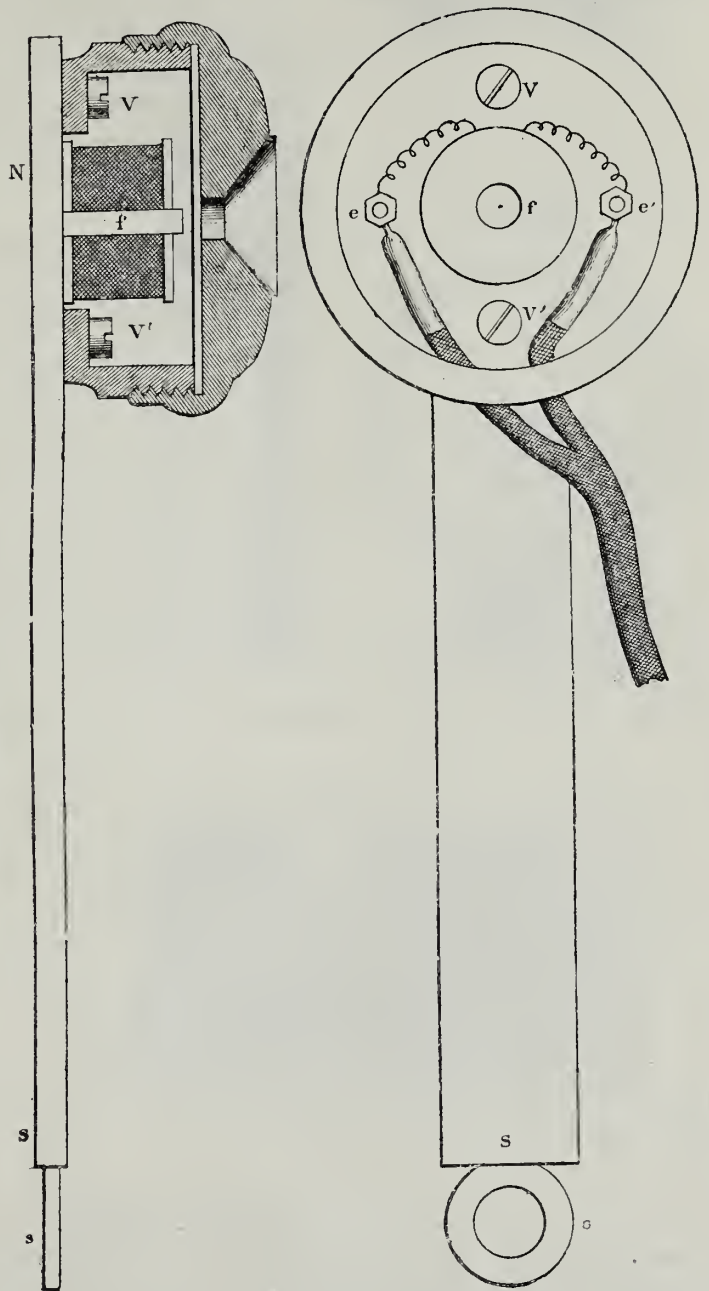


FIG. 11. — Récepteur Breguet unipolaire.

organes dans la position de réglage qu'on leur a donnée. Sur le plateau A se visse un anneau en ivoirine dont l'intérieur est garni d'une bague B échancrée sur son pourtour, comme le montre la figure; c'est cette bague qui, concurremment avec le verrou V, sert à bloquer l'appareil dans sa position de réglage; sur la bague B repose la plaque vibrante, immobilisée par l'anneau en ivoirine sur lequel se visse l'embouchure garnie d'un bloc de plomb.

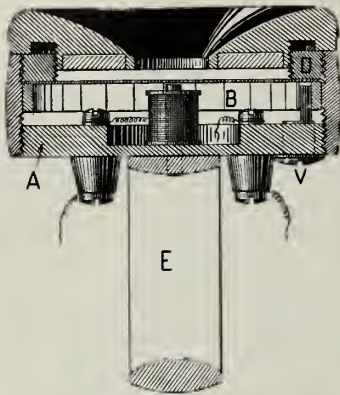


FIG. 12. — Récepteur Charollois.

Lorsque le verrou V est ouvert, on peut, en manœuvrant le pas de vis du plateau, rapprocher ou éloigner les bobines de la plaque vibrante. Lorsque le réglage convenable a été obtenu, on ferme le verrou qui s'engage dans l'entaille la plus voisine de l'anneau.

RÉCEPTEUR A PLAQUE POLARISÉE COLSON

La membrane vibrante est placée entre les deux pôles d'un aimant. L'un de ces pôles agit sur le centre de la membrane, l'autre sur les bords.

L'aimant *c* (fig. 13) est annulaire et occupe le fond du boîtier; il s'épanouit vers le centre et supporte un noyau de fer doux garni d'une bobine dont l'enroulement a une résistance de 200 ohms. Sur le bord de l'anneau *c* s'élève un second noyau, plus long que le premier. La plaque vibrante *b*, en tôle étamée, est traversée par ce second noyau, qui s'emboîte dans un anneau de fer doux *a* recouvrant le pourtour de la membrane; cet anneau constitue le second pôle de l'aimant.

Le couvercle, garni d'une embouchure en ivoirine, se visse au-

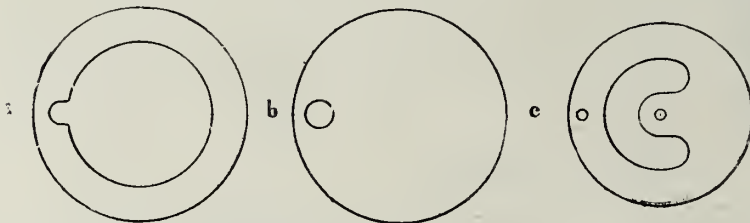


FIG. 13. — Récepteur Colson. — Détails de construction.



FIG. 14. — Récepteur Colson.

dessus de ce dispositif, dont la figure 14 montre l'aspect général. Ce récepteur est construit par la maison L. Digeon et C^{ie} (France).

RÉCEPTEUR DECKERT

Ce récepteur, construit en France par M. Wich et qu'il livre avec les transmetteurs Deckert, est du type Ader n° 3 ou, tout au moins, n'en diffère que fort peu.

Il existe un modèle à manche et un modèle à anneau.

Dans la section hongroise, on trouve un récepteur de l'ancien modèle dont l'organe électromagnétique est un long aimant recourbé en U sur les pôles duquel sont vissés perpendiculairement à l'axe de l'aimant deux noyaux en fer doux. Chacun des noyaux reçoit une bobine dont la résistance est de 75 ohms. Les bobines et la plaque vibrante qui les surmonte sont renfer-

mées dans un boîtier en ébonite; le barreau aimanté est enveloppé par un manche en bois que traverse le cordon souple.

RÉCEPTEURS DUCOUSSO

L'organe magnétique du récepteur Ducoussou (fig. 15), construit par les établissements Postel-Vinay, est un aimant circulaire dont les pôles, constitués par deux barrettes rapprochées, convergent vers le centre. La barrette A, fixée sous l'anneau DD par les vis v_1, v_2 , porte un noyau N, sur lequel est calée la bobine F; la barrette B, assujettie de la même manière par les vis v_3, v_4 , se termine par une expansion cylindrique G, qui entoure

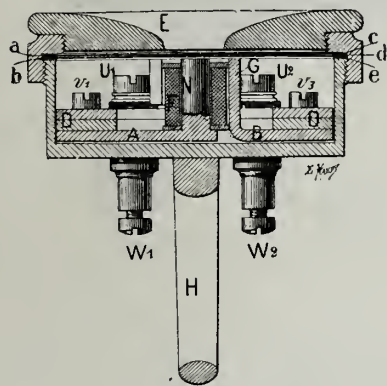
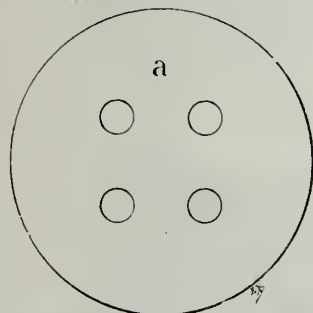
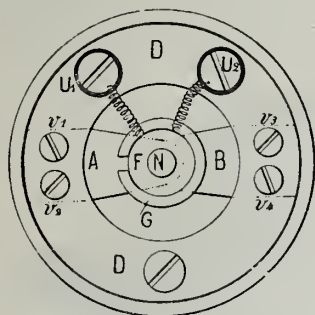


FIG. 15. — Récepteur Ducoussou. Détails de construction.



FIG. 16. — Récepteur Ducoussou à manche.



FIG. 17. — Récepteur Ducoussou à anneau.



FIG. 18. — Récepteur Ducoussou à anneau.

la bobine F; ce cylindre G est fendu suivant une de ses génératrices.

L'enroulement de la bobine F a une résistance de 150 ohms; les deux extrémités de cet enroulement aboutissent aux vis U_1, U_2 , et de là aux bornes W_1, W_2 , qui reçoivent le cordon souple. La plaque vibrante est formée par deux disques de tôle vernie superposés. Cet assemblage, pincé entre le boîtier et son couvercle, comprend, en s'éloignant de l'aimant, une rondelle de réglage e , un disque de tôle plein b , une rondelle de réglage d , un disque de tôle a , perforé de quatre trous circulaires, une bague de réglage c .

L'ensemble du récepteur est complété par une embouchure en ébonite E et par un crochet de suspension H.

Les figures 16, 17 et 18 représentent les différents modèles de ce récepteur.

Les récepteurs que l'on emploie habituellement avec le transmetteur portatif sont à manche et garnis d'un crochet; le cordon souple traverse le manche. L'organe électromagnétique est identique à celui du récepteur à anneau.

RÉCEPTEUR GALLAIS

L'aimant est formé par deux plaques d'acier superposées. Elles sont demi-circulaires et leurs pôles convergent vers le centre. Chaque pôle est muni d'une bobine, et la résistance totale de l'enroulement est de 150 ohms. La figure 19 donne une idée très nette de ce dispositif.

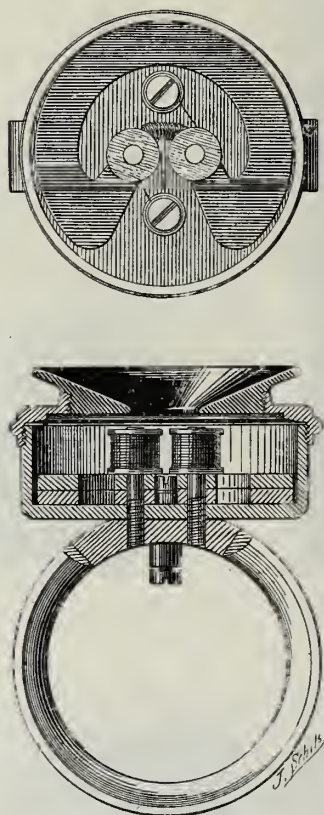


FIG. 19. — Récepteur Gallais.

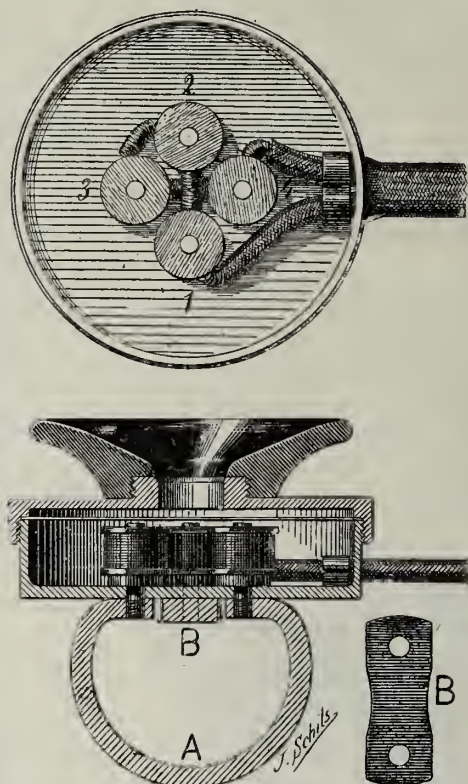


FIG. 20. — Récepteur Goloubitzky.

RÉCEPTEUR GERMAIN

Le récepteur Germain est formé par une cuvette en acier aimanté au centre de laquelle s'élève le noyau d'une bobine d'électro-aimant dont la résistance est de 140 ohms.

Ce récepteur est construit par la Société « la Téléphonie nouvelle » (France).

RÉCEPTEUR GOLCUBITZKY

Ce récepteur, exposé dans la Section Russe, a pour organe magnétique deux aimants en U, disposés en croix au-dessous du boîtier. L'inventeur, se basant sur ce que deux téléphones bipolaires, associés dans un même circuit, reproduisent simultanément la parole, a pensé qu'en réunissant en un seul les organes magnétiques et en faisant agir leurs pôles sur une même plaque vibrante, il additionnerait ou, tout au moins, amplifierait les sons produits à l'arrivée.

Il constitua ainsi un récepteur à quatre pôles.

La disposition des aimants croisés au-dessous du boîtier ne permettait pas de tenir commodément le récepteur à la main; aussi l'inventeur a-t-il construit un nouveau modèle, représenté par la figure 20, dans lequel les deux aimants sont placés dans des plans perpendiculaires,

l'un en dehors du boîtier et formant poignée, l'autre à l'intérieur. Chacune des quatre bobines, montées sur les pôles des aimants, a 125 ohms de résistance, soit au total 500 ohms, ces bobines étant reliées en série.

RÉCEPTEUR AMPLIFICATEUR MASSIN

La combinaison imaginée par M. Massin a pour objet d'améliorer les communications sur les lignes à grande distance, en éliminant, à l'arrivée ou au départ, les organes qui, suivant le cas de transmission ou de réception, ne jouent qu'un rôle passif et peuvent même nuire à la reproduction de la parole.

Le téléphone Massin (fig. 21) comprend un récepteur ordinaire, monté sur un manche en bois. Ce manche, convenablement creusé, contient deux interrupteurs : l'un est composé d'un ressort qui peut se déplacer, à la manière d'une clé d'appel ordinaire, entre un contact de repos

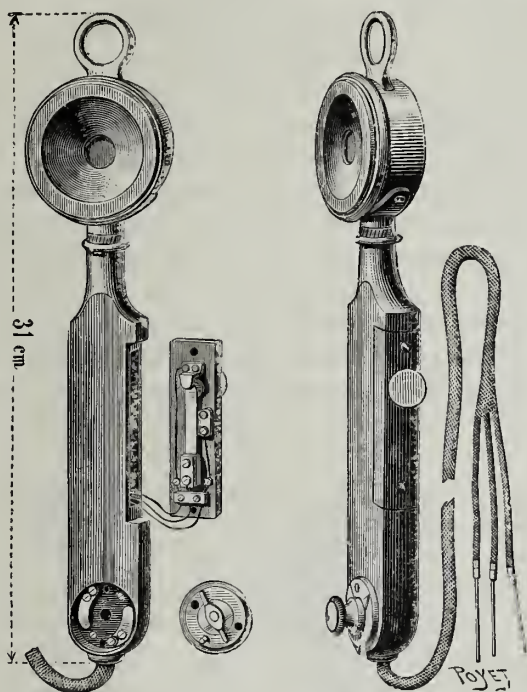


FIG. 21. — Récepteur Massin.

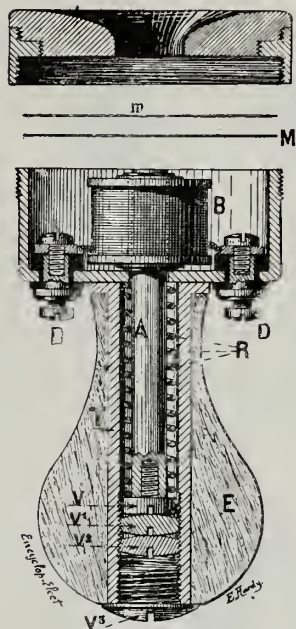


FIG. 22. Récepteur Mercadier et Anizan.

et un contact de travail ; un bouton permet, par la pression du pouce, d'exécuter la manœuvre. Le second interrupteur réunit deux ressorts ou les maintient isolés ; il suffit pour cela de tourner un autre bouton situé à la partie inférieure du manche.

Le cordon souple qui met l'appareil en circuit est à trois conducteurs : jaune, vert, rouge.

Le bouton moleté du second interrupteur est muni d'un index dont la course est indiquée par deux lettres O et P. Quand l'index est en regard de la lettre O, le téléphone fonctionne comme un récepteur ordinaire pour réseaux urbains. Lorsqu'on utilise une longue ligne interurbaine, on amène l'index en face de la lettre P ; puis, saisissant le manche à pleine main, on appuie le pouce sur le bouton supérieur pendant tout le temps que l'on parle, et on le relève pour écouter.

Ce récepteur est construit par la maison Mildé (France).

RÉCEPTEUR MERCADIER ET ANIZAN

Sur l'un des pôles d'un aimant A (fig. 22) est montée une bobine dont la résistance est de 115 ohms. Les extrémités de l'enroulement de cette bobine aboutissent aux bornes DD

qui, d'autre part, reçoivent le cordon souple. Le tube T, adapté au boîtier, sert de logement à l'aimant A, autour duquel est enroulé un ressort à boudin R que la vis V maintient bandé. L'aimant A et la bobine B qui fait corps avec lui sont mobiles dans le tube T, sans cependant pouvoir tourner, car la joue inférieure de la bobine porte un prolongement percé d'un trou, dans lequel s'engage un ergot fixé au boîtier. Ce dispositif empêche tout déplacement angulaire de la bobine et de l'aimant.

La partie inférieure du tube T est taraudée et le système électro-magnétique est commandé par les trois vis $V^1V^2V^3$. De sorte que, en agissant sur ces vis, bloquées les unes par les autres, on peut rapprocher ou éloigner de la plaque vibrante M, pincée entre le boîtier et le couvercle, l'extrémité polaire de l'aimant A qui porte la bobine B.

BITÉLÉPHONE MERCADIER

Le but de M. Mercadier, en réalisant son bitéléphone, a été d'obtenir un instrument de dimensions et de poids très réduits, produisant en netteté et en intensité des effets comparables à ceux des meilleurs récepteurs en usage. L'instrument est assez léger pour rester suspendu aux oreilles de l'opérateur sans lui occasionner de fatigue et en lui laissant les mains libres.

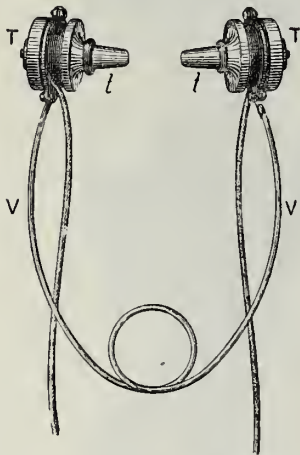


FIG. 23. — Bitéléphone Mercadier.

Deux récepteurs de 3 à 4 cm de diamètre sont réunis par un ressort VV (*fig. 23*) en fil d'acier de 2 mm de diamètre enfilé dans un tube de caoutchouc. Le boîtier des récepteurs est en ébonite, et le couvercle se termine par un appendice *t*, garni de caoutchouc, que l'on introduit dans les oreilles en écartant légèrement les branches du ressort VV. La boucle du ressort reste ainsi au-dessous du menton, tandis que, par son élasticité propre, il maintient les appendices *t*, *t* engagés dans les oreilles.

La disposition de l'organe électromagnétique rappelle par sa forme celle du récepteur Ader; mais les dimensions en ont été calculées en vue d'appliquer les conclusions d'une note communiquée par l'inventeur, le 22 juin 1891, à l'Académie des Sciences de Paris, savoir : 1° donner au diaphragme du téléphone l'épaisseur juste suffisante pour absorber toutes les lignes de force du champ de son aimant; 2° diminuer le diamètre jusqu'à ce que le son fondamental et les harmoniques du diaphragme encastré soient plus aigus que ceux de la voix humaine, c'est-à-dire plus aigus que $l'ut^3$. Ce sont là, d'après M. Mercadier, les conditions que doivent remplir les récepteurs téléphoniques pour fournir le meilleur rendement.

RÉCEPTEUR OCHOROWICZ

L'aimant est un tube d'acier, d'environ 40 mm de diamètre, fendu dans le sens de sa longueur (*fig. 24*). Ce tube est fortement aimanté et les deux bords de sa fente forment les surfaces polaires. Sur chacun de ses bords et en leur milieu est vissé un noyau de fer doux qui supporte une bobine dont la résistance électrique est de 90 ohms; les deux bobines sont associées en série.

Les bobines sont renfermées dans un boîtier sur lequel se visse un couvercle garni d'un pavillon en ébonite.

Dans les modèles les plus récents, la plaque vibrante, au lieu d'être indépendante, est serrée et maintenue par un écrou annulaire sur le fond du couvercle; par conséquent, le réglage par des bagues de laiton ne peut plus avoir lieu; on y a suppléé par une autre méthode dont nous n'avons pas représenté le dispositif, mais facile à comprendre. Sur le pas de vis qui sert à unir le couvercle au boîtier est placé un anneau fileté que l'on peut ainsi hausser ou baisser à volonté. De la position de cet anneau sur le pas de vis dépend évidemment celle du couvercle

que l'on peut visser plus ou moins profondément. Cet anneau est en quelque sorte un contre-

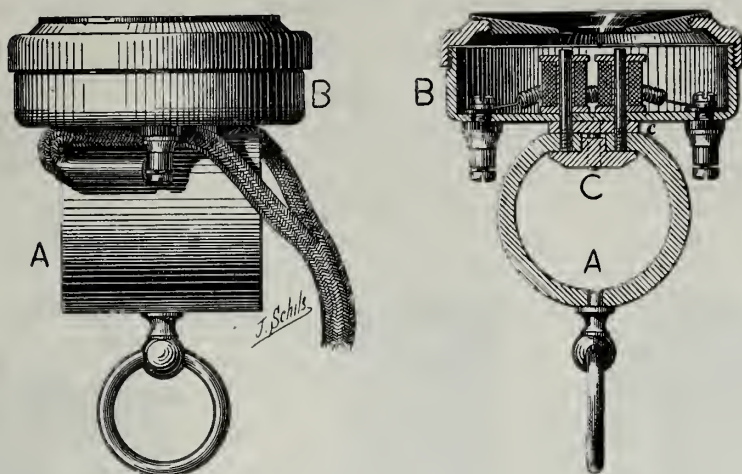


FIG. 24. — Récepteur Ochorowicz.

écrou qui permet de rapprocher plus ou moins la plaque vibrante des noyaux des bobines et de l'immobiliser dans la position de réglage qui a paru la plus convenable.

Ce récepteur est construit par MM. Château, père et fils (France).

RÉCEPTEUR SIEMENS ET HALSKE

Les récepteurs exposés par la maison Siemens et Halske de Berlin et utilisés sur les réseaux allemands sont très volumineux. Ils se composent de deux aimants demi-circulaires dont les

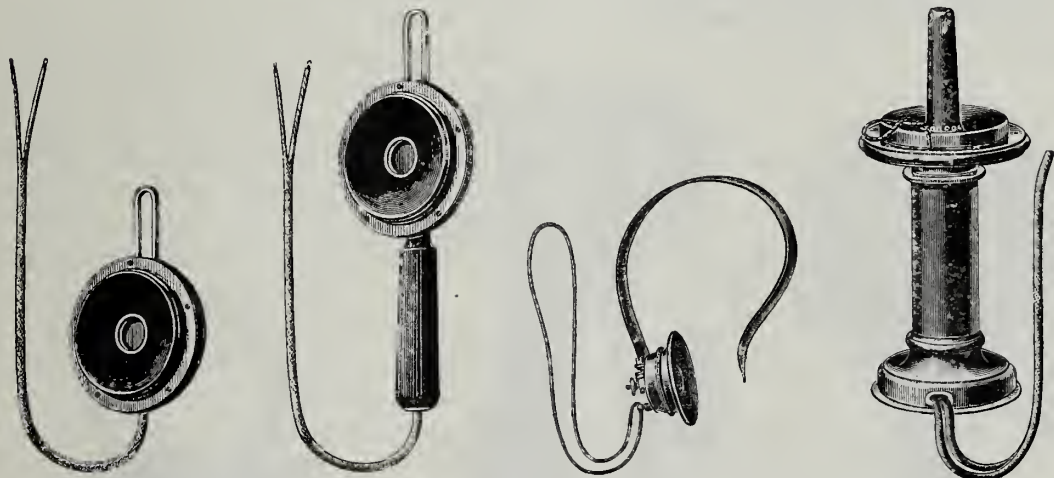


FIG. 25. — Récepteur Siemens et Halske à crochet.

FIG. 26. — Récepteur Siemens et Halske à crochet et à manche.

FIG. 27. — Récepteur Siemens et Halske, modèle serre-tête.

FIG. 28. — Récepteur Siemens et Halske, modèle vertical.

pôles de même nom sont en regard les uns des autres. Sur chacune des paires de pôles de même nom est vissée une équerre en fer qui les réunit et qui reçoit une des bobines. Les deux bobines sont groupées en série et leur résistance totale est de 200 ohms. Parmi les différents modèles de ce type, il en est un à crochet (*fig. 25*), un autre à crochet et à manche (*fig. 26*) (c'est le type de l'Administration des Postes allemande); enfin on construit un modèle plus réduit en forme de serre-tête (*fig. 27*); le boîtier de ce dernier est en aluminium.

Un second type (*fig. 28*) comporte un aimant en fer à cheval ou mieux en U, plus ou moins allongé, sur les pôles duquel sont calées les bobines; un modèle de ce type est bien connu en

France; il a été utilisé par le service de la Télégraphie militaire, comme téléphone magnétique réversible; l'appel est produit par une petite corne à anche. Ce récepteur est enveloppé par une gaine en laiton dont la base évasée permet de le maintenir debout.

RÉCEPTEUR SIEUR A POINT CONSÉQUENT

L'unique bobine du récepteur Sieur a 200 ohms de résistance; elle est montée sur un noyau vissé au milieu d'un barreau aimanté recourbé en U (fig. 29 et 30).

La forme du crochet de suspension du récepteur Sieur est la conséquence de la

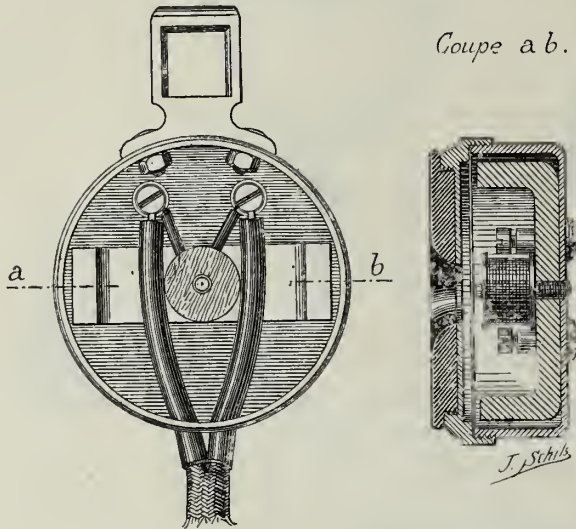


FIG. 29. — Récepteur Sieur. — Détails de construction.

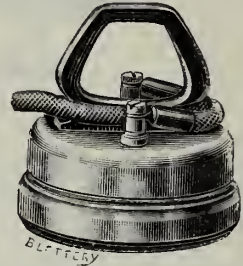


FIG. 30. — Récepteur Sieur.

disposition adoptée par cet inventeur pour ses transmetteurs et pour ses conjoncteurs.

Cet appareil est construit par la maison L. Digeon et C^{ie} (France).

RÉCEPTEUR TEILLOUX A AIMANTS PLATS ACCOUPLES

Chacun des deux aimants superposés a la forme d'un disque AMB, dont le secteur ANB a été enlevé (fig. 31). Les deux disques sont orientés de telle sorte que leurs pôles de même nom sont superposés; c'est sur ces pôles que sont calés les deux noyaux sur lesquels sont montées deux bobines d'une résistance totale de 210 ohms.

On construit des récepteurs Teilloux à manche en bois, d'autres

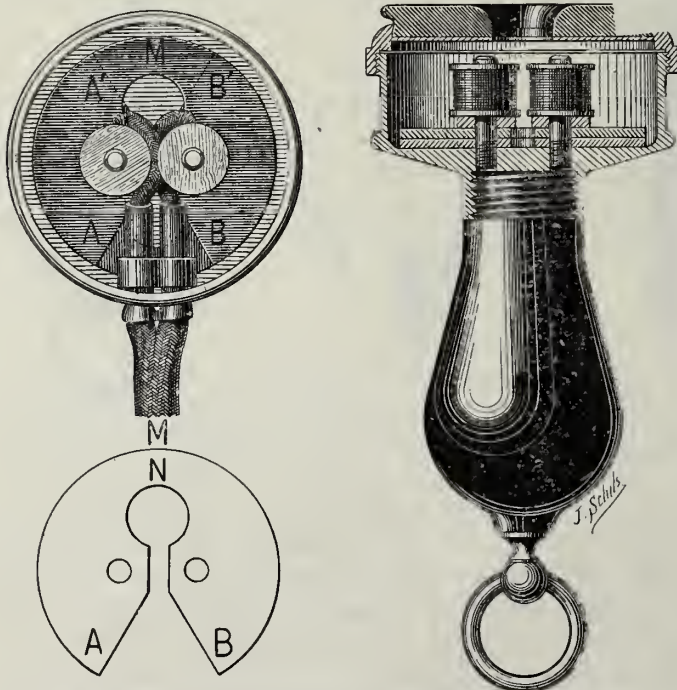


FIG. 31. — Récepteur Teilloux. — Détails de construction.

Ces récepteurs sont exposés par la maison L. Digeon et C^{ie} (France).

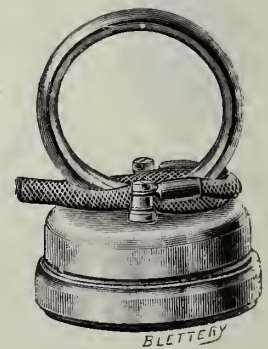


FIG. 32. — Récepteur Teilloux.

en forme de montre (fig. 32) avec anneau de suspension et bornes extérieures, d'autres enfin dont le cordon souple s'attache à l'intérieur.

TRANSMETTEURS A BAGUETTES DE CHARBON

TRANSMETTEURS ADER

MICROPHONE. — Le microphone Ader se compose d'une mince planchette en sapin, de forme rectangulaire, ayant 16 cm de longueur sur 11 de largeur. A cette planchette sont fixés, par des boulons, trois prismes de charbon *a*, *b*, *c* (fig. 33), parallèles et espacés d'environ 45 mm. Dans les trous pratiqués à l'intérieur de ces trois prismes, s'engagent des cylindres de charbon EE, dont la partie médiane a 8 mm de diamètre, tandis que les extrémités n'ont plus qu'un diamètre de 4 mm. Les trous des prismes sont plus grands que les bouts des cylindres, de sorte que ceux-ci s'y meuvent librement, tout en restant emprisonnés entre les trois prismes.

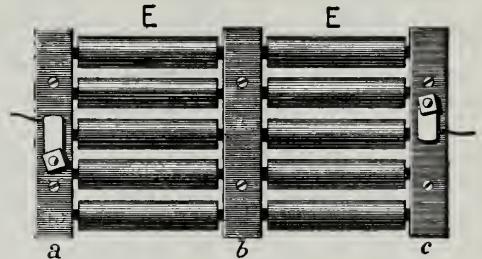


FIG. 33. — Microphone du transmetteur Ader.

Les cylindres de charbon sont au nombre de dix, formant deux rangées de cinq. Les deux prismes extrêmes portent chacun une petite languette de cuivre, fixée par un écrou, et à laquelle est soudé le fil de communication.

La planchette de sapin est collée sur une bandelette de caoutchouc, adhérente elle-même à l'ébénisterie du transmetteur.

Dans les divers transmetteurs de réseau auxquels la Société industrielle des Téléphones a appliqué le microphone Ader, elle a fait usage d'un mécanisme uniforme auquel il n'a été apporté quelques changements de détails que dans les cas d'absolue nécessité.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (fig. 34) est à double fil; elle se compose de deux ressorts RR_1 , parallèles, isolés l'un de l'autre et montés sur les plots AB. Un bouton d'appel C rend ces deux ressorts solidaires, tout en les maintenant isolés l'un par rapport à l'autre. Les butées de travail sont représentées par les pièces métalliques DE; les butées de repos par les équerres FG. Les contacts sont à friction.

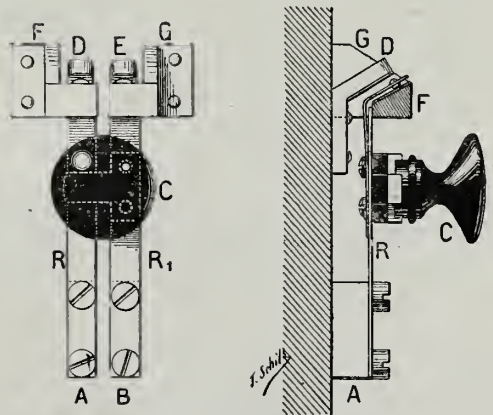


FIG. 34. — Clé d'appel du transmetteur Ader.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Dans le levier-commutateur (fig. 35), les ressorts de contact sont au nombre de sept.

Lorsque le crochet est abaissé, le ressort *a* communique avec la partie centrale du levier

à laquelle aboutit en permanence la ligne L_1 ; les ressorts b , e , f sont isolés; les ressorts c , d sont réunis par la bague métallique h ; le ressort m est séparé de sa butée n par la goupille isolante k .

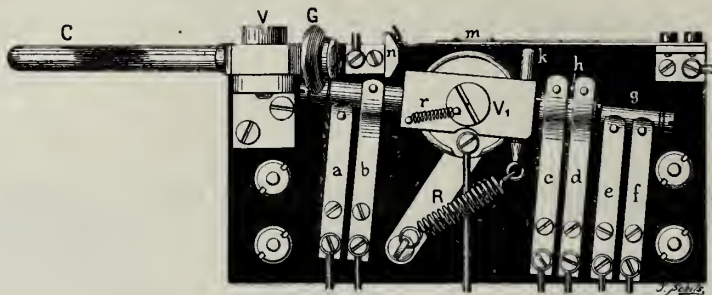


FIG. 35. — Levier-commutateur du transmetteur Ader.

Lorsque le crochet est relevé, les ressorts a , c , d sont isolés; b communique avec la partie centrale du levier; e , f sont réunis par la bague métallique g ; le ressort m repose sur sa butée n .

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 36 montre le schéma des communications intérieures des transmetteurs Ader, modèles à pupitre nos 1, 2 et 3. On voit sur cette figure que :

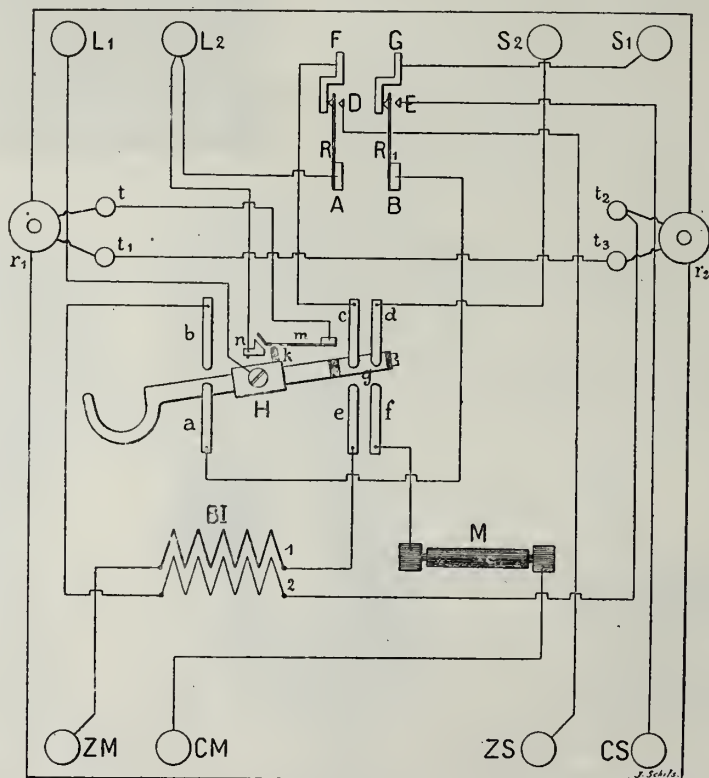


FIG. 36. — Schéma des connexions du transmetteur Ader.

1° lorsque le levier-commutateur est abaissé, le courant d'appel provenant du poste correspondant passe par L_1 , H , a , B , R_1 , G , S_1 , sonnerie, S_2 , d , c , F , R , A , L_2 . Le conducteur L_2 est isolé en n . Le poste appelé répond en appuyant sur sa clé d'appel et relie ainsi les bornes ZS et CS à L_1 et L_2 : la borne ZS par D , R , A , I_2 , la borne CS par E , R_1 , B , a , H , L_1 .

2° Lorsque le levier-commutateur est relevé, les courants de conversation circulent entre L_1 , Π , b , induit de BI , t_2 , récepteur r_2 de droite, t_3 , t_1 , récepteur r_1 de gauche, t , m , n , L_2 . Le conducteur L_2A est coupé en c . Le circuit microphonique est fermé par CM , M , f , g , e , inducteur de BI , borne ZM , pile microphonique.

Il est bien entendu que la pile d'appel et la pile de microphone sont indépendantes.

Dans le transmetteur Ader à pupitre n° 3, la clé, sous forme de bouton d'appel, est analogue à celles des types n°s 1 et 2.

PARTICULARITÉ; PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Les transmetteurs Ader muraux à pupitre, connus sous les noms de type n° 1 et type n° 2, comportent les organes que nous venons de décrire; ils ne diffèrent entre eux que par le vernissage; le n° 1 est verni au tampon; le n° 2 est verni au pinceau.

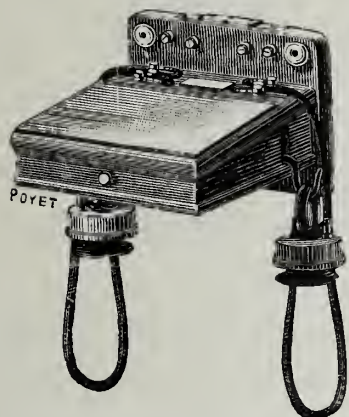


FIG. 37. — Transmetteur Ader, type n° 3.

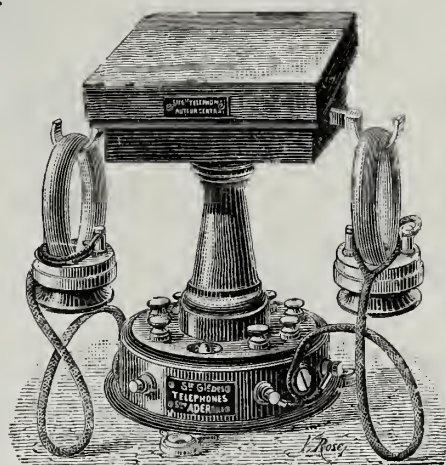


FIG. 38. — Transmetteur Ader, type n° 4.

Dans le type n° 3 (fig. 37), plus petit que les précédents, la clé d'appel a la même forme que celles des types 1 et 2; mais elle est actionnée par un bouton-poussoir. Le type n° 4 (fig. 38) est un appareil portatif. Bien que quelques ressorts n'aient pas, dans ce modèle, exactement la même forme que dans les types muraux n°s 1, 2 et 3, la disposition générale, le fonctionnement et la disposition des circuits ne diffèrent pas.

TRANSMETTEURS D'ARSONVAL

MICROPHONE. — Les trois prismes de charbon A , A_1 , D (fig. 39) sont boulonnés sur la planchette de sapin XY . Entre ces trois prismes sont placés quatre cylindres de charbon, tels que C , dont chacun est entouré d'une enveloppe de tôle nickelée c . Les quatre charbons cylindriques sont mobiles entre les prismes qui leur servent de support; ils sont montés par deux en dérivation et par deux en série.

Un aimant en fer à cheval NS est fixé sur le ressort R . Cet aimant a pour objet de régler la mobilité des charbons en agissant sur leur gaine de tôle c . Pour cela, il faut que, suivant les besoins, on puisse augmenter ou diminuer l'espace qui sépare l'aimant des cylindres de charbon. A cet effet, le ressort R qui supporte l'aimant NS est commandé par une came excentrée B .

La came de réglage B est calée sur l'axe bb_1 qui se prolonge d'une face à l'autre de l'appareil et qui est absolument indépendant de l'aimant NS . D'un côté, son extrémité b_1 est filetée et s'engage dans un écrou F fixé à l'ébénisterie du transmetteur; de l'autre, l'extrémité b traverse une pièce métallique E , également fixée à l'ébénisterie; mais, sur la face opposée, b se termine par une tête de vis masquée par une contre-vis V , que l'on enlève pour opérer le réglage.

Si, au moyen d'un tournevis, on fait avancer ou reculer d'un pas de vis l'axe bb_1 , ce qui ne déplace pas sensiblement la came B dans le sens latéral, on fait exécuter à cette came une

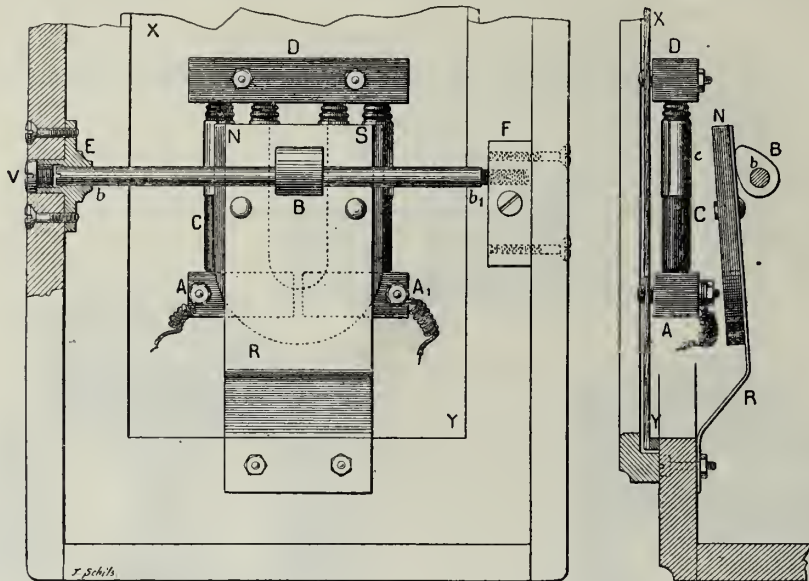


FIG. 39. — Microphone du transmetteur d'Arsonval.

révolution complète et, en raison de son excentricité, on passe par toutes les positions de réglage que le microphone est susceptible de recevoir ; ce réglage peut se faire pendant la conversation.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel, à double fil, se compose de deux systèmes semblables à celui que représente la figure 40.

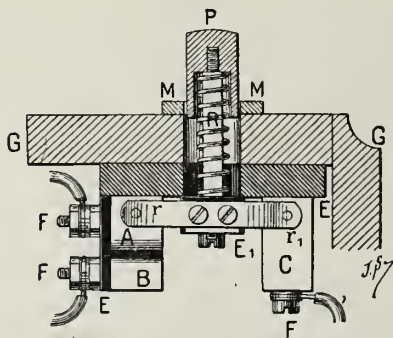


FIG. 40. — Clé d'appel du transmetteur d'Arsonval.

Sur la plaque d'ébonite E, fixée à la partie supérieure GG du boîtier, sont adaptés trois plots A, B, C ; l'autre face de la clé présente une disposition identique. Dans chacun de ces deux groupes, le plot C représente le massif de la clé, A est le plot de repos, B le plot de travail.

Sur le bouton-poussoir P, sont montés deux ressorts parallèles r, r_1 , frottant l'un sur le groupe de plots CBA antérieur, l'autre sur le groupe postérieur. Ces deux ressorts sont isolés l'un de l'autre par la pièce d'ébonite E_1 ; leur extrémité r_1 n'abandonne jamais les plots C ; mais l'extrémité r passe des plots A sur les plots B, lorsqu'on appuie sur le bouton P. Ce dernier est ramené

à sa position de repos par le ressort R. Les écrous F, F, F, servent à attacher les fils de communication ; il en existe également trois sur le groupe postérieur, qui n'a pas été représenté.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Dans la figure 41 le levier-commutateur est vu en dessus.

C'est une tige métallique AB qui pivote autour de la vis à centre V. Cette tige porte cinq ressorts : a communique avec AB, b et c sont accouplés et isolés de AB par la lame d'ébonite f ; d et e sont également accouplés et isolés de AB par la lame d'ébonite f_1 . En regard de ces ressorts, sont disposés des plots que la figure 41 représente en plan et en élévation.

Les plots H, J, sont composés chacun de deux blocs métalliques montés sur ébonite : g, h pour le plot H, i, j pour le plot J. Le plot K est entièrement en métal. Le plot M comprend trois blocs métalliques l, m, n , montés sur ébonite.

L'axe du levier AB supporte la prise de communication N; le ressort antagoniste est accroché en G sur le levier lui-même.

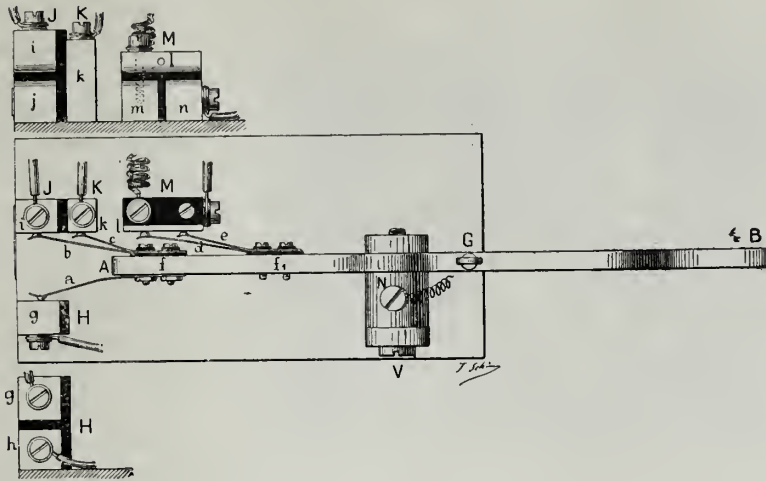


FIG. 41. — Levier-commutateur du transmetteur d'Arsonval.

Lorsque le crochet mobile est abaissé, les communications des ressorts sont les suivantes : *a* avec *g*, *b* avec *i*, *c* avec *k*, *d* et *e* avec *l*. Lorsque le crochet est relevé pour la conversation, *a* est appuyé sur *h*, *b* sur *j*, *c* sur *k*, *d* sur *m*, *e* sur *n*.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES.
— La figure 42 montre le diagramme des communications intérieures; elles y sont représentées vues par la face postérieure de l'appareil, comme lorsqu'on démonte celui-ci; les bornes sont donc retournées, et le crochet mobile dirigé vers la droite. Pour permettre de voir clairement les communications, le levier-commutateur a été figuré en plan; il est dans la position de conversation; de même, les ressorts de la clé d'appel ont été placés verticalement, bien qu'ils soient horizontaux.

La communication L_1N est un toron de fils de cuivre qui traverse le ressort antagoniste, formé par un long ressort à boudin.

Dans la position d'appel, les plots *j*, *h*, *m*, *n* sont isolés; les ressorts *d*, *e*, sont appuyés sur le plot *l*, mais sans communication électrique.

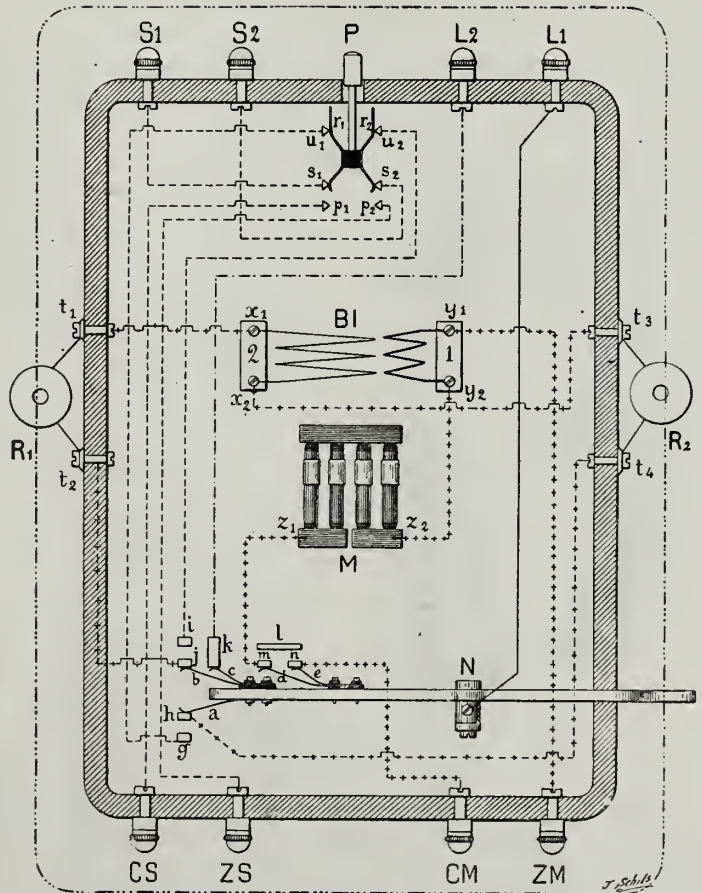


FIG. 42. — Schéma des connexions du transmetteur d'Arsonval.

Les courants d'appel venant de la ligne passent par $L_1, N, a, g, u_1, r_1, s_1, S_1$, sonnerie, $S_2, s_2, r_2, u_2, i, b, c, k, L_2$.

Pour répondre, on appuie sur le bouton-poussoir P; les ressorts r_1, r_2 abandonnent les plots s_1, s_2 et prennent contact avec les plots p_1, p_2 , tout en restant en relation avec les plots u_1, u_2 . Le courant de la pile CS, ZS va sur la ligne par CS, $p_1, r_1, u_1, g, a, N, L_1$, fait fonctionner la sonnerie du correspondant et revient à ZS par $L_2, k, c, b, i, u_2, r_2, p_2$.

Pendant la conversation, le circuit primaire est fermé par : pile microphonique, CM, n, e, d, m, z_1 , microphone M, z_2, y_2 , enroulement primaire de la bobine BI, y_1, ZM . Le circuit secondaire est constitué par L_1, N, a, h, t_4 , récepteur R_2, t_3, x_2 , enroulement secondaire de la bobine BI, x_1, t_1 , récepteur $R_1, t_2, j, b, c, k, L_2$, ligne, poste du correspondant.

On voit que, dans la position d'appel, l'indépendance absolue des circuits est assurée. Le circuit primaire étant isolé en m et en n , le circuit secondaire en j et en h . Pendant que le poste reçoit l'appel, sa pile est isolée en p_1 et en p_2 ; lorsqu'il répond, sa sonnerie est isolée en s_1 et s_2 . L'indépendance est également obtenue pendant la conversation; il est facile de reconnaître, en effet, que le circuit primaire est complètement séparé des deux autres; quant au circuit d'appel, il est isolé en p_1 et p_2 pour la pile, et en i, g pour la sonnerie.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Le modèle mural et le modèle portatif, construits par la maison L. Digeon et C^{ie} (France), sont absolument identiques sous le rapport du système d'appel et du mécanisme de commutation. L'appareil portatif n'est, en quelque sorte, qu'un transmetteur mural monté sur colonne.

TRANSMETTEURS BREGUET

La maison Breguet expose des types de transmetteurs très différents: d'abord ses anciens modèles bien connus, puis deux autres répondant aux conditions exigées sur les réseaux français de l'Etat, et qui, tous les deux, utilisent le même mécanisme.

MICROPHONE. — Dans l'un de ces derniers types, le microphone est du système d'Arsonval, dont l'aimant a (fig. 43) est réglable par une vis V; dans l'autre c'est un microphone Breguet, dont les quatre crayons de charbon sont associés par deux en dérivation et par deux en série.

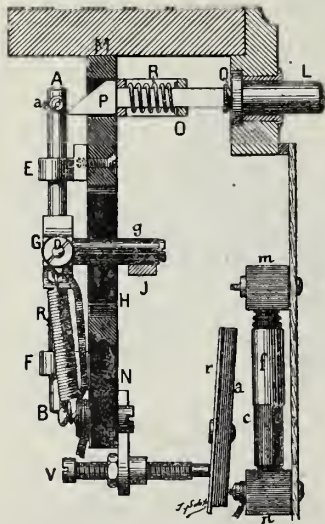


FIG. 43.
Microphone du transmetteur Breguet.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel est intimement liée au levier-commutateur et forme avec celui-ci un organe unique; seul le bouton d'appel PQ, taillé en biseau, est indépendant.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur est disposé en croix et monté sur une plaque en ébonite MN. La partie AB (fig. 44) coulisse dans les glissières E, F; la partie CD se déplace entre les ressorts r_1, r_2, r_3, r_4 d'une part, et les ressorts r_5, r_6, r_7, r_8 d'autre part. Les rondelles b_1, b_2 sont isolées des autres parties du commutateur. En arrière de la pièce centrale G (fig. 43 et 44) est vissée une forte goupille g , qui traverse la plaque d'ébonite MN par une ouverture H, ménagée à cet effet. Cette goupille est en prise avec le crochet mobile IKJ, qui pivote autour de la vis K fixée sur la plaque MN. Le jeu du crochet permet donc de faire remonter tout le système ABCD ou de le laisser retomber, ce dernier mouvement de haut en bas étant facilité par les ressorts antagonistes R_1, R_2 .

Lorsque le crochet IKJ est abaissé, le système ABCD est relevé et la branche CD est en contact avec les ressorts r_6, r_7 , les autres ressorts restant isolés.

Lorsque le crochet IKJ est relevé, le système ABCD est abaissé, et la branche CD est en contact avec les ressorts r_1, r_2, r_3, r_4 , les autres ressorts restant isolés.

Dans cette position, aucun appel ne peut se produire, et c'est en vain que l'on agirait sur le bouton-poussoir L.

Ce bouton commande une pièce PQ, qui coulisse dans le pont en métal O et qui est ramenée au repos par le ressort à boudin, R (fig. 43).

La pièce P est un plan incliné et est creusée d'une gorge p pour laisser passer la tête A de la tige AB. La tige AB porte en a_1 , a_2 deux galets. Les ressorts r_6 , r_7 sont garnis de deux isolants e_1 , e_2 .

Lorsque, par suite de l'abaissement du crochet IKJ, le système ABCD est relevé, les galets a_1 , a_2 , sont placés au-dessus du plan incliné P. A ce moment la tige CD est appuyée sur les ressorts r_6 , r_7 , tous les autres ressorts restant isolés. Si, dans cette position, on appuie sur le bouton L, le plan incliné P agit sur les galets a_1 , a_2 et fait remonter le système ABCD.

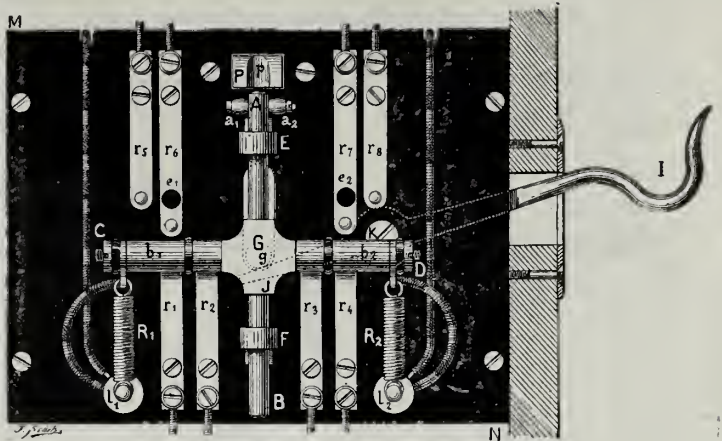


FIG. 44. — Levier du transmetteur Breguet.

Dans cette nouvelle position, qui est la position d'appel, la tige CD a abandonné les ressorts r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , pour s'appuyer sur les ressorts r_6 , r_7 , r_8 ; mais, tout en prenant contact avec ces ressorts, elle est isolée

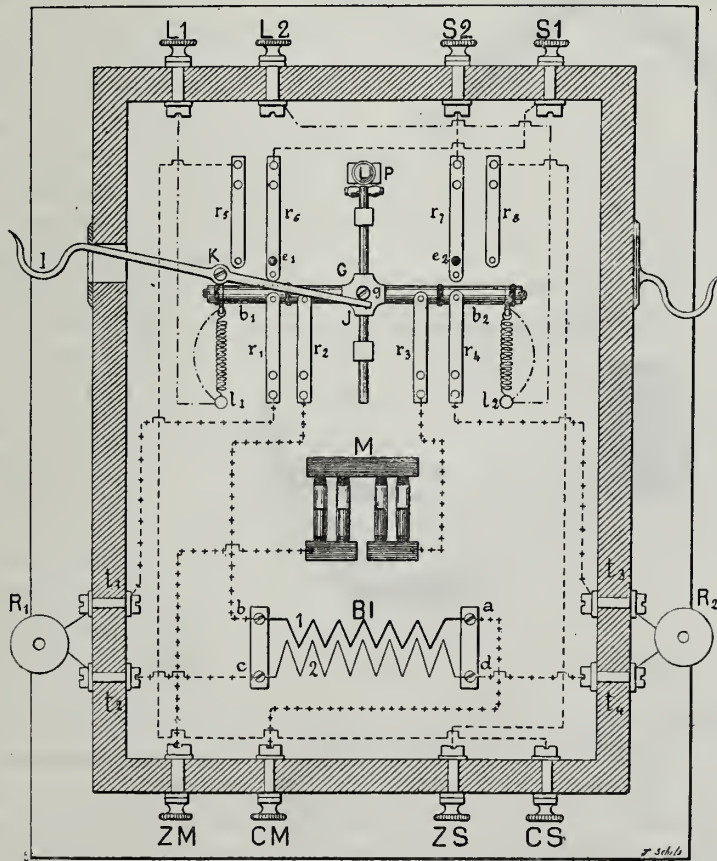


FIG. 45. — Schéma des connexions du transmetteur Breguet.

de r_6 et de r_7 par les goupilles en ébonite e_1 , e_2 . La figure 45 va nous montrer comment les communications sont établies par la manœuvre de ce commutateur combiné avec la clé d'appel.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Lorsque le levier-commutateur est dans la position d'attente, sur sonnerie, les courants d'appel arrivent par L_1 et passent par l_1, b_1, r_6, S_1 , sonnerie, S_2, r_7, b_2, l_2, L_2 . Pour répondre, le poste appelé appuie sur le bouton L, ce qui déplace le commutateur ABCD. Le courant de réponse suit le trajet CS, r_5, b_1, l_1, L_1 et ZS, r_8, b_2, l_2, L_2 (les ressorts r_6, r_7 étant isolés en e_1, e_2).

Dans la position de conversation, le circuit primaire est formé par : CM, ab de BI, r_2, G, r_3 , microphone M, ZM. Le circuit secondaire comprend : $L_1, l_1, b_1, r_1, t_1, R_1, t_2, cd$ de BI, $t_4, R_2, t_3, r_4, b_2, l_2, L_2$.

TRANSMETTEURS BURGUNDER

MICROPHONE. — Le microphone est du type Gower ; il se compose (*fig. 46*) de six crayons de charbon A_1, \dots, A_6 , rayonnant en forme d'étoile autour d'un cylindre central B, également en

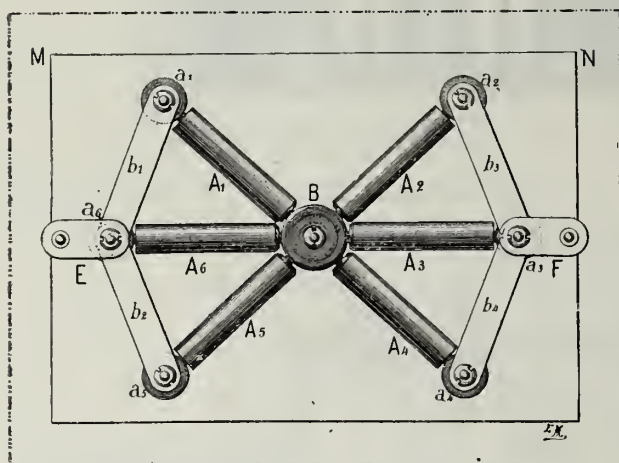


FIG. 46. — Microphone Burgunder.

charbon. Ces crayons s'engagent dans le cylindre B normalement à sa surface latérale; chacun d'eux s'engage aussi dans un autre cylindre plus petit $a_1 \dots a_6$. Les cylindres de charbon a_1, a_6, a_3 , sont reliés entre eux par des lames de cuivre b_1, b_2 ; il en est de même des cylindres a_2, a_3, a_4 , réunis par b_3 et b_4 . Les cylindres a_1, \dots, a_6 , ainsi que le cylindre B, sont boulonnés sur la planchette microphonique MN, tandis que les crayons A_1, \dots, A_6 restent libres entre leurs points d'appui. Aux extrémités E, F, sont disposées deux pièces métalliques qui prennent contact avec la pile microphonique et le circuit primaire de la bobine d'induction.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (*fig. 47*) est formée par deux ressorts R, R_1 , fixés en v, v_1 , par des vis, au bâti en bois du transmetteur et libres à leur extrémité opposée. Ils sont com-

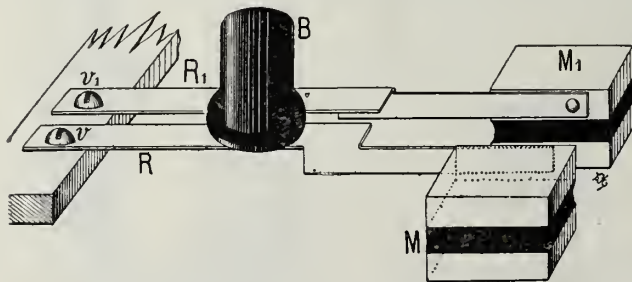


FIG. 47. — Clé d'appel du transmetteur Burgunder.

mandés simultanément par le bouton isolant B. Latéralement, les deux ressorts R, R_1 , s'appuient et font pression sur les plots M, M_1 , fixés eux-mêmes à demeure sur l'ébénisterie du transmetteur. Chacun des plots M, M_1 se compose de trois pièces, deux plaques en laiton séparées par une lame en ébonite. Les plaques de laiton supérieures représentent les plots de repos de la clé, les plaques de laiton inférieures sont les plots de travail. Lorsqu'on appuie sur le bouton B, les ressorts R, R_1 passent des pièces de laiton supérieures aux pièces inférieures; ils reprennent leur position initiale par leur propre élasticité lorsqu'on cesse d'agir sur le bouton B. Pour éviter qu'au passage les ressorts R, R_1 , frottent sur l'ébonite et, en métallisant cet isolant, déterminent, à la longue, une communication électrique entre les plots de repos et les plots de travail, la lame d'ébonite a été légèrement échancrée dans la partie qui fait face aux ressorts.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur est fort ingénieux et résoud avec simplicité le problème de la séparation des circuits. Le crochet C (*fig. 48*) est monté à pivot sur une

chape AB; son ressort antagoniste R est fixé, d'une part, à cette chape, de l'autre au crochet lui-même. Une pièce D, rapportée sur l'axe du crochet, se prolonge en arrière et supporte les deux goupilles *d*, *e*. La goupille *d* est une prise de contact, nous le verrons tout à l'heure; la goupille *e* commande le commutateur proprement dit.

Ce commutateur est, en somme, un commutateur à deux directions pour lignes doubles, analogue au modèle admis sur les réseaux par l'Administration française; il est actionné automatiquement par le crochet C.

La plaque métallique M est montée sur une colonnette O et peut pivoter autour de la vis à centre N. Cette plaque M supporte deux ressorts recourbés *mn*, *m'n'* fixés par les vis *v*. Les ressorts *mn*, *m'n'* sont isolés l'un par rapport à l'autre; ils sont aussi isolés de la plaque M. Lorsque la plaque M tourne autour de son axe N, les deux ressorts se déplacent avec elle; le ressort *mn* sans abandonner sa pièce de contact *b*, passe du contact *h* sur le contact *f*; de même, le ressort *m'n'*, sans cesser de s'appuyer sur la pièce de contact *a*, passe de *c* en *g*.

Le mouvement de bascule de la plaque M est provoqué par un mouvement de bascule, en sens contraire, du crochet C; en effet, la goupille *e* est engagée dans une encoche de la plaque M et entraîne celle-ci. Le déplacement de la pièce M n'a pas seulement pour effet d'orienter les ressorts *mn*, *m'n'*; la goupille *d* est pressée par un ressort *r* monté sur la colonne P et la communication électrique existe entre *d* et P tant que *mn* repose sur les plots *b*, *h* et *m'n'* sur les plots *a*, *c*; mais, lorsque *mn* prend la position *b*, *f*, et *m'n'* la position *a*, *g*, la goupille *d* abandonne le ressort *r* et la communication est coupée entre *d* et P.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 49 montre le schéma des communications intérieures de l'appareil mural, en forme de pupitre; E, F sont deux ressorts sur lesquels s'appuient les prises de contact du microphone, qui n'est pas représenté sur notre dessin. La borne *L*₁ est reliée au plot *b*, la borne *L*₂ au plot *a*.

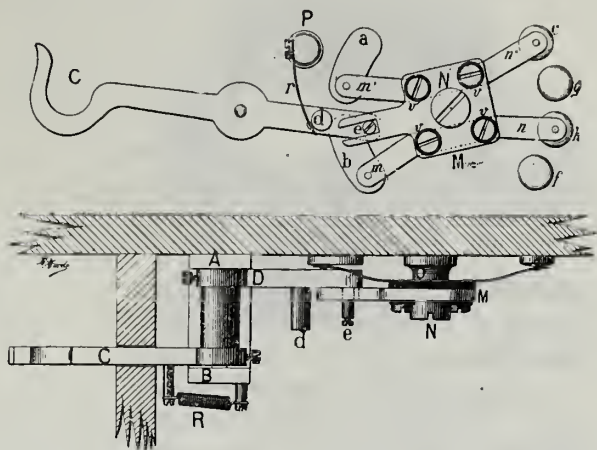


FIG. 48. — Levier-commutateur du transmetteur Burgunder.

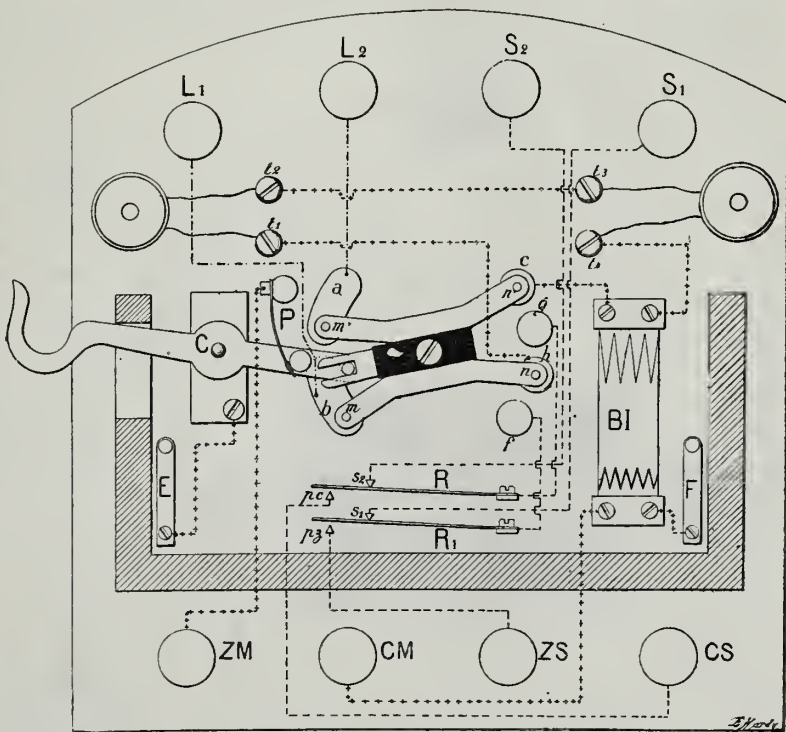


FIG. 49. — Schéma des connexions du transmetteur Burgunder.

DISPOSITIONS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Le transmetteur portatif (fig. 50) est

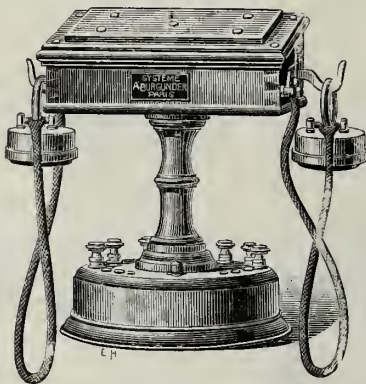


FIG. 50. — Transmetteur Burgunder, modèle portatif.

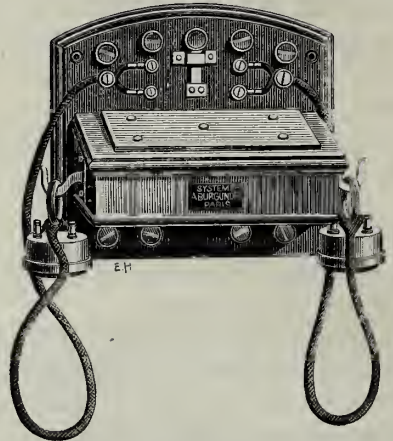


FIG. 51. — Transmetteur Burgunder, modèle mural.

un pupitre moitié sur un socle à colonne; ses organes ne diffèrent pas de ceux du transmetteur mural (fig. 51); la disposition des circuits est aussi la même.

TRANSMETTEURS CHATEAU

MICROPHONE. — Le microphone est composé de sept crayons de charbon assemblés par des prismes de même substance. Ces charbons forment trois groupes montés en quantités et associés en série. Le microphone est incliné d'environ 45° sur la membrane en sapin qui le supporte.

CLÉ D'APPEL. — C'est une clé du type Morse, montée sur ressort.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le mécanisme de commutation est installé sur une plaque en ébonite fixée au fond de la boîte. Une plaque métallique P (fig. 52), rapportée sur la plaque d'ébonite, soutient le levier-commutateur AC. Celui-ci, sous le poids du récepteur suspendu en C, pivote autour de la vis o et est ramené à sa position primitive par le ressort R réglé par la vis v. Un plot d'ébonite i, vissé sur le levier AC, supporte la pièce métallique m et le ressort uu', arrêté en m et en g. Quand le crochet C est relevé, le ressort uu' repose sur la vis f; il en est isolé lorsque le crochet C est abaissé. Le ressort coudé à angle droit r est fixé en A au levier AC; il s'appuie sur la vis d quand le crochet C est relevé et sur la vis e lorsque le crochet C est abaissé.

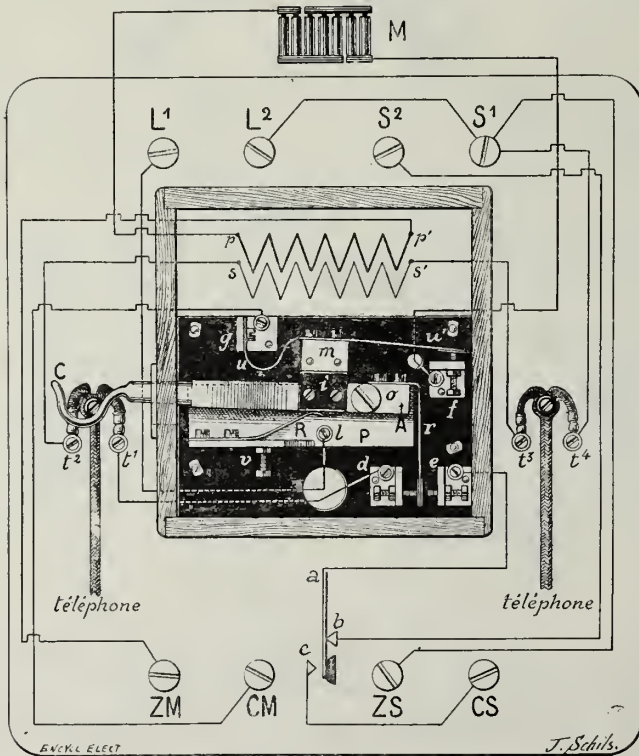


FIG. 52. — Schéma des connexions du transmetteur Château.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 52 en représente le diagramme et permet de suivre la marche des courants.

TRANSMETTEUR EURIEULT

MICROPHONE. — Le microphone est à quatre charbons montés par deux en dérivation, les deux groupes étant assemblés en série; l'ensemble est fixé sur la plaque vibrante en sapin.

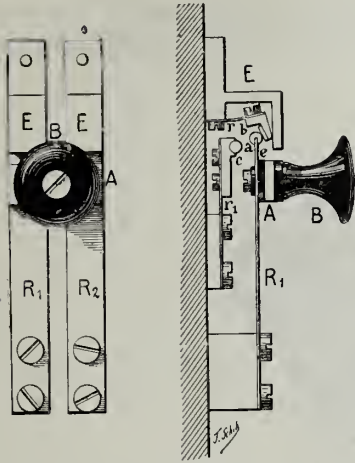


FIG. 53.

Clé d'appel du transmetteur Eurieult.

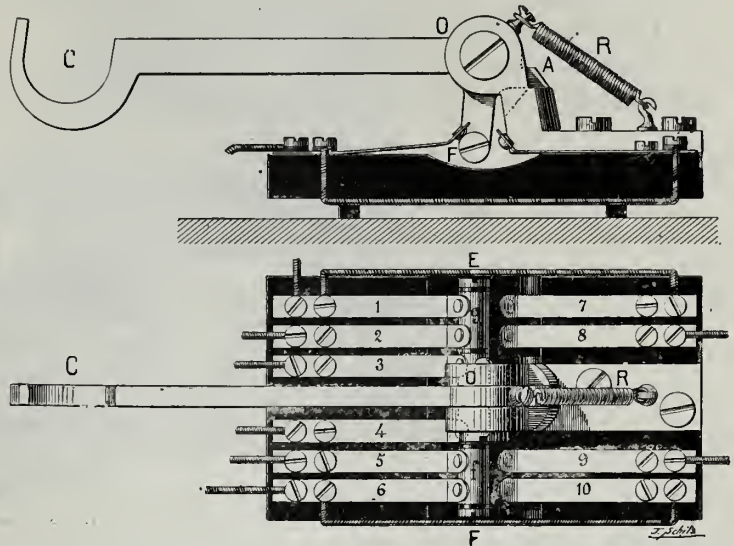


FIG. 54. — Levier-commutateur du transmetteur Eurieult.

CLÉ D'APPEL. — Elle est formée par deux ressorts-lames obéissant à un seul bouton. Une entretoise A, isolée en *e* (fig. 53), réunit les ressorts R_1 , R_2 , terminés chacun par un cylindre *a* qui se déplace entre les contacts de repos, formés par des équerres *b* montées sur des ressorts *r*, et les contacts de travail *c*, également montés sur ressorts en r_1 ; ces contacts sont à friction; l'équerre E forme butée dans la position de repos de la clé.

LEVIER - COMMUTATEUR. — C'est un crochet C (fig. 54), mobile autour de l'axe O, pourvu d'un talon d'arrêt A et d'un ressort antagoniste R. La tige du crochet C, recourbée au-dessous de son point de suspension, supporte, perpendiculairement à sa direction, un cylindre EF dont les parties métalliques *f*, *g* sont isolées. Deux jeux de ressorts, 1 à 6 et 7 à 10, prennent contact avec le cylindre EF, suivant sa position. Quand l'appareil est sur sonnerie, les ressorts 7 à 10 s'appuient sur le cylindre EF; quand l'appareil est dans la position de conversation, le cylindre EF est en relation avec les ressorts de 1 à 6.

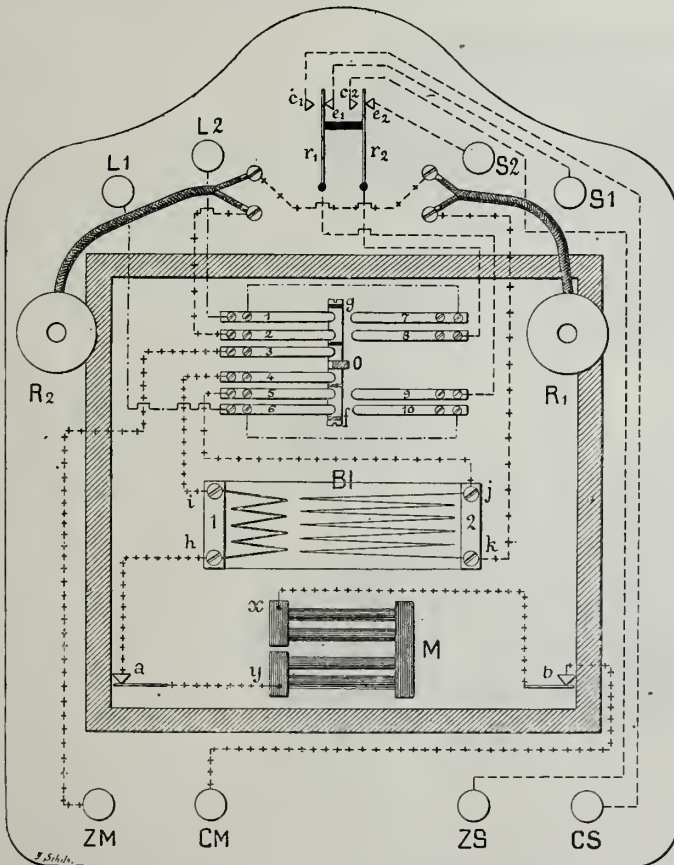


FIG. 55. — Schéma des connexions du transmetteur Eurieult.

tion de conversation, le cylindre EF est en relation avec les ressorts de 1 à 6.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Elles sont représentées par la figure 55, le transmetteur étant dans la position de conversation.

TRANSMETTEURS GALLAIS

MICROPHONE. — Le microphone employé par M. Gallais est du type Ader.

CLÉ D'APPEL. — C'est un bouton-poussoir ordinaire.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier pivote entre les pointes des vis A, B (fig. 56). Un ressort R, roulé en spirale, fixé à la chape par un de ses bouts, à l'axe du levier par l'autre, remplit

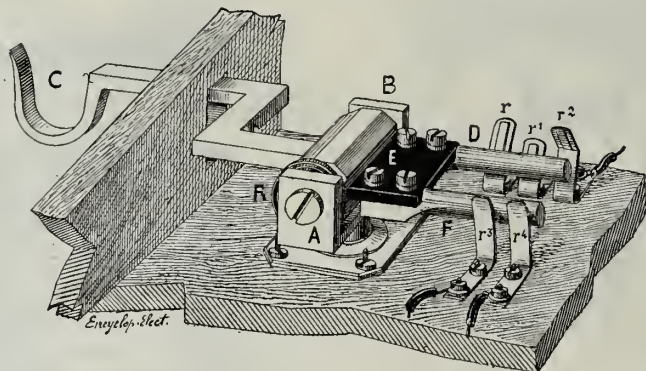


FIG. 56. — Levier-commutateur du transmetteur Gallais.

l'office de ressort antagoniste. En arrière de l'axe AB, le levier se prolonge en D, par une pièce métallique, sur laquelle est vissée la plaque d'ébonite E. Cette plaque supporte un second appendice métallique F, parallèle à D, mais isolé par la pièce E. Le ressort r (ligne) est constamment

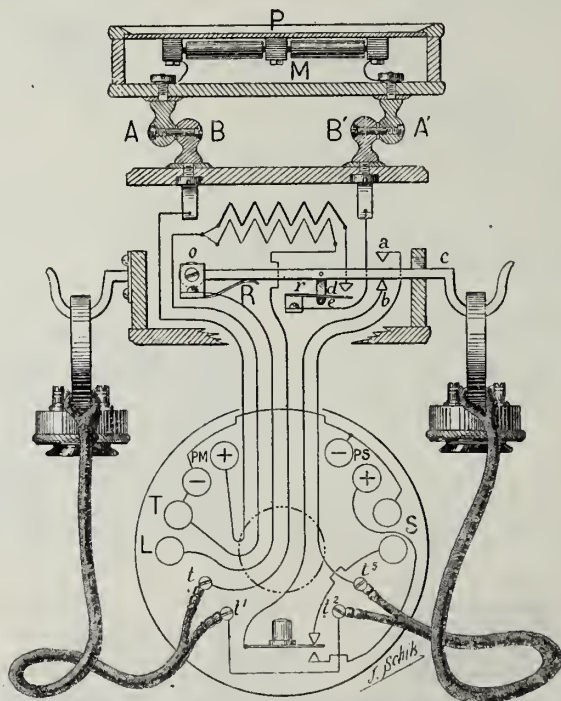


FIG. 57. — Schéma des connexions du transmetteur Gallais.

en contact avec la tige D. Quand le crochet C est abaissé, D rencontre le ressort r_2 (sonnerie). Quand le crochet est relevé, D est en relation avec r_1 (circuit secondaire); en même temps r_3, r_4 (circuit primaire) sont réunis par F.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 57 montre les communications du transmetteur portatif.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Le modèle mural est un pupitre (*fig. 58*). Le modèle portatif (*fig. 59*) est monté sur colonne. La partie supérieure comprend deux boîtes



FIG. 58. — Transmetteur Gallais, modèle mural.

articulées l'une sur l'autre, d'où il résulte un mouvement de bascule de la boîte la plus élevée qui contient le microphone; il est dès lors possible de parler en avant ou en arrière de l'appareil



FIG. 59. — Transmetteur Gallais, modèle portatif.

reil sans le déranger; il suffit de faire basculer de son côté la partie du boîtier qui renferme le microphone.

TRANSMETTEURS GUYOMARD ET ROLLAND

MICROPHONE. — Le microphone comprend quatre cylindres de charbon C, C', C'', C''' (*fig. 60*), disposés verticalement et s'engageant dans des cuvettes creusées dans les prismes de charbon horizontaux P, P', P''. Ces derniers sont boulonnés sur une planchette de sapin A.

Les charbons cylindriques forment avec les prismes P, P' deux groupes, dans chacun desquels les deux charbons sont montés en dérivation. Ces deux groupes sont installés en série par l'intermédiaire du prisme P''.

Les fils de communication aboutissent aux prismes de charbon P, P', sur lesquels ils sont maintenus par les écrous des boulons qui servent à fixer ces prismes sur la planchette microphonique A.

La façon dont les extrémités des crayons mobiles sont taillés constitue l'originalité du système. Chaque extrémité des charbons (*fig. 61*) est, sur son pourtour, entaillée de rainures qui se coupent à angle droit; cette disposition a pour but d'atténuer le déplacement ou le roulement des charbons dans le sens latéral, roulement occasionnant des vibrations secondaires qui nuisent à la netteté du son; elle a également pour effet d'empêcher l'adhérence des cylindres avec les

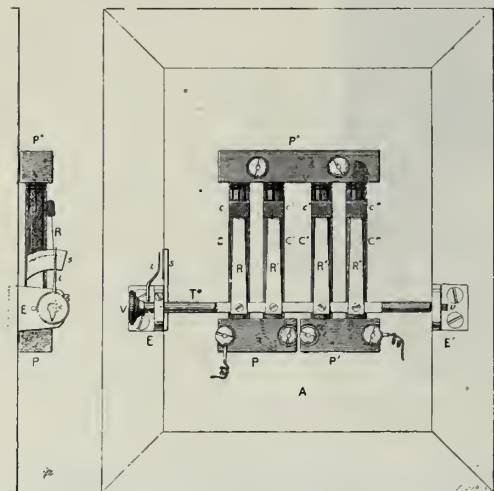


FIG. 60. — Microphone Guyomard et Rolland.

prismes et de ne pas permettre à la poussière de charbon produite par le choc des cylindres contre les prismes de s'accumuler au fond des cuvettes. Cette poussière s'échappe, en effet, facilement par les rainures des extrémités de chaque cylindre, et, comme le fond des cuvettes est perforé, il n'est pas possible que les particulés de charbon s'accumulent dans ces cavités. Cette disposition de la cuvette est marquée en pointillé sur le prisme P dans la figure 60.

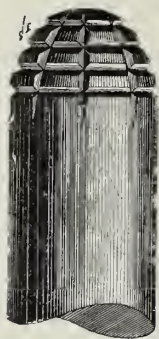


FIG. 61.
Charbon du microphone
Guyomard et Rolland.

Le microphone est à réglage et ce réglage s'obtient au moyen de ressorts-lames R, R', R'', R''' (*fig. 60*), situés en regard des cylindres de charbon. L'extrémité libre de chacun de ces ressorts s'appuie sur la surface latérale du charbon correspondant; mais il est évident que le contact direct entre le ressort et le charbon pourrait occasionner, outre un bruit métallique, une désagrégation assez rapide du charbon. Pour éviter ce double inconvénient, la pointe du ressort a été garnie d'un tampon en matière souple, interposé entre le métal et le charbon. Ce tampon c, c', c'', c''', qui peut être en drap, en caoutchouc ou en peau, contourne à demi chaque cylindre en le guidant légèrement.

A leur base, les ressorts sont fixés sur une tringle en laiton T, rendue solidaire, au moyen d'une goupille, de la vis V qui traverse le bâti. En combinant l'action de la vis V et celle des ressorts, on peut obtenir un réglage tel que les charbons conservent une certaine mobilité à leur extrémité supérieure.

A ce premier système de réglage, on a objecté qu'il pourrait y avoir inconvénient à laisser la tête de la vis V à portée de la main, des personnes inexpérimentées pouvant dérégler l'appareil au lieu de le régler. M. Guyomard s'est rangé à cette opinion et a placé la tête de vis à l'intérieur de la boîte. A cette tête de vis est adaptée une aiguille indicatrice qui marque sur un limbe divisé le degré de pression des ressorts sur les charbons. Le contact entre les cylindres de charbon et les prismes qui les supportent s'établit sous une certaine pression obtenue par les ressorts, d'une part, et par le poids propre des cylindres de charbon, d'autre part. En combi-

nant convenablement ces deux actions par le réglage des ressorts, on obtient, après quelques tâtonnements, une grande sensibilité, qui se traduit par une reproduction très nette de la parole.

La maison L. Digeon et C^{ie} (France) construit un modèle mural et un modèle portatif de transmetteurs Guyomard. Le mécanisme et les communications de ces appareils sont absolument les mêmes que ceux des transmetteurs d'Arsonval, précédemment décrits.

TRANSMETTEUR DE LALANDE

MICROPHONE. — Les quatre charbons CCCC (*fig. 62*) sont enfilés sur un axe en fer DE que les équerres GF maintiennent à la hauteur voulue sur la plaque microphonique en sapin. L'écartement des charbons est assuré par des rondelles, également en charbon.

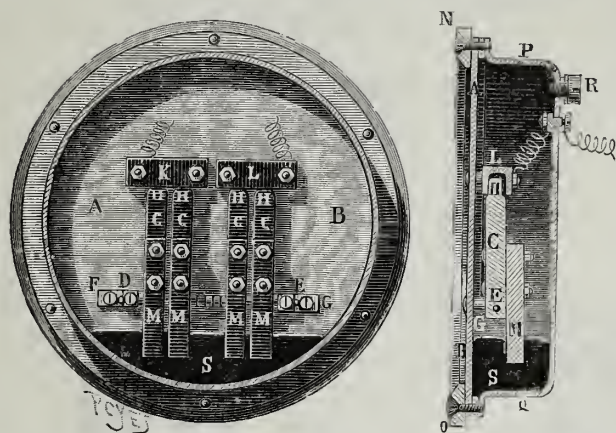


FIG. 62. — Microphone de Lalande.

A leur partie supérieure, les quatre charbons sont cylindriques et engagés, deux à deux, dans les prismes de charbon KL; ils s'y meuvent très librement.

Les charbons CCCC sont boulonnés sur d'autres charbons MMMM, dont la base baigne dans du mercure S, renfermé dans la cuvette en fonte PQ. Les fils de communication sont pincés sous les écrous des boulons qui fixent les prismes KL.

MÉCANISME. — Le mécanisme du transmetteur de Lalande est le même que celui du transmetteur d'Arsonval, ancien modèle. Il est construit par la maison L. Digeon et C^{ie}.

TRANSMETTEURS MERCADIER ET ANIZAN

MICROPHONE. — Dans un double prisme de charbon A, B (*fig. 63*) percé de trous cylindro-coniques, s'engagent huit charbons mobiles, tels que CD. Les prismes A, B, sont fixés sur la planchette microphonique par le boulon *c* et l'écrou *b*; ils sont calés par des tasseaux *x*, *y*, *z*. Chacun des charbons mobiles est cylindrique à sa base et taillé en pyramide à son sommet.

La partie cylindrique est enfoncée dans une douille métallique D, percée elle-même d'un trou conique *t*. Sur deux plaques métalliques P, P', isolées l'une de l'autre, et dont nous verrons plus loin les liaisons électriques, sont placées huit chevilles métalliques, *e*, *e*. C'est sur ces chevilles que reposent les douilles métalliques *t* des charbons mobiles; les sommets de ces charbons sont logés dans les trous des prismes A, B, et s'y meuvent très librement. Tel est le microphone.

Sur la portion de la figure qui représente les plaques P, P', et une coupe des charbons mobiles, on voit que ces charbons forment deux groupes de quatre charbons montés en quantité; ces deux groupes sont eux-mêmes montés en série par leur liaison à travers les prismes de charbon A, B. La coupe longitudinale de l'appareil, placée sur la gauche de la figure, montre les positions res-

pectives des deux rangées de charbons; elles sont parallèles, et les charbons y sont inclinés, faisant un angle d'environ 15° avec la verticale. Pour parer à un calage des charbons, peu probable d'ailleurs en raison de leur grande mobilité et pour chasser aussi les poussières qui pourraient altérer les points de contact, les inventeurs ont imaginé un système de réglage qui permet de faire rouler les charbons mobiles sur leurs pivots. Un cordonnet de soie $f'f'f'$ entoure chacun des charbons; les deux brins de ce cordonnet sont noués derrière le ressort en acier R, et sont fixés, d'autre part, à la barrette h qui supporte le bouton T. Cette barrette, maintenue

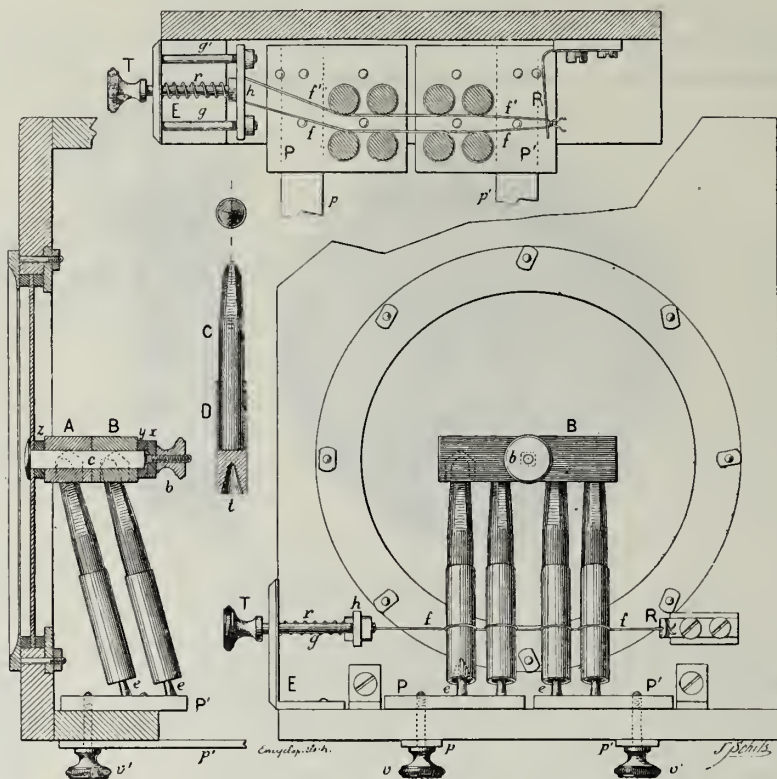


FIG. 63. — Microphone Mercadier et Anizan.

par le ressort r dans la position que représente la figure, glisse sur les tiges g, g' , lorsqu'on tire le bouton T; le ressort R obéit lui-même à cette impulsion, de sorte que, en tirant plusieurs fois le bouton T, comme on tirerait un bouton de sonnette, on imprime à tous les charbons mobiles un mouvement de rotation autour de leur axe.

Les transmetteurs Mercadier et Anizan sont construits par la maison L. Digeon et C^{ie}. Il existe un modèle mural et un modèle portatif qui, tous les deux, ont le même mécanisme et les mêmes communications intérieures que les transmetteurs similaires du modèle d'Arsonval.

TRANSMETTEURS MORS-ABDANCK

MICROPHONE. — Le microphone est du type Ader; il comprend deux groupes de cinq crayons de charbon montés en quantité sur trois barrettes en charbon qui les rassemblent en série, le tout boulonné sur une plaque vibrante en sapin.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (*fig. 64*) est formée par un bouton-poussoir métallique A, monté à glissière et soumis à l'action d'un ressort antagoniste. La glissière est réunie à demeure par une lame a avec le ressort 3 du levier-commutateur. La tige du bouton A porte le ressort b , qui communique avec elle, et les ressorts jumeaux d_1, d_2 , qui en sont isolés. Ces trois ressorts se

déplacent entre les plots e, e_1, e_2 et les plots f, f_1, f_2 , les premiers étant les plots de repos, les seconds les plots de travail.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur ne bascule pas, comme dans la plupart des autres systèmes; il tourne autour de son axe et est ramené à sa position de repos par le ressort R. L'axe du levier porte deux cames g, h , qui font corps avec lui. Trois pièces rapportées et soigneusement isolées, i, j, k , sont également montées sur l'axe et garnies chacune d'une paire de cames.

Huit ressorts, numérotés de 1 à 8 sur notre dessin, sont montés sur la réglette d'ébonite E_1E_2 ; une seconde réglette d'ébonite E_3E_4 leur sert de butée. Suivant la position du

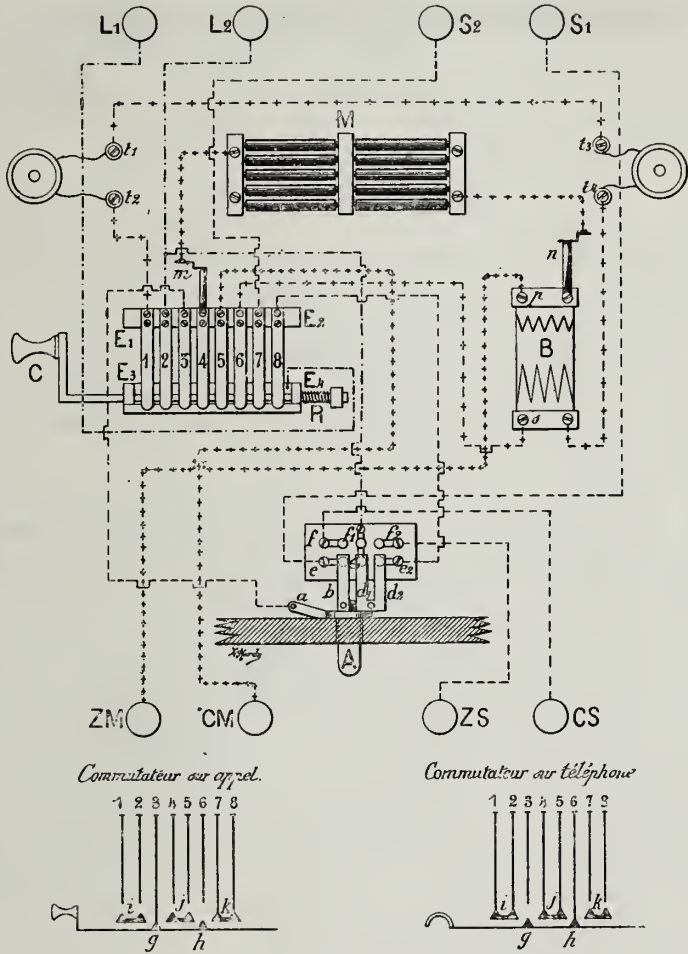


FIG. 64. — Transmetteur Mors-Abdank.

levier-commutateur, ces ressorts sont en contact avec les différentes cames ou bien en sont isolés. Ainsi, dans la position d'attente, les ressorts 1, 2, 4, 5, 6 sont isolés, 7 et 8 communiquent entre eux, 3 est en relation avec l'axe du levier. Dans la position de conversation, 3, 7, 8 sont isolés, 1 et 2 communiquent entre eux, ainsi que 4 et 5; 6 est en relation avec l'axe du levier.

Les ressorts m, n , mettent le microphone dans le circuit.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 64 montre la disposition des communications à l'intérieur de l'appareil; on voit, à la partie inférieure du dessin, les relations des différents ressorts avec le commutateur dans la position d'appel et dans la position de conversation.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — La maison Mors (France) construit un modèle mural et un modèle portatif de ce transmetteur ne différant entre eux que par la forme.

TRANSMETTEURS A GRENAILLE MOULÉE

TRANSMETTEURS BAILLEUX

MICROPHONE. — Le microphone comprend un mince disque de charbon de 55 mm de diamètre. Ce disque est moulé de façon à former, à sa partie centrale, une cuvette dans laquelle on dépose la grenaille de charbon.

La cuvette est fermée par un disque métallique qui porte en son centre une proéminence conique garnie d'un contact en argent formant une des prises de contact des communications. Les deux disques sont assemblés par un anneau en caoutchouc, à cheval sur leur tranche et maintenu par un peu de colle.

Entre les deux disques est interposé un anneau de caoutchouc qui les sépare sur tout leur pourtour, et qui est un peu plus épais que la saillie de la cuvette du disque de charbon, de sorte que ce disque de charbon n'est en communication avec le disque métallique que par la grenaille très mobile, mais emprisonnée dans la cuvette centrale.

Ce microphone est monté, suspendu en quelque sorte, dans un boîtier formé par deux anneaux métalliques, isolés l'un de l'autre par une rondelle en ébonite. Sur l'anneau antérieur repose le disque de charbon; cet anneau est relié aux communications du poste par trois ressorts en forme de T, dont la branche horizontale s'engage dans une gorge pratiquée sur le pourtour de l'anneau, tandis que la branche verticale est vissée sur le couvercle de la boîte de l'instrument; cet anneau est garni d'une toile métallique qui protège le charbon et est surmonté d'une embouchure conique en ébonite ou en ivoirine. L'anneau postérieur porte deux ressorts de forme particulière qui, par pression sur le disque métallique, assurent le contact entre le disque de charbon et l'anneau antérieur; enfin, sur le contact en argent du disque métallique, vient presser un ressort, vissé d'autre part au couvercle du transmetteur.

CLÉ D'APPEL. — Le bouton d'appel est un poussoir actionnant un double ressort semblable à celui des appareils Ader; c'est une clé double dont les contacts sont à friction.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le mécanisme du levier-commutateur est du modèle général adopté par la Société industrielle des Téléphones pour tous les systèmes de transmetteurs qu'elle exploite.

Les prises de courant du microphone se font par les charnières du couvercle sur lesquelles s'appliquent, lorsque le couvercle est fermé, deux ressorts respectivement reliés à l'anneau antérieur du boîtier et au disque métallique du microphone.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Nous reproduisons (*fig. 65*) le schéma des communications intérieures de l'appareil portatif qui peut s'appliquer aux appareils analogues également construits par la Société industrielle des Téléphones. Les communications de l'appareil mural sont exactement les mêmes que celles que montre la figure 36, page 14 (*Ader*).

L'appareil est représenté dans la position de conversation. Le levier-commutateur étant

dessiné en élévation, le socle est figuré en plan, les conducteurs sous tresse traversant la colonne qui assemble les deux parties de l'appareil.

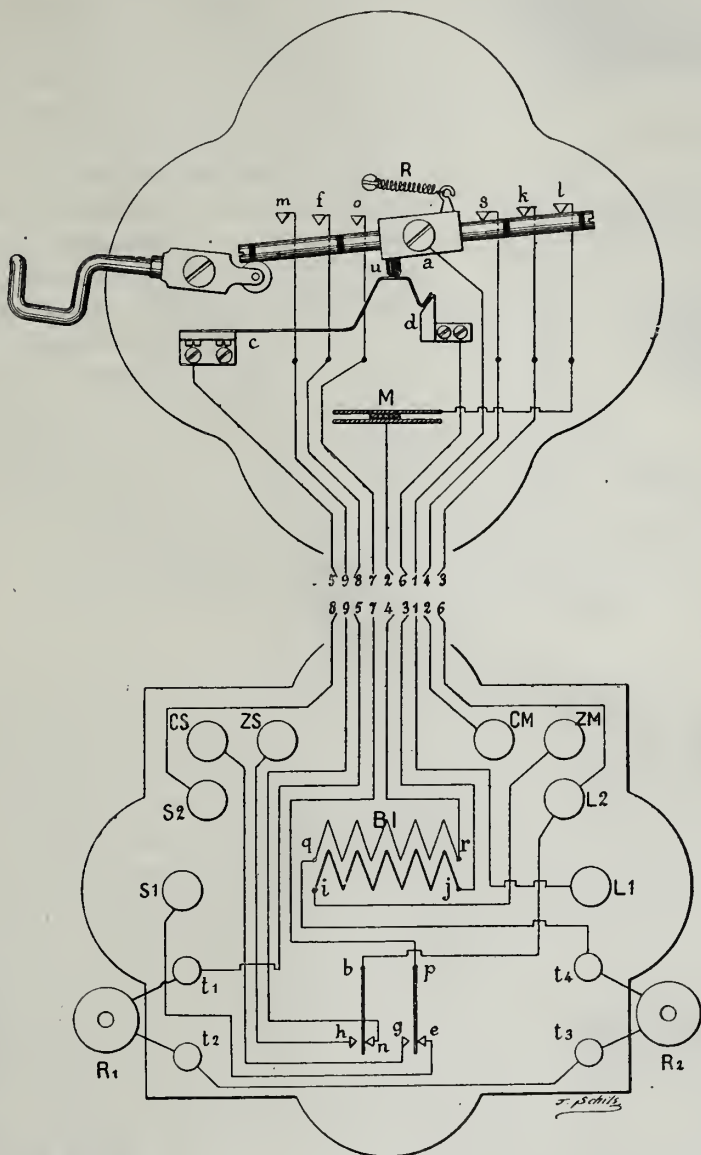


FIG. 65. — Schéma des connexions du transmetteur Baileux.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Entre le type mural et le type portable il n'existe que des différences de formes, résultant fatalement de l'affectation spéciale de ces deux modèles.

TRANSMETTEURS BERTHON

MICROPHONE. — Le microphone (fig. 66) se compose d'un boîtier en ébonite AA, sur le fond duquel sont superposées: une rondelle de caoutchouc E, une plaque de charbon C, une seconde rondelle de caoutchouc F, une seconde plaque de charbon D, et enfin une troisième rondelle de caoutchouc G; le tout est assujéti par une bague nickelée H, qui se visse à l'intérieur du boîtier. La plaque C porte en c un anneau qui fait saillie et forme une sorte de cuvette dans

laquelle on place de la grenaille de charbon. Cette grenaille se meut librement entre les deux plaques de charbon, dans l'espace qui correspond à la cavette.

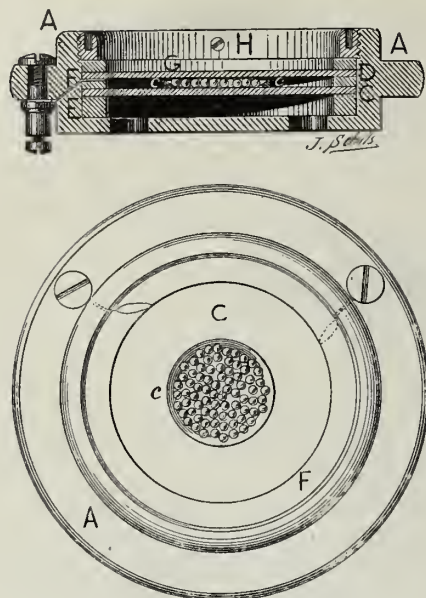


FIG. 66. — Microphone Berthon.

Les deux plaques de charbon forment ce que l'on pourrait appeler les deux pôles du microphone; elles sont reliées au circuit primaire du transmetteur.

La plaque supérieure est vernie extérieurement, et c'est devant elle que l'on parle.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — D'une manière générale, on peut dire que les transmetteurs Berthon, construits par la Société industrielle des Téléphones, ont le même mécanisme que les transmetteurs Ader. Le type Berthon n° 7 est l'appareil que la Société désignait anciennement sous le n° 8 bis. En raison de l'exigüité du macaron qui renferme les organes, il a fallu torturer les ressorts, qui ont pris des formes bizarres. Le crochet mobile commande directement le levier-commutateur.

Le modèle n° 9 emprunte la clé d'appel de l'Ader n° 3 et le levier-commutateur du n° 4.

TRANSMETTEURS DUCOUSSO

MICROPHONE. — Le microphone (fig. 67) est formé par une cuvette en charbon AA, sur laquelle est vissée une coupelle métallique B, divisée en trois compartiments b_1, b_2, b_3 , dans lesquels est placée la grenaille de charbon. La coupelle B est isolée de la cuvette AA par une rondelle de mica g et par une lame d'ébonite h . Au-dessus de la cuvette AA, et appliquée sur ses bords, une mince plaque de charbon, devant laquelle on parle, reçoit les vibrations qui lui sont imprimées par les ondes sonores et, agissant sur la grenaille, détermine les altérations de contact qui produisent les effets microphoniques. Les deux ressorts d, d , agissent par pression sur la plaque de charbon et la maintiennent en place. Dans la partie de notre dessin qui représente le microphone vu en plan, l'un de ces ressorts a été retourné pour bien montrer sa forme; dans la partie qui figure une coupe de l'instrument, les ressorts d, d occupent leur position normale.

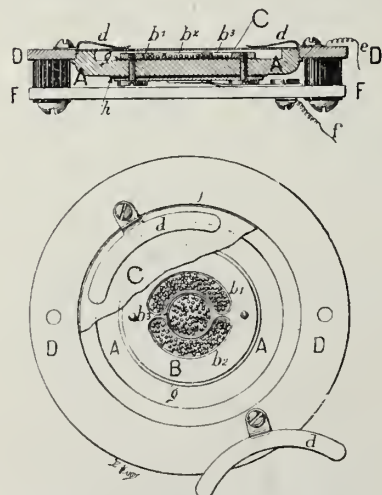


FIG. 67. — Microphone Ducoussou.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (fig. 68), représentée en plan et en élévation, comprend un massif en ébonite MN, fixé sur le socle de l'appareil par les vis v_1, v_2 . Dans la partie M du massif MN sont immobilisés deux ressorts en maillechort R_1, R_2 , qui, contournés en spirale, se terminent par une tige rectiligne libre. Dans la partie N du massif MN sont incrustés quatre plots métalliques, isolés les uns des autres; ce sont les plots de repos et les plots de travail de

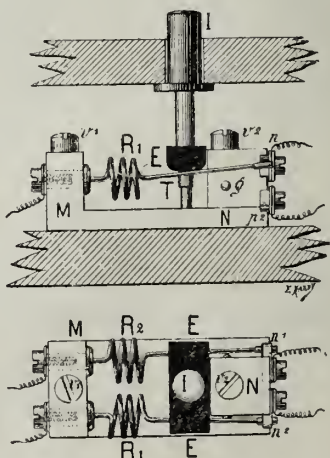


FIG. 68. — Clé d'appel du transmetteur Ducoussou.

terminent par une tige rectiligne libre. Dans la partie N du massif MN sont incrustés quatre plots métalliques, isolés les uns des autres; ce sont les plots de repos et les plots de travail de

la clé. Les plots n_1, n_2 sont les contacts de répos; le contact de travail p_2 est seul représenté. Le bouton d'appel est formé par une tige métallique T, guidée d'une part par le massif MN dans lequel elle s'enfonce et, de l'autre, par l'ébénisterie du transmetteur qu'elle traverse; un bouton-poussoir en os I la termine. Elle porte une barrette en ébonite EE, qui s'appuie sur les ressorts R_1, R_2 .

On conçoit aisément le fonctionnement de cet organe : lorsqu'on presse le bouton I, les deux ressorts R_1, R_2 , fléchissent et passent, par friction, des contacts n_1, n_2 sur les contacts p_1, p_2 (p_1 n'est pas figuré); par leur élasticité propre, les ressorts R_1, R_2 reviennent s'appuyer sur les contacts n_1, n_2 , dès que l'opérateur cesse d'agir sur le bouton I.

Pour éviter la métallisation de l'isolant en ébonite N, les ressorts R_1, R_2 , rencontrent au passage des goupilles, telles que g , qui, faisant légèrement saillie, les empêchent de frotter contre la substance isolante.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur (fig. 69) est très original : Il se compose d'une tige métallique terminée par le crochet C et pivotant autour de la vis à centre V. Une

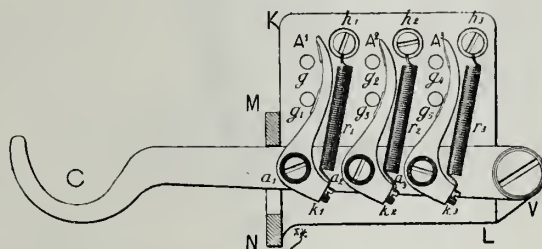


FIG. 69. — Levier-commutateur du transmetteur Ducousso.

équerre MN limite le mouvement de bascule de ce bras de levier. Trois tiges coudées A^1, A^2, A^3 sont articulées sur ce levier, en a_1, a_2, a_3 , au moyen de vis entourées d'isolants, qui ne leur laissent aucune communication électrique avec la tige CV. En regard de ces trois tiges, sur un bloc d'ébonite KL, sont incrustées six goupilles, disposées par paires. Ces goupilles, g_1g_2, g_3g_4, g_5g_6 sont orientées de telle sorte que chacune des tiges A^1, A^2, A^3 ne puisse en rencontrer qu'une à la fois. A cet effet, les vis h_1, h_2, h_3 , montées sur le bloc d'ébonite KL, maintiennent les ressorts à boudin r_1, r_2, r_3 , pincés, d'autre part, sous les têtes des vis k_1, k_2, k_3 et sollicitent les leviers A^1, A^2, A^3 , à s'appuyer sur les goupilles.

Lorsque le crochet C est relevé, les ressorts r_1, r_2, r_3 qui lui servent en même temps de ressorts antagonistes, maintiennent les tiges A^1, A^2, A^3 appliquées contre les goupilles g_1, g_3, g_5 : c'est la position de conversation; mais, lorsque le crochet C est abaissé, les tiges A^1, A^2, A^3 abandonnent les goupilles g_1, g_3, g_5 et prennent contact avec les goupilles g_2, g_4, g_6 : c'est la position d'appel.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 70 montre les communications intérieures.

Dans la position d'attente, le courant d'appel suit le trajet $L_1, h_1, r_1, g, R_2, n_2, S_1$, sonnerie, $S_2, n_1, R_1, g_2, A^2, r_2, h_2, L_2$; le courant de réponse passe par CS, $p_2, R_2, g, A^1, r_1, h_1, L_1$, et par ZS, $p_1, R_1, g_2, A^2, r_2, h_2, L_2$.

Dans la position de conversation, le crochet CV est relevé; les tiges A^1, A^2, A^3 ont pris contact avec les goupilles g_1, g_3, g_5 et ont abandonné les goupilles g_2, g_4, g_6 . Le circuit secondaire est constitué par L_1, h_1, r_1, A^1, g_1 induit de BI, $t_3, RE_2, t_1, t_2, RE_1, t_1, g_3, A^2, r_2, h_2, L_2$. Le circuit primaire est fermé par CM, MI_1 , microphone, MI_2, g_5, A_3, r_3, h_3 , inducteur de BI, ZM. Il est bien entendu que la pile de microphone, intercalée entre CM et ZM, est indépendante de la pile d'appel placée entre CS et ZS.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Le modèle que nous venons de décrire est un poste mural.

Les établissements Postel-Vinay construisent également un appareil portatif du système Ducouso. Les organes de cet instrument sont exactement les mêmes que ceux du transmetteur mural. Le socle est de forme octogonale ; il supporte les huit bornes réglementaires et contient la clé d'appel, ainsi que la bobine d'induction. Au centre de ce socle s'élève une colonne

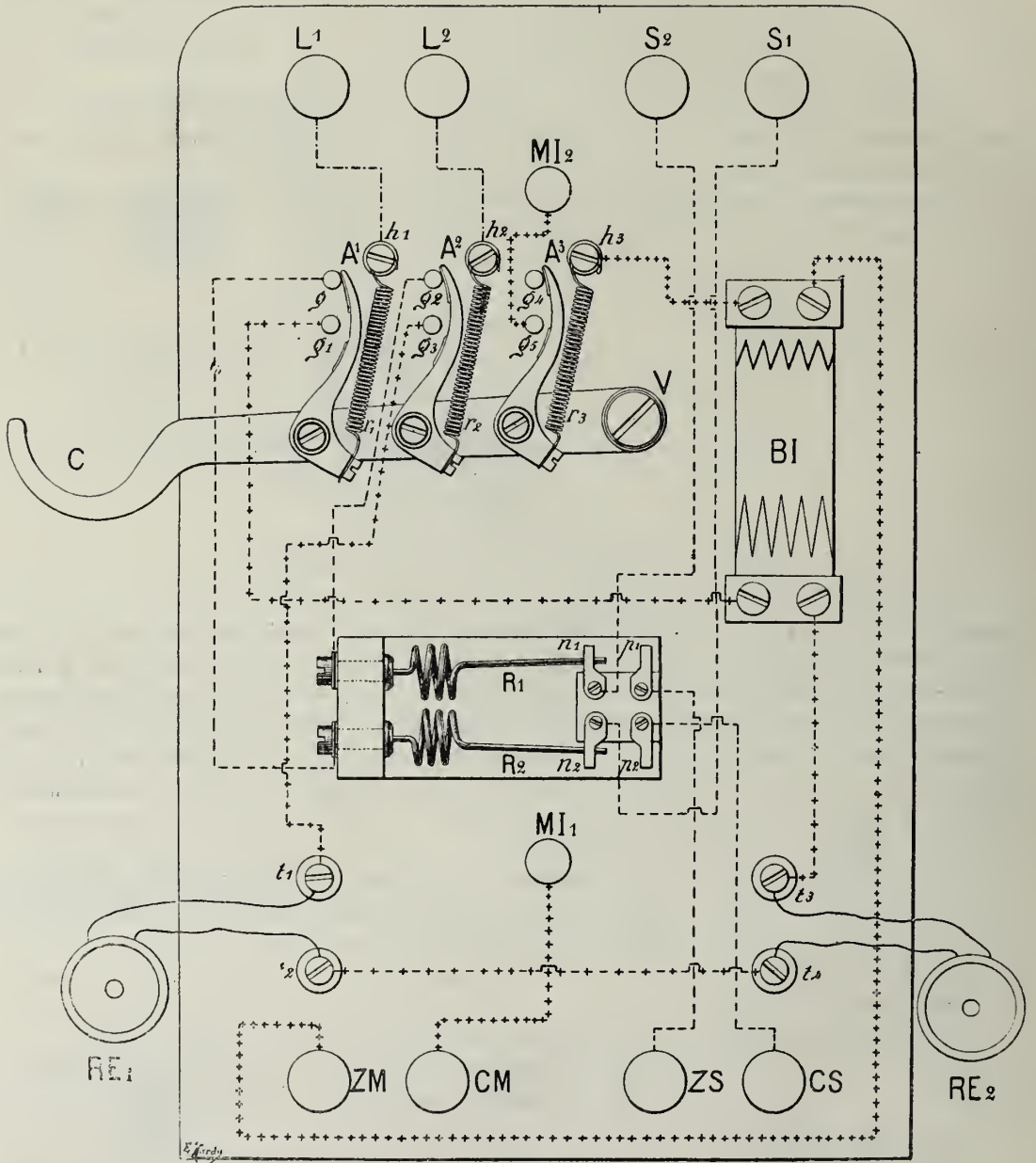


FIG. 70. — Schéma des connexions du transmetteur Ducouso.

surmontée d'une boîte dont la forme est également celle d'un octogone régulier. Sur la face antérieure de cette boîte, se trouve l'embouchure du microphone ; sur les côtés sont les crochets de suspension des récepteurs ; à l'intérieur, sont disposés le microphone et le levier-commutateur.

TRANSMETTEURS ROULEZ

M. Burgunder construit les appareils Roulez admis sur les réseaux français.

MICROPHONE. — Le microphone imaginé par Roulez (*fig. 71*) se compose d'un disque de charbon AB, d'environ 10 cm de diamètre et de près de 1 mm d'épaisseur. La plaque AB, maintenue sur la face antérieure de l'appareil par un anneau métallique boulonné sur l'ébénisterie, est protégée par un couvercle en bois percé, à son centre, d'une ouverture O, de 2 cm de diamètre. On parle devant cette ouverture.

En arrière de la plaque AB, un prisme de charbon C est placé transversalement. Il est séparé de la plaque AB, par une bande de papier D et assujéti par des boulons *b*, isolés par des rondelles d'ivoire *i*. Trois excavations *e, e, e* ont été ménagées dans le bloc C; des trous leur correspondent dans la bande de papier D.

Dans les excavations *e, e, e*, on place de la grenaille de charbon. Cette grenaille est formée de filaments de 122/100 de mm de diamètre et de 18/10 de mm de longueur. A la grenaille primitive, M. Burgunder a substitué de la grenaille moulée de 0,5 mm de diamètre. Le prisme C et la plaque AB ne communiquent électriquement entre eux que par l'intermédiaire de la grenaille de charbon, dont les contacts se déplacent et se modifient aux moindres vibrations du disque AB.

La liaison du microphone avec le reste du circuit primaire, a lieu par des cordons souples attachés en C et en *a*.

MÉCANISME ET COMMUNICATIONS. — A ce microphone, M. Burgunder a adapté le mécanisme

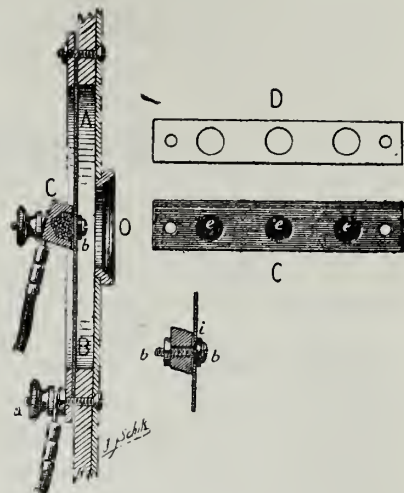


FIG. 71. — Microphone Roulez.



FIG. 72. — Transmetteur Roulez, modèle mural.



FIG. 73. — Transmetteur Roulez, modèle portatif.

de la clé d'appel et du levier-commutateur décrits plus haut; aux cordons souples du microphone, il a substitué des prises de contact par ressorts, de sorte qu'il suffit de se reporter au schéma du transmetteur Burgunder pour avoir celui du nouveau transmetteur Roulez, qu'il soit mural ou portatif. La figure 72 représente un microphone Roulez mural; la figure 73, un poste portatif.

TRANSMETTEURS A CHARBON GRANULÉ

TRANSMETTEUR UNIVERSEL BERLINER

Sous ce nom, M. Berliner a désigné un microphone qui, au moyen de deux boulons, peut s'adapter aux postes de tous les systèmes. La figure 74 en représente une vue d'ensemble, et la figure 75 une coupe.

Sur le boîtier métallique B, qui soutient les deux boulons servant à fixer l'instrument, est vissé un couvercle C, terminé par l'ajutage A, auquel s'adapte l'embouchure D. Entre le boîtier et le couvercle C est pincée la plaque de charbon M, qui constitue la plaque vibrante. Un bloc de charbon E est fixé par un boulon au boîtier B.

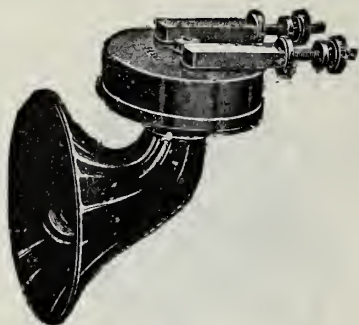


FIG. 74. — Microphone Berliner.

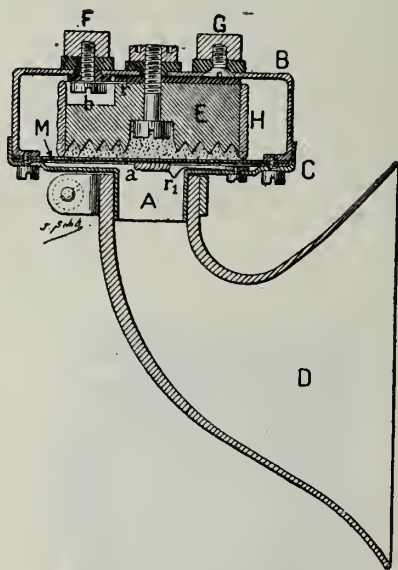


FIG. 75. — Coupe du microphone Berliner.

Le bloc de charbon E, dans lequel des rainures circulaires et concentriques ont été creusées, forme avec la lame de charbon une boîte conique remplie de granules de charbon. Le bloc E est isolé du boîtier B; sur sa face inférieure il en est séparé par une lame de fibre vulcanisée, et le boulon *b* est entouré d'ébonite. Un ressort *r* réunit le bloc E à la tige F. La plaque de charbon M repose sur le boîtier B et communique avec la tige G. A sa partie supérieure, cette plaque est recouverte par un disque de mica sur lequel repose une rondelle en carton. Le couvercle C, qui se visse sur le boîtier, porte un ressort *r*₁, terminé par un petit disque de feutre *a*, qui s'appuie sur le disque de mica. D'autre part, le bloc E est entouré d'un anneau de feutre H, qui repose sur la périphérie de la membrane en charbon M.

Le disque de feutre *a* et l'anneau de feutre H forment des amortisseurs qui empêchent les crachements.

Ce microphone est construit en Autriche par la Société anonyme de la fabrique de téléphones, à Vienne.

TRANSMETTEUR CHAROLLOIS

MICROPHONE. — La plaque vibrante est en ébonite et porte à son centre un boulon qui supporte une cuvette en charbon, la tête du boulon étant protégée par un tampon d'ouate. La paroi latérale de cette cuvette est en celluloïd et emboîte un disque de charbon fixé sur le boîtier et autour duquel est placée une couronne d'ouate. Dans la petite boîte ainsi constituée est logée de la grenaille de charbon.

Dans la masse du boîtier en ivoirine sont encastrées deux pièces de laiton, qui correspondent l'une au disque de charbon inférieur, l'autre à la cuvette de charbon supérieure, une lamie de clinquant, pincée sous le boulon d'assemblage de la cuvette avec la plaque vibrante, assurant la communication électrique.

Dans les deux pièces de cuivre dont nous venons de parler s'engagent deux vis-pivots, qui relient le microphone au reste du circuit primaire. Cette disposition permet de faire basculer le microphone pour le placer à la hauteur de la bouche.

La plaque microphonique est pincée sous un anneau en ivoirine, qui se visse à l'intérieur du boîtier, et sur lequel s'adapte le couvercle garni d'une embouchure.

Les vis-pivots autour desquelles bascule le microphone sont montées sur deux petites colonnes installées sur le transmetteur.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel est un bouton-poussoir qui ne présente aucune disposition particulière.

LEVIER-COMMUTATEUR. — La tige du crochet, qui pivote autour d'un axe, se prolonge en arrière et porte une bague isolée. Cette tige est commandée par un ressort antagoniste à boudin et se déplace entre le ressort de sonnerie situé en haut et les trois ressorts de conversation placés en bas, les ressorts du circuit primaire étant disposés en regard de la bague isolée, qui les réunit en temps opportun.

Le cordon du récepteur de gauche est relié au crochet mobile par un anneau, de sorte que, si l'on oublie de remettre ce récepteur au crochet à la fin de la conversation, le cordon agit sur le crochet et le fait basculer pour remettre l'appareil sur sonnerie.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Les fils de communication sont logés dans des rainures sous le socle de l'appareil; ce socle est entièrement en ivoirine.

Ce transmetteur est construit par la Société « Home Telephone » (France).

TRANSMETTEURS DECKERT

MICROPHONE. — Dans ses organes essentiels, le microphone Deckert comprend une plaque de charbon (*fig.* 76), encastrée dans une cuvette en ébonite. Cette plaque de charbon, circulaire, est plane sur sa face inférieure; sa face supérieure est striée et figure une série de troncs de pyramide à base carrée, juxtaposés par leurs grandes bases. Les petites bases de ces troncs de pyramide, qui occupent la partie centrale de la plaque, sont recouvertes chacune d'une petite houpette d'ouate. La plaque microphonique est constituée par un mince disque de charbon, verni du côté devant lequel on parle. Sur l'autre face est collé un anneau d'ouate. Entre ces deux plaques de charbon, l'espace libre est rempli de grenaille de graphite. Le boîtier H qui renferme ce microphone et qui est pourvu d'une embouchure G est métallique ou bien en ébonite. Quelle que soit la disposition adoptée, chacune des plaques de charbon communique avec l'une des extrémités du circuit primaire. Ces prises de communication sont pincées sous les vis V_1 , V_2 .

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel, à double fil, n'a rien d'original. Un bouton-poussoir actionne deux ressorts fortement torturés, E_1 , E_2 (*fig.* 77), qui, en se déplaçant, passent par friction de leurs plots de repos F_1 , F_2 sur leurs plots de travail H_1 , H_2 . Les uns et les autres étant représentés par des pièces en équerre.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur, qui pivote autour de l'axe N, est un cylindre sectionné en trois parties, A, B, D, isolées les unes des autres.

Suivant que le crochet mobile C est relevé ou abaissé, les différentes sections du levier prennent contact avec les ressorts situés en regard, savoir : crochet C relevé : A avec r_1 , B avec r_2 et r_3 , D avec r_4 et r_5 ; crochet C abaissé : A avec r_6 , B avec r_7 et r_8 , D isolé.

Le ressort antagoniste R est fixé d'un côté à la partie A du levier, de l'autre au bâti de l'appareil.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Elles sont représentées sur la figure 77. Le microphone est relié au circuit primaire par les ressorts M, M_1 , auxquels aboutissent ses fils de communication.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Dans le modèle mural ainsi que dans le modèle portatif, construits en France par M. Wich, le boîtier du microphone est métallique; il est

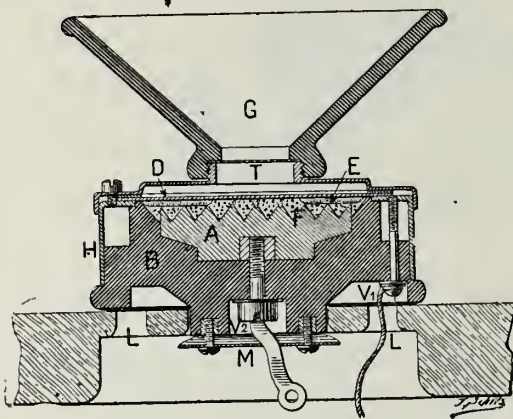
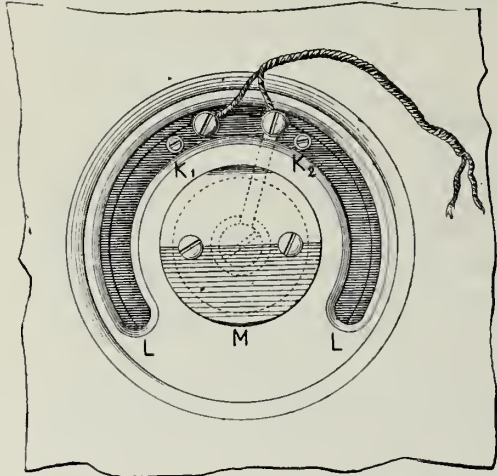


FIG. 76. — Microphone Deckert.

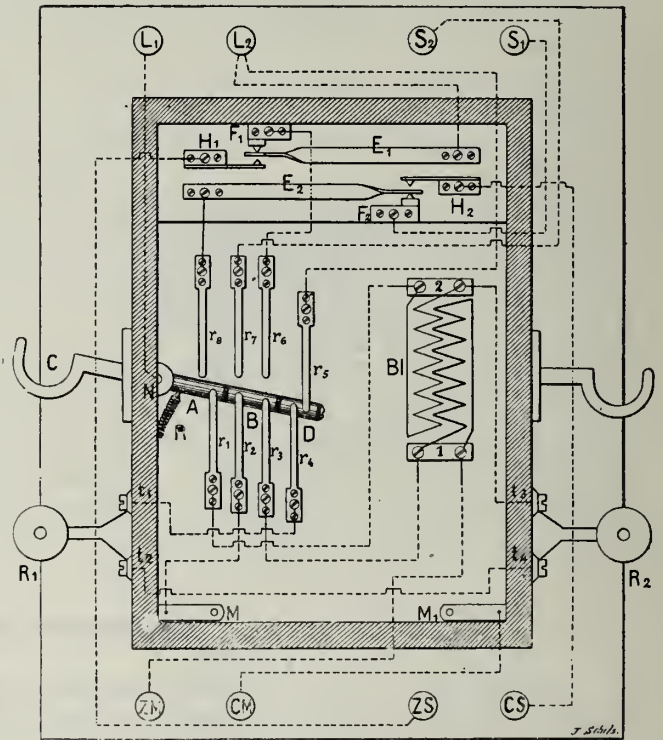


FIG. 77. — Schéma des connexions du transmetteur Deckert.

surmonté d'une embouchure en ébonite dont le fond est garni d'une toile métallique ayant pour objet de condenser la vapeur d'eau et de l'empêcher de se déposer sur la plaque vibrante en charbon, où elle pourrait produire des moisissures.

Le microphone porte, à sa partie inférieure, deux guides K_1, K_2 (fig. 76), logés dans une glissière demi-circulaire LL, de sorte que, avec la main, on peut le faire tourner de 180° autour de son axe, manœuvre qui empêche la grenaille de se tasser. Un ressort gondolé M assujettit le système et lui donne de l'élasticité.

D'autres modèles de transmetteurs Deckert sont exposés dans les sections hongroise et autrichienne.

TRANSMETTEUR ERICSSON

Le microphone se compose d'un bloc métallique dans lequel sont percés 9 trous cylindriques, dont un central plus grand que les autres et 8 sur la périphérie. Ces cavités sont remplies de charbon granulé. La face inférieure est bouchée par une mince plaque métallique au-dessous de laquelle des rondelles de papier, formant amortisseur, sont enfilées sur la vis qui, traversant un canon en ébonite, assemble le bloc avec le boîtier. La face supérieure du bloc métallique est recouverte d'une feuille de papier perforée comme le bloc lui-même. Une plaque de charbon est placée par dessus et constitue la plaque microphonique qui communique avec le boîtier métallique relié à l'un des fils de communication ; le bloc qui contient la grenaille est relié à l'autre.

Ces transmetteurs sont exposés dans les sections suédoise et russe.

TRANSMETTEUR GERMAIN

MICROPHONE. — Le microphone est formé par deux plaques de charbon d'environ 35 mm de diamètre, striées sur leur face interne et métallisées sur leur face externe pour leur donner de la solidité. Les deux plaques de charbon sont assemblées par un ruban de soie qui forme la paroi latérale d'une boîte souple dans laquelle est logée la grenaille semi-conductrice.

Chacune des plaques de charbon est traversée par un boulon. Le boulon supérieur sert à fixer le microphone sur la planchette vibrante en sapin ; la liaison a lieu un peu au-dessous du centre de cette planchette. Les deux boulons reçoivent chacun un des fils de communication.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (*fig. 78*) est un bouton-poussoir A, mobile dans une glissière et dont la course est limitée d'un côté par la tête du bouton, de l'autre par un épanouissement a de la tige.

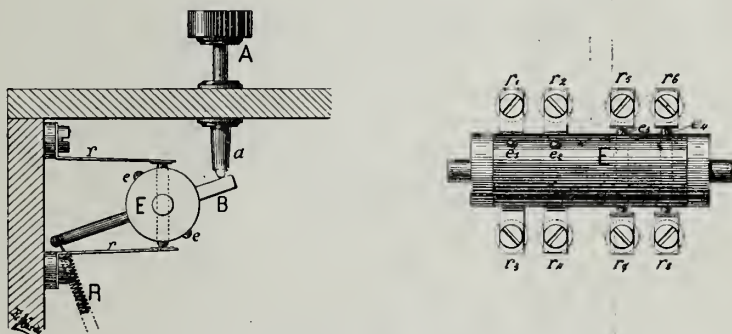


FIG. 78. — Clé d'appel du transmetteur Germain.

La tige de ce bouton s'appuie sur un levier B qui, traversant de part en part un cylindre en ébonite, reçoit à son autre extrémité le ressort antagoniste à boudin R. Le cylindre est supporté par deux équerres qui servent de paliers à son axe ; il peut donc, sous l'action du bouton-poussoir A, subir des déplacements angulaires et le ressort R le ramène à sa position de repos lorsque l'action du bouton-poussoir cesse de se faire sentir.

Quatre chevilles métalliques e_1, e_2, e_3, e_4 , traversent le cylindre, les deux dernières ayant une orientation différente de celle des deux premières.

En regard de ces quatre chevilles sont disposés 8 ressorts r_1, \dots, r_8 , dont quatre restent isolés pendant que les quatre autres sont reliés deux à deux par l'intermédiaire des chevilles e . Ainsi, au repos, r_3 et r_7 communiquent ensemble par la cheville e_3 , ainsi que r_6 et r_8 par la cheville e_4 ; r_1, r_2, r_3, r_4 sont isolés ; dans la position de travail, lorsque le bouton A est abaissé, c'est le contraire qui se produit.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur est analogue à la clé d'appel. Le cylindre en ébonite (fig. 79) porte cinq chevilles e_1, \dots, e_5 ; le nombre des ressorts est de dix, r_1, \dots, r_{10} . Le

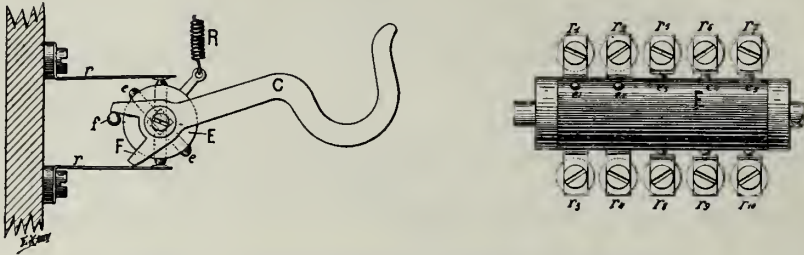


FIG. 79. — Levier-commutateur du transmetteur Germain.

crochet mobile est monté sur l'axe du cylindre E. Ce crochet est terminé par une fourche F entre les branches de laquelle s'engage une goupille fixe, f , qui limite ainsi la course du commutateur.

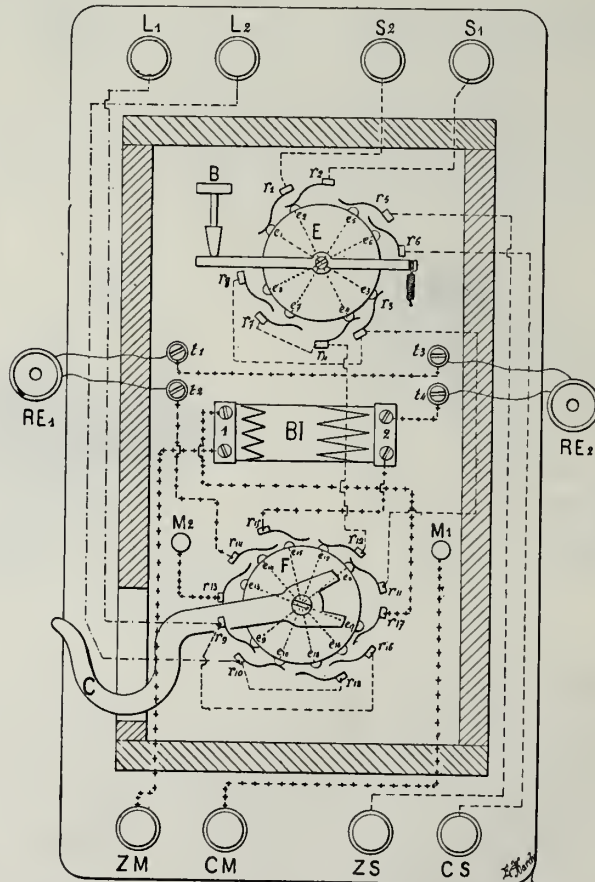


FIG. 80. — Schéma des connexions du transmetteur Germain.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 80 en donne le diagramme. Ce transmetteur est exposé par la Société « la Téléphonie nouvelle » (France).

TRANSMETTEUR KOTYRA

MICROPHONE. — La forme des charbons du microphone Kotyra est la même que celle des charbons du microphone Steiner ; nous ne nous occuperons pas de savoir à qui appartient la

priorité. Ces deux charbons sont entourés par une bande d'étoffe qui forme en quelque sorte une boîte élastique et qui laisse entre les charbons un espace libre dans lequel on place de la grenaille de graphite. Le tout est introduit dans un tube métallique D (fig. 81), fendu hélicoïdalement ; ce tube forme une seconde boîte élastique. L'une des extrémités

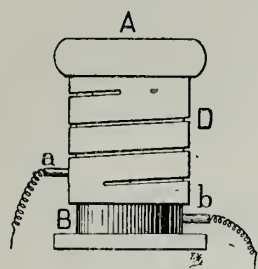


FIG. 81. — Microphone Kotyra.

du tube est fermée par un bouchon métallique A, l'autre par un bouchon en ébonite B ; les prises de communication sont assurées par des goupilles pénétrant l'une dans la boîte métallique D, l'autre dans le charbon inférieur à travers la pièce B ; cette dernière est fixée sur une rondelle de liège, collée elle-même sur la plaque vibrante, qui est en sapin.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel (fig. 82) est formée par deux ressorts-lames A, B, rendus solidaires par la barrette d'ébonite C et par la pièce cylindrique DE, qui les termine, les parties D et E de cette pièce étant isolées par une lame d'ébonite ; les ressorts A et B sont donc solidaires au point de vue mécanique et indépendants au point de vue électrique. Ils sont actionnés par le bouton d'appel F. Quand ce bouton, maintenu par un ressort antagoniste, est au repos, le cylindre D est en contact avec le ressort G, le cylindre E avec le ressort H ; les ressorts M, N sont isolés ; lorsque le bouton F est poussé, il chasse le système mobile ABDE, qui abandonne les ressorts G, H, et s'appuie sur les ressorts M, N. Les ressorts G, H sont les contacts de repos ; M, N sont les contacts de travail.

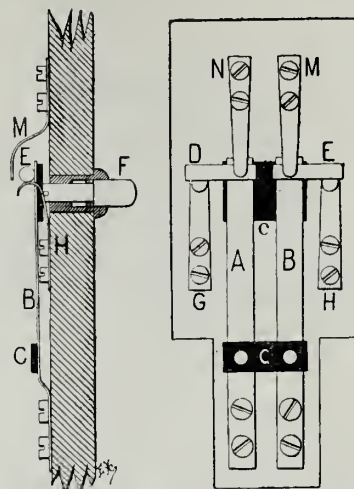


FIG. 82. — Clé d'appel du transmetteur Kotyra.

LEVIER-COMMUTATEUR. — Le levier-commutateur (fig. 83), terminé par le crochet C, est une barre rigide qui pivote autour de la vis à centre V. Le ressort antagoniste R agit sur la partie

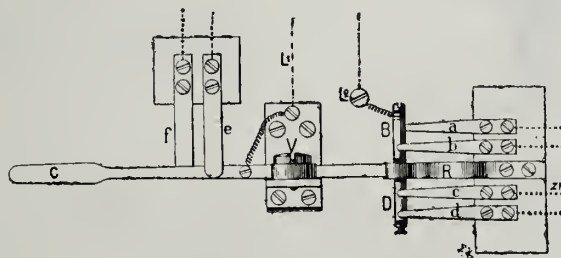


FIG. 83. — Levier-commutateur du transmetteur Kotyra.

postérieure de ce levier, à laquelle est adaptée une pièce perpendiculaire dont les sections B, D sont isolées entre elles et également isolées du levier.

Deux jeux de ressorts sont en prise avec le levier mobile : l'un, composé de quatre ressorts a, b, c, d, est situé en regard de la pièce BD ; l'autre, formé par deux ressorts seulement e, f, est placé le long de la tige, près du crochet C.

Lorsque le crochet C est abaissé et que, par conséquent, l'appareil est sur sonnerie, les ressorts e, a , sont en contact avec le levier; les autres sont isolés; lorsque, au contraire, le crochet est relevé, ce qui correspond à la position de conversation, les ressorts f, b, c, d sont en relation avec le levier; les ressorts a, e sont isolés.

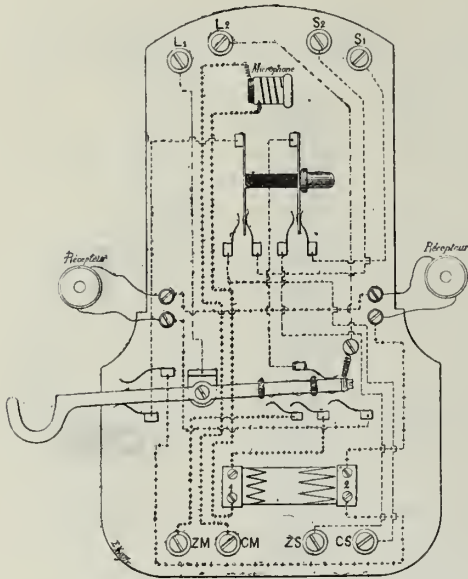


FIG. 84. — Schéma des connexions du transmetteur Kotyra.

L'intermédiaire d'une rondelle de liège, derrière la plaque microphonique en sapin. Les fils métalliques, réunissant le microphone au circuit primaire de la bobine d'induction et à la pile, sont arrêtés dans une gorge pratiquée sur le pourtour de chacun des charbons. Quant aux faces des cylindres de charbon, tournées du côté de la grenaille de coke, elles sont légèrement striées.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — D'après ces données, la figure 84 permet de suivre la composition des circuits dans les deux positions que peut occuper le commutateur. Il n'existe qu'un seul modèle, qui est mural; il est construit par la maison Mildé (France).

TRANSMETTEURS MILDÉ

MICROPHONE. — Le microphone de M. Mildé (fig. 85) se compose de deux cylindres de charbon sortis dans les deux valves d'une boîte métallique. Les charbons sont séparés du métal par une rondelle de papier.

La boîte est remplie aux $\frac{5}{6}$ environ de sa hauteur par des granules de coke tamisé; les deux parties sont ensuite réunies par une goutte de soude.

L'un des cylindres de charbon est collé, par



FIG. 85. — Microphone Mildé.

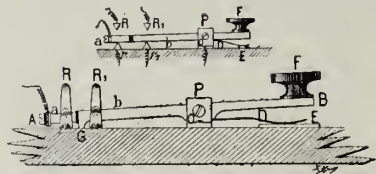


FIG. 86. — Clé d'appel du transmetteur Mildé, modèle mural.

CLÉ D'APPEL. — La clé d'appel, à double fil, se compose d'un levier AB (fig. 86), pivotant autour de la vis O, soutenue par le pont P; le ressort antagoniste D glisse sur la plaque métallique E, lorsqu'on appuie sur le bouton F. Le talon d'arrêt G limite la course du levier AB. A l'extrémité de ce levier, une pièce métallique a a été rapportée et est isolée de la tige AB. Le levier AB se déplace entre deux paires de ressorts R et R_1 , appartenant à chacune des deux paires et qui sont seuls figurés; les deux autres ressorts sont situés en regard, le long de la face opposée du levier AB. La disposition est telle que, à l'état de repos, la partie a du levier est en relation avec le ressort r , qui fait face à R; la partie b touche le ressort r_1 situé en regard de R_1 ; R et R_1 sont isolés. Lorsque la clé est abaissée, les deux ressorts r, r_1 sont isolés, tandis que a prend contact avec R et b avec R_1 .

LEVIER COMMUTATEUR. — Le crochet mobile C (fig. 87) termine le levier-commutateur qui pivote autour de la vis à centre O. Le ressort antagoniste R, accroché en *i* et en *j*, ramène le levier à sa position de repos ; le ressort R₁ lui vient en aide, mais assure aussi une communication électrique.

L'étrier E limite la course du levier.

Le levier CO porte un appendice composé de deux pièces : la première, *e*, fait corps avec le levier, la seconde, *f*, en est isolée ; le fil souple de communication que reçoit cette dernière est maintenu par l'érou *g*. Sur la face postérieure de la tige CO, la plaque métallique *d* a été rapportée ; elle est soigneusement isolée et assujettie par les vis *b*, *b*₁ ; *a* est un contact communiquant avec CO ; *k* est une vis de serrage qui reçoit un fil de liaison destiné à rendre plus intime la communication électrique entre le levier et son axe.

Le jeu de ressorts sur lequel doit agir le levier CO est monté sur la plaque d'ébonite MN, il comprend cinq lames d'acier *r*₁, *r*₂, *r*₃, *r*₄, *r*₅.

Lorsque le crochet C est abaissé, les ressorts *r*₁, *r*₂, *r*₃, *r*₄ sont isolés, le ressort *r*₅ est en contact avec *f*.

Lorsque le crochet C est relevé, le ressort *r*₁ communique avec *a* et, par conséquent, avec CO, le ressort *r*₄ avec *f* ; les ressorts *r*₂ et *r*₃ sont reliés entre eux par la pièce métallique *d*, mais restent isolés de CO.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 88 montre la disposition schématique des communications intérieures du poste mural dit à 45°. L'appareil est dans la position d'attente, c'est-à-dire sur sonnerie.

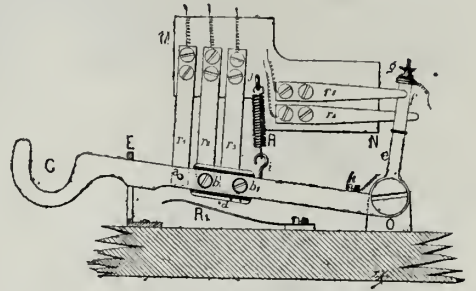


FIG. 87. — Levier-commutateur du transmetteur Mildé, modèle mural.

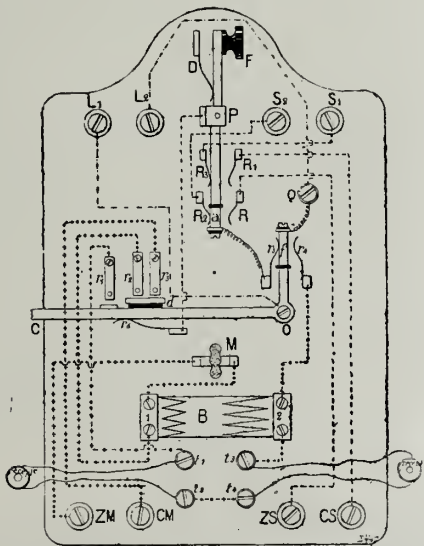


FIG. 88. — Schéma des connexions du transmetteur Mildé, modèle mural.

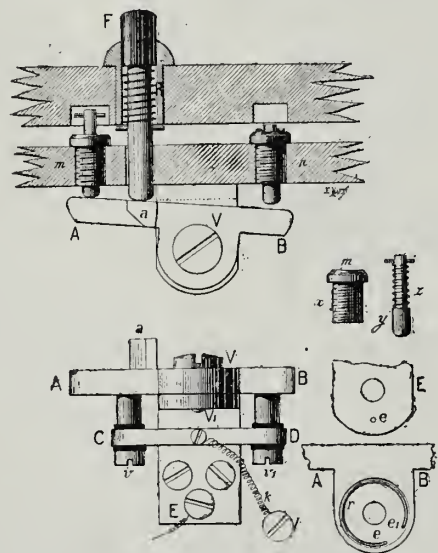


FIG. 89. — Clé d'appel du transmetteur Mildé, modèle portatif.

PARTICULARITÉS PROPRES AUX DIFFÉRENTS MODÈLES. — Les organes mécaniques que nous venons de décrire sont ceux du poste mural à 45°. Le microphone est le même dans le poste portatif monté sur colonne ; mais la clé d'appel et le commutateur automatique ont une disposition différente et très originale.

La clé d'appel, vue en dessous (fig. 89), a l'aspect d'un rectangle pivotant autour de la vis à

centre VV_1 ; ce rectangle est formé par deux barres métalliques AB, CD, assemblées par les vis v, v_1 , traversant des canons d'ébonite, de telle sorte que CD soit isolé de AB; l'équerre E supporte tout le système. La barre AB porte un appendice a sur lequel agit le bouton-poussoir F; celui-ci est indépendant, maintenu par une chape dans l'ébénisterie, et soumis à l'action d'un ressort antagoniste à boudin R, qui le ramène à sa position de repos, lorsque la main a cessé d'agir sur lui.

Le ressort antagoniste de la clé s'est encastré entre la barre AB et l'équerre E; on ne le voit pas. La barre AB et l'équerre E sont creusées en forme de boîte autour de la vis V; dans cette boîte est logé un petit fil d'acier r de forme circulaire et recourbé à angle droit à ses deux bouts. L'une des extrémités de ce fil est enfoncée dans un trou e_1 , pratiqué dans la barre AB, l'autre dans un trou e percé dans l'équerre E. Lorsque le système ABCD, sollicité par le bouton-poussoir F, bascule pour prendre sa position de travail, le ressort r se tend; il se détend lorsque le bouton F n'agit plus et ramène le rectangle ABCD à sa position de repos.

Aux quatre coins du rectangle, au-dessous de A, B, C, D, sont vissés, dans la platine isolante qui soutient la clé, quatre pistons; ce sont les plots de repos et de travail.

Le piston est composé de trois pièces: une partie fixe x , une tige mobile y , un ressort à boudin z . L'un des pistons de repos est représenté en m ; n figure un des pistons de travail; k est un boudin de liaison entre la barre CD et un plot de communication l .

Sur le levier-commutateur (fig. 90), pivotant autour de la vis O, sont montés trois ressorts $aa_1, bb_1, d_1d_2d_3$, isolés par la lame d'ébonite E; toutefois, le ressort aa_1 , quoique isolé des autres, communique avec le levier CO par sa vis de serrage. Ces ressorts agissent sur des pistons identiques à ceux de la clé d'appel. Lorsque le crochet C est abaissé, le ressort aa_1 comprime le piston k ; le ressort $d_1d_2d_3$, dont la lame d_2 est plus longue que les deux autres, s'appuie sur les pistons h et n ; les autres pistons sont isolés.

Lorsque le crochet C est relevé, le ressort aa_1 est en contact avec le piston e , le ressort bb_1 avec les pistons f, l , le ressort $d_1d_2d_3$ avec les pistons g, h .

Le ressort antagoniste du levier-commutateur est identique à celui de la clé d'appel; il est logé sous la vis O; il est cependant possible de le régler; à cet effet, l'embase S du levier est terminée par une glissière que traverse la vis s ; pour tendre ou détendre le ressort, il suffit de faire mouvoir la pièce S et de serrer à bloc la vis s .

On peut suivre sans difficulté la marche des courants sur la figure 90.

Le raccordement du poste mobile avec les fils extérieurs se fait, soit au moyen d'une planchette à seize bornes, soit en employant une fiche en ébonite, garnie de cinq ressorts sur l'une de ses faces et de trois sur l'autre. A cette fiche correspond une mâchoire comprenant huit pièces de contact et huit bornes, le tout monté sur un macaron mural.

TRANSMETTEUR OYAN

La société norvégienne de Christiania, *Elektrisk Bureau*, adapte à tous ses appareils les plus récents le microphone système Oyan, à charbon granulé, avec agitateur, représenté par la

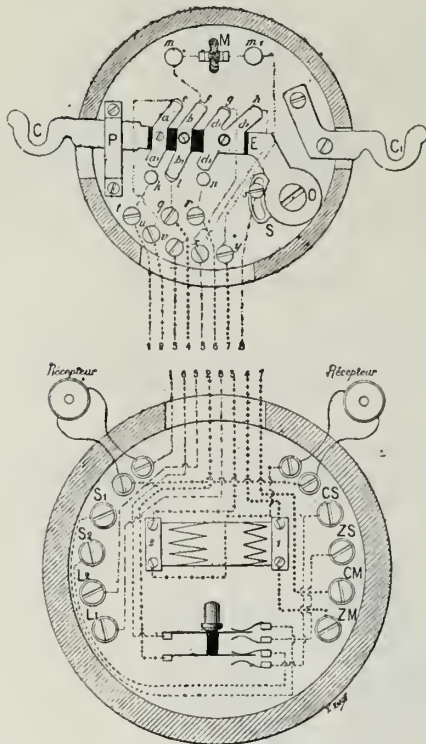


FIG. 90. — Schéma des connexions du transmetteur Mildé, modèle portatif.

figure 91. On enlève le microphone en le faisant tourner et en le tirant à soi. C'est également en le faisant tourner que l'on obtient une agitation énergique des granules de charbon ayant pour

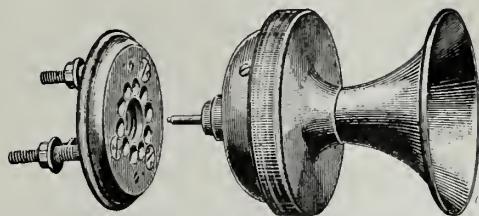


FIG. 91. — Microphone Oyan.

objet d'éviter les tassements préjudiciables à une transmission nette de la parole. Le boîtier est, en laiton nickelé.

TRANSMETTEURS SIEMENS

La grenaille est emprisonnée entre deux disques de charbon de 1,5 à 2 cm de diamètre et réunis par un ruban de soie. Cet assemblage forme une boîte à parois latérales souples, et cette boîte est fixée à une membrane microphonique en aluminium. La boîte s'appuie, d'autre part, sur le boîtier par l'intermédiaire d'un amortisseur composé de deux petits charbons cylindro-coniques, réunis par un ressort à boudin renfermant un tampon d'ouate.



FIG. 92. — Crochet-commutateur du transmetteur Siemens et Halske.

Le crochet-commutateur (fig. 92) pivote autour d'un axe situé à son extrémité; il est commandé par un ressort antagoniste à boudin et garni de deux goupilles. Ces goupilles prennent contact avec un jeu de quatre ressorts montés sur un bloc d'ébonite et, par conséquent, isolés les uns des autres. La forme de ces ressorts est telle que les contacts sont nettement à friction.

Les transmetteurs Siemens sont ordinairement montés avec appel magnétique : tels sont les modèles adoptés par l'Administration allemande; la maison en construit cependant avec appel par la pile.

TRANSMETTEUR SOLID-BACK

Ce transmetteur, très puissant, est d'importation américaine; il a été introduit en France par M. Aboilard et C^{ie} et est utilisé sur plusieurs multiples pour les postes d'opérateurs.

Le boîtier, entièrement métallique, se compose de deux pièces A, B (fig. 93), assemblées par quatre vis.

Sur la pièce B, dans laquelle est pratiquée une ouverture centrale, se visse l'embouchure en ébonite C.

Sur le fond de la pièce B, une seconde pièce D, dans laquelle est creusée une gorge *d*, est maintenue par trois vis *v*. Un boulon E traverse de part

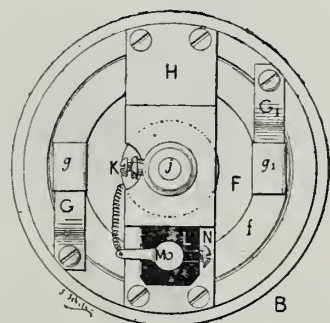
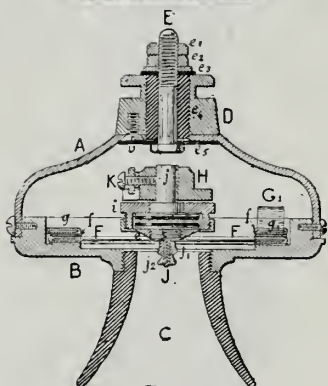
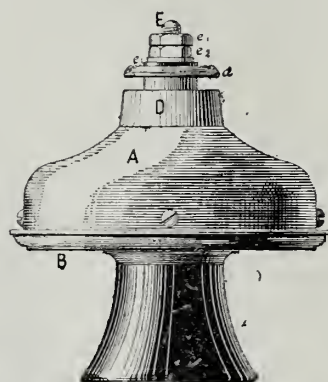


FIG. 93. — Transmetteur Solid-Back.

en part B et D ; il est assujéti par les écrous e_1, e_2 , et isolé par un canon e_4 et par deux lames en ébonite e_3, e_5 .

La plaque vibrante F est métallique ; son rebord est enveloppé par une bande de caoutchouc f , à cheval sur sa tranche. Le microphone est fixé au centre de cette plaque, qui est pressée contre le boîtier B par deux ressorts G, G_1 , garnis, en g, g_1 , de tubes de caoutchouc. L'adhérence entre la plaque vibrante F et le microphone est assurée par une tige filetée appartenant à ce dernier ; cette tige traverse un trou percé au centre de la plaque, et un double écrou se visse par dessus.

Le microphone est une petite boîte en laiton dont le fond et le couvercle sont garnis de disques de charbon polis avec le plus grand soin ; une bande de papier est collée sur le pourtour. Entre les deux disques de charbon, la grenaille de graphite est emprisonnée dans la boîte. Voici comment : Le fond de la boîte est figuré en i ; il est traversé par un téton j , sur lequel le disque de charbon a été soudé après avoir été préalablement cuivré par l'électrolyse sur la face qui n'est pas polie. Le couvercle est formé par le second charbon, soudé de la même manière sur la pièce de laiton k . Sur cette pièce, qui se termine par la tige filetée J, est vissé l'écrou e ; mais entre les deux est intercalée une rondelle de mica qui repose sur la boîte i ; une bague est vissée par dessus et assure la fixité du système, tout en lui laissant une grande élasticité.

Ainsi que nous l'avons dit, la tige filetée J traverse la plaque vibrante, qui est serrée sur la pièce k par les deux écrous j_1, j_2 . Le téton j est enfoncé dans le pont H et immobilisé par la vis K ; le pont H lui-même est fixé par quatre vis sur le boîtier B.

Sur le pont H se trouve un bloc en ébonite L, dans lequel un téton M est maintenu par la vis N. Un fil souple est soudé à l'écrou e et au téton M. De ce dernier part un autre fil conducteur souple serré sous la vis N. Ce conducteur, recouvert de soie, se termine par un œillet serré sous la tête du boulon E. Le couvercle du microphone communique donc avec le boulon E, tandis que le fond de sa boîte est en relation par le pont H avec le boîtier AB. De la sorte les prises de communication peuvent être obtenues par un crochet engagé dans la gorge d , et par un ressort appuyé sur la pointe du boulon E. C'est ainsi qu'est faite l'installation.

Ces transmetteurs sont exposés par la maison Aboilard (France) et par la Western Electric Co de Chicago.

APPAREILS COMBINÉS

Nous avons déjà décrit la plupart des microphones et des récepteurs dont l'association compose les appareils combinés; nous n'y reviendrons que lorsqu'ils présenteront quelque particularité que nous n'avons pas encore étudiée.

APPAREIL COMBINÉ BERTHON-ADER

L'appareil combiné Berthon-Ader, construit par la Société industrielle des Téléphones, résulte de l'accouplement d'un microphone Berthon renfermé dans un boîtier en ébonite avec un récepteur Ader n° 3. Le récepteur est monté à glissière sur la barre d'assemblage. Vers le milieu de cette barre, un manche en ivoirine maintient le cordon souple à quatre conducteurs qui assure les communications. Ce cordon se termine tantôt par des ferrets, tantôt par une fiche à quatre lames que l'on enfonce dans une mâchoire à quatre contacts fermant du même coup le circuit secondaire sur le récepteur et le circuit primaire sur le microphone.

Quelquefois la poignée porte un commutateur qui, par la pression de la main, ferme le circuit microphonique.

Habituellement l'appareil combiné est monté sur un support à colonne que représente la figure 94.

APPAREIL COMBINÉ DECKERT

Le transmetteur est un microphone avec cuvette en ébonite ne différant que par ce détail du modèle ordinaire de M. Deckert.

Le récepteur est du type Ader n° 3.

Le transmetteur est uni au récepteur par une barre d'assemblage métallique garnie d'une poignée en ébonite. Sur cette barre, le récepteur est monté à glissière.

Un poste complet est constitué par un appareil combiné, un récepteur ordinaire et un support. Le levier-commutateur et les crochets de suspension sont renfermés dans une boîte cylindrique, supportée par une lyre très élégante qui prend son point d'appui sur un socle rectangulaire. Les fils de communication des ressorts du levier-commutateur traversent les branches de la lyre pour arriver à la clé d'appel et à la bobine d'induction, logées dans le socle qui supporte les huit bornes destinées à opérer la liaison entre les communications de l'intérieur et celles de l'extérieur.

Ces appareils sont exposés dans les sections française, autrichienne et hongroise.



FIG. 94.5—Appareil combiné Berthon-Ader.

APPAREIL COMBINÉ DUCOUSSO

M. Ducoussou a exposé un appareil combiné construit par la maison Postel-Vinay et dont la figure 95 représente une vue d'ensemble. Le transmetteur et le récepteur sont les mêmes que ceux que nous avons déjà décrits; la seule différence à signaler consiste dans le boîtier et dans l'embouchure du microphone, qui sont en ébonite. Avec l'appareil combiné, on fait usage d'un support à colonne analogue à celui du transmetteur portatif.



FIG. 95. - Appareil combiné Ducoussou.



FIG. 96. — Appareil combiné de l'Elektrisk Bureau.

APPAREIL COMBINÉ DE L'ELEKTRISK BUREAU

L'appareil exposé par l'Elektrisk Bureau de Christiania est constitué par un microphone Oyan et un récepteur montre, réunis par un manche métallique que traverse un cordon souple (fig. 96).

APPAREIL COMBINÉ ERICSSON

Cet appareil est formé par un microphone Ericsson, réuni à un récepteur de petites dimensions du type Ader n° 3.

L'embouchure du microphone est recourbée; elle est mobile et peut être orientée au gré de l'opérateur.

Cet appareil est exposé dans les sections suédoise et russe.

APPAREIL COMBINÉ GERMAIN

Le microphone, semblable à celui que nous avons déjà décrit, est monté sur une plaque vibrante en tôle vernie, dont la tranche est recouverte par une bague en caoutchouc.

De chacune des plaques de charbon part un petit cordon souple qui aboutit à une borne isolée, montée sur le boîtier métallique qui renferme le microphone. Aux deux bornes isolées,

en relation avec le microphone, sont rattachés deux des brins d'un cordon souple à quatre conducteurs; ce sont les brins rouges qui correspondent au circuit primaire; les brins verts traversent un tube métallique, garni d'un manche, qui est vissé sur le boîtier du microphone et qui, à son autre extrémité, est aplati. Dans cette partie plate, terminée par un crochet de suspension, est pratiquée une glissière sur laquelle est monté le récepteur du modèle de M. Germain. Cet appareil est exposé par la Société « la Téléphonie nouvelle » (France).

APPAREIL COMBINÉ SIEMENS ET HALSKE

L'appareil combiné se compose d'un transmetteur à grenaille et d'un récepteur tels que ceux que nous avons précédemment décrits. Ils sont assemblés par une tige métallique garnie



FIG. 97. — Appareil combiné Siemens et Halske avec clé.



FIG. 98. — Appareil combiné Siemens et Halske avec bouton d'appel.

d'une poignée qui contient une clé permettant, par la pression de la main, de fermer les circuits de conversation; le cordon est à 5 conducteurs (*fig. 97*). Dans un autre modèle (*fig. 98*), le

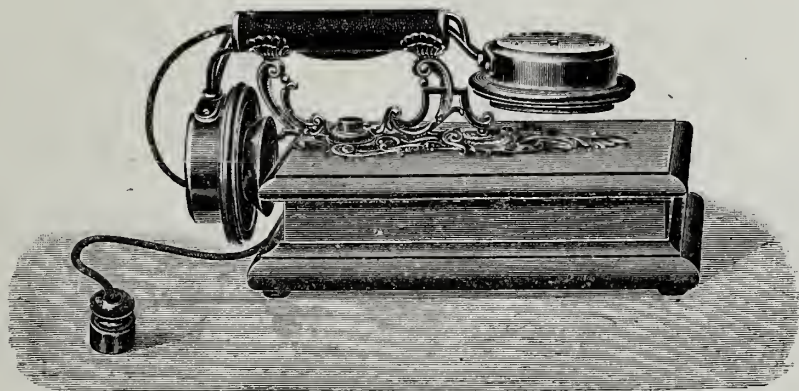


FIG. 99. — Appareil combiné Siemens et Halske avec support à crochets.

manche contient, en outre, un bouton d'appel et le cordon est à 6 conducteurs. La figure 99 montre l'appareil combiné monté sur un support à crochets qui contient le levier-commutateur, la bobine d'induction et un bouton d'appel.

APPAREIL COMBINÉ STEINER

Le microphone imaginé par M. Steiner (fig. 100) est une modification du microphone Mild précédemment décrit.

Il se compose de deux coquilles métalliques ondulées, s'emboîtant l'une dans l'autre, et formant un récipient ouvert au centre pour livrer passage aux charbons servant de conducteurs.

La partie supérieure de cette boîte est ondulée horizontalement et est traversée par un charbon cylindro-conique strié.

La partie inférieure est ondulée en cône et reçoit une cuvette en charbon également striée.

L'intervalle entre les deux coquilles, emboîtées l'une dans l'autre, est rempli d'une poudre d'un charbon spécial semi-conducteur.

Les deux charbons traversant les coquilles sont soigneusement isolés de celles-ci.

Deux goupilles en laiton, fixées à chacun des charbons, servent d'attache aux fils les reliant avec le circuit primaire.

Suivant l'inventeur, ce microphone peut fonctionner dans toutes les positions, même horizontalement; il est indéréglable et supporte, sans produire la moindre friture, un courant de 4 à 8 volts.

Dans le charbon supérieur est encastrée une petite pièce de bois qui reçoit une vis permettant de fixer la boîte à la plaque microphonique.

Le récepteur est analogue à celui qui accompagne les transmetteurs Mild à 45°; mais il est

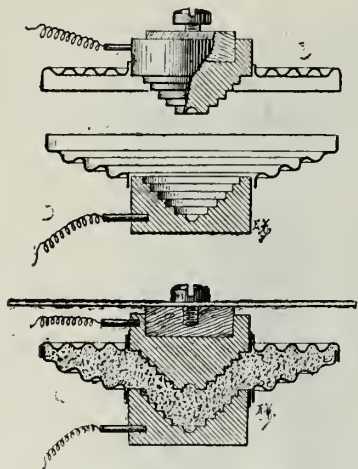


FIG. 100. — Microphone Steiner.

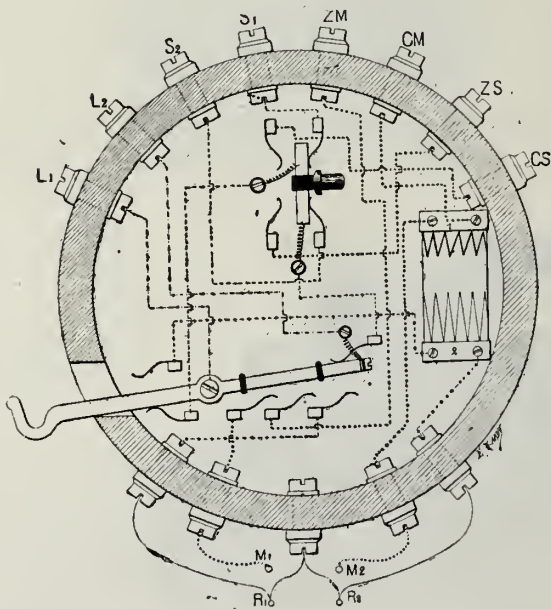


FIG. 101. — Schéma des connexions de l'appareil combiné Steiner, modèle mural.

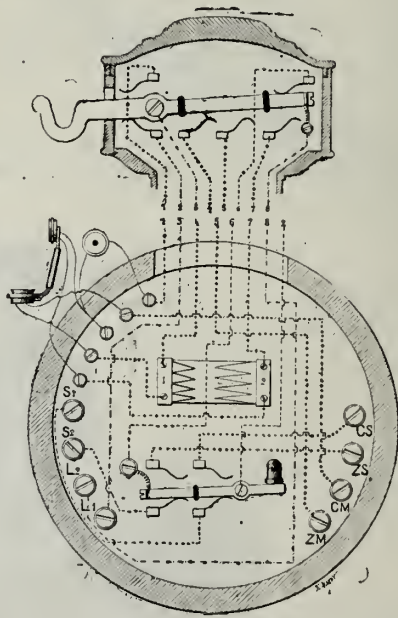


FIG. 102. — Schéma des connexions de l'appareil combiné Steiner, modèle portatif.

de dimensions plus réduites. Le récepteur est monté à glissière sur la barre d'assemblage qui l'unit au microphone.

L'appareil combiné, garni d'un cordon souple à quatre conducteurs, est généralement adapté à un macaron mural ou à une colonne portative.

Le macaron mural ne diffère pas, dans ses dispositions essentielles, du transmetteur Mildé à 45°. La clé d'appel et le levier-commutateur ont été légèrement modifiés en raison du peu d'espace dont disposait le constructeur, mais on y retrouve aisément les organes que nous connaissons déjà; il serait donc superflu d'y revenir.

La figure 101 représente les communications intérieures du macaron mural; celles de la colonne portative font l'objet de la figure 102.

Dans la colonne portative, la clé d'appel est identique à celle du macaron mural. Le levier-commutateur se rapproche de celui du transmetteur Mildé à 45°; mais, tout en remplissant le même office, le jeu de ressorts est disposé différemment, et ces ressorts agissent sur les deux faces du levier, chacune de ces faces étant garnies en partie d'une plaque métallique rapportée et convenablement isolée.

Les deux modes d'installation, murale et portative, permettent d'utiliser un récepteur auxiliaire concurremment avec l'appareil combiné.

Ces appareils sont construits et exposés par la maison Mildé (France).

APPAREIL COMBINÉ DE LA WESTERN ELECTRIC C^o

Il est monté avec un microphone Solid-back et un récepteur.

L'embouchure du microphone est amovible et coudée.

Dans les installations, l'appareil combiné est posé sur un commutateur automatique à double crochet.

TRANSMETTEURS MONTÉS AVEC APPEL MAGNÉTIQUE

La plupart des transmetteurs dont nous avons donné la description forment, avec les appels magnétiques dont l'emploi tend à se généraliser, des postes complets auxquels on a essayé de donner l'élégance que, le plus souvent, on chercherait en vain dans les installations téléphoniques les plus répandues. En France, jusqu'à présent, dans les postes en relations avec le réseau de l'État, l'appel magnétique est resté indépendant ; il n'en est pas de même à l'étranger.

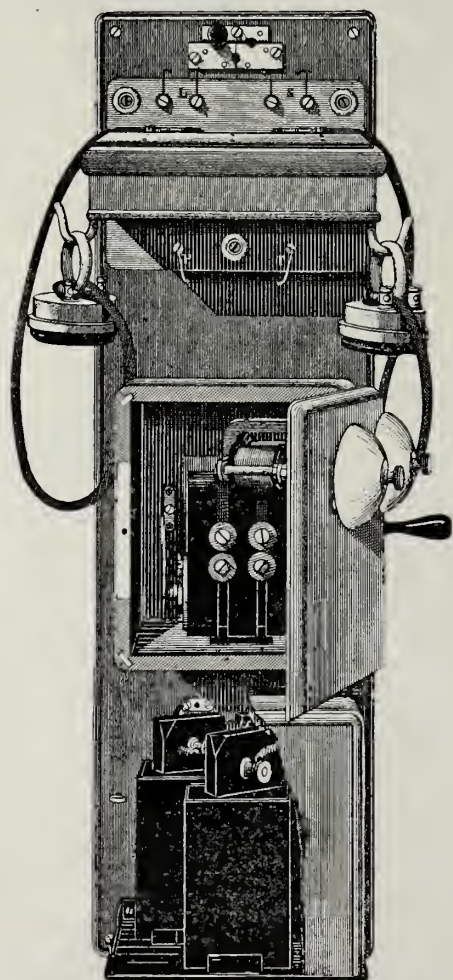


FIG. 103. — Appareil avec appel magnétique de la Société Industrielle des Téléphones.

POSTES ADER

Nous choisissons, comme type de ce mode d'installation, l'un des modèles de la Société industrielle des Téléphones, dont les figures 103 et 104 montrent une vue d'ensemble et un schéma des connexions.

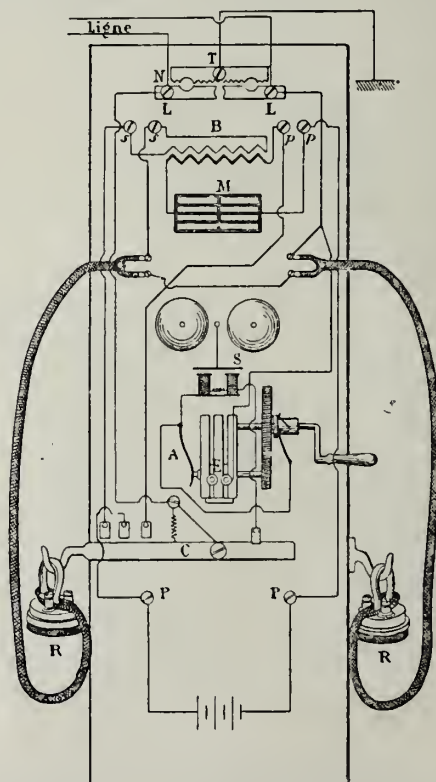


FIG. 104. — Schéma des connexions de l'appareil avec appel magnétique de la Société Industrielle des Téléphones.

A. Appel magnétique. — B. Bobine d'induction. — C. Commutateur automatique. — M. Microphone. — N. Paratonnerre. — RR. Récepteurs. — LL. Bornes des fils de ligne. — S. Sonnerie polarisée. — T. Borne du fil de terre. — PP. Bornes des fils de pile. — pp. Bornes des fils du circuit primaire. — ss. Bornes des fils du circuit secondaire.

MODÈLES DE L'ÉTAT BELGE

Les postes belges installés avec l'appel magnétique ont pour transmetteur un microphone Delville ou un microphone Grünwald. Dans le premier, la grenaille de charbon est renfermée dans une cuvette à ouverture étroite; dans le second, la grenaille est logée dans cinq trous perforés à travers un disque de charbon et touche, d'un côté, la plaque microphonique qui est en charbon et, de l'autre, une plaque métallique.

Le poste contient un logement pour la pile microphonique, un appel magnétique, une sonnerie polarisée, un commutateur automatique; il est desservi par des récepteurs Bell.

MODÈLES DECKERT ET HOMOLKA

Les transmetteurs et les récepteurs Deckert, dont nous avons déjà parlé, s'adaptent aux installations avec appel magnétique; il en existe de nombreux modèles dans la section autrichienne et dans la section hongroise; tous ces appareils ne diffèrent que par la forme et par les sujets d'ornementation.

MODÈLES DE L'ELEKTRISK BUREAU DE CHRISTIANIA

L'ensemble du transmetteur mural (*fig. 105*), dont de nombreux modèles sont exposés, comprend un microphone Oyan, un récepteur, une sonnerie polarisée, un appel magnétique à 3 aimants, un paratonnerre; les bornes sont en nombre suffisant pour qu'on puisse ajouter une sonnerie supplémentaire.

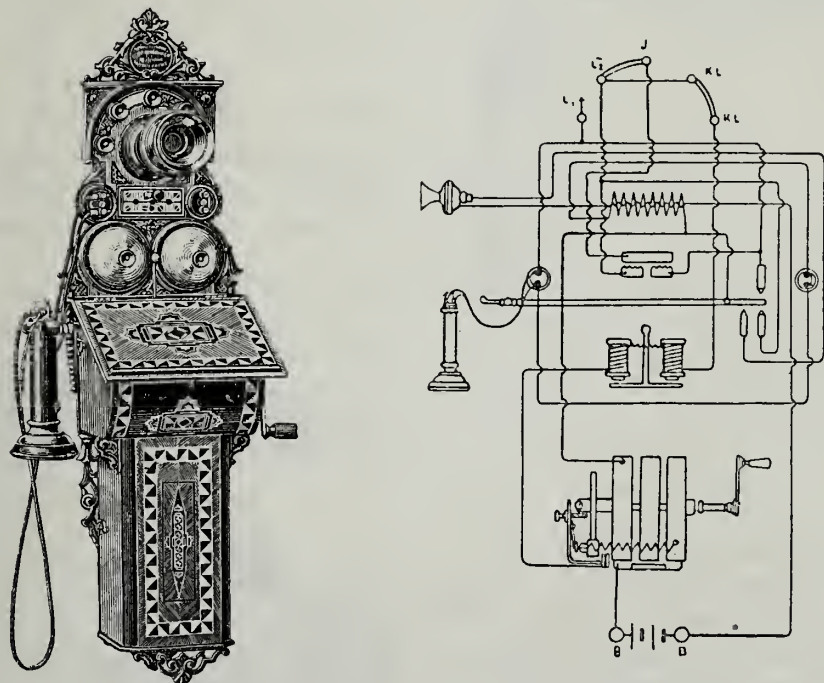


FIG. 105. — Appareil avec appel magnétique, modèle mural, de l'Elektrisk Bureau.

Dans le bas de l'appareil, une boîte contient la pile microphonique formée par deux éléments Leclanché.

L'appareil est monté sur une plaque en bois ou bien est entièrement en fer.

Le récepteur, à manche, comporte un aimant en fer à cheval sur les pôles duquel sont calées les bobines; l'enveloppe est en ébonite.

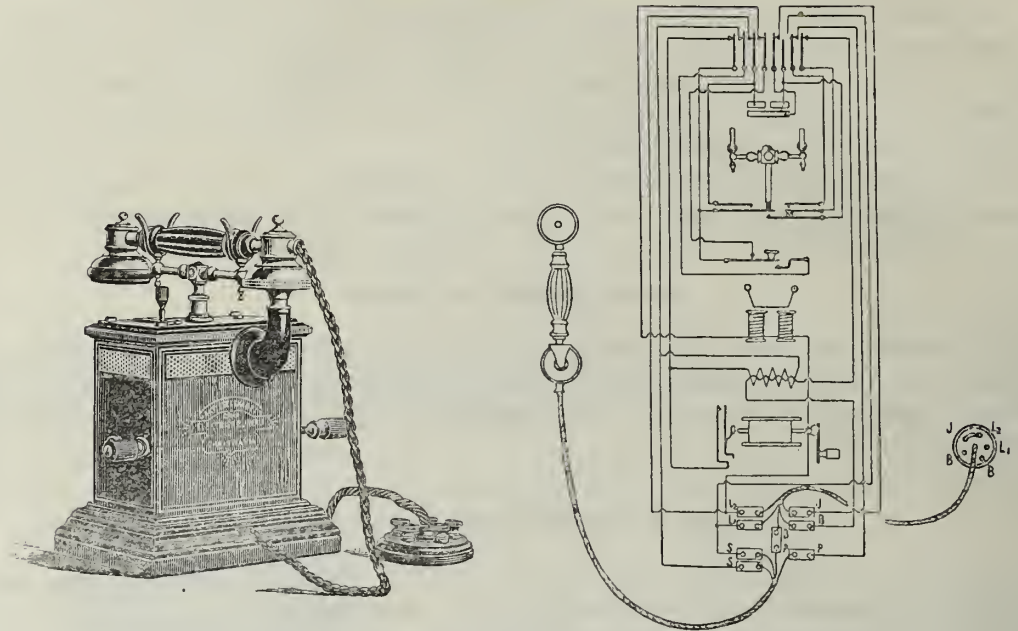


FIG. 106. — Appareil avec appel magnétique, modèle portable de l'Elektrisk Bureau.

Dans certains modèles muraux on fait usage d'un appareil combiné. C'est ce même appareil combiné qui est employé avec les appareils portatifs (*fig. 106*).

MODÈLES ERICSSON

L'appareil Ericsson est un poste microtéléphonique complet. Il comprend un appel magnétique et une sonnerie formant en quelque sorte le socle de l'appareil, un mécanisme de commutation, un appareil combiné et un récepteur supplémentaire; seule la pile microphonique est indépendante.

Le mécanisme de la sonnerie est placé à l'intérieur du timbre.

Le levier-commutateur est constitué par une tige verticale à glissière, surmontée par deux crochets sur lesquels on place, en travers, l'appareil combiné dans l'intervalle des conversations; dans cette position d'attente, l'appareil est sur sonnerie et, en tournant la manivelle de l'appel magnétique, on fait tinter la sonnerie du poste correspondant.

Les ressorts de commutation sont encastrés dans une platine en ivoirine et la bobine d'induction, protégée par une chemise, également en ivoirine, est suspendue en arrière de l'appareil.

L'appareil combiné est mis en circuit au moyen d'une mâchoire à cinq contacts et d'une fiche réunie au cordon souple. Ce cordon souple aboutit, d'autre part, à un macaron qui porte les bornes d'attache des fils extérieurs.

L'appareil, exposé dans les sections suédoise et russe, porte deux bornes supplémentaires qui permettent de faire usage d'un second récepteur.

MODÈLES MILDÉ

L'un des modèles de M. Mildé comprend son transmetteur à 45°, auquel il a adjoint un paratonnerre, un appel magnétique et une sonnerie polarisée.

MODÈLES SIEMENS ET HALSKE

Les figures 107 et 108 représentent deux modèles construits par la maison Siemens et

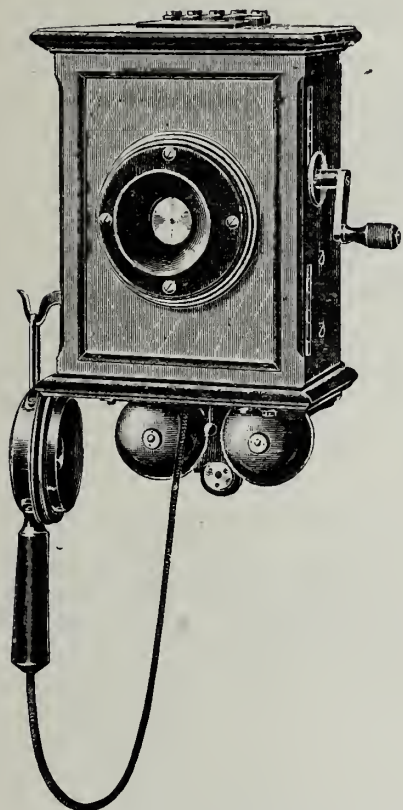


FIG. 107. — Poste téléphonique mural Siemens et Halske.

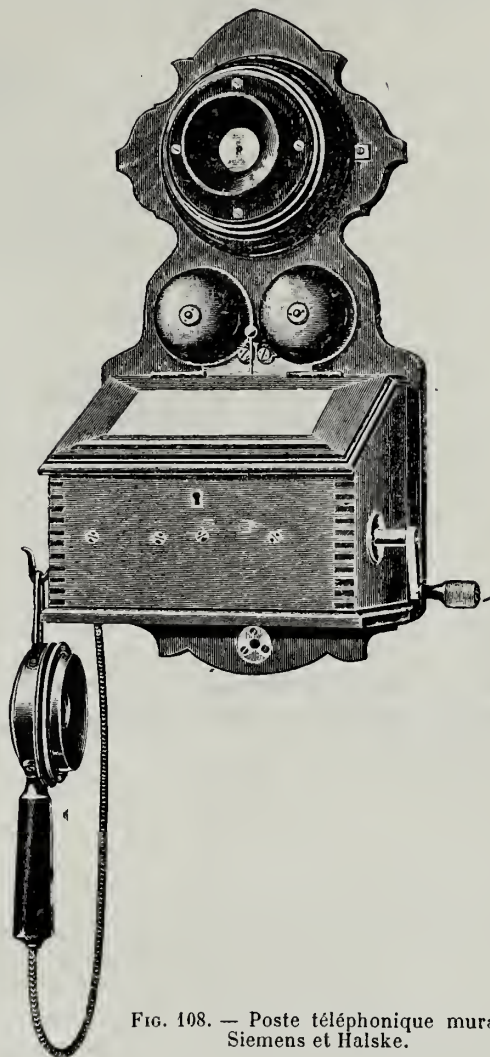


FIG. 108. — Poste téléphonique mural Siemens et Halske.

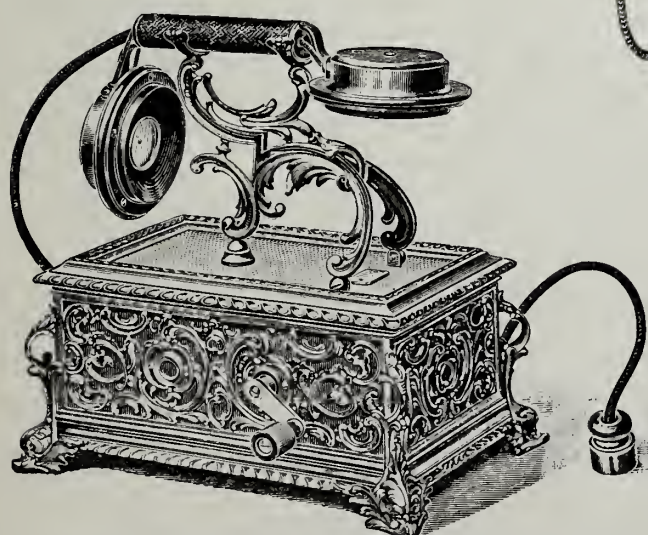


FIG. 109. — Poste téléphonique portatif Siemens et Halske.

Halske de Berlin ; ce sont les types normaux de l'Administration allemande.

Le microphone est à granules de charbon ; l'appel magnétique a trois aimants. Un parafoudre à charbon avec fil fusible pour ligne double est annexé à l'appareil.

Nous figurons également (fig. 109) un modèle de luxe construit par la même maison.

MODÈLES DE LA WESTERN ELECTRIC C^o

Parmi les nombreux modèles de la Western Electric C^o, nous choisissons, pour en figurer le schéma (fig. 110), l'un de ceux qu'expose la maison Aboilard de Paris. Sur notre dessin, on voit

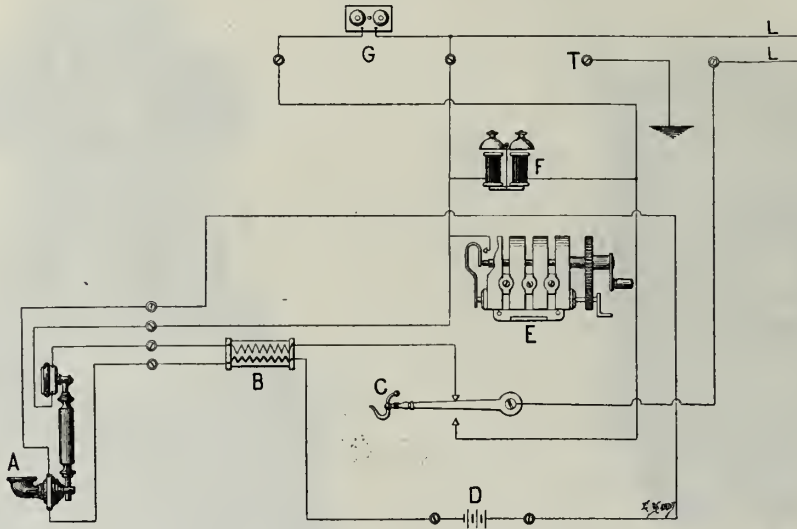


FIG. 110. — Schéma des connexions du poste téléphonique de la Western Electric C^o.

en A l'appareil combiné, en B la bobine d'induction, en C le crochet commutateur, en D la pile du microphone, en E l'appel magnétique, en F la sonnerie polarisée, en G une sonnerie d'extension.

APPAREILS ACCESSOIRES POUR POSTES D'ABONNÉS ET POUR POSTES CENTRAUX

Les modèles d'appareils accessoires pour bureaux téléphoniques sont peu nombreux dans la section française. La raison en est facile à concevoir : l'Administration des Postes et des Télégraphes de France n'admet sur ses réseaux que les modèles étudiés dans ses propres ateliers et que tous les constructeurs sont autorisés à fabriquer.

APPAREILS D'APPEL ¹

SONNERIES. — La sonnerie française de réseau est une trembleuse à deux bobines dont la résistance électrique est de 200 ohms. Elle constitue avec les sonneries à voyant de M. Bailleux et de M. Montillot les seuls organes récepteurs d'appel admis sur les réseaux français.

La sonnerie Bailleux porte une troisième bobine, montée en dérivation sur les deux autres, de façon à constituer une résistance totale de 200 ohms.

L'armature de cette bobine supplémentaire commande un volet qui s'échappe lorsque l'armature est attirée.

La sonnerie Montillot est à double armature.

Lorsque le courant traverse les bobines de l'électro-aimant, les deux armatures sont attirées simultanément, l'une dans la direction de l'axe des noyaux, l'autre perpendiculairement à cette direction; la première, garnie d'un marteau, agit sur le timbre de la sonnerie; la seconde, garnie d'un levier à crochet qui soutient un volet d'annonciateur, déclenche celui-ci.

Parmi les sonneries destinées à la téléphonie domestique, nous avons remarqué une disposition originale exposée par M^{me} V^{ie} Charron et Bellanger. Dans cette sonnerie, à une seule bobine, le noyau de l'électro-aimant ne s'élève pas au-dessus du milieu de la partie centrale de la bobine. La seconde partie de ce noyau est reportée sur l'armature et pénètre librement à l'intérieur de la bobine, dont la résistance n'est que de 5 ohms. Cette sonnerie est d'une grande puissance et, avec 3 éléments Leclanché, actionne des cloches de grandes dimensions.

Les modèles de sonnerie polarisées sont très nombreux, surtout dans les sections étrangères; on en trouve dont la résistance atteint 2,000 ohms. Elles sont, soit associées aux appareils, soit indépendantes; souvent on leur adjoint un commutateur et un parafoudre.

RELAIS. — Parmi les relais nous citerons celui de l'Administration des Postes et des Télégraphes de France, exposé par plusieurs constructeurs.

Ce relais est à deux bobines (*fig. 111 et 112*) dont la résistance est de 200 ohms. Au-dessus des noyaux, une chape *f* laisse pivoter, entre les pointes de deux vis *v*, *v'*, l'armature *A* que le ressort antagoniste *r* maintient éloignée de l'électro-aimant et dont la vis *b* limite l'écar-

¹ *Générateurs d'énergie électrique.* — Pour ce qui concerne les générateurs d'énergie électrique destinés aux appels téléphoniques, nous renvoyons le lecteur au fascicule 3.

tement. Lorsque l'armature est attirée, le ressort l qui la termine prend contact avec la pointe de la vis p et ferme le circuit de la pile locale sur la sonnerie par les bornes P et S, les fils de ligne étant attachés en L et en T.

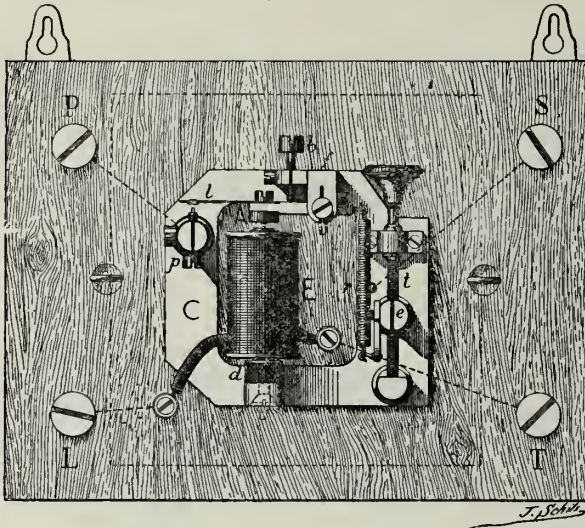


FIG. 111. — Relais de l'Administration française des Postes et des Télégraphes. — Plan.

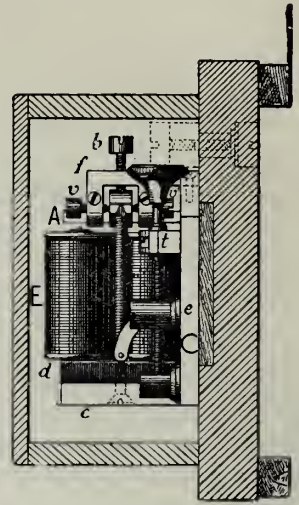


FIG. 112. — Relais de l'Administration française des Postes et des Télégraphes. — Élévation.

Le rappel par inversion de courant constitue un relais polarisé dont tous les électriciens connaissent le fonctionnement.

Le relais Ader (*fig. 113*) est une autre forme de relais polarisé. Entre les pôles de l'aimant NS, la bobine B est suspendue et se maintient dans une position d'équilibre. Suivant le sens du courant qui la traverse, la bobine B est orientée à droite ou à gauche et, s'appuyant sur le butoir d ' ou sur le butoir d , ferme un circuit ou un autre.

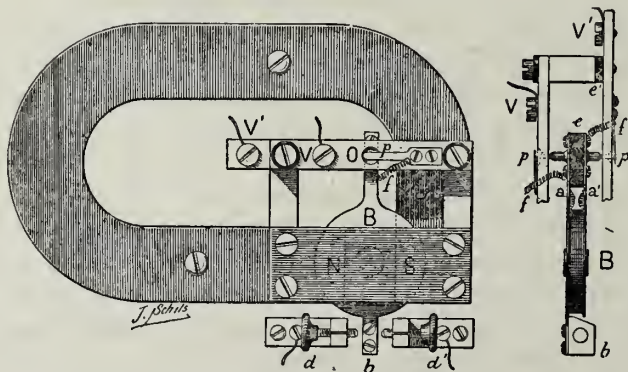


FIG. 113. — Relais Ader.

On construit des relais Ader à simple ou à double enroulement, suivant les usages auxquels on les destine.

Nous aurons l'occasion de parler d'autres systèmes de relais en étudiant les installations auxquelles ils sont affectés.

APPAREILS DE PERMUTATION

COMMUTATEURS. — Les commutateurs ne présentent aucune disposition nouvelle ; ce sont des dérivés du commutateur rond ou du commutateur bavarois, instruments connus de tout le monde. En France, c'est le commutateur à deux directions pour lignes simples, puis le commutateur à 6 directions, également pour lignes simples, et enfin le commutateur à deux directions pour lignes doubles, que l'on peut aisément transformer en commutateur inverseur. Les figures 114 et 115 représentent ce dernier modèle

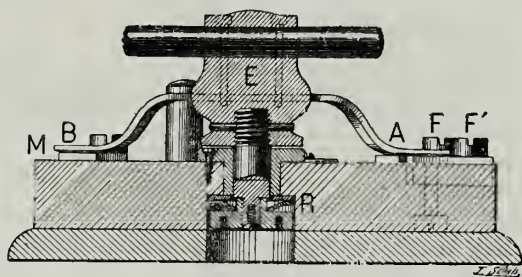
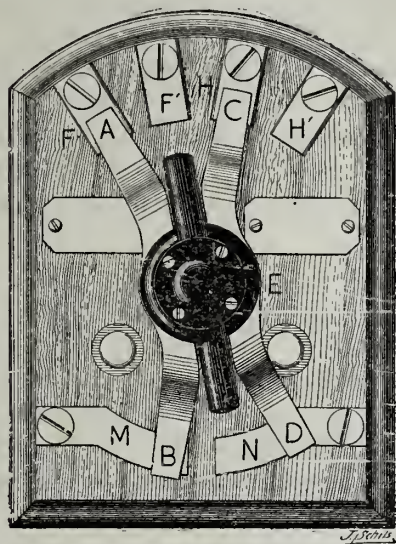


FIG. 114. — Commutateur à deux manettes. — Plan.

FIG. 115. — Commutateur à deux manettes. — Coupe.

et dispensent de toute description. Les commutateurs à manette pour lignes doubles que l'on utilise dans les installations domestiques sont non moins connus.

Les commutateurs à cheville du type bavarois ne méritent aucune mention spéciale. La figure 116 est la reproduction des modèles de l'Elektrisk Bureau de Christiania.



FIG. 116. — Commutateurs de l'Elektrisk Bureau.

Les modèles de la maison Siemens et Halske, de Berlin, se composent d'une manette qui commande des leviers articulés destinés à prendre contact avec des plots fixes.

COMMUTATEUR DE MISE SIMULTANÉE A LA TERRE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

On en construit pour 10, 25 et 50 lignes doubles.

Un plot et un ressort sont affectés à chaque conducteur. Le fil allant à l'appareil est attaché au plot *c* (fig. 117), sur lequel repose, en temps normal, le ressort *r*, vissé sur le plot *d*, qui reçoit le fil de ligne correspondant. Au-dessous de tous les ressorts *r*, l'axe métallique *EE* tou-

rillonne entre les flasques e, e' . Cet axe est terminé en PP par une manette; un système d'encliquetage, figuré à part, permet d'arrêter l'axe EE dans deux positions fixes, suivant que la manette est inclinée à droite ou à gauche.

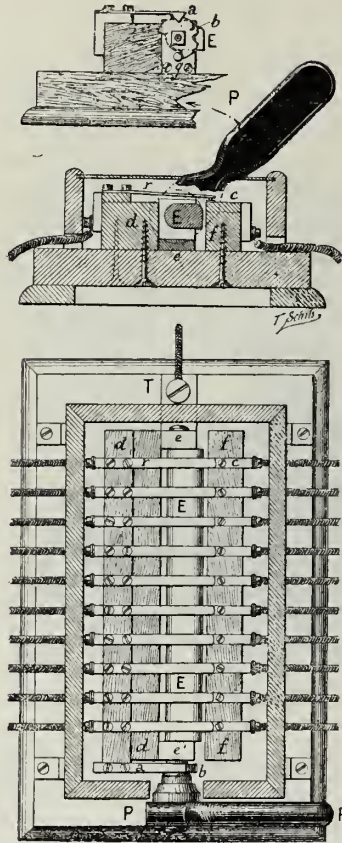


FIG. 117. — Commutateur de la mise à la terre.

L'axe EE est excentré et, lorsque la manette PP est inclinée à droite, il ne touche pas les ressorts r qui reposent sur les plots c , assurant ainsi la continuité entre le fil de ligne et l'appareil téléphonique. Mais, lorsque la manette est inclinée à gauche, l'axe EE soulève tous les ressorts r et rompt le contact avec les plots c . Si donc EE est en relation avec le sol, ce qui a lieu par la borne T, tous les fils de ligne sont mis, du même coup, à la terre lorsqu'on incline à gauche la manette PP.

COMMUTATEUR DE MISE A LA TERRE MANDROUX

C'est un commutateur qui assure, par la manœuvre de sa manette, la mise à la terre simultanée de toutes les lignes qui y aboutissent, mais qui garantit aussi leur indépendance et leur parfaite sécurité par une mise à la terre automatique et individuelle en cas de danger.

Les fils de ligne arrivent aux plots L, L, ..., les fils qui, conduisent aux appareils téléphoniques, aboutissent aux plots A, A, ... (fig. 118 et 119). Entre L et A, la continuité du conducteur est assurée par un fil métallique fusible ff , tendu entre les deux plots et pincé sous les vis v, v . Les plots L et A de chaque ligne sont isolés l'un de l'autre par une réglette en ébonite qui les unit; ils ne communiquent électriquement que par le fil ff et cette communication est évidemment détruite si le fil ff vient à être fondu ou brisé.

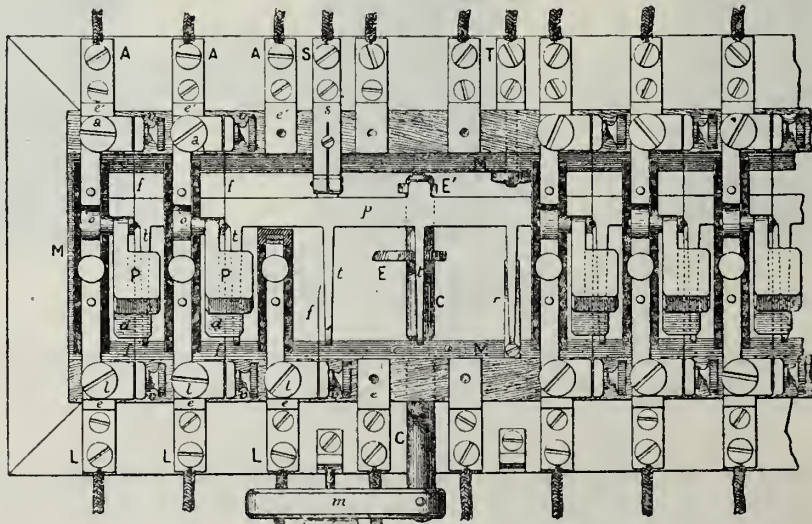


FIG. 118. — Commutateur de mise à la terre, système Mandroux (Plan).

Sur le prolongement de L est monté un levier coudé Pod, métallique et mobile autour de l'axe o. La masse P de ce levier maintient la partie d appuyée sur le fil ff , un levier étant affecté

à chaque ligne. Au-dessous des fils ff , et sans les toucher, court la réglette métallique p , montée sur pivot à ses deux extrémités. Une languette t se détache de la réglette p , en regard de chaque fil ff et est soutenue par le ressort r . En arrière, une saillie de la réglette p repose sur l'excentrique E' , qui appartient à l'axe CC , en relation avec la terre par la borne T .

Lorsqu'un des fils ff vient à être fondu par une décharge atmosphérique, la communication est évidemment rompue entre les plots L et A que réunissait ce fil; mais le levier Pod , manquant de point d'appui, tombe sur la languette t et met la ligne à la terre. Voilà pour la mise automatique et individuelle de chaque ligne à la terre.

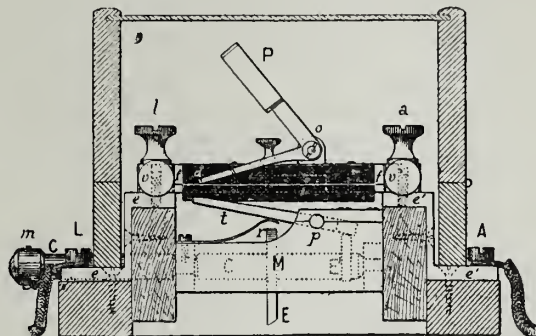


FIG. 119. — Commutateur de mise à la terre, système Mandroux. — Coupe.

Quant à la mise à la terre collective, elle est assurée par la manœuvre de la manette m , qui porte des indications de nature à éviter toute erreur.

L'axe CC , commandé par la manette m , porte un second excentrique E , qui agit en sens inverse de E' , c'est-à-dire que, quand, en tournant, E soulève t , E' permet à l'appendice postérieur de p de s'abaisser. De ce fait, toutes les languettes t soulèvent tous les leviers Pod . Tous les leviers Pod abandonnent donc en même temps les fils fusibles ff sur lesquels ils reposaient et toutes les lignes sont mises simultanément à la terre par le contact des leviers Pod avec les languettes t de la réglette p qui, comme nous l'avons dit, communique avec la prise de terre T . — Exposé par M. Mandroux (France).

APPAREILS DE PROTECTION : PARAFONDRES. FILS FUSIBLES

Aujourd'hui que les circuits électriques à haute tension deviennent de plus en plus nombreux, il ne suffit plus de protéger les bureaux téléphoniques contre les effets de la foudre; il faut aussi, dans la mesure du possible, les mettre à l'abri des accidents que pourraient provoquer les mélanges des fils téléphoniques avec les conducteurs que parcourent des courants dangereux.

L'expérience a conduit à faire usage de dispositifs protecteurs plus compliqués que ceux que l'on utilisait, même au début de la téléphonie.

PARAFONDRE A CHARBON DE L'ADMINISTRATION FRANÇAISE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES. — Ce parafoudre a pour organes essentiels : une plaque de laiton qui forme prise de terre et deux lames de charbon séparées par une lame perforée en mica.

La figure 120 montre cette disposition. Le parafoudre est installé pour une ligne à double fil. La vis V sert à fixer le fil de terre. Sur la plaque de cuivre rectangulaire K , en A , à l'inter-

section des deux diagonales, s'élève un axe en laiton sur lequel sont successivement enfilées la plaque de charbon, la lame de mica M, puis un bloc formé par les deux charbons C_1, C_2 et par la pièce d'ébonite E; le tout est serré sur la plaque de cuivre par l'écrou A. Les charbons C_1, C_2 sont isolés l'un de l'autre et sont assemblés avec la pièce d'ébonite E, chacun par deux boulons entre les écrous desquels sont pincés les fils de ligne et celui qui conduit aux appareils à protéger.

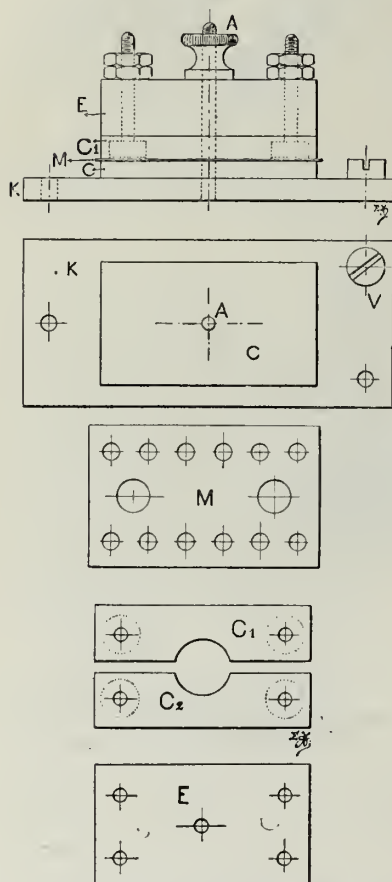


FIG. 120. — Parafoudre à charbon de l'Administration française.

Ces parafoudres sont montés sur planchettes lorsqu'ils doivent être posés isolément chez les abonnés; ils sont groupés sur des panneaux lorsqu'ils sont destinés à des bureaux centraux. — Exposé par M. Digeon (France).

PROTECTEURS DE L'AMERICAN BELL TELEPHON C°. — Ces protecteurs sont exposés par la Western Electric C° de Chicago. Trois organes, agissant isolément ou combinés, suivant les besoins de l'exploitation, sont mis en œuvre :

- 1° Un parafoudre à charbon et à lame d'air;
- 2° Un fil fusible;
- 3° Un dispositif connu sous le nom de *sneaff current arrestor* et que l'on pourrait appeler *protecteur à glissement* ou encore *bobine thermique*.

Pour obtenir le maximum de protection, ces trois

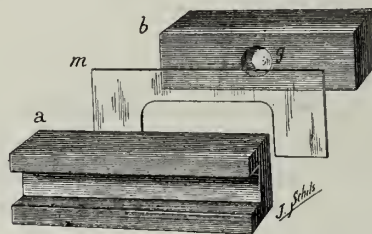


FIG. 121. — Parafoudre à lame d'air.

appareils doivent être intercalés sur chaque fil pénétrant dans un bureau entre la ligne téléphonique et les appareils à préserver.

Le parafoudre à lame d'air (fig. 121) comprend deux prismes rectangulaires en charbon ab , entre lesquels on place une feuille de mica m en forme d'U. Une rainure longitudinale est pratiquée dans le bloc a et une excavation g dans le bloc b . Outre l'isolement produit par la feuille de mica entre les blocs a et b , il résulte de la forme de cette feuille qu'un espace libre existe entre les deux charbons. Si l'un des blocs de charbon est en relation avec la ligne et avec les appareils à protéger, si l'autre bloc communique avec la terre, on est évidemment en présence d'un paratonnerre à feuille de mica et à lame d'air : c'est ce qui a lieu.

De l'épaisseur du diélectrique dépend la sensibilité de l'instrument. L'expérience a démontré qu'une feuille de mica de 0,14 mm d'épaisseur assure la décharge entre les deux blocs de charbon, lorsque la différence de potentiel entre ces blocs est de 350 volts.

L'emploi du charbon a l'avantage d'éviter les transports de matière qui se produisent souvent, au moment des décharges, entre les plaques métalliques des paratonnerres et qui occasionnent des mises à la terre persistantes.

Ici, en orientant vers le bas la partie évasée de la lame de mica, on permet aux poussières de charbon de s'échapper facilement.

L'un des blocs du paratonnerre, le bloc b , repose sur une plaque de terre; l'autre, le bloc a ,

est pincé sous un ressort de maillechort auquel aboutissent le fil de ligne entrant dans le bureau, ainsi que le fil se dirigeant vers le second parafoudre.

Ce parafoudre protège les bureaux contre les décharges atmosphériques et aussi contre les mélanges avec des circuits fonctionnant à 350 volts et au dessus.

Dans le cas de décharges atmosphériques ou de mélanges momentanés, il se produit, entre les deux blocs de charbon, un arc voltaïque qui ne dure qu'un instant. Cet arc peut devenir persistant si le mélange se prolonge. Pour éviter cet inconvénient, l'un des blocs de charbon a été creusé d'une légère excavation *g*, qui contient un globule d'alliage fusible. Lorsque les charbons s'échauffent au-delà d'une certaine limite, le globule fond et, coulant dans l'espace qui sépare les deux blocs, éteint l'arc, en même temps qu'il met la ligne à la terre en réunissant les deux blocs.

Le fil fusible sert, en coupant le circuit, à préserver les bobines des appareils contre les courants capables d'échauffer le fil fin de leur enroulement. La forme la plus généralement employée (*fig. 122*) consiste en un fil fusible *f*, tendu entre les deux goupilles *a*, *g*, et enfermé dans un petit tube de verre *V*. Le tube *V* est lui-même protégé par un second tube en fibre vulcanisée *T*, fermé à un de ses bouts. La partie fermée *a* est vissée sur une plaque de laiton, tandis que la partie ouverte est reliée, au moyen d'un collier métallique *b* et d'un écrou *e*, à un ressort de maillechort *L* auquel le conducteur de ligne est attaché par l'intermédiaire d'un boulon à écrous.

L'originalité du protecteur à glissement réside tout entière dans la bobine *B* qui sépare les deux ressorts en maillechort *AC* (*fig. 123* et *124*). La construction de cette bobine est assez

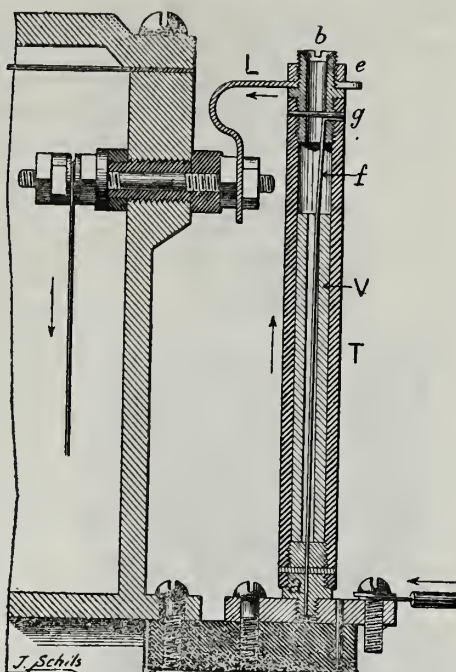


FIG. 122. — Parafoudre à fil fusible.

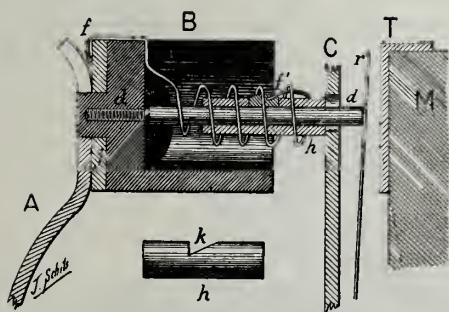


FIG. 123. — Bobine mobile du parafoudre à glissement.

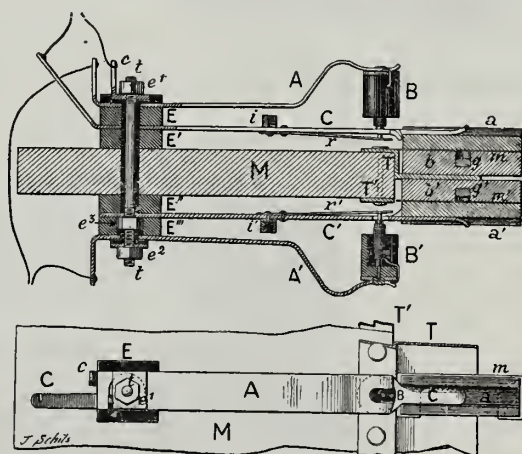


FIG. 124. — Parafoudre à glissement pour lignes doubles.

compliquée. Sur une cheville métallique centrale *dd* est enfilé un manchon de cuivre *h*, d'un diamètre intérieur tel qu'il puisse glisser librement sur la cheville. Dans une entaille *k*, une goutte de soudure très fusible rend le manchon adhérent à la cheville et maintient aussi l'extrémité dénudée d'un mince fil de maillechort *ff'*, recouvert de soie et long de 50 centimètres, qui s'enroule autour du manchon, formant ainsi une petite bobine. La résistance électrique de ce fil

est de 27 ohms; son extrémité libre f est soudée, après avoir été préalablement dénudée, à une rondelle de laiton j , percée d'un trou central. La bobine est enveloppée par une gaine cylindrique en ébonite B, fermée par une de ses bases et fendue suivant une de ses génératrices. La cheville métallique est vissée sur la face interne du fond de ce cylindre; la rondelle j est posée sur la face externe garnie d'un appendice qui traverse le trou central de j .

Le petit bloc, ainsi constitué, est pincé entre les deux ressorts A et C, la tête en ébonite s'engageant dans la fourche de A, la base de la douille en cuivre s'appuyant sur la mortaise de C et la pointe de la cheville d comprimant le ressort r qui, dans cette position, reste encore éloigné de la plaque de terre T, placée en regard. La communication électrique entre A et C est assurée par le fil ff' .

Ce fil vient-il à être échauffé par un courant anormal, la goutte de soudure qui rend la douille adhérente à la cheville fond; cette douille glisse de bas en haut le long de la cheville et cette dernière s'enfonçant davantage dans la mortaise du ressort C, par la pression de A, abaisse suffisamment le ressort r pour le mettre en contact avec la plaque de terre T.

Un doigt d'arrêt en ébonite i , fixé sur le ressort C, rencontre le ressort A lorsqu'on enlève la bobine B et coupe le circuit entre la ligne et l'appareil.

Il suffit de remplacer et de réparer la bobine, chaque fois qu'elle a fonctionné.

La figure 124 représente l'ensemble des dispositions précédentes montées pour une ligne à double fil; on installe généralement ces protecteurs sur les répartiteurs d'entrée des bureaux.

Un autre modèle de protecteur diffère du précédent par sa forme générale, mais surtout par la fabrication de sa bobine thermique.

Le dispositif complet (fig. 125) est monté sur un socle en porcelaine pour éviter les dangers d'incendie.

Le parafoudre à charbon et à couche d'air est semblable à celui que nous venons de décrire; il est pincé entre deux ressorts verticaux BD (fig. 126). Le ressort B établit la liaison avec la plaque de terre, le ressort D avec l'anneau E qui supporte le fil fusible. Ce fil, en alliage spécial, dont la section est calculée pour fondre sous un courant

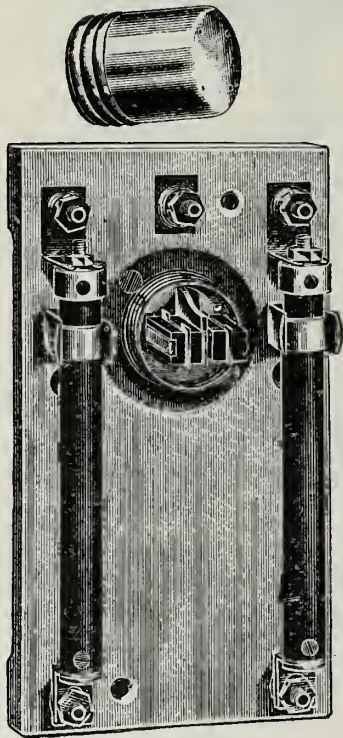


FIG. 125.
Parafoudre de la Western Electric Co.

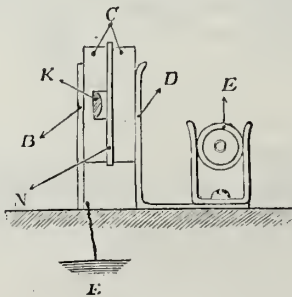


FIG. 126. — Disposition schématique
du parafoudre de la Western Electric Co.



FIG. 127. — Coupe du fil fusible du parafoudre
de la Western Electric Co.

de 5 ampères, est entouré d'une tresse d'amiante A (fig. 127), qui empêche les projections d'étincelles; il est enfermé dans un tube en fibre vulcanisée F.

La pièce d'attache H établit la liaison avec la ligne; l'anneau EE s'intercale entre deux

ressorts qui forment dérivation vers le parafoudre à charbon; J met le fil fusible en relation avec l'appareil téléphonique; enfin la bobine thermique M est interposée entre EE et J.

La bobine thermique (*fig. 128*) est constituée par un tube métallique M, autour duquel est enroulé le fil de maillechort R. Dans le tube M se trouve une tige de verre V, pressée par le ressort à boudin S contre le disque Q soudé, d'une part, en L, au moyen d'un alliage très fusible au tube M et, d'autre part, au fil fusible F.

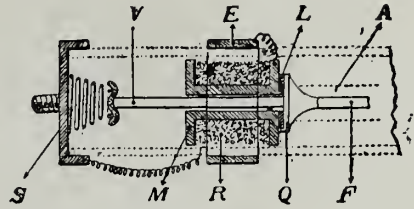


FIG. 128.
Bobine thermique de la Western Electric Co.
Détails de construction.

Tout courant dangereux traversant le fil de maillechort chauffe le tube M et fond l'alliage de soudure, de sorte que le disque Q devient libre et est écarté par la tige de verre V poussée par le ressort S. La connexion du fil fusible F avec la bobine thermique et avec le parafoudre à charbon est ainsi automatiquement interrompue et la ligne est isolée.

PARAFOUDRES DE L'ELEKTRISK BUREAU DE CHRISTIANIA. — *Paratonnerre à papier.* — Il se compose de deux plaques en laiton nickelé, placées l'une sur l'autre, mais séparées par une mince feuille de papier. Ces plaques sont garnies de bornes pour la ligne et pour la terre.

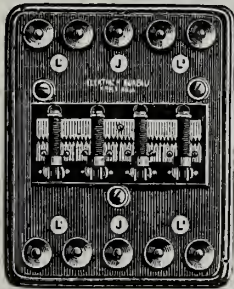


FIG. 129.
Parafoudre à papier.

Paratonnerre à bobine. — Ce paratonnerre (*fig. 129*), utilisé souvent dans les petits postes centraux, a été plus spécialement construit pour la téléphonie à longue distance. Il comprend un paratonnerre à peignes et des bobines à fil fusible. Lorsqu'une bobine a été brûlée par un coup de foudre et que la ligne est ainsi mise à la terre, il convient de remplacer cette bobine.

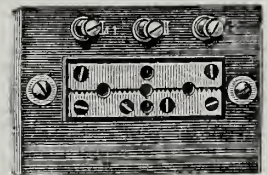


FIG. 130.
Parafoudre à surface.

Paratonnerre à surface. — C'est un paratonnerre à peignes (*fig. 130*). Il peut servir de commutateur ou de paratonnerre, les pièces de contact étant munies de dentelures ne laissant qu'un faible intervalle entre elles et les barrettes du fil de terre. Une fiche permet de mettre à la terre l'une ou l'autre ligne ou bien toutes deux à la fois.

Paratonnerre de mise simultanée à la terre. — Il se compose de deux rangées de

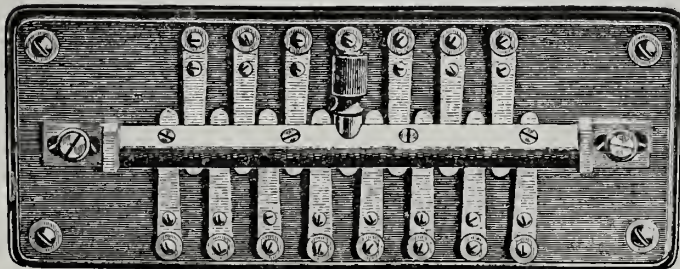


FIG. 131. — Commutateur de mise à la terre de l'Elektrisk Bureau.

ressorts (*fig. 131*) auxquels on rattache les lignes, et d'un conducteur de terre commun placé au-dessus de ces ressorts, mais séparé d'eux par une couche isolante en soie.

La soie étant brûlée par un coup de foudre, les ressorts sont mis directement à la terre en s'appuyant sur la pièce métallique centrale.

Dans un autre modèle, deux rangées de charbons sont poussées par des ressorts contre

deux plaques de charbon reliées à la terre, les charbons restant séparés des plaques par une couche isolante.

COUPE-CIRCUIT A FIL FUSIBLE POSTEL-VINAY. — Le fil fusible pincé entre deux équerres montées sur un socle en ébonite est protégé par un tube de verre dans l'axe duquel il est tendu. Ce fil est saupoudré d'un explosif qui détermine brusquement la rupture à une température déterminée. La sensibilité de ce coupe-circuit dépend de la nature du fil fusible et de son diamètre.

PARATONNERRE SIEMENS. — Les paratonnerres à pointes (*fig. 132*) sont formés par des équerres garnies de vis dont les pointes effilées sont situées en regard d'une plaque de terre commune, chaque équerre étant affectée à un conducteur de ligne.

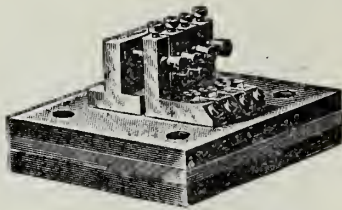


FIG. 132. — Parafoudre à pointes, Siemens et Halske.

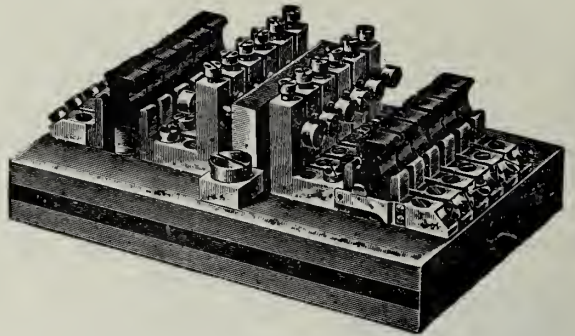


FIG. 133. — Parafoudre à pointes et à fil fusible, Siemens et Halske.

Ce paratonnerre prend la forme représentée figure 133, lorsqu'il est combiné avec un fil fusible et un ressort de court-circuit.

Dans les paratonnerres du système Bose (*fig. 134*), les pointes sont disposées en deux rangées en face de la plaque de terre. Les fils fusibles, enroulés en spirale, sont protégés par des tubes en verre et maintenus en place par des ressorts.

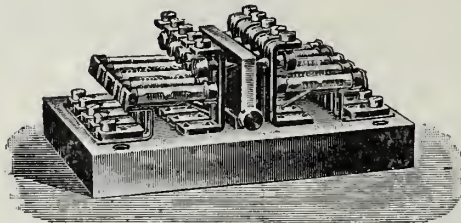


FIG. 134. — Parafoudre à pointes avec ressort de mise en court-circuit, Siemens et Halske.

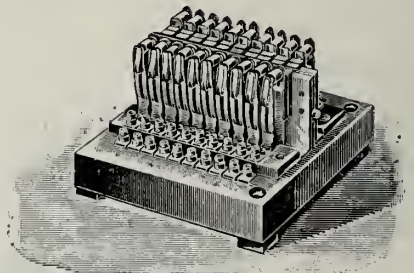


FIG. 135. — Parafoudre à plaques de charbon, Siemens et Halske.

Le paratonnerre à plaque de charbon avec fil fusible (*fig. 135*) pour postes téléphoniques est le type normal de l'administration des Postes allemandes.

STATIONS A APPEL OMNIBUS

SYSTÈME BREGUET-RODARY

Le système d'appel omnibus, construit par la maison Breguet et étudié par M. Rodary pour l'usage particulier des réseaux de voies ferrées, s'applique avec de légères modifications aux postes téléphoniques et aux postes télégraphiques.

Il existe trois modèles de rappels dont les organes communs sont : un bouton d'appel, un cadran divisé en autant de cases plus quatre qu'il existe de postes sur la ligne. Les quatre cases supplémentaires portent les indications *Dépêche circulaire*, *ligne occupée*, *ligne libre*, *attaque* ; les autres sont numérotées comme les postes eux-mêmes. Une aiguille indicatrice se déplace sur le cadran sous l'action des courants d'appel ; elle est commandée par l'armature d'un électro-aimant, sans qu'un mouvement d'horlogerie ait à intervenir.

Dans le rappel pour postes téléphoniques, l'installation est complétée par un relais polarisé dont l'armature peut occuper trois positions, par un bouton d'appel ordinaire et par un poste microtéléphonique.

Dans le modèle de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée (*fig. 136*), il existe deux relais polarisés et une sonnerie à trembleur. Deux manettes de commutateurs, situées à la partie supérieure du tableau, permettent de mettre deux sections de ligne à la terre ou bien de leur donner la communication directe.

Lorsqu'un poste appelle en appuyant sur son bouton-poussoir, il fait, à chaque coup, avancer simultanément d'une division les aiguilles de tous les postes. Lorsque, dans un poste, l'aiguille s'arrête sur le numéro de ce poste ou sur *dépêche circulaire*, la sonnerie d'appel se fait entendre jusqu'à ce que l'agent appelé ait répondu en amenant l'aiguille sur *ligne occupée* et ait poussé son commutateur sur *correspondance*.

La transmission terminée, l'aiguille est ramenée, d'un coup de bouton, sur *ligne libre*, puis le commutateur remis sur *attente*.

Lorsqu'un poste veut en appeler un autre, il doit :

- 1° S'assurer que l'aiguille de son cadran est sur *ligne libre* ;
- 2° Placer les commutateurs du rappel sur *correspondance* ;
- 3° Envoyer un premier courant sur la ligne pour amener l'aiguille de tous les cadrans sur la position *attaque* ;
- 4° Pousser le bouton d'appel, lentement et à fond, autant de fois qu'il est nécessaire pour amener l'aiguille du cadran sur le numéro correspondant au poste appelé ; les aiguilles de tous les cadrans de la ligne suivent le même mouvement.

Le poste appelé entend le bruit continu de sa sonnerie, il doit alors :

- 1° Placer le commutateur de son rappel sur *correspondance* ;
- 2° Répondre par le nombre de coups de bouton nécessaire pour amener son aiguille et, par suite, celles de tous les postes sur *ligne occupée*.

La correspondance s'engage ensuite à la manière ordinaire; lorsqu'elle est terminée, le poste appelant pousse son bouton une seule fois et ramène ainsi toutes les aiguilles sur l'indication *ligne libre*; les deux correspondants remettent enfin leur commutateur dans la position *attente*.

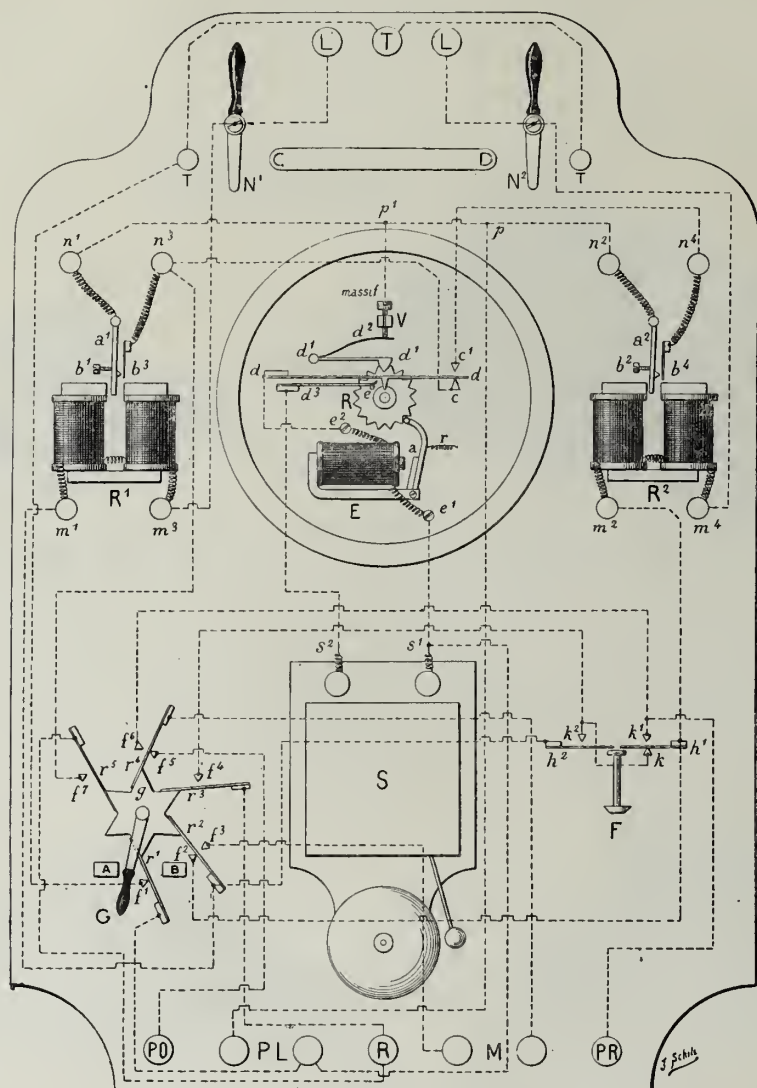


FIG. 136. — Rappel omnibus Breguet-Rodary.

S'il s'agit d'un message collectif, le nombre des coups de bouton destinés à l'appel doit être tel que toutes les aiguilles soient amenées sur la case *dépêche circulaire*. Un coup de bouton supplémentaire porte les aiguilles sur la case *ligne occupée*. Les postes sont ensuite appelés nominalement.

SYSTÈME BERNHEIM

Le dispositif de M. Bernheim permet de desservir sept postes montés en série sur une ligne double. Le circuit de conversation ne comprend que les deux fils de ligne; mais on a recours à des prises de terre pour réaliser les différentes combinaisons destinées à produire les appels. La ligne n'est immobilisée que lorsque les postes extrêmes sont en communication et encore les postes intermédiaires peuvent-ils rentrer en cas d'urgence.

Chaque poste est monté sur un tableau. Les postes intermédiaires (*fig. 137*) se composent de deux relais Ader polarisés, à simple enroulement, de 6 clés d'appel, de 2 leviers ou clés de conversation, l'un pour le côté gauche, l'autre pour le côté droit de la ligne, de 2 galvanomètres, d'un transmetteur Ader à pupitre, de 2 récepteurs Ader et d'une sonnerie.

Les postes extrêmes (*fig. 138*) ne possèdent qu'un seul levier de conversation; tous les autres organes sont semblables à ceux des postes intermédiaires.

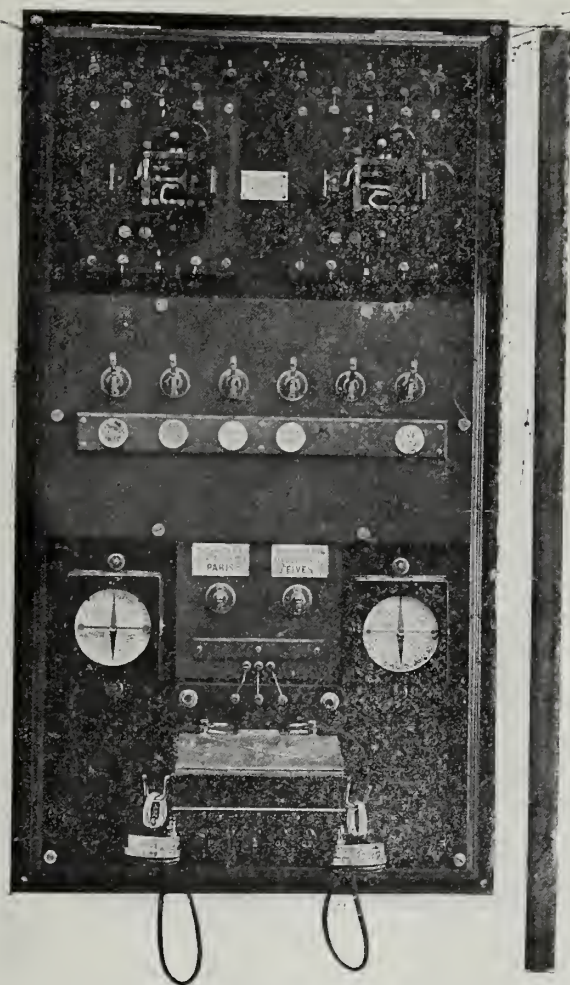


FIG. 137. — Rappel omnibus système Bernheim. Poste intermédiaire.

Organes. — Chaque clé d'appel commande 5 ressorts, qui prennent contact soit avec des plots de repos, soit avec des plots de travail; le levier se relève de lui-même lorsqu'il n'est plus actionné par l'opérateur.

Les leviers de conversation ont une forme analogue; dans les postes extrêmes, ils ne comportent que 2 ressorts; ils en ont quatre dans les postes intermédiaires. Les leviers de conversation ne se relèvent pas automatiquement.

Les communications du transmetteur Ader sont légèrement modifiées; il n'existe plus que trois bornes en haut et deux en bas. Les deux bornes latérales du haut correspondent aux deux fils de ligne, celle du milieu au fil de terre. En bas, les deux bornes reçoivent les pôles de la pile du microphone qui est indépendante de la pile d'appel.

Manœuvres. — Au poste qui désire appeler, il convient d'abaisser les deux leviers de conversation, de décrocher les récepteurs et d'écouter pour s'assurer que la ligne est libre.

Il faut ensuite relever les deux leviers de conversation, accrocher les récepteurs et appuyer sur la clé d'appel correspondant au numéro du poste que l'on désire appeler. Si les deux galvanomètres ont fonctionné normalement, l'appel est parvenu à destination.

On abaisse alors le levier de conversation du côté de la section de ligne appelée; on décroche les récepteurs et on parle.

Après la conversation on'accroche les récepteurs et on relève le levier de conversation.

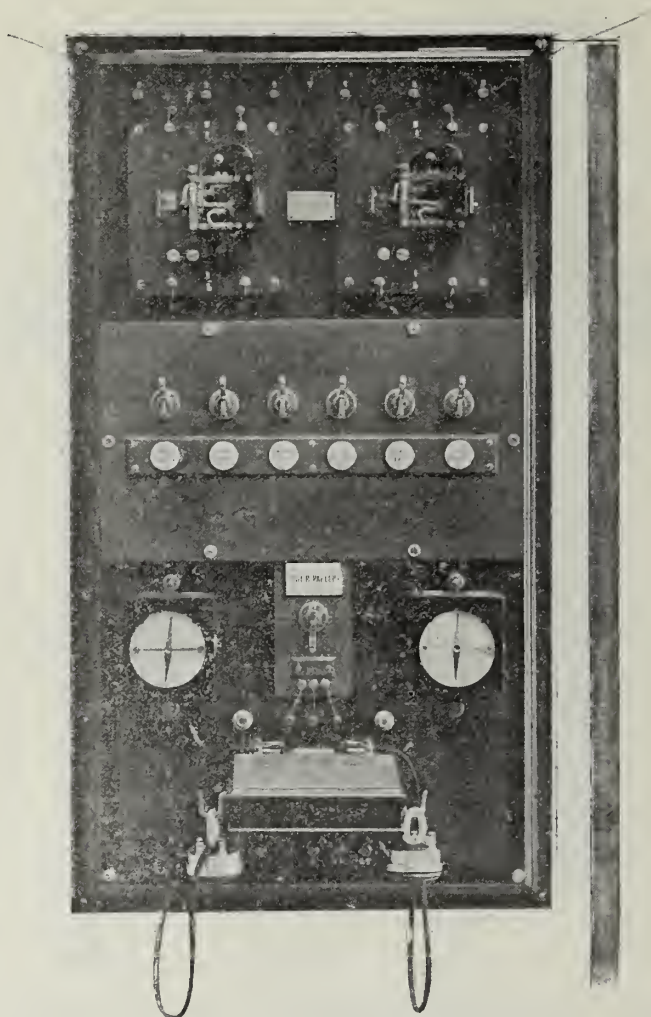


Fig. 138. — Rappel omnibus système Bernheim. Poste extrême.

A l'appel de la sonnerie, l'employé du poste récepteur abaisse le levier de conversation du côté d'où vient l'appel, décroche les récepteurs et parle.

Pour les postes intermédiaires, il pourrait se présenter une difficulté, car l'opérateur ne sait pas de quel côté vient l'appel; on y a remédié en convenant que les appels destinés à la ligne de droite se font par trois coups et ceux de la ligne de gauche par deux coups seulement.

Fonctionnement. — Les figures 139 et 140 représentent les communications intérieures d'un poste extrême et d'un poste intermédiaire.

Tous les postes sont embrochés sur les deux fils de ligne; et ces fils sont bouclés et mis à terre aux deux postes extrêmes (fig. 141).

Au poste n° 1 (terminus de gauche), les fils de ligne pénètrent par les bornes L de droite (fig. 138 et 139). Le fil n° 1 traverse la clé de conversation C par son ressort court et son contact

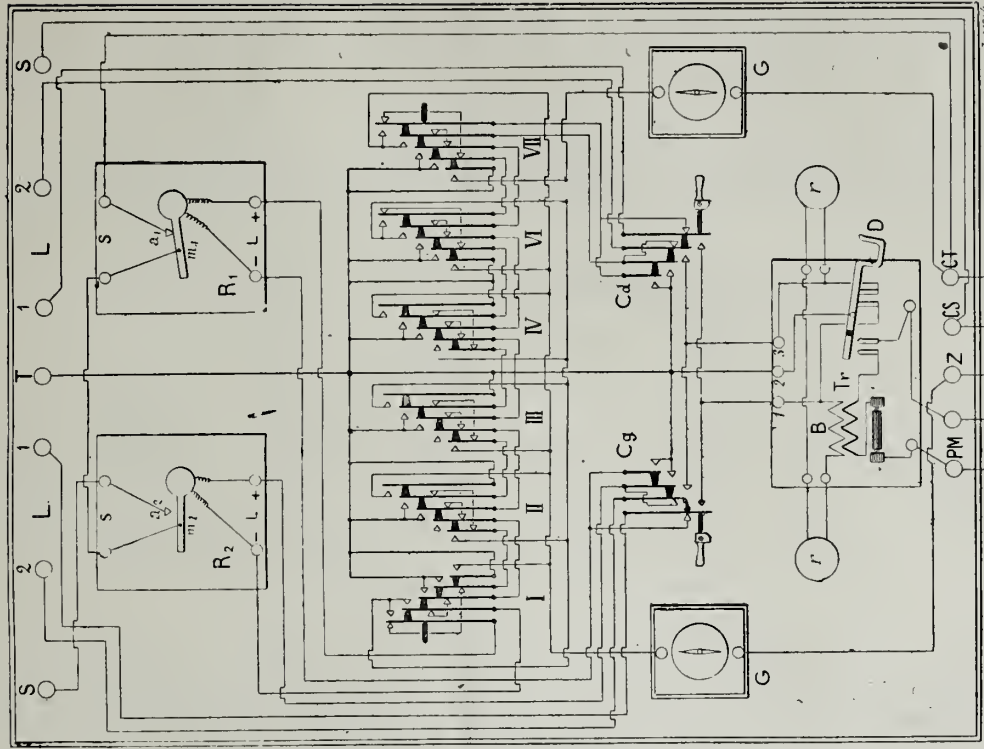


FIG. 140. — Rappel omnibus système Bernheim. — Schéma des connexions d'un poste intermédiaire.

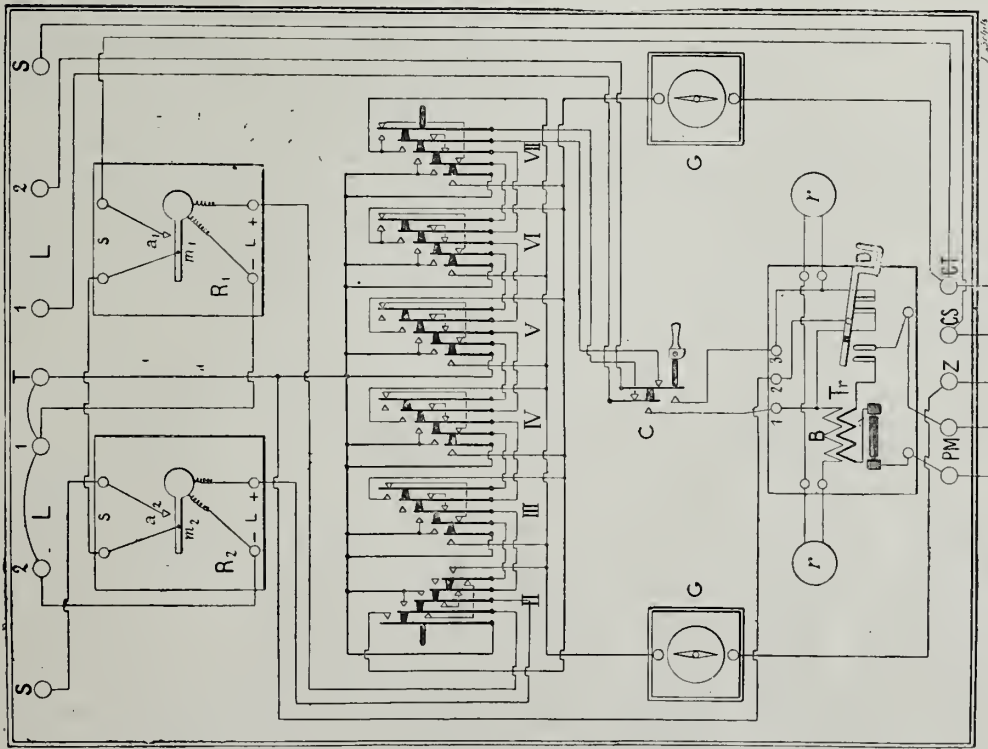


FIG. 139. — Rappel omnibus système Bernheim. — Schéma de connexions d'un poste extrême.

de repos, passe à travers toutes les clés d'appel au repos, traverse le relais Ader de droite et, par la borne L_1 de gauche, se réunit au fil n° 2 et à la terre. Le fil n° 2, arrivant par la borne L_2 de droite, passe par le grand ressort et le plot du repos correspondant de la clé de conversation C, traverse les clés d'appel au repos, le relais Ader de gauche et se relie au fil n° 1 par la borne L_2 de gauche.

Au poste n° 7 (terminus de droite), la disposition est la même, à cette différence près que les fils n° 1 et 2 pénètrent par les bornes L de gauche et sont bouclés, puis mis à la terre, par les bornes L de droite.

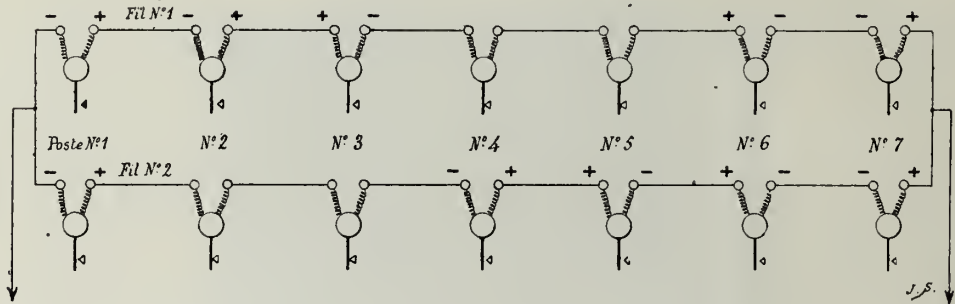


FIG. 141. -- Rappel omnibus système Bernheim. — Schéma des connexions reliant les postes.

Dans tous les postes intermédiaires, le fil n° 1 pénètre par la borne L_1 de gauche, arrive au grand ressort de la clé Cg , passe par son contact de repos, traverse le relais Ader n° 1 R_1 , situé à droite, les clés d'appel de I à VII, la clé Cd et sort par la borne L_1 de droite. Le fil n° 2 pénètre par la borne L_2 de gauche, arrive au second ressort de la clé Cg , passe par son contact de repos, traverse le relais Ader n° 2 R_2 , situé à gauche, les clés d'appel de I à VII, la clé Cd et sort par la borne L_2 de droite.

Ainsi, dans tous les postes, le fil de ligne n° 1 traverse l'enroulement du relais Ader n° 1 placé à droite et le fil de ligne n° 2 traverse l'enroulement du relais Ader n° 2, placé à gauche.

Dans chaque station, le contact de travail a_1 du relais n° 1 est relié au pôle positif d'une pile locale; la borne S de droite est reliée au pôle négatif de cette pile. Le contact de travail a_2 du relais n° 2 est relié à la borne S de gauche. Entre les deux bornes S est intercalée la sonnerie du poste. Enfin, les massifs m_1, m_2 des deux relais sont réunis ensemble. De ce dispositif il résulte que, lorsque les deux relais sont orientés en même temps sur leur contact de travail, le circuit local de la sonnerie est fermé et celle-ci fonctionne.

Pour que chacun des sept postes du réseau puisse être appelé par l'un quelconque des six autres, il faut que l'on dispose de sept combinaisons, dont chacune orientera les deux relais sur leur contact de travail dans un des postes, mais dans celui-là seulement.

Ces combinaisons sont les suivantes :

	LE POSTE EST APPELÉ PAR LA GAUCHE			LE POSTE EST APPELÉ PAR LA DROITE		
	Sur le fil n° 1 par	Sur le fil n° 2 par	Sur la terre par	Sur le fil n° 1 par	Sur le fil n° 2 par	Sur la terre par
Poste n° 1.....	0	0	0	+	+	-
Poste n° 2.....	-	0	+	+	0	-
Poste n° 3.....	+	0	-	-	0	+
Poste n° 4.....	0	-	+	0	+	-
Poste n° 5.....	0	+	-	0	-	+
Poste n° 6.....	+	+	-	-	-	+
Poste n° 7.....	-	-	+	0	0	0

Le poste n° 1, terminus de gauche, ne reçoit pas d'appel de la gauche. Le poste n° 7, terminus de droite, ne reçoit pas d'appel de la droite.

Lorsqu'un poste en appelle un autre, l'un des pôles de la pile est mis en relation avec l'un ou l'autre des fils de ligne ou bien avec tous les deux dans la direction du poste appelé ; l'autre pôle de la pile est mis à la terre dans la direction opposée, ainsi que les deux fils de ligne bouclés.

Il est facile de voir, par l'examen des figures 139 et 140, que la manœuvre des clés de conversation a pour effet de transformer deux postes intermédiaires causant ensemble en postes terminus ; la ligne se trouve donc sectionnée pendant la conversation, de telle sorte que, si les postes 4 et 5 sont en communication téléphonique, les postes 1, 2, 3, et les postes 6 et 7 peuvent s'appeler et échanger des messages.

Le circuit de conversation utilise les deux fils de ligne ; mais la terre est éliminée de ce circuit.

Il est une objection que l'on peut faire au système : si l'une des clés de conversation reste abaissée après la fin de la correspondance, le poste ne peut plus recevoir les appels de ce côté. Si les deux clés sont restées abaissées, le poste est en dehors du circuit d'appel. Il est facile de parer à cet inconvénient en faisant usage de clés de conversation à relèvement automatique ; mais, il faut bien le reconnaître, c'est une gêne introduite dans le service, puisqu'il faut maintenir les clés abaissées avec la main pendant toute la durée de la conversation.

Ces appareils sont construits par la Société industrielle des Téléphones.

SYSTÈME DARDEAU POUR POSTES MULTIPLES

Le système de communications téléphoniques Dardeau, destiné aux Compagnies de chemins de fer et aux grandes Administrations, permet de desservir jusqu'à vingt-cinq postes.

Le problème qu'a résolu M. Dardeau est le suivant :

Envoyer dans un poste quelconque et dans celui-là seulement un appel continu ; en cas de non-réponse, supprimer cet appel ;

Appeler un nombre quelconque de postes embrochés sur la ligne et les mettre simultanément en communication ;

Indiquer à tous les postes si la ligne est libre ou occupée et permettre, en cas d'urgence, à un poste quelconque de rentrer dans le circuit pour en appeler un autre ;

Enfin assurer le secret des communications.

Tous les appareils sont semblables ; la figure 142 en montre une vue d'ensemble.

Un mouvement d'horlogerie porte sur son dernier rouage une aiguille qui peut se déplacer sur un cadran divisé (*fig.* 143). Le mouvement d'horlogerie permet de donner 2 000 communications avant d'être de nouveau remonté.

Au repos, l'aiguille est bloquée sur la croix ; elle peut être dégagée par le jeu d'un électro-aimant.

Les différents circuits sont fermés par un jeu de cames adaptées au mouvement d'horlogerie, mais calées différemment dans chacun des postes.

L'envoi d'un courant positif sur la ligne débloque toutes les aiguilles par le jeu de l'échappement G (*fig.* 144). Toutes les aiguilles se placent alors sur la case *déclenchement* du cadran. Si on envoie ensuite une succession de courants négatifs, l'aiguille avance d'une division à chaque émission.

Dès que l'aiguille est sur la case qui porte le numéro du poste appelé, il suffit d'envoyer un courant positif pour faire fonctionner la sonnerie de ce poste. La sonnerie cesse de tinter aussitôt que le poste appelé répond, ou bien, en cas de non-réponse, lorsque le poste appelant a ramené l'aiguille à la croix ; pour cela, il lui suffit de produire autant d'émissions négatives qu'il existe de cases entre le numéro du poste appelé et la croix.

Outre le mouvement d'horlogerie, chaque poste comporte : un transmetteur téléphonique complet (microphone, bobine d'induction et récepteurs), dont les communications ont été légèrement modifiées ; un relais Ader à simple enroulement RL, une sonnerie à trois bornes DD',

deux clés d'appel à double fil SD, AL, une pile microphonique, une pile d'appel et une pile locale.

La manœuvre de la clé SD oriente le relais Ader RL à gauche ; la manœuvre de la clé AL l'oriente à droite.

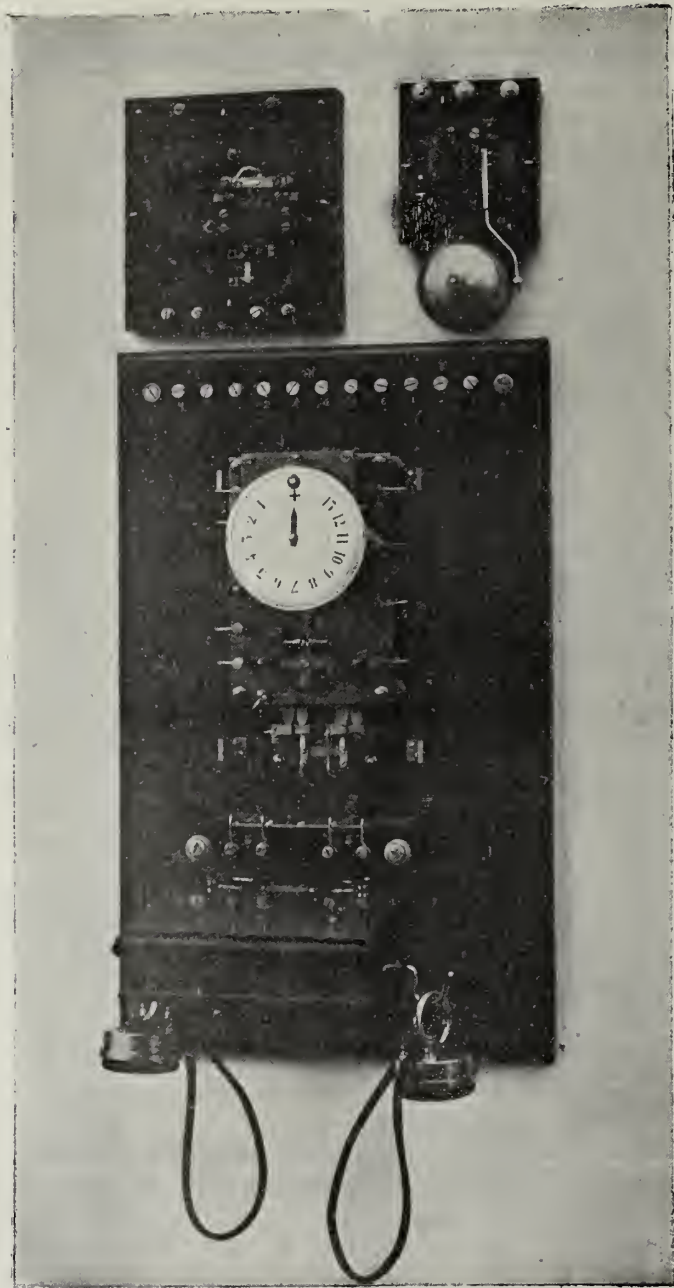


FIG. 142. — Rappel omnibus système Dardeau. — Poste complet.

Lorsque le levier AD, qui est l'armature de l'électro-aimant AH, est appuyé sur les vis AF, AE, le poste téléphonique est en court-circuit, ainsi que le montre le tracé en pointillé. Tout poste dans cette position ne peut participer à la conservation ni la surprendre.

Le contact entre AD et AE peut être rompu en *b* électriquement ou mécaniquement : élec-

triquement par l'action de l'électro-aimant AH : c'est le cas du poste appelant ; mécaniquement par la poussée de la came *e* agissant sur le renflement *f* : c'est le cas du poste appelé.

Lorsque le poste appelant abaisse la clé SD, le relais RL est orienté à gauche dans tous les postes, le circuit de l'électro-aimant T est fermé ; l'armature, mobile autour de l'axe Z, est attirée, la roue F devient libre et l'aiguille qu'elle commande passe de la case *croix* sur la case *déclenchement*. Là, elle est arrêtée par l'échappement G. On peut d'ailleurs appuyer plusieurs fois sur la clé SD qui reste sans effet si le déclenchement s'est produit du premier coup.

Le poste appelant abaissant ensuite la clé AL, le relais RL est orienté vers la droite dans tous les postes ; il ferme le circuit local de l'électro-aimant H. Cet électro-aimant, dont l'armature se termine par l'ancre d'échappement G, fait avancer d'une dent la roue F et fait aussi avancer d'une division l'aiguille du cadran à chaque émission négative provoquée par l'abaissement de la clé AL. Mais, dans le poste appelant, et dans celui-là seulement, le circuit de l'électro-aimant AH est également fermé, ce qui a déterminé l'embrayage du bras de levier AI par le crochet *g* et ce qui a rompu en *b* le court-circuit du poste téléphonique.

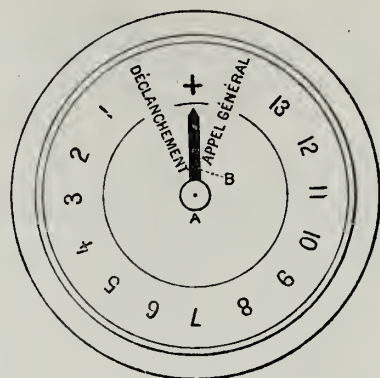


FIG. 143. — Cadran du rappel Dardeau.

Lorsque, par un nombre d'émissions négatives convenable, les aiguilles de tous les postes sont sur le numéro du poste appelé, le poste appelant abaisse la clé SD et oriente ainsi les relais RL vers la gauche. Cette manœuvre n'a d'effet que dans le poste appelé, car, dans tous les postes, le circuit local est ouvert ; mais, dans le poste appelé, la came *e* est en contact avec le renflement *f* (cela dépend de l'orientation des comes dans chaque poste), et ce contact ferme le circuit local sur les bornes 2 et 3 de la sonnerie. L'armature de cette sonnerie est attirée et, de cette première attraction, grâce à sa disposition ingénieuse, elle fonctionne à la manière d'une trembleuse.

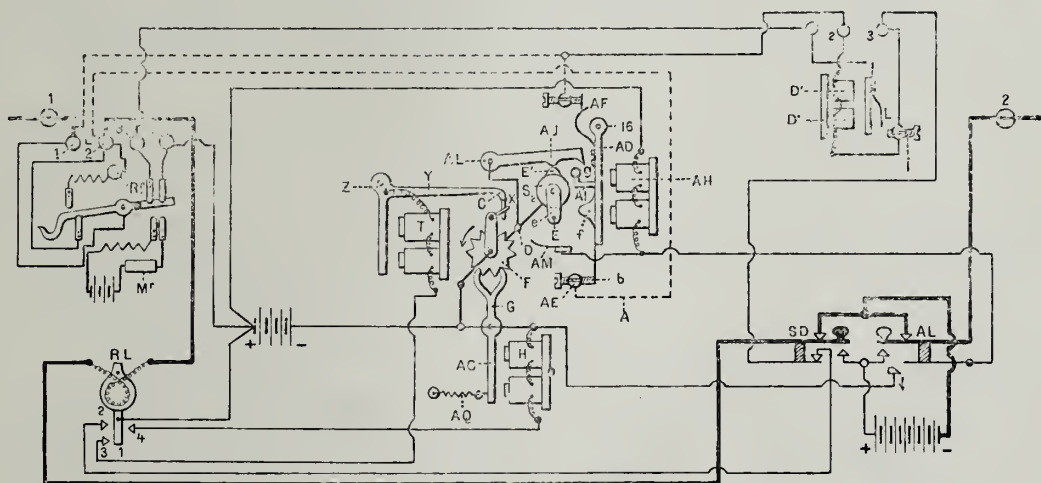


FIG. 144. — Schéma des connexions d'un poste Dardeau.

Lorsque le poste appelant répond en abaissant la clé SD, des effets analogues se produisent au poste appelant ; mais le circuit local est fermé par le contact du crochet *g* avec le bras de levier AI.

Dès que les deux postes intéressés ont reçu l'appel et la réponse, ils décrochent leurs récepteurs, les leviers-commutateurs se relèvent et rompent le circuit local entre les bornes 3 et 4

des transmetteurs, ce qui arrête le fonctionnement des sonneries. Dans tous les autres postes, le transmetteur reste en court-circuit ; ils ne peuvent donc surprendre la conversation engagée. Ils sont d'ailleurs avertis que la ligne est occupée, l'aiguille de leur cadran restant sur le numéro du poste appelé, tant que l'un des deux postes en communication ne l'a pas ramenée à la croix.

Lorsque l'aiguille passe entre la case du cadran portant le numéro du dernier poste de la ligne et la case qui porte l'indication *appel général*, la goupille X rencontre un ressort AM. La durée de ce contact passager suffit pour actionner l'électro-aimant AH. Si, lorsque l'aiguille est sur la case *appel général*, position qui n'a aucun effet si elle est suivie du rappel à la croix, le poste appelant abaisse sa clé SD, le circuit local est fermé dans tous les postes par le contact de *g* avec AI et toutes les sonneries fonctionnent simultanément. Chaque sonnerie s'arrête dès qu'on décroche le récepteur ; les transmetteurs cessent d'être en court-circuit et tous les postes du réseau peuvent prendre part à la conversation.

D'ailleurs, si un poste ne répond pas, sa sonnerie tinte jusqu'à ce que le poste qui a provoqué l'appel général ait ramené toutes les aiguilles à la croix.

La seule précaution à observer dans le montage des postes consiste à faire pénétrer le courant dans chaque poste par la même borne.

Les appareils Dardeau sont construits par la Société industrielle des Téléphones.

APPEL OMNIBUS POUR RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES SANS BUREAUX CENTRAUX, SYSTÈME MORS-MANDROUX

Ce dispositif a pour but de permettre à un certain nombre de postes télégraphiques ou téléphoniques, reliés les uns aux autres par une ligne à double fil, de s'appeler directement et indépendamment les uns des autres, l'appel n'étant perçu que par le poste appelé, mais tous les autres étant avisés que la ligne est occupée.

Bien que l'appel ait lieu sans l'intervention d'un bureau central, on a la possibilité de considérer l'un quelconque des postes comme station de contrôle et alors on dispose cette station de telle sorte qu'elle puisse recevoir les appels destinés aux autres postes.

La disposition générale du système comprend :

- 1° Un distributeur d'appel qui envoie sur la ligne des courants alternatifs d'égale durée et d'égale intensité ;
- 2° Un clavier d'appel ;
- 3° Une sonnerie et un indice de contrôle des manœuvres embrochés sur le circuit ;
- 4° Un dispositif établissant la connexion directe entre les téléphones en correspondance ;
- 5° Un rappel automatique au zéro, après chaque opération, de toutes les aiguilles des indicateurs d'appel.

Les postes sont en relation avec la ligne, comme le montre la figure 145 ; branchés sur le fil

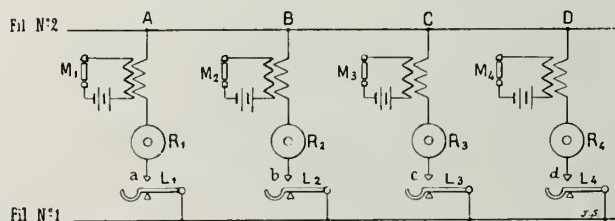


FIG. 145. — Rappel omnibus, système Mors-Mandroux. — Schéma des connexions des postes.

n° 2 en A, B, C, D, ils sont, dans la position d'attente, isolés du fil n° 1, réservé pour les appels.

Lorsque la conversation doit s'engager entre deux postes, A et C, par exemple, les crochets commutateurs L_1 et L_3 de ces deux postes, en se relevant, ferment le circuit en *a* et *c*.

L'un des deux fils de ligne est utilisé pour le fonctionnement d'un indicateur, et les deux fils à la fois pour les émissions des courants d'appel et pour assurer la concordance des appareils entre eux.

Le dispositif comprend donc les parties suivantes :

- 1° Indication de *ligne occupée* ;

- 2° Appel d'un poste à un autre et correspondance entre les deux postes intéressés ;
- 3° Remise au zéro de tous les indicateurs après chaque opération.

Le dispositif d'appel comprend :

- 1° Un clavier *a* (fig. 146 et 147) du système des tableaux téléphoniques Mandroux déjà décrits et composé d'un nombre de touches égal à celui des postes, chaque touche portant le numéro du poste correspondant ;
- 2° Un mouvement d'horlogerie *b* faisant tourner deux axes dont le jeu combiné détermine le nombre et la succession des courants d'appel ;
- 3° Un électro-aimant *c*, dont l'armature polarisée porte une ancre d'échappement *d*, commandant une aiguille *e* mobile devant un cadran divisé.

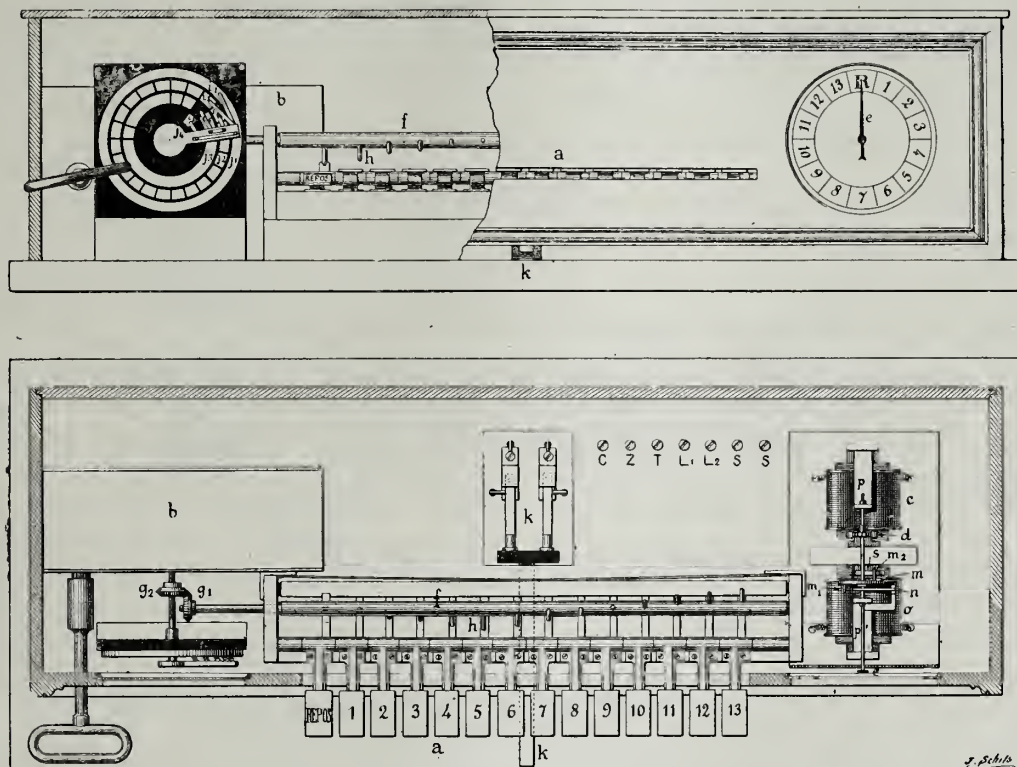


FIG. 146. — Clavier d'appel du rappel omnibus Mors-Mandroux.

Le jeu du clavier est purement mécanique. Le mouvement d'horlogerie *b*, par l'intermédiaire des pignons d'angle g_1, g_2 , fait tourner l'axe horizontal *f*, sur lequel sont implantées des goupilles *h* en regard des touches du clavier.

La longueur des goupilles, disposées suivant une ligne hélicoïdale, est réglée de telle sorte qu'elles passent librement au-dessus des touches lorsque celles-ci sont au repos ; mais, si l'on abaisse une touche, elle arrête la goupille qui lui fait face. Si, ensuite, on abaisse une autre touche, la première goupille échappe, en raison du mécanisme de déclat du clavier, et l'arbre *f* tourne jusqu'à ce que la goupille placée en regard de la nouvelle touche abaissée soit arrêtée par celle-ci.

Le mouvement de rotation de l'arbre commande celui de deux jeux de frotteurs métalliques appuyés sur quatre couronnes d'un distributeur (fig. 146).

La couronne j_1 est complète et reliée au fil de ligne n° 1.

La couronne j_2 est partagée en secteurs comprenant :

1° Un secteur relié à l'électro-indicateur du poste ; 2° des secteurs reliés alternativement au pôle positif et au pôle négatif d'une pile ; ces secteurs sont en plus grand nombre qu'il n'y

a de stations en circuit, soit, par exemple, 21 secteurs (11 positifs et 10 négatifs) pour 14 stations ; cet excédent a pour but d'assurer la concordance des cadrans, nous le verrons plus loin.

La couronne j_3 est divisée en quatre secteurs ; les secteurs de rang impair sont reliés à la terre, les secteurs de rang pair à la ligne n° 2.

La couronne j_4 ne comprend qu'un petit secteur réuni à la sonnerie et à l'électro-aimant o et par ceux-ci à la ligne n° 2.

Le premier jeu de frotteurs est formé par trois balais métalliques i_1, i_2, i_3 , disposés suivant un même rayon du distributeur et appuyés respectivement sur les secteurs j_1, j_2, j_4 .

Le second jeu de frotteurs comprend deux balais i_4, i_5 , dont l'un est en avance sur l'autre d'une division ; i_4 s'appuie sur j_2, i_5 sur j_3 .

Lorsque la touche de repos du clavier a est abaissée, l'arbre f , qui porte les chevilles h , est arrêté dans une position telle que le frotteur $i^1 i^2 i^3$ du distributeur met la ligne 1 en relation avec l'électro-indicateur c et avec la ligne 2 par l'électro-correcteur o .

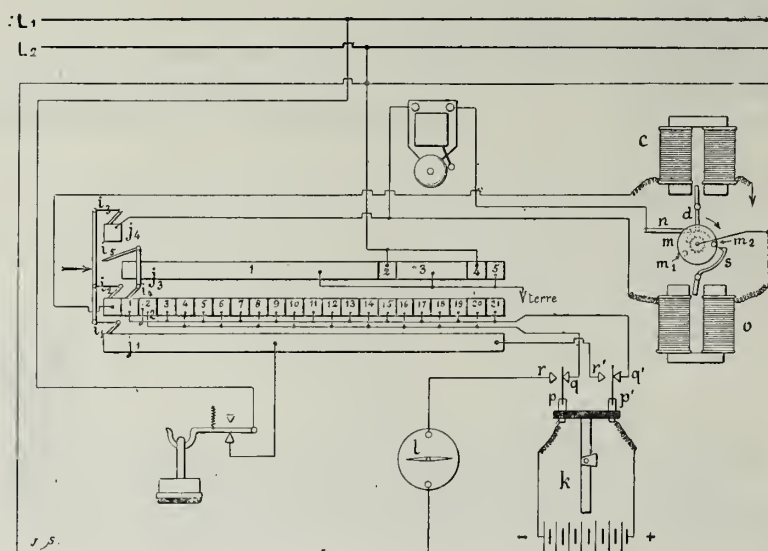


FIG. 147. — Schéma des connexions d'un poste Mors-Mandroux.

Si on abaisse la touche 4, le frotteur i_2 s'arrête sur le bloc 4. Sur les secteurs impairs, il met le pôle positif à la ligne 1, pendant que les balais i_1 et i_3 mettent le pôle négatif à la terre ; le contraire a lieu quand i_2 passe sur les secteurs pairs ; la ligne 1 est donc parcourue par des courants alternatifs égaux en intensité et en durée ; la ligne 2 est isolée, le balai i_3 ayant abandonné l'unique secteur de la couronne j_4 .

Dans toutes les stations, sauf dans la station qui appelle, les émissions successives produisent des battements alternés de l'armature polarisée de l'électro-indicateur c , qui, par l'intermédiaire de l'ancre d'échappement d , amènent l'aiguille e devant le chiffre 4 ; elle y reste jusqu'à la fin de la conversation et sert à indiquer l'occupation de la ligne dans les postes non appelés.

La clé d'appel k , à double fil (fig. 146 et 147), est formée par deux leviers pivotant simultanément autour des points p, p' et abandonnant les plots de repos q, q' pour s'appuyer sur les plots de travail r, r' . Chacun des pôles de la pile est relié à l'un des pivots des leviers de la clé d'appel, le pôle positif en p' , le pôle négatif en p . Le plot de repos q est réuni à tous les secteurs négatifs de la couronne j_2 ; le plot de repos q' est réuni à tous les secteurs positifs. Le plot de travail r est relié au galvanomètre l et à la ligne 2 ; le plot de travail r' est relié à la couronne j_1 et à la ligne 1.

L'axe de l'aiguille e porte un petit disque m sur lequel est fixée une goupille transversale m_1 ,

convenablement orientée, qui, au poste 4 seulement, soulèvera un levier articulé n en relation avec la sonnerie d'appel.

Le circuit étant ainsi constitué au poste 4, on pourra, au poste de départ, appuyer sur la clé d'appel k et on enverra alors un courant qui passera sur la ligne à travers le galvanomètre l , puis, au poste 4, par la goupille m_1 , le levier n et la sonnerie d'appel qu'il actionnera.

Le poste appelé répond et, les récepteurs étant décrochés, le circuit est constitué par les deux lignes, comme il a été dit plus haut (*fig. 145*).

Le courant d'appel passe en même temps dans un électro-aimant o , dont la fonction est d'assurer la concordance de marche des appareils.

En effet, lorsque la conversation est terminée, le poste appelant appuie sur la touche *repos*; la touche 4 se relève et, le distributeur continuant à tourner, le balai i_2 envoie des courants alternatifs qui doivent ramener toutes les aiguilles au repos après quatorze émissions. A ce moment, une deuxième goupille m_2 , portée par le disque m , rencontre l'extrémité du levier s , mis dans cette position par le courant d'appel. Mais si, par hasard, l'une des aiguilles était en retard, les émissions continuant encore à se produire par les plots suivants, cette aiguille rattraperait les autres et la concordance serait rétablie.

A la fin du tour, le balai i_2 , en passant sur le plot 20, envoie un courant négatif sur la ligne 1, et le balai i_4 , un courant positif sur la ligne 2, le courant étant ainsi inversé dans l'électro-aimant o de chaque poste, le levier s débloque la goupille m_2 et, tout étant revenu au repos, les appareils sont prêts à fonctionner de nouveau.

Lorsqu'un poste veut téléphoner à un autre, il abaisse la touche du clavier portant le numéro du poste demandé, appuie sur le manipulateur k et observe si l'aiguille du galvanomètre l dévie; lorsque cette aiguille se déplace, le circuit électrique est fermé entre les deux postes; le poste appelant abandonne le manipulateur k , décroche le téléphone et parle.

Au poste appelé, dès que l'employé entend la sonnerie d'appel, il abaisse une ou deux fois le manipulateur et avertit ainsi le poste appelant qu'il a entendu son appel, puis il décroche le téléphone et écoute.

Lorsque la conversation est terminée, l'employé du poste appelé abaisse une fois le manipulateur k et raccroche le récepteur.

L'employé du poste appelant, dès qu'il perçoit cet indicatif de fin de conversation, raccroche le récepteur et abaisse la touche de repos.

Ces appareils sont construits par la maison Mors (France).

STATION AUTOMATIQUE SIEUR

Le but à atteindre était celui-ci : Grouper un nombre relativement considérable d'abonnés sur une seule ligne et desservir automatiquement ce petit réseau, chaque abonné n'ayant à exécuter que des manœuvres peu compliquées. Comme conséquence, il fallait : 1° que le poste central pût appeler chaque abonné sans déranger les autres et, réciproquement, que chaque abonné pût appeler le poste central sans déranger les autres abonnés; il fallait, en outre, que chaque poste pût s'assurer que la ligne était libre ou occupée.

Le poste central possède une clé à quatre contacts, placée sur la ligne principale qui aboutit à la station automatique. De là partent toutes les lignes des abonnés. Dans chaque poste d'abonné est placé un inverseur de courant (*fig. 148*) muni d'un vibreur; les étiquettes placées sur le socle de l'instrument ne laissent aucun doute sur la façon dont il faut le manœuvrer.

La station automatique comprend des relais polarisés et des électro-commutateurs dont le nombre varie avec celui des lignes à desservir.

Dans le relais polarisé (*fig. 149*), un noyau D, monté sur le ressort R, traverse une bobine B. L'extrémité d du noyau D, qui peut se déplacer entre les butées ab est en regard des pièces polaires NS de l'aimant A; elle est en équilibre entre ces deux pièces. D'après le sens du courant qui traverse l'enroulement de la bobine B, l'armature D est attirée

par l'une des pièces polaires et repoussée par l'autre; cette double action donne au relais une grande sensibilité. Suivant le sens du courant, la partie *d* du noyau D viendra s'appuyer sur *a* ou sur *b*.

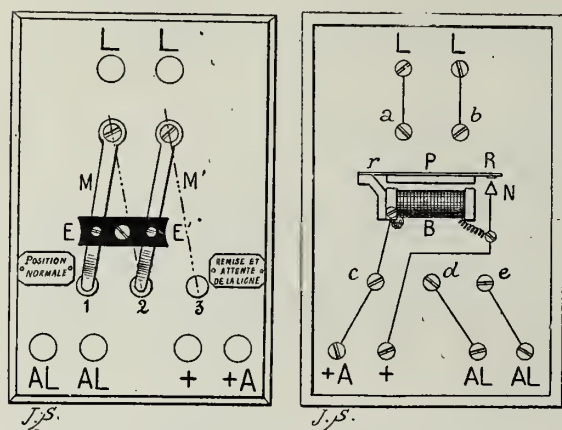


FIG. 148. — Inverseur de courant de la station automatique Sieur.

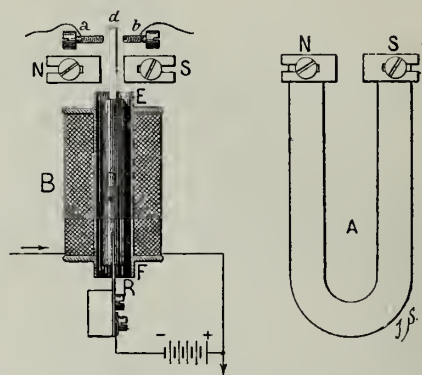


FIG. 149. — Relais polarisé de la station automatique Sieur.

Les électro-commutateurs se composent d'un aimant en fer à cheval NAS (*fig. 150*) pivotant sur les vis V, V'. Un électro-aimant BB' a ses pièces polaires DD' en regard des pôles NS de l'aimant. La face supérieure de l'aimant porte une réglette en ébonite dans laquelle sont incrustés des contacts métalliques sur lesquels reposent deux jeux de ressorts. Suivant la polarité donnée par le sens du courant aux bobines BB', l'aimant pivote autour de son axe et, en se déplaçant sous les ressorts, modifie les communications établies entre les deux jeux de ressorts.

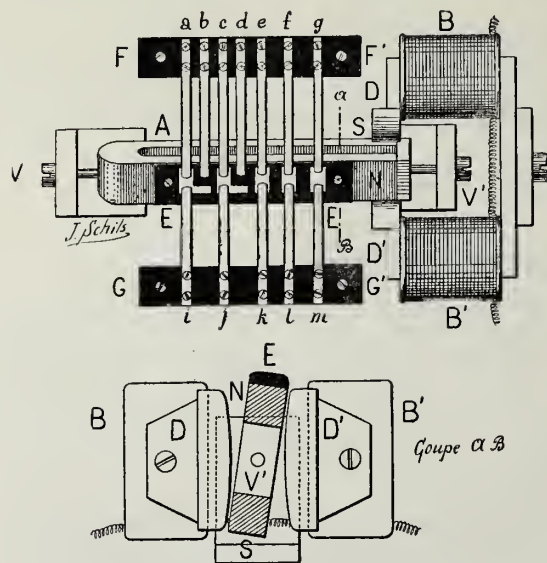


FIG. 150. — Électro-commutateur de la station automatique Sieur.

Les vibrations de l'armature de l'inverseur de courant peuvent, par un réglage convenable, produire un son assez intense pour attirer l'attention et servir de signal d'appel.

Le poste central d'une station à quatre directions (*fig. 151*) dispose de quatre signaux pour appeler les quatre bureaux correspondants :

En appuyant sur la clé 1, il lance sur le fil n° 1 de la ligne principale un courant positif et appelle l'abonné n° 1 ;

En appuyant sur la clé n° 2, il lance sur le fil n° 1 de la ligne principale un courant négatif et appelle l'abonné n° 2 ;

En appuyant sur la clé n° 3, il lance sur le fil n° 2 de la ligne principale un courant positif et appelle l'abonné n° 3 ;

En appuyant sur la clé n° 4, il lance sur la ligne principale un courant négatif et appelle l'abonné n° 4.

Dans la position normale, aucune des lignes d'abonnés ne communique avec la ligne principale, mais chacune d'elles est reliée à un électro-commutateur. C'est par l'orientation des relais polarisés et des électro-commutateurs que la liaison des lignes a lieu et que les appels se produisent.

La conversation entre le poste central et l'un quelconque des postes d'abonnés greffés sur

la station automatique a lieu dans les conditions ordinaires et le poste central peut relier l'abonné appelant à tout autre abonné du réseau général; mais alors, lorsque la conversation est terminée, l'abonné greffé doit non seulement donner le signal de fin de conversation, mais aussi redresser l'électro-commutateur de la station automatique par un double mouvement de son inverseur.

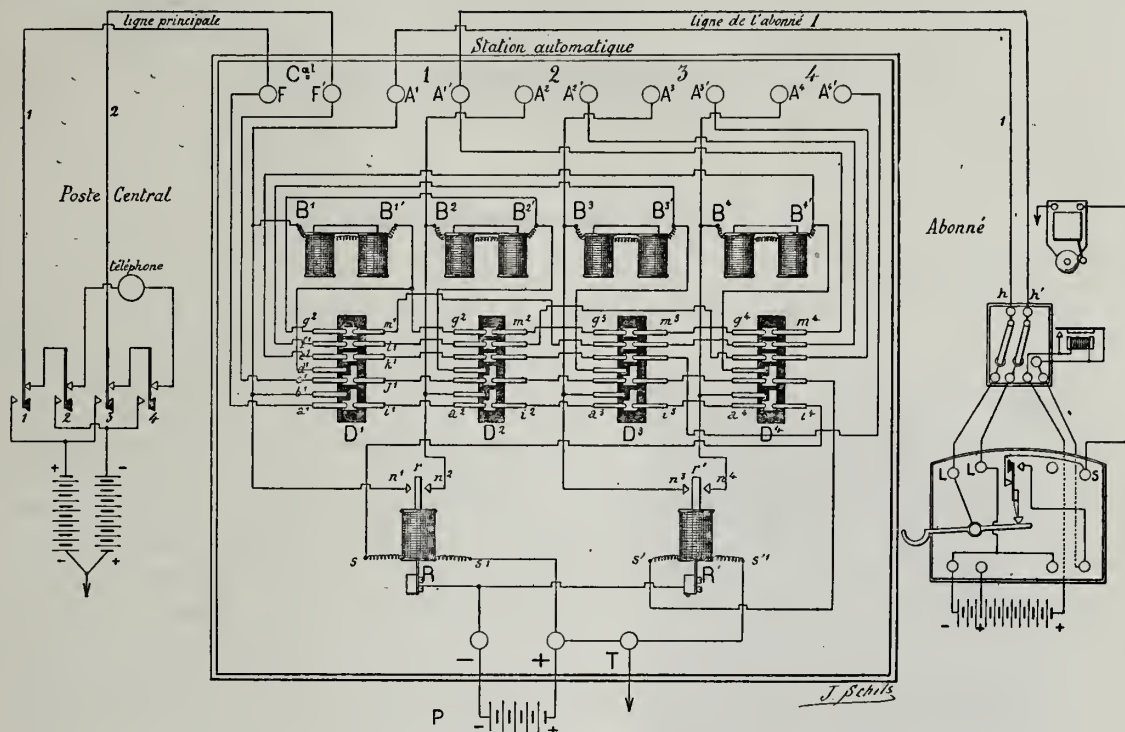


FIG. 151. — Schéma des connexions d'une station centrale automatique Sieur.

Si un poste appelle pendant une conversation entre deux autres postes, il est averti que la ligne est occupée, car son vibreur ne fonctionne pas au moment de l'appel. Le poste appelant doit alors laisser son commutateur dans la position *remise et attente de ligne*. Dès que le signal de fin de conversation du poste qui immobilise la ligne s'est produit et a redressé l'électro-commutateur, le vibreur du poste en attente fonctionne et ce poste peut appeler.

Les stations automatiques Sieur sont construites par la maison L. Digeon et C^{ie}.

TABLEAUX TÉLÉPHONIQUES CENTRAUX

TABLEAUX TÉLÉPHONIQUES DUCOUSSO

Ces tableaux sont monocordes (*fig. 152*).

Il en existe deux modèles : l'un, permettant d'établir la communication entre deux quelconques des lignes aboutissant au tableau, mais laissant la faculté au poste central de se placer en dérivation sur la communication établie et, par conséquent, d'écouter les conversations ; l'autre, dit à *communications secrètes*, permettant également de mettre en relation deux quelconques des lignes reliées au tableau, mais ne permettant plus au poste central de surprendre les conversations.

Le tableau pour les communications ordinaires comprend autant d'annonceurs, de clés d'appel et de jacks qu'il dessert de lignes. Le nombre des fiches est égal au nombre des lignes desservies plus une.

Le tableau pour les communications secrètes comprend autant d'annonceurs, de clés d'appel et de fiches qu'il dessert de lignes. Le nombre des jacks est égal au nombre des lignes desservies plus une.

Chacun des tableaux est pourvu d'un commutateur IOC, c'est-à-dire d'un commutateur permettant d'utiliser une sonnerie intermittente (position I), de ne pas employer la sonnerie (position O), ou bien d'obtenir un tintement continu, tant que le volet de l'annonceur n'est pas relevé (position C).

En principe, les montages des deux genres d'installation (*fig. 153 et 154*) diffèrent par les points suivants :

Dans le tableau pour communications ordinaires, les deux fils de chaque ligne reliée au tableau aboutissent à la pointe et au corps de la fiche, quelle que soit la position du jack ; les bornes L_1L_2 du poste central sont reliées à une fiche placée sur le tableau.

Dans le tableau à communications secrètes, la fiche ne représente l'extrémité de la ligne qu'autant que le jack de cette fiche est au repos ; si une fiche est introduite dans ledit jack, la ligne est coupée en ce point et ne correspond plus avec sa fiche ; les bornes L_1L_2 du poste central sont reliées à un jack placé sur le tableau.

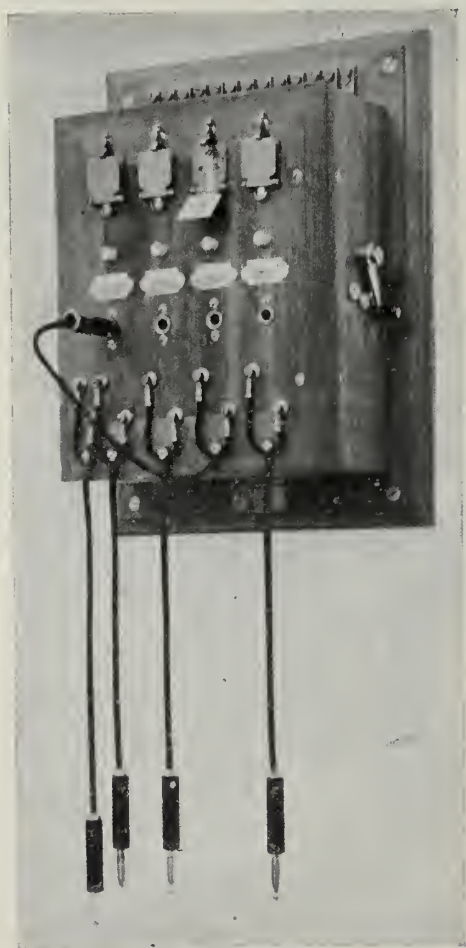


FIG. 152. — Tableau téléphonique Ducoussé.

ANNONCIATEUR. — L'annonceur est d'un modèle analogue à celui qu'emploie la maison Postel-Vinay dans la construction de ses multiples du système d'Adhémar.

Le noyau et les joues de la bobine forment une seule masse de fer doux sur laquelle est vissée une plaque, également en fer doux, qui supporte l'armature. Cette armature est réunie à la plaque par un ressort-lame en acier, fixé de part et d'autre par deux vis.

L'armature supporte une tige à crochet en laiton qui soutient le volet ou bien l'abandonne, suivant que l'armature est au repos ou attirée.

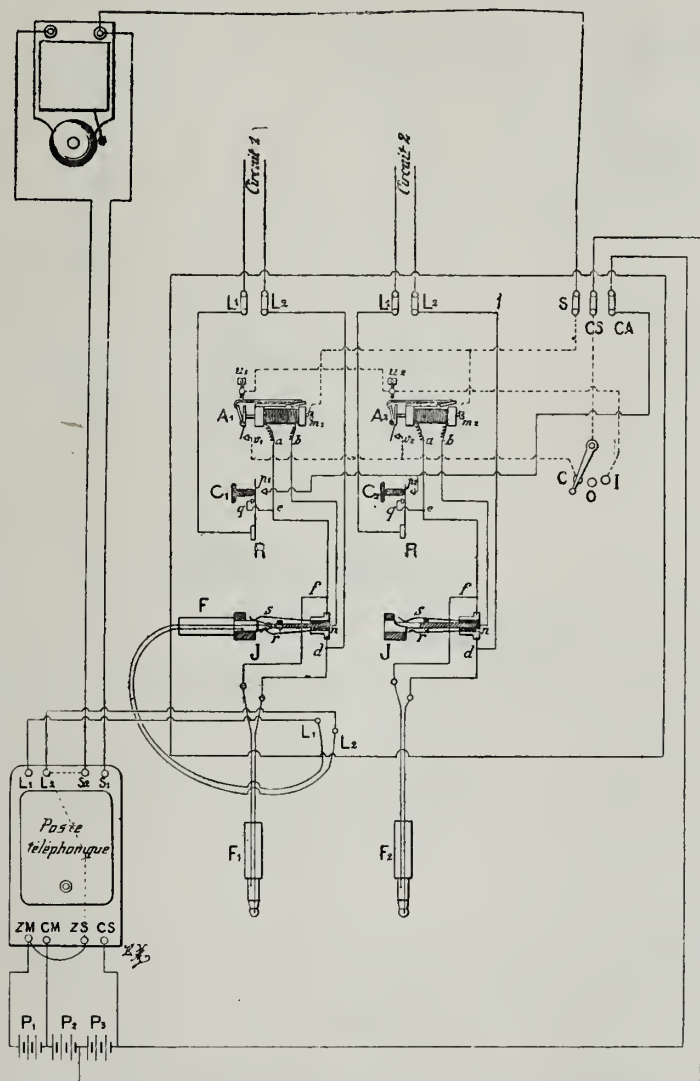


FIG. 153. — Schéma des connexions du tableau Ducouso pour communications ordinaires.

Lorsque l'armature est attirée, la tige de laiton rencontre une vis qui, tout en limitant la course de cette tige, joue un rôle électrique ; en effet, le contact de ces deux pièces ferme le circuit qui assure le fonctionnement intermittent de la sonnerie.

D'autre part, le volet, en tombant, met en relation un mince ressort d'acier à contact platiné avec une autre vis et ferme ainsi le circuit qui assure le fonctionnement continu de la sonnerie.

L'une ou l'autre des deux vis est dans le circuit de sonnerie ou bien elles n'y sont ni l'une ni l'autre ; cela dépend de la position de la manette du commutateur IOC.

L'enroulement de la bobine de l'annonceur a une résistance de 200 ohms.

Par-dessus cet enroulement, dont les extrémités se terminent par des boudins, se trouve un autre enroulement en fil de cuivre nu de 0,40 mm de diamètre, enroulement fermé sur lui-même et constituant autour de la bobine proprement dite une gaine de cuivre qui a pour objet d'éviter l'induction mutuelle entre les annonceurs voisins.

ЖАК. — Le jack est simple et robuste. Il se compose d'un massif en laiton dont la partie antérieure, évidée, forme la douille dans laquelle s'engage la fiche ; cette partie est fixée par deux vis à l'ébénisterie du tableau.

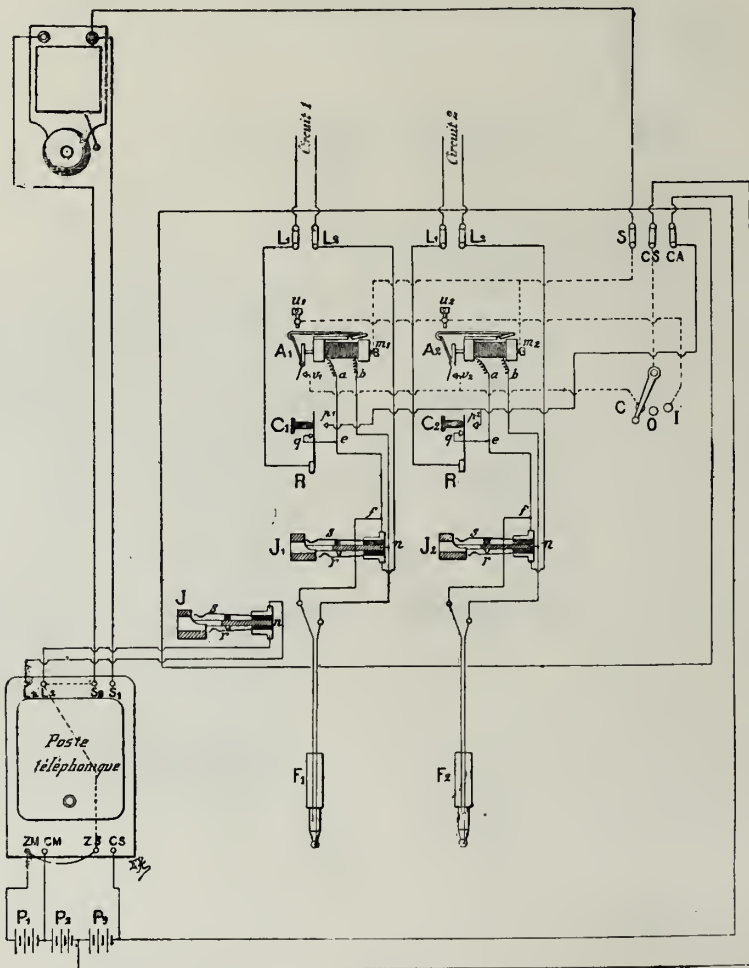


FIG. 154. — Schéma des connexions du tableau Ducouso pour communications secrètes.

Sur la partie postérieure du massif sont boulonnés deux ressorts d'inégale longueur. Le boulon est complètement isolé ; les ressorts sont isolés l'un de l'autre et du massif.

Des équerres en laiton, garnies de vis, servent à assujettir les fils de communication aboutissant aux ressorts. Au repos, le ressort long, celui qui doit prendre communication avec le corps de la fiche, repose sur une goupille isolante enfoncée dans le massif du jack ; le ressort court, celui qui doit être en relation avec la pointe de la fiche, s'appuie directement sur la masse métallique du jack ; cette liaison cesse d'exister lorsque la fiche est enfoncée dans le jack.

FICHE. — La fiche, à deux conducteurs, ne présente aucune disposition particulière ; elle comprend un corps et une pointe isolés l'un de l'autre.

COMMUTATEUR. — Le commutateur IOC est bien connu : c'est une manette centrale à laquelle aboutit le conducteur à permuter et qui peut, à volonté, être posée sur les plots 1, O ou C.

CLÉ D'APPEL. — C'est un bouton-poussoir actionnant un ressort qui, au repos, reste appliqué sur un contact en relation avec l'annonceur et qui, lorsqu'on appuie sur le bouton, prend contact avec le plot de pile, représenté par une barrette en laiton commune à toutes les clés.

A l'intérieur du tableau, la borne CA correspond aux plots de travail p_1, p_2 de chacune des clés d'appel, la borne CS à l'axe de la manette du commutateur IOC, la borne S à la masse m_1, m_2, \dots , de chacun des annonceurs. Le plot I du commutateur est relié aux vis supérieures u_1, u_2, \dots , des annonceurs, le plot C aux vis inférieures v_1, v_2 ; le plot O est isolé et dépourvu de toute communication.

Dans chaque circuit de ligne, la borne L_1 est reliée au ressort R de la clé d'appel, la borne L_2 à la pointe de la fiche (F_1, F_2, \dots), avec une dérivation en d sur le ressort court r du jack. Le plot de repos q de la clé d'appel est réuni d'une part, en a , à l'entrée de la bobine de l'annonceur, de l'autre au ressort long s du jack avec, en f , une dérivation sur le corps de la fiche; enfin la sortie b de la bobine de l'annonceur est en relation avec la masse n du jack.

FONCTIONNEMENT DU TABLEAU ORDINAIRE. — Au moment de l'appel, provenant d'une des lignes qui aboutissent au tableau, le volet de l'annonceur correspondant tombe; la sonnerie ne fonctionne pas si la manette du commutateur est sur le plot O; elle fait entendre un tintement continu si la manette est sur le plot C; elle n'est actionnée qu'à chaque attraction de l'armature de l'annonceur si la manette repose sur le plot I.

Pour répondre, la personne préposée au service du tableau enfonce la fiche F dans le jack de la ligne qui a appelé et presse sur la clé d'appel de la même ligne; elle peut également faire usage du bouton d'appel de son propre transmetteur. Le circuit 1 demande la communication avec le circuit 2; la fiche F_1 est aussitôt introduite dans le jack J de droite. Le poste central peut alors laisser la fiche F dans le jack J de gauche ou la retirer. S'il la laisse, il se trouve en dérivation sur les deux circuits reliés ensemble et peut saisir les conversations; il est à remarquer que si, dans cette position, il presse sur son bouton d'appel, il appellera le poste terminus de chacun des deux circuits 1 et 2.

Pour éviter les indiscretions pouvant provenir de la dérivation que le poste central a la faculté d'établir, M. Ducouso a construit son tableau à communications secrètes.

FONCTIONNEMENT DU TABLEAU A COMMUNICATIONS SECRÈTES. — L'appel au poste central a lieu comme d'ordinaire; il est signalé par la chute du volet et, s'il y a lieu, par le tintement de la sonnerie. Pour répondre, il suffit au poste central d'appuyer sur la clé située au-dessous du volet tombé; mais, pour se mettre en relation avec le circuit d'où provient l'appel, il faut introduire la fiche de ce circuit dans le jack J. Soit le circuit 1 appelant: la fiche F_1 est introduite dans le jack J; le circuit 1 demande la communication avec le circuit 2; la fiche F_1 est retirée du jack J et introduite dans le jack J_2 . La communication entre 1 et 2 est alors absolument secrète; c'est en vain que, pour prendre une dérivation sur les circuits 1 et 2 associés, le poste central introduirait la fiche F_2 , restée libre, dans le jack J. En effet, la fiche F_1 , placée dans le jack J_2 , a soulevé les ressorts s, r ; le ressort r n'a plus de communication avec la masse n du jack et, par conséquent, la borne L_2 ne communique plus avec la fiche F_2 ; la pointe de la fiche du circuit appelé est donc isolée, tant que la fiche du circuit appelant reste dans le jack du circuit appelé. Le rappel de l'un ou l'autre circuit peut toujours avoir lieu par la clé d'appel qui lui est propre.

TABLEAUX SANS CLÉS D'APPEL. — Tels que nous les avons décrits, les tableaux Ducouso ne fonctionnent pas avec la nouvelle installation des postes d'abonnés, seuls admis sur les réseaux français depuis le 1^{er} janvier 1900; il a donc fallu modifier leur construction pour les adapter tant aux anciens qu'aux nouveaux aménagements. La transformation est d'autant plus heureuse qu'elle simplifie le tableau.

Dans le poste d'abonné, pour assurer l'indépendance des circuits, la pile de microphone a été séparée de la pile d'appel. Les pôles de la première sont reliés aux bornes ZM, CM, les pôles de la seconde aux bornes ZS, CS. La liaison ZM, ZS, L_2, S_2 , a été supprimée. La clé d'appel est double. Pour approprier ses tableaux à ce nouveau montage, M. Ducouso supprime ses clés d'appel; il enlève le fil de liaison p_1, p_2, CA et réunit le point R au point e .

Avec cette nouvelle disposition, l'appel des abonnés reliés au tableau se fait toujours par la clé d'appel du poste téléphonique amené audit tableau.

Ces tableaux sont construits par la Société des établissements Postel-Vinay.

TABLEAUX MANDROUX

Ce sont des tableaux monocordes que l'on peut aussi bien employer chez les abonnés que dans les bureaux centraux.

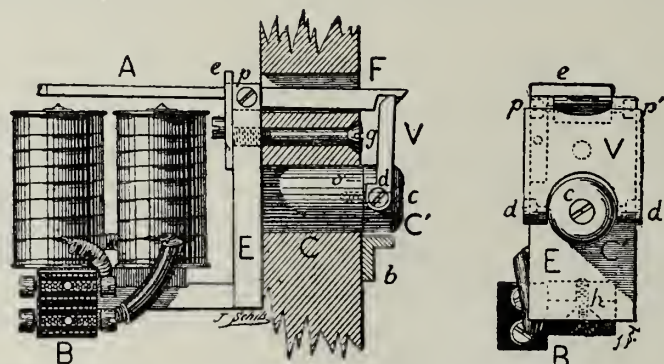


FIG. 155. — Annonciateur système Mandroux.

ANNONCIATEUR. — L'annonciateur ne présente rien de particulier : c'est un électro-aimant à deux bobines (*fig. 155*), dont l'armature terminée par un crochet soutient le volet qui, au repos, masque le numéro de la ligne.

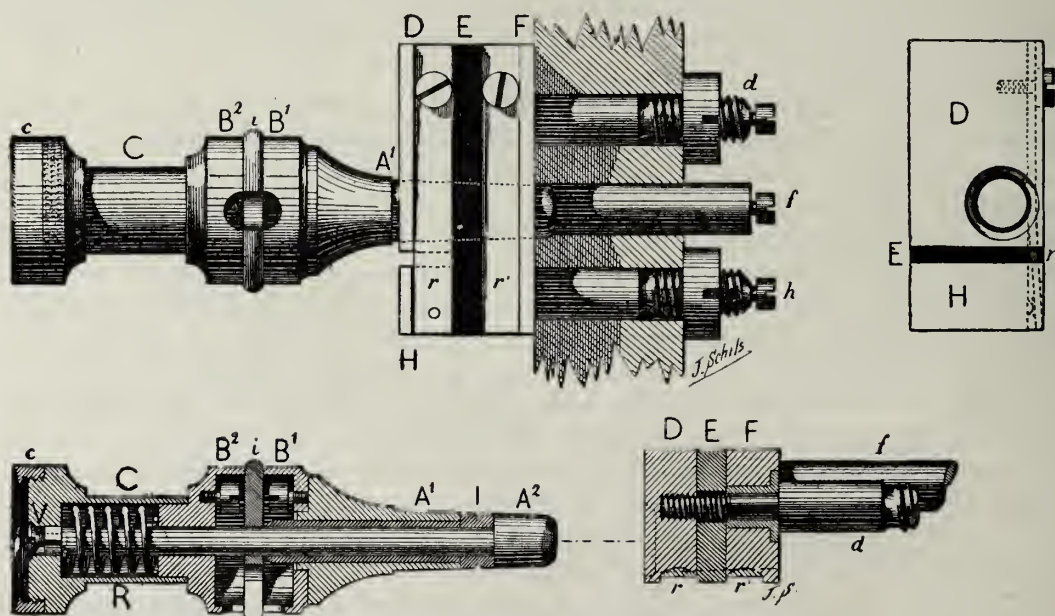


FIG. 156. — Conjoncteur et fiche système Mandroux.

CONJONCTEUR. — Le conjointeur (*fig. 156*) se compose de trois blocs en laiton D, F, H isolés les uns des autres par la plaque d'ébonite E. Les blocs D et F, ainsi que la plaque d'ébonite E sont perforés de part en part. Le trou est calibré de façon à recevoir une fiche qui y pénètre à frottement. Des ressorts en acier r , r' sont vissés sur les plots D, F. Logés dans des rainures, ces ressorts ont leur face interne arrondie et font légèrement saillie à l'intérieur du trou. Le ressort r est, en outre, garni d'un contact platiné et repose sur un contact semblable soudé sur la pièce H. En temps normal, la pièce D est en communication avec la pièce H par le ressort r . Lorsqu'une

fiche est enfoncée dans le trou, le ressort r est écarté et la pièce H reste isolée des pièces D et F.

Le conjointeur est fixé au tableau par les boulons d , f , h . Le boulon d communique avec D, mais est isolé de F; h communique avec H, mais est isolé de F; f est relié à F.

Les deux fils de ligne aboutissent à d et à f ; le fil de l'annonceur est fixé à h .

FICHE. — La fiche est représentée en profil et en coupe sur la figure 156. La pointe A^2 est en relation avec l'un des fils de ligne, le corps A^1 avec l'autre; A^2 est évidemment isolé de A^1 . Les deux conducteurs du cordon souple sont attachés en B^1 et B^2 dans une boîte cylindrique dont les deux parties sont isolées par la rondelle i . Cette boîte peut tourner autour de l'axe VA^2 et le système est assemblé par la vis V. Un ressort à boudin R laisse une certaine élasticité aux parties mobiles, ce qui permet à la boîte B^1B^2 de tourner librement. Un jeton d'émail est calé au-dessus de la tête de la vis V et porte le numéro de la ligne à laquelle est affectée la fiche.

CLAVIER D'ÉCOUTE. — Les commutateurs qui mettent les lignes en relation avec le poste d'opérateur sont des touches qui forment un clavier (fig. 157). Les touches sont numérotées comme les lignes auxquelles elles correspondent; elles communiquent toutes avec l'appareil d'opérateur, de sorte qu'en abaissant une touche on met la ligne qu'elle représente en relation avec le poste; mais les mélanges sont évités, car, en abaissant une touche, on déclenche la touche préalablement abaissée qui reprend automatiquement sa position de repos. Il ne peut donc jamais y avoir qu'une seule ligne reliée au poste d'opérateur, la mise en communication d'une ligne interrompant l'autre. Une pédale neutre permet d'ailleurs de relever toute touche abaissée sans qu'il soit nécessaire d'en abaisser une autre.

Le mécanisme de chaque touche est le suivant : AB est un levier qui porte en A le numéro de la touche; il pivote autour de l'axe F. Un second levier coudé CGD, repose sur le premier, pivote autour de l'axe G et porte un ressort M; il s'appuie sur un autre ressort N, mais en est isolé par la goupille d'ébonite E. La partie C, qui repose sur l'extrémité B de la touche, porte un appendice biseauté a . En regard, la pièce JH, montée sur un axe indépendant H, est également biseauté; le ressort P, fixé à l'ébénisterie de l'appareil, maintient JH dans la position que nous représentons. Le ressort N est monté sur la pièce Q; I, L, K sont des plots de contact servant d'appui aux ressorts M, N dans leurs différentes positions et assurant leurs communications électriques.

Dans la figure 157, la clé est au repos. Si on appuie sur la partie A, le bras de levier B soulève C, la pièce biseauté a glisse sur la pièce J et la rejette en arrière. Dès que a a dépassé J dans son mouvement de bas en haut, J, poussé par le ressort P, se porte vers la droite, passe au-dessus de a et le levier CGD reste accroché sur J. A ce moment, le ressort N a abandonné L pour s'appuyer sur K; le ressort M a pris contact avec I. Les choses restent en cet état jusqu'à ce qu'une nouvelle touche soit abaissée, l'enclenchement de celle-ci provoquant le déclenchement de celle-là, parce que la pièce J est une réglette commune à toutes les touches.

CLÉS D'APPEL. — La clé d'appel consiste en un bouton-poussoir qui déplace simultanément deux ressorts et les amène de leurs plots de repos sur leurs plots de travail. Il existe une seule paire de clés par tableau.

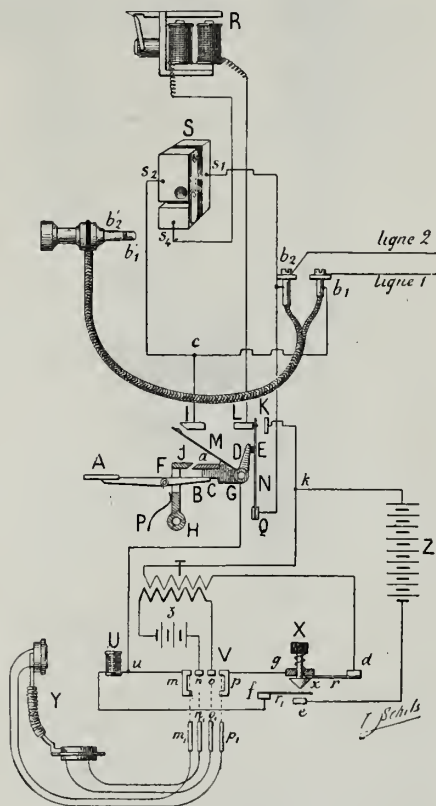


FIG. 157. — Schéma des communications du tableau Mandroux.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 157 les représente pour une ligne à double fil. La prise de communication du poste d'opérateur est assurée par la mâchoire à quatre contacts V, dans laquelle on introduit la fiche à quatre lames m_1, n_1, o_1, p_1 qui, par un cordon souple, correspond à l'appareil combiné Y.

Les tableaux Mandroux pour les bureaux centraux sont à 20, 40 et 60 directions. Pour les abonnés, on les construit depuis deux directions.

Ces appareils sont exposés par l'inventeur et par la maison Mors (France).

TABLEAU MILDÉ A LEVIERS

ANNONCIATEUR. — L'annonceur est un électro-aimant à deux bobines B (fig. 158), dont la masse est constituée par la platine métallique ACD. La résistance totale des deux bobines est 200 ohms.

L'armature a est montée sur un levier coudé pivotant autour des vis V et terminée à un bout par le crochet E, à

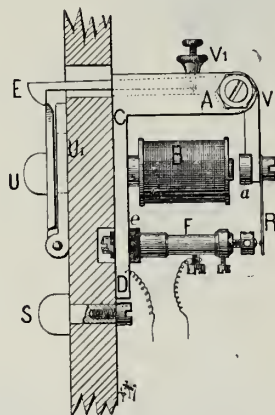


FIG. 158. — Annonceur du tableau Mildé à leviers.

l'autre par le ressort R. La vis à contre-écrou V_1 limite le mouvement de bascule en s'appuyant sur le massif ACD. Le ressort R prend contact avec la colonne F, lorsque l'armature a est attirée. Cette colonne est isolée du massif ACB par la rondelle e . Le volet U, monté à charnière sur la plaque U_1 , tombe lorsque l'armature a est attirée et, dans sa chute, rencontre le bouton S relié à D.

LEVIER. — Le levier se compose de deux ressorts isolés l'un de l'autre et commandés en commun par une manette à came agissant sur un piston. Lorsque la manette est relevée, l'un des ressorts est appuyé sur le plot de repos; l'autre ressort est isolé; lorsque la manette est abaissée, le premier ressort prend contact avec le plot de travail, et l'autre ressort avec le plot de travail.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — A la partie supérieure du tableau, il existe deux bornes de sonnerie S, S et autant de paires de bornes que de lignes arrivant au tableau. A la partie inférieure, on trouve quatre bornes, deux pour la pile CZ, deux pour le transmetteur L. La figure 159 représente les communications d'un tableau à deux directions.

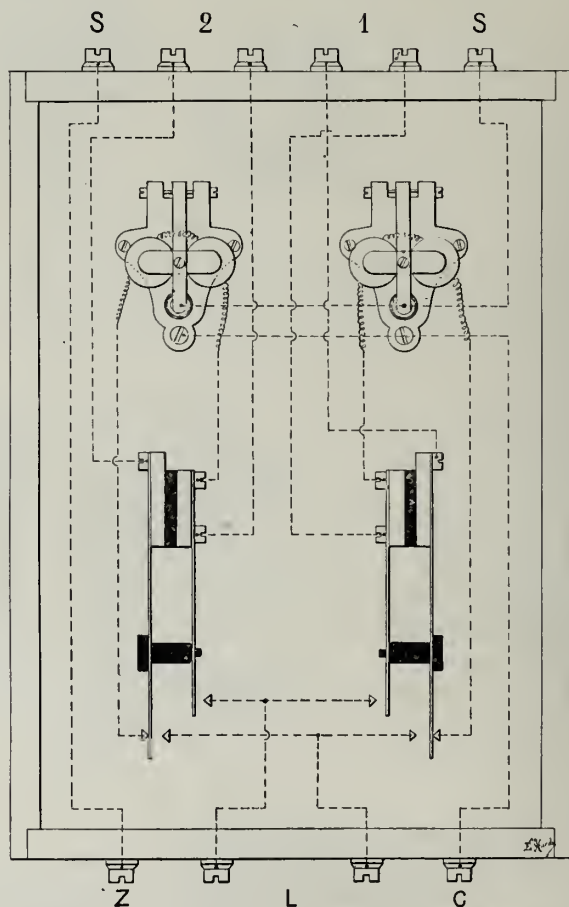


FIG. 159. — Schéma des connexions du tableau Mildé à leviers à deux directions.

TABLEAU SIEUR

ANNONCIATEUR. — Il se compose d'un électro-aimant horizontal E (fig. 160) dont le noyau,

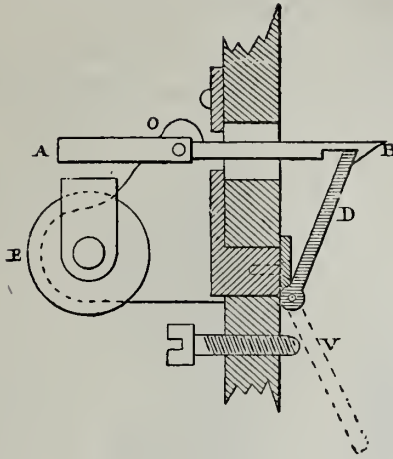


FIG. 160. — Annonciateur système Sieur.

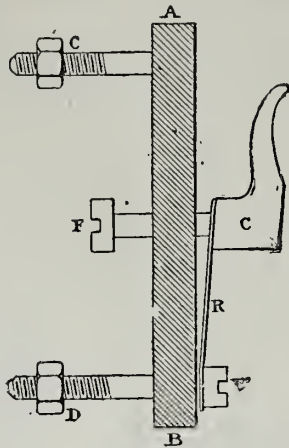


FIG. 161. — Conjoncteur Sieur.

FIG. 162.
Clé Sieur.

garni de pièces polaires, agit sur une armature AB suspendue par l'axe O. Le poids de la branche OA suffit pour maintenir l'armature écartée des pièces polaires. Lorsque l'armature A est attirée, le volet D tombe, rencontre la vis V et ferme ainsi le circuit d'une pile locale sur une sonnerie; le tintement de la sonnerie dure tant que le volet n'est pas relevé. Dans un autre genre de montage, la vis V est située au-dessus du crochet B, de sorte que la sonnerie fonctionne seulement chaque fois que l'armature A est attirée.

CONJONCTEUR. — Le crochet C est fixé par le ressort R et la vis V sur le patin métallique AB, boulonné lui-même sur l'ébénisterie du tableau. La vis F traverse librement le patin AB et sa tête limite la course du crochet C. Tel est le conjoncteur pour ligne à simple fil; mais, si l'on veut couper l'annonciateur, on place, en arrière de F, une butée qui communique avec cet annonciateur; la communication entre F et sa butée est coupée lorsqu'une clé est introduite entre C et AB. En faisant usage, pour chaque ligne, d'un crochet monté comme nous venons de l'indiquer et d'un autre agencé simplement, comme le montre la figure 161, on peut, en plaçant la clé sur l'un ou sur l'autre, couper l'annonciateur ou le laisser en dérivation. Pour les lignes à double fil, on attribue deux ou trois crochets pour chaque ligne. Lorsque le conjoncteur comporte trois crochets, la clé placée sur le crochet de droite et sur celui du milieu laisse l'annonciateur en dérivation; elle le coupe si on le met sur le crochet de gauche et sur celui du milieu.

CLÉS. — La clé pour simple fil est un anneau auquel on attache le cordon souple préalablement dénudé; le point de liaison est protégé par un manche en ébonite. La clé pour ligne double est formée par deux crochets métalliques isolés l'un de l'autre (fig. 162).

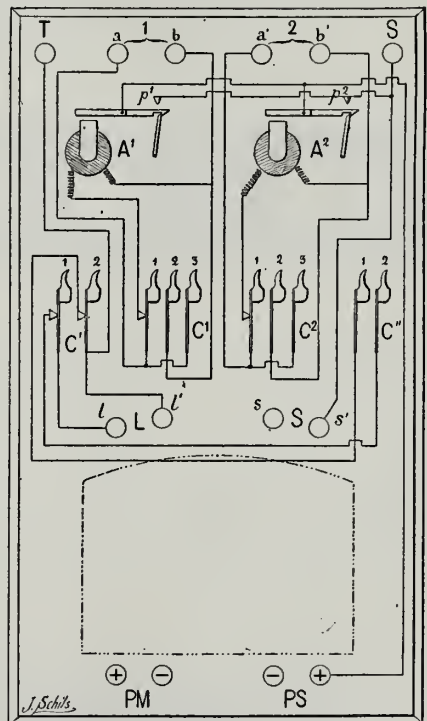


FIG. 163. — Schéma des connexions d'un tableau Sieur à deux directions.

COMMUNICATIONS. — La figure 163 montre les communications d'un tableau à deux directions pour lignes doubles.

Ces tableaux sont construits et exposés par MM. Digeon et C^{ie} (France).

TABLEAUX DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

La multiplicité des tableaux construits par la Société industrielle des Téléphones ne nous permet pas de les décrire tous en détail; nous en ferons connaître les organes en insistant sur les types les plus répandus.

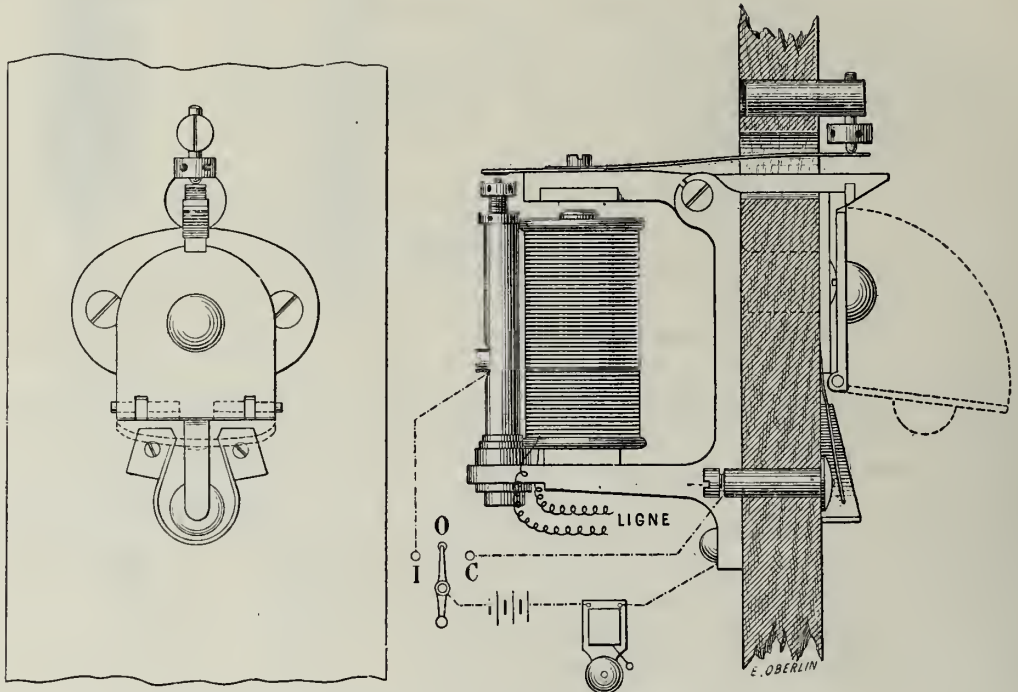


FIG. 164. — Annonciateur de la Société industrielle des Téléphones.

ANNONCIATEURS. — La Société utilise dans le montage de ses tableaux trois types d'annonciateurs. Dans le premier (type A, *fig. 164*), l'électro-aimant est à deux bobines verticales

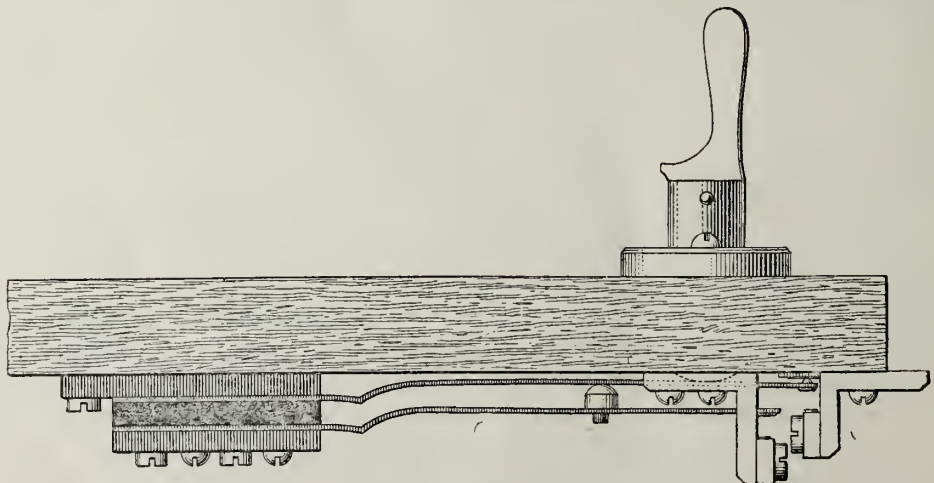


FIG. 165. — Commutateur à levier de la Société industrielle des Téléphones.

dont la résistance totale est de 200 ohms. Dans le second (type B), il n'existe qu'une seule bobine horizontale de 100 ohms; le levier qui porte l'armature est coudé et ramené au repos

par son propre poids. Dans le type C, la bobine unique est horizontale et de 200 ohms.

Certains tableaux sont montés avec des annonceurs polarisés; il en existe quatre types.

Type A : C'est un aimant en fer à cheval, entre les pôles duquel oscille une pièce de fer doux fixée à l'extrémité du noyau d'une bobine d'électro-aimant. Cette bobine est montée sur un des bras d'un levier coudé pouvant pivoter autour d'un axe fixe et dont l'autre bras, terminé en crochet, retient le volet. Suivant le sens du courant qui traverse la bobine, l'adhérence entre le crochet et le volet est augmentée, ou bien le volet est déclenché.

Type B : Il comprend deux bobines montées sur l'un des pôles d'un aimant recourbé à angle droit. Le second pôle supporte une armature maintenue à égale distance de deux pièces polaires placées sur les noyaux des bobines. Le crochet qui termine l'armature soutient un volet. Lorsque l'équilibre est rompu par le passage du courant, l'armature est sollicitée vers le haut ou vers le bas, suivant le sens de ce courant : c'est dans le second cas que le volet tombe.

Type D : L'aimant est recourbé deux fois à angle droit; c'est une variante du type B.

Type L : Dans ce modèle, le noyau de la bobine constitue l'un des pôles d'un aimant recourbé à angle droit. Le volet est fixé à une pièce de fer doux articulée sur l'autre pôle; il n'est retenu que par le noyau de la bobine aimanté par contact; le sens du courant, traversant la bobine, peut donc ou bien augmenter l'adhérence ou bien la diminuer et alors le volet tombe.

Revenons à l'annonceur ordinaire du type A (fig. 164); avec ce modèle, on fait généralement usage d'un commutateur que l'on désigne par le nom de I O C, et qui permet de mettre une sonnerie en circuit par intermittence, de la supprimer ou de la rendre continue.

Chaque support d'annonceur est relié au support voisin par un fil isolé.

Les bornes I sont montées sur le support, mais isolées de lui par un manchon d'ivoire; on les relie ensemble par un fil de cuivre nu pincé sous une vis que porte chaque colonne.

Les bornes C sont montées dans l'ébénisterie et réunies entre elles par un fil isolé.

Le volet, en tombant, s'appuie sur la borne C.

La course et la sensibilité de l'armature sont réglées par des vis, dont l'une surmonte la

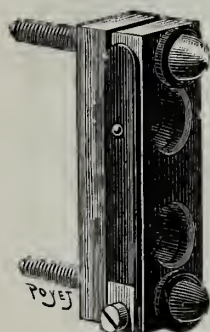


FIG. 166. — Conjoncteur de la Société industrielle des Téléphones.

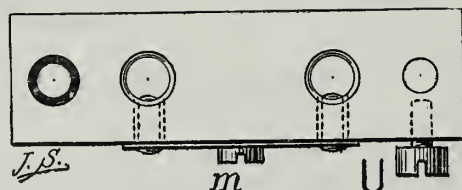
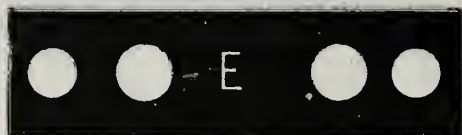
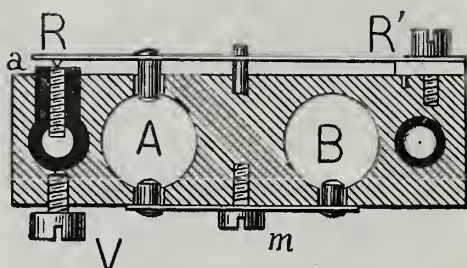


FIG. 167. — Conjoncteur de la Société industrielle des Téléphones. — Détails de construction.



FIG. 168. — Fiche du conjoncteur de la Société industrielle des Téléphones.

colonne à laquelle est relié le plot I, et dont l'autre est fixée à l'ébénisterie, au-dessus du crochet.

Avec les différents annonceurs dont nous venons de parler, on emploie des commutateurs à levier ou des jacks-knives.

COMMUTATEURS A LEVIERS. — Ce sont deux ressorts, isolés l'un de l'autre, se déplaçant simultanément sous l'action d'un levier qui, lorsqu'on l'abaisse, chasse un piston qui commande les ressorts (*fig. 165*). Seul, le ressort le plus long s'appuie sur un contact de repos; les contacts de travail sont représentés par deux barrettes qui courent le long du tableau, en regard des

extrémités libres des deux ressorts, et qui communiquent avec le transmetteur. Il existe autant de leviers que d'annonceurs. On peut exceptionnellement mettre deux lignes en communication en abaissant les deux leviers correspondants; mais le poste qui donne la communication reste en dérivation.

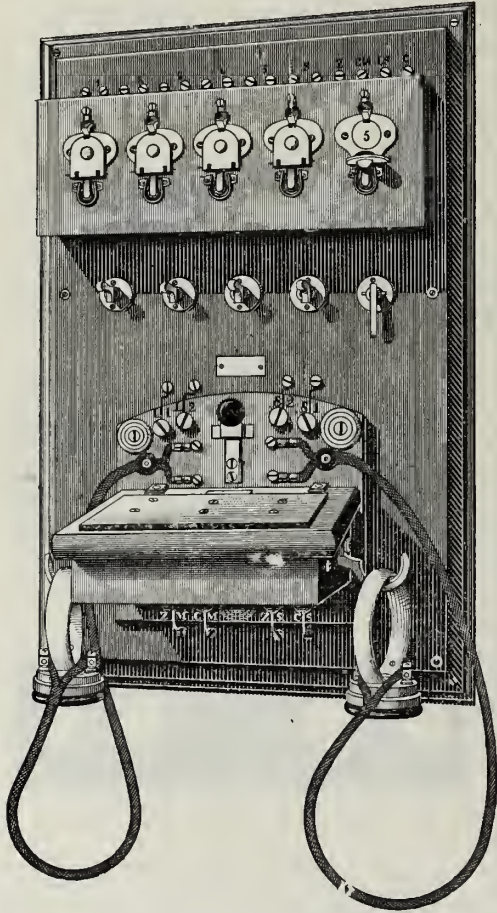


FIG. 169. — Tableau à cinq directions de la Société industrielle des Téléphones.

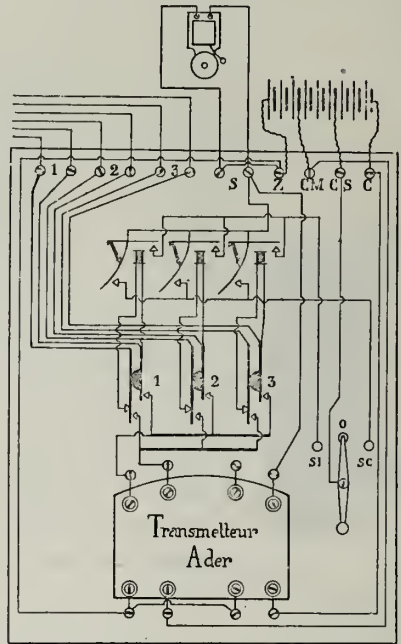


FIG. 170. — Schéma des communications d'un tableau à trois directions de la Société industrielle des Téléphones.

CONJONCTEUR JACK-KNIFE. — On les établit pour lignes simples et pour lignes doubles. Les conjoncteurs pour lignes doubles se composent de deux plaques de laiton superposées et séparées par une lame d'ébonite, le tout percé de deux trous, les trous de la plaque inférieure étant plus petits que ceux de la plaque supérieure. Les figures 166 et 167 représentent cette disposition.

Dans la figure 167, *m* est un ressort de sûreté qui assure un bon contact avec une fiche que l'on introduit dans le jack. *RR'* est un ressort de coupure qui s'appuie sur une goupille *a*, en relation avec l'annonceur. Au repos, le ressort *RR'* réunit donc l'annonceur au conjoncteur. Ce ressort *RR'* porte un goujon qui pénètre dans le trou *A*. Les deux fils de ligne sont attachés, l'un en *V*, l'autre en *U*.

Lorsqu'une fiche est introduite dans le trou *B*, l'annonceur reste en dérivation. Si, au contraire, on la place dans le trou *A*, elle chasse le goujon, soulève le ressort *RR'* qui abandonne la goupille *a* et l'annonceur est coupé.

FICHE. — La fiche, représentée par la figure 168, comporte une pointe et un corps isolés l'un de l'autre. Le cordon souple à deux conducteurs, recouvert d'une tresse de soie,

traverse le tube qui forme le corps de la fiche ; les conducteurs sont divisés à l'intérieur ; l'un est fixé au tube, l'autre à la douille qui forme la pointe.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 169 montre un tableau à leviers à cinq directions avec place pour le transmetteur ; la figure 170 représente les communications du même tableau, mais pour trois directions seulement.

La figure 171 est la vue d'un tableau jack-knive à deux directions

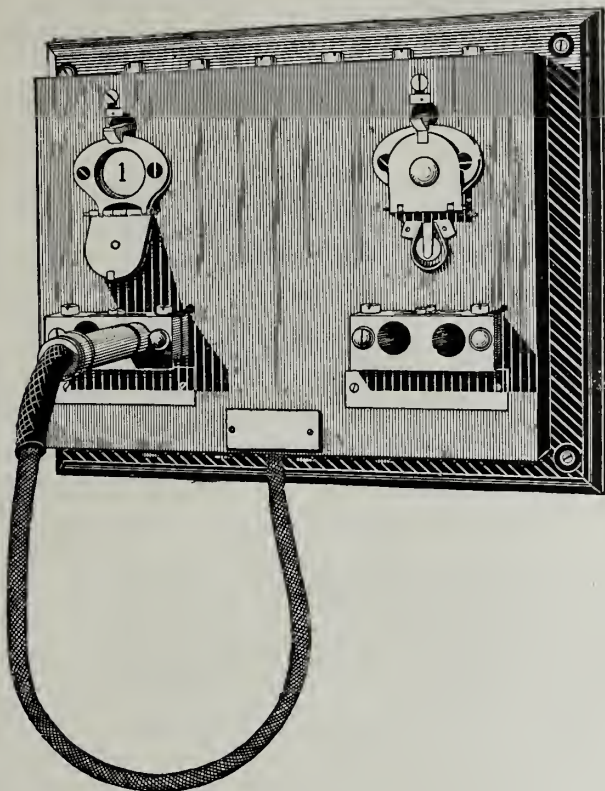


FIG. 171. — Tableau jack-knive à deux directions de la Société industrielle des Téléphones.

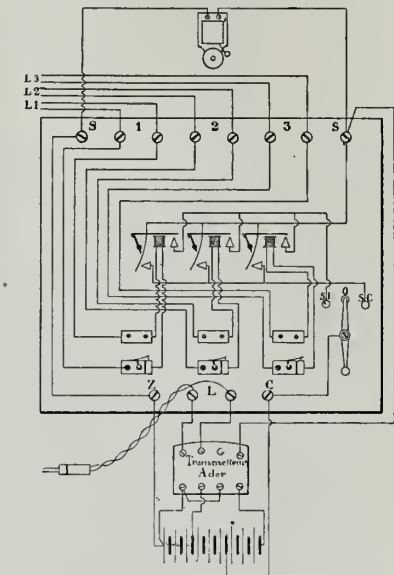


FIG. 172. — Schéma des connexions d'un tableau jack-knive à trois directions de la Société industrielle des Téléphones.

pour ligne simple ; la figure 172 montre les communications d'un tableau analogue à trois directions pour lignes doubles.

TABLEAU TÉLÉPHONIQUE A LEVIERS POUR LIGNES DOUBLES SYSTEME CH. TOURNAIRE

Les communications qui peuvent être données simultanément à des abonnés au moyen d'un tableau à leviers sont ordinairement très restreintes. M. Tournaire a eu pour but d'en augmenter le nombre. Ses leviers peuvent occuper certaines positions bien déterminées et assurées par un procédé mécanique.

Chaque levier (fig. 173) est monté sur une pièce en ébonite. Il comprend une manette métallique et deux ressorts-lames, situés de part et d'autre de la pièce d'ébonite et isolés. Chacun des ressorts est monté sur un axe autour duquel il pivote ; les deux axes se trouvant dans le prolongement l'un de l'autre, il en résulte qu'en déplaçant la manette on déplace du même coup les deux ressorts.

La manette ne peut occuper qu'un certain nombre de positions, 5, 6, 7 ou 8, suivant l'importance du tableau. Sur la tranche de la pièce en ébonite est disposée, en regard de la manette et en prise avec elle, une sorte de secteur denté, en acier, portant autant de crans que le levier doit occuper de positions. La manette se termine

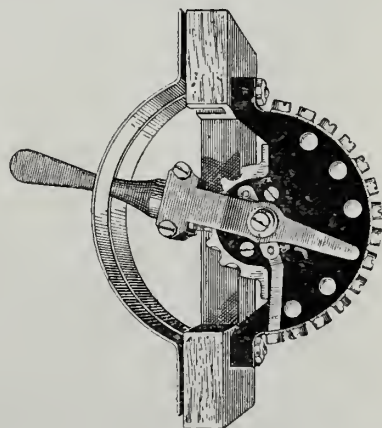


FIG. 173. — Levier-commutateur du tableau Tournaire.

par un tube contenant un ressort à boudin et une bille d'acier qui repose sur la denture du secteur ; il se produit alors, lorsqu'on manœuvre la manette, un mouvement très doux et une pression suffisante pour la maintenir au fond des crans du secteur denté.

Sur la pièce d'ébonite, en regard des pointes des ressorts qui sont orientées différemment, sont disposés des plots de contact. A chacun correspondent des vis sous lesquelles sont pincés les fils de communication. Les fils de la ligne aboutissent aux deux ressorts.

La figure 174 montre le schéma des communications. Les paires de bornes de 1 à 10 reçoivent les lignes que dessert le tableau.

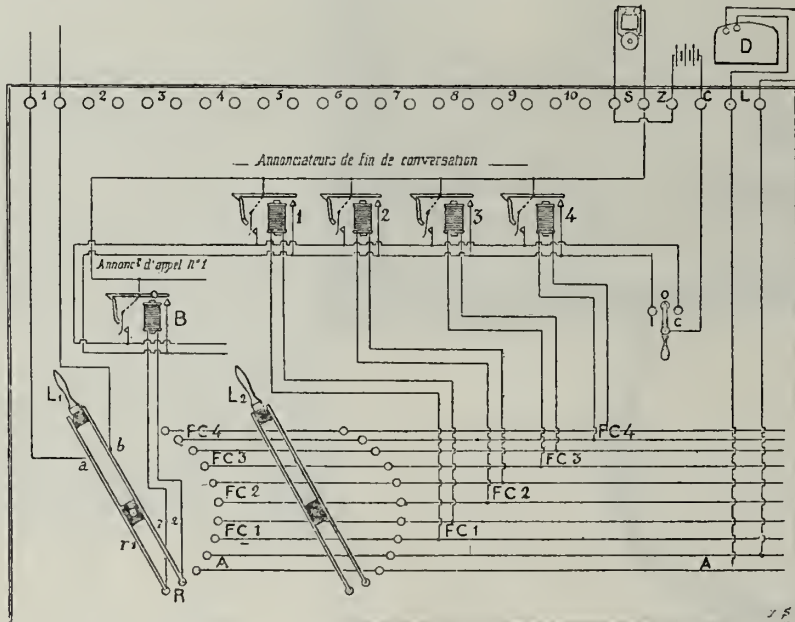


FIG. 174. — Schéma des connexions du tableau Tournant.

La première position de chaque levier correspond au repos c'est la position d'attente pendant laquelle la ligne est en relation avec l'annonciateur d'appel.

La seconde position sert à mettre l'agent qui dessert le poste en relation avec l'abonné appelant.

Les 3^e, 4^e, 5^e, 6^e positions sont utilisées pour mettre en relation huit abonnés entre eux, c'est-à-dire pour établir quatre communications indépendantes et simultanées.

Ainsi, s'il s'agit d'un tableau à 10 directions,

on pourra établir 2 avec 5 sur la 3^e position

—	4	—	7	—	4 ^e	—
—	3	—	1	—	5 ^e	—
—	6	—	9	—	6 ^e	—

Pendant ce temps les directions 8 ou 10 peuvent appeler le poste central qui, à la rigueur, pourra les relier sur la 2^e position ; le tableau est alors immobilisé.

On pourrait évidemment augmenter le nombre des positions en augmentant les dimensions du tableau ; mais nous ne pensons pas qu'il soit avantageux de dépasser le chiffre de 8 positions correspondant à 6 communications simultanées.

Pendant l'intercommunication, l'annonciateur de fin de conversation reste en dérivation sur le circuit et indique, par la chute de son volet, que la conversation est terminée.

Ce tableau est construit et exposé par la Société industrielle des Téléphones (France).

TABLEAUX STANDARD POUR BUREAUX CENTRAUX

Sous le nom de tableaux standard, on désigne des postes centraux qui conviennent parfaitement aux bureaux de faible ou de moyenne importance. On peut également en faire usage chez les abonnés dont les lignes sont assez nombreuses pour nécessiter l'installation d'un poste central.

Les modèles de tableaux standard dont on fait généralement usage sont à 25, à 50 ou à 100 directions; on en construit pour lignes simples et pour lignes doubles.

Les organes des standard consistent en : annonceurs d'appel, annonceurs de fin de conversation, jacks de ligne, jacks de service, fiches de liaison avec cordons souples et contrepoids, clés d'écoute, clés d'appel, prise de communication pour un poste complet d'opérateur, la bobine de ce poste pouvant être disposée à l'intérieur du tableau. On peut, d'ailleurs, ajouter au meuble divers appareils accessoires tels que interrupteur de pile, commutateur de sonnerie, etc.

TABLEAU STANDARD DE LA SOCIÉTÉ DE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE (ABOILARD ET C^{ie})

On construit ces tableaux pour lignes simples ou pour lignes doubles; les différents modèles sont à 25, 50 ou 100 numéros. Les annonceurs d'appel sont placés, par rangées de 5 ou de 10, en haut du panneau vertical (*fig. 175*); au dessous, les jacks d'abonnés sont disposés de la même manière : par rangées de 5 sur les tableaux à 25 numéros, par rangées de 10 sur les autres. Les jacks d'intercommunication ou de service, au nombre de 20, viennent ensuite sur un seul rang; enfin, la ligne inférieure est réservée aux annonceurs de fin de conversation; toutefois, dans les tableaux standard de construction récente, les annonceurs de fin de conversation sont reportés immédiatement au-dessous des annonceurs d'appel.

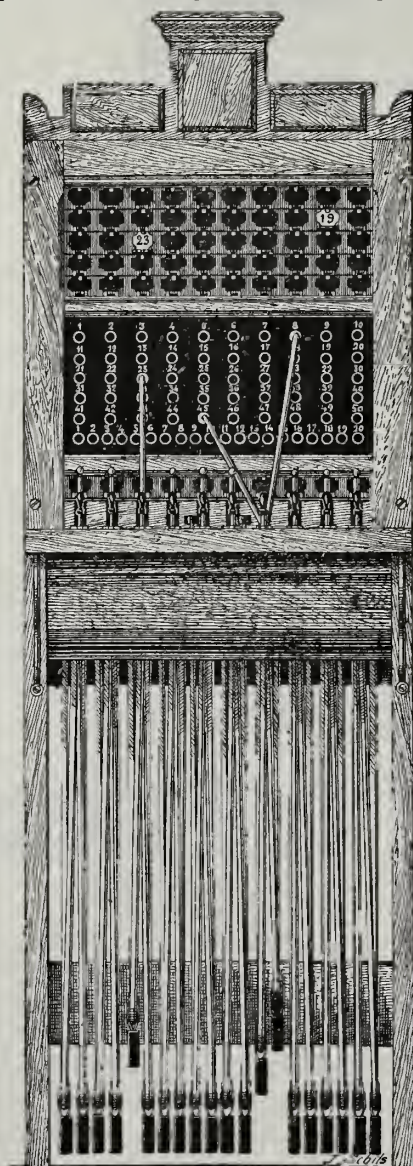


FIG. 175. — Tableau standard de la Société de matériel téléphonique.

Sur la tablette horizontale, les fiches sont debout dans des godets et placées sur deux rangs ; les contrepoids des cordons souples les maintiennent dans cette position. Viennent ensuite une ligne de clés d'écoute et une ligne de clés d'appel, à raison d'une paire de clés d'appel par clé d'écoute.

ANNONCIATEUR D'APPEL. — La résistance des bobines de l'annonceur d'appel est de 100 à 110 ohms (*fig. 176*). Le volet *V* est soutenu par le crochet *C* fixé à l'armature *P* de l'électro-aimant *EE'*. En tombant, le volet presse un ressort qui ferme le circuit de la sonnerie de nuit.

ANNONCIATEUR DE FIN DE CONVERSATION. — La figure 177 le montre en coupe et en élévation. C'est une bobine de 600 ohms,

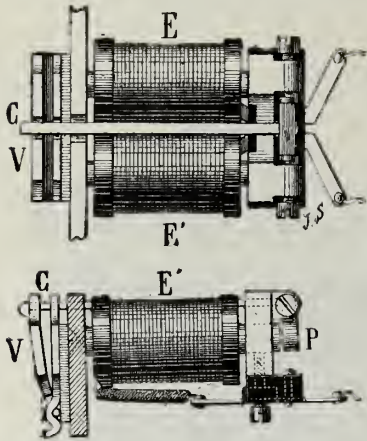


FIG. 176. — Annonceur d'appel du tableau standard de la Société de matériel téléphonique.

à très forte self-induction, recouverte d'une chemise en fer. L'armature *P* pivote sur les pointes des vis *V, V'* ; elle supporte le crochet *C*, qui soutient le volet. Les fils de communication sont soudés aux goupilles *e, e'*.

JACK D'ABONNÉ ET DE SERVICE. — La figure 178 représente ce jack avec une fiche introduite dans la douille. Les différents ressorts qui le composent sont isolés les uns des autres par des

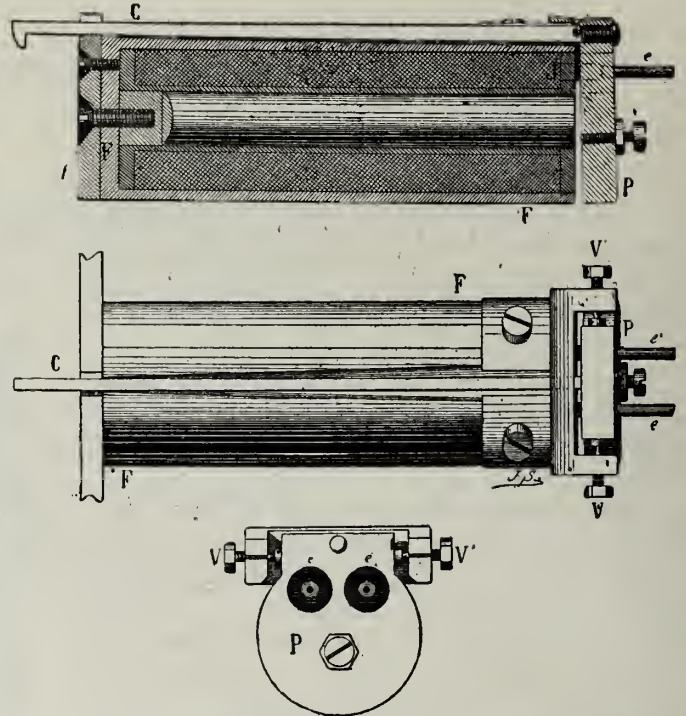


FIG. 177. — Annonceur de fin de conversation de la Société de matériel téléphonique.

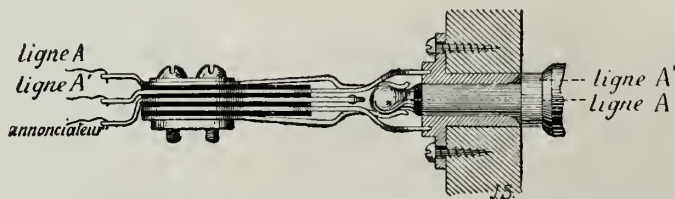


FIG. 178. — Jack de tableau standard de la Société du matériel téléphonique.

languettes d'ébonite. Au repos, le ressort, *ligne A*, repose sur le ressort *annonceur* ; il en est coupé quand la fiche est dans le jack.

FICHE. — Dans la fiche (*fig. 179*), les deux conducteurs du cordon souple communiquent l'un avec la pointe, l'autre avec le corps ; la pointe et le corps sont séparés par un isolant.

CLÉ D'ÉCOUTE. — Les clés d'écoute permettent de mettre en relation, avec les différentes lignes, le poste complet de la personne qui dessert le tableau, poste qui comprend un microphone, un récepteur et une bobine d'induction. Ces organes sont du même modèle que ceux des

multiples construits par la maison Aboilard; nous les décrivons en même temps que ces multiples.

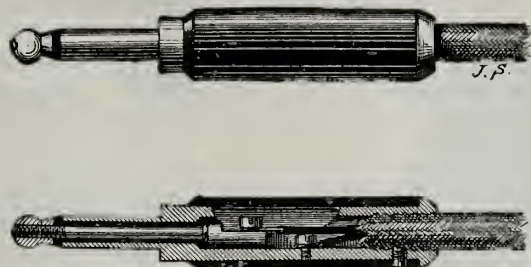


FIG. 179. — Fiche de tableau standard de la Société de matériel téléphonique.

CLÉ D'APPEL. — Du modèle des multiples.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Les lignes aboutissent aux jacks d'abonnés et de là sont bouclées sur les annonceurs d'appel; quant aux communications du poste d'opérateur avec les fiches, la clé d'écoute et les clés d'appel, elles sont représentées par la figure schématique 180.

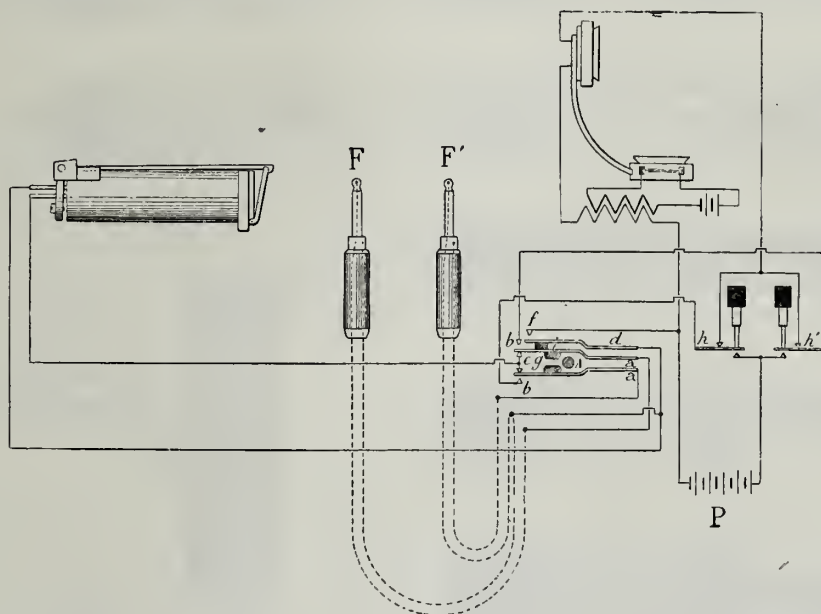


FIG. 180. — Schéma des connexions d'un tableau standard de la Société de matériel téléphonique.

Ces tableaux sont exposés par la Société Aboilard et C^{ie} et se trouvent aussi dans les sections américaine, belge, etc.

TABLEAUX CENTRAUX DE L'ELEKTRISK BUREAU DE CHRISTIANIA

ORGANES. — La figure 181 représente l'ensemble des organes utilisés par l'Elektfisk Bureau de Christiania dans la construction de ses tableaux.

1° *Clé d'écoute et d'appel*. — Au repos, le levier de l'appareil est tourné vers l'employé, et le téléphone de la station centrale est dans le circuit.

Si la station centrale veut parler, l'employé tire le cordon placé à gauche de la clé; si c'est

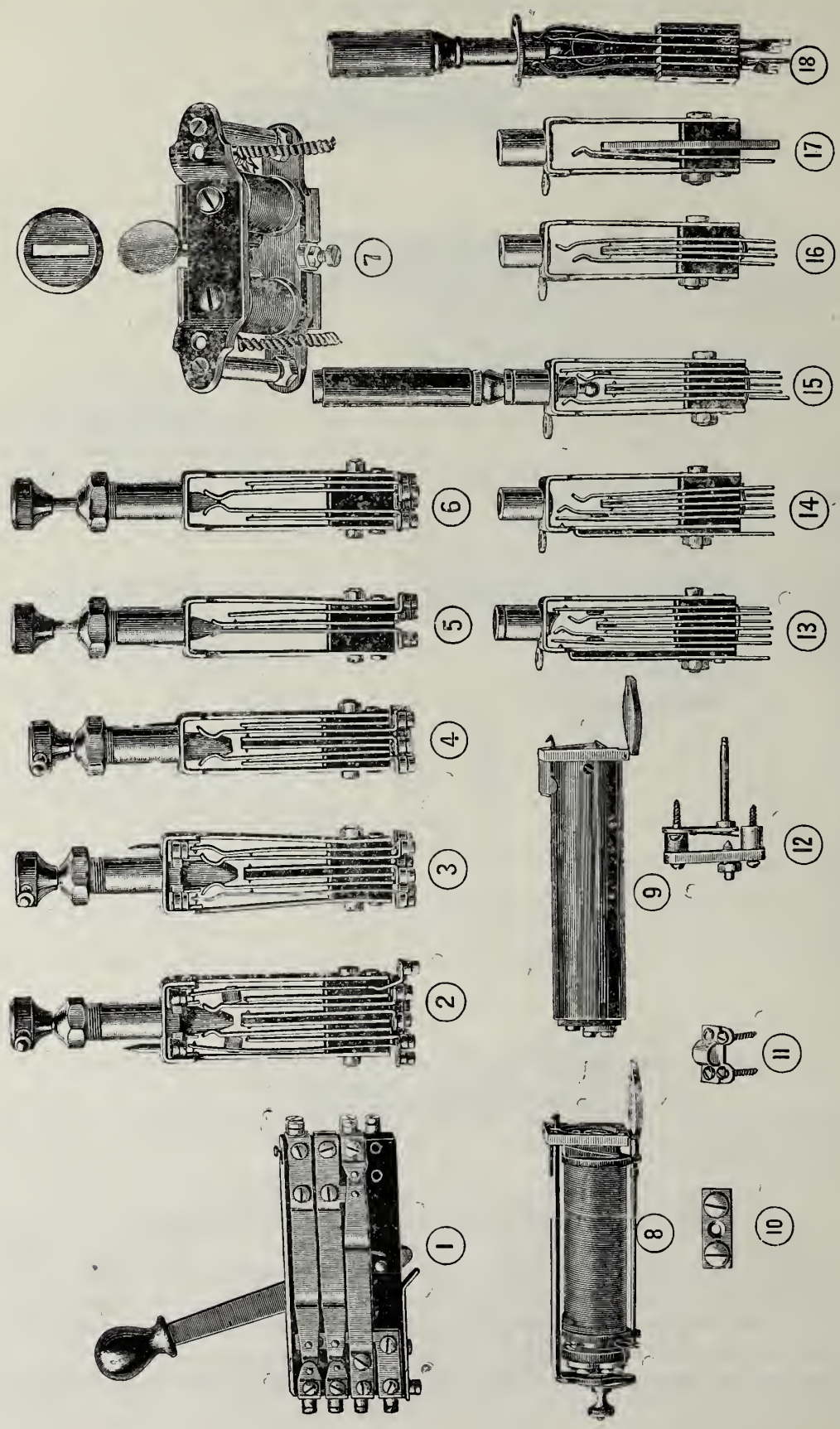


FIG. 181. — Organes des tableaux de l'Elektrisk Bureau.

un abonné qui demande une communication, l'employé utilise le cordon de droite. En repoussant le levier de la clé et en la maintenant pendant une ou deux secondes, il fait un appel, puis lâche le levier qui revient à sa position médiane, mettant les deux abonnés en relation et intercalant dans le circuit l'annonceur de fin de conversation. La conversation terminée, le levier est remis au repos.

La clé possède, en outre, un contact pour un appareil de contrôle indiquant le nombre des appels journaliers pour chaque employé;

2° *Jack de commutation*. — Ce jack est destiné aux tables auxquelles aboutissent des lignes à simple et à double fil; il se place en avant de la paire de cordons qui introduit un transformateur dans le circuit.

En abaissant le bouton et en employant les cordons correspondants, le transformateur placé sur ces cordons peut être mis en communication avec un abonné quelconque de la table. Si le bouton est au repos, on peut faire usage des cordons, comme dans les installations ordinaires;

3° *Jack de commutation*. — Au repos, le poste d'opérateur est dans le circuit. En abaissant le bouton, on met les abonnés en relation et on intercale l'annonceur de fin de conversation dans le circuit;

4° *Jack de commutation*. — A l'aide de ce jack, on peut à volonté employer un appel magnétique général, mû mécaniquement, ou bien un appel magnétique à manivelle placé sur l'appareil;

5° *Jack de commutation*. — S'emploie pour l'appel dans les tables à lignes simples;

6° *Jack de commutation*. — S'emploie dans les tables centrales recevant des lignes interurbaines pour l'insertion du téléphone sur la paire de cordons;

7° *Appareil de contrôle*. — C'est un signal visible qui montre que l'appel magnétique fonctionne lorsque la station centrale fait un appel;

8° *Annonceur d'appel*. — Le contact de sonnerie locale est situé en arrière, ce qui permet de gagner de la place; ce contact est réglé au moyen d'un bouton moleté;

9° *Annonceur de fin de conversation*. — Enfermé dans un tube en fer pour éviter l'induction mutuelle;

10° *Plots de raccordement*;

11° *Dispositif d'attache des cordons*;

12° *Contact de sonnerie locale pour annonceur de fin de conversation*;

13° à 18°. — *Différentes formes de jacks et de fiches*.

TABLEAUX CENTRAUX POUR LIGNES SIMPLES OU DOUBLES DE 5 A 25 DIRECTIONS. — La figure 182 représente un tableau à 25 directions pour lignes doubles avec son schéma.

Ce tableau se fixe à la muraille; il comprend: un appareil d'opérateur, un appel magnétique, une sonnerie locale, 25 annonceurs d'appels, 5 annonceurs de fin de conversation, 50 jacks, 5 paires de fiches et de cordons avec contrepoids et les clés correspondantes.

Les tables de 30 à 300 directions sont montées sur pieds et fixées au plancher.

TABLEAUX CENTRAUX EN PYRAMIDE. — On construit ces tableaux (*fig. 183*) pour lignes doubles depuis 4 jusqu'à 10 directions. On les place sur une table, ou bien on les accroche au mur. Ils se distinguent des tableaux centraux ordinaires en ce que la communication entre les différents abonnés se fait au moyen de fiches sans cordons.

Les annonceurs d'appel, garnis de manchons en fer, servent également d'annonceurs de fin de conversation.

Quand un abonné appelle, on retire une fiche de sa position de repos et on l'enfonce dans le jack portant le numéro de cet abonné sur le tableau; après quoi on la transporte sur le numéro avec lequel la communication est demandée. La liaison s'établit en insérant la même fiche au jack correspondant de la pyramide (2-4 si c'est l'abonné 2 qui a demandé l'abonné 4, ou réciproquement). La conversation terminée, la fiche est remise au repos dans la rangée du bas.

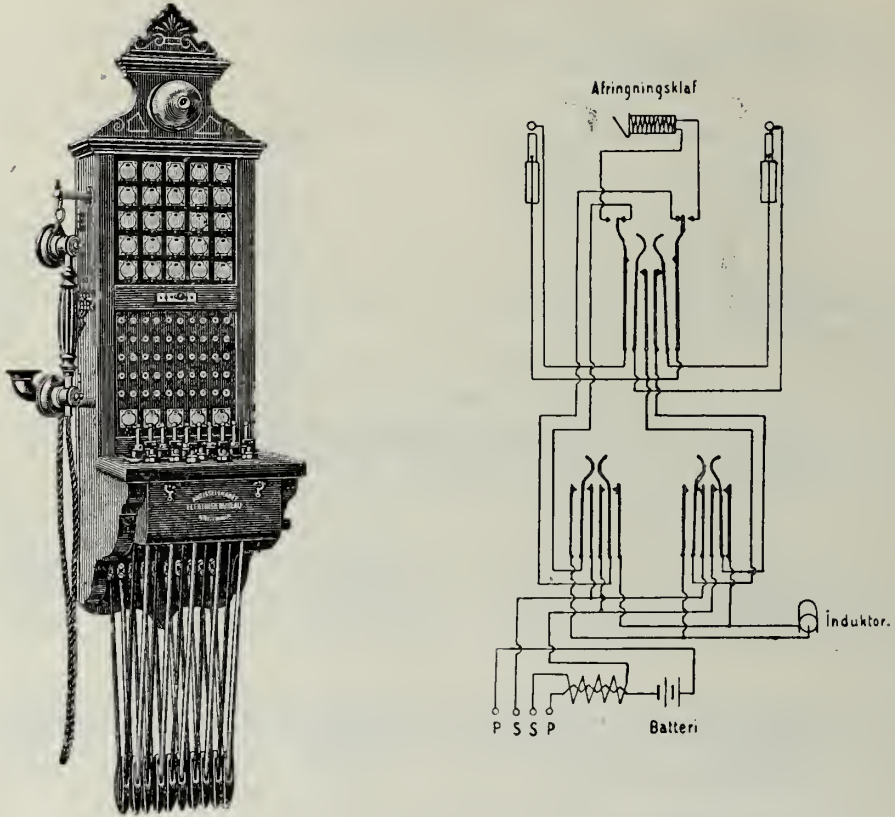


Fig. 182. — Tableau pour poste central de 5 à 25 directions de l'Elektrisk Bureau.

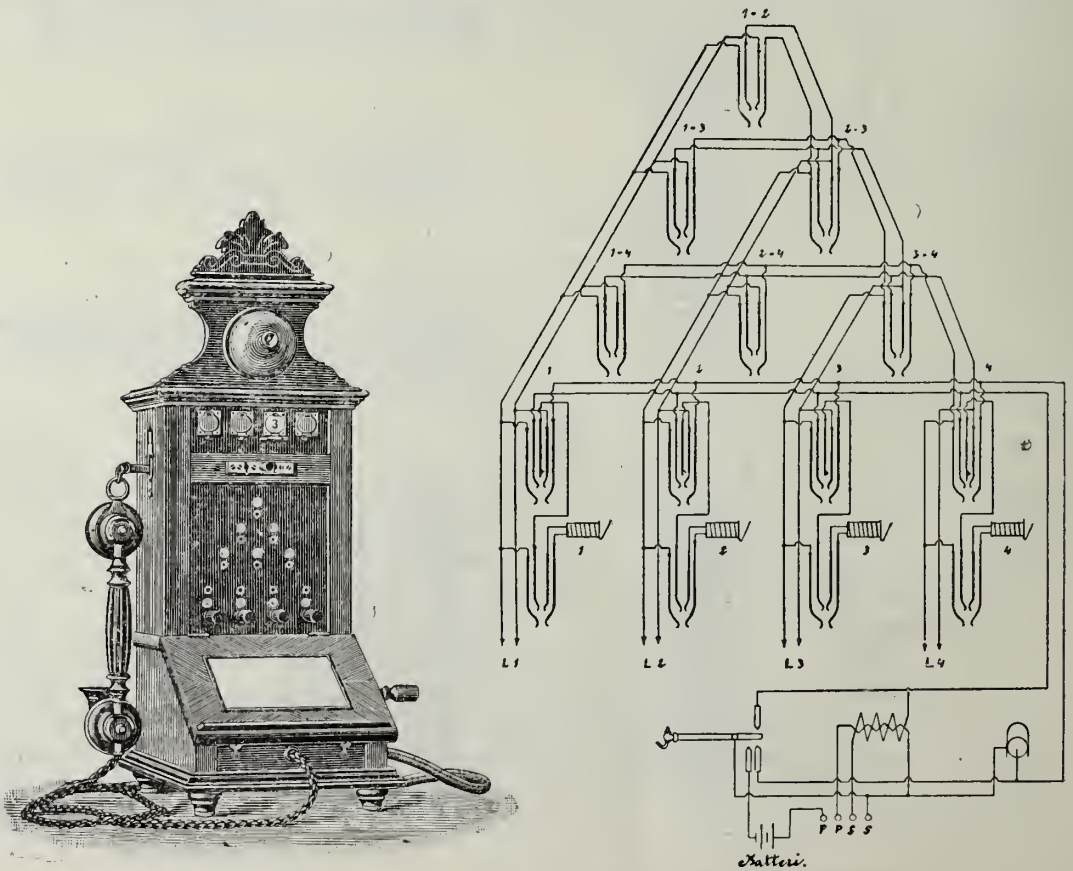


Fig. 183. — Tableau disposé en pyramide pour poste central de l'Elektrisk Bureau.

Dans un autre modèle (*fig. 184*), les fiches sont remplacées par des boutons. On presse sur

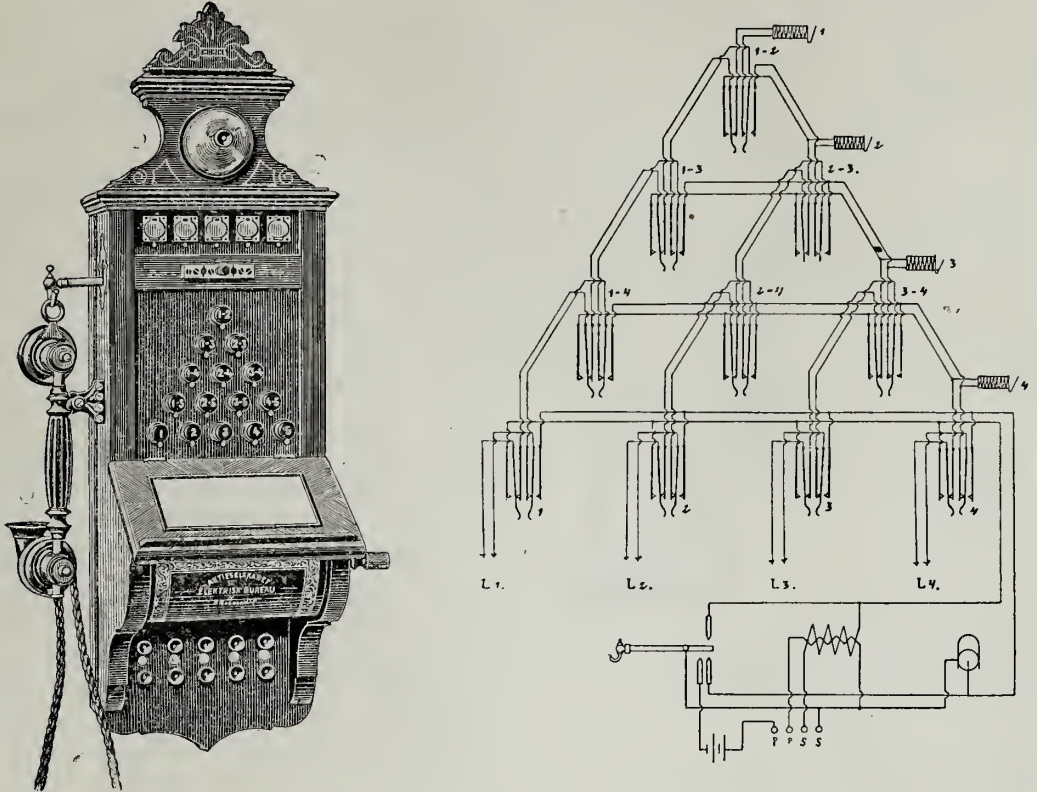


FIG. 184. — Tableau à boutons pour poste central de l'Elektrisk Bureau.

le bouton de l'abonné appelant, puis on le retire; on opère de même pour l'abonné appelé, et enfin on appuie sur le bouton de la pyramide représentant la combinaison demandée.

TABLEAUX A 25, 50 ET 100 DIRECTIONS POUR BUREAUX CENTRAUX (POSTEL-VINAY)

La Société des établissements Postel-Vinay expose les tableaux à 25, 50 et 100 directions pour lignes doubles qu'elle fournit à l'Administration française des Postes et Télégraphes.

Les organes qui composent ces tableaux sont :

- Des jacks d'abonnés et de service;
- Des annonceurs d'abonné et de fin de conversation;
- Des fiches avec cordons et contrepoids;
- Des clés d'écoute et des clés d'appel;
- Une bobine d'induction;
- Deux mâchoires à quatre contacts avec fiches;
- Deux crochets interrupteurs automatiques de pile;
- Un commutateur de pile microphonique;
- Un interrupteur de sonnerie;
- Une potence pour supporter le microphone.

En outre, les tableaux à 50 et à 100 directions sont pourvus d'un dispositif qui permet d'installer un appareil combiné supplémentaire et de séparer les clés d'écoute en deux groupes de cinq, dont l'un communique avec l'appareil en question.

Ces différents tableaux ont été étudiés par M. Ducousso.

ORGANES. — Les organes essentiels des tableaux à 25, 50 et 100 directions sont les mêmes que ceux des tableaux d'abonnés de M. Ducousso. Par organes essentiels, nous entendons les

jacks, les annonceurs, les fiches et les cordons. Les clés d'écoute et les clés d'appel sont du même modèle que celles des multiples d'Adhémar.

Les annonceurs ont une résistance de 200 ohms.

Leur enroulement est revêtu d'un second enroulement fermé, en fil nu, destiné à empêcher l'induction mutuelle entre deux annonceurs voisins.

L'interrupteur de sonnerie et le commutateur de pile microphonique sont deux commutateurs à manette, à deux directions, dont la construction est identique.

Les crochets interrupteurs automatiques de pile sont d'un système analogue à celui que M. Ducouso emploie dans ses transmetteurs de réseau (fig. 185).

Le crochet C pivote autour d'un axe et sur ce crochet est monté le levier coudé AB, mobile

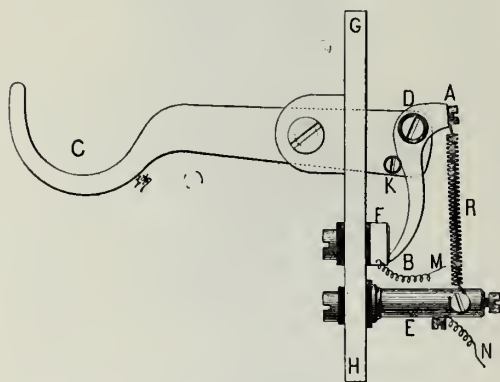


FIG. 185. — Crochet interrupteur des tableaux Postel-Vinay.

autour de la vis D qui l'isole du crochet C. Le levier AB est sollicité à s'appuyer sur la plaque F par le ressort R. La plaque F est isolée du bâti GH qui supporte le crochet C. La colonne E, sur laquelle le ressort R prend son second point d'appui, est également isolée de GH. Les deux pôles de la pile sont reliés, l'un à F par le conducteur M, l'autre à E par le conducteur N, de sorte que, lorsque le crochet est relevé, position que représente la figure 185, le circuit de la pile est fermé par M, F, B, A, R, E, N. Si, au contraire, le crochet est abaissé, ce qui arrive lorsque l'appareil combiné est suspendu à ce crochet, le levier

coudé AB est maintenu écarté de la plaque F par la goupille isolante K, bien que le ressort R le sollicite à s'appuyer sur cette plaque; le circuit de la pile est donc rompu entre B et F.

Une potence, placée au-dessus du tableau, supporte le microphone, soutenu par des cordons souples et des contrepoids, ce qui permet de régler sa position par rapport à la bouche de l'opérateur.

Les mâchoires à quatre contacts et les fiches qui servent à mettre en circuit les appareils d'opérateur sont du modèle adopté dans les différents multiples du système d'Adhémar.

Il en est de même du mode d'attache des câbles qui sont reliés à des étoiles de raccordement; mais, ici, l'espace ne faisant pas défaut, l'épaisseur des isolants entre les différentes étoiles a été notablement augmentée.

Les tableaux à 25 directions comportent 5 paires de fiches et de cordons, autant de clés d'écoute et de paires de clés d'appel; ce nombre est doublé dans les tableaux à 50 et à 100 directions.

Dans ces deux derniers modèles, une mâchoire et une fiche triple ont été ajoutées et permettent de mettre en circuit un appareil d'opérateur supplémentaire pour le cas où une surcharge de travail nécessiterait l'intervention d'une seconde téléphoniste; les clés d'appel et d'écoute sont alors, comme nous l'avons dit, séparées en deux groupes indépendants de cinq clés.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — Les figures 186 et 187 montrent les communications des tableaux à 25 et à 50 directions; les communications du tableau à 100 directions sont identiques à celles du tableau à 50 directions.

PARTICULARITÉS. — Deux caniveaux en bois de 6 cm sur 3 servent à amener les câbles jusqu'aux étoiles de raccordement qui constituent un répartiteur intermédiaire.

Deux panneaux mobiles ferment la face postérieure. La tablette qui supporte les clés est montée à charnière et peut se relever, tandis que la face antérieure, également montée à charnière, laisse à découvert, en s'abaissant, les organes qu'elle protège.

Des tableaux analogues quant à la forme et destinés au même usage sont exposés dans les sections autrichienne et hongroise. Ils ne diffèrent guère des tableaux français que par les organes qui sont plus robustes et plus volumineux.

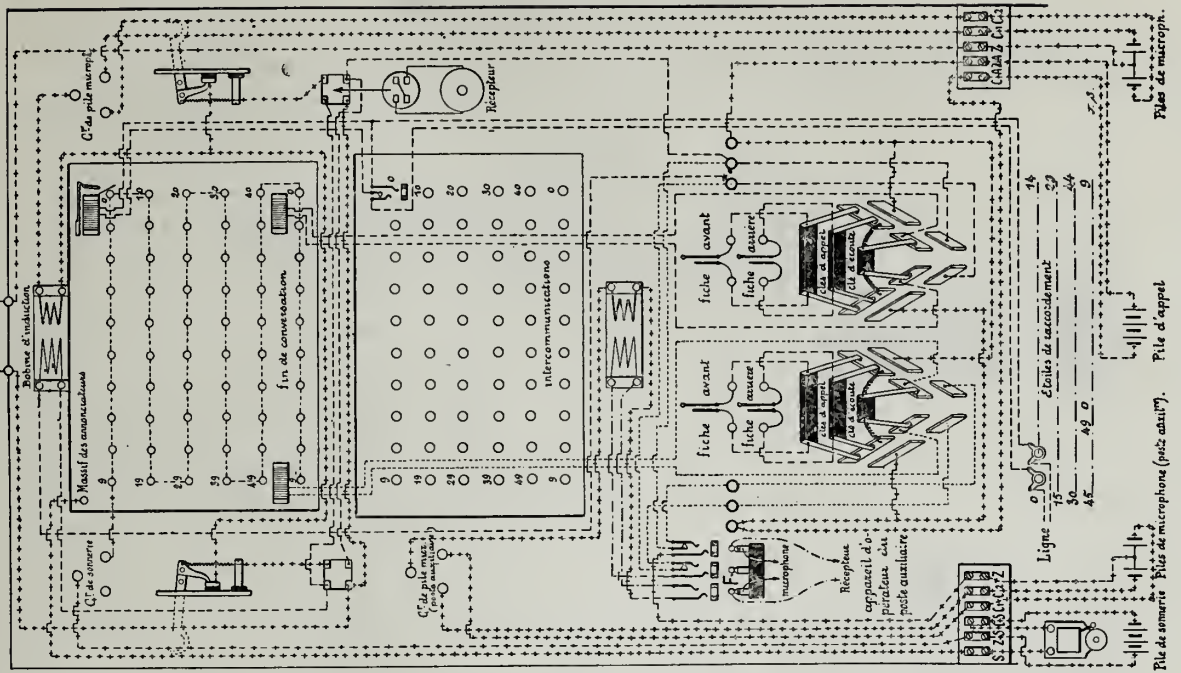


FIG. 187. — Schéma des connexions d'un tableau Postel-Vinay à 30 directions.

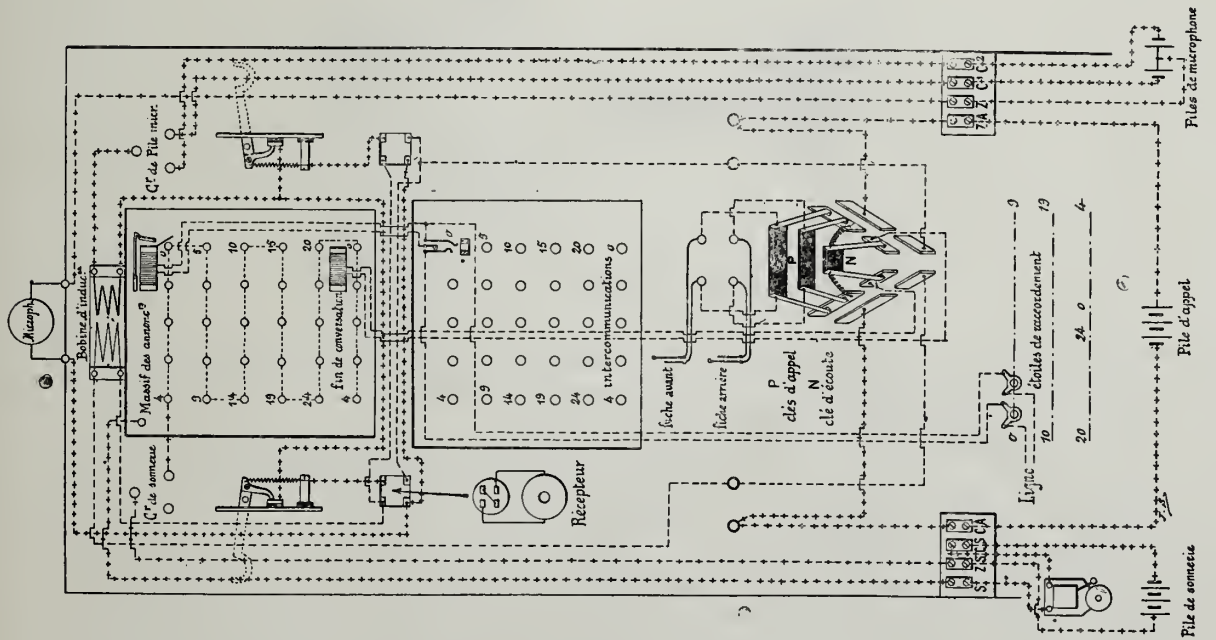


FIG. 186. — Schéma des connexions d'un tableau Postel-Vinay à 25 directions.

TABLEAU STANDARD SYSTÈME SIEUR

ANNONCIATEUR D'APPEL. — L'annonceur d'appel est formé par une bobine d'électro-aimant E (fig. 188), dont la résistance électrique est de 200 ohms. Le noyau et les joues de cette

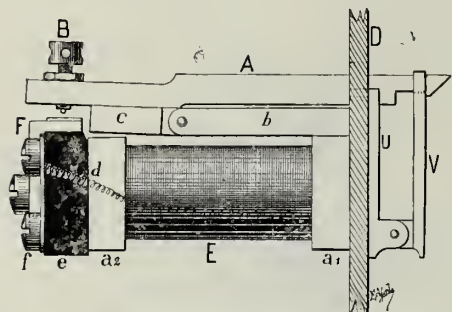


FIG. 188. — Annonceur d'appel, système Sieur.

bobine sont en fer doux. A la joue antérieure a_1 est fixée une pièce de fer doux b , sur laquelle est articulée l'armature c , située en regard de la joue postérieure a_2 . Les deux extrémités de l'enroulement aboutissent aux vis d , montées sur la pièce d'ébonite e ; les vis f , reliées aux vis d par une languette de métal, servent à attacher les fils de liaison avec les autres organes. Sur l'armature c est vissé le crochet A qui soutient le volet V articulé sur la plaque U. C'est sur cette plaque U qu'est gravé le numéro de l'annonceur. La course du crochet C est limitée par la vis B qui, lorsque l'armature c est attirée, ce qui détermine la chute du volet V, vient

rencontrer la butée métallique F. Si la masse de l'annonceur est réunie à une sonnerie et la pièce F à une pile, le circuit de la pile est fermé sur la sonnerie à chaque appel.

Les annonceurs d'appel sont montés sur des réglettes; on voit en D la coupe d'une de ces réglettes.

ANNONCIATEUR DE FIN DE CONVERSATION. — L'annonceur de fin de conversation ne diffère de l'annonceur d'appel que par ses dimensions et par sa résistance qui est de 600 ohms.

Il est complètement entouré par une chemise tubulaire en fer.

JACK DE LIGNE OU DE SERVICE. — Le jack est représenté en coupe sur la figure 189. Les jacks

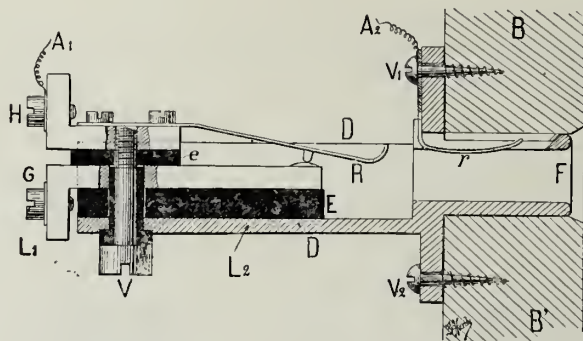


FIG. 189. — Jack de tableau standard, système Sieur.

sont individuellement amovibles; chacun d'eux est assujéti au bâti BB' par deux vis V_1 , V_2 . Le massif du jack est formé par un tube de métal DD ouvert à sa partie supérieure et terminé par la douille F dans laquelle on introduit la fiche.

La vis isolée V réunit au massif DD les pièces suivantes : E isolant en ébonite, G pièce de contact à laquelle est attaché le fil de ligne L_1 , e isolant en ébonite, H pièce de contact qui supporte le ressort R et est reliée, en A_1 , à l'annonceur d'appel.

Lorsque le jack est libre, le ressort R est appuyé sur la pièce G; la ligne L_1 communique avec l'annonceur d'appel qui, d'autre part, en A_2 , par la vis V_1 , est relié au massif D; or le massif D communique avec la ligne L_2 par une équerre qui n'a pu être figurée dans la coupe du jack; les fils de ligne L_1 , L_2 sont donc bouclés sur l'annonceur intercalé entre A_1 et A_2 . Lorsqu'une fiche est introduite à fond dans la douille F, la pointe de la fiche soulève le ressort R,

et la communication de la ligne L_1 avec l'annonceur est coupée. Le ressort r , pincé sous la vis V_1 , sert à assurer un bon contact entre la fiche et la douille F .

FICHE DE LIAISON. — La fiche, dont la figure 190 représente une coupe, est à deux conducteurs ; elle présente une *pointe* et un *corps* isolés l'un de l'autre. La pointe A est réunie en a à l'un des conducteurs du cordon souple B .

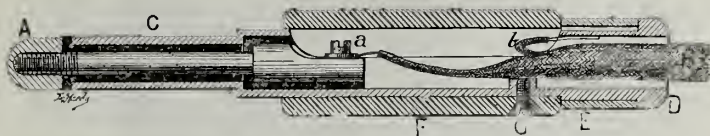


FIG. 190. — Fiche de tableau standard, système Sieur.

Le second conducteur du cordon B est soudé à une languette métallique b pressée entre le corps C de la fiche et un anneau en laiton E . L'anneau E est immobilisé par le talon D et par le manchon d'ébonite F vissé en G sur le corps C de la fiche.

CLÉ D'ÉCOUTE. — La clé d'écoute (fig. 191) se compose d'une manette qui, pivotant autour de

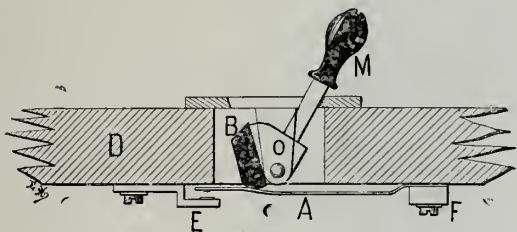


FIG. 191. — Clé d'écoute, système Sieur.

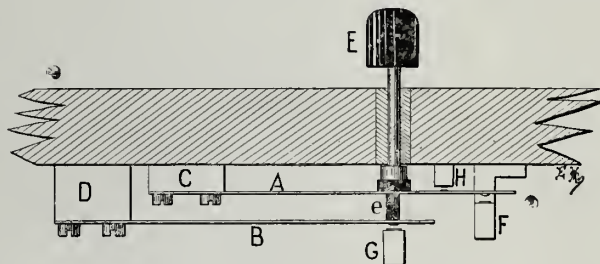


FIG. 192. — Clé d'appel, système Sieur.

l'axe O et garnie de la came B , en fibre vulcanisée, agit sur une paire de ressorts, tels que A , se

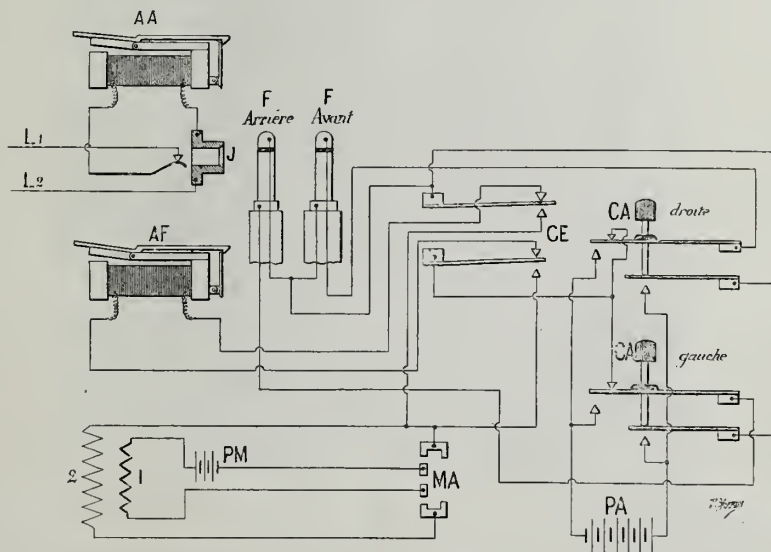


FIG. 193. — Schéma des connexions d'un tableau standard, système Sieur.

déplaçant entre une butée de repos D et une butée de travail E . Ces deux ressorts sont isolés l'un de l'autre et fixés à des plots tels que F . Le tout est assujéti par des vis sur l'ébénisterie du meuble.

CLÉ D'APPEL. — Les clés d'appel sont disposées par paires. Dans la même paire, chaque clé se compose de deux ressorts-lames A, B (*fig. 192*), assujettis sur les plots C, D et commandés par le bouton E, le ressort A étant séparé du ressort B par l'isolant *e*. Au repos, les ressorts s'appuient sur la butée H. Lorsqu'on appuie sur le bouton E, A prend contact avec le plot de

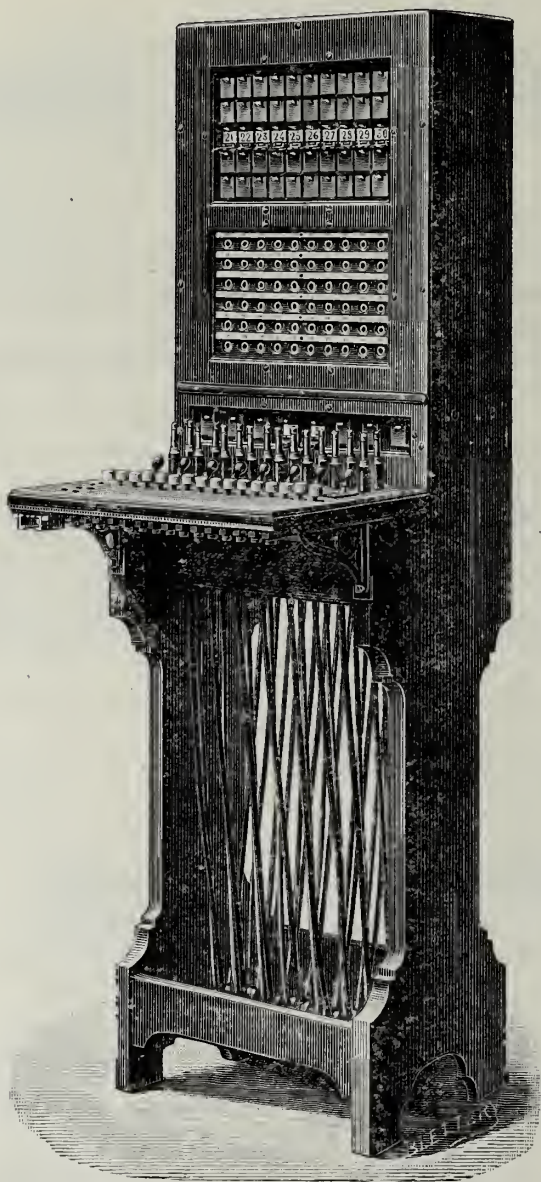


FIG. 194. — Tableau standard, système Sieur.

travail F et B avec le plot de travail G. A ces deux plots aboutissent les deux pôles de la pile d'appel.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 193 représente les communications d'une ligne d'abonné à travers le tableau; la figure 194 montre une vue d'ensemble d'un tableau à 50 directions pour lignes à double fil.

Ces tableaux sont exposés par MM. L. Digeon et C^{ie} (France).

TABLEAU A 10 DIRECTIONS POUR POSTES CENTRAUX (SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES)

La Société industrielle des Téléphones expose un tableau à 10 directions pour ligne à double

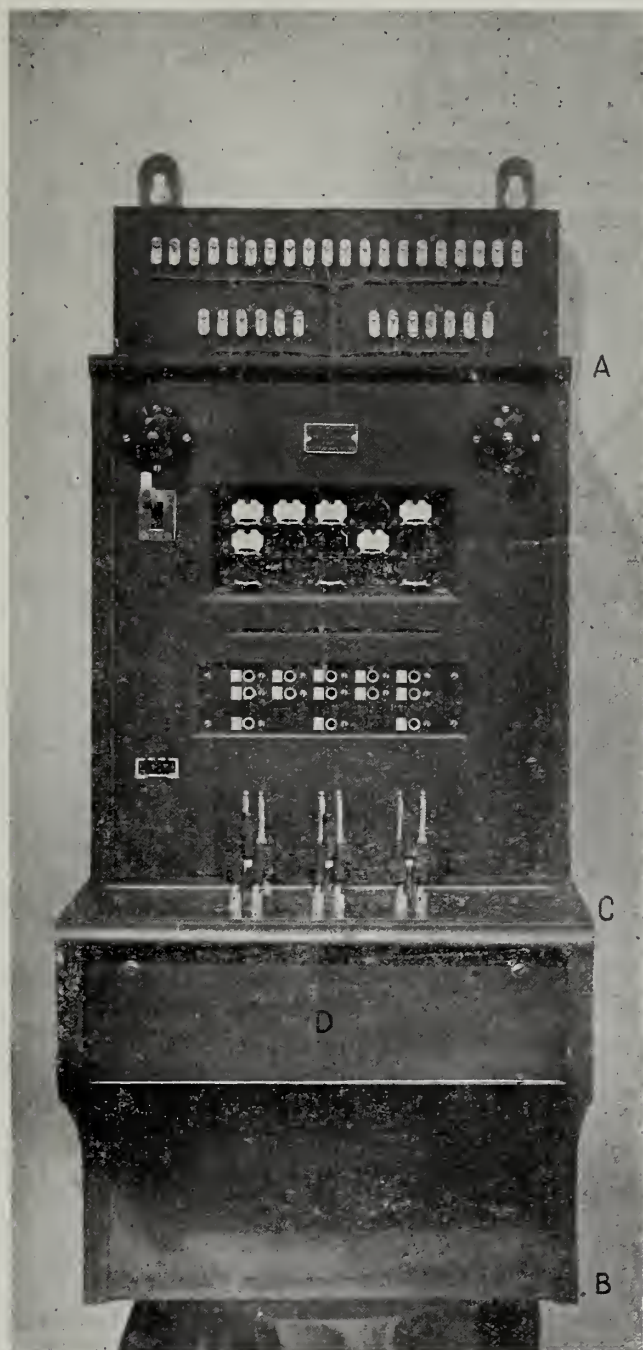


FIG. 195. — Tableau à 10 directions de la Société industrielle des Téléphones.

fil, tableau qui a été établi suivant un programme imposé par l'Administration française des Postes et Télégraphes (*fig. 195*).

Les organes qui constituent ce tableau sont :
Des jacks d'abonné et de service ;

Des annonceurs d'abonnés et de fin de conversation ;
 Des fiches avec cordons et contrepoids ;
 Des clés d'écoute et des clés d'appel ;
 Une bobine d'induction ;
 Une mâchoire à 4 contacts avec fiche ;
 Un crochet interrupteur de pile ;
 Un commutateur de pile microphonique ;
 Un interrupteur de sonnerie ;
 Des prises de communication pour les différents circuits.

ORGANES. — Les organes de ce tableau sont les mêmes que ceux de la section de multiple exposée par la même Maison, avec cette seule différence que les annonceurs ne sont pas à relèvement automatique.

Les jacks sont individuellement amovibles.

La mâchoire et la fiche sont du modèle général de la Société.

Le commutateur de pile microphonique et l'interrupteur de sonnerie sont des commutateurs ronds.

Le crochet interrupteur de pile CC a une forme originale ; la figure 196 le représente. Sur

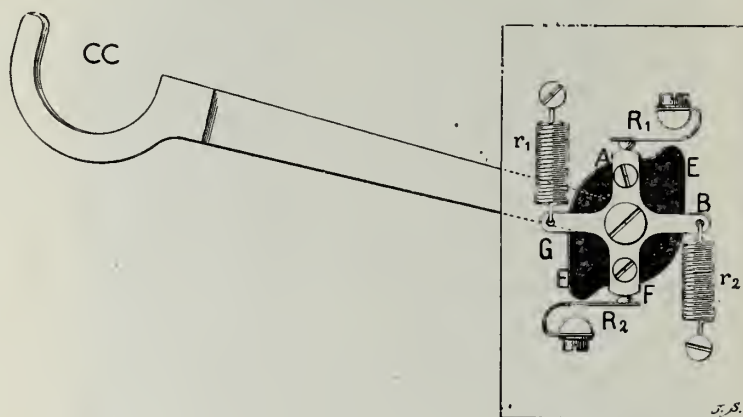


FIG. 196. — Crochet interrupteur du tableau à 10 directions de la Société industrielle des Téléphones.

l'axe de ce crochet est montée une pièce métallique ABFG, en forme de croix qui, lorsque le crochet est relevé, s'appuie sur les ressorts R_1 , R_2 , et ferme le circuit de la pile sur le microphone.

Cette pièce est commandée par deux ressorts à boudin r_1 , r_2 qui ramènent le crochet CC à sa position de travail, c'est-à-dire le relèvent lorsqu'on décroche l'appareil combiné qui y est suspendu. Tant que l'appareil combiné est suspendu au crochet, la pièce en croix ne touche pas les ressorts R_1 , R_2 qui sont soutenus par la pièce en ébonite EE. Le circuit de la pile est alors ouvert et la forme de la pièce EE empêche les ressorts R_1 , R_2 de métalliser par leur frottement la surface de l'ébonite, ce qui pourrait, à la longue, mettre constamment la pile microphonique en court-circuit.

PARTICULARITÉS. — La tablette des clés peut être relevée et permet de visiter ces organes ; la planchette se rabat ; enfin l'ensemble du tableau pivote autour d'une charnière, laissant à découvert tous les organes et toutes les communications.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 197 montre le schéma des communications de ce tableau destiné aux bureaux centraux français de peu d'importance.

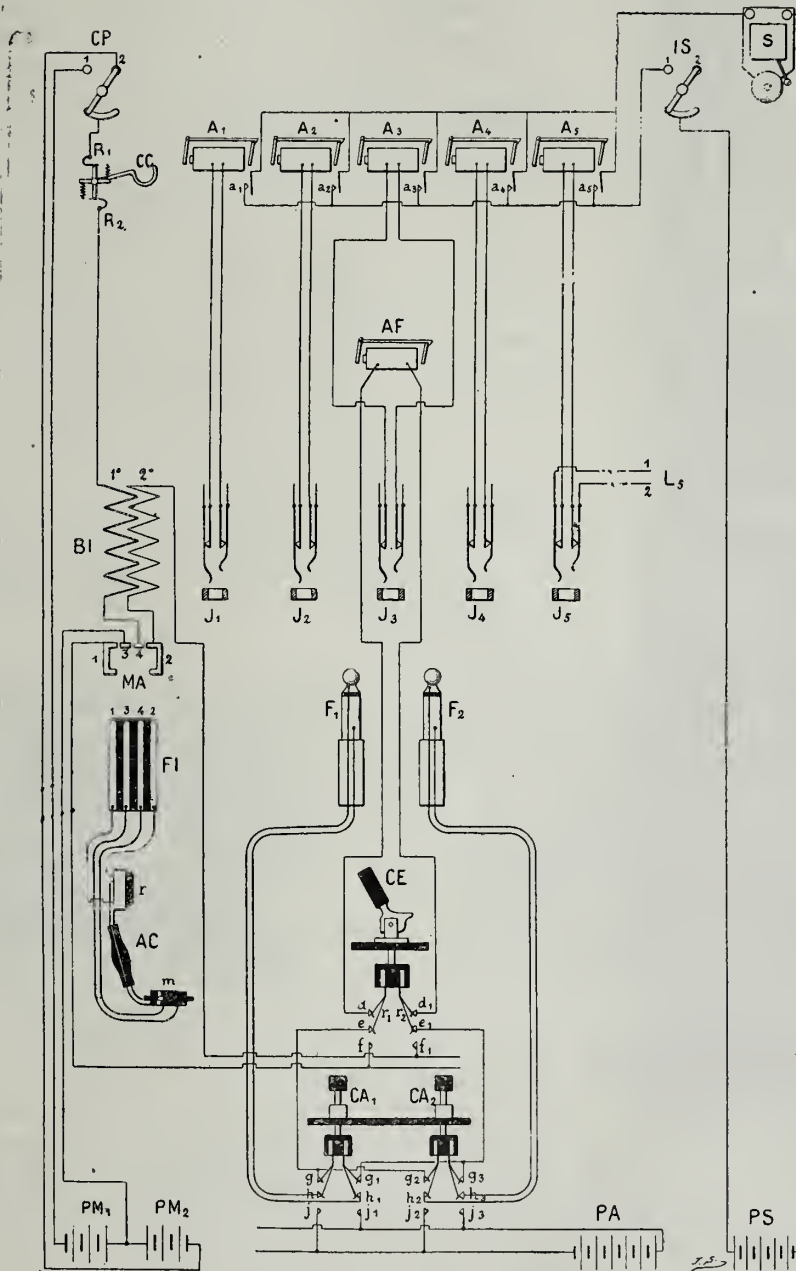


Fig. 197. — Schéma des connexions du tableau à 10 directions de la Société industrielle des Téléphones.

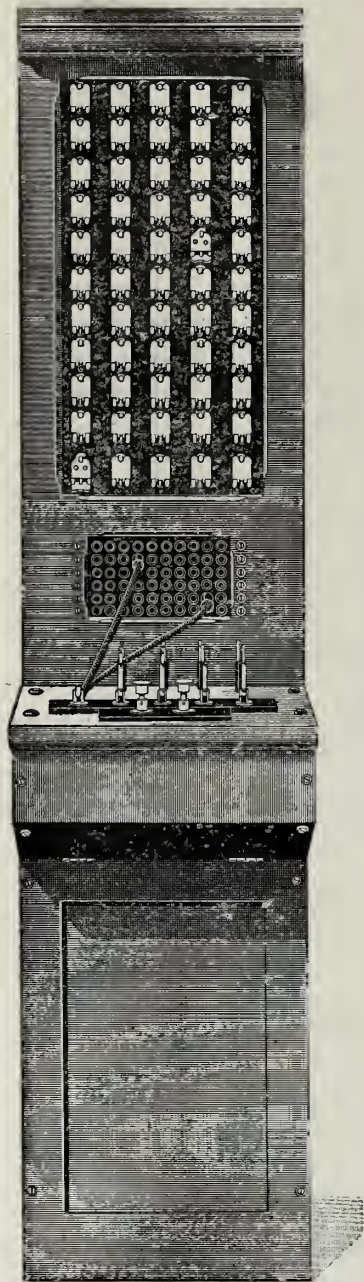


FIG. 198. — Tableau Standard de la Société industrielle des Téléphones.

TABLEAU STANDARD DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

ORGANES. — Ces tableaux (*fig. 198*), que l'on construit pour les lignes à simple ou à double fil, comprennent autant d'annonceurs et de jacks d'abonnés qu'ils peuvent desservir de lignes. Le tableau à 50 directions pour lignes doubles que nous prendrons comme type comporte, en outre, 5 paires de fiches avec cordons souples et contrepoids, 3 clés d'écoute et une paire de clés d'appel. Tous ces organes sont du modèle général de la Société industrielle des Téléphones. Ces tableaux ayant d'ailleurs été décrits dans de nombreux ouvrages, il nous suffira d'en indiquer le fonctionnement.

Pour mettre l'appareil d'opérateur en dérivation, on abaisse le levier correspondant à la paire de cordons que l'on veut employer. Les deux clés d'appel correspondent l'une, à tous les cordons du premier rang, et l'autre, à ceux du second rang. Un annonceur de fin de conversation est en dérivation sur chaque paire de cordons.

Au repos, tous les leviers sont abaissés; lorsque le volet d'un annonceur tombe, on introduit l'une quelconque des fiches du premier rang dans le jack portant le même numéro que l'annonceur déclenché; l'opérateur est alors en relation, par son appareil combiné, avec l'abonné appelant; il prend son ordre. La fiche du second rang appartenant à la même paire que la fiche déjà utilisée est introduite dans le jack de l'abonné demandé; on le sonne avec la clé d'appel correspondant aux fiches d'arrière. Dès que la conversation est engagée, on relève le levier jusqu'à ce que le volet de l'annonceur de fin de conversation tombe. Si l'abonné appelant avait quitté l'appareil, on le sonnerait avec la clé correspondante aux fiches d'avant.

TABLEAU COMMUTATEUR AUTOMATIQUE POUR 15 ABONNÉS, SYSTÈME PEARSON

Ce petit meuble est exposé dans la section suédoise et les renseignements font complètement défaut au sujet des détails de sa construction. A chaque ligne d'abonné correspond un distributeur dont le mécanisme est analogue à celui des anciens appareils à cadran de Breguet. Sur le pourtour de ce distributeur, il existe autant de pièces de contact qu'il y a d'abonnés desservis par le tableau; au centre, se trouve un bras de levier qui se déplace au-dessus des secteurs constitués par les pièces de contact.

Deux émissions de courant lancées sur un des fils de ligne font passer le bras de levier d'une division à l'autre, mais sans la toucher. Lorsque le bras de levier est ainsi amené au-dessus du secteur correspondant à l'abonné demandé, une émission de courant lancée sur le second fil de ligne met le levier en communication avec ce secteur et établit la liaison entre les deux abonnés.

On voit que ce système ne peut s'appliquer qu'à des petits réseaux, car, pour un tableau à 50 directions seulement, l'appel de l'abonné n° 50 par l'abonné n° 1 exigerait 101 émissions de courant.

COMMUTATEURS MULTIPLES

SYSTÈME D'ADHÉMAR

La table de multiple exposée par la Société des établissements Postel-Vinay comprend trois groupes desservis chacun par une téléphoniste. Les deux groupes extrêmes sont du système d'Adhémar, installé à Paris: avenue de Saxe, rue Chaudron et rue de la Roquette, à Bordeaux et à Lyon; le groupe du milieu a été modifié par M. Ducouso et constitue un nouveau dispositif qui n'a pas encore été mis en exploitation.

Le multiple ainsi conçu serait équipé pour 12 000 abonnés.

Chaque groupe comprend 100 jacks individuels et autant d'annonceurs d'appel ou autant de dispositifs d'appel en tenant lieu. Chaque téléphoniste dispose de 19 paires de cordons avec fiches, de 19 clés d'écoute et de 19 paires de clé d'appel.

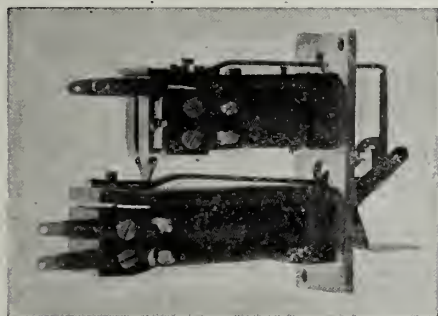


FIG. 199. — Annonceur d'appel du multiple d'Adhémar.

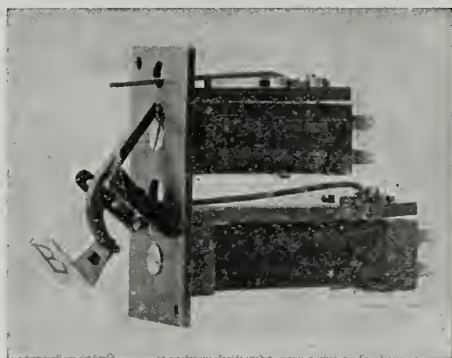


FIG. 200. — Annonceur de fin de conversation du multiple d'Adhémar.

ANNONCIATEURS D'APPEL ET DE FIN DE CONVERSATION. — Les annonceurs d'appel (*fig. 199*) sont à double rupture. Ils comprennent un électro-aimant de ligne dont la résistance est de 200 ohms et un électro-aimant de relèvement dont la résistance est également de 200 ohms.

L'attraction de l'armature de l'électro-aimant d'appel provoque la chute du volet. Le fait d'enfoncer une fiche dans le jack individuel correspondant détermine l'attraction de l'armature de l'électro-aimant d'effacement et le relèvement du volet.

En vue d'éviter l'induction mutuelle entre les annonceurs voisins, chaque électro-aimant est garni d'un enroulement supplémentaire en fil de cuivre nu et complètement fermé.

Le jeu de l'armature de l'électro-aimant d'effacement a pour effet de mettre hors circuit l'électro-aimant d'appel, en soulevant deux petits ressorts qui coupent ses communications tant qu'une fiche reste enfoncée dans le jack, c'est-à-dire pendant toute la durée de la conversation.

Les annonceurs de fin de conversation (*fig. 200*) sont analogues aux annonceurs d'appel;

ils sont toutefois dépourvus de ressorts de contact; la résistance de leur bobine d'appel est de 250 ohms, celle de la bobine de relèvement de 200 ohms.

Dans le groupe du milieu, les annonceurs n'existent plus et sont remplacés par des

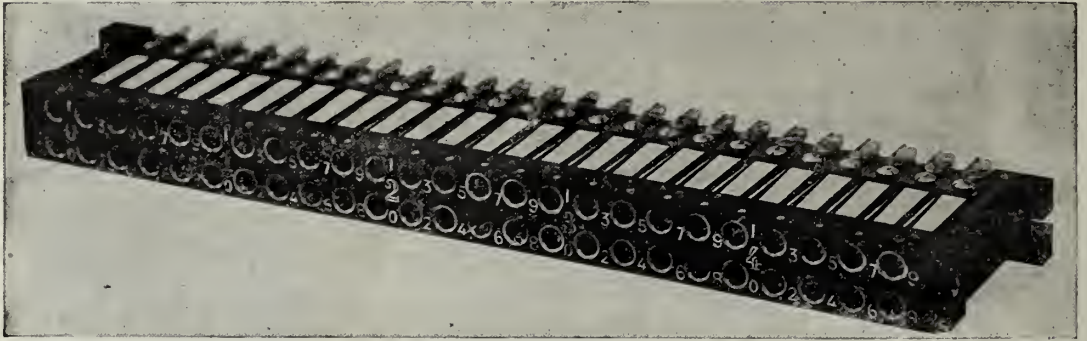


FIG. 201. — Réglette de jacks du multiple d'Adhémar.

signaux optiques qui tiennent infiniment moins de place; ces signaux sont blancs pour l'appel et rouges pour la fin de conversation.

JACKS. — Les jacks, disposés par réglettes de 20 dans les groupes extrêmes, forment des réglettes de 50 dans le groupe du milieu (fig. 201), la réglette de 50 jacks étant composée de deux rangées de 25. Les jacks généraux sont montés en dérivation.



FIG. 202. — Fiche et cordon du multiple d'Adhémar.

FICHES ET CORDONS. — La fiche et le cordon souple sont à 3 conducteurs. Le mode d'attache est tel que la traction s'exerce toujours sur la tresse du cordon sans jamais s'exercer sur les ferrets. Un contrepois ramène les fiches à leur position de repos (fig. 202).

RELAIS DE TEST. — Il en existe un par paire de cordons; il permet d'essayer la ligne en circuit local sans aucune communication commune ni mise à la terre des différents circuits d'opérateurs.



FIG. 203. — Relais de test du multiple d'Adhémar.

C'est un électro-aimant (fig. 203) dont la résistance est de 200 ohms.

CLÉS D'ÉCOUTE ET D'APPEL. — Ces deux organes sont réunis sur le même socle soutenant une

clé d'écoute et une paire de clés d'appel (*fig. 204*). Tous les contacts sont à friction. Il existe autant de groupes de clés d'écoute et d'appel qu'il y a de paires de cordons.

En agissant par pression sur le bouton de la clé d'écoute, celle-ci s'abaisse et reste enclenchée, même lorsque la main de l'opérateur l'a abandonnée. Pour la relever, il suffit d'appuyer de nouveau sur le bouton en tirant légèrement en avant.

RÉPARTITEUR INTERMÉDIAIRE. — Ce répartiteur (*fig. 205*) est constitué par des plaques de laiton à 3 branches, montées sur une âme en ébonite et séparées par des rondelles isolantes. Aux trois branches sont soudées les ramifications des fils venant des jacks généraux et se dirigeant vers le jack individuel et l'annonceur d'appel.

Le répartiteur intermédiaire comprend deux broches semblables, parallèles, entre lesquelles se font les permutations, toutes les attaches des fils étant facilement accessibles:

MICROPHONE. — Le microphone du système Ducouso (*fig. 206*) est destiné à l'usage personnel de chaque téléphoniste et, par conséquent, est amovible. Il s'emboîte par deux fiches dans une applique, suspendue par deux cordons conducteurs avec contrepoids à une potence à glissière dont on peut régler la position.

RÉCEPTEUR. — C'est un récepteur du système Ducouso (*fig. 207*) monté sur un ressort qui enveloppe la tête de la téléphoniste; c'est, en un mot, un récepteur serre-tête.

PRISE DE COMMUNICATION POUR POSTE D'OPÉRATEUR. — La figure 208 montre ce dispositif, composé d'une mâchoire fixe à 4 contacts et d'une fiche à 4 lames.

COMMUNICATIONS INTÉRIEURES. — La figure 209 représente le schéma d'un circuit d'abonné avec ses jacks généraux, son jack indivi-

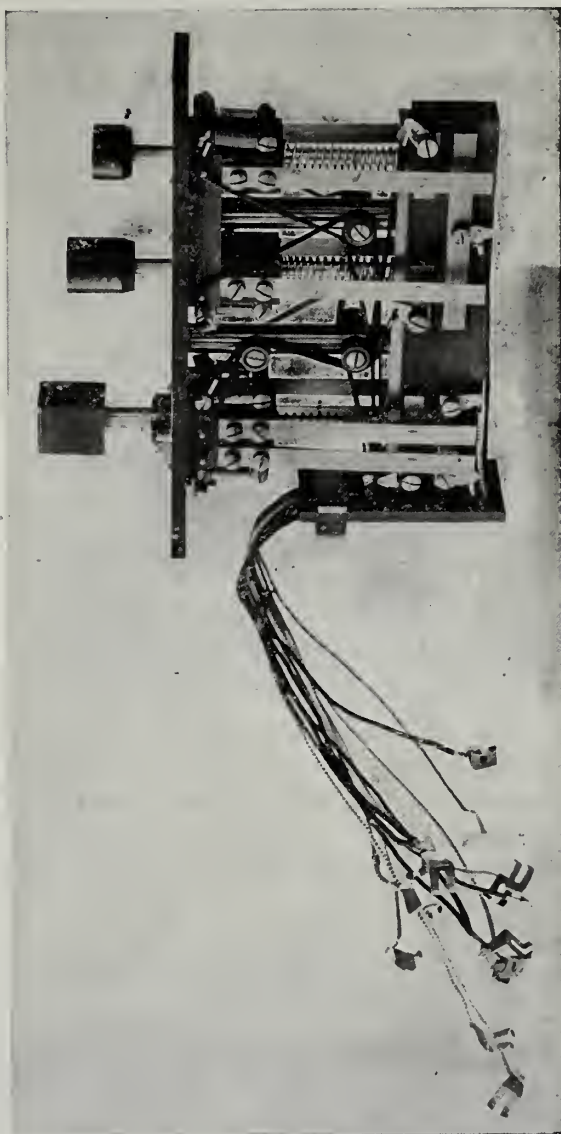


FIG. 204. — Clés d'écoute et d'appel du multiple d'Adhémar.

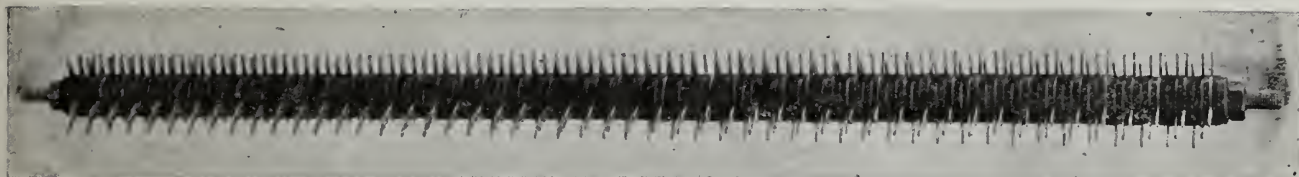


FIG. 205. — Répartiteur intermédiaire du multiple d'Adhémar.

duel et son annonceur d'appel; elle montre également l'ensemble d'un poste d'opérateur utilisant une paire de cordons, une clé d'écoute et une paire de clés d'appel.

Les deux fils du circuit d'abonné correspondent aux ressorts des jacks et à l'annonceur d'appel. Un troisième fil, qui ne sort pas du multiple, relie l'électro-aimant d'effacement à la douille de tous les jacks correspondants. Ce fil fait partie du circuit d'effacement ; il est employé aussi pour l'essai qui précède l'enfoncement de la fiche dans un jack.

Tout le temps qu'une fiche est dans un jack, le courant de la batterie P traverse l'électro-aimant d'effacement et maintient écartés des butées les deux petits ressorts



FIG. 206. — Transmetteur Ducousso.



FIG. 207. — Récepteur Ducousso.

de l'annonceur ; l'électro-aimant d'appel est donc isolé du circuit de conversation. Il en résulte deux avantages :

1° Le courant qui produit le signal de fin de conversation n'est pas dérivé dans l'annonceur d'appel ;

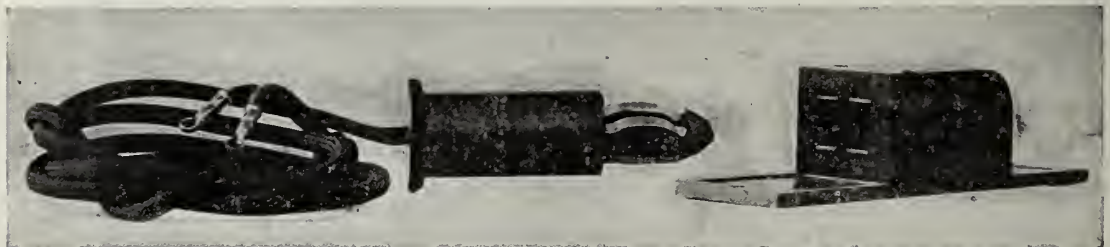


FIG. 208. — Prise de communication pour poste d'opérateur du multiple d'Adhémar.

2° L'isolement de l'électro-aimant d'appel étant complet, par rapport au circuit de conversation, il ne peut exister aucun mélange des bruits d'appel ou de conversation entre les circuits voisins.

Le circuit d'essai est entièrement distinct et isolé du circuit de ligne et de la terre.

Ce qui précède s'applique aux groupes de gauche et de droite de la table exposée par les établissements Postel-Vinay. Quant au groupe du milieu, qui est d'un système différent, il présente les particularités suivantes :

PARTICULARITÉS. — Les annonceurs sont remplacés par des signaux qui tiennent beaucoup

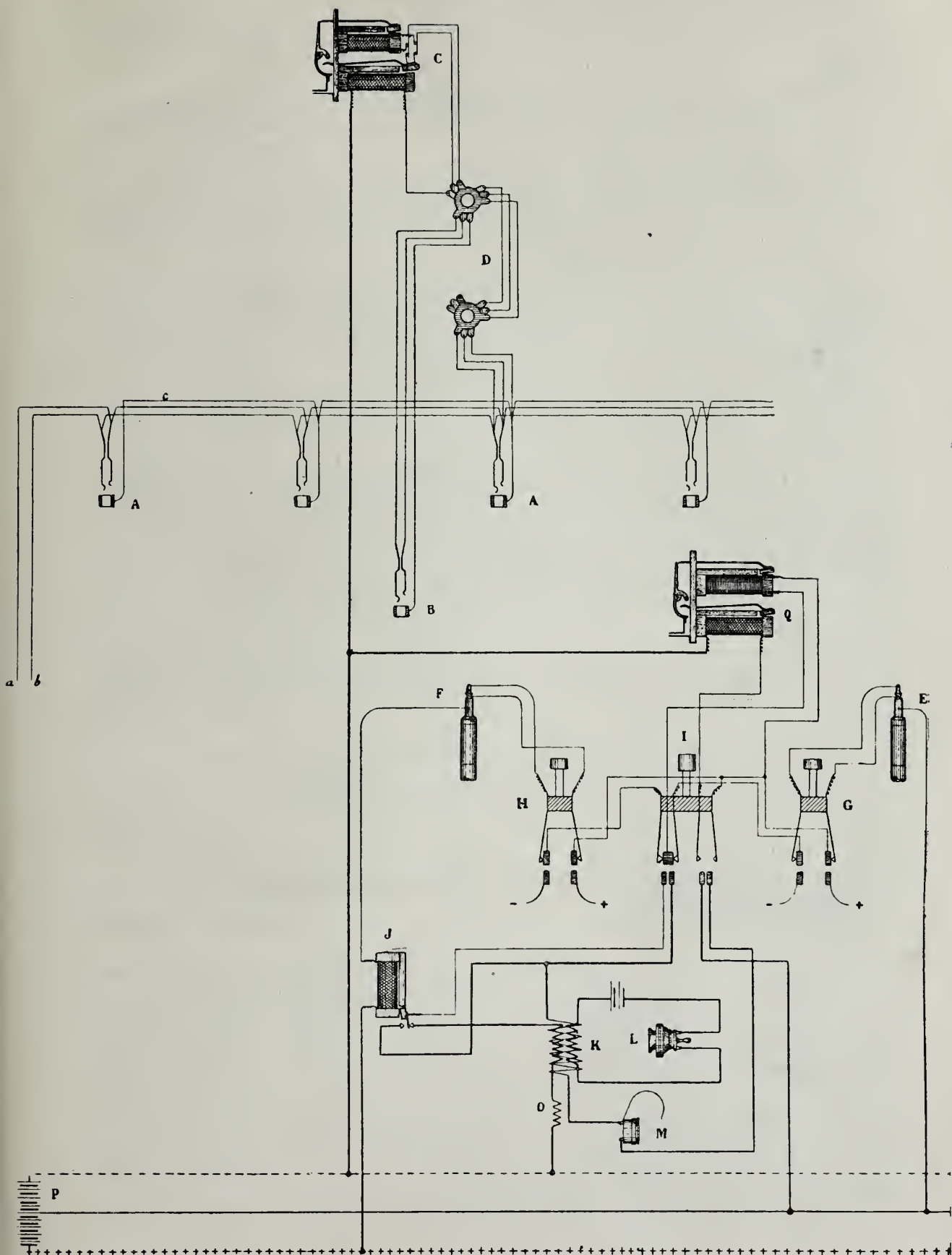


FIG. 209. — Schéma des connexions d'une ligne d'abonné dans le multiple d'Adhémard.

moins de place et qui évitent aux téléphonistes la fatigue de lever constamment la tête pour lire les numéros des volets tombés et de diriger ensuite leurs regards vers les jacks qu'elles ont à utiliser.

Au-dessus de la double réglette de jacks individuels est placée une double réglette de signaux visibles qui n'ont pas besoin d'être numérotés, puisque chacun d'eux correspond au jack placé en dessous et en est très rapproché.

Les signaux de fin de conversation sont placés en avant des clés d'appel; il pourrait en être de même des signaux d'appel qui, dans leur position actuelle, peuvent être quelquefois masqués par les cordons ou, tout au moins, deviennent moins visibles lorsqu'un certain nombre de fiches sont engagées dans les jacks généraux.

Les signaux visibles remplaçant les annonceurs sont constitués par des électro-aimants qui laissent échapper leur armature sous l'action du courant d'appel. En même temps, un signal à lapin, commun à tout le groupe et placé dans le circuit de tous les avertisseurs individuels, déclenche; il est placé au-dessus des jacks généraux. Le signal individuel et le signal général s'effacent dès que l'on introduit une fiche dans le jack individuel qui a reçu l'appel.

Le signal de fin de conversation apparaît dans les mêmes conditions lorsque la communication a été établie; il s'efface lorsque la téléphoniste abaisse sa clé d'écoute pour rentrer sur la ligne et s'assurer que la conversation est bien terminée.

On sait que, dans le fonctionnement des multiples, une dame surveillante contrôle le service de plusieurs téléphonistes et intervient notamment lorsque l'une de ses subordonnées ne peut parvenir à répondre en temps utile à de trop nombreuses demandes. La surveillante qui aperçoit à tout moment le nombre d'annonceurs dont les volets sont tombés, est juge de l'instant auquel une téléphoniste a besoin d'assistance; elle invite alors les téléphonistes voisines à donner les communications demandées en faisant usage de leurs jacks généraux.

Dans le système de M. Ducouso, la surveillante ne peut pas apercevoir les signaux visibles, et son intervention deviendrait illusoire si l'inventeur n'y avait pris garde. Chaque surveillante a sur sa table autant de milliampermètres qu'elle a de groupes à diriger. Étant admis que chaque signal visible fonctionne sous un courant dont l'intensité est de 50 milliampères, les milliampermètres sont gradués de telle façon que chacune de leurs divisions corresponde à cette intensité de 50 milliampères.

On voit de la sorte que, si l'aiguille d'un milliampermètre s'arrête sur la sixième division, c'est qu'il existe dans le groupe six abonnés en instance de communication.

L'ampèremètre utilisé par M. Ducouso est un instrument aperiodique du type Chauvin et Arnoux, légèrement modifié pour la circonstance.

TABLEAU MULTIPLE A TABLE HORIZONTALE POUR 14 000 ABONNÉS (SIEMENS)

Cette table, exposée par la maison Siemens et Halske de Berlin, présente plusieurs particularités intéressantes.

Lorsqu'un abonné appelle, une lampe s'allume en face de la téléphoniste du groupe; elle sait donc que l'on a appelé dans son groupe, mais ne connaît pas le numéro de l'abonné appelant. En même temps que la lampe s'allume, le jack individuel de l'abonné appelant laisse apparaître un signal visible, sous forme d'une petite tige qui émerge en dehors du jack. Pour obtenir ce résultat, le jack individuel est formé par un tube long d'environ 20 cm; chaque jack est individuellement amovible. Dans le tube, outre le jack proprement dit, se trouve un petit électro-aimant polarisé dont la cheville constituant le signal visible forme l'armature. Au repos, cette armature est constamment attirée et reste cachée à l'intérieur du jack. Lorsque l'électro-aimant est traversé par le courant d'appel, de sens convenable, l'aimantation est affaiblie, l'armature dégagée, et la cheville apparaît à l'extérieur.

La téléphoniste, prévenue, se met en rapport avec l'abonné appelant en enfonçant une fiche dans son jack individuel; elle efface du même coup le signal d'appel.

A cet effet, elle dispose d'un certain nombre de paires de fiches. Dans chaque paire, il y a une fiche creuse qui correspond à l'abonné appelant et une fiche pleine qui correspond à l'abonné appelé.

La téléphoniste enfonce sa fiche creuse dans le jack de l'abonné appelant et, par cela même, repousse la cheville du signal visible ; l'armature de l'électro-aimant est remise en contact avec cet électro polarisé et reste ainsi accrochée jusqu'à ce qu'un nouvel appel se produise et provoque un nouveau déclenchement.

La téléphoniste ayant pris l'ordre de l'abonné appelant fait le test de l'abonné appelé, avise l'appelant si la ligne est occupée et, si elle est libre, établit la liaison entre les deux abonnés en enfonçant la fiche pleine dans le jack général de l'abonné appelé, sans s'en préoccuper davantage ; il appartient à l'abonné appelant de sonner son correspondant.

Ainsi, il n'existe pas d'annonceur d'appel, d'où gain d'une place considérable.

Lorsque les fiches sont introduites dans les jacks, la clé d'écoute reste constamment abaissée par l'action mécanique du contrepoids des cordons qui agit sur elle ; la téléphoniste peut donc constamment intervenir pendant la conversation ; mais, avant que la communication soit établie, si elle veut parler à un abonné, elle est obligée d'appuyer avec la main sur sa clé d'écoute et de la maintenir abaissée.

La téléphoniste n'ayant pas à appeler n'a plus besoin de clé d'appel ; cependant, pour parer à toutes les éventualités, on en a laissé subsister une paire pour chaque groupe.

Le signal de fin de conversation est donné par l'abonné appelant en raccrochant son récepteur ; il se traduit au poste central par l'illumination d'une lampe à feu rouge en regard de la paire de fiches utilisée ; cette lampe s'éteint dès que les fiches sont retirées des jacks.

Tous les jacks généraux sont individuellement amovibles. Au moyen d'une tige spéciale on les chasse, et on peut les réparer ou les changer, en pénétrant dans le caniveau qui occupe la partie centrale du tableau, en dessous de la table et dont les parois sont tapissées par les câbles qui y forment une sorte de matelassure. Pour remettre le jack en place, on fait usage du même instrument en agissant en sens contraire.

L'appareil d'opérateur est en deux pièces : un serre-tête ordinaire pour le récepteur, un hausse-col en cuir sur lequel le microphone est articulé et que la téléphoniste attache avec des courroies. Le microphone est à charbon granulé.

TABLEAU COMMUTATEUR MULTIPLE DE LA SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

La Société industrielle des Téléphones expose un fragment de multiple du même modèle que celui qu'elle installe à Saint-Etienne pour le compte de l'Administration française.

Ce multiple, d'une capacité de 1 440 lignes à double fil, comprend des tables interurbaines et des groupes d'abonnés.

ANNONCIATEURS D'ABONNÉ ET DE FIN DE CONVERSATION. — Ils sont identiques. Chaque annonceur comprend deux électro-aimants A, B (fig. 210). Le premier reçoit le courant d'appel et provoque la chute du volet ; son enroulement a une résistance de 600 ohms ; le second sert à relever le volet ; son enroulement est de 200 ohms.

Bien qu'indépendants l'un de l'autre, ayant des noyaux distincts et entourés de tubes en fer séparés, les électro-aimants A et B sont montés sur une même platine C, qui sert à fixer individuellement les annonceurs AB sur des réglettes. Dans les groupes urbains, chaque réglette

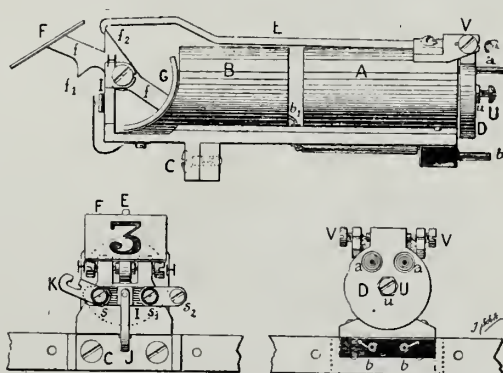


FIG. 210. — Annonceur du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

reçoit 10 annonceurs d'appel ou 8 de fin de conversation. L'armature D et le crochet E sont montés comme partout ailleurs.

Le volet qui porte le numéro de l'annonceur est fixé sur la pièce en laiton *ff*, pivotant entre les pointes des vis H. A sa base, la pièce *ff* est garnie d'une surface cylindrique en fer doux G, située en regard de la pièce polaire de l'électro-aimant B. La pièce *ff* porte deux crochets f_1 , f_2 . Au repos, le crochet f_2 est en prise avec le crochet de E. Si, par suite de l'attraction de l'armature D, le crochet E est soulevé, la pièce f_2 s'échappe et le volet, tombant par son propre poids, laisse apparaître le numéro. Le crochet f_1 rencontre alors le ressort J, le met en contact avec la réglette I et ferme ainsi le circuit de la sonnerie de nuit.

Si un courant convenable traverse la bobine de l'électro-aimant B, l'armature G est attirée vers le bas, le crochet f_1 abandonne le ressort J, qui, par son élasticité, s'éloigne de la réglette I, la pointe f_2

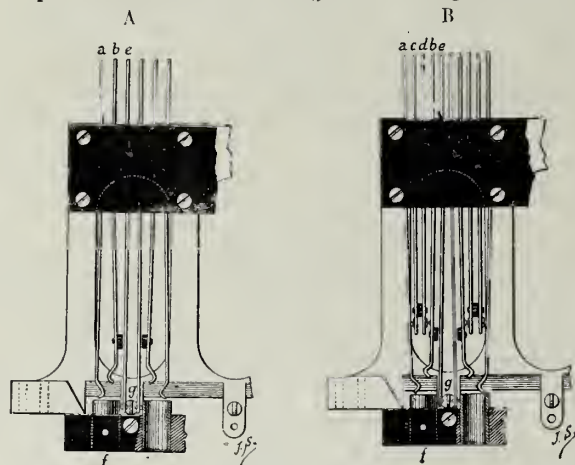


FIG. 211. — Jack en dérivation et jack à rupture du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

soulève le levier E, glisse en dessous et reste embrayée dès que E retombe, le volet est immobilisé; son numéro, tourné vers le haut, n'est plus apparent. Les réglettes I de chaque annonceur sont réunies par des agrafes aux pièces similaires des annonceurs voisins.

JACKS A RUPTURE. — Les jacks à rupture sont montés par réglettes de 20. Chacun d'eux comporte un ressort long *a* (fig. 211, B), un ressort court *b*, deux ressorts de repos *c*, *d*, un ressort de test *e*, une bague de test *f*; un contact de test *g* est commun à deux jacks consécutifs. Des isolants en ébonite sont interposés entre les ressorts *c* et *d*, *b* et *e*. A l'état de repos, le ressort *e* est appliqué sur la bague *f*; lorsqu'une fiche est introduite dans le jack, le ressort *e* abandonne la bague *f* et prend contact avec le plot *g*.

Les jacks interurbains et les jacks individuels sont à rupture.

JACKS GÉNÉRAUX EN DÉRIVATION. — Ils sont montés par réglettes de 20 et comportent un ressort long *a* (fig. 211, A), un ressort court *b*, un ressort de test *e*, une bague de test *f*, un contact de test *g*. Un isolant en ébonite sépare le ressort court du ressort de test.

FICHES ET CORDONS. — Les cordons des aides téléphonistes interurbaines sont à deux conducteurs, tous les autres sont à trois conducteurs.

La fiche à trois conducteurs comporte une pointe, un corps et une bague; ces trois pièces sont isolées les unes des autres (fig. 212). L'enveloppe en fibre est immobilisée par un ergot pénétrant dans une encoche et par une bague de serrage filetée et moletée.

RELAIS DE TEST. — Le relais de test est un électro-aimant analogue à ceux des annonceurs; sa résistance est de 200 ohms.

Le ressort de réglage R (fig. 213) force le ressort *r*, monté sur l'armature A, à s'appuyer au

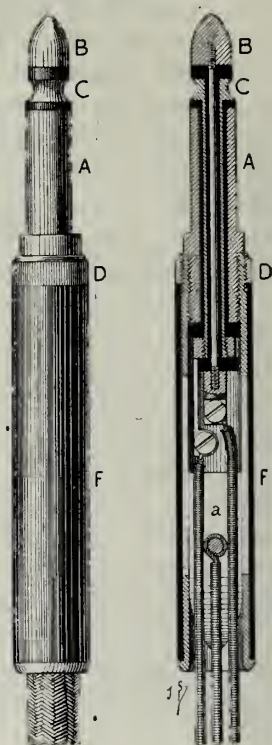


FIG. 212. — Fiche du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

repos sur la pointe isolante i de la vis V^1 . Lorsque l'armature A est attirée, le ressort r prend contact avec la vis V ; la colonne U est isolée du massif en EE_1 .

Le circuit de test est absolument indépendant du circuit de ligne. Par suite de l'introduction d'une fiche quelconque dans un jack général ou dans un jack à rupture, le ressort de test du jack est entraîné par l'isolant du ressort court et rencontre le contact de test. Les choses étant en cet état, si l'on touche avec la pointe d'une fiche une des douilles des jacks reliés à celui dans lequel une fiche a été enfoncée, le relais de test fonctionne, ferme un circuit local, contenant une pile, ainsi que le récepteur de la téléphoniste, et un toc est perçu dans ce récepteur.

Le test peut être fait aussi bien avec les fiches d'avant qu'avec celles d'arrière; il peut être fait, quelle que soit la position des clés d'écoute.

Deux relais de test sont affectés à chaque téléphoniste; une *clé de changement* permet, en l'abaissant, de substituer un relais à l'autre en cas de dérangement.

CLÉS D'APPEL. — Ces clés sont montées par réglettes de huit paires. Chaque clé (*fig. 214*) se compose essentiellement d'un piston qui commande deux paires de ressorts et qui permet, par un mouvement de haut en bas, de les faire passer des plots de repos aux plots de travail. Le

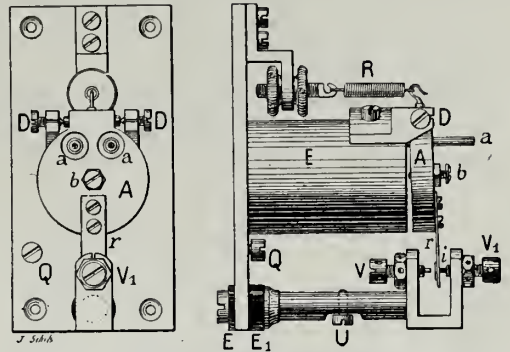


FIG. 213. — Relais de test du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

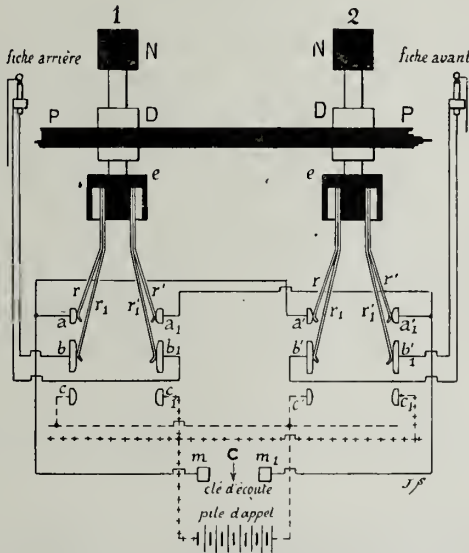


FIG. 214. — Clé d'appel du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

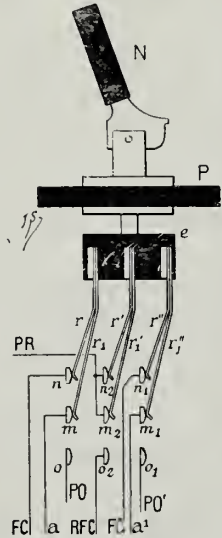


FIG. 215. — Clé d'écoute du multiple de la Société industrielle des Téléphones.

rappel à la position de repos est assuré par un ressort à boudin. Des guides empêchent les pistons de tourner.

Dans chaque paire de ressorts, r et r_1 communiquent entre eux. Au repos, r s'appuie sur a et r_1 sur b ; quand la clé est abaissée, r repose sur b et r_1 sur c .

CLÉS D'ÉCOUTE. — Elles sont montées par réglettes de seize clés. Le mécanisme de la clé d'écoute est analogue à celui de la clé d'appel, seulement son piston fonctionne par la

manceuvre d'un levier à came N (fig. 215) qui pivote autour d'un axe. Lorsque le levier est vertical, la clé est au repos; elle prend sa position de travail quand on abaisse le levier.

La clé d'écoute comporte trois paires de ressorts rr_1 , disposés parallèlement, chaque paire étant isolée des deux autres.

Au repos, les ressorts r, r_1 de la première paire réunissent les plots n, m ; les ressorts de la seconde paire mettent en relation les plots n_2, m_2 ; les ressorts de la troisième paire relient les plots n_1, m_1 .

Dans la position de travail, les ressorts de la première paire réunissent les plots m, o ; les ressorts de la seconde paire mettent en relation les plots m_2, o_2 ; les ressorts de la troisième paire relient les plots m_1, o_1 .

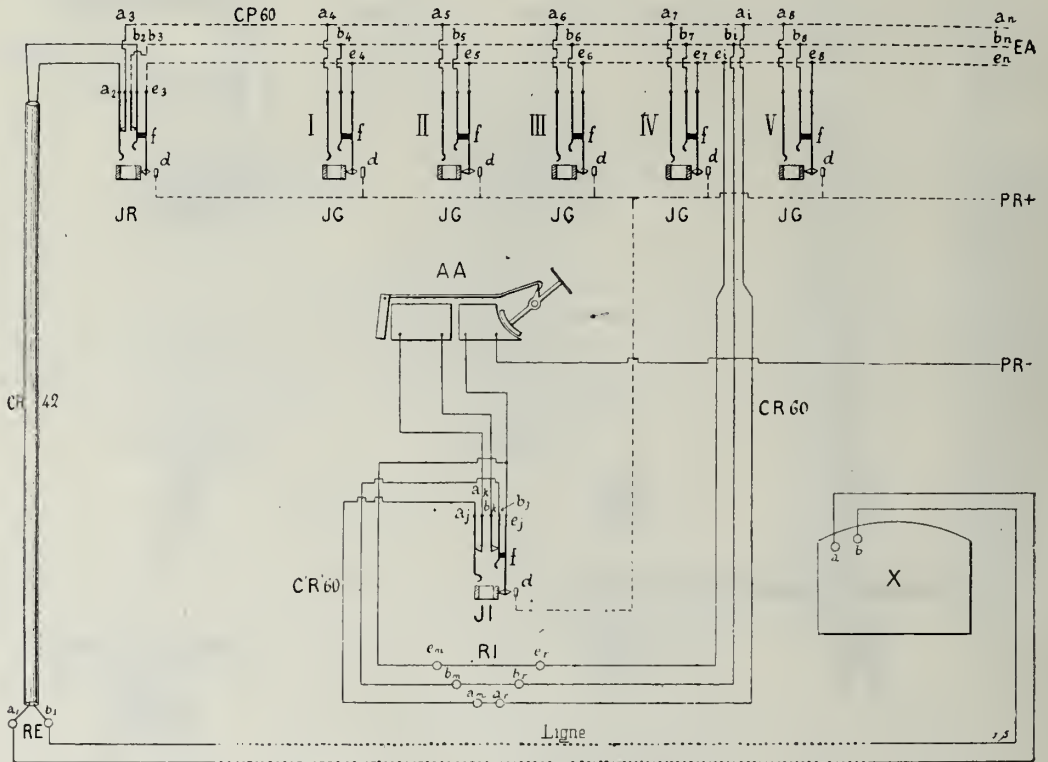


FIG. 216. — Schéma des connexions d'une ligne d'abonné dans le multiple de la Société des Téléphones.

CLÉ DE CHANGEMENT DE RELAIS DE TEST. — Il existe une de ces clés par téléphoniste. Le mécanisme est identique à celui de la clé d'écoute, mais elle ne comporte qu'une paire de ressorts et trois plots.

TRANSFORMATEUR A RELAIS. — Ce transformateur se compose d'une bobine à double enroulement montée sur socle. Les deux circuits de l'enroulement sont égaux et ont chacun une résistance de 300 ohms. Le noyau est formé par un faisceau de fils de fer. En regard de ce noyau est une armature montée sur ressort qui forme relais en fermant le circuit d'une pile sur un annonceur ou sur une sonnerie.

RÉPARTITEUR INTERMÉDIAIRE. — Il est constitué par des lames métalliques traversant l'ébénisterie et auxquelles sont soudés les différents brins des câbles. Ces lames sont disposées par séries en deux colonnes verticales comprenant trois rangs chacune; la liaison des lames, d'une colonne à l'autre, s'obtient au moyen de conducteurs de jonction.

Pour transférer une ligne d'abonné dans un autre groupe, il faut : 1° enlever les trois conducteurs de jonction; 2° souder trois autres conducteurs aux trois lames reliées aux câbles de :

jacks généraux ; 3° relier ces conducteurs aux trois lames des jacks individuels et annonceurs d'appel du nouveau groupe, en faisant passer ce câble à trois conducteurs, d'abord verticalement entre les colonnes de lames, puis dans un des caniveaux en bois qui règnent le long du répartiteur, celui du haut étant, par exemple, réservé aux permutations des numéros pairs, celui du bas aux numéros impairs.

CABLES INTÉRIEURS. — A l'intérieur du multiple on fait usage de câbles plats de 6 millimètres d'épaisseur. L'aspect de la nappe est ainsi plus régulier, et l'accès de chaque câble plus commode. Les différentes nappes sont soutenues par des tringles amovibles en fer.

CIRCUITS. — La figure 216 représente le schéma d'une ligne d'abonné à travers le multiple.

MULTIPLE A BATTERIE CENTRALE DE LA WESTERN ELECTRIC C°

Le but que la Western Electric C° de Chicago s'est proposé d'atteindre, en étudiant le dispositif que nous allons décrire, a été d'améliorer le service de l'exploitation, tout en diminuant, dans la mesure du possible, les dépenses de matériel, de personnel et d'entretien.

Les conditions à remplir pour obtenir ce résultat consistent à réduire au minimum le matériel, ce qui diminue les frais d'entretien, et aussi à réduire au minimum les manœuvres, ce qui permet d'assurer l'exploitation avec un personnel plus restreint.

Sans développer davantage ces considérations, examinons comment le problème a été résolu.

Chez l'abonné, il ne reste que : un transmetteur, un récepteur auxquels sont adjoints, dans une boîte spéciale, une bobine d'induction, une sonnerie polarisée de 1 000 ohms, un condensateur de 2 microfarads.

Il n'existe chez l'abonné ni appel magnétique, ni pile d'appel, ni pile de microphone ; par conséquent, l'entretien d'un poste d'abonné devient à peu près nul.

Le fait de décrocher le récepteur produit l'appel ; le fait de le raccrocher produit le signal de fin de conversation. En outre, si l'abonné a oublié de raccrocher son récepteur, le poste central en est avisé et peut l'en avertir. Par conséquent les manœuvres sont réduites au minimum et les fausses manœuvres immédiatement corrigées.

Au poste central, à chaque jack individuel correspond une petite lampe à incandescence qui lui est superposée et qui s'allume dès que l'abonné appelant décroche son récepteur. Cette lampe, de la grosseur du jack lui-même, est simplement enfoncée entre deux ressorts, et ces paires de ressorts sont disposées sur une réglette semblable à celle des jacks. Etant situées au-dessus du jack individuel correspondant, les lampes n'ont pas besoin d'être numérotées. Elles sont faciles à remplacer et recouvertes d'un capuchon en verre dont on peut atténuer la transparence ou varier la couleur, et qu'il est aussi facile de changer que de remplacer la lampe elle-même.

Dès que la téléphoniste a enfoncé sa fiche dans le jack individuel de l'abonné appelant, le signal d'appel s'est effacé.

Toute conversation inutile doit être évitée entre l'abonné appelant et la téléphoniste. Celui-ci énonce simplement le numéro de l'abonné demandé. La téléphoniste répète le numéro, tout en faisant le test et en enfonçant la fiche dans le jack de l'abonné demandé ; puis elle met sur appel sa clé qui revient automatiquement au repos.

En introduisant sa fiche dans le jack général de l'abonné demandé et en lançant son courant d'appel, la téléphoniste a allumé une lampe dite de supervision reliée au cordon de sa fiche ; cette lampe s'éteint dès que l'abonné demandé décroche son récepteur.

En cas de retard dans la réponse, la téléphoniste peut renouveler son appel.

Une lampe de supervision est affectée à chaque cordon. Aussitôt que les deux correspondants ont raccroché leurs récepteurs, les deux lampes de supervision des cordons mis au jeu s'allument ; c'est le signal de fin de conversation et la téléphoniste rompt la communication.

La dernière condition à remplir est d'équilibrer le travail des téléphonistes en répartissant, d'une manière rationnelle, les abonnés sur le tableau, de telle sorte que toutes les téléphonistes aient un travail en rapport avec leur habileté professionnelle et qu'elles soient toujours en mesure d'opérer immédiatement.

On y parvient au moyen du répartiteur intermédiaire, qui est absolument indépendant du reste du meuble.

Le rôle du répartiteur intermédiaire consiste uniquement à permuter les jacks individuels sans toucher aux jacks généraux, de façon qu'une même ligne garde toujours le même numéro, c'est-à-dire reste toujours reliée aux mêmes jacks généraux, quelle que soit la place occupée par le jack individuel dans le multiple.

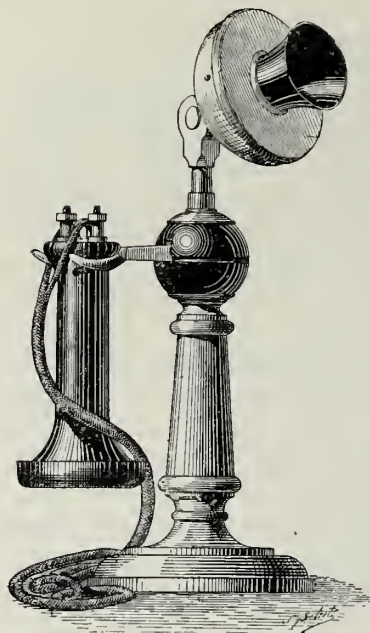


FIG. 217. — Poste téléphonique portatif.

ORGANES. — Dans les postes d'abonnés, on fait usage de postes muraux, de postes portatifs ou d'appareils combinés installés dans les conditions que nous avons indiquées. Le transmetteur est un solid-back ; le récepteur, un téléphone Bell. Les figures 217 et 218 montrent ces dispositifs. Le manche de l'appareil combiné est pourvu d'une clé qui, sous la pression de la main de l'opérateur, ferme le circuit de conversation ; cette clé joue le même rôle que le levier-commutateur des appareils muraux ou portatifs.

Au poste central, le microphone est monté sur un hausse-col (*fig. 219*), que la téléphoniste suspend à son cou. Elle peut régler à sa volonté la position de ce microphone. La figure 219 permet de comparer l'ancien système de suspension du microphone avec le système actuel bien plus pratique.

Le récepteur est un serre-tête.

La clé combinée d'appel et d'écoute est formée par un levier qui se déplace entre deux jeux de ressorts auxquels elle fait abandonner leurs plots de repos pour les mettre en contact avec leurs plots de travail. Les ressorts les plus rapprochés de la téléphoniste appartiennent à la clé d'écoute.

Lorsque la téléphoniste attire le levier, elle se met sur écoute ; lorsqu'elle le repousse, elle lance un courant d'appel. Le levier reste embrayé dans la position d'écoute ; il revient automatiquement au repos après avoir produit l'appel.

COMMUNICATIONS. — La figure schématique numéro 220 va nous permettre de voir par quelle combinaison des circuits on est parvenu à atteindre le but qu'on se proposait.

On voit, sur la figure 220, que, au repos, la source d'électricité installée au bureau central est reliée aux bornes du poste d'abonné A. Toutefois, tant que le récepteur a_4 reste suspendu au crochet a_3 , le condensateur a_5 empêche la formation d'un courant continu, les courants alternatifs d'appel pouvant néanmoins actionner la sonnerie polarisée.

Si, au poste A, on décroche le récepteur a_4 , le circuit de la batterie de la station centrale se trouve fermé à travers ce poste A par le transmetteur a_1 et par l'enroulement primaire a_7 de la bobine d'induction a_6 . De la sorte, dès que le récepteur a_4 est enlevé du crochet a_3 , un courant passe par le relais d'appel b_3 , dont l'armature est attirée et ferme le circuit de la lampe à incandescence b_{10} . Cette lampe s'allume et sert de signal d'appel.

En effet, la lampe b_{10} est reliée d'un côté par le conducteur 8 au contact de travail de l'armature b_9 , et, de l'autre, par les conducteurs 9 et 12 au pôle négatif de la batterie centrale mise à la terre.

Or, le relais d'appel b_3 fait partie d'un groupe de relais dont toutes les armatures b_9 sont reliées au pôle positif de la batterie centrale par l'enroulement d'un *relais pilote* b_{11} , unique pour chaque groupe, et par le conducteur 11.

Le relais pilote b_{11} , ayant son enroulement dans le circuit de la lampe b_{10} est excité tant que cette lampe est allumée, son armature b_{12} reste attirée et en contact avec son plot de travail, de sorte que le circuit comprenant la batterie centrale et la *lampe pilote* b_{13} reste fermé tant que le relais d'appel b_8 est sur contact.

Les lampes b_{10} et b_{13} restent donc allumées aussi longtemps qu'au poste d'abonné A le récepteur a_4 reste décroché et tant que le *relais de coupure* b_5 reste au repos.

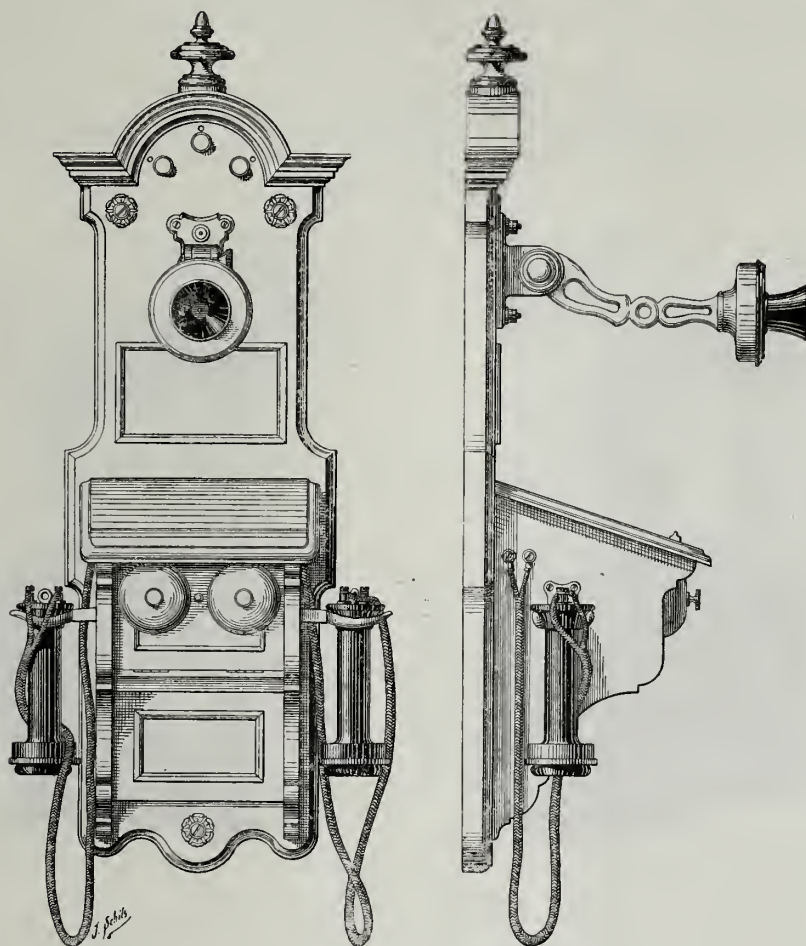


FIG. 218. — Poste téléphonique mural pour abonnés.

La lampe-pilote b_{13} a pour objet d'indiquer qu'un appel s'est produit dans le groupe; elle supplée, en quelque sorte, une quelconque des lampes d'appel qui, détériorée, ne se serait pas allumée.

Chaque paire de fiches c_1 et c_2 forme un système indépendant permettant de réunir entre elles deux lignes quelconques du commutateur multiple B. Lorsqu'une fiche c_1 ou c_2 est enfoncée dans un jack b_1 , la pointe c_3 touche le petit ressort de ligne b_2 , l'anneau c_4 est en rapport avec le grand ressort de ligne b_3 et le corps c_5 avec la bague b_4 .

La pointe c_3 de la fiche c_1 est à la terre par le conducteur 4 et par l'enroulement c_8 de la bobine c_7 ; l'anneau c_4 est relié au pôle positif de la batterie centrale par le conducteur 3, l'enroulement du *relais de supervision* c_{12} et l'enroulement c_9 de la bobine c_7 ; le corps c_5 est également réuni au pôle positif de la batterie centrale, mais par le conducteur 10, par la *lampe de supervision* c_{15} , par la bobine c_{16} et par le conducteur 11.

La pointe de la fiche c_2 est à la terre par le conducteur 6, par le contact de repos du res-

sort f_3 de la clé d'appel f_2 et par l'enroulement c_{10} de la bobine c_7 ; l'anneau c_4 est relié au pôle positif de la batterie centrale par le conducteur 7, le contact de repos du ressort f_6 de la clé d'appel f_2 , l'enroulement du relais de supervision c_{12} et l'enroulement c_{11} de la bobine c_7 ; le corps c_3 est également réuni au pôle positif de la batterie centrale, mais par le conducteur c_{10} , par la lampe de supervision c_{15} , par la bobine c_{16} et par le conducteur 11.

Autour de chacune des lampes de supervision c_{15} correspondant aux fiches c_1 et c_2 se trouve un shunt formé par le conducteur 13, le contact de travail du relais c_{12} et la bobine c_{17} . Ce shunt n'est fermé que si l'armature c_{14} du relais c_{12} correspondant est attirée et appuyée sur son contact de travail.

Dans chaque groupe desservi par une téléphoniste, tous les contacts de travail des clés d'écoute f_1 sont reliés aux bornes du poste d'opérateur D. Ainsi tous les contacts de travail des ressorts f_3 de ce groupe sont reliés à une des bornes du récepteur d_2 par le conducteur 14 et



FIG. 219. — Appareil téléphonique d'opérateur.

par l'enroulement secondaire d_7 de la bobine d'induction d_3 ; tous les contacts de travail des ressorts f_4 de ce groupe sont reliés par le conducteur 15 et par le condensateur d_8 à l'autre borne du même récepteur d_2 .

Le condensateur d_8 a pour but d'empêcher le passage du courant de la batterie centrale à travers le récepteur d_2 lorsque la clé combinée F est mise sur écoute.

Le transmetteur d_1 du poste D a une borne reliée au pôle positif de la batterie centrale par la bobine de self-induction d_4 ; l'autre borne de ce transmetteur est reliée à la terre par l'enroulement primaire d_6 de la bobine d'induction d_3 . Le transmetteur d_1 et l'enroulement d_6 sont shuntés par le condensateur d_3 .

Lorsqu'une fiche quelconque c_1 ou c_2 est enfoncée dans un jack b_1 , le circuit de la batterie centrale est fermé par : c_3 , bague b_1 , 11, c_{16} , 10, lampe de supervision c_{15} , 3, enroulement du relais de coupure b_3 , 12, terre. Par conséquent, tant qu'une fiche c_1 ou c_2 reste dans le jack b_1 , le relais de coupure b_3 est excité; ses armatures b_6 , b_7 sont attirées et isolées de leurs contacts de repos, coupant en ce point la ligne de l'abonné; le relais d'appel b_8 ne peut donc plus être actionné, mais l'introduction de la fiche dans le jack a ouvert un nouveau chemin au courant de

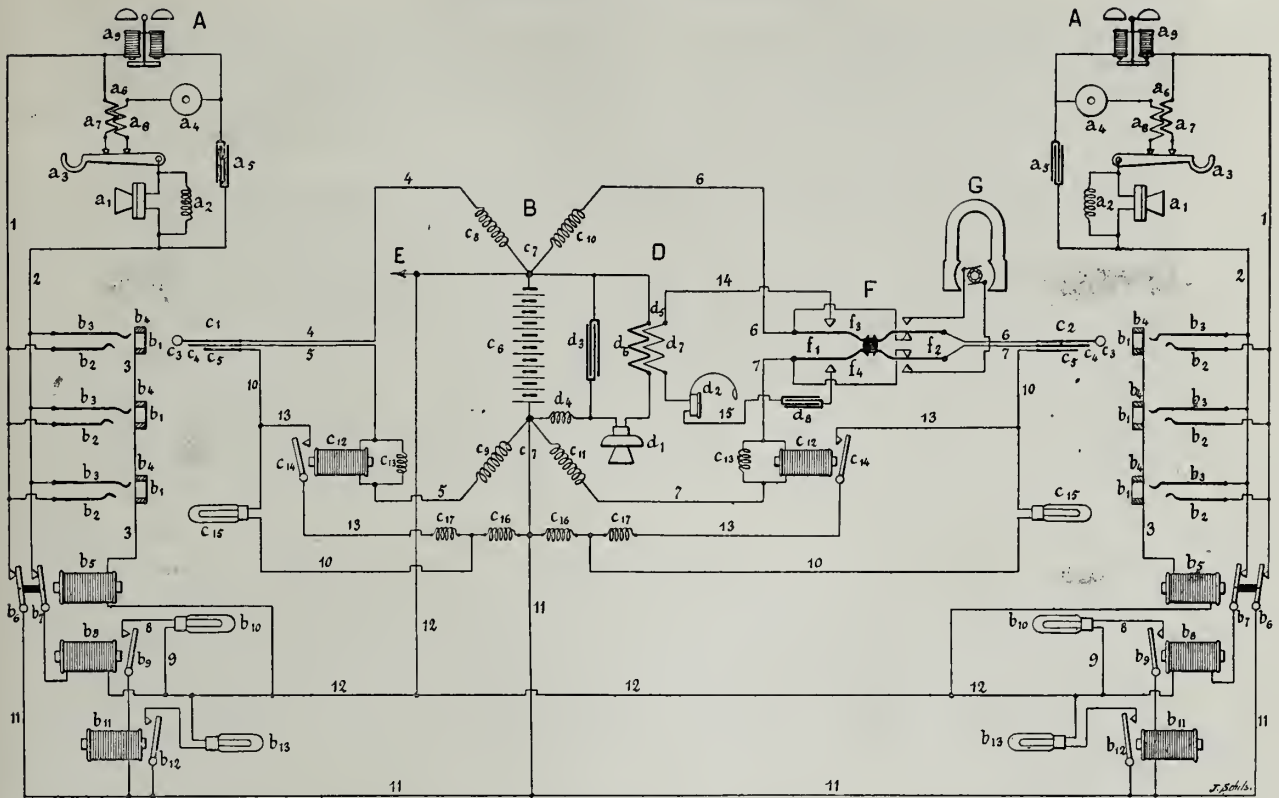


FIG. 220. — Schéma des connexions du multiple à batterie centrale.

A. — Poste téléphonique d'un abonné.

- a₁. Transmetteur.
- a₂. Bobine de self-induction en dérivation sur a₁.
- a₃. Crochet mobile.
- a₄. Récepteur.
- a₅. Co. condensateur de 2 microfarads.
- a₆. Bobine d'induction.
- a₇. Enroulement primaire de a₆.
- a₈. Enroulement secondaire de a₆.
- a₉. Sonnerie polarisée de 1 000 ohms.

B. — Commutateur du bureau central.

- b₁. Jack (les jacks sont montés en dérivation).
- b₂. Petit ressort de b₁ relié à la ligne 1.
- b₃. Grand ressort de b₁ relié à la ligne 2.
- b₄. Bague d'essai de b₁ reliée au conducteur local d'essai 3.
- b₅. Relais de coupure à 2 armatures avec 2 contacts de repos, dont l'enroulement est intercalé sur le conducteur local 3 qui relie les bagues d'essai b₄ au pôle négatif de la batterie centrale c₆ mis à la terre en E.
- b₆. Première armature du relais de coupure b₅, reliée au pôle positif de la batterie centrale c₆.
- b₇. Seconde armature du relais de coupure b₅, reliée au pôle négatif de la batterie centrale c₆ mis à la terre en E.
- b₈. Relais d'appel intercalé sur le conducteur 12 qui relie b₇ à E.
- b₉. Armature de b₈ reliée au pôle positif de la batterie centrale c₆.
- b₁₀. Lampe à incandescence formant le signal d'appel.
- b₁₁. Relais pilote intercalé sur le conducteur qui relie les armatures b₉ de tout un groupe de relais b₈ au pôle positif de la batterie centrale c₆.
- b₁₂. Armature de b₁₁.
- b₁₃. Lampe à incandescence formant signal pilote pour tout un groupe de lampes b₁₀.
- c₁. Fiche de réponse à trois contacts.
- c₂. Fiche d'appel à trois contacts.
- c₃. Pointe d'une fiche c₁ ou c₂.
- c₄. Anneau d'une fiche c₁ ou c₂.
- c₅. Corps d'une fiche c₁ ou c₂.
- c₆. Batterie centrale composée de 11 éléments d'accumulateurs dont la force électromotrice est de 24 volts et la résistance intérieure pratiquement négligeable.

- c₇. Bobine d'induction à 4 enroulements.
- c₈. Enroulement de c₇ intercalé entre la pointe c₃ de c₁ et E.
- c₉. Enroulement de c₇ intercalé entre l'anneau c₄ de c₁ et le pôle positif de c₆.
- c₁₀. Enroulement de c₇ intercalé entre la pointe c₃ de c₂ et E.
- c₁₁. Enroulement de c₇ intercalé entre l'anneau c₄ de c₂ et le pôle positif de c₆.
- c₁₂. Relais de supervision intercalé entre c₇ et l'anneau c₄ de la fiche qui lui correspond. Ce relais commande c₁₅.
- c₁₃. Bobine de résistance à très faible self-induction, placée en shunt sur les bornes du relais c₁₂, afin de faciliter le passage des ondes téléphoniques.
- c₁₄. Armature de c₁₂.
- c₁₅. Lampe à incandescence de supervision.
- c₁₆. Bobine de résistance de 80 ohms intercalée sur le conducteur qui relie le pôle positif de c₆ à c₁₃.
- c₁₇. Bobine de résistance de 40 ohms placée en shunt sur les bornes de c₁₅ lorsque l'armature c₁₄ de c₁₂ est attirée.

D. — Poste d'opérateur desservant un groupe de fiches.

- d₁. Transmetteur.
- d₂. Récepteur serre-tête.
- d₃. Condensateur placé en shunt sur le circuit primaire de D.
- d₄. Bobine de self-induction de 140 ohms intercalée sur le conducteur qui relie d₁ au pôle positif de c₆.
- d₅. Bobine d'induction du poste D.
- d₆. Enroulement primaire de d₅.
- d₇. Enroulement secondaire de d₅.
- d₈. Condensateur intercalé sur le circuit secondaire de D.

E. — Terre.

F. — Clé combinée d'appel et d'écoute correspondant à la fiche d'appel c₂ d'une paire de cordons.

- f₁. Partie de F servant de clé d'écoute.
- f₂. Partie de F servant de clé d'appel.

G. — Générateur à courants alternatifs destiné à actionner les sonneries polarisées a₉ des postes d'abonnés A.

la batterie centrale. Les pôles de cette batterie, représentés par la pointe et l'anneau de la fiche sont, en effet, mis en relation avec les fils 1, 2 par les ressorts du jack et le nouveau circuit ainsi composé contient le relais de supervision c_{12} de la fiche employée. De la sorte, si, au poste A, le récepteur est décroché, la batterie centrale fournit le courant au transmetteur d_1 et excite le relais de supervision c_{12} correspondant à la fiche employée.

L'excitation du relais de supervision c_{12} entraîne la fermeture du shunt 13, de sorte que la lampe de supervision c_{13} ne s'allume pas et indique à la téléphoniste que le poste A est dans la position de conversation. Lorsque ce poste remettra son récepteur au crochet, il coupera le circuit de la batterie centrale, le relais c_{12} cessera de fonctionner, le shunt 13 sera rompu et la lampe c_{13} s'allumera, indiquant ainsi à la téléphoniste que le poste A est sur sonnerie et qu'elle peut retirer la fiche enfoncée dans le jack de l'abonné A.

Pour mettre son poste D en relation avec une paire de fiches c_1c_2 , la téléphoniste n'a qu'à déplacer le levier de la clé combinée F correspondant à cette paire de fiches, de façon à faire buter les ressorts f_3 et f_4 contre leurs contacts de travail respectifs représentant les bornes du circuit secondaire 14, 15 du poste D.

La mise sur écoute de la clé F a pour effet de relier le poste D : 1° directement aux conducteurs 6 et 7 de la fiche c_2 ; 2° aux conducteurs de la fiche c_1 à travers la bobine translitrice à quatre enroulements c_7 . Par conséquent, la mise sur écoute de la clé F permet à la téléphoniste de communiquer avec une ligne reliée à la fiche c_1 , aussi bien qu'avec une ligne reliée à la fiche c_2 .

Pour lancer un courant d'appel sur la fiche c_2 , la téléphoniste n'a qu'à placer sa clé combinée F sur appel, c'est-à-dire à faire buter les ressorts f_5 et f_6 contre leurs contacts de travail, de façon à mettre les pôles du générateur G en relation avec la pointe c_3 et l'anneau c_4 de la fiche d'appel c_2 .

La batterie centrale est reliée à toutes les lignes et à toutes les paires de clés du commutateur multiple dont les jacks sont montés en dérivation; elle fournit l'énergie électrique aux signaux d'appel et aux signaux de supervision du bureau central, ainsi qu'aux transmetteurs des postes d'abonnés et des postes d'opérateurs.

L'ensemble des opérations depuis l'appel jusqu'à la rupture de la communication peut se résumer ainsi :

A. L'abonné X appelant décroche son récepteur; la lampe d'appel correspondante b_{10} s'allume au poste central.

B. La téléphoniste du groupe auquel appartient l'abonné X enfonce une fiche de réponse c_1 dans le jack b_1 de cet abonné; de ce fait, elle éteint la lampe b_{10} par suite du fonctionnement du relais de coupure b_3 ; mais la lampe de supervision c_{13} , associée à la fiche c_1 ne s'allume pas par suite de l'excitation du relais c_{12} . Toutefois la lampe de supervision s'allumerait si l'abonné X, ayant renoncé à correspondre, avait remis son récepteur au crochet.

C. La téléphoniste se met sur écoute et prononce le seul mot *numéro*?

D. Avec la pointe de la fiche c_2 , la téléphoniste fait le test sur la bague du jack général le plus voisin appartenant à la ligne demandée.

E. Si la ligne demandée est libre, elle enfonce la fiche c_2 dans le jack essayé et lance un courant d'appel sur cette ligne au moyen de la clé F. La lampe de supervision c_{13} , associée à la fiche c_2 , s'allume et reste allumée jusqu'à ce que l'abonné demandé Y ait décroché son récepteur. Par la simple inspection du signal de supervision, la téléphoniste connaît donc le moment précis où l'abonné demandé répond à son appel.

F. Si l'abonné demandé Y tarde à répondre, la téléphoniste renouvelle son appel en agissant de nouveau sur la clé combinée F.

G. Si l'abonné demandé ne répond pas, la téléphoniste en informe l'abonné demandeur.

H. Dès que l'extinction de la lampe de supervision indique la réponse de l'abonné demandé, la conversation commence entre les deux abonnés mis en relation à travers la bobine translitrice à quatre enroulements c_7 .

I. Aussitôt qu'un des abonnés replace son récepteur au crochet, il rompt le circuit

d'alimentation de son transmetteur et rallume la lampe de supervision c_{15} . La téléphoniste peut donc, par un simple regard jeté sur les deux lampes c_{15} , juger de l'état des postes des deux abonnés. L'allumage simultané des deux lampes constitue le signal de fin de conversation.

J. A ce moment la téléphoniste rompt la communication en remettant les fiches c_1 , c_2 au repos.

Le système à batterie centrale a été appliqué à des multiples dans lesquels les lampes à incandescence sont remplacées par des signaux mécaniques; dans une autre variante, on fait usage de jacks à rupture montés en série.

D'après des statistiques qui nous ont été communiquées par la *Western Electric Co*, plus de 150 000 abonnés seraient actuellement desservis aux États-Unis par le système à batterie centrale. Quarante-neuf villes aux États-Unis utiliseraient déjà ce nouveau système et cinquante-cinq autres seraient en voie de transformation.

En Europe, le multiple à batterie centrale fonctionne à Bristol pour 1 800 abonnés. On l'installe en ce moment en Angleterre à Hall, Nottingham, Sunderland et Londres; en Belgique: à Bruxelles et à Liège, et enfin à Bucharest en Roumanie.

CALCULAGRAPH

Cet instrument, qui n'a rien d'électrique sert, en Amérique, à enregistrer la durée des conversations téléphoniques interurbaines. Sa description succincte sera pour nous l'occasion d'étudier la méthode employée aux États-Unis en vue de récupérer les dépenses occasionnées par l'installation et l'entretien des lignes téléphoniques les plus étendues et pour réaliser des bénéfices dans une large mesure. Le *calculagraph* (fig. 221) est une pendule, du genre des réveille-matin qui est posée sur la table des lignes interurbaines et qui, à l'aide de deux manettes, permet d'imprimer sur un ticket, à une seconde près, le commencement et la fin des conversations échangées, l'écart entre les deux annotations représentant la durée de la correspondance. La figure 222 montre un *calculagraph* installé sur une table interurbaine.

Si l'on considère l'énorme dépense occasionnée par la construction et par l'entretien d'une ligne de 2 500 kilomètres, comme celle qui réunit Boston à Omaha, on conçoit que le salaire des téléphonistes ne joue qu'un rôle secondaire dans les frais d'exploitation, tandis qu'il devient prépondérant lorsqu'il s'agit de réseaux urbains.

Dans cet ordre d'idées, les Américains n'ont pas craint d'augmenter le personnel pour obtenir de leurs lignes à longue distance un rendement voisin du maximum.

A cet effet, la ligne interurbaine a été exclusivement réservée aux conversations payantes; toutes les communications de service sont acheminées par une voie parallèle.

Les longues lignes interurbaines sont installées pour des communications simultanées télégraphiques et téléphoniques, d'après le système van Rysselberghe modifié par Jacob. Le téléphone est réservé aux abonnés payants; le télégraphe sert aux messages de service.

Une communication ne doit être établie qu'après avoir été *mise au point*, c'est-à-dire amorcée aux deux bouts de la ligne, l'appelant et l'appelé étant prêts à correspondre sans aucun retard.

La téléphoniste interurbaine est déchargée de tout travail administratif, tel que écritures, appel, choix des lignes, etc.

Son travail est limité au contrôle des lignes à longue distance dont l'exploitation lui est confiée :

Un exemple nous fera mieux comprendre :

Un abonné X demande un abonné Y habitant une autre ville. L'abonné X appelle la téléphoniste A de son bureau central et lui dit simplement « longue distance ». Aussitôt la téléphoniste A appuie sur un bouton de conversation qui la relie à la téléphoniste *receiving* (réceptrice) du bureau des longues distances et, en même temps, elle énonce le numéro de l'abonné demandeur, puis elle enfonce une fiche spéciale appelée *tone test* (test secondaire) dans le jack de l'abonné X, afin de réserver sa ligne pour la communication à intervenir.

La téléphoniste *réceptrice* du bureau des longues distances inscrit le numéro de l'abonné X sur un ticket qui devra servir à contrôler toutes les opérations ultérieures. Elle passe aussitôt ce ticket à une seconde téléphoniste nommée *recording* (annotatrice), qui se met en relation avec l'abonné. A cet effet elle appelle, par un circuit de conversation, la téléphoniste B (d'arrivée) du bureau demandeur, en indiquant le numéro de l'abonné X. La téléphoniste B indique en retour le numéro de la ligne auxiliaire à employer, ligne multipliée devant la téléphoniste *annotatrice*; puis, après avoir fait le test, elle relie la ligne de l'abonné X à cette ligne auxiliaire. La téléphoniste B distingue très nettement le *test secondaire* du test ordinaire, de sorte que le test secondaire, tout en empêchant les autres téléphonistes de s'emparer de la ligne X, donne à la téléphoniste B la certitude que cette ligne est réservée à la communication interurbaine en instance. Dès que la téléphoniste B enfonce une fiche dans le jack de l'abonné X, un signal visible indique à la téléphoniste A qu'elle peut retirer la fiche du *test secondaire*.

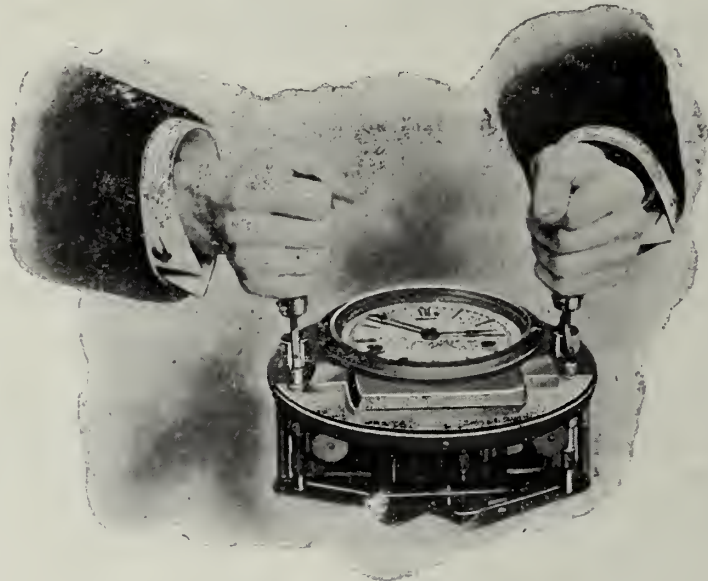


FIG. 221. — Calculagraph.

La fiche de *test secondaire*, tout en empêchant les autres téléphonistes de s'emparer de la ligne, laisse cependant à l'abonné X la latitude d'appeler la téléphoniste A et de lui indiquer qu'il renonce à la communication interurbaine qu'il a demandée.

Les fonctions de la téléphoniste *annotatrice* sont très délicates; on ne les confie qu'aux meilleures opératrices, connaissant à fond les réseaux interurbains et parlant plusieurs langues étrangères. Elle doit notamment s'assurer que l'abonné demandé Y est présent et qu'il accepte la communication, afin de renseigner à ce sujet le demandeur X; elle inscrit sur son ticket le numéro de l'abonné Y, le nom du réseau, l'heure exacte de la demande, la nature de la communication (immédiate, à heure fixe, à taxe réduite, de service, d'État), le groupe des lignes interurbaines à utiliser, etc...

Le ticket ainsi préparé par la téléphoniste *annotatrice* est transmis automatiquement ou par l'intermédiaire d'un messenger, ce que nous appelons en France un *bouliste*, à un télégraphiste adjoint au groupe des lignes interurbaines desservant le réseau de l'abonné Y.

Pour appeler le *bouliste*, la téléphoniste *annotatrice*, en pressant sur bouton, allume un signal qui porte le numéro de sa table. Le premier messenger disponible vient prendre le ticket et le remet au télégraphiste qui, en signaux conventionnels très courts, en transmet le contenu à son collègue du réseau Y.

L'abonné Y, interpellé, fait connaître s'il accepte la communication.

Dès que la présence de l'abonné Y a été reconnue et qu'il a consenti à communiquer, on immobilise sa ligne par une flèche de *test secondaire*, ledit abonné conservant la faculté d'appeler le poste central de son réseau.

La communication est donc amorcée aux deux bouts de la ligne interurbaine; les abonnés sont présents et prêts à entrer en relation.

Aussitôt que le télégraphiste de la ville d'où provient la demande apprend que l'abonné Y est amorcé, il l'inscrit sur le ticket, qu'il remet à la téléphoniste interurbaine par l'intermédiaire d'une *téléphoniste auxiliaire*, dont la fonction consiste à s'assurer que l'abonné X est toujours présent et relié à la ligne auxiliaire que la *téléphoniste annotatrice* a choisie.

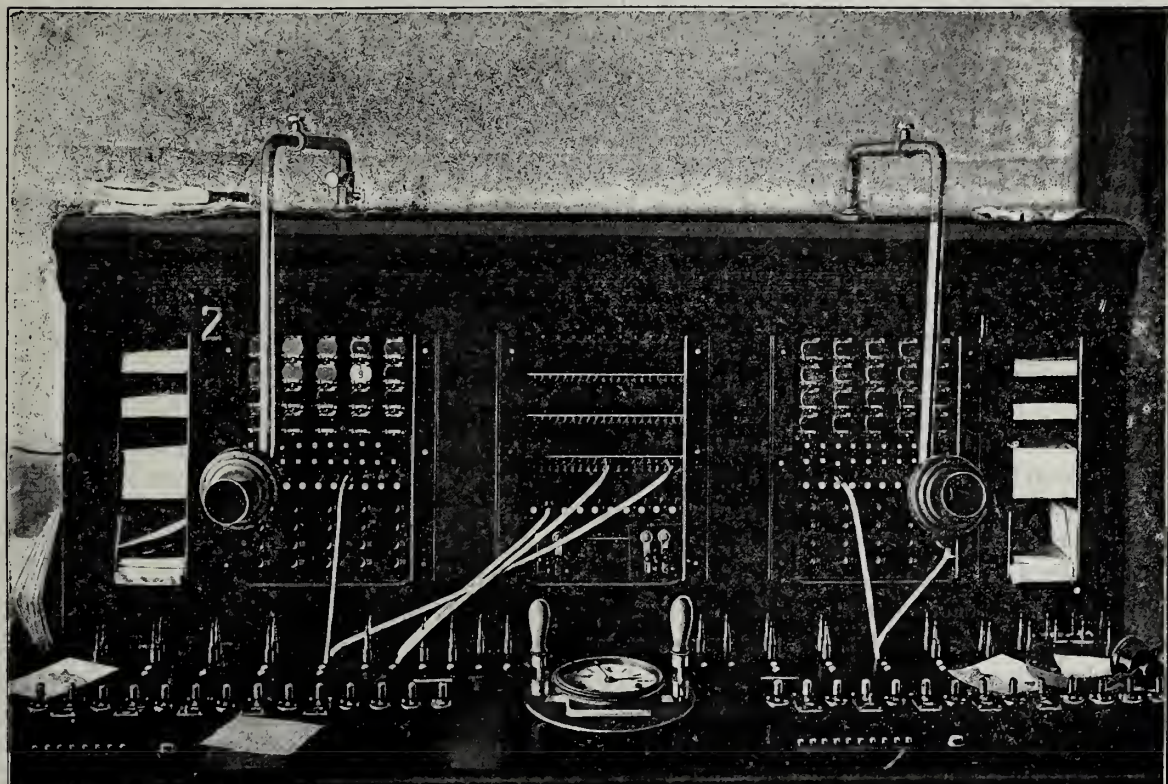


FIG. 222. — Installation du calculagraphe sur une table interurbaine.

La ligne auxiliaire est ou n'est pas multipliée sur la table interurbaine.

Si elle est multipliée, la téléphoniste n'a qu'à relier une fiche à cette ligne auxiliaire et à appeler l'abonné X, sauf à laisser la téléphoniste interurbaine parfaire la communication.

Si la ligne auxiliaire n'est pas multipliée sur la table interurbaine, la *téléphoniste auxiliaire* relie cette ligne à la table interurbaine au moyen d'une ligne de service spéciale.

Le rôle de la téléphoniste *interurbaine manipulante* ne commence qu'au moment où la *téléphoniste auxiliaire* lui passe le ticket sur lequel sont inscrites les indications de toutes les opérations précédentes.

Du côté de l'abonné demandeur, la téléphoniste interurbaine est, dès le début, en relation avec cet abonné et le prévient, en temps utile, que la ligne interurbaine va lui être donnée. A l'autre extrémité de la ligne, la téléphoniste interurbaine a préparé l'abonné demandé, de sorte que, sans perdre une seconde, les deux abonnés peuvent être reliés à l'instant précis où la ligne interurbaine devient disponible.

Dès que la communication est établie et aussitôt que les deux abonnés X et Y entrent en

relation, la téléphoniste interurbaine de l'abonné demandeur engage le ticket relatif à cette communication dans le *calculagraph* qui imprime automatiquement l'heure exacte du commencement de la conversation. A la fin de cette conversation, l'heure est également imprimée par le même *calculagraph*, qui, à une seconde près, marque la durée totale de la conversation.

La fin de conversation est automatiquement signalée, de sorte que les téléphonistes intéressés peuvent aussitôt libérer les lignes auxiliaires utilisées.

Les taxes étant fort élevées, les abonnés conservent habituellement la ligne jusqu'à la limite extrême du temps qui leur est accordé pour la première unité de la taxe. Il n'est pas de rigueur de couper la communication lorsque cette limite est dépassée. On prévient simplement les intéressés qu'une nouvelle taxe unitaire leur sera appliquée. La durée de la conversation n'est limitée qu'en cas d'encombrement des lignes et pour empêcher leur accaparement. Mais on n'a que rarement recours à cette mesure, tant le nombre des lignes est grand et leur rendement élevé.

Lorsque le nombre des lignes devient insuffisant, on en établit de nouvelles. Les lignes interurbaines ne restent d'ailleurs jamais sans emploi; car, équipées pour la télégraphie et la téléphonie simultanées, on les loue à des particuliers, pendant les heures de chômage, pour les correspondances télégraphiques privées.

Cette note sur les communications interurbaines en Amérique est extraite d'un rapport de M. André, ingénieur de la maison Aboilard qui, avec son obligeance habituelle, a bien voulu nous autoriser à en reproduire les termes. Tout en abrégeant ce rapport, nous n'y avons presque rien changé.

COMMUTATEUR A COURANT PERMANENT DU POST OFFICE ANGLAIS

Ce commutateur est exposé dans la section anglaise. Son originalité consiste dans l'emploi d'un courant permanent destiné à maintenir le signal d'appel dans sa position de repos, de sorte que, pour appeler la station centrale, l'abonné doit interrompre ce courant continu. Tant que le récepteur de l'abonné reste accroché, le courant reste établi sur la ligne; mais, dès que le récepteur est décroché, le courant est automatiquement interrompu.

Le fait de décrocher le récepteur dans un poste d'abonné produit le signal d'appel; inversement, le fait de raccrocher le récepteur produit le signal de fin de conversation.

La téléphoniste du bureau central connaît donc toujours la position occupée par les leviers-commutateurs des abonnés correspondants.

Il n'existe pas comme dans le commutateur de la Western Electric, précédemment décrit, une batterie centrale, mais bien des piles dans chacun des postes d'abonnés. Cependant, pour réduire la dépense d'énergie électrique du courant permanent, le Post Office fait usage d'annonceurs d'appel ayant une résistance de 1 000 ohms et de relais de 2 000 ohms.

Les piles installées au poste de l'abonné sont montées en série sur les deux fils de ligne comprenant, au bureau central, le jack individuel et l'annonceur d'appel. Le circuit de ces piles est fermé par le levier-commutateur tant que celui-ci reste appuyé sur son contact de sonnerie, c'est-à-dire tant que le récepteur est accroché. Le courant permanent qui circule ainsi sur la ligne est de faible intensité, car il traverse la sonnerie polarisée de l'abonné, la ligne et l'annonceur d'appel du poste central, dont la résistance est de 1 000 ohms. Cette intensité est toutefois suffisante pour maintenir attirée l'armature de l'annonceur, ce qui a pour effet de masquer le signal d'appel.

Dès que le levier-commutateur de l'abonné s'appuie sur son contact de conversation, c'est-à-dire dès que l'on décroche le récepteur, le circuit des piles est rompu en ce point; au poste central, l'annonceur cesse d'être actionné et laisse apparaître le signal d'appel.

Pour prendre l'ordre de l'abonné appelant, la téléphoniste du poste central enfonce la fiche de réponse dans le jack individuel, ce qui a pour effet: 1° de couper l'annonceur d'appel, le jack individuel étant à rupture; 2° d'effacer le signal d'appel, car le jack possède deux ressorts supplémentaires qui forment sur l'annonceur le circuit d'une pile locale.

En agissant sur sa clé d'écoute, la téléphoniste met le poste d'opérateur en relation avec la fiche de réponse et la ligne d'abonné ; en même temps, par deux ressorts supplémentaires, la pile microphonique est mise en circuit sur le microphone et l'enroulement primaire de la bobine d'induction.

Ici, deux cas se présentent : Le tableau ne comporte pas de jacks généraux multiples ou bien, au contraire, c'est un multiple.

Dans le premier cas, le test n'existe pas, et la téléphoniste enfonce purement et simplement sa fiche d'appel dans le jack individuel de l'abonné demandé. Par ce fait même, le courant d'appel est lancé automatiquement sur la ligne de l'abonné demandé. En effet, la clé d'écoute abaissée a relié les cordons de la fiche d'appel à la clé d'appel, dont une des branches a ses contacts de repos reliés au générateur, de sorte que, dans ce cas particulier, il n'est pas besoin d'appuyer sur la clé d'appel pour provoquer les émissions de courant dans la direction de l'abonné demandé.

Dans le cas où le tableau contient des jacks généraux multiples, il est nécessaire de faire le test et, pour cela, il convient non seulement de maintenir la clé d'écoute abaissée, mais encore d'agir sur la clé d'appel.

En abaissant la clé d'appel, on a mis le circuit secondaire du poste d'opérateur en relation avec la pointe et avec le corps de la fiche d'appel. La pointe de cette fiche a été mise à la terre par la prise de terre qui existe au milieu de l'enroulement du récepteur ; il est donc possible de faire le test, dans les conditions ordinaires, en touchant avec la pointe de la fiche d'appel la bague du jack général de l'abonné demandé.

Dès que le test a été fait, la téléphoniste a abandonné la clé d'appel qui a repris automatiquement sa position de repos et a rétabli la communication entre le générateur et le cordon de la fiche d'appel, de sorte que, en enfonceant sa fiche dans le jack de l'abonné demandé, la téléphoniste lui envoie un courant d'appel qui d'ailleurs ne peut s'écouler que par là.

Dès que la communication est établie, la téléphoniste relève sa clé d'appel. Il est à remarquer, à ce sujet, que l'établissement de la clé d'écoute a coupé deux relais de supervision de 2 000 ohms de résistance chacun ; le relèvement de cette clé les remet en circuit. Chacun de ces relais est associé à l'une des fiches ; ils commandent des signaux visibles qui permettent à la téléphoniste de suivre la marche des communications sans être dans l'obligation de se mettre sur écoute.

Le signal de gauche indique le moment précis où l'abonné demandé décroche son récepteur. Le circuit du relais est, en effet, fermé pendant ce temps et une pile locale agit sur le signal. Dès que l'abonné décroche son récepteur, le circuit du relais est ouvert ; il en est de même de celui de la pile locale et un nouveau signal, bien distinct du premier, apparaît à gauche. Pour plus de clarté, appelons le premier *signal positif*, et le second *signal négatif*.

Le signal de droite indique de la même façon la position occupée par le levier-commutateur de l'abonné appelant ; il est négatif tant que son récepteur est décroché ; il devient positif aussitôt qu'il raccroche son récepteur.

Deux signaux positifs apparaissant simultanément constituent le signal de fin de conversation.

Lorsque la clé d'écoute est abaissée, la clé d'appel permet d'envoyer, s'il est nécessaire, un courant dans la direction de l'abonné appelant.

Il existe une clé d'écoute par paire de cordons et une seule clé d'appel pour chaque téléphoniste.

Malgré leur faible débit, il semble que les piles des postes d'abonnés doivent s'épuiser assez rapidement sous le régime du courant permanent ; c'est peut-être un point faible du système qui, en somme, constitue l'étape intermédiaire entre l'ancienne exploitation des multiples en dérivation et le régime de la batterie centrale, déjà mis en pratique en Angleterre.

CONCLUSION

De l'étude à laquelle nous nous sommes livré au sujet des appareils téléphoniques de toutes sortes qui figuraient à l'Exposition de 1900, il résulte que le nombre des nouveautés présentant un réel intérêt est très restreint.

Par contre, nous avons constaté, surtout à l'étranger, une tendance très prononcée en faveur des microphones à charbon granulé que, presque partout, on cherche à substituer aux microphones à baguettes de charbon. De même aussi, on est bien revenu des anciens errements qui consistaient à installer séparément chez l'abonné les divers instruments qui constituent son poste. Aujourd'hui, au contraire, on réunit dans un petit meuble qu'on cherche à rendre élégant les divers éléments qui entrent dans la composition d'un poste d'abonné : transmetteur, récepteurs, appel magnétique, sonnerie, pile de microphone.

Les applications du téléphone sont, dans bien des cas, intimement liées à celles du télégraphe ; la télégraphie et la téléphonie simultanées, notamment, la téléphonie militaire, si étroitement associée à la télégraphie de campagne, ne permettent pas d'opérer une disjonction ; aussi avons-nous pensé que les applications du téléphone avaient leur place tout indiquée à côté de celles du télégraphe ; nous les avons reportées à la fin de ce fascicule, après la description des systèmes télégraphiques qui ont figuré à l'Exposition ; c'est là que nous invitons le lecteur à les consulter.

TABLE DES MATIÈRES

NEUVIÈME PARTIE

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE

1^{re} SECTION

TÉLÉPHONIE

1

Récepteurs téléphoniques

Récepteur Ader.....	1
Récepteur d'Arsonval	3
Récepteur Aubry.....	3
Récepteur Bell.....	4
Récepteur Breguet bipolaire.....	4
— — unipolaire.....	4
Récepteur Burgunder.....	4
Récepteur Charollois	4
Récepteur à plaque polarisée Colson.....	6
Récepteur Deckert.....	6
Récepteur Ducouso.....	7
Récepteur Gallais.....	8
Récepteur Germain.....	8
Récepteur Goloubitzky.....	8
Récepteur amplificateur Massin.....	9
Récepteur Mercadier et Anizan.....	9
Bitéléphone Mercadier.....	10
Récepteur Ochorowicz	10
Récepteurs Siemens et Halske.....	11
Récepteur Sieur à point conséquent.....	12
Récepteur Teilloux à aimants plats accouplés	12

11

Transmetteurs à baguettes de charbon

Transmetteurs Ader.....	13
Transmetteurs d'Arsonval.....	15
Transmetteurs Breguet	18
Transmetteurs Burgunder.....	20
Transmetteurs Château.....	22
Transmetteur Eurieult.....	23
Transmetteurs Gallais.....	24

Transmetteurs Guyomard et Rolland.....	26
Transmetteur de Lalande.....	27
Transmetteurs Mercadier et Anizan.....	27
Transmetteurs Mors-Abdank.....	28

III

Transmetteurs à grenaille moulée

Transmetteurs Bailleux.....	30
Transmetteurs Berthon.....	31
Transmetteurs Ducouso.....	32
Transmetteurs Roulez.....	35

IV

Transmetteurs à charbon granulé

Transmetteur universel Berliner.....	36
Transmetteur Charollois.....	37
Transmetteurs Deckert.....	37
Transmetteur Ericsson.....	39
Transmetteur Germain.....	39
Transmetteur Kotyra.....	41
Transmetteurs Mildé.....	42
Transmetteur Oyan.....	44
Transmetteurs Siemens.....	45
Transmetteur <i>Solid-back</i>	45

V

Appareils combinés

Appareil combiné Berthon-Ader.....	47
Appareil combiné Deckert.....	47
Appareil combiné Ducouso.....	48
Appareil combiné de l' <i>Elektrisk Bureau</i>	48
Appareil combiné Ericsson.....	48
Appareil combiné Germain.....	48
Appareil combiné Siemens et Halske.....	49
Appareil combiné Steiner.....	50
Appareil combiné de la <i>Western Electric Co.</i>	51

VI

Transmetteurs montés avec appel magnétique

Postes Ader.....	52
Modèles de l'Etat Belge.....	53
Modèles Deckert et Homolka.....	53
Modèles de l' <i>Elektrisk Bureau</i> de Christiania.....	53
Modèles Ericsson.....	54
Modèles Mildé.....	54
Modèles Siemens et Halske.....	55
Modèles de la <i>Western Electric Co.</i>	56

VII

Appareils accessoires pour postes d'abonnés et pour postes centraux

Appareils d'appel.....	57
Sonneries.....	57
Relais.....	57

Appareils de permutation.....	59
Commutateur de mise simultanée à la terre de la Société industrielle des Téléphones.....	59
Commutateur de mise à la terre Mandroux.....	60
Appareils de protection. — Parafoudres. — Fils fusibles.....	61
Parafoudre à charbon de l'Administration française des Postes et des Télégraphes.....	61
Protecteurs de l'American Bell Telephone Co.....	62
Parafoudre de l'Elektrisk Bureau de Christiania.....	65
Coupe-circuit à fil fusible Postel-Vinay.....	66
Paratonnerres Siemens.....	66

VIII

Stations à appel omnibus

Système Breguet-Rodary.....	67
Système Bernheim.....	68
Système Dardeau pour postes multiples.....	73
Appel omnibus pour réseaux téléphoniques sans bureaux centraux, système Mors-Mandroux.....	76
Station automatique Sieur.....	79

IX

Tableaux téléphoniques centraux

Tableaux téléphoniques Ducousso.....	82
Tableaux Mandroux.....	86
Tableau Sieur.....	89
Tableaux de la Société industrielle des Téléphones.....	90
Tableau téléphonique à leviers pour lignes doubles, système Ch. Tournaire.....	93

X

Tableaux standard pour bureaux centraux

Tableau standard de la Société de matériel téléphonique.....	95
Tableaux centraux de l'Elektrisk Bureau de Christiania.....	97
Tableaux centraux pour lignes simples ou doubles de 5 à 25 directions.....	99
Tableaux centraux en pyramide.....	99
Tableaux de 25, 50, 100 directions pour bureaux centraux (Postel-Vinay).....	101
Tableau standard, système Sieur.....	104
Tableau à 40 directions pour postes centraux (Société industrielle des Téléphones).....	107
Tableau standard de la Société industrielle des Téléphones.....	110
Tableau commutateur automatique pour 45 abonnés, système Pearson.....	110

XI

Commutateurs multiples

Système d'Adhémar.....	111
Tableau multiple à table horizontale pour 14 000 abonnés (Siemens).....	116
Tableau commutateur multiple de la Société industrielle des Téléphones.....	117
Multiple à batterie centrale de la <i>Western Electric Co</i>	121
Calculagraph.....	127
Commutateur à courant permanent du <i>Post Office</i> Anglais.....	130
CONCLUSION.....	132

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

9^e FASCICULE

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE

2^e SECTION : TÉLÉGRAPHIE

Par **L. MONTILLOT**

INSPECTEUR DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

PARIS

V^{ve} **CH. DUNOD, ÉDITEUR**

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1901

DEUXIÈME SECTION : TÉLÉGRAPHIE

I

APPAREILS A SIGNAUX FUGITIFS

APPAREIL WHEATSTONE A AIGUILLE

Principe. — Les appareils à aiguille, exposés par le Post-Office anglais et par l'Administration des télégraphes italiens, sont à signaux fugitifs.

Le récepteur de l'appareil à aiguille est un galvanoscope ; le manipulateur est un inverseur de courant.

Lorsqu'une aiguille aimantée verticale est librement suspendue à l'intérieur d'un cadre galvanométrique, une émission de courant d'un certain sens dévie son pôle nord à gauche et une émission de sens contraire le dévie à droite ; si les déplacements de l'aiguille sont limités, à droite et à gauche, par des butées fixes, on pourra produire de la sorte une série de signaux se succédant rapidement. Si on convient, d'ailleurs, qu'une déviation à gauche représente le *trait* de l'alphabet Morse et une déviation à droite le *point*, on peut aisément adapter cet alphabet à la correspondance par des appareils à aiguille. C'est à ce système que l'on s'est rallié en Angleterre, où les signaux conventionnels primitifs ont été ramenés à ceux de l'alphabet Morse actuellement en usage ; un A est représenté par une déviation à droite, suivie d'une déviation à gauche, un B par une déviation à gauche suivie de trois déviations à droite et ainsi de suite.

Il existe encore deux modèles d'appareils à aiguille. Dans le premier modèle, que la figure 1 représente en perspective, le manipulateur est une manette que l'on déplace à droite ou à gauche ; dans le second, plus récent, l'émission des courants est provoquée par une double clé Morse. Le principe des deux systèmes est, d'ailleurs, exactement le même ; le mécanisme seul diffère.

Le manipulateur et le récepteur sont renfermés dans la même boîte qui porte quatre bornes L, T, C, Z.

A la borne L est attaché le fil de ligne, à la borne T le fil de terre. La borne C reçoit le pôle positif de la pile, la borne Z le pôle négatif.

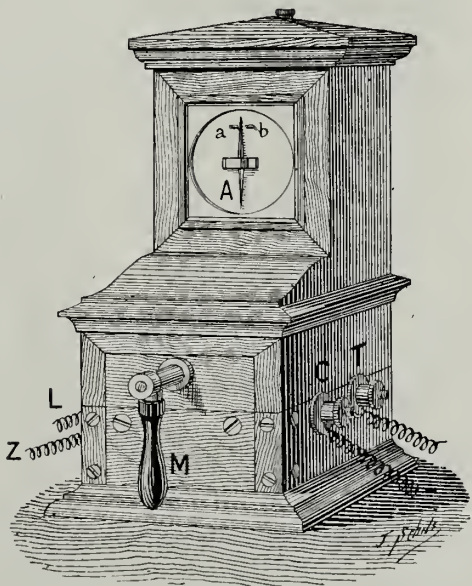


FIG. 1. — Télégraphe Wheatstone à aiguille.

Manipulateur. — **MODÈLE A MANÈTTE.** — L'axe de la manette est, au point de vue électrique, partagé en deux sections A, B, isolées par de l'ébonite E (fig. 2).

De chaque côté de cet axe, sont deux ressorts d'acier r, r' montés sur des traverses en laiton b, b' et isolés l'un de l'autre. Ces deux ressorts, dont l'un, r , communique à la ligne par la borne L à travers les bobines du récepteur et l'autre r' à la terre par la borne T, s'appuient sur une tige métallique D.

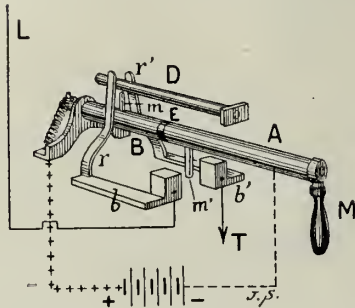


FIG. 2. — Manipulateur à manette du télégraphe Wheatstone à aiguille.

Dans leur position de repos, ils assurent la continuité de la ligne, mise à la terre, à travers la bobine du récepteur. La borne C est reliée à la partie B de l'axe de la manette M, la borne Z à la partie A. La partie métallique B porte une goupille m , la partie métallique A une goupille m' . Lorsque la manette est dans la position verticale, les goupilles m, m' se sont aussi ; la goupille m occupe une position intermédiaire entre les ressorts r, r' sans les toucher ; il en est de même de la goupille m' par rapport aux bandes de laiton b, b' .

Lorsqu'on incline la manette M à gauche, la goupille m' rencontre la lame b reliée à la borne L et met le pôle négatif de la pile en relation avec la ligne ; la goupille m rencontre le ressort r' , l'écarte de la tige D et met le pôle positif de la pile à la terre. Un courant négatif parcourt la ligne et le cadre galvanométrique du récepteur de la station correspondante ; l'aiguille de ce récepteur est déviée à gauche, par exemple, cela dépend du sens de l'enroulement.

Lorsqu'on incline la manette à droite, l'inverse se produit. La goupille m' rencontre la lame b' reliée à la borne T et met le pôle négatif de la pile à la terre ; la goupille m rencontre le ressort r , l'écarte de la tige D et met le pôle positif de la pile en communication avec la ligne par la borne L. Un courant positif parcourt la ligne et le cadre galvanométrique du récepteur de la station correspondante ; l'aiguille de ce récepteur est déviée à droite.

MANIPULATEUR A TOUCHES. — Le manipulateur à touches est beaucoup plus simple que le précédent ; il est surtout plus aisé à décrire. Deux ressorts métalliques M, N (fig. 3) sont reliés, le premier à la borne L de l'appareil, à travers les bobines du récepteur, le second à la borne T. On se rappelle que L reçoit le fil de ligne et T le fil de terre. Au repos, les ressorts M, N sont appuyés tous les deux sur une barrette de laiton Z, reliée au pôle négatif de la pile P. Parallèlement à la barrette Z, une seconde barrette C, semblable à la première, est disposée au-dessous des ressorts M, N et communique avec le pôle positif de la pile P. La barrette Z, par son contact avec les ressorts M, N, assure la continuité de la ligne pendant la réception. Pour transmettre, on abaisse M ou N, et chacun des ressorts manœuvrés abandonne Z pour prendre contact avec C. Si c'est M qui a été abaissé, le pôle positif est mis en relation avec la ligne, le pôle négatif restant à la terre par la barrette Z ; d'où émission positive et déviation à droite, par exemple, de l'aiguille du récepteur au poste correspondant.

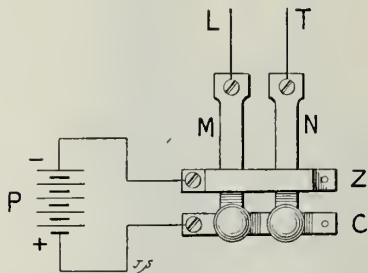


FIG. 3. — Manipulateur à touches du télégraphe Wheatstone à aiguille.

Si c'est N qui est abaissé, le pôle négatif de la pile reste en relation avec la ligne, le pôle positif étant mis à la terre par C et N ; d'où émission négative et déviation à gauche de l'aiguille du récepteur correspondant.

Récepteur. — Le récepteur est un galvanoscope vertical dont le barreau aimanté est suspendu entre deux cadres sur lesquels un fil de cuivre recouvert de soie est enroulé. L'axe du barreau aimanté porte une aiguille indicatrice A (fig. 1), solidaire des déplacements de ce barreau, et

qui se meut devant un disque extérieur. Sur ce disque, deux goupilles fixes, *a*, *b*, limitent les déviations de l'aiguille A; mais le disque peut être orienté, par un léger déplacement à droite ou à gauche, pour parer, au besoin, à l'action directrice de la terre et maintenir la pointe de l'aiguille A, lorsqu'elle est au repos, au milieu de l'espace qui sépare les deux butées *a*, *b*.

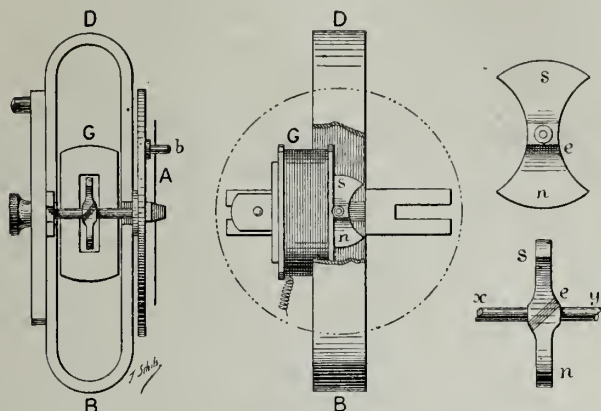


FIG. 4. — Détails du récepteur du télégraphe Wheatstone à aiguille.

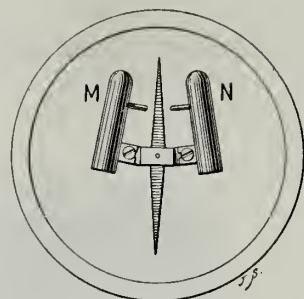


FIG. 5. — Nouvelle disposition du récepteur du télégraphe Wheatstone à aiguille.

Lorsqu'un courant traverse le conducteur qui entoure les cadres galvanométriques, l'aiguille est déviée, et le sens de la déviation varie avec le sens du courant.

Il est difficile de concevoir un appareil télégraphique plus simple. Malheureusement, il a un grave défaut, inhérent à tous les appareils dans lesquels on fait usage de barreaux aimantés de petites dimensions. Dans ces barreaux, non seulement le magnétisme ne persiste pas indéfiniment, mais souvent il disparaît complètement à la suite d'orages violents. Des phénomènes atmosphériques de même ordre peuvent aussi amener l'inversion des pôles, ce qui entraîne celles des déviations.

Varley, en 1866, a cherché à éviter cet inconvénient en faisant usage d'une aiguille en fer doux, aimantée par influence au moyen de deux aimants rectilignes plus volumineux que le barreau aimanté de l'appareil primitif et conservant mieux leur aimantation. Depuis, on a remplacé ces aimants rectilignes par des aimants en fer à cheval D, B, situés l'un au-dessus de l'autre avec leurs pôles de même nom se faisant face; on a, en outre, donné à l'armature de fer doux *sn* la forme que représente la figure 4. Cette armature est en deux pièces *s*, *n*, montées sur un axe *xy* en acier, et soudées en *e* au moyen d'une substance non magnétique, de façon à former un tout dont la partie supérieure *s* présente un pôle sud et la partie inférieure *n* un pôle nord.

Un perfectionnement encore plus récent a transformé l'appareil à aiguille en parleur. Aux deux butées de l'aiguille, on a adapté de petits timbres en métal (*tin sounders*), M, N (fig. 5). A chaque déviation, l'aiguille frappe sur un de ces timbres et les deux timbres donnent des sons différents. On voit que, avec ce nouveau procédé, le télégraphiste n'a plus besoin d'avoir constamment l'œil fixé sur l'aiguille, ce qui non seulement était une

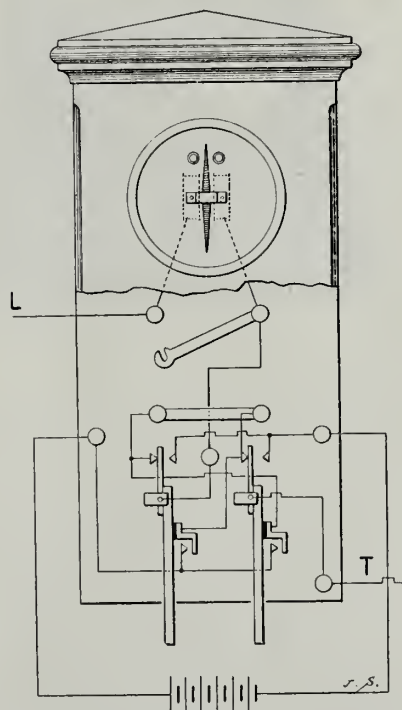


FIG. 6. — Diagramme des connexions du télégraphe Wheatstone à aiguille avec manipulateur à touches.

fatigues, mais le gênait aussi pour la transcription des télégrammes; il peut désormais lire au son les signaux, comme s'il s'agissait d'un sonner ordinaire, bien que le rythme de la transmission ne soit pas le même.

La figure 6 représente le schéma des communications intérieures d'un appareil à aiguille avec manipulateur à touches.

APPAREIL ALPHABÉTIQUE WHEATSTONE

Les Anglais désignent sous le nom de ABC l'appareil alphabétique Wheatstone à fonctionnement électro-magnétique; il est utilisé en Angleterre sur les lignes dont le trafic est peu important et sur les réseaux d'intérêt privé; c'est à ce titre qu'il figurait dans l'Exposition du Post-Office.

Dans les modèles actuels (fig. 7), le manipulateur et le récepteur sont réunis sur le même socle; il n'en a pas toujours été ainsi; d'ailleurs, cette juxtaposition ne s'impose pas plus aujourd'hui qu'autrefois, car les deux appareils sont parfaitement distincts.

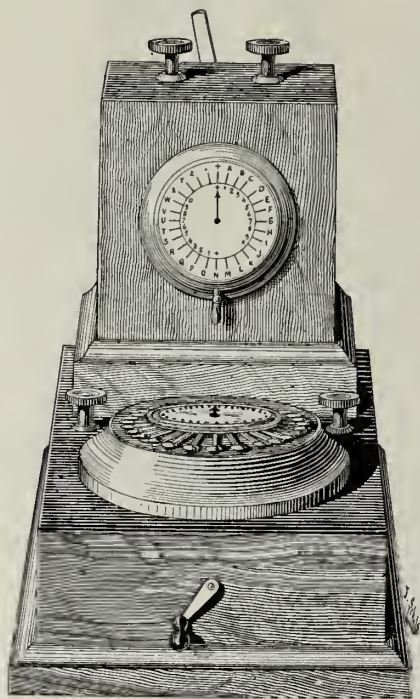


FIG. 7. — Télégraphe alphabétique Wheatstone.

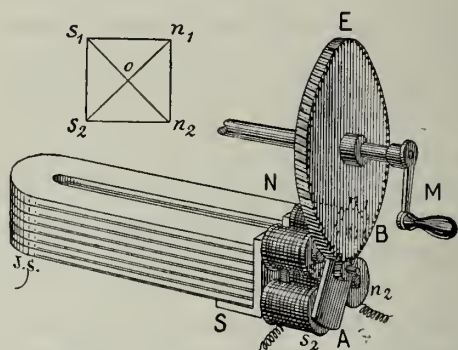


FIG. 8. — Magnéto du télégraphe alphabétique Wheatstone.

Un puissant aimant en fer à cheval NS (fig. 8) est constitué au moyen de sept lames d'acier, aimantées à saturation et assemblées par leurs pôles de même nom. Sur chacun des pôles N et S de l'aimant sont ajustés deux noyaux de fer doux n_1 , n_2 , s_1 , s_2 . Ces quatre noyaux sont disposés symétriquement par rapport à un axe central qui serait placé à l'intersection o des diagonales d'un carré dont les noyaux de fer doux occuperaient les quatre angles. Chacun des noyaux est garni d'une bobine dont la résistance est de 200 ohms, ce qui, les quatre bobines étant montées en série, donne une résistance totale de 800 ohms.

Sur l'axe central est montée une armature de fer doux AB, dont la largeur est un peu supérieure à l'écartement des deux noyaux adjacents. La longueur de cette armature est supérieure à celle de deux noyaux situés sur une même diagonale.

Une manivelle M, par l'intermédiaire d'un engrenage E, entraîne l'armature AB et la fait tourner en face des quatre noyaux de fer doux s_1 , s_2 , n_1 , n_2 . Il en résulte, pour chaque révolution de l'armature, l'émission de quatre courants induits, alternativement positifs et négatifs.

Au-dessus de ce générateur d'énergie électrique se trouve un cadran au centre duquel une aiguille est mise en mouvement par la manivelle M, mais qui, par un procédé mécanique, peut être momentanément soustraite à son action.

Le cadran est divisé en 30 cases, devant lesquelles passe la pointe de l'aiguille. Sur 26 de ces cases sont gravées les lettres de l'alphabet, les trois signes de ponctuation, point, virgule, point et virgule, et enfin une croix, qui représente la position de repos. Sur une seconde circonférence, correspondant aux mêmes cases, sont gravés les chiffres. En regard de chaque case, sur une circonférence extérieure, est disposée une clé formée par un levier coudé AB, articulé autour d'un axe O (fig. 9). Chaque clé peut être abaissée par la pression du doigt, à la volonté de l'opérateur; mais deux clés ne peuvent être abaissées simultanément et, grâce à un mécanisme original, l'abaissement d'une clé provoque le relèvement de toute autre clé préalablement abaissée, quelle que soit la situation qu'elle occupe sur le pourtour de la circonférence.

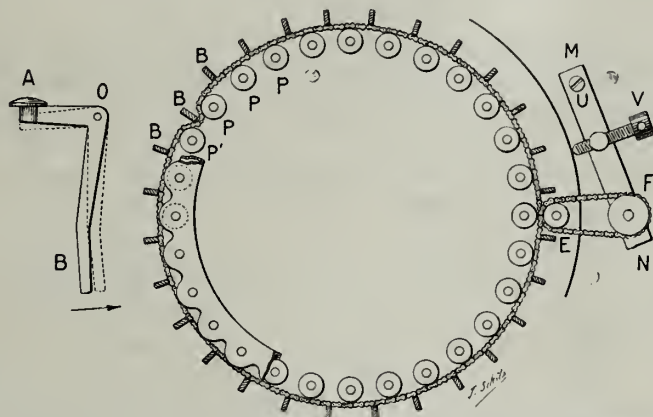


FIG. 9. — Détails du cadran du manipulateur du télégraphe alphabétique Wheatstone.

A cet effet, sur une circonférence concentrique à celle qu'occupent les clés et disposées en quinconce avec elles, sont placées des poulies P, en nombre égal à celui des clés. Sur les gorges de ces poulies court une chaîne sans fin, bouclée sur deux poulies supplémentaires E, F, qui permettent de régler sa tension. De ce réglage dépend le fonctionnement régulier des clés. En effet, toute clé abaissée enfonce la chaîne dans l'espace compris entre les deux poulies adjacentes, comme le montre la figure 9, entre P et P'. Mais, si une seconde clé est ensuite abaissée, elle ne saurait produire le même effet, c'est-à-dire enfonce la chaîne entre les deux poulies adjacentes qu'à la condition de redresser la chaîne déjà faussée par la première clé et de ramener celle-ci à sa position de repos.

La tension convenable de la chaîne est obtenue par le levier MN, sur lequel est montée la poulie auxiliaire F. Ce levier pivote autour d'une vis à centre U et porte une vis de réglage V, qui repose sur un point d'appui fixe. En serrant la vis V, on tend la chaîne; en desserrant la vis V, on détend la chaîne.

Nous avons dit que, sauf exception, l'aiguille du cadran est solidaire du mouvement de l'armature du manipulateur. Pour une révolution complète de cette armature, l'aiguille avance de quatre cases, et quatre émissions de courant sont envoyées sur la ligne. Il est cependant possible d'arrêter cette aiguille en face d'une lettre déterminée, tout en continuant à agir sur la manivelle qui fait tourner l'armature. C'est le rôle des clés. Dès qu'une clé a été abaissée, l'aiguille s'arrête devant la lettre correspondante et, tant que l'aiguille reste immobilisée devant cette lettre, les courants émis par la rotation de l'armature cessent de parcourir le fil de ligne.

Le mouvement de l'aiguille est, en effet, rendu solidaire de celui de l'armature par un encliquetage, dont le rochet appartient à l'axe de la manivelle et le cliquet à l'axe de l'aiguille. Toute clé abaissée agit sur ce cliquet et dégage le rochet qui continue son mouvement avec la manivelle, tandis que l'axe de l'aiguille, dégagé, reste immobile jusqu'à ce que le relèvement de la clé, provoqué par l'abaissement d'une autre clé, produise un nouvel embrayage, détruit par la nouvelle clé abaissée, lorsque le cliquet passe devant elle.

Pendant le mouvement de rotation, un levier K (fig. 11), se déplace entre deux butées, et envoie les courants sur la ligne ou bien met l'appel magnétique en court-circuit. Pendant que l'aiguille se déplace entre la croix et la lettre A, un courant positif est envoyé sur la ligne; pendant que l'aiguille stationne sur la lettre A, l'appel magnétique est en court-circuit; pendant que l'aiguille passe de la lettre A à la lettre B, un courant négatif est envoyé sur la ligne; pendant que l'aiguille stationne sur la lettre B, l'appel magnétique est en court-circuit, et ainsi de suite. En somme, tant que l'aiguille est arrêtée devant une lettre, l'appel magnétique reste en court-circuit.

L'aiguille du récepteur marche en concordance avec celle du manipulateur; nous allons le montrer.

Récepteur. — Le cadran du récepteur (*indicator*) est divisé exactement de la même manière que celui du manipulateur (*communicator*). Au centre du cadran, l'aiguille indicatrice est montée sur une roue d'échappement qui obéit à un équipement électro-magnétique (fig. 10).

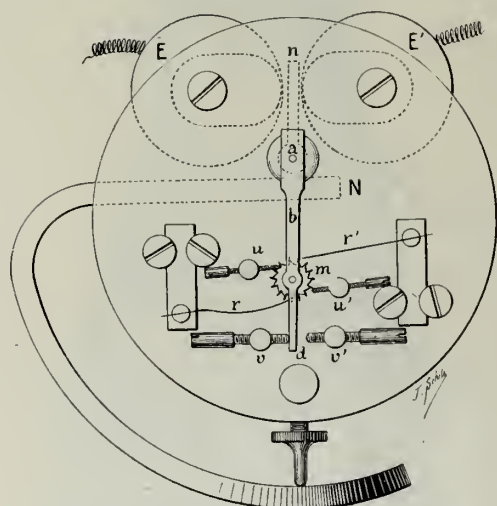


FIG. 10. — Équipage magnétique du récepteur du télégraphe alphabétique Wheatstone.

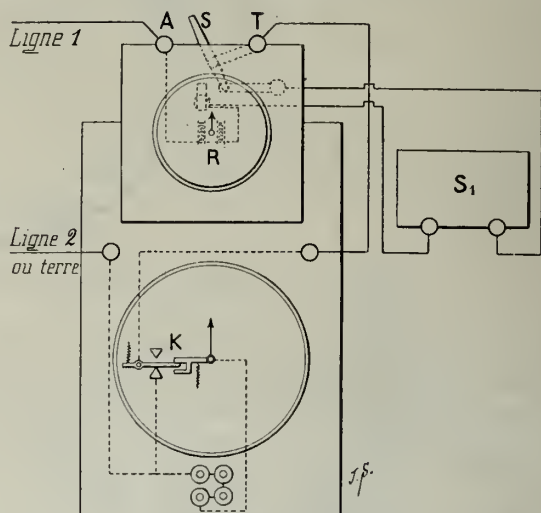


FIG. 11. — Diagramme des connexions du télégraphe alphabétique Wheatstone.

Cet équipement se compose de deux électro-aimants indépendants E, E' , ne comportant chacun qu'une seule bobine et un seul noyau. La résistance des bobines est de 250 ohms et l'enroulement est disposé de telle sorte que des pôles de noms contraires sont en regard les uns des autres.

Entre les bobines et parallèlement à leur axe, deux armatures de fer doux n sont réunies par un petit axe, dont on voit l'extrémité en a . Ces armatures sont soumises à l'influence d'un fort aimant en fer à cheval qui les aimante et dont le pôle nord est seul visible; en N , sur la figure 10, le pôle sud étant en regard de l'armature inférieure.

Sur l'axe a est fixé le bras bd , qui porte un rochet à quinze dents m , dont les déplacements sont limités par les vis de réglage v, v' . Les attractions et les répulsions que subissent les armatures, aimantées par influence sous l'action des courants alternatifs qui traversent les deux électro-aimants E, E' , donnent au levier bd et, par suite, au rochet, des mouvements de va-et-vient. Dans ces mouvements, les dents du rochet rencontrent alternativement les vis u, u' , et chaque rencontre décale le rochet d'une demi-dent. L'avancement est assuré, d'autre part, par l'action de deux ressorts r, r' : à cet effet, chacune des dents est munie d'un retour qui rencontre l'un des ressorts et le bande légèrement, lorsque le rochet vient buter sur la vis placée du même côté; au mouvement suivant, le ressort se détend, au moment où le rochet quitte la vis et produit nettement le décalage; puis le même effet se reproduit de l'autre côté.

L'aiguille reliée à l'axe du rochet avance d'une division à chaque mouvement.

Une révolution complète de l'armature du manipulateur a fait avancer son aiguille de quatre cases; cette révolution a produit quatre émissions de courant qui ont fait avancer le rochet du récepteur de deux dents, et son aiguille de quatre cases; il y a donc concordance entre l'aiguille du manipulateur au poste qui transmet et l'aiguille du récepteur au poste qui reçoit. Si l'aiguille du poste expéditeur s'arrête sur une lettre, l'aiguille du poste récepteur s'arrête sur la même lettre.

Le récepteur est muni d'une manette qui permet de ramener mécaniquement l'aiguille à la croix, lorsqu'un défaut de concordance se produit entre les appareils des deux stations en correspondance.

La manette S permet de mettre l'appareil sur sonnerie.

Lorsque S est sur la position A (*fig. 11*), la sonnerie S₁ et le récepteur R sont dans le circuit de ligne; lorsque S occupe la position T, le récepteur R, seul, communique avec la ligne, la sonnerie S₁ est isolée.

Le fonctionnement en ligne de deux appareils ABC est très régulier; mais l'introduction de postes intermédiaires dans le circuit entraîne à de fréquents réglages, toujours délicats avec les appareils de cette nature. En Angleterre, cependant, un même fil dessert quelquefois quatre stations.

Le réglage du manipulateur consiste à agir sur l'armature de l'appel magnétique, à la rapprocher ou à l'éloigner des noyaux des électro-aimants.

On opère le réglage du récepteur en tendant ou en détendant les ressorts du rochet; les pièces qui supportent ces ressorts ont été, à cet effet, rendues amovibles.

Dans ce chapitre auraient dû trouver place les *sounders*, qui sont des instruments à signaux fugitifs; mais ils ont de tels liens de parenté avec les appareils Morse, qu'il nous a semblé préférable de les reporter au chapitre suivant.

APPAREILS ENREGISTREURS

APPAREIL MORSE

L'appareil Morse, universellement employé par toutes les administrations et compagnies de télégraphie, est trop connu pour que nous songions à en donner ici une description détaillée.

Nous avons retrouvé à l'Exposition des modèles déjà bien vieux, dont certains offices télégraphiques savent encore se contenter; c'est ce qui nous a engagé à dire quelques mots de l'appareil Morse primitif qui figurait, du reste, dans quelques expositions rétrospectives.

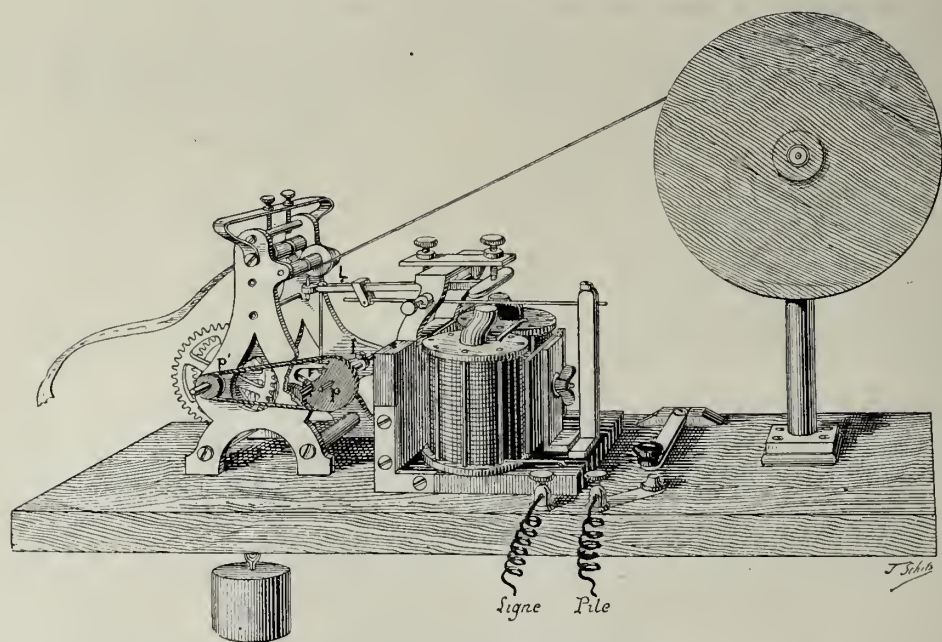


FIG. 12. — Appareil Morse primitif.

Les premiers appareils Morse (*fig. 12*) étaient mus par un poids. La mise en marche et l'arrêt du mécanisme moteur, uniquement destinés à faire avancer la bande de papier, étaient commandés par la station expéditrice; au repos, le poids moteur agissait, par l'intermédiaire des poulies *p*, *p'* sur un frein *Ff*, qui empêchait l'appareil de dérouler; lorsque le levier *l* était actionné, la tige *F* était facilement soulevée, grâce à la longueur du bras de levier mis en jeu, et le rouage était dégagé. Ce mouvement, répété pendant toute la durée de la réception, maintenait le déroulement uniforme de la bande de papier; mais, la transmission terminée, le frein était lentement ramené au contact par les poulies et l'appareil s'arrêtait. Les signaux enregistrés sur

la bande étaient produits par un style comprimant la bande de papier dans la rainure d'un laminoir et y enregistrant les signaux sous forme de gauffrage. L'écriture était difficile à lire et il fallait une assez grande énergie pour la produire. C'était ce qu'on appela plus tard un *appareil à pointe sèche*.

La pression des cylindres du laminoir qui entraînait la bande de papier était déjà réglée par un ressort.

La clé ou manipulateur était un simple *tapeur* qui fermait ou ouvrait sur la ligne le circuit de la pile.

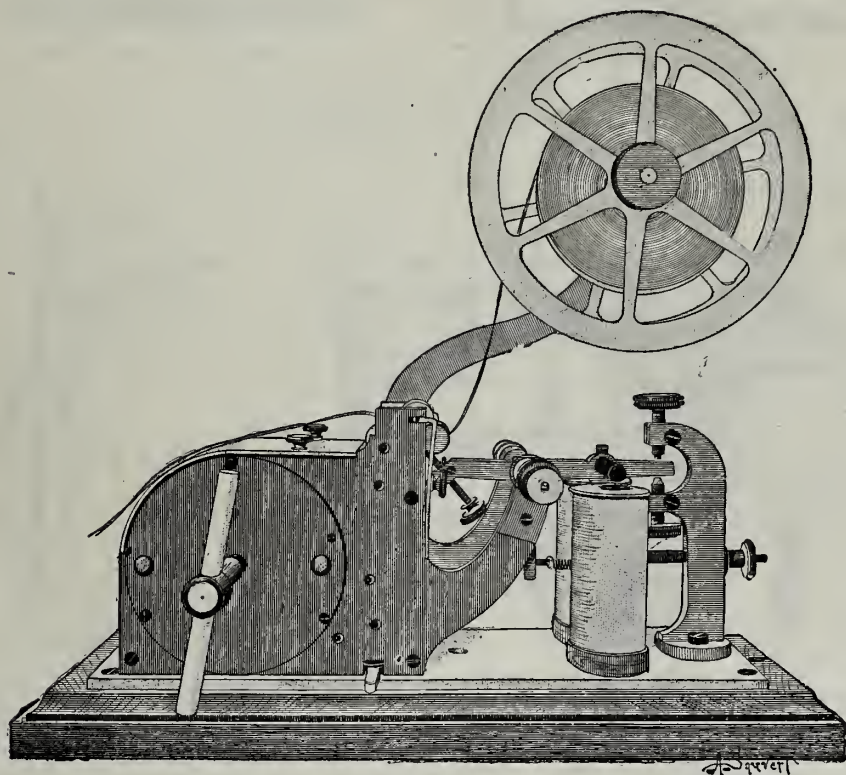


FIG. 13. — Appareil Morse à pointe sèche.

Une modification importante consista à remplacer le poids moteur, qui était encombrant et nécessitait un remontage fréquent, par un ressort d'horlogerie qui assure au déroulement du papier une régularité très suffisante, tout en n'ayant besoin d'être remonté que toutes les 40 minutes. Les récepteurs restèrent à pointes sèches, et il en existe encore aujourd'hui, témoins ceux qui étaient exposés dans la section autrichienne.

En 1836, on substitua aux signaux gauffrés des traces d'encre grasse déposées sur la bande; John et Cacheux, par des procédés différents, se rencontrèrent dans cet ordre d'idées.

A partir de cette époque jusqu'à nos jours, les procédés d'encrage se succédèrent en grand nombre.

La Société industrielle des Téléphones (France) construit encore des appareils Morse à pointe sèche pour le compte du Gouvernement roumain (*fig. 13*).

Nous avons trouvé un modèle analogue dans la section hongroise; il fonctionne avec un relais indépendant.

Le modèle français, à tampon encreur, est bien connu; il a été exposé par un grand nombre de constructeurs et notamment par la Société des Téléphones.

Les figures 14 et 15 montrent le manipulateur en élévation et en plan.

La figure 16 est un plan du mouvement d'horlogerie, tandis que la figure 17 laisse voir les détails du régulateur.

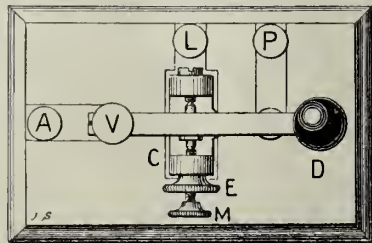


Fig. 14. — Manipulateur Morse (Plan).

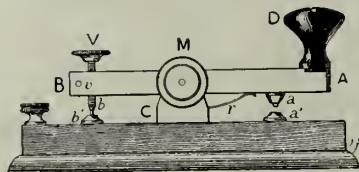


Fig. 15. — Manipulateur Morse (Élévation).

La figure 18 reproduit enfin une élévation de l'appareil.

Deux types bien différents, quant au but à atteindre, sont en service sur les réseaux : le Morse sans translation, le Morse à translation.

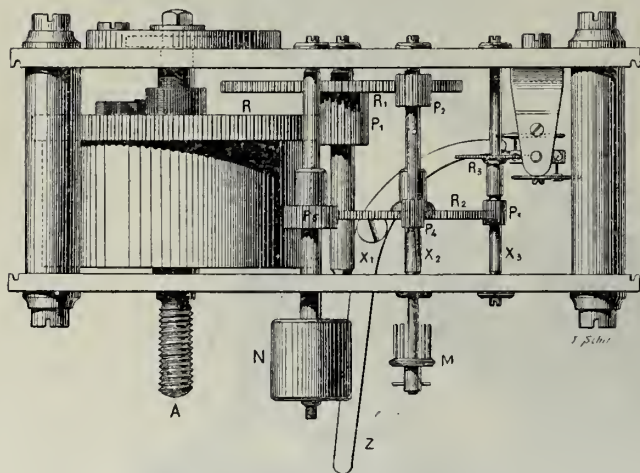


Fig. 16. — Mouvement d'horlogerie du récepteur Morse.

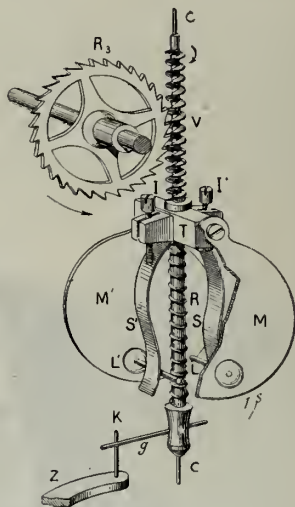


Fig. 17. — Régulateur du mouvement d'horlogerie du récepteur Morse.

Le Morse sans translation ne possède que deux bornes reliées aux deux extrémités de l'enroulement des bobines.

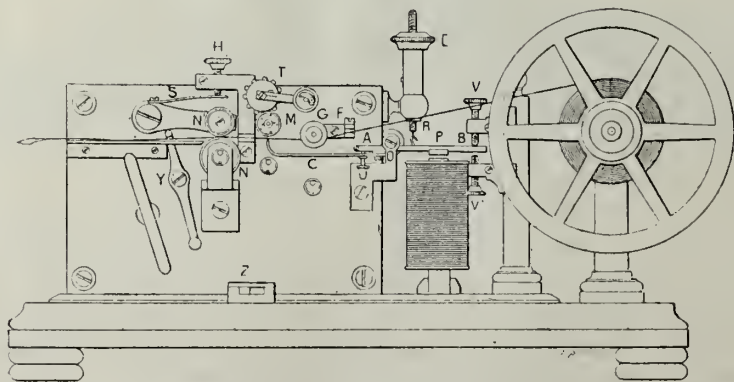


Fig. 18. — Récepteur Morse (Élévation).

Dans le Morse à translation, la colonne qui soutient les vis de butée de l'armature est divisée en deux parties isolées l'une de l'autre et forme ce qu'on appelle la *colonne de translation*. Cinq bornes sont disposées sur le socle ; elles sont marquées M, I, P, T, L.

La borne M est reliée au massif de l'appareil qui comprend l'armature, la borne I à la butée supérieure de la colonne de translation, la borne P à la butée inférieure, isolée de la butée supérieure, les bornes T, L aux deux extrémités de l'enroulement des bobines.

Le Morse allemand, exposé dans la section allemande et dans la section russe par la maison Siemens diffère assez notablement du modèle français.

Le manipulateur allemand est plus lourd et plus volumineux que le nôtre.

Trois barres en laiton, A, B, C (fig. 19), montées sur le socle, correspondent au plot de travail, à l'axe du levier, et au plot de repos. Contrairement aux dispositions du modèle français, le contact de repos du levier est fixe, tandis que le contact de travail est mobile; c'est une vis à contre-écrou V soumise à réglage. Le ressort antagoniste R est un ressort en boudin, en acier, fixé sous le socle de l'instrument et accroché, d'autre part, à une tige carrée qui traverse le levier et qui est filetée à son extrémité. La tension de ce ressort est réglée par un double écrou E.

Lorsque le manipulateur est utilisé pour le travail à courant intermittent, la pile est reliée

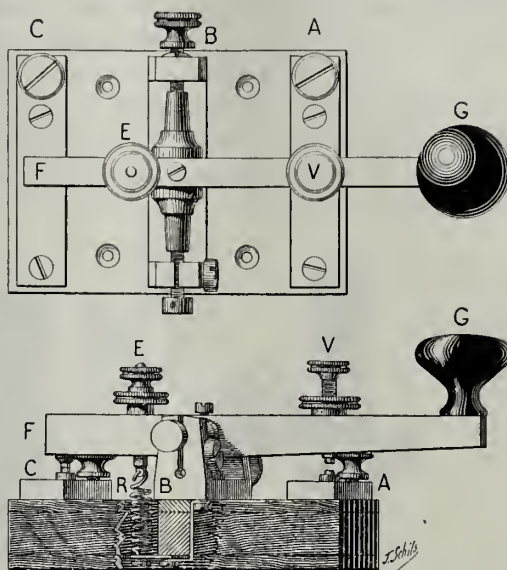


FIG. 19. — Manipulateur Morse, modèle allemand.

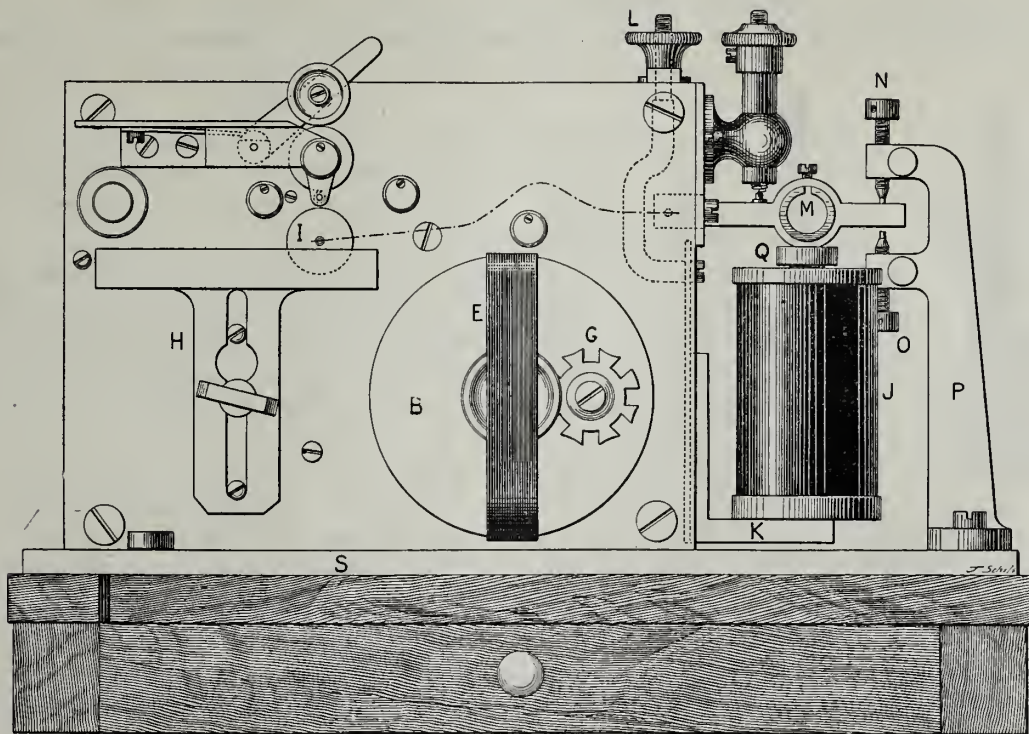


FIG. 20. — Récepteur Morse, modèle allemand.

à la traverse antérieure A, la ligne à la traverse médiane B, le récepteur à la traverse postérieure C. Lorsqu'on fait usage du courant continu, comme il arrive très fréquemment en Alle-

magne, la traverse antérieure reste sans emploi. Il en résulte que, dans la position de repos du manipulateur, le courant des piles installées dans le circuit de la ligne agit constamment sur les bobines du récepteur, mais que, lorsqu'on abaisse le levier FG du manipulateur, en appuyant sur le bouton G, le courant est interrompu aussi longtemps que ce levier reste abaissé.

Le récepteur présente plusieurs particularités intéressantes.

L'appareil est fixé sur un socle en acajou S (fig. 20), à l'intérieur duquel, dans une sorte de tiroir T, se trouve le rouleau de papier qui, en se déroulant, recevra les signaux.

Le ressort moteur du mouvement d'horlogerie a 3,3 mètres de longueur, 34 mm de largeur et 0,4 à 0,5 mm d'épaisseur; il est renfermé dans un barillet.

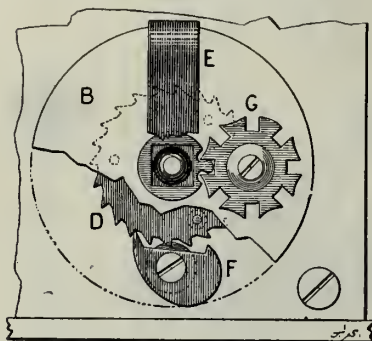


FIG. 21. — Détails du mouvement d'horlogerie du récepteur Morse, modèle allemand.

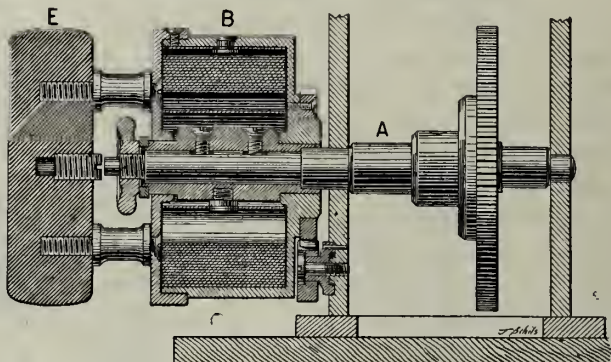


FIG. 22. — Détails du mouvement d'horlogerie du récepteur Morse, modèle allemand.

Le barillet B (fig. 20, 21, 22) est monté sur l'axe A du premier mobile, en avant de la platine antérieure. Sur sa face postérieure, le barillet porte une roue d'encliquetage D. Sur sa face antérieure est fixée une poignée en bois E qui sert à remonter le ressort.

Une pièce en acier F, garnie de deux dents, et fixée à la platine de l'appareil, s'oppose au mouvement rétrograde du barillet pendant le remontage du ressort; c'est l'analogue de notre cliquet de retenue.

La tension du ressort est limitée par une croix de Malte G.

Les pignons du mouvement d'horlogerie ne sont pas, comme les nôtres, refendus dans la matière; ils sont formés par deux disques parallèles, reliés par des goupilles en acier qui forment la denture. Le régulateur à ailettes est représenté par la figure 23.

Ainsi que nous l'avons dit, le rouleau de papier est emmagasiné dans un tiroir, sous le socle de l'appareil; il est monté sur un rouet. La bande est guidée dans la direction de la molette qui doit enregistrer les signaux et l'entraînement se produit par un laminoir.

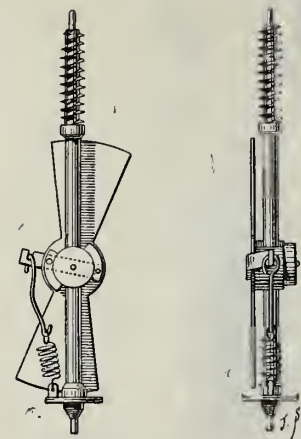


FIG. 23. — Régulateur du mouvement d'horlogerie du récepteur Morse, modèle allemand.

Un encrier H (fig. 20) contenant de l'encre oléique est fixé à la platine antérieure; il est amovible.

Par une fente pratiquée dans le couvercle, la molette I, mue par le mouvement d'horlogerie, trempe dans l'encre que contient le réservoir. Le mouvement de rotation de la molette est de sens contraire au mouvement de translation de la bande.

Les noyaux de l'électro-aimant J (fig. 20) sont creux et surmontés de pièces J polaires.

Le noyau a 16 mm de diamètre extérieur, sa paroi a 3 mm. d'épaisseur. Chaque bobine contient 6 500 spires de fil de 20/100 de mm; la résistance est de 300 unités Siemens. Une

couverture en cuir verni protège les bobines. Les quatre extrémités de l'enroulement sont soudées à des fils de laiton dont l'un relie les deux bobines entre elles et dont les deux autres aboutissent aux deux bornes de l'appareil.

L'électro-aimant J est monté sur un patin K qu'une vis de réglage L permet de hausser ou d'abaisser par rapport à l'armature M. Le déplacement que peut ainsi subir l'électro-aimant J, dans le sens de la hauteur, est de 3 mm.

La course du levier d'armature est limitée par les vis de butée N, O d'une colonne P. L'armature est un tube de fer doux M fendu par le haut et biseauté sur ses deux bases, sa partie la plus longue se trouvant en regard des pièces polaires Q de l'électro-aimant.

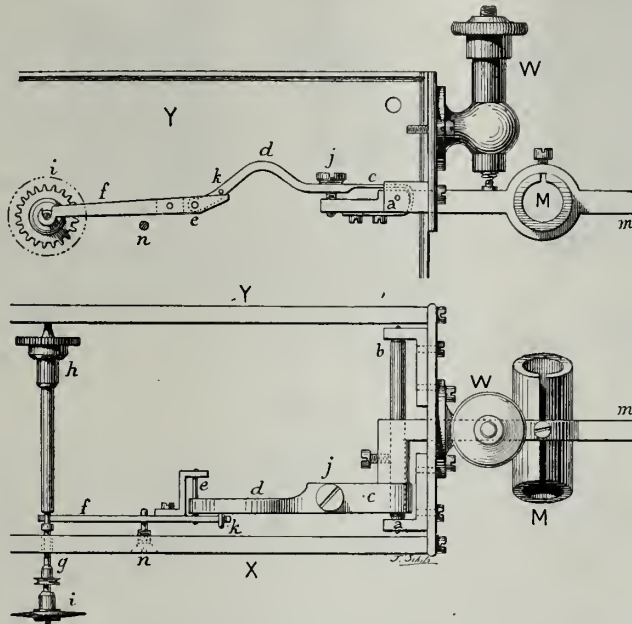


FIG. 24. — Détails du levier du récepteur Morse, modèle allemand.

Au levier qui supporte l'armature M (fig. 24) et qui oscille autour d'un axe ab , entre les deux platines X, Y, est vissé une sorte de ressort en U, c , qui se prolonge par une tige d soumise à réglage. Cette tige est articulée en e avec un autre levier f dont l'extrémité, terminée en crochet, embrasse l'axe gh de la molette i qu'il peut soulever ou laisser retomber.

Lorsque l'appareil doit travailler avec un courant intermittent, la pièce d est disposée à l'aide de la vis de réglage j , de telle sorte que la branche courte de f se place contre la goupille k ; par ce moyen d et f ayant été réunis en une pièce, tout le système mdf formera un levier à deux branches, dont le pivot sera l'axe ab . Par suite, dès que m est abaissé, l'extrémité f et en même temps la molette i se soulèvent. Si, au contraire, le bras m se soulève, c'est la molette i qui s'abaisse.

Dans l'installation en courant continu, au contraire, on serre la vis j jusqu'à ce que f se place sur la goupille à vis n et que la courte branche f s'éloigne de la goupille k ; par conséquent, ce qui formait un levier unique à deux branches réunis entre eux par une articulation. L'un des leviers se compose de md et a son pivot en ab , l'autre f , relié au premier en e , a son pivot en n . Lorsque m est abaissée, d et e sont soulevés; et comme f repose par son propre poids sur n , f s'abaisse ainsi que la molette i qu'il supporte. Lorsque m se relève, e s'abaisse et f , pivotant sur n , se soulève, amenant la molette i au contact de la bande. Le ressort antagoniste W diffère peu du nôtre.

Dans les appareils disposés pour la translation, la colonne P est en deux pièces isolées l'une de l'autre.

Dans les pays où, comme en Amérique et en Belgique, le système de transmission par courant continu est en usage, la forme du manipulateur est celle de la figure 25.

Le socle métallique de l'instrument est fixé à la table de manipulation par deux boulons M, N, garnis d'écrous à oreilles qui servent en même temps de prises de communications.

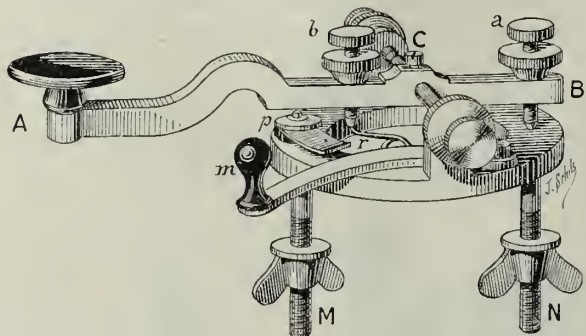


FIG. 25. — Manipulateur Morse, modèle américain.

Le levier AB du manipulateur pivote autour d'un axe en acier C; la vis de repos *a* et la vis de réglage *b* du ressort antagoniste *r* sont munies de contre-écrous. La pile est attachée au plot de travail *p*, isolé du massif, la ligne venant du récepteur est attachée au massif et, par conséquent, au plot de repos. Pour établir le courant permanent, une manette de commutateur *m*, que l'on manœuvre de droite à gauche, met en contact le massif avec le plot de pile dans l'intervalle des transmissions. Le poste qui veut transmettre détruit cette communication en faisant basculer la manette *m* de gauche à droite.

Généralement les courants de ligne n'agissent pas directement sur les récepteurs; ils actionnent des relais qui ferment un circuit local.

SOUNDER

Le parleur est d'usage courant, depuis longtemps, en Amérique, en Angleterre, en Belgique; il vient de s'acclimater en France.

C'est un appareil Morse rudimentaire dans lequel les signaux ne sont plus enregistrés, mais seulement perçus par l'oreille. L'appareil ne comporte plus ni mouvement d'horlogerie ni bande de papier; il se réduit à un électro-aimant et à son armature. Les signaux sont définis par le bruit que produit l'armature au moment où elle est attirée et à celui qu'elle fait entendre en reprenant sa position de repos. Certaines oreilles sont rebelles à la lecture au son; mais la grande majorité du personnel se l'assimile assez rapidement. D'ailleurs, lorsqu'un employé est bien exercé à la lecture au son, il commet moins d'erreurs qu'en lisant sur la bande; c'est du moins ce que disent les praticiens; en outre, le rendement de la ligne est notablement augmenté.

Les sounders exposés par le Post-Office anglais (*fig. 26*) se composent d'un électro-aimant E à deux bobines. L'armature A, placée au-dessus des noyaux, est montée sur un levier coudé BCD en laiton qui oscille entre les pointes de deux vis F adaptées à un pont H. A la partie verticale du levier est accroché un ressort antagoniste en boudin R, réglé par un tendeur que l'on manœuvre au moyen de la vis G. La partie horizontale B du levier se déplace entre les branches d'une double équerre. La vis J, à contre-écrou, installée sur le levier, forme le contact de travail; la vis I, également à contre-écrou, placée sur l'équerre K, forme le contact de repos.

Les extrémités de l'enroulement des bobines sont réunies aux deux bornes que supporte le socle de l'instrument; l'une de ces bornes est figurée en L.

Dans les bureaux, le sounder est placé sur un support et en partie enveloppé par un *abat-son* (*fig. 27*). On appelle ainsi une sorte de caisse sonore qui concentre vers l'opérateur les bruits produits par le choc du levier contre ses butées et qui facilite ainsi la lecture des signaux.

L'abat-son des sounders anglais est entièrement en bois, monté sur une colonne de laiton à l'intérieur de laquelle passent les fils de communication.

Cette disposition, que nous avons copiée, n'est ni heureuse ni économique; nous lui préférons de beaucoup le modèle de l'État belge, infiniment moins volumineux, et dans lequel l'abat-son est constitué par deux joues en bois, tandis que la face postérieure, recourbée, est une simple feuille

de laiton, plus solide que la lame de bois incurvée des sounders anglais et français et qui ne risque pas, comme cette dernière, de se fendre sous l'effet des variations de température.

En tant que sounder, les modèles anglais, français et belge, sont d'ailleurs identiques.

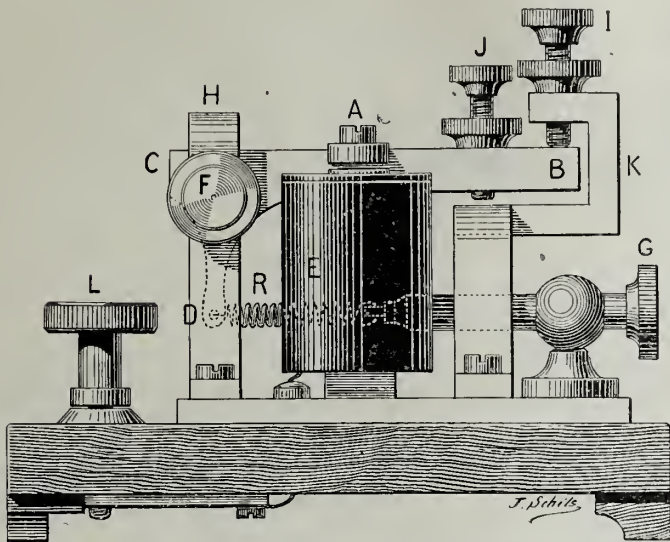


FIG. 26. — Sounder, modèle anglais.

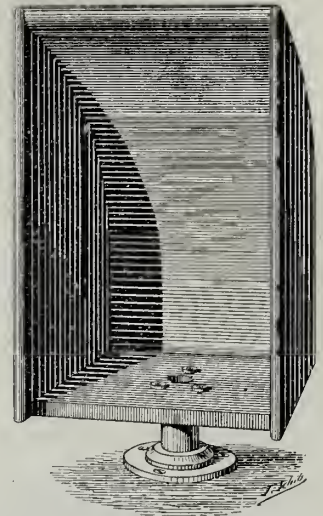


FIG. 27. — Abat-son pour sounder.

Sur les tables exposées dans la section belge, on n'aperçoit que le sounder, le manipulateur du modèle américain et un bouton d'appel de sonnerie. Ces tables sont montées avec le système anti-inducteur Van Rysselberghe et toutes les communications sont disposées en dessous.

APPAREILS IMPRIMEURS

APPAREIL HUGHES

L'appareil Hughes, d'origine américaine, fut breveté en France, le 16 octobre 1855. A la suite de plusieurs modifications importantes, Hughes prit un nouveau brevet en 1858 et présenta son

appareil à l'Administration française qui le mit à l'essai en 1860 sous sa forme primitive, représentée par la figure 28.

Hughes continua à perfectionner son invention dans les ateliers de Froment et de cette collaboration sortit un nouvel appareil.

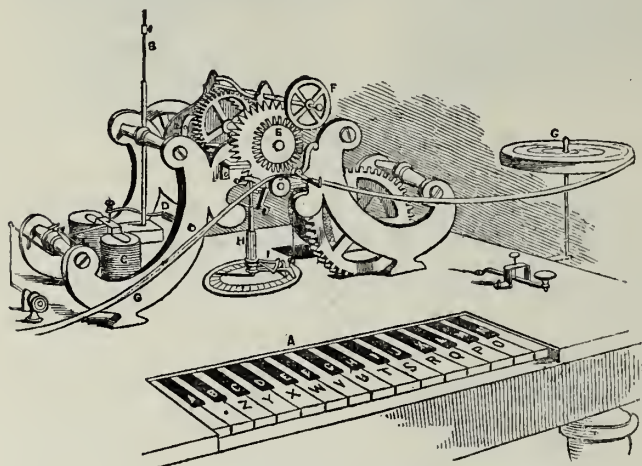


Fig. 28. — Appareil Hughes, modèle primitif.

stations correspondantes; un organe électrique provoque, en temps opportun, le déclenchement qui produit l'impression des signaux.

Deux roues portant en relief sur leur tranche les lettres de l'alphabet, les chiffres et les signaux de ponctuation, sont disposées aux deux stations correspondantes. Les caractères gravés sur la tranche de ces roues sont constamment recouverts d'encre oléique par des tampons analogues aux tampons encrurs des récepteurs Morse. Ces deux roues, nommées *roues des types*, partent simultanément d'un même point, tournent dans le même sens, avec la même vitesse. Dans ces conditions, la même lettre se trouve, au même instant, au point le plus bas de la roue, sur la verticale passant par son centre. A ce moment précis, un rouleau portant une bande de papier est mis mécaniquement en contact avec la roue des types et reçoit l'impression de la lettre considérée, tant à la station de départ qu'à la station d'arrivée. Pour empêcher la superposition des lettres ainsi enregistrées, il faut qu'après chaque impression, la bande de papier avance d'une certaine quantité. On obtient encore ce résultat par un procédé mécanique.

Un clavier de vingt-huit touches porte, dans le même ordre que sur la roue des types, tous les signes à reproduire, deux signes, une lettre et un chiffre, étant inscrits sur la même touche. Vingt-six de ces touches sont ainsi occupées; les deux autres sont blanches et ne portent aucune indication; c'est le *blanc des lettres* et le *blanc des chiffres*, servant à espacer les mots et correspondant à deux espaces vides de la roue des types.

Principe. — L'appareil Hughes reproduit les télégrammes en caractères romains. Une seule émission de courant suffit pour chaque signal; on n'utilise qu'un fil de ligne. Deux mouvements d'horlogerie tournent à des vitesses égales dans les deux

Mécanisme moteur. — Les deux appareils en correspondance doivent être animés d'un mouvement continu et uniforme. La continuité est obtenue par la chute d'un poids de 60 à 70 kilogrammes agissant sur une chaîne de Galle sans fin qui, elle-même, engrène le premier mobile d'un mouvement d'horlogerie.

Le mouvement est ainsi communiqué à cinq mobiles, dont le dernier porte un volant. Ce volant, au moyen d'une manivelle (*frein de la lame vibrante*) est articulé avec une tige d'acier flexible qui constitue le régulateur et rend le mouvement uniforme. Cette tige, conique, enroulée en spirale sur une partie de sa longueur, est immobilisée à sa base et libre du côté de son sommet engagé dans la manivelle dont nous venons de parler. Elle porte un curseur que l'on peut déplacer et qui permet d'augmenter ou de diminuer la vitesse de rotation du mécanisme d'horlogerie.

La tige ainsi disposée est animée de vibrations coniques isochrones, qui produisent un mouvement très suffisamment uniforme. D'ailleurs les écarts de vitesse, dans les deux sens, sont soumis à correction, et la correction est d'autant plus efficace que les signaux se succèdent plus rapidement.

La figure 29 montre le système moteur agissant sur le premier mobile du mouvement d'horlogerie, ainsi que le système de remontage du poids encore en usage dans tous les bureaux qui ne disposent pas de puissantes sources d'énergie électrique.

Le poids moteur P^m est accroché à une poulie P dans la gorge de laquelle passe une chaîne de Galle sans fin. Cette chaîne monte sur la denture d'une roue R^2 , soutient un contrepoids P^c , passe dans les gorges des poulies g^2, g^1 , qui lui servent de guides, s'engage enfin dans les dents de la roue R^m pour redescendre jusqu'à la poulie P .

La roue R^m est montée sur le premier mobile du mouvement d'horlogerie; la chute du poids P^m l'oblige à tourner, et elle entraîne tout le reste du mécanisme.

Il faut que l'action du poids soit continue, ce qui cesserait d'être s'il arrivait à toucher terre. Il faut donc le remonter avant qu'il arrive à la fin de sa course. Dans ce dispositif, on est averti que le poids va toucher terre par un coup de timbre. Pendant que le poids P^m s'abaisse, le contrepoids P^c remonte. La poulie p , qui le supporte, est surmontée d'une fourche f qui, en temps opportun, rencontre le levier e qui, soulevé, frappe le timbre t fixé à l'un des pieds de l'appareil.

La pédale D , mobile autour de l'axe O , est articulée avec la tringle T , accrochée à un brin de chaîne de Galle qui engrène la roue R^1 , semblable à la roue R^2 , et est ensuite accrochée à

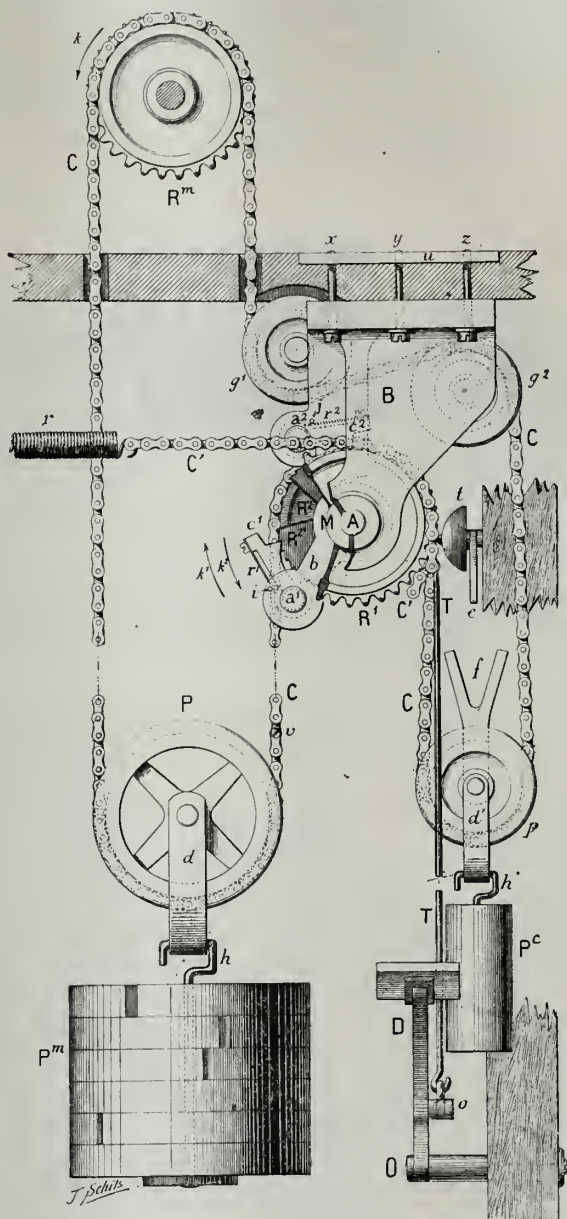


FIG. 29. — Mécanisme moteur de l'appareil Hughes.

un fort ressort en boudin r , attaché, d'autre part, à un point fixe. La roue R^1 porte un bras de levier garni d'un cliquet qui mord dans la denture d'une roue à rochet R^r , solidaire de la roue R^2 . Un cliquet de retenue c^2 empêche la roue R^r de rétrograder quand elle a été entraînée dans le sens de la flèche h^1 . Si, dans ces conditions, le télégraphiste agit avec le pied sur la pédale D , le système comprenant les roues R^1 , R^r , R^2 est entraîné dans le sens de la flèche h^1 , le rochet de retenue c^2 sautant par-dessus les dents de la roue R^r ; le ressort r est tendu. Si l'action du pied cesse, le ressort r ramène la pédale D vers le haut, faisant sauter le cliquet c^1 par-dessus les dents de R^r qui, retenu par c^2 , ne peut rétrograder, pas plus que R^2 ; le poids P^m remonte d'une certaine quantité, sans cesser d'agir sur la roue R^m . Un second coup de pédale élèvera encore le poids, et ainsi de suite.

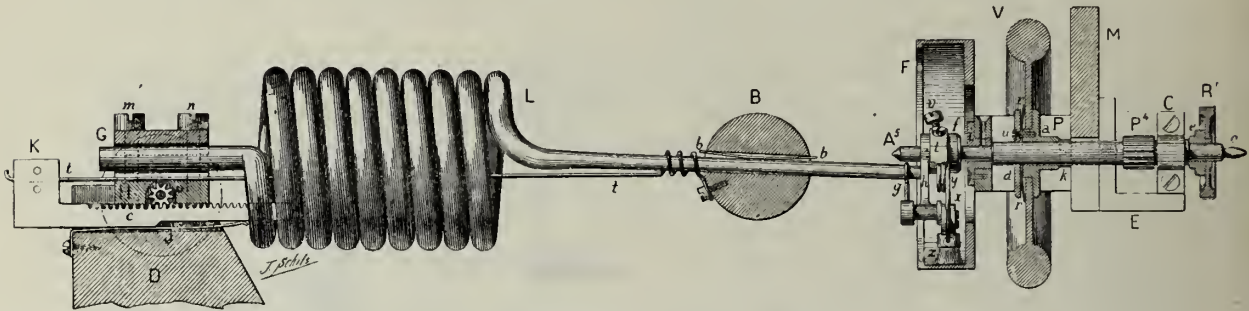


FIG. 30. — Régulateur de l'appareil Hughes.

L'action du volant, monté sur le cinquième mobile du mouvement d'horlogerie, est insuffisante pour uniformiser le mouvement. Le volant est un *amortisseur* et non un régulateur; il est monté, à frottement dur, sur des coussinets entre lesquels il peut glisser, en raison de la force vive qu'il a emmagasinée, en cas d'arrêt brusque de la machine; il évite ainsi le bris de certaines pièces délicates.

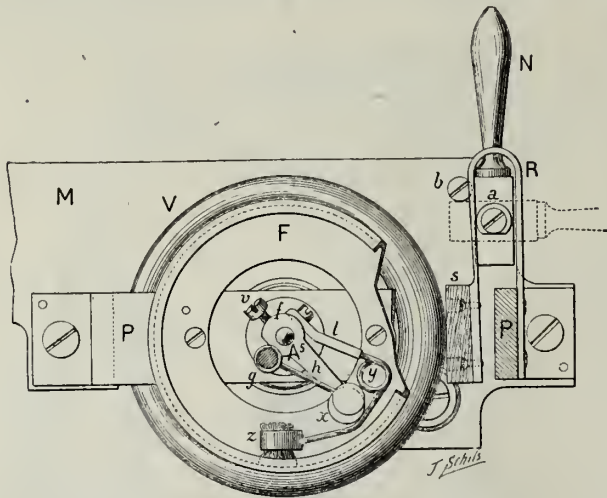


FIG. 31. — Frein d'arrêt et frein de la tige vibrante de l'appareil Hughes.

La figure 30 montre la forme du régulateur dont nous avons déjà parlé. Sur la figure 31, on voit comment la pointe de ce régulateur est liée avec l'axe du volant, et comment cet axe lui-même est arrêté par le frein à sabot N .

La tige vibrante L (fig. 30), aussitôt que l'appareil est mis en marche, est entraînée par sa pointe, sa base demeurant fixe, et la force centrifuge, agissant sur la boule B , fait décrire à la tige des vibrations coniques. Lorsque l'amplitude de ces vibrations s'accroît, le frotteur z (fig. 31) s'appuie sur le disque F et tend à ralentir le mouvement; les amplitudes des vibrations diminuent, le frottement de z devient moins intense et il en résulte bientôt un régime d'équilibre, constamment rompu, constamment rétabli, dont la résultante est un mouvement sensiblement uniforme, qui d'ailleurs, est maintenu par un procédé de correction sur lequel nous reviendrons.

Manipulateur. — Le manipulateur (fig. 32), intimement lié au récepteur, se compose de 28 touches dont les prolongements reposent sur la base de 28 goujons disposés sur la circonférence d'une boîte cylindrique. Chaque touche abaissée soulève le goujon correspondant, dont la

tête apparaît en dehors de la boîte pour rentrer à l'intérieur lorsque la touche se relève. Au centre de la boîte, un arbre vertical, entraîné par le mouvement d'horlogerie et garni d'un bras horizontal, forme un chariot qui tourne au-dessus de la boîte qui contient les goujons. Ce chariot porte une lèvre articulée *a*, sur laquelle chacun des goujons dont la tête est sortie de la boîte produit un mouvement de bascule. Ce mouvement de bascule est transmis au levier *LL'*, dont le ressort *U* se déplace entre les deux butées *B¹*, *B²*. Le ressort *U*, au repos, est en contact

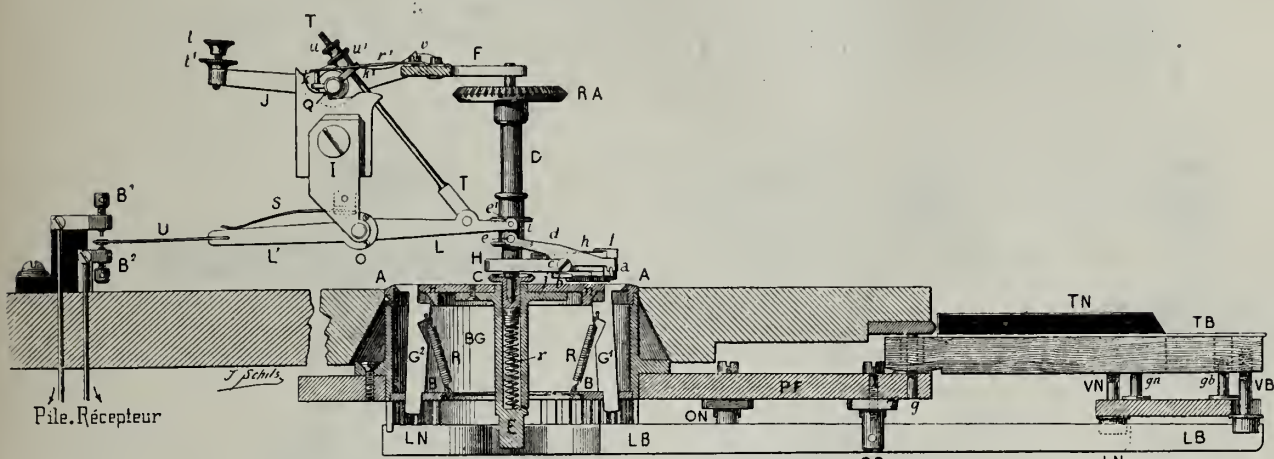


FIG. 32. — Manipulateur de l'appareil Hughes.

avec la butée *B²* (récepteur); déplacé par un goujon que rencontre à son passage la lèvre du chariot, il s'appuie sur la butée *B¹* (pile). Au levier *LL'* est articulée la tige *T*, qui commande le mouvement de bascule du levier *J*.

Dès que la lèvre du chariot a passé tout entière sur la tête du goujon en prenant contact avec lui, celui-ci est rejeté par une pièce spéciale et est ramené à l'intérieur de la boîte par un ressort antagoniste dont chaque goujon est pourvu.

La manipulation consiste à abaisser, successivement et au moment convenable, les touches portant les caractères que l'on veut transmettre.

Récepteur. — L'organe électrique du récepteur Hughes est un électro-aimant polarisé,

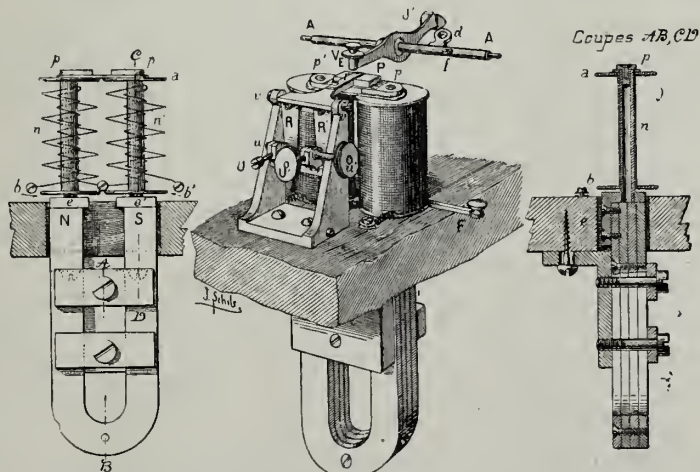


FIG. 33. — Organe électrique du récepteur de l'appareil Hughes.

formé par deux bobines montées sur les pôles d'un fort aimant en fer à cheval (fig. 33). Les noyaux de ces bobines sont garnis de pièces polaires. Une armature, en forme de *T*, est montée

à pivot sur les vis v, v' en regard de ces pièces polaires et sollicitée à s'en éloigner par deux ressorts antagonistes R, R' . La tension des ressorts R, R' est réglée par les vis U, U' .

L'aimant qui polarise les plaques p, p' attire constamment l'armature; les ressorts antagonistes R, R' agissant en sens inverse. Cependant, en temps normal, l'action de l'aimant est dominante et l'armature reste appliquée sur les plaques polaires. Mais, lorsqu'un courant traverse les bobines de l'électro-aimant, si le sens de ce courant a pour effet de diminuer l'aimantation permanente des noyaux, l'effort des ressorts antagonistes l'emporte sur celui de l'aimant, et l'armature se détache franchement; elle frappe alors la vis V du levier J' et provoque un mouvement de bascule de ce levier.

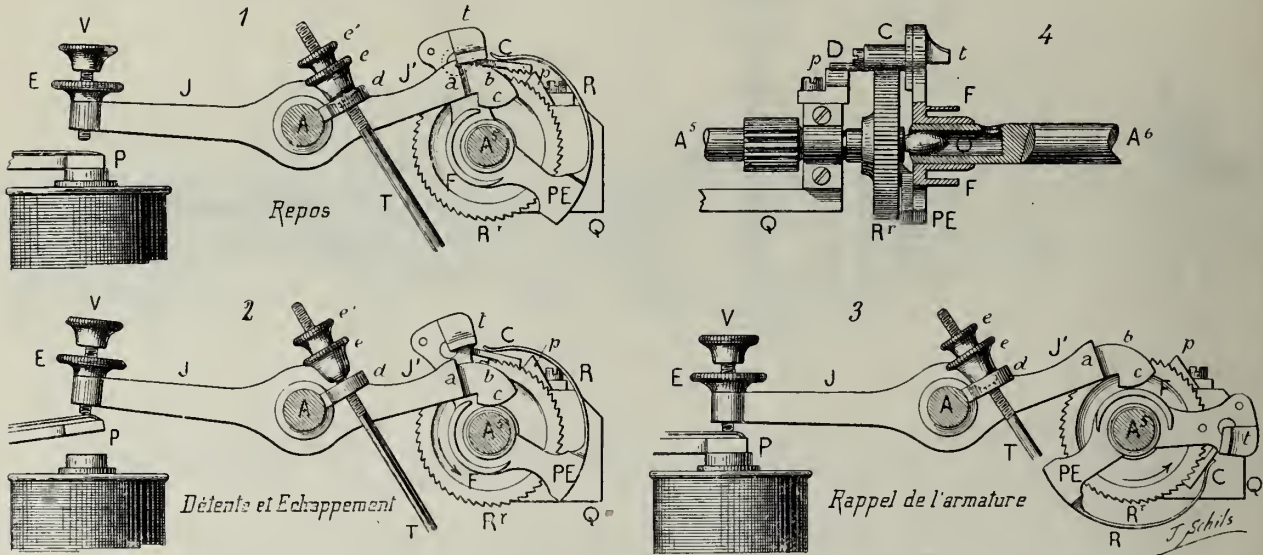


FIG. 34. — Levier de détente de l'appareil Hughes.

Sur la figure 34, on voit les différentes positions de l'armature P par rapport au levier de détente JJ' , qui pivote autour de l'axe A .

Dans l'appareil qui transmet, le mouvement de bascule de JJ' est provoqué, sans le concours de l'armature P , par la tringle T qui, comme nous l'avons vu, est articulée sur le levier du chariot et, par conséquent, dépend du manipulateur.

Dans l'appareil qui reçoit, c'est le choc de l'armature P qui provoque le mouvement de bascule du levier JJ' ; par contre, c'est un mouvement inverse de ce levier qui ramène l'armature P à sa position de repos sur les plaques polaires de l'électro-aimant.

L'axe du volant A^5 se termine par la roue à rochet R'' et par une pointe O qui tourillonne à l'intérieur de l'axe A^6 . Ce dernier porte, en regard de la roue à rochet R'' , une pièce d'échappement PE garnie d'une came en escargot FF , d'un cliquet mobile C , d'un ressort R qui s'appuie sur le cliquet et enfin d'un talon d'arrêt t .

Au repos, le talon t est arrêté par la partie a du levier de détente JJ' . Dans cette position, le cliquet C est soulevé par un petit plan incliné fixe, et la roue R'' tourne sans obstacle au-dessous de la denture de ce cliquet; l'axe A^5 tourne librement, l'axe A^6 reste immobile.

Si le levier JJ' vient à basculer, soit sous l'effort de la tringle T , soit sous celui de l'armature P , le talon t perd son point d'appui, le cliquet C glisse le long du plan incliné, sa denture rencontre celle de la roue R'' et l'embrayage des axes A^5, A^6 se produit. Les deux axes A^5, A^6 tournent alors de concert, avec la même vitesse, mais pendant une révolution seulement, car, vers la fin du premier tour, la came F , en passant sous la tête du levier JJ' a relevé celui-ci qui, de nouveau, a arrêté le talon t et opéré le désembrayage de A^6 . L'axe A^6 redevient donc immobile jusqu'à un nouveau mouvement de bascule de JJ' , et A^5 continue à tourner seul.

On voit sur la figure 34 (3) comment le passage de la came f sous la courbe c de JJ' a ramené mécaniquement l'armature P au contact des noyaux.

L'axe de la roue des types est le quatrième mobile de l'appareil; il communique le mouvement, par une roue d'angle, à l'axe vertical du chariot qui tourne avec la même vitesse; par un pignon, il met en marche l'axe du volant et lui fait exécuter sept révolutions pendant que lui-même n'en exécute qu'une.

En avant de l'appareil, l'axe de la roue des types porte trois roues (fig. 35). La première roue, RF , est un disque d'acier taillé en rochet et pincé entre deux coussinets; les coussinets sont fixes, mais le disque peut glisser entre eux sous un certain effort; c'est la roue de frottement. Sur deux manchons concentriques M^1 , M^2 sont calées, la roue des types RT et la roue de correction RC .

Les trois roues RF , RC , RT peuvent être entraînées toutes les trois par le mouvement de rotation de l'arbre A^4 , ou bien se déplacer d'un certain angle, soit ensemble, soit séparément, indépendamment du mouvement propre de l'axe, ou bien enfin deux d'entre elles, RC , RT , restent immobiles pendant que RF continue avec l'axe A^4 son mouvement uniforme.

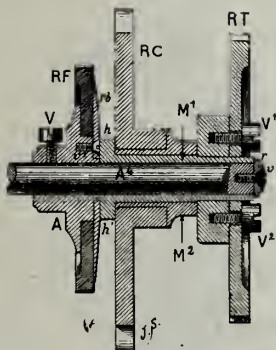


FIG. 35. — Coupe de l'arbre de la roue des types de l'appareil Hughes.

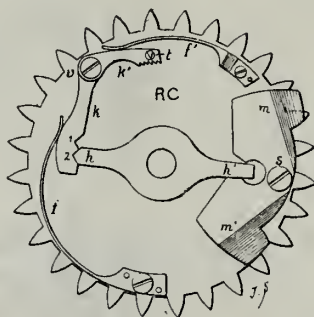


FIG. 36. — Roue de correction de l'appareil Hughes (face postérieure).

La roue des types RT est montée sur le manchon M^1 qui se termine en hh' par un double doigt tangent à la face postérieure de la roue de correction. Celle-ci est divisée en 56 parties égales, savoir : 28 dents aiguës et 28 creux; elle est en acier trempé.

Sur la tranche de la roue des types, les lettres alternent avec les chiffres et, en superposant la roue de correction et la roue des types, on pourrait voir que si une dent de la première correspond à une lettre de la seconde toutes les autres dents seront en regard des autres lettres, tandis que tous les chiffres seront en face des creux. Si, au contraire, dans la superposition que nous avons supposée, un chiffre de la roue des types correspond à une dent, tous les autres chiffres seront en face des autres dents et toutes les lettres en face des creux.

La pièce mm' (fig. 36) est maintenue sur la roue de correction par une vis à centre s autour de laquelle elle peut se mouvoir. Ses deux extrémités m , m' correspondent à deux creux de cette roue, mais un seul creux est obstrué, tantôt par m , tantôt par m' , cela dépend de la position de mm' . La pièce hh' , solidaire de la roue des types est engagée dans une encoche de mm' , de sorte que si mm' bascule, hh' basculera aussi, entraînant la roue des types et la décalant de $1/56$ de circonférence. Un procédé mécanique peut produire ce décalage; il suffira de chasser la partie m ou la partie m' qui obstrue le creux de la roue de correction. Alors, si les lettres de la roue des types étaient en face des dents de la roue de correction, elles seront transportées en face des creux ou bien inversement, suivant le sens du mouvement de bascule de mm' . C'est une came, la *came de correction* qui, outre ses autres fonctions, produit le mouvement de bascule de mm' . Or l'impression d'un caractère ne saurait avoir lieu que si ce

caractère est en face d'un creux de la roue de correction; le décalage de la roue des types permet donc d'imprimer à volonté une lettre ou un chiffre.

Outre le levier inverseur mm' , la roue de correction porte un cliquet à coches k , qui maintient hh' dans la position que lui donne le mouvement de bascule de mm' . Un second cliquet k' , pressé par le ressort f' , joue par rapport à la roue de frottement RF le même rôle que le cliquet C de la figure 34, par rapport à la roue à rochet de l'axe du volant. Le cliquet k' sert à produire l'embrayage de la roue des types avec la roue de correction d'une part et avec la roue de frottement de l'autre.

Un plan incliné mobile p et un levier à trois branches $BB'B^2$ (fig. 37), coopèrent à cette opération.

Tant que l'appareil ne travaille pas, la roue des types et la roue de correction restent immobiles, maintenues à l'arrêt par la branche B^1 du levier de *rappel au blanc*; l'axe A^1 entraîne seulement la roue RF.

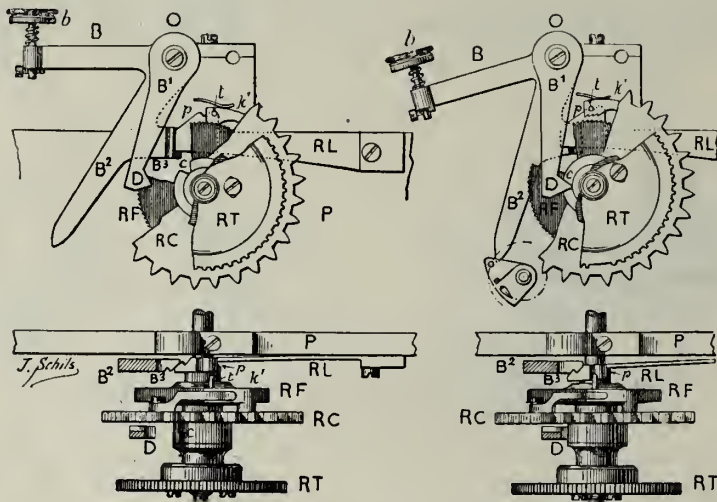


FIG. 37. — Levier de rappel au blanc de l'appareil Hughes.

Dès que le soulèvement de l'armature ou le fonctionnement du manipulateur de l'un des postes correspondants a provoqué la liaison de l'arbre A^5 du volant avec l'arbre A^6 , la roue des types et la roue de correction sont dégagées, le cliquet de cette dernière tombe sur la denture de la roue de frottement et les trois roues sont entraînées ensemble par le mouvement de l'arbre A^1 .

L'axe A^6 , *arbre des cames*, porte quatre cames :

La came de dégagement;

La came de correction;

La came de progression ou d'entraînement du papier;

La came d'impression.

La came de dégagement g est une goupille qui chasse la branche B^2 du levier de *rappel au blanc*. La branche B^1 de ce levier est engagée dans l'encoche D du manchon c de la roue de correction (fig. 37) et immobilise la roue des types et la roue de correction; ces deux roues sont dégagées par le passage de la came de correction CC (fig. 38), entre deux dents de la roue RC. A partir de ce moment, la liaison des roues RT, RC, RF s'est produite.

L'action des deux autres cames CP, CI, s'exerce sur deux leviers, dont il nous faut parler. Ces leviers sont montés sur un axe indépendant et ne participent en rien au mouvement de rotation général; les cames CP, CI leur impriment simplement un mouvement de va-et-vient autour de leur axe commun M (fig. 38). Le premier, LI, porte un tambour d , garni d'une fine denture; c'est sur ce tambour que passe la bande de papier, guidée par la pièce ii' . La came

d'impression CI soulève ce levier, et met le tambour d en contact avec la roue des types; et la bande de papier reçoit l'impression d'un des caractères de cette roue. Pour éviter la superposition de cette lettre imprimée et de celle qui s'imprimera ensuite, il faut que la bande de papier avance. Le tambour d porte une roue à rochet R, sur laquelle mord le cliquet l , articulé sur le levier LE. La came excentrée CP (*came de progression*) abaisse le levier LE, le cliquet l tire sur la dent de la roue R sur laquelle il s'appuie et entraîne cette roue ainsi que la bande de papier qui avance d'une certaine quantité. Dès que la came CP a cessé d'agir, le levier LE se relève, le cliquet l saute par-dessus les dents de la roue R et reprend sa position initiale. Tout le mécanisme est prêt pour recevoir l'impression d'une nouvelle lettre.

Correction. — Malgré l'action du régulateur, la vitesse de la roue des types peut s'accélérer ou se ralentir; il en résulterait un désaccord entre les deux appareils correspondants. En cas de retard, le récepteur imprimerait la lettre Z au lieu de la lettre A transmise; en cas d'avance, il imprimerait la lettre B. En corrigeant, à chaque révolution de la roue des types, les écarts de vitesse, on arrive à maintenir une concordance parfaite entre les deux stations; c'est le rôle de la came de correction.

A chaque révolution de la roue des types, la came de correction passe entre deux dents de la roue de correction. Si le synchronisme entre les deux stations est parfait, la came correctrice passe librement entre les deux dents; mais si l'une des deux roues est en retard, la came se présentera trop tôt et rencontrera la dent en retard qu'elle chassera; ce mouvement de propulsion en avant fait sauter le cliquet de correction par-dessus les dents de la roue de frottement et la position normale est rétablie. Si la roue de correction est en avance, la came de correction butera contre la dent qui se présente trop tôt et provoquera un léger mouvement d'arrêt qui fera glisser la roue de frottement entre ses coussinets jusqu'à ce que la came puisse passer librement.

Fonctionnement général. — Nous avons résumé, dans un autre ouvrage, le fonctionnement mécanique des divers organes dont nous venons de parler; qu'il nous soit permis d'en extraire ce qui suit: Nous supposons l'appareil arrêté, qu'il soit en ligne ou non. Dans cette position, le sabot du frein est appuyé contre le rebord du volant qu'il maintient à l'arrêt; le levier de rappel au blanc est engagé dans l'encoche du manchon de la roue de correction et immobilise celle-ci ainsi que la roue des types. Le blanc des lettres de la roue des types (espace creux) est au-dessus du cylindre qui porte la bande de papier. Nous admettons que le poids est remonté.

Pour mettre l'appareil en marche, le télégraphiste abaisse la manette du frein du volant et dégage ainsi ce dernier. Le volant commence à tourner, accélérant rapidement sa vitesse jusqu'à ce que, sous l'action de la tige vibrante et de son frein, le régime uniforme se soit établi. Les quatre mobiles du mouvement d'horlogerie, y compris l'axe de la roue des types l'axe du volant et le chariot tournent; l'axe imprimeur, le manchon qui supporte la roue de correction et la roue des types restent immobiles. Si alors on appuie sur une des touches du clavier, le goujon correspondant émerge au-dessus de la boîte des goujons. Au moment du passage du chariot, ce goujon est attaqué, soulève la lèvre et fait basculer le levier d'émission; par l'action de la tige de liaison qui unit le levier d'émission à l'axe du levier de détente, celui-ci bascule également et laisse tomber la pièce d'échappement qui a perdu son point d'appui. Le

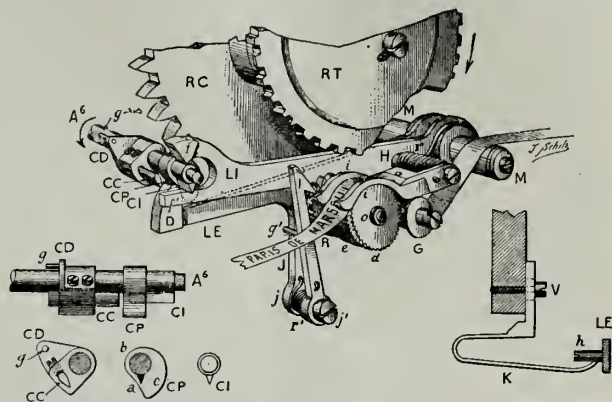


FIG. 38. — Axe imprimeur et cames de l'appareil Hughes.

cliquet de la pièce d'échappement tombe sur la roue à rochet et produit l'embrayage entre l'axe du volant et l'axe imprimeur. Ce dernier exécute alors une révolution avec une vitesse sept fois plus grande que celle qui anime l'axe du chariot. Pendant le premier quart de révolution, l'axe du volant communique à l'axe imprimeur sa propre vitesse et le met ainsi en mesure de vaincre les résistances dues au frottement des cames contre les organes qu'elles commandent. Pendant le second quart de la révolution de l'axe imprimeur, la came de correction rencontre la pointe d'une des dents de la roue de correction et ébranle suffisamment le système pour que le levier de rappel au blanc soit chassé de l'encoche dans laquelle il est engagé. La roue de correction étant ainsi ébranlée, le cliquet de correction glisse sur le plan incliné, tombe sur les dents de la roue de frottement et détermine l'embrayage de l'axe de la roue des types avec le manchon qui porte cette roue. La roue des types et la roue de correction, formant corps, se mettent en marche, tandis que la came de correction continuant son mouvement de rotation en sens inverse, pénètre à fond dans l'intervalle de deux dents de la roue de correction et arrête, *pendant un instant très court*, la roue des types. C'est à cet instant précis que se produit le choc de la bande de papier contre la roue. En effet, à ce moment, la came d'impression soulève le levier d'impression et amène le cylindre imprimeur en contact avec la roue des types; aussitôt après, l'arête de la came passe sous l'arête du levier et l'abandonne. En même temps, la came de progression poussant, de haut en bas, le bec du levier d'entraînement par sa courbure excentrée commence à abaisser progressivement ce levier et à faire avancer le papier, de sorte que l'impression a lieu par le frottement de deux cylindres tournant en sens inverse : la roue des types et le cylindre imprimeur. Pendant le troisième quart de tour, c'est-à-dire après la fin de la première demi-révolution, la came correctrice abandonne peu à peu le creux de la roue de correction dans laquelle elle était logée et se trouve complètement dégagée après le troisième quart de tour de l'axe imprimeur. En présentant sa face de plus en plus excentrée au bec du levier d'entraînement, la came d'entraînement continue à abaisser ce levier; le cliquet engagé dans la denture de la roue à rochet force cette roue à tourner; elle avance d'une dent et fait progresser d'autant la bande de papier. La came de dégagement rencontre par sa goupille la branche du levier de rappel au blanc et ramène brusquement en arrière ce levier, déjà reculé par l'action initiale de la came de correction. Pendant le quatrième quart de révolution, la came d'entraînement cesse d'agir sur le levier d'entraînement. Les trois autres cames n'ont plus de rôle actif et reprennent leur position initiale. Elles y sont aidées par un ressort auxiliaire en forme d'U que l'on voit en K sur la figure 38.

Tout ceci se passe en 0,075 seconde pour une vitesse angulaire du chariot de 120 tours par minute, vitesse qui n'est pas excessive.

Les cames restent immobiles tant qu'il ne se produit pas de nouveau déclenchement du levier de détente, mais elles entrent cependant en jeu après chaque déclenchement ultérieur. Toutefois la came de dégagement ne fonctionne plus que lorsque l'appareil a été préalablement ramené au blanc, c'est-à-dire lorsque la roue des types a été arrêtée par l'abaissement du levier de rappel au blanc.

Ce que nous venons de dire s'applique à l'appareil transmetteur, dans lequel le déclenchement est purement mécanique et provoqué par l'articulation du chariot avec le levier de détente.

Dans l'appareil récepteur, le fonctionnement mécanique reste sensiblement le même, seulement le déclenchement est produit par le choc de l'armature de l'électro-aimant. Le contact entre le goujon et la lèvre du chariot, ou mieux le mouvement de bascule du levier d'émission a pour effet d'envoyer sur la ligne un courant. Ce courant, en arrivant dans l'appareil récepteur, traverse les bobines de l'électro-aimant dans un sens tel qu'il diminue la puissance attractive de l'aimant permanent. Les ressorts antagonistes de l'armature deviennent prépondérants, et l'armature, se détachant franchement, vient, par un choc brusque, frapper la vis du levier de détente et faire basculer ce dernier. Tout se passe alors comme nous l'avons précédemment indiqué.

Communications électriques. — Deux commutateurs représentés l'un en M, l'autre en M' sur la figure 39, sont disposés sur la table de l'appareil qui porte les trois bornes L, T, P.

Sans nous arrêter à décrire en détail les communications intérieures de l'appareil qui sont nettement indiquées sur la figure 39, nous appellerons l'attention du lecteur sur deux points importants: le rôle du commutateur à chevilles M', celui de l'interrupteur N.

Lorsque deux appareils Hughes correspondent sur une même ligne, l'un a le pôle positif de sa pile attaché à la borne P, le pôle négatif étant à la terre; l'autre a le pôle négatif de sa pile attaché à la borne P, le pôle positif étant à la terre. Dans le premier, les chevilles du commutateur M' sont enfoncées dans les trous ++; dans le second, ce sont les trous -- qui sont bouchés.

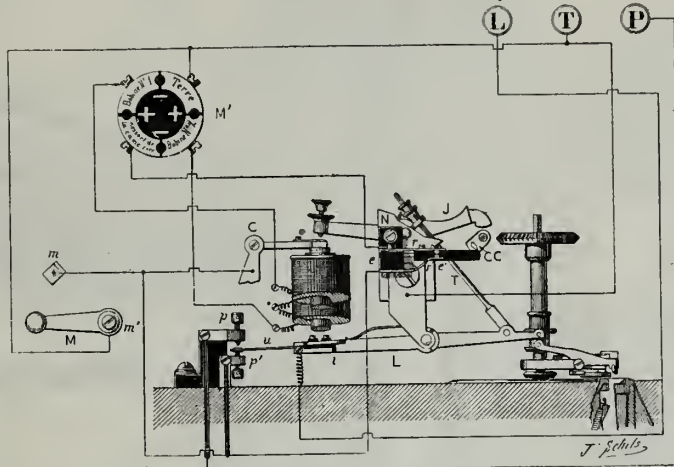


FIG. 39. — Communications électriques de l'appareil Hughes.

L'interrupteur N interposé entre le commutateur M' et le plot p, p' c'est-à-dire entre la ligne reliée au massif et les bobines du récepteur, a pour objet de couper la communication entre la ligne et les bobines dès que le courant a produit son effet en traversant celles-ci. La pièce en ébonite e' , sur laquelle s'appuie la came de correction CC, est montée sur le ressort r : le ressort r' en est séparé par la pièce d'ébonite e , mais sous la pression de la came CC, qui fait fléchir r , les ressorts r, r' sont en contact; ils se séparent, au contraire, lorsque la came de correction se met en marche et permet au ressort r de se redresser.

Nous venons de décrire dans ses grandes lignes le modèle français dont la figure 40 donne une vue d'ensemble.

Il est exposé par la Société industrielle des Téléphones, par les établissements Postel-Vinay, par M. Doignon, dont le prédécesseur, Froment, a été l'un des plus zélés collaborateurs de Hughes.

Il existe cependant aussi dans la section française, exposés par les mêmes constructeurs, des appareils dont le remontage du poids se fait automatiquement.

L'Administration française n'a pas pour cet objet de moteur attitré; chaque constructeur fournit le modèle de moteur électrique qui lui convient, pourvu qu'il réponde à un programme général établi par l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Remontoir électrique. — Le remontoir électrique français ne modifie pas le mécanisme de l'appareil et permet de faire usage de la pédale lorsque, en cas de dérangement ou par suite d'une défaillance de la source d'énergie électrique, le remontoir automatique ne fonctionne pas. Il y a là un gros avantage que nous ne retrouvons pas dans certains modèles étrangers, et notamment dans le modèle anglais, quelque séduisant qu'il puisse être. Nous ne prétendons pas dire pour cela que notre appareil Hughes ait atteint la perfection.

Le moteur M (fig. 41) est posé sur la table de l'appareil, l'axe de son induit porte une poulie p' qui, au moyen d'une courroie sans fin, transmet le mouvement à la poulie P, cette dernière faisant partie d'une pièce vissée sur le bâti de l'appareil.

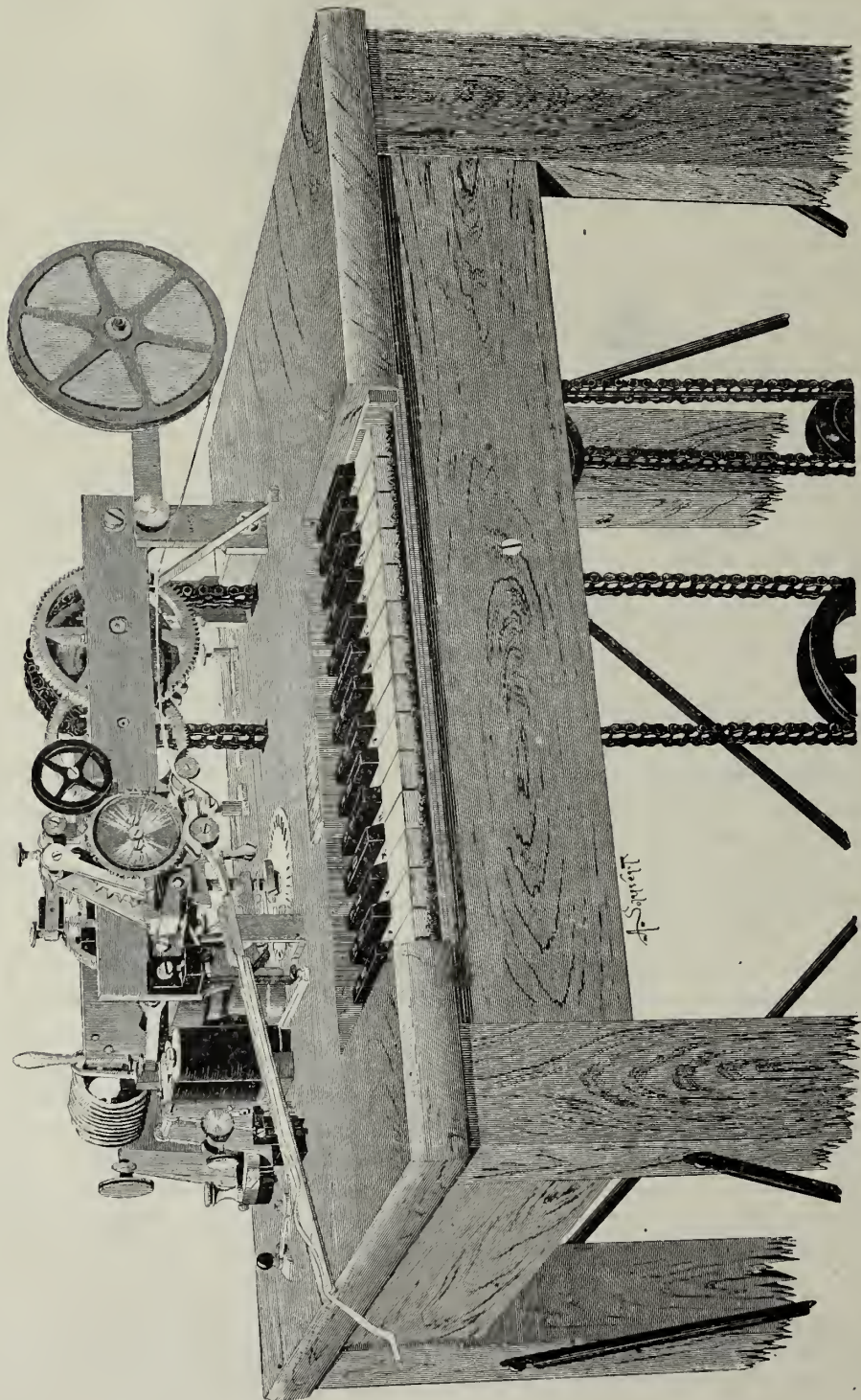


FIG. 40. — Appareil Hughes. — Vue d'ensemble.

L'axe de la poulie P porte une vis sans fin V qui fait tourner la roue R, à raison de un tour et demi par minute, alors que l'axe du moteur exécute 1 500 révolutions pendant le même temps.

La roue R n'est réunie au pignon P¹ que par un encliquetage; le pignon peut tourner sans entraîner la roue ou bien en devenir solidaire. L'axe du pignon P¹ porte, en effet, une came à ressaut C et la roue R un cliquet CL maintenu par un ressort sur la surface de la came C.

La chaîne monte, comme d'habitude, sur la denture de la roue R¹; mais, avant d'atteindre la poulie du contrepoids, elle s'engage entre les dents du pignon P¹ et y est maintenue par le guide B sur lequel agit le ressort en boudin r. En tournant, le pignon fait descendre le contrepoids et remonter le poids. Pour limiter le mouvement d'ascension et de descente du poids, on

fait usage d'un interrupteur (fig. 42). C'est un levier IL dont l'extrémité E, en matière isolante, repose sur le poids, tandis que l'extrémité opposée ouvre ou ferme en I le circuit de la machine génératrice sur le moteur M. Entre les deux contacts de l'interrupteur est intercalé un rhéostat b en vue d'éviter les étincelles.

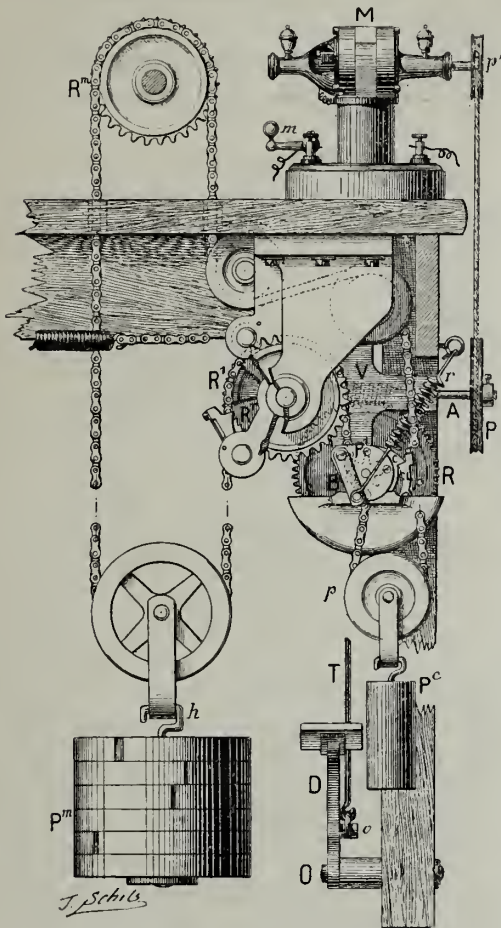


Fig. 41. — Remontoir électrique de l'appareil Hughes.

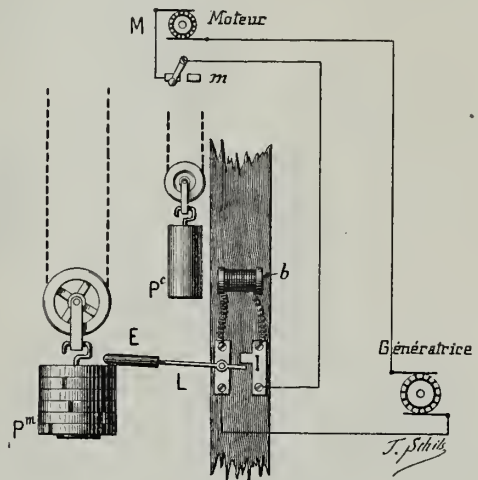


Fig. 42. — Interrupteur du remontoir électrique de l'appareil Hughes.

On voit que le poids, en s'élevant, soulève le levier ELI qui bientôt ouvre le circuit de la génératrice; en s'abaissant, il abandonne le levier ELI qui, par son propre poids, retombe et ferme le circuit; il en résulte une sorte de mouvement oscillatoire qui maintient le poids à peu près à la même hauteur.

Lorsqu'on fait usage de la pédale, la roue R¹ du remontoir (fig. 41) est entraînée, le contrepoids tire sur la chaîne en s'abaissant, fait tourner le pignon P¹ dont la came C glisse sous le cliquet CL qui, à chaque tour, saute par-dessus le cran de cette came, sans que la roue R participe à l'ensemble du mouvement.

Appareil avec rappel au blanc automatique, système Doignon. — Cette modification de l'appareil Hughes a été étudiée par MM. Daumarie et Doignon. L'appareil a été construit dans les ateliers de ce dernier et exposé par lui.

Le levier de rappel au blanc a (fig. 43) est constamment sollicité à rester engagé dans l'encoche b du manchon de la roue de correction par la traction d'un ressort c, fixé, d'une part, à la platine antérieure de l'appareil et, de l'autre, au levier a. Le bec d de la branche j du levier, ainsi que la tête d' du ressort-lame de mise au blanc ne portent plus d'encoches, comme dans l'appareil ordinaire, mais sont simplement taillés en biseau. Le bras e du levier porte un plan

doublement incliné à gauche et à droite f , en saillie et solidaire du bras e . Cette pièce f est placée entre deux cliquets g et h portant à leur partie supérieure deux plans inclinés k, l ; ces cliquets peuvent se mouvoir autour de deux pivots de rotation m, n et sont sollicités à se rapprocher l'un de l'autre par un ressort p , ce qui leur permet d'obéir aux oscillations du galet r situé entre les deux cliquets. Le mouvement d'oscillation de gauche à droite du galet r est produit par l'articulation de la bielle v avec le levier coudé x , qui a son point de rotation en o . Ce levier coudé porte un second galet r' qui roule sur une sorte de came en acier y munie d'encoches s, s' et de saillies t, t' . La came y est montée sur le troisième mobile du mécanisme moteur, le ressort z force le galet r' à s'appuyer sur cette came.

La position de repos du levier de rappel au blanc est celle que représente la figure 43; le plan incliné de la tige e est situé au-dessous des têtes k, l des cliquets g, h et ceux-ci peuvent osciller librement sans agir sur le plan incliné.

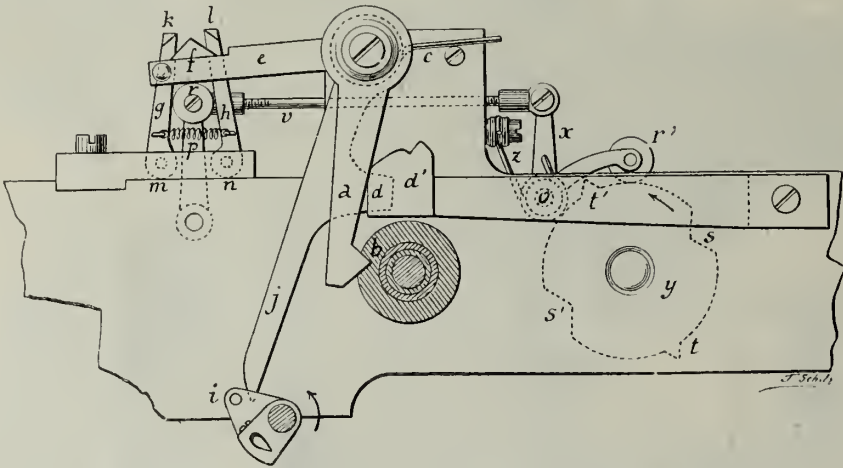


Fig. 43. — Rappel au blanc automatique de l'appareil Hughes.

Dès que l'arbre des comes entre en jeu, qu'il s'agisse d'une transmission ou d'une réception, la came de dégagement i , rencontrant la branche j , rejette en arrière le levier de rappel au blanc tout entier; le plan incliné f passe au-dessus des têtes k, l en les écartant et les laisse retomber au-dessous de lui, le ressort p tendant à les rapprocher. Dans cette position, le plan incliné s'appuie sur la tête l du cliquet h et le rappel au blanc ne peut avoir lieu que si le mécanisme automatique intervient. Or la came y tourne constamment. Lorsque l'une des encoches s ou s' passe au-dessous du galet r' , celui-ci fait une chute et entraîne vers la droite le galet r ; ce dernier incline vers la droite le cliquet h dont la tête l se dérobe sous le plan incliné qui tombe sur la tête k du cliquet g ; puis le cliquet h revient vers la gauche quand le galet r' sort de l'encoche et sa tête glisse au-dessus du plan incliné f .

Dans cette position, le levier e ne peut pas encore basculer de haut en bas, car il est toujours soutenu par la tête k du cliquet g . Mais, dès qu'une des saillies t ou t' passe au-dessous du galet r' , celui-ci est soulevé; le galet r , chassé vers la gauche, pousse dans cette direction le cliquet g dont la tête monte à son tour sur le plan incliné f . Le levier e se trouve alors complètement dégagé et, obéissant à l'action du ressort e , s'engage dans l'encoche b du manchon de la roue correctrice et produit ainsi la mise au blanc automatiquement. Si à ce moment on soulève un goujon de l'appareil pour imprimer une lettre, la came de dégagement i chasse le levier de rappel au blanc et fait repasser la branche e au-dessus des plans inclinés k, l des deux cliquets.

La disposition est telle que la remise au blanc ne se fait automatiquement que si le chariot de l'appareil fait trois tours sans qu'on imprime une lettre.

Modèle allemand de la maison Siemens et Halske. — Les modifications apportées à l'appareil Hughes, pendant ces dernières années, par la Société Siemens et Halske, sont nombreuses. Les plus importantes sont celles qui substituent à la lame vibrante un régulateur vertical, moins encombrant et donnant lieu à moins de trépidations, ainsi que celle qui établit la commande directe de l'axe du volant par un moteur électrique.

Le régulateur Siemens s'applique aussi bien à l'appareil à poids qu'à l'appareil à commande électrique ; la figure 43 montre ce régulateur monté sur un appareil à poids ; on en voit les détails sur la figure 44 où il est associé à un moteur électrique.

Voici la description qu'en donne la Société Siemens et Halske dans son bulletin :

« Il se compose d'un arbre vertical glissant à sa partie inférieure sur la vis de mise au point à l'aide d'un tourillon. Le palier supérieur est à tourillons. Les tiges conductrices des boules centrifuges sont fixées sur l'arbre au moyen de ressorts plats ; les boules peuvent être déplacées sur leurs supports à l'aide du mécanisme suivant :

Une fente centrale où peut glisser une cheville de réglage est pratiquée dans la partie supérieure de l'arbre ; il porte en haut un ajustage et peut glisser avec celui-ci dans le mandrin de la vis de réglage ; à sa partie inférieure sont retenus par des vis deux fils d'acier qui portent les boules déplaçables. En vissant plus ou moins la vis de réglage, la cheville s'élève ou s'abaisse, par suite, les boules aussi. Il est ainsi possible de régler pendant la marche l'amplitude des oscillations des boules du régulateur. »

Les boules, en s'éloignant de l'axe central, sous l'effet de la force centrifuge, agissent sur deux frotteurs qui s'appuient plus ou moins fortement sur un anneau creux, comme le fait le frein du Hughes ordinaire.

Ce régulateur est attelé à l'axe du volant ou au moteur au moyen d'une roue d'angle.

L'emploi du moteur électrique avec commande directe a permis de supprimer une partie du train d'engrenage et a réduit le mécanisme moteur dans une large proportion, ainsi que le montre la figure 46. Ce système présente l'inconvénient que nous avons signalé plus haut : en cas d'arrêt du moteur, provoqué par un accident survenu à la source d'énergie électrique, le service est interrompu ; aussi la Société Siemens et Halske, toujours pratique, a étudié un modèle dans lequel on peut presque instantanément passer du moteur électrique au moteur à poids ; la solution est bien simple, mais il fallait la trouver.

Deux potences (*fig. 47*) ont été fixées à la platine postérieure de l'appareil. Lorsque celui-ci doit être actionné par le moteur électrique, on décroche le poids, on soulève la chaîne que l'on dégage des dents de la roue motrice et on la pose sur les deux potences. Le mouvement d'horlogerie est ainsi complètement libéré et n'obéit plus qu'à l'action du moteur électrique. En cas d'interruption dans le circuit de ce moteur, il suffit de replacer la chaîne sur sa roue dentée et de

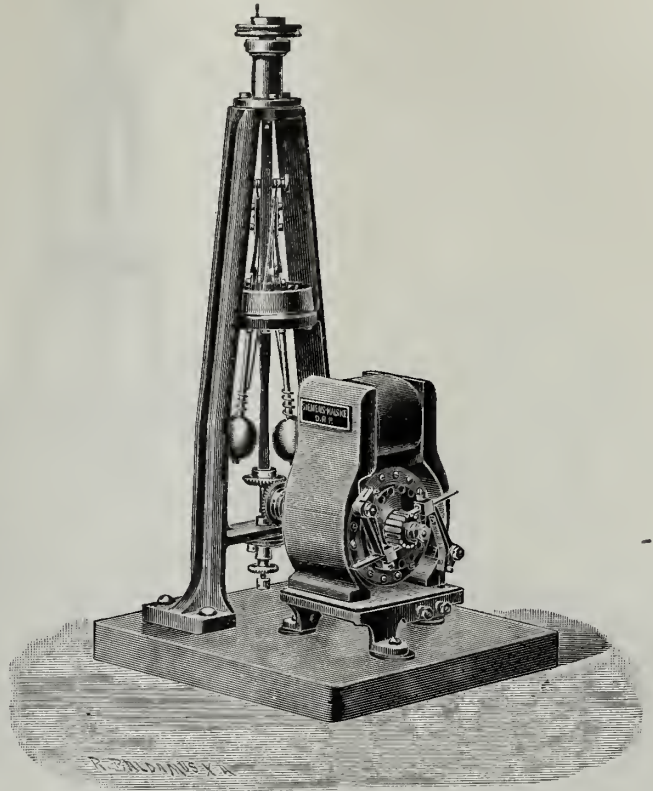


FIG. 44. — Régulateur de l'appareil Hughes, modèle Siemens et Halske.

raccrocher le poids, que l'on remonte alors au moyen de la pédale. C'est, à notre avis, la solution la plus simple et la plus complète du problème qui ait été donnée jusqu'ici.

Le mode d'enclenchement de l'axe du volant avec l'axe des cames, par l'effet de la chute du levier de détente, a également été changé. L'axe du volant A_v (*fig. 48*) est, comme à l'ordinaire, engagé dans l'axe des cames A_c . L'axe du volant est garni de la roue à rochet R , au-dessus de laquelle se trouve le plan incliné i , fixé sur le massif de l'appareil. L'axe des cames porte la pièce

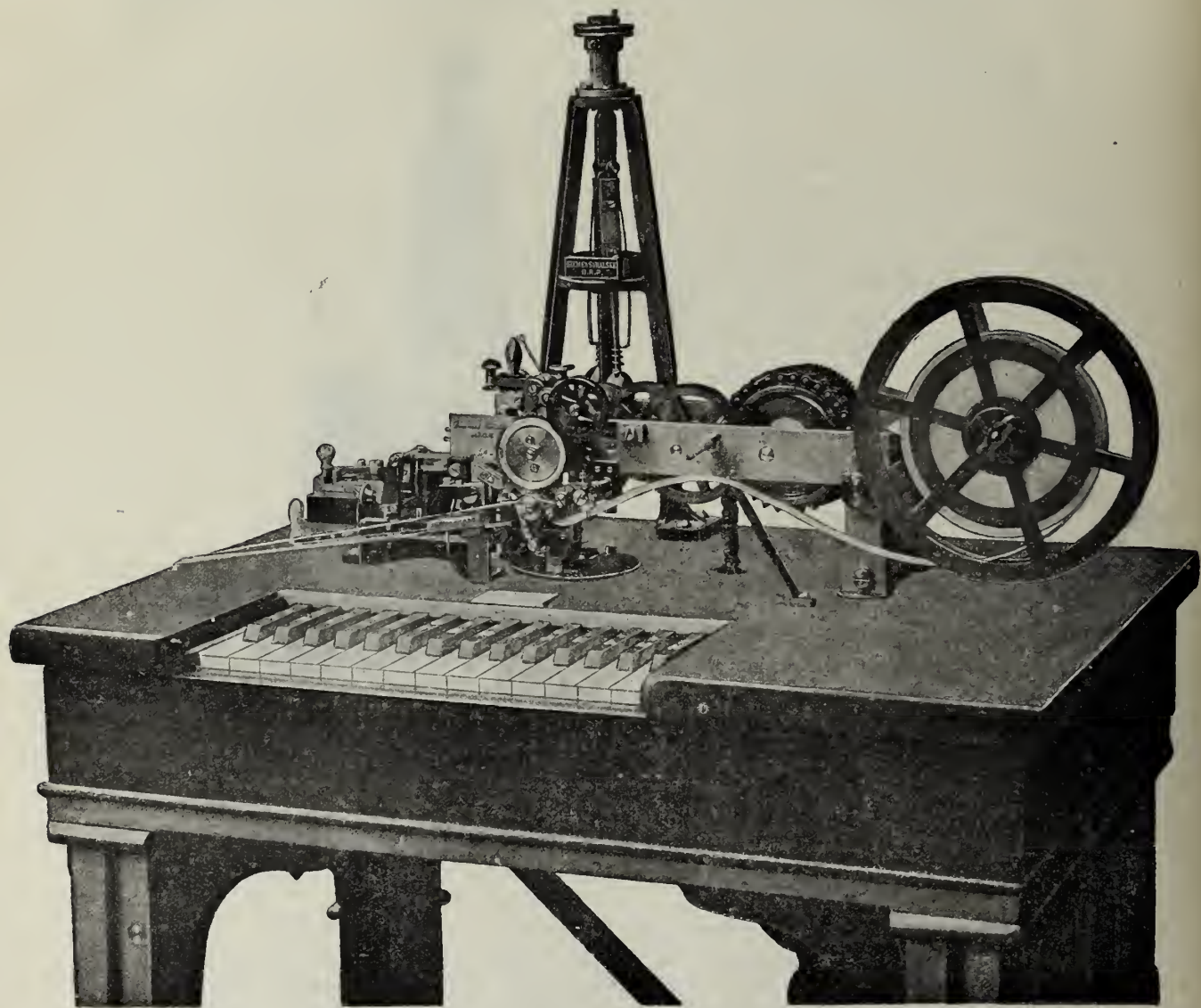


FIG. 45. — Appareil Hughes à poids avec régulateur Siemens et Halske.

P qui comprend le taquet p et la came de rappel E . Sur la pièce P est articulé le cliquet C que le ressort r tend à chasser dans la direction du rochet R . Au repos, le taquet p est arrêté par le talon t du levier de détente D . A ce moment, le cliquet C , chassé vers la gauche par le plan incliné i , a abandonné la denture du rochet R ; les arbres A_c , A_v sont indépendants; l'arbre A_v tourne librement, l'arbre A_c reste immobile. Au moment où le levier D bascule, le taquet p perd son point d'appui en t , le cliquet C glisse sur le plan incliné i et ce cliquet, chassé vers la droite par le ressort r , engrène la roue R , avec laquelle il reste intimement lié pendant une révolution

complète. Vers la fin de cette révolution, la partie excentrée de la came E glisse sous la courbe e du levier de détente, la soulève et ramène le talon t dans la position qui doit arrêter le taquet p ; en même temps le plan incliné i a poussé vers la gauche le cliquet C et provoqué ainsi le désembrayage des axes A_c, A_v .

Une modification accessoire porte sur le mode d'entraînement de la bande de papier. Le guide-papier anciennement en usage avait, suivant MM. Siemens et Halske, l'inconvénient de ne

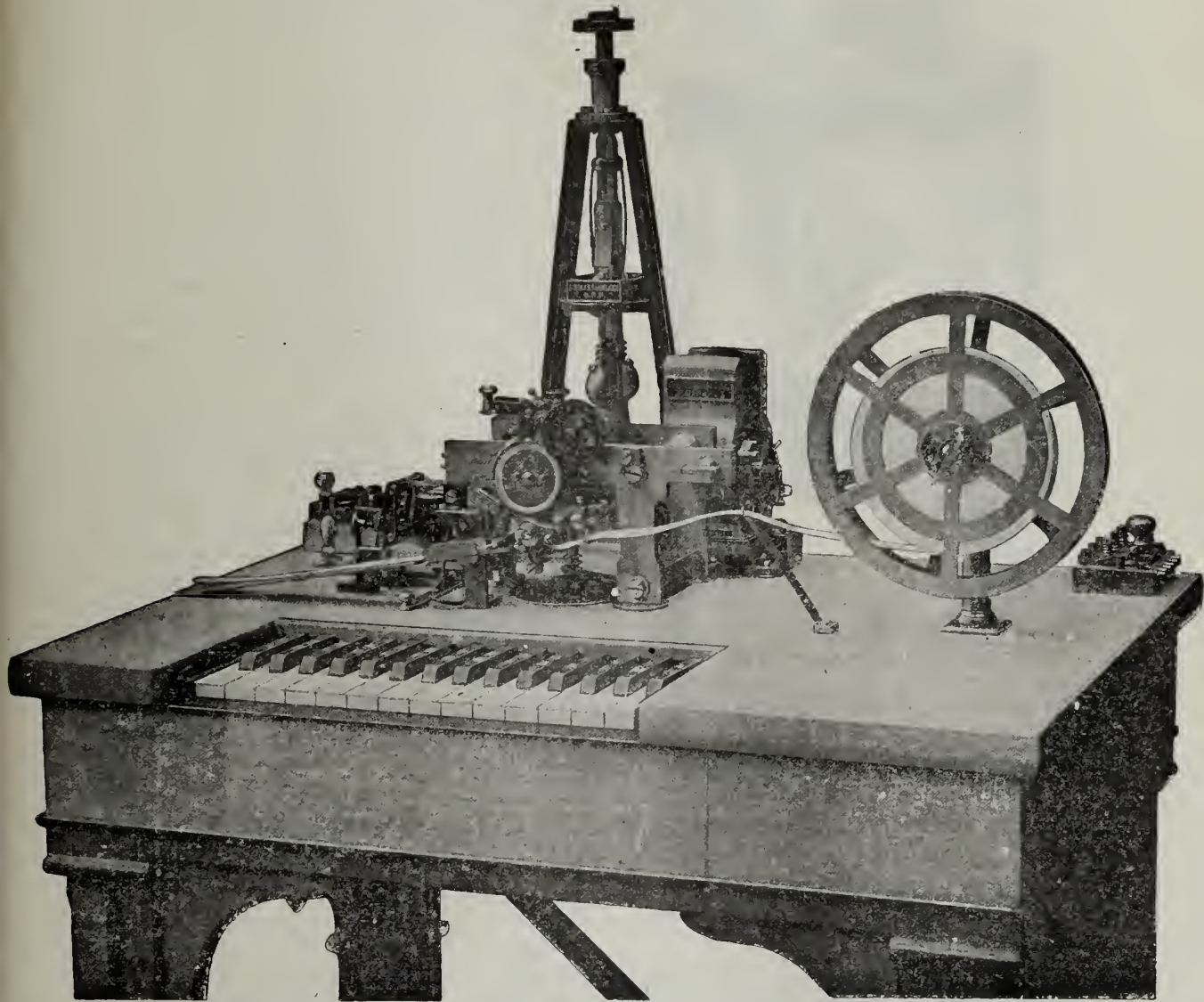


FIG. 46. — Appareil Hughes à commande électrique avec régulateur Siemens et Halske.

pas régler assez sûrement et assez facilement la pression sur la bande de papier. Ils lui ont substitué (*fig. 49*) une petite plaque de tôle d'acier, dont la courbure correspond à celle du cylindre d'impression et dont la pression sur la bande est réglée par une équerre, traversée par une vis dont la pointe prend son point d'appui sur l'axe des leviers d'impression. Le réglage de cette vis détermine celle du guide-papier.

Modèles anglais. — Dans l'Exposition du Post-Office, on voit des appareils Hughes dont les pieds, ainsi que le moteur à poids, ont été enlevés; on peut les placer sur une table. L'un est

actionné directement par un moteur à air comprimé provenant de la distribution de la ville. Un autre, pourvu d'un moteur électrique, a été étudié par les ingénieurs du Post-Office.

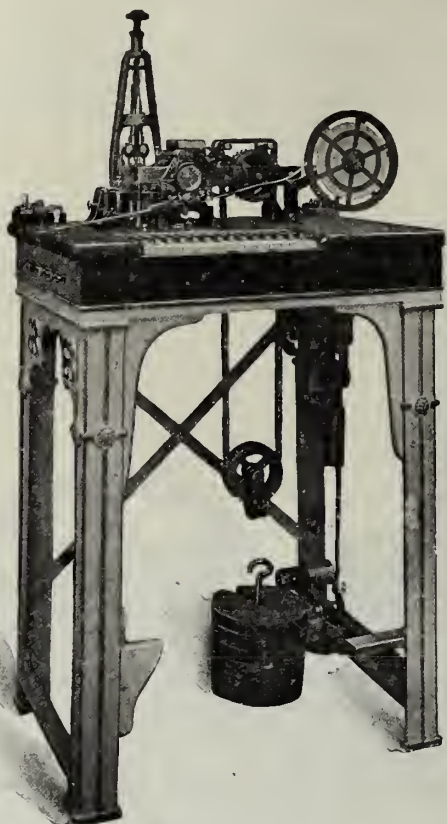


FIG. 47. — Appareil Hughes à poids et à commande électrique, modèle Siemens et Halske.

Le levier de détente *L* étant au repos, les organes sont placés comme dans la figure 50. Si, par le jeu de l'armature, le levier de détente vient à basculer, la branche *n*, en s'abaissant, dégage l'ergot *e*; le ressort placé à l'intérieur du manchon *D* chasse celui-ci, de droite à gauche et, les dents de ce manchon s'emboîtant dans celles du manchon *B*, les axes *A* et *C*

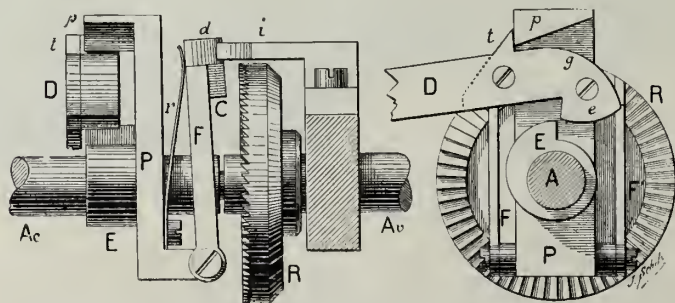


FIG. 48. — Dispositif d'enclenchement de l'appareil Hughes, modèle Siemens et Halske.

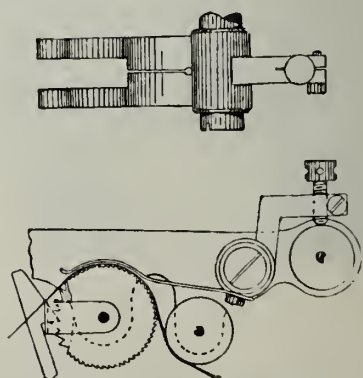


FIG. 49. — Dispositif d'entraînement du papier de l'appareil Hughes, modèle Siemens et Halske.

sont liés pendant une révolution complète. A la fin de cette révolution, la came *E* présente sa partie la plus large sous le bras *m* et le soulève; le bras *n* se trouve ainsi ramené sur le trajet de l'ergot *e* qui monte sur le plan incliné *i* et finalement est arrêté par le talon *t*. Dans ce mouve-

Modèle austro-hongrois. — Nous retrouvons dans la section autrichienne et dans la section hongroise des appareils pourvus du régulateur Siemens.

Dans ces appareils, l'embrayage de l'axe du volant avec l'axe d'impression se fait latéralement.

L'axe du volant *A* (fig. 50) s'emboîte comme à l'ordinaire dans l'axe des cames; mais il porte une coquille *B*, dentée comme un rochet, et qui tourne avec l'axe *A*. De son côté, l'arbre des cames *C* est entouré d'un manchon analogue *D*, monté à glissière. Un ressort placé à l'intérieur du manchon *D* tend à le pousser de droite à gauche et à provoquer l'embrayage de *B* avec *D*.

Nous avons donc en présence un rochet fixe *B* et un rochet mobile *D*, appartenant chacun à un des deux arbres dont il s'agit d'opérer temporairement la liaison.

Le levier de détente *L* se termine par une fourchette dont la branche *m* est rapportée. Les branches *m* et *n* sont situées dans des plans différents.

La came excentrée *E* remplace la came de rappel du levier de détente de l'ancien modèle.

Sur la tige *n* se trouvent le talon d'arrêt *t* et le plan incliné *i*. L'ergot *e* correspond au prolongement de l'ancien cliquet qui montait sur le plan incliné.

ment, le ressort placé à l'intérieur du manchon D a été bandé, le manchon a été poussé de gauche à droite et le désembrayage des rochets B et D s'est produit, libérant ainsi l'axe des cames C qui reste immobile, tandis que l'axe A du volant continue à tourner. Chaque déclenchement de l'armature de l'électro-aimant produit le même effet.

Il est à remarquer que la branche *m* du levier de détente, soumise au frottement répété de la came E, s'use assez rapidement; c'est pour cela que cette pièce, assujettie par deux vis, a été rendue amovible, pour qu'il soit possible de la remplacer sans changer le levier de détente tout entier.

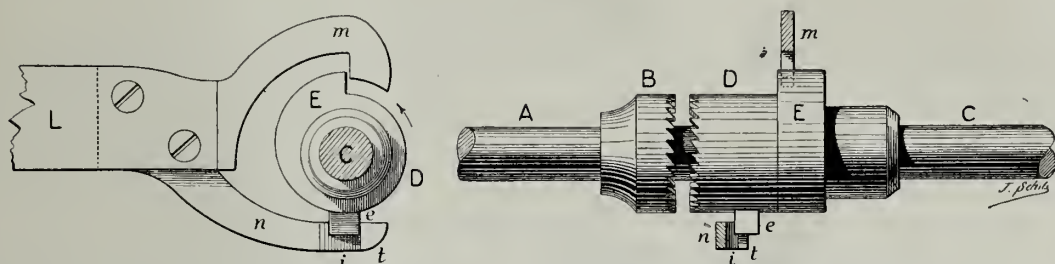


Fig. 50. — Dispositif d'enclenchement de l'appareil Hughes, modèle austro-hongrois.

Modèle belge. — Les appareils Hughes de l'Administration belge sont construits de manière à permettre de travailler soit à la manière ordinaire, chacun des postes correspondants utilisant un des pôles de la pile, soit avec les mêmes pôles aux deux bouts de la ligne, soit enfin, en courant continu, l'un des deux postes étant dépourvu de pile.

Le déclenchement au poste de départ n'est pas, comme chez nous, purement mécanique; il est produit par l'émission du courant; c'est ce qui a permis, au moyen d'une légère modification apportée au levier de transmission et à l'armature de l'électro-aimant, de faire usage du même pôle de pile aux deux bouts de la ligne; le commutateur inverseur devient alors sans objet.

Pour travailler en courant continu, la dérivation est supprimée et l'entrée des bobines de l'électro-aimant est reliée en permanence au massif. Au poste dans lequel est placée la pile on attache le pôle de celle-ci à la borne *terre* de l'appareil dont le fil de terre est supprimé. Dans le poste dépourvu de pile, la borne *pile* reste sans emploi.

Dans les deux postes, les chevilles du commutateur inverseur sont orientées de telle sorte que le courant qui traverse constamment les bobines des électro-aimants ait pour effet de renforcer la puissance de l'aimant permanent. Il faut alors enfoncer à fond le fer doux de réglage et augmenter la tension des ressorts antagonistes, pour permettre à l'armature de se détacher franchement à chaque interruption du circuit, interruption provoquée par la manipulation et qui a pour effet de faire disparaître le surcroît d'aimantation provoqué par le passage du courant continu à travers les bobines.

A part l'agencement particulier des communications intérieures que nous venons de signaler, le modèle de l'Administration belge ne diffère pas sensiblement du modèle allemand; on y retrouve le régulateur Siemens.

Toutes les parties des pièces qui s'usent le plus rapidement sont amovibles, elles sont montées sur la pièce principale au moyen de vis, ce qui permet de les remplacer aisément tout en laissant subsister les parties encore en bon état; il en résulte une notable économie dans l'entretien.

Modèles russes. — Parmi les modèles d'appareils Hughes exposés par la Russie, il en est qui sont du type Siemens.

D'autres ont une tige vibrante dont la spirale est aplatie, modèle essayé en France, il y a déjà longtemps et bientôt abandonné.

Un autre spécimen est pourvu d'un remontoir électrique du modèle français de la maison Carpentier. Enfin, un des régulateurs utilisés a une assez grande ressemblance avec le régulateur pendulaire des anciens appareils Baudot. La masse mobile est garnie d'un frotteur qui agit sur une surface conique.

Ces appareils ont deux roues des types, dont l'une porte les caractères russes pour les relations à l'intérieur de l'Empire et l'autre les caractères romains pour le service international.

TÉLESCRIPTEUR HOFFMANN

Le télescripteur Hoffmann est un télégraphe imprimeur à échappement. L'inventeur a eu en vue d'adjoindre son appareil au téléphone, de façon qu'en l'absence de l'abonné appelé, il soit possible de lui transmettre un message qu'il trouve à sa rentrée.

La figure 51 montre le mécanisme de cet appareil.

L'arbre moteur M_1 , monté sur pivot à ses deux bouts, est vertical. Par l'intermédiaire des roues d'angle m, n , cet arbre engrène un arbre horizontal N_1 . L'arbre vertical M_1 porte à sa base le bras porte-balai m_4 du distributeur.

Un aimant NS constitue avec l'armature M_2 la partie électro-magnétique d'un moteur qui sert à remonter un ressort spiral R, enroulé autour de l'axe M_1 , fixé, d'une part, à cet axe et, de l'autre, en m_2 , solidaire de l'armature M_2 du moteur.

L'armature M_2 tourne librement sur l'axe M_1 ; elle est composée de trois bobines dont les noyaux en fer sont assemblés par une culasse commune m_3 également en fer,

L'armature M_2 tourne entre les branches de l'aimant NS; elle est montée sur un tube qui enveloppe l'axe M_1 et qui repose sur une crapaudine m_4 . A sa partie supérieure, le tube qui supporte l'armature M_2 se termine par une roue dentée représentée en coupe en m_5 . Cette roue a 20 dents et commande un train d'engrenages comprenant les roues m_6, m_7, m_8 . La roue m_6 a 40 dents, la roue m_7 en a 20; elles sont réunies par l'axe commun m_9 qui tourne librement dans le croisillon m_{10} , mobile autour de l'axe M_1 . La roue m_8 a 20 dents; elle est montée sur un manchon auquel est

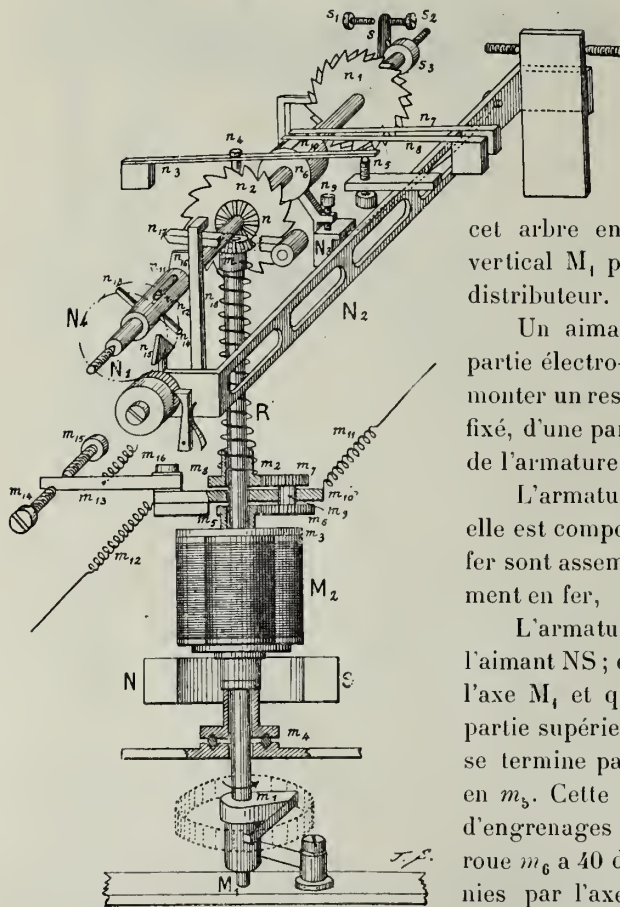


FIG. 51. — Mécanisme du télescripteur Hoffmann.

fixée la partie inférieure du ressort R, attaché, d'autre part, à la partie supérieure de l'arbre M_1 .

Le croisillon m_{10} est soumis à l'action des ressorts m_{14}, m_{12} ; il porte un bras m_{13} qui peut se déplacer entre les vis m_{14}, m_{15} et auquel est attaché le ressort m_{16} destiné à détruire l'équilibre entre les ressorts m_{14} et m_{15} .

L'ensemble de cet agencement a pour objet, non seulement de communiquer le mouvement aux axes M_1, N_1 , mais aussi de couper le circuit du moteur. Ce circuit est ouvert lorsque le bras m_{13} est appuyé sur la vis m_{15} ; c'est sa position normale; le circuit est fermé lorsque le bras m_{13} est appuyé sur la vis m_{14} .

La roue d'échappement est portée par l'axe N_1 . Lorsque cet échappement commence à fon-

tionner, le ressort R se détend petit à petit et les ressorts m_{11}, m_{12} agissent sur le croisillon m_{10} et entraînent le bras m_{13} qui abandonne la vis m_{15} pour se porter sur la vis m_{14} . Le circuit du moteur est alors fermé et l'armature M_2 tourne dans le sens de la flèche. Ce mouvement, communiqué avec une vitesse quatre fois moindre au ressort R, le remonte et fait tourner les axes M_1, N_1 . Lorsque les axes M_1, N_1 sont arrêtés par l'échappement, le ressort est remonté un peu plus que ne l'exige la marche normale de l'appareil ; le croisillon m_{10} tourne alors en sens inverse ; le bras m_{13} , sous l'impulsion du ressort m_{16} , abandonne la vis m_{14} pour revenir s'appuyer sur la vis m_{15} et le circuit du moteur est ainsi ouvert.

Sur l'axe N_1 sont calées : 1° la roue d'angle n , 2° la roue d'échappement n_1 , 3° la roue interruptrice n_2 , 4° la roue des types n_4 , 5° le cylindre de coupure du circuit d'impression n_6 .

La roue d'angle n établit la liaison, par la roue m , entre l'axe horizontal N_1 et l'axe vertical M_1 .

La roue d'échappement n_1 provoque, par le jeu d'une fourchette d'encliquetage, actionnée par un électro-aimant, la marche ou l'arrêt du bras porte-balais sur les différents secteurs du distributeur.

La roue interruptrice n_2 est située au-dessous d'un ressort n_3 portant une came n_4 . Lorsque la came n_4 est engagée entre deux dents de la roue n_2 , le ressort n_3 repose sur la vis n_3 et ferme le circuit d'impression ; mais, lorsque la roue n_2 est en mouvement, la came n_4 est soulevée et le ressort n_3 abandonne la vis de butée n_3 .

La fermeture du circuit d'impression entraîne l'excitation de l'électro-aimant imprimeur qui attire son armature. A cette armature est fixée une longue tige, solide mais légère N_2 , qui supporte le cylindre imprimeur.

Lorsque l'armature de l'électro-aimant imprimeur est attirée, la tige N_2 est soulevée et le cylindre imprimeur vient prendre contact avec la roue des types qui l'arrête. Mais, sur la tige N_2 , est fixée une autre tige qui porte le marteau N_3 ; cette tige, très flexible, continue son mouvement grâce à son inertie, après que la tige N_2 a été arrêtée par la roue des types.

Le cylindre de coupure du circuit d'impression n_6 est en ébonite ; il est monté à frottement sur l'axe N_1 ; il porte sur sa surface latérale une lame de platine n_{10} sur laquelle peuvent s'appuyer les balais n_7, n_8 ; il est garni d'un appendice n_9 situé en regard du marteau N_3 .

Lorsque n_7 et n_8 reposent sur la lame de platine n_{10} , le circuit d'impression est fermé ; mais si, par suite d'un décalage de n_6 , les balais n_7, n_8 , abandonnent n_{10} , le circuit est ouvert ; c'est ce qui arrive lorsque le marteau N_3 , frappant sur l'appendice n_9 , imprime un léger recul au cylindre n_6 . Lorsque l'appareil reprend sa marche, l'axe N_1 entraîne le cylindre n_6 et les deux balais n_7, n_8 sont remis en contact par la lame de platine n_{10} .

La roue des types N_1 porte sur sa tranche deux rangées de caractère qui forment l'une la série des lettres, l'autre la série des chiffres ; l'on passe d'une série à l'autre par un déplacement transversal de la roue des types sur l'axe N_1 .

La roue des types est montée sur le manchon n_{11} , mobile sur l'axe N_1 et porte, une glissière dans laquelle est engagée la goupille n_{12} ; deux autres goupilles n_{13}, n_{14} concourent à assurer le déplacement de la roue des types, avec le double plan incliné n_{15} , fixé au levier d'impression.

Suivant que le plan incliné n_{15} attaque les goupilles n_{13}, n_{14} par sa face antérieure ou par sa face postérieure, il provoque un mouvement de la roue des types en avant ou en arrière. Ce mouvement est complété par une pièce n_{16} , fixée au manchon n_{12} et par le levier n_{17} . Ces deux pièces ont une section en forme de V dont les angles aigus sont en regard l'un de l'autre ; elles agissent donc comme deux plans inclinés.

Lorsque le levier n_{17} est soulevé par la fourchette n_{18} , solidaire du levier d'impression N_2 , la pièce n_{16} peut passer librement au-dessous de n_{17} ; mais, lorsque le levier N_2 s'abaisse après l'impression d'un signal, la fourchette n_{18} abaisse également n_{17} qui, agissant sur l'une ou sur l'autre face de n_{16} , ramène à bout de course, dans un sens ou dans l'autre, le manchon de la roue des types.

Le relais unique de l'appareil (*fig. 52*) comprend deux aimants, un électro-aimant et quatre armatures.

Les aimants A_1, A_2 , sont cylindriques. Disposés verticalement, leurs pôles de même nom sont réunis par les traverses NS. Les armatures aa_1, bb_1 pivotent en leur milieu autour de petits axes verticaux; elles sont placées en face des pôles de l'électro-aimant E_1E_2 . Isolées l'une de l'autre, les deux armatures aa_1, bb_1 constituent avec les vis de contact v_1, v_2, v_3, v_4 l'organe de commutation du relais de ligne. Les vis v_1 et v_3 sont reliées ensemble; il en est de même des vis v_2 et v_4 . Les ressorts r_1, r_2 , réglés par les tendeurs t_1, t_2 , amènent aux armatures le courant local.

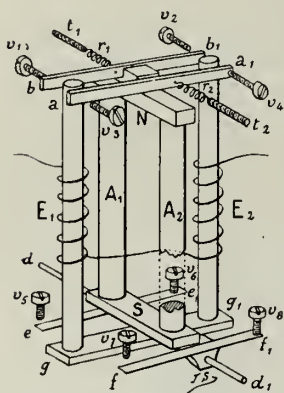


FIG. 52. — Relais du télescopeur Hoffmann.

L'enroulement des bobines de l'électro-aimant qui commande l'échappement est relié aux vis v_1, v_2, v_3, v_4 , de sorte que, suivant que le courant local arrive par t_1 ou par t_2 , il est dirigé sur l'une ou l'autre des bobines d'échappement suivant la position de l'armature correspondante par rapport aux vis v_1, v_2, v_3, v_4 . Les mouvements de ces armatures sont déterminés par les courants qui traversent les bobines de l'électro-aimant E_1E_2 .

Une armature gg_1 , située en regard des noyaux de l'électro-aimant E_1E_2 , est fixée à la traverse S qui unit les pôles sud des deux aimants A_1, A_2 . Cette armature est traversée par l'axe dd_1 , sur lequel pivotent deux lames flexibles ee_1, ff_1 , isolées l'une de l'autre et pouvant prendre contact avec les vis v_5, v_6, v_7, v_8 . La lame ff_1 est reliée à la terre, la lame ee_1 au pôle négatif d'une pile locale, les vis v_5, v_6 au circuit local, les vis v_7, v_8 à la pile de ligne. De cette disposition il résulte :

- 1° Que les armatures aa_1, bb_1 ont une polarité nord ;
- 2° Que les noyaux de l'électro-aimant E_1E_2 ont une polarité sud tant que l'enroulement de cet électro-aimant n'est traversé par aucun courant.

Le réglage des vis de contact est tel qu'au repos a est appuyé sur v_1 et b_1 sur v_3 . L'armature gg_1 reste en contact avec le noyau E_1 ou avec le noyau E_2 , suivant le sens du dernier courant qui a traversé les bobines de E_1E_2 . Ces bobines ont chacune une résistance de 150 ohms et sont couplées en série, donnant des pôles de noms contraires en haut et en bas des noyaux.

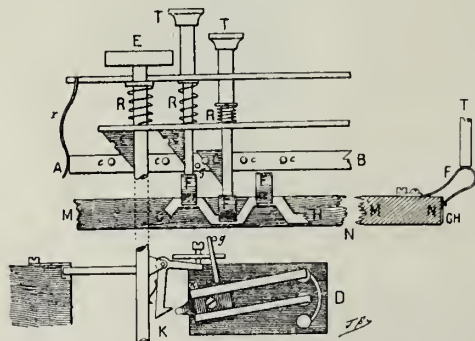


FIG. 53. — Détails du clavier du télescopeur Hoffmann.

Pour les émissions positives traversant l'électro-aimant E_1E_2 , l'armature aa_1 vibre seule et dirige le courant local dans les bobines de l'électro-aimant d'échappement; l'armature bb_1 reste immobile et est isolée du circuit local par le mouvement de la lame ee_1 .

Pour les émissions négatives traversant l'électro-aimant E_1E_2 , l'armature bb_1 vibre seule, l'armature aa_1 restant immobile et isolée de la pile locale par le mouvement de la lame ee_1 .

La partie mécanique du clavier (*fig. 53*) comprend 29 touches T, dont chacune est pourvue d'un ressort de relèvement R. Ce sont des pistons dont l'axe est garni d'une came d'accrochage portant elle-même une échancrure demi-circulaire. Entre les pistons passe une réglette AB portant autant de chevilles c qu'il existe de touches. Cette réglette, mobile, est poussée de gauche à droite par le ressort r . Lorsqu'on abaisse une touche, le plan incliné de la came s'appuie sur la cheville c correspondante et provoque un mouvement de droite à gauche de la réglette AB jusqu'à ce que la cheville c pénétrant dans l'encoche, il se produise un léger retour de AB vers la droite. La touche ainsi abaissée reste accrochée et, pour la dégager, il faut en abaisser

une autre. Le mouvement de AB vers la gauche, qui résulte de l'abaissement de la seconde touche, fait sortir la cheville *c* de l'encoche de la came appartenant à la première touche et libère celle-ci.

La tige de chacun des pistons T repose sur un ressort en U, F, qu'elle peut faire fléchir, de telle sorte que sa pointe glisse sur la traverse MN. Cette manœuvre a pour effet de mettre le ressort F en relation avec une lame de laiton GH, taillée en zigzag, ou bien de l'en séparer.

La goupille *g*, adaptée à la réglette AB, sert à manœuvrer le commutateur de ligne D.

La clé E qui sert à former les espaces blancs, porte, comme les touches T, une came et un ressort de rappel; mais son piston est articulé avec un crochet qui sert à produire, dans le commutateur D, un mouvement inverse de celui qu'a provoqué la goupille *g*.

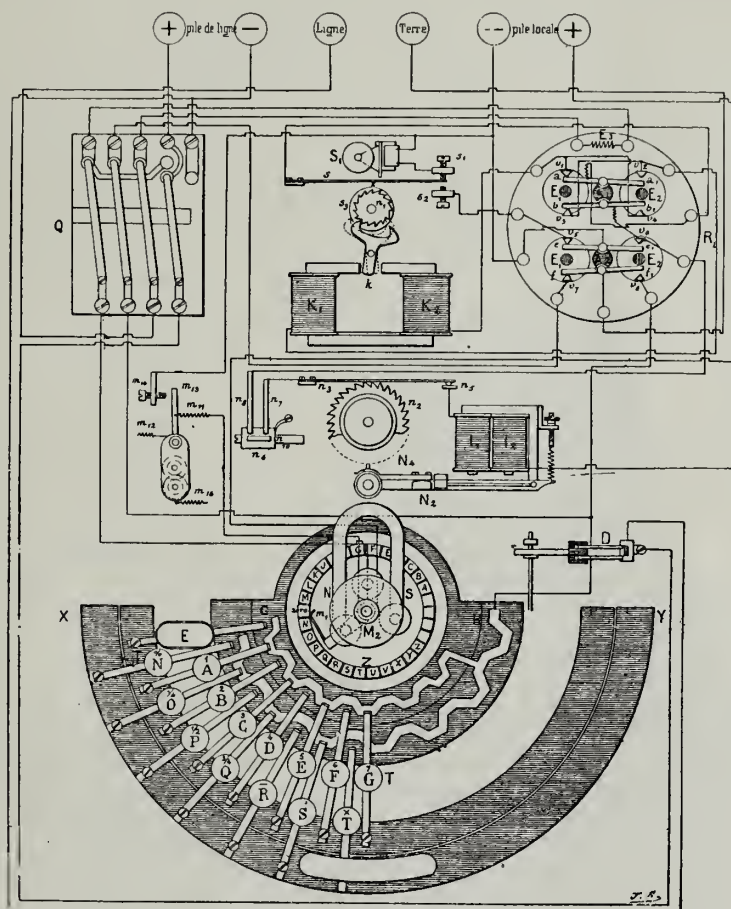


FIG. 54. — Diagramme des connexions du télescripteur Hoffmann.

Lorsqu'on abaisse la clé E, elle reste accrochée; mais la dernière des touches T qui a été abaissée est dégagée.

Au point de vue électrique, chacun des ressorts F est relié à un des secteurs du distributeur; quant à la lame GH, elle est réunie au bras inférieur du commutateur D.

Lorsque toutes les touches sont relevées, les ressorts F de la moitié d'entre elles sont appuyés sur la lame GH et le circuit est fermé sur elles; les ressorts F de l'autre moitié sont isolés; de sorte que, si l'on abaisse une touche sur laquelle le circuit est fermé, on coupe ce circuit; inversement, si on abaisse une touche isolée, on ferme le circuit sur cette touche. De même, la manœuvre automatique du commutateur D donne lieu à un courant de sens positif lorsqu'on

abaisse une touche, tandis que le sens du courant devient négatif lorsqu'on agit sur la clé d'espacement E.

La figure 54 donne le diagramme des communications. On y voit en haut et en allant de gauche à droite :

Les deux bornes de la pile de ligne, la borne Ligne, la borne Terre, les deux bornes de la pile locale ; puis, en continuant de gauche à droite et de haut en bas, le commutateur Q, la sonnerie S_1 et son interrupteur s, s_1, s_2 , la roue d'échappement n_1 , la fourchette d'échappement k , les bobines de l'électro-aimant d'échappement K_1, K_2 , le relais R_1 , l'interrupteur du circuit moteur m_{13}, m_{14} , l'interrupteur n_6 du circuit imprimeur, la roue des types N_1 , l'électro-aimant imprimeur I_1, I_2 , le levier imprimeur N_2 , le moteur M_2 , le distributeur Z, le commutateur de ligne D et enfin l'ensemble du clavier XY. L'enroulement de l'électro-aimant E_1, E_2 est figuré schématiquement en E_3 .

TÉLESCRIPTEUR SIEMENS ET HALSKE

Le principe du télescripteur de la maison Siemens et Halske est le même que celui des appareils télégraphiques de Bourse.

Ce sont des petits télégraphes imprimeurs installés chez les abonnés et reliés à un poste central qui les met en marche simultanément.

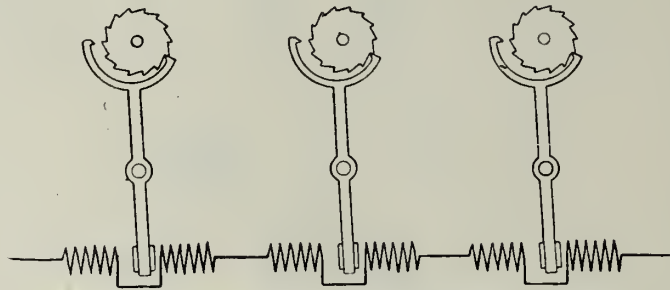


FIG. 55. — Montage de plusieurs télescripteurs sur une ligne.

Sur une ligne à double fil on embroche un certain nombre d'électro-aimants (fig. 55) dont chacun agit sur une armature polarisée qui, au moyen d'un encliquetage, arrête, dent par dent, le mouvement d'une roue à rochet actionnée par un ressort. A chaque émission de courant qui traverse la ligne, les armatures oscillent et les roues avancent d'une dent. Sur l'axe de chacune de ces roues est calée une roue des types, le nombre des dents du rochet étant le même que celui des divisions de la roue des types. Si toutes les roues des types partent du même point, les mêmes caractères se présenteront à l'impression dans toutes les stations.

Aux électro-aimants dont nous venons de parler sont adjoints d'autres électro-aimants dits *d'impression*, qui attirent des armatures en fer doux. Mais l'attraction n'a lieu que pour une émission de courant d'une certaine durée ; en temps normal, les armatures, commandées par des ressorts antagonistes, sont rendues inertes par le changement rapide de polarisation de leur électro-aimant.

On obtient de la manière suivante l'émission prolongée, d'un sens quelconque, qui doit provoquer l'impression par l'attraction de l'armature, cette armature mettant la bande de papier en contact avec la roue des types :

Un commutateur de la forme de celui qui est représenté en C (fig. 56) tourne en envoyant sur la ligne, par le balai B, une succession régulière de courants positifs et négatifs.

Chaque tour de ce commutateur fournit autant de courants que les roues à rochet portent de dents ; ces roues marchent donc synchroniquement avec le commutateur. Si, à un

moment donné, on arrête le commutateur, les roues à rochet s'arrêtent au même moment, occupant toutes une position identique; c'est à ce moment que l'armature de l'électro-aimant d'impression est attirée et que l'impression d'un caractère se produit.

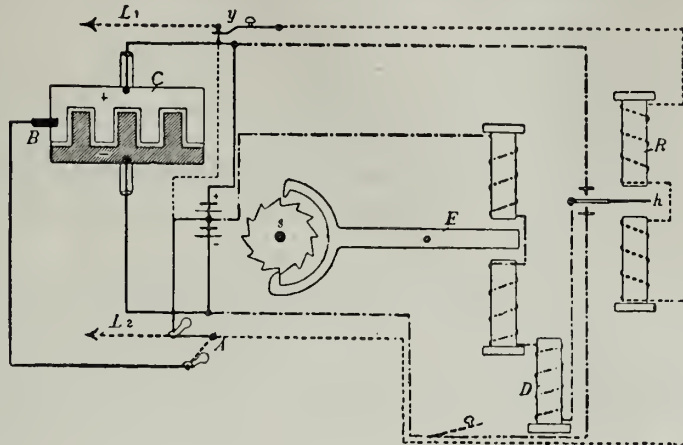


FIG. 56. — Schéma des connexions du télescripteur Siemens et Halske.

Il ne reste plus alors qu'à disposer d'un mécanisme auxiliaire établissant, au début du travail, la concordance des roues à rochet et des roues des types dans les différentes stations.



FIG. 57. — Télescripteur Siemens et Halske.

Appliquant ces dispositions au télescripteur, nous voyons, sur la figure 56, que le relais R est intercalé entre les fils de ligne L_1 , L_2 . L'armature h , de ce relais, par ses déplacements, réunit alternativement la ligne, greffée sur le milieu de la pile, avec le pôle positif et le pôle négatif de celle-ci, en passant par les électro-aimants R et D. Ces courants alternatifs font osciller l'armature polarisée E qui porte le décie et font avancer la roue S d'une dent pour chaque changement de pôle.

Lorsque l'appareil est employé comme transmetteur, la manette A est mise automatiquement dans la position de transmission par l'abaissement de la touche « *blanc* » du manipulateur. Un courant partant du pôle de la pile passe alors par le balai B, le relais R, la ligne L₁ et revient par la ligne L₂.

Le commutateur C est actionné par un mécanisme d'horlogerie qui lui imprime un mouvement rapide de rotation pendant lequel le balai B frotte successivement sur un segment positif, puis sur un segment négatif du commutateur. Dans ce dernier cas, la ligne L₁ communique avec le pôle positif de la pile, tandis que la ligne L₂ continue à être réunie à la partie centrale de cette pile. Il en résulte des émissions de courant positives et négatives se succédant rapidement sur la ligne; il en résulte aussi que, pour chaque émission, la roue à rochet avance d'une dent et la roue des types d'un caractère,

Le manipulateur comprend autant de touches qu'il existe de caractères sur la roue des types; chaque touche correspond à un des segments du commutateur et, en abaissant une de ces touches, on arrête le commutateur, ce qui produit dans le récepteur l'impression du caractère inscrit sur la touche abaissée.

La figure 57 montre une vue perspective du télescripteur Siemens et Halske.

APPAREILS A COMPOSITION PRÉALABLE

APPAREIL WHEATSTONE AUTOMATIQUE

C'est un appareil à composition préalable qui, à l'arrivée, enregistre les télégrammes en signaux Morse. Il exige trois sortes d'opérations bien distinctes et indépendantes les unes des autres :

- 1° Composition;
- 2° Transmission ;
- 3° Traduction.

Les télégrammes sont préparés en signaux conventionnels sur des bandes de papier; ces signaux sont formés par des perforations de la bande qui ne rappellent les signaux Morse que pour un œil exercé; les bandes sont placées sous un laminoir qui les entraîne rapidement et assure leur reproduction en signaux Morse à la station d'arrivée.

Trois appareils principaux sont nécessaires pour effectuer ces différentes opérations :

- Le perforateur;
- Le transmetteur;
- Le récepteur.

Perforateur. — Le perforateur (*fig. 58*) est renfermé dans une boîte métallique d'où émergent trois pistons *a*, *b*, *c*, sur lesquels le télégraphiste frappe avec deux petits marteaux en bois dont les extrémités sont garnies de caoutchouc pour amortir les chocs sur les pistons. L'employé manipulant tient un marteau de chaque main.

La boîte métallique *A* est placée sur une caisse en bois *B*, munie d'un tiroir, dans lequel s'emmagasinent les déchets de papier provenant des perforations. En arrière, dans une autre boîte *D*, également à tiroir, est placée sur un rouet la bande de papier à perforer; cette boîte *D* supporte également un pupitre *E* sur lequel on place les télégrammes à préparer en vue de leur transmission.

Les trois pistons *a*, *b*, *c*, commandent un jeu de poinçons, sortes d'emporte-pièce qui sont de deux calibres différents. Les plus gros sont destinés à percer les trous qui correspondent au commencement et à la fin des signaux; les plus petits percent une série continue de trous qui servent à faire avancer la bande de papier, tant dans le perforateur que, plus tard, dans le transmetteur.

Le signal qui figure le *point* de l'alphabet Morse est formé par trois trous placés sur une même verticale, perpendiculairement à l'axe de la bande

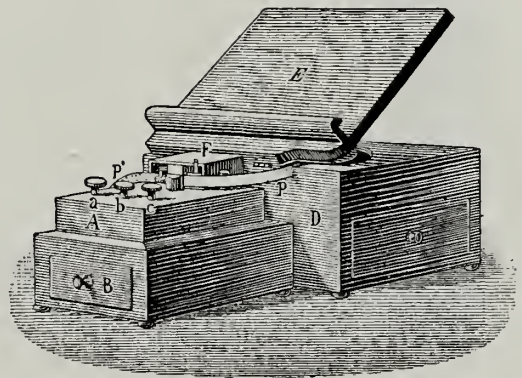


FIG. 58. — Perforateur Wheatstone.

Le trait est figuré par quatre trous formant un losange, deux gros trous occupant les angles aigus, deux petits les angles obtus $\circ \circ$; les espaces blancs sont représentés par une série rectiligne de petits trous en plus ou moins grand nombre.

Le piston *a* forme les points, le piston *c* perce les traits et le piston *b* les espaces blancs.

La figure 59 montre l'aspect d'une bande perforée.

Pour donner lieu à une transmission régulière, il faut que les perforations soient très nettes et exemptes de bavures. On n'obtient ce résultat qu'en faisant usage d'un papier spécial.

L'avancement du papier dans le perforateur est déterminé par une *roue d'entraînement*, dont les dents s'engagent dans les petits trous de la ligne médiane de la bande perforée; mais il est à remarquer que la perforation d'un trait a une longueur double de celle d'un point; il faut donc, pour conserver le même espacement entre les signaux, que l'avancement du papier, après un trait, soit double de ce qu'il est après un point. Cette difficulté a été vaincue, mais en compliquant un peu le mécanisme.



FIG. 59. — Bande Wheatstone perforée.

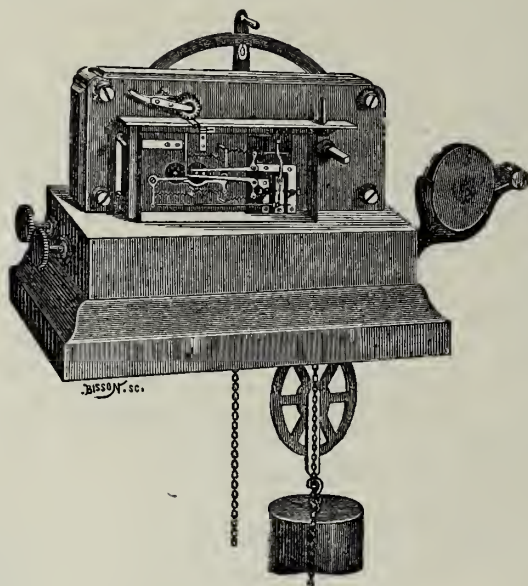


FIG. 60. — Transmetteur Wheatstone.

En Angleterre, dans les stations qui font usage de l'air comprimé pour le service des tubes pneumatiques, on se sert de perforateurs pneumatiques dont le maniement exige beaucoup moins d'efforts que la perforation à l'aide de marteaux. Trois touches, que l'on abaisse sans effort avec les doigts, ouvrent les valves d'admission de l'air comprimé; celui-ci agit alors avec une grande puissance sur les pistons qui déterminent la perforation.

Transmetteur. — La figure 60 montre l'aspect général du transmetteur Wheatstone.

Le transmetteur comprend un mouvement d'horlogerie et des organes de transmission. De la vitesse de déroulement de l'instrument dépend la rapidité de transmission.

Le mécanisme moteur est actionné par un poids d'environ 20 kg qui, relié par une chaîne sans fin à un train d'engrenages, en provoque la rotation. Le remontage du poids se fait à l'aide d'une clé comme dans l'appareil Morse.

Le régulateur est du type à ailettes et à force centrifuge; son axe se termine par un volant;

le mobile suivant en porte un autre; ces deux volants sont en relation par un disque placé dans une position perpendiculaire et frottant sur les deux volants en communiquant le mouvement de l'un à l'autre. Le diamètre des deux volants n'est pas le même et, si on fait varier la position du disque par rapport à leurs axes, le rapprochant du premier et l'éloignant du second ou réciproquement, on change évidemment la vitesse du déroulement, l'accélérant dans un cas, la retardant dans l'autre.

Le déplacement du disque est obtenu par une tringle horizontale, manœuvrée par un levier vertical que l'on fait glisser le long d'un cercle garni de deux butées portant les mots *fast* (vite) et *slow* (lent). Ces butées peuvent aisément être déplacées en desserrant les vis qui les maintiennent.

L'axe du grand volant se termine en avant par un excentrique qui commande une bielle articulée à un balancier en ébonite garni de deux goupilles de laiton *f*, *g* (fig. 61).

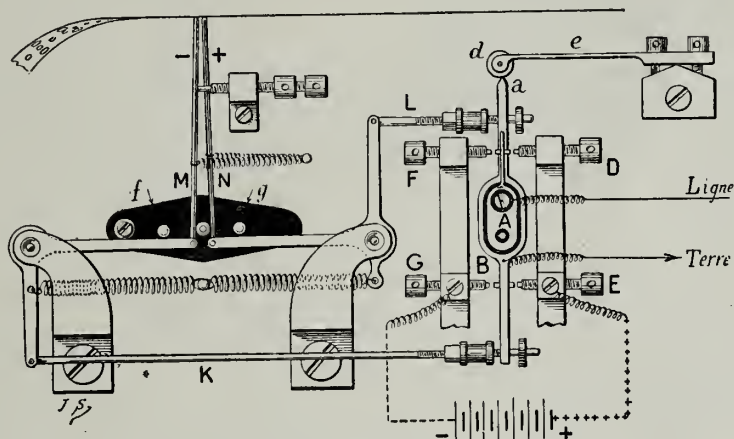


FIG. 61. — Détails du transmetteur Wheatstone.

La bande de papier mise en transmission est entraînée par une roue analogue à celle du perforateur et dont les dents s'engagent dans la série continue des trous de la ligne médiane de cette bande. Une sorte de laminoir complète le mécanisme d'entraînement. La mise en marche et l'arrêt de l'instrument sont provoqués par le jeu d'un levier situé vers la gauche du transmetteur.

Dans le modèle de transmetteur le plus récent, les signaux sont produits par des courants d'un certain sens, toujours le même, suivis de courants de repos de sens inverse qui traversent la ligne dans l'intervalle de deux signaux consécutifs.

C'est le levier inverseur AB qui produit le changement de sens du courant. Ce levier, qui pivote autour d'un axe, est formé de deux parties A et B, isolées l'une de l'autre. La partie A est reliée à la ligne, la partie B communique avec la terre. Le levier AB se déplace entre quatre vis de butée, réglables, D, E, F, G. Les butées de droite, D, E, sont reliées au pôle positif de la pile; les butées de gauche, F, G, au pôle négatif.

Si, par un procédé quelconque, on met la partie supérieure de AB en contact avec D, la partie inférieure rencontre G; le pôle positif de la pile est mis en relation avec la ligne, le pôle négatif avec la terre. Inversement, si la partie supérieure de AB est en contact avec F, la partie inférieure s'appuie sur E; le pôle négatif de la pile est mis en relation avec la ligne et le pôle positif avec la terre.

Examinons comment ce mouvement de bascule du levier inverseur se produit automatiquement.

Nous avons vu qu'un balancier en ébonite, portant les goupilles *f*, *g*, est mis en marche par le mouvement d'horlogerie. Ce balancier exécute des oscillations continues autour de son axe,

de sorte que tantôt la goupille f s'élève, tantôt elle s'abaisse, la goupille g se déplaçant en sens inverse.

En avant et à portée des goupilles f, g , sont deux leviers coudés, dont chacun est mobile autour d'un axe indépendant et qui, tous les deux, sont sollicités, par des ressorts en boudin, à s'appuyer sur les goupilles f, g , et à suivre leurs mouvements. Sur le levier de gauche est articulée l'aiguille M, sur celui de droite l'aiguille N. Ces deux aiguilles sont maintenues appuyées sur des vis de butée par des ressorts à boudin.

A sa partie inférieure, le levier de gauche porte la tringle K, qui traverse librement la partie inférieure du levier inverseur AB.

A sa partie supérieure, le levier de droite porte la tringle L, qui traverse librement la partie supérieure du levier inverseur AB.

Des écrous limitent les mouvements de K et de L, à l'intérieur de AB, de telle sorte que, à un moment donné, le levier AB peut être entraîné par les tringles. Le ressort e , dont la mollette d presse la pointe a , maintient ce levier AB dans la position qui lui a été donnée par le jeu des tringles.

Lorsque le mouvement d'horlogerie tourne, le balancier oscille. Tant que la bande de papier, placée au-dessus des aiguilles, ne présente aucune perforation, chacune des goupilles f, g , du balancier, abaisse alternativement une des aiguilles M, N; mais l'autre aiguille, arrêtée par la bande non perforée, ne peut suivre le mouvement d'ascension de la goupille qui s'élève. Il s'ensuit que le levier inverseur AB reste orienté sur les butées F, E, et qu'un courant négatif traverse la ligne.

Lorsque la perforation d'un point $\left(\begin{smallmatrix} \circ \\ \circ \end{smallmatrix}\right)$ se présente au-dessus des aiguilles, l'aiguille N pénètre la première dans le trou supérieur, ce qui lui permet de suivre le mouvement de bas en haut de la goupille g ; la tringle L, par son talon, pousse le levier inverseur et l'oriente sur les butées D, G; un courant positif est émis sur la ligne et ce courant se prolonge jusqu'à ce que l'aiguille M, traversant le trou inférieur de la perforation, la tringle K pousse le levier AB sur les butées F, E, ce qui provoque une émission négative. Cette inversion correspond à une seule oscillation du balancier.

Lorsque la perforation d'un trait se présente $\left(\begin{smallmatrix} \circ \\ \circ \circ \end{smallmatrix}\right)$, l'aiguille N pénètre dans le trou supérieur de la perforation et produit, comme précédemment, une émission positive sur la ligne; mais l'aiguille M, rencontrant une portion de bande non perforée, ne peut plus suivre le mouvement de bas en haut de la goupille f de sorte que l'orientation du levier AB n'est pas modifiée; il en est de même pour l'aiguille N à l'oscillation suivante du balancier; c'est seulement lorsque l'aiguille M peut pénétrer dans le trou inférieur de la perforation que la position du levier AB est modifiée et qu'une émission négative est lancée sur la ligne. On voit ainsi que l'émission positive qui a produit un trait a une durée triple de celle qui correspond à un point.

Sous le socle du transmetteur, il existe un commutateur à trois manettes qui est manœuvré automatiquement par le levier de mise en marche et d'arrêt. Ce commutateur est dans la position de réception lorsque le levier d'arrêt est incliné à gauche. En plaçant ce levier verticalement, ce qui correspond à la mise en marche du transmetteur, les communications établies par les trois manettes du commutateur sont changées et il ne reste entre la pile et la ligne aucun organe intermédiaire autre que le transmetteur lui-même.

Récepteur. — Le récepteur vu en perspective sur la figure 62 n'est pas du modèle le plus récent; mais notre dessin montre la forme générale de l'instrument et la disposition des organes extérieurs qui n'a presque pas changé; c'est là tout ce que nous désirons.

La bande de papier, emmagasinée sur un rouet, dans un tiroir disposé sous le socle de l'appareil, est guidée dans la direction des cylindres d'entraînement qui lui impriment un mou-

vement continu de droite à gauche. Sur le trajet est placée une molette que les mouvements d'une armature mettent en contact avec la bande de papier pour enregistrer les signaux ou bien écartent pour ménager les espaces blancs. Cette molette, calée sur le 7^e mobile, tourne au-dessus d'un disque en forme de poulie qui appartient au 6^e mobile. Ce disque plonge en partie dans un encrier rempli d'encre oléique et, en tournant, entraîne dans sa gorge une quantité d'encre suffisante.

Le mouvement d'horlogerie est mû par un ressort renfermé dans un barillet et remonté à l'aide d'une clé. L'axe du 9^e mobile ou axe du régulateur ne diffère que peu de l'organe similaire du transmetteur. La différence consiste dans la position du système d'arrêt et de mise en marche. Le régulateur est à ailettes.

Comme dans le transmetteur, l'accélération ou le ralentissement du mouvement sont obtenus par la manœuvre d'une manette que l'on déplace le long d'un arc de cercle.

Ce réglage de la vitesse est rendu nécessaire par la nature même de l'appareil qui se prête non seulement à la transmission automatique, mais aussi à la transmission au moyen d'un manipulateur. Cette dernière étant beaucoup plus lente donnerait lieu à des signaux d'une longueur exagérée si l'on ne prenait soin de diminuer la vitesse de déroulement du récepteur. Il est bon, en outre, que le télégraphiste préposé à la réception soit toujours maître de régler la longueur des signaux enregistrés par le récepteur.

L'organe électro-magnétique se compose d'un aimant permanent et d'un électro-aimant à deux bobines.

L'aimant en fer à cheval AB (*fig. 63*) est vertical. En face de ses pôles, un arbre en laiton *ab* supporte deux armatures en fer doux *m*, *n* qui, par induction, deviennent, en quelque sorte, la première le prolongement du pôle sud de l'aimant AB, la seconde le prolongement de son pôle nord. L'armature *n* porte une goupille *c* qui rencontre les vis *v* ou *v'* lorsque les armatures se déplacent. Les vis *v* et *v'* sont donc des butées qui limitent la course des armatures.

A sa partie supérieure, l'axe *ab* porte une fourchette *f* dans laquelle s'engage l'axe *A₁* de la molette *M* sans que cette position l'empêche de tourner. Mais tout déplacement des armatures vers la gauche entraîne la molette de ce côté et la met en contact avec la bande de papier destinée à recevoir les signaux. Tout déplacement des armatures vers la droite écarte au contraire la molette de la bande de papier et produit sur la bande qui se déroule des espaces blancs.

La position normale et la sensibilité des armatures sont réglées par un ressort en boudin *r* et par une chaînette *eee*, que l'on manœuvre au moyen de la vis *V*.

Les deux noyaux de l'électro-aimant (*fig. 64*) sont terminés chacun par deux pièces polaires *bb*

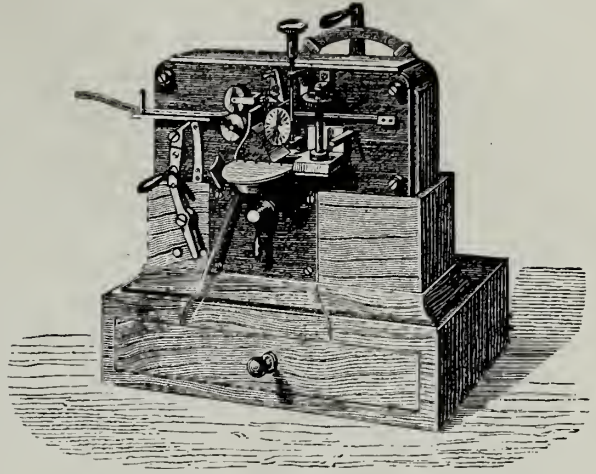


FIG. 62. — Récepteur Wheatstone.

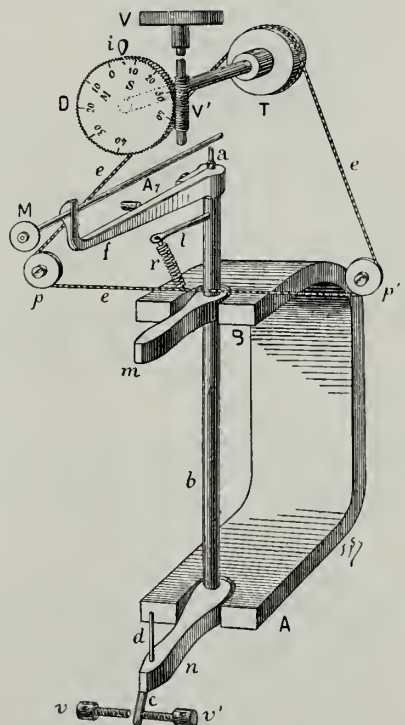


FIG. 63. — Organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone (aimant fixe et armatures).

bb ; les armatures A, B, sous l'action des courants qui traversent les bobines, se déplacent entre les pièces polaires bb , bb sans jamais les toucher; cela résulte du réglage des vis v et v' . Chaque bobine est garnie de trois joues, deux situées aux extrémités des noyaux, une au milieu. Le noyau est recouvert d'une mince enveloppe d'ébonite sur laquelle est enroulé le fil conducteur recouvert de soie. L'enroulement des deux sections de chaque bobine se fait séparément et en sens inverse. Les enroulements sur chaque bobine forment un conducteur continu et, les deux bobines étant reliées ensemble à leur base par un boudin, il en résulte qu'un courant entrant par la bobine de gauche et ressortant par la bobine de droite, parcourt la première de haut en bas et la seconde de bas en haut.

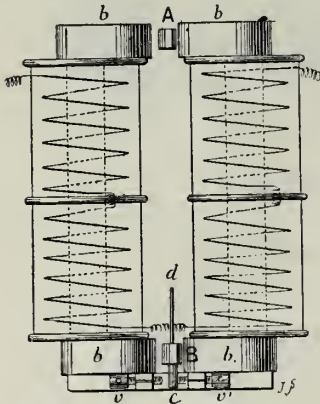
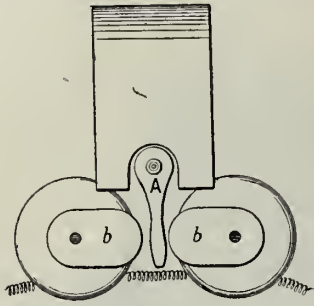


FIG. 64. — Organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone (électro-aimant).

Lorsqu'un courant positif traverse l'enroulement de l'électro-aimant, les deux armatures sont attirées à gauche; le passage d'un courant négatif les oriente à droite. Dans les deux cas, les deux pièces polaires, situées en regard de chaque armature, ont une action concordante, l'une attirant l'armature, l'autre la repoussant. Nous avons déjà montré que la molette suit ce mouvement des armatures et que, pour un déplacement à gauche, elle rencontre la bande et enregistre un signal, tandis qu'un déplacement à droite l'éloigne de la bande et produit un espace blanc.

Manipulateur. — Nous avons envisagé le cas où la transmission se fait à la main; c'est alors une manipulation Morse ordinaire, pour laquelle on fait usage d'un manipulateur spécial à double courant qui fait partie de toutes les installations Wheatstone.

Ce manipulateur qui, à l'extérieur, a l'aspect d'une clé Morse, porte sous son socle, un commutateur dont on fait varier la position suivant que l'on transmet ou que l'on reçoit. Deux petits jetons portent des inscriptions qui ne laissent aucun doute sur la position à donner à la manette, dans l'un ou l'autre cas.

Les deux pôles de la pile aboutissent à ce manipulateur.

Lorsqu'on abaisse le levier, le pôle positif est mis en relation avec la ligne, le pôle négatif est à la terre.

Lorsque, sous l'action d'un ressort antagoniste, le levier se relève, le pôle négatif est relié à la ligne et le pôle positif mis à la terre. Cette permutation est produite par le jeu de deux longs ressorts, commandés par le levier qui sert à manipuler.

Installation des postes. — En Angleterre, les postes Wheatstone sont installés pour transmettre et pour recevoir, pour transmettre seulement, pour recevoir seulement ou enfin pour travailler en duplex. Dans le cas de la réception seule, le montage de la station terminus diffère de celui des stations intermédiaires.

Les figures 65, 66, 67, 68 et 69 représentent ces diverses installations.

Dans la figure 65, on voit en M le manipulateur, en T le transmetteur, en R le récepteur, en G un galvanomètre différentiel, en Rh un rhéostat et un condensateur C de 7,25 microfarads, en P un sounder.

La pile de ligne est au bichromate et a une force électromotrice de 400 volts. Pour la pile locale, on utilise cinq éléments Daniell grand modèle ou deux éléments au bichromate.

Dans la figure 66, on voit en M le manipulateur, en T le transmetteur, en G un galvanomètre différentiel, en S un relais, en P un sounder.

Les piles sont constituées de la même manière que dans l'installation précédente.

Le poste intermédiaire (fig. 67) comprend : en M un manipulateur, en R un récepteur, en G un galvanomètre différentiel, en P un sounder.

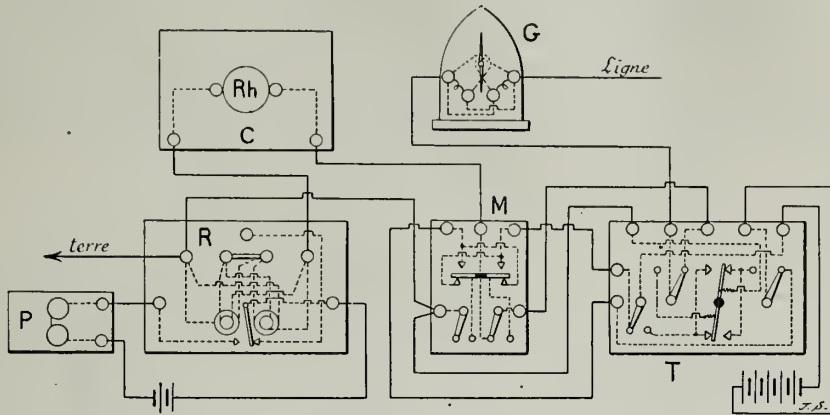


FIG. 65. — Installation Wheatstone pour transmettre ou recevoir.

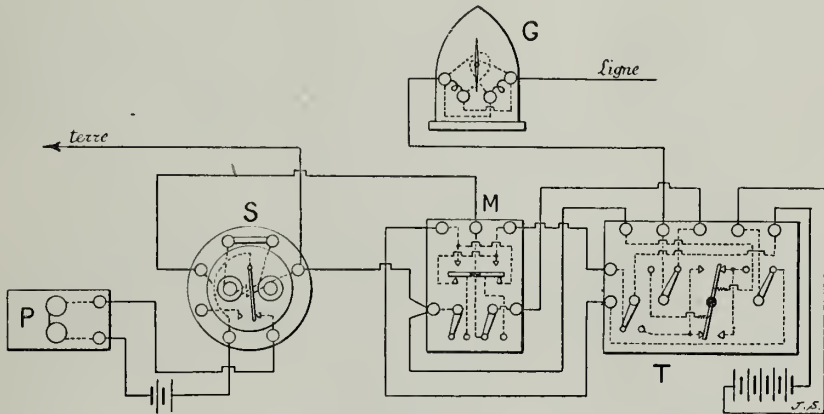


FIG. 66. — Installation Wheatstone pour transmettre seulement.

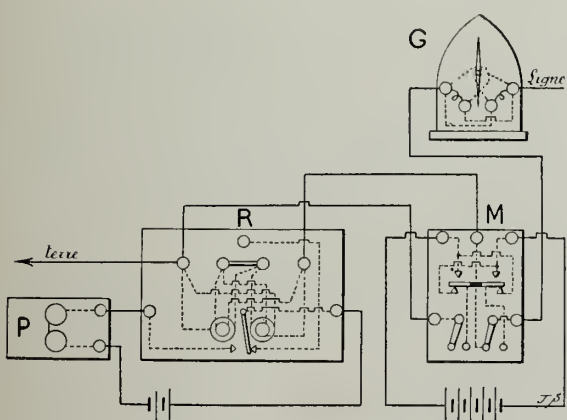


FIG. 67. — Installation Wheatstone pour recevoir seulement (poste intermédiaire).

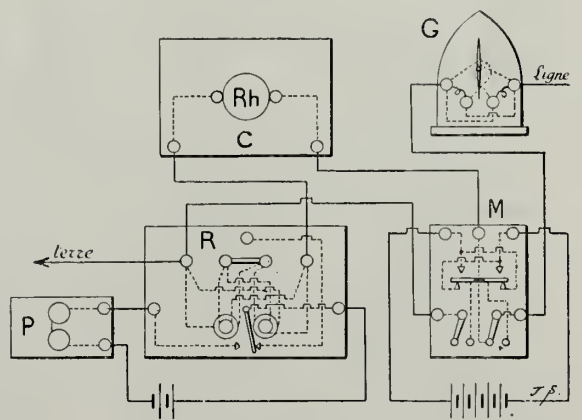


FIG. 68. — Installation Wheatstone pour recevoir seulement (poste terminus).

La pile locale est la même que dans les installations qui précèdent ; le courant de ligne doit avoir une intensité de 14 à 17 milliampères.

La station terminus montée pour recevoir seulement (*fig. 68*) possède les mêmes instruments que les stations intermédiaires, mais elle dispose en plus d'un condensateur *C* et d'un rhéostat *Rh*.

Pour la transmission double (*fig. 69*) l'installation est évidemment plus compliquée; elle comporte : un manipulateur *M*, un transmetteur *T*, un récepteur *R*, un galvanomètre différentiel *G*, un commutateur à six directions *A*, un commutateur à deux directions *D*, un rhéostat *Rh*, un condensateur de 7,25 ou de 10,50 microfarads *C*, des bobines de retard (8 chevilles) *B*, des bobines de résistance pour la pile *F*, des résistances *C* intercalées entre les graduations du condensateur, un sounder *P*.

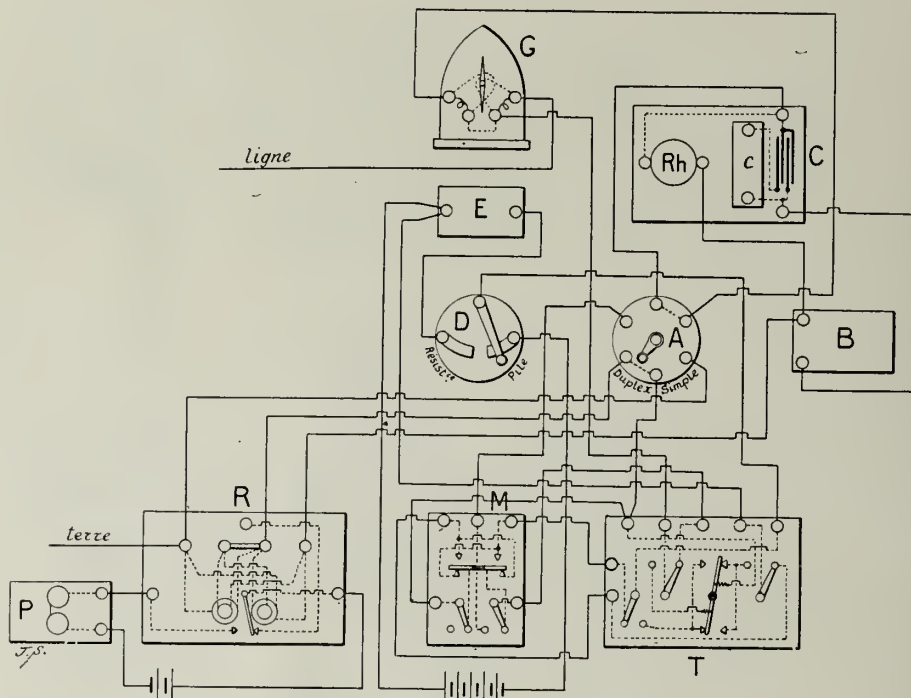


FIG. 69. — Installation Wheatstone endu plex.

La pile est, comme dans les installations dont nous avons déjà parlé, de 100 volts (pile au bichromate).

La pile locale comprend 5 éléments Daniell grand modèle ou deux éléments au bichromate.

Le condensateur de 7,25 microfarads est gradué par quarts de microfarad jusqu'à 3,50 microfarads et par 0,5 microfarad pour le restant. Les valeurs correspondantes du condensateur de 10,50 microfarads forment deux groupes de 6,75 et 3,75 microfarads gradués par quarts de microfarad.

Le sounder que nous voyons figurer dans les installations a pour objet d'attirer l'attention au moment des appels, comme le ferait une sonnerie; il sert aussi à recevoir les signaux lorsque la transmission se fait à la main au moyen du manipulateur.

Le Post Office a également exposé une installation complète de translation Wheatstone connue sous le nom de translateur rapide (*fast repeater*); la figure 70 montre le schéma de cette installation.

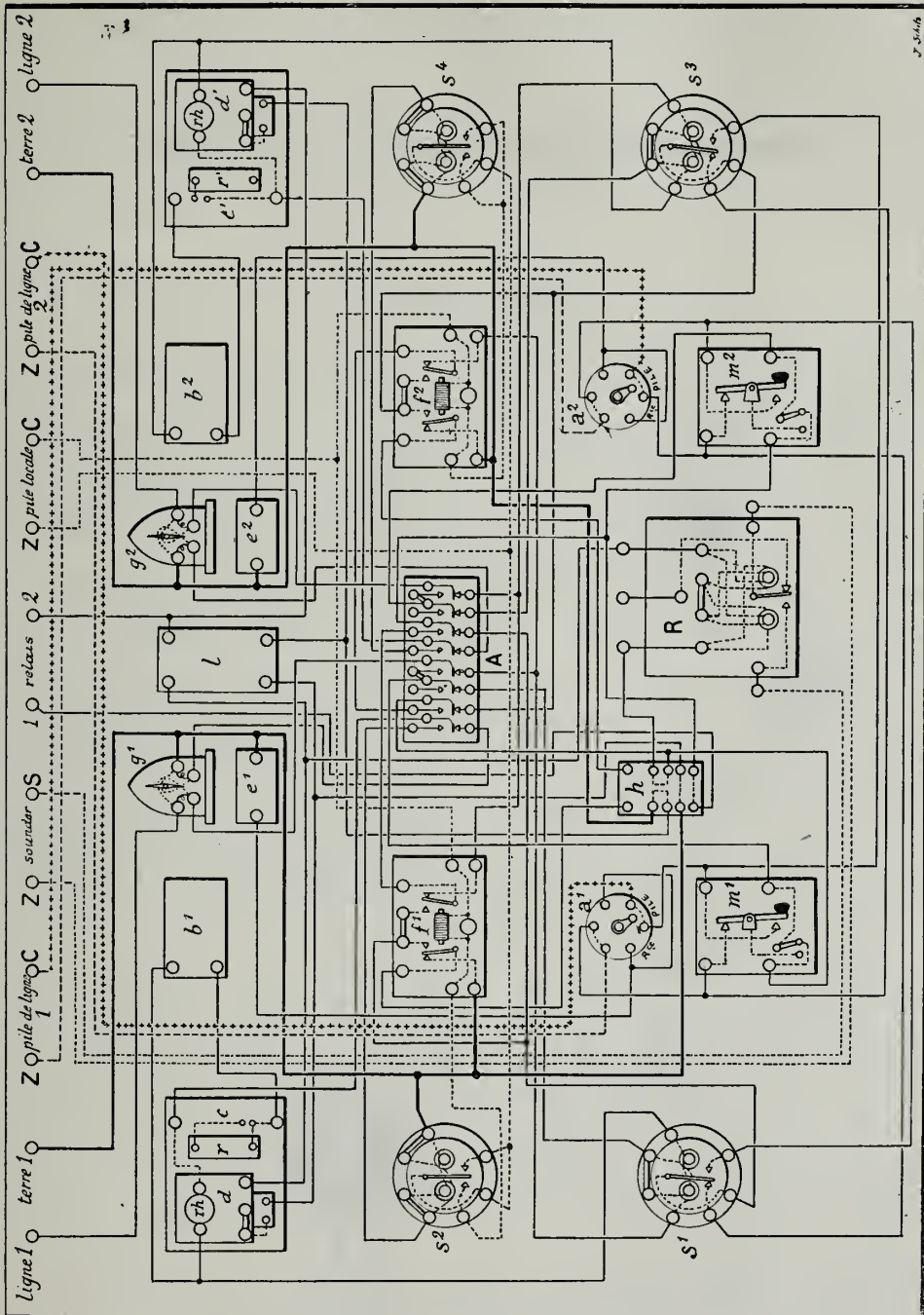


FIG. 70. — Installation de translation Wheatstone (Fast repeater).

APPAREILS MULTIPLES A SIGNAUX FUGITIFS

APPAREIL DELANY

L'appareil Delany est basé sur la répartition du temps entre les différents correspondants et, comme conséquence, sur le synchronisme de deux distributeurs.

Dans chacun des deux postes, reliés par une ligne télégraphique, se trouve un frotteur relié à la ligne et articulé au centre du distributeur circulaire; les deux frotteurs tournent avec la même vitesse au-dessus de ces distributeurs divisés en quatre secteurs métalliques et prennent successivement contact avec chacun d'eux; de plus, les différents secteurs sont, dans chaque poste, reliés à des appareils télégraphiques.

Dans ces conditions, chaque appareil sera mis en relation avec son correspondant pendant une fraction de la révolution du frotteur équivalente à la durée de son passage sur chacun des secteurs.

Si chacun des quatre secteurs considérés est lui-même divisé en quatre parties et si ces parties, portant le même numéro dans les quatre secteurs, sont reliées ensemble et à un appareil télégraphique, les appareils correspondants seront mis en relation, deux à deux, quatre fois pendant une révolution du frotteur.

Pour obtenir ce résultat, il faut que les frotteurs marchent synchroniquement. Plus les secteurs comporteront de divisions et plus il faudra que le synchronisme soit parfait pour que les appareils des deux stations soient mis en relation, en temps opportun, à l'exclusion de tous les autres.

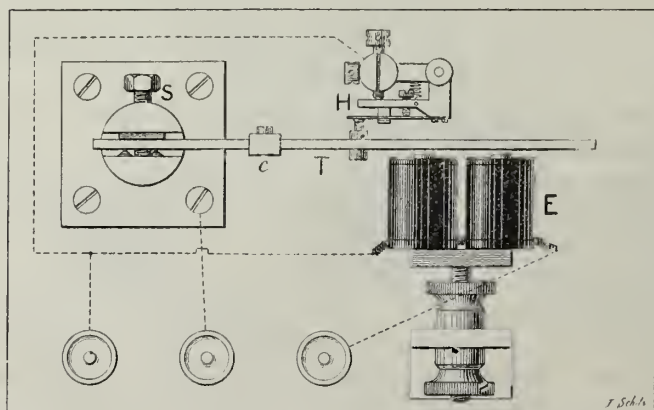


FIG. 71. — Vibreur du télégraphe Delany.

Pour réaliser ce synchronisme, M. Delany utilise un vibreur T (fig. 71), constitué par une tige d'acier doux dont l'une des extrémités est libre, l'autre extrémité étant immobilisée dans une mâchoire par la vis S. La tige T est garnie d'un curseur c qui permet de régler le régime

de ses vibrations. Sur l'un des côtés de T est disposé l'électro-aimant E, dans le circuit duquel se trouve la tige T et le contact à ressort H formant interrupteur. Si une pile est placée dans ce circuit, son courant, en traversant l'enroulement de E, attirera les noyaux qui attireront la tige T; le contact entre H et T sera alors interrompu, l'attraction des noyaux cessera, T reviendra par son élasticité s'appuyer sur H, le circuit sera de nouveau fermé, puis interrompu et ainsi de suite. De la sorte, les vibrations de la tige T seront entretenues aussi longtemps que la pile ne sera pas épuisée. D'autre part, la position du curseur *c* permet de régler le nombre des vibrations et on conçoit qu'en deux stations différentes on puisse obtenir des tonalités identiques et, par conséquent, des vibreurs donnant le même nombre de vibrations à la seconde. Si ces vibreurs commandent la marche des distributeurs, nous pouvons obtenir, dans deux stations correspondantes dont les vibreurs sont à l'unisson, des distributeurs tournant avec la même vitesse.

Cette marche synchronique des distributeurs est réglée par une roue phonique de Lacour. C'est une roue dentée en fer, dont la denture est placée dans le voisinage des pôles d'un électro-aimant. Si des courants régulièrement intermittents traversent l'électro-aimant et si la roue est mise en mouvement, sa rotation sera entretenue, chacune des dents étant successivement attirée par les noyaux de l'électro-aimant.

Le mouvement ainsi produit est très régulier; en effet, lorsqu'une dent s'approche d'un noyau, le mouvement de la roue est accéléré; il est, au contraire, retardé lorsque la dent s'éloigne du noyau. De ces fluctuations, fréquemment répétées et sans cesse corrigées, résulte un mouvement parfaitement uniforme.

Le mouvement de la roue est d'ailleurs régularisé par un volant formé par un disque de bois, dans lequel sont creusées deux gorges concentriques remplies de mercure.

Les courants intermittents sont envoyés par le vibreur dans l'électro-aimant A (fig. 72).

Pour prévenir les étincelles, l'électro-aimant E du vibreur est shunté par une résistance *r* et par un rhéostat qui n'est pas figuré; l'électro-aimant de la roue R est également shunté, mais par une résistance *r*₂ de 100 ohms et par un condensateur *c* de 0,5 microfarad.

Le levier porte-balai du distributeur est mû par la roue de Lacour. Le plateau du distributeur pour la communication sextuple a sa circonférence divisée en six groupes dont chacun comporte 24 plots égaux en cuivre, isolés les uns des autres et séparés du groupe voisin par 3 contacts de mêmes dimensions, ce qui fait que la circonférence est, en réalité, divisée en 168 parties égales; la figure 73 montre un tiers de ce distributeur.

Les trois plots qui séparent les groupes principaux sont destinés à envoyer ou à recevoir des courants de correction qui permettent de rétablir au besoin le synchronisme.

Les plots des secteurs principaux sont numérotés, de droite à gauche, suivant deux séries de 1 à 12 se succédant sans interruption dans chaque secteur. Le numérotage est le même pour tous les secteurs.

Le balai du distributeur tourne à l'inverse des aiguilles d'une montre; il fait environ trois tours par seconde, de sorte que la durée du contact du balai avec un plot ne dépasse pas 0,002 seconde.

Non seulement les contacts sont isolés les uns des autres, mais ils sont encore séparés par des prolongements du plateau qui, sous forme de dents, s'engagent entre deux contacts consécutifs, tout en en restant isolés.

Il y a lieu de distinguer les plots destinés à envoyer la correction de ceux destinés à la recevoir. Les trois groupes de trois plots destinés à envoyer la correction sont placés sur le

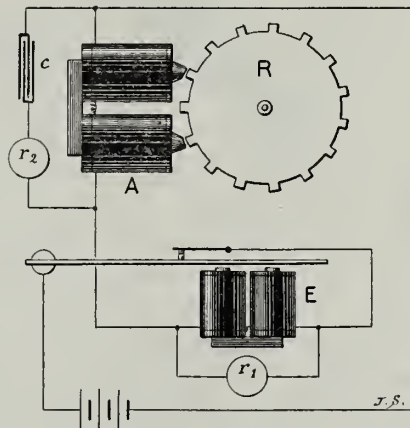


FIG. 72. — Roue phonique de Lacour.

distributeur entre les groupes de contacts de ligne 1 et 2, 3 et 4, 5 et 6; ils sont agencés de la même manière que les contacts de ligne. Les trois groupes de plots destinés à recevoir les courants de correction sont placés entre les groupes de contacts de ligne 2 et 3, 4 et 5, 6 et 1. Entre les trois plots destinés, dans chaque groupe, à recevoir la correction, les prolongements du plateau n'existent plus; ils sont remplacés par deux autres plots indépendants, intercalés entre les trois premiers, de sorte que l'espace occupé par ces cinq plots reste égal à celui qu'occupent trois plots ordinaires. Des trois plots affectés à l'envoi des courants de correction, le premier de chaque groupe est ordinairement réuni à la pile, le second est isolé, le troisième est mis à la terre. A l'un des plots destinés à recevoir la correction est réuni un relais sur lequel agissent les courants correcteurs; les autres plots sont à la terre. Le plot relié au relais est d'ailleurs déterminé par l'expérience, d'après la nature et la qualité de la ligne en exploitation.

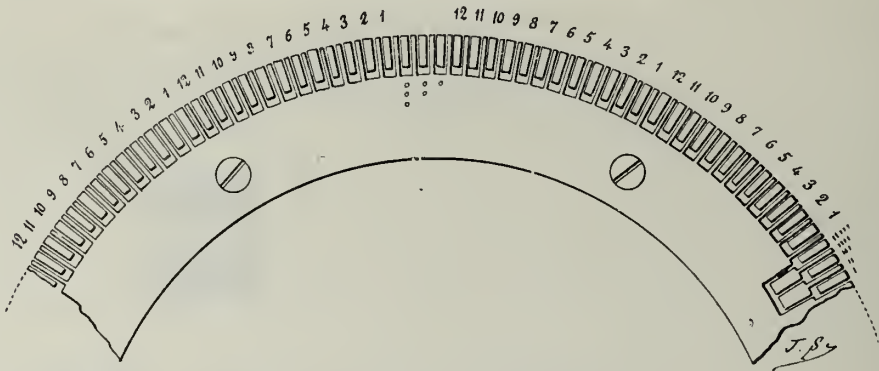


FIG. 73. — Distributeur du télégraphe Delany.

De cela il résulte que, si le synchronisme est régulier, les courants de correction vont à la terre par les plots de réception. Si le synchronisme est défectueux, les courants de correction agissent sur le relais qui, interrompant le circuit local d'un parleur, ouvrent le circuit du vibreur et permettent, pendant un court espace de temps, à l'électro-aimant de la roue phonique d'agir sur celle-ci d'une manière continue et de retarder ainsi son mouvement.

Les courants correcteurs étant envoyés à raison de trois pour une révolution du balai, et celui-ci exécutant trois révolutions par seconde, les divergences de vitesse entre les deux distributeurs correspondants ne peuvent être que très minimes et sont très rapidement corrigées.

La liaison des contacts de ligne est la suivante : dans chaque secteur, tous les plots de même numéro sont réunis ensemble; deux plots consécutifs, comme 1 et 2, sont reliés à un poste télégraphique composé d'un manipulateur et d'un sounder; 3 et 4 sont reliés à un autre poste semblable et ainsi de suite.

Il en résulte que si le poste 1 transmet, il est mis 12 fois en relation avec la ligne pendant une révolution du bras porte-balai. De même, à l'arrivée, le récepteur est mis, pendant la même période, douze fois en relation avec la ligne; mais, en raison du retard occasionné par la capacité de cette ligne, c'est généralement le plot de rang pair qui entre seul en jeu.

Les émissions vibrées qui circulent ainsi, avec une fréquence considérable, à travers le conducteur, ne permettent pas au récepteur, par suite de son inertie, de suivre toutes leurs pulsations; celles-ci se confondent et finalement produisent sur une bande Morse des points et des traits, comme si les courants émis par le manipulateur étaient continus.

Les organes qui reçoivent les courants de ligne sont des relais à grande résistance (1 200 ohms) et à forte self-induction; ils ferment le circuit local des sounders au moyen desquels le personnel perçoit les signaux.

Une des particularités du système est que les différents postes travaillent, sans se précoc-

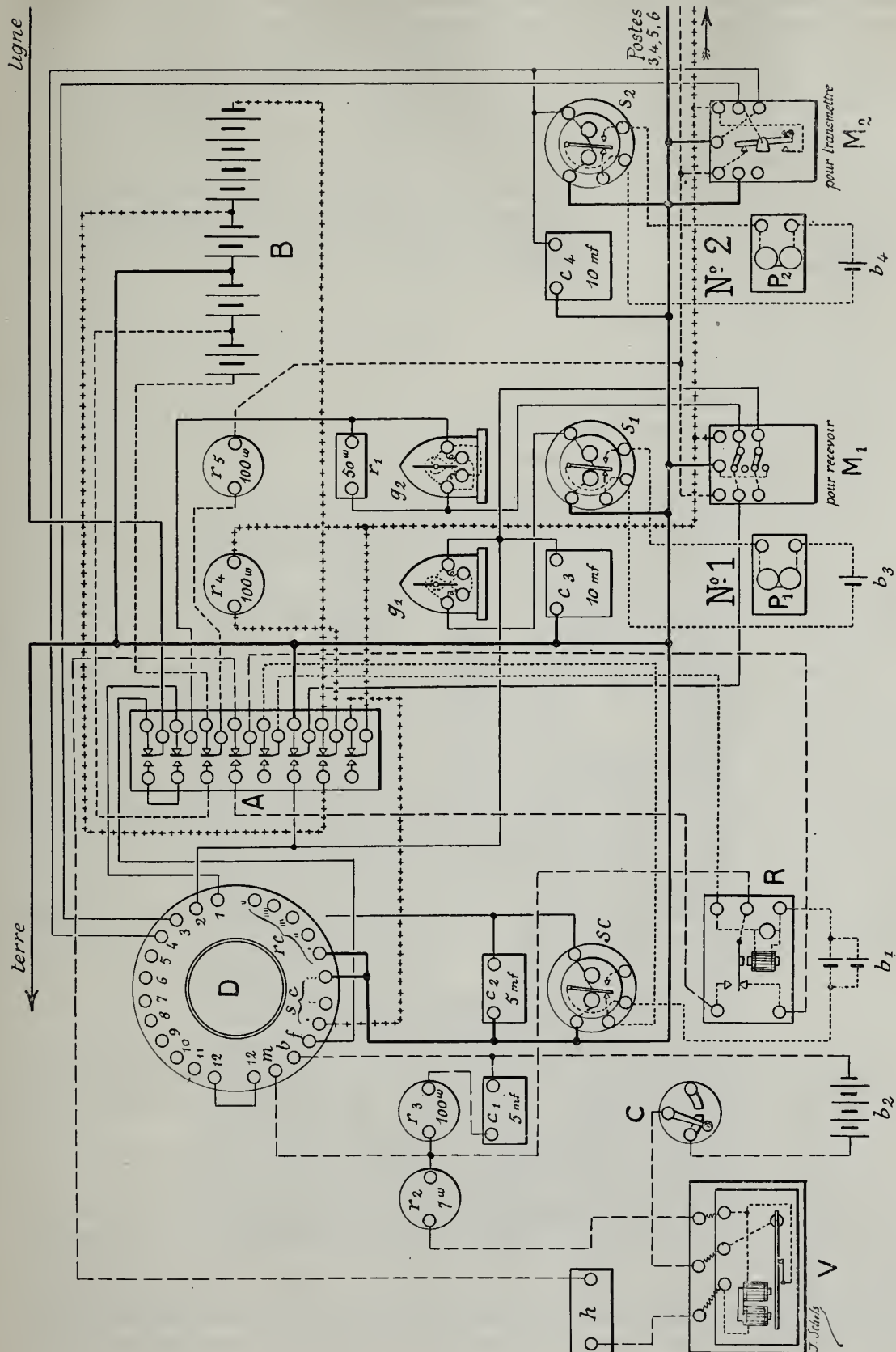


FIG. 74. — Installation sextuple du télégraphe Delany.

cuper de leurs voisins, comme s'ils étaient seuls à exploiter la ligne. Mais il faut reconnaître que le rendement est fonction de la capacité électrostatique de la ligne.

En sextuple, le frotteur parcourt un plot en 0,002 seconde; si le retard dû à la capacité de la ligne est inférieur à cette valeur, on peut fonctionner régulièrement; mais, s'il est supérieur, on est obligé de réduire le nombre des transmissions.

La figure 74 montre la disposition employée en Angleterre par le *Post Office* pour une installation sextuple avec l'appareil Delany.

On y voit: 1° le distributeur D, sur lequel on n'a représenté qu'un demi-secteur de contacts de ligne, ainsi que ses connexions 12-12 avec le secteur suivant, un seul groupe de plots pour l'envoi de la correction *sc* et un seul groupe de plots pour la réception de la correction *rc*, les connexions des bobines *b*, du moteur *m* et du balai *f*;

2° Le vibreur V;

3° Le rhéostat du vibreur, *h*;

4° Le parleur à relais, R;

5° Le commutateur à deux directions, C;

6° Le commutateur à 8 broches, A;

7° Une petite caisse de résistance de 50 ohms, r_1 ;

8° Une bobine de résistance de 7 ohms, r_2 ;

9° Trois bobines de résistance de 100 ohms, r_3 , r_4 , r_5 ;

10° Deux condensateurs de 5 microfarads, c_1 , c_2 ;

11° Autant de condensateurs de 10 microfarads que le distributeur contient de secteurs, c_3 , c_4 , ...;

12° Autant de relais que le distributeur contient de secteurs s_1 , s_2 , ..., plus un relais pour la correction, SC;

13° Deux galvanomètres différentiels, g_1 , g_2 ;

14° Autant de manipulateurs M et de sounders P qu'il existe de secteurs sur le distributeur.

A l'exception de la pile locale n° 1 b_1 , qui est montée en éléments Daniell à grande surface; toutes les autres batteries b_2 , b_3 , b_4 , ..., sont installées avec des éléments au bichromate de potasse ou avec des accumulateurs.

La batterie principale B consiste en 80 éléments pour *spacing* et 140 pour *marking*, autrement dit pour l'espacement et la production des signaux; cependant, quand la longueur de la ligne ne dépasse pas 50 ou 60 milles, 50 et 80 éléments suffisent respectivement.

La batterie du vibreur comporte 30 éléments au bichromate, les piles locales des sounders sont de 4 éléments.

Pour le travail en quadruple, le premier poste télégraphique utilise les plots 1, 2, 3 du distributeur, le second poste est relié aux plots 4, 5, 6, et ainsi de suite.

TÉLÉGRAPHE HARMONIQUE MULTIPLEX MERCADIER

Dans son état actuel, le télégraphe de M. Mercadier permet d'obtenir, sur un circuit bifilaire, 24 transmissions simultanées dans un sens ou dans l'autre, les appareils transmetteurs ou récepteurs restant parfaitement indépendants et chaque employé travaillant pour son propre compte, sans se préoccuper de ce que font ses voisins.

Le système est basé sur la *loi générale de la coexistence des petits mouvements* qui se superposent sans se confondre.

Étant donné un diapason fournissant une tonalité déterminée, il est possible d'entretenir ses vibrations par un procédé électrique; il suffit d'intercaler entre les branches de ce diapason une bobine d'électro-aimant et de le monter en trembleur sur le circuit d'une pile, comme le montre la figure 75. Si, au moyen de deux fils conducteurs, le premier diapason est mis en relation avec un second, donnant la même tonalité et si, entre les branches de ce dernier, nous insérons également une bobine d'électro-aimant, sur laquelle seront bouclés les deux fils conducteurs,

le circuit électrique sera traversé par des courants dont le nombre et la forme correspondront au nombre de vibrations qui caractérise la tonalité du premier diapason ; dans ces conditions, le second diapason vibrera à l'unisson du premier ; mais, pour tout autre ordre de courants, il restera insensible.

Si, sur les mêmes fils conducteurs, nous greffons deux autres diapasons, installés de la même manière, de même tonalité entre eux, mais d'une tonalité différente de celle des précédents, le deuxième système vibrera à l'unisson de la même manière, mais sans influencer le premier.

Il en serait de même si on continuait à greffer sur le circuit commun d'autres diapasons à la seule condition que leur tonalité diffère.

Ces faits étant prouvés par l'expérience, il restait à imaginer des instruments permettant d'en tirer parti au point de vue des communications télégraphiques.

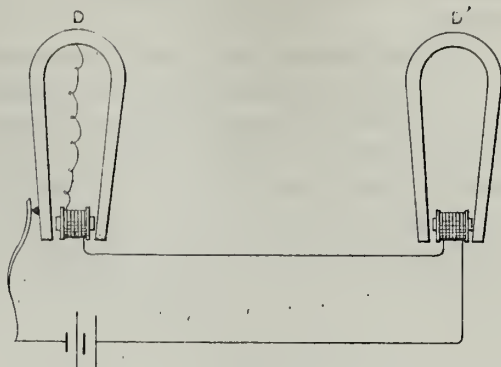


FIG. 75. — Diapason entretenu électriquement.

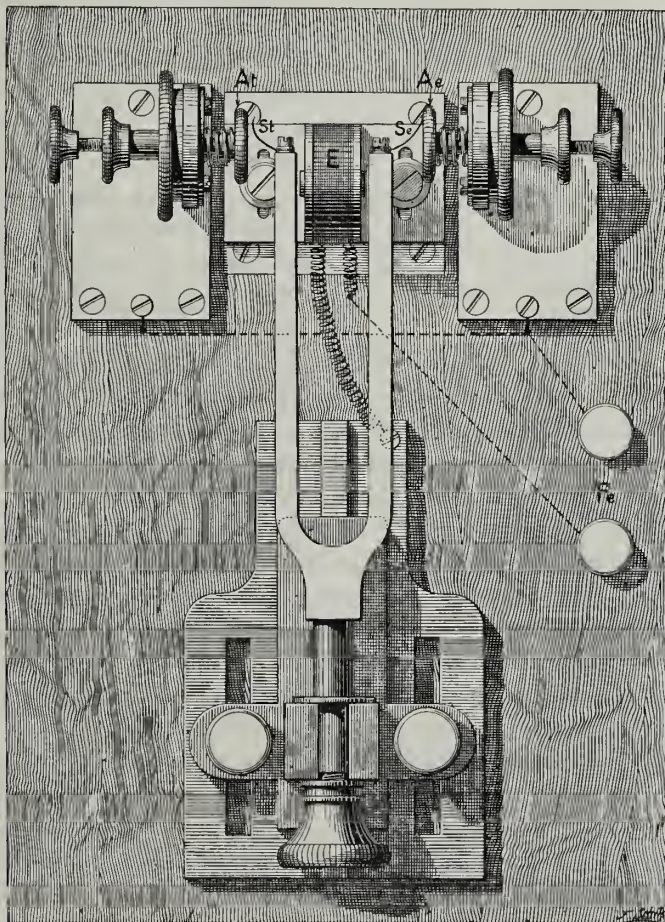


FIG. 76. — Electro-diapason inductophone Mercadier.

En utilisant des diapasons donnant les différentes notes d'une gamme chromatique, on obtient déjà 12 sons différents ; on pourrait en obtenir davantage en employant ceux d'une autre

octave. Les sons utilisés par M. Mercadier dans son télégraphe partent du Si_3 pour s'arrêter au La dièze 4. Cette différence d'un demi-ton est très suffisante pour permettre de régler les instruments de transmission et de réception avec assez de précision pour qu'il n'y ait pas de confusion possible.

M. Mercadier a donné à son transmetteur le nom d'*électro-diapason inductophone*.

L'électro-aimant E (fig. 76) communique, d'une part, avec le pôle d'une pile d'entretien Pe , de l'autre avec la masse d'un diapason, monté à glissière sur le socle qui le supporte. Chaque branche du diapason porte un style S_e, S_r , en acier, qui repose sur une plaque de platine A_e, A_r , reliée à l'autre pôle de la pile Pe . Dès que A_e est en contact avec S_e , l'électro-aimant E agit sur les branches du diapason, rompt le contact qui se rétablit dès que les branches reviennent à leur position primitive et ainsi de suite. En réalité le contact n'est pas rompu par suite des étincelles qui jaillissent entre A_e et S_e ; il n'y a donc pas production de courants successifs, mais bien émission d'un courant ondulatoire.

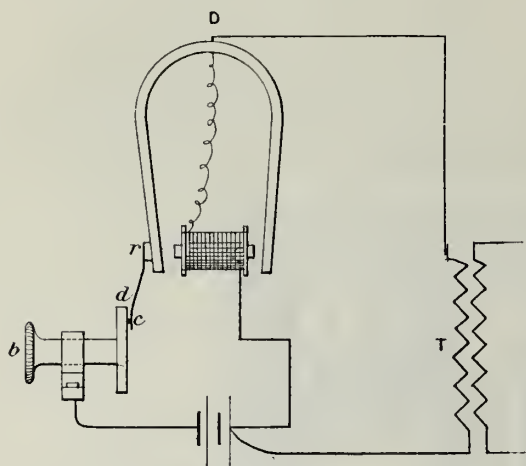


FIG. 77. — Montage du transformateur de l'électro-diapason.

(fig. 77), tandis que l'autre est en relation avec la ligne; un manipulateur Morse permet d'ouvrir ou de fermer ce dernier circuit. Ici, on se butte à un écueil. Les courants fournis par le transformateur T n'ont pas les qualités voulues pour agir avec efficacité sur les récepteurs; il faut leur faire subir une nouvelle transformation, de façon à obtenir une force électromotrice suffisante; on y parvient au moyen d'une bobine d'induction telle que celle des transmetteurs téléphoniques ordinaires, c'est-à-dire ayant un circuit primaire peu résistant, constitué en fil gros et court, et un circuit secondaire formé par les nombreuses spires d'un fil fin et long. Ce nouveau transformateur T_L, T_L' (fig. 78), est même double, l'un de ses branchements étant en relation avec la ligne réelle, l'autre avec une ligne artificielle et les deux circuits primaires étant montés en série. C'est une installation duplex.

Le circuit secondaire des transformateurs individuels T_1, T_2 , affectés à chacun des électro-diapasons $Si_3... La$ dièze 4, est relié au circuit primaire des bobines T_L, T_L' , dont les circuits secondaires sont respectivement reliés à la ligne et à une ligne artificielle de même résistance et de même capacité.

Ici intervient un relais à double enroulement, qui a pour objet de recueillir au départ et à l'arrivée tous les signaux formés par les courants ondulatoires émis par les 12 électro-diapasons.

Ce relais, que M. Mercadier appelle *relais télémicrophonique différentiel*, comprend un téléphone et un microphone.

La plaque vibrante d du téléphone (fig. 79) a 10 centimètres de diamètre. L'électro-aimant comporte un double enroulement de deux fils identiques.

Le microphone est formé par une plaque de charbon p , fixée à la plaque vibrante d du téléphone et sur laquelle repose une autre pièce de charbon C , adaptée à la masse métallique m que

supporte le ressort-lame r . Ce ressort, dont la longueur peut varier, est assujéti à la monture du téléphone, mais en est isolé par la pièce en ébonite o .

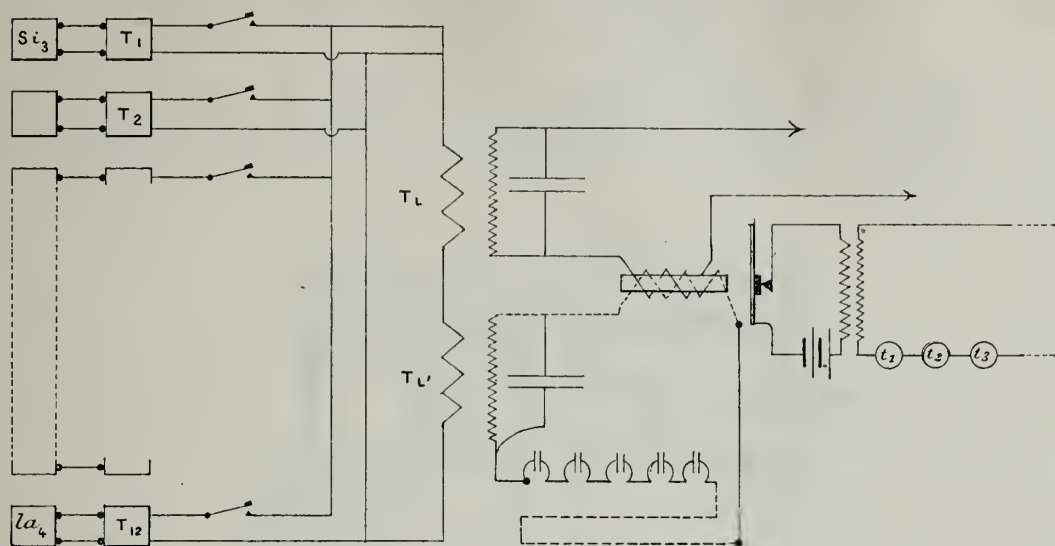


FIG. 78. — Bobine d'induction du télégraphe Mercadier.

La vis V sert à régler la sensibilité du téléphone en rapprochant ou en éloignant l'électro-aimant du diaphragme.

° Le relais est supporté par deux planchettes PP' , SS' ;

Entre la table sur laquelle le relais est posé et la planchette PP' sont interposés deux tubes épais en caoutchouc TT' , destinés à amortir les trépidations; un second amortisseur, formé par les tubes en caoutchouc t_1 , t_2 , t_3 , est introduit entre les planchettes PP' , SS' . En avant, la vis V' permet de régler la pression du contact microphonique C_c .

Le récepteur a été nommé par M. Mercadier *monotéléphone*. Il en existe autant que de transmetteurs, c'est-à-dire qu'on utilise 12 monotéléphones, concurremment avec 12 électro-diapasons.

Ces monotéléphones sont montés en série sur le circuit récepteur.

Le monotéléphone se compose d'une boîte cylindrique fermée par un couvercle vitré, renfermant un aimant puissant à pôles concentriques. Le noyau creux N (*fig. 80*) forme l'un des pôles sur lequel est calée la bobine E , dont la résistance est de 200 à 400 ohms; l'autre pôle enveloppe cette bobine.

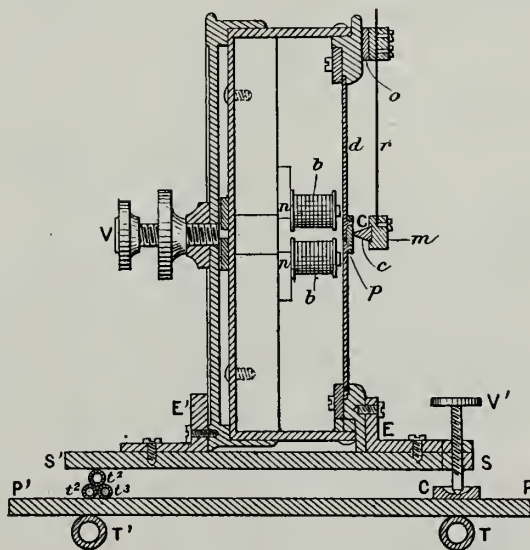


FIG. 79. — Relais télémicrophonique Mercadier.

La membrane téléphonique, de 2 mm d'épaisseur, n'est plus, comme dans les récepteurs téléphoniques ordinaires, pincée entre le boîtier et le couvercle sur tout son pourtour; elle est posée simplement par trois points de la circonférence de la première ligne nodale sur des tiges t , fixées à des glissières mobiles dans le sens des rayons de la plate-forme P qui les supporte.

La membrane de chaque monotéléphone est accordée avec un des électro-diapasons transmetteurs, c'est-à-dire de demi-ton en demi-ton depuis le Si_3 jusqu'au La dièze 4, de telle sorte que la membrane du premier monotéléphone donne pour son premier harmonique le son Si_3 (480 vibrations par seconde), celle du second monotéléphone Ut_4 (512 vibrations) et ainsi de suite jusqu'à La dièze 4 (900 vibrations).

Lorsqu'une série de courants ondulatoires de période égale à celle du premier harmonique de la membrane traverse l'électro-aimant E, cette membrane vibre avec énergie et reproduit le son correspondant, tandis qu'elle reste à peu près inerte pour tout autre période différant au moins d'un demi-ton.

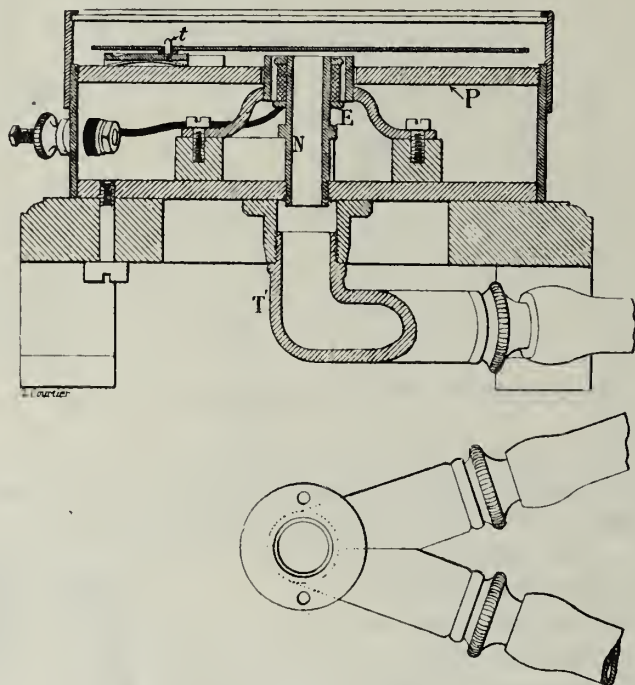


FIG. 80. — Monotéléphone Mercadier.

Chaque monotéléphone reproduira donc une note et rien que celle-là, de même que chaque électro-diapason produit aussi une note et rien que celle-là.

Les douze électro-diapasons donnant : le premier Si_3 , le second Ut_4 , etc., les douze monotéléphones reproduiront le premier Si_3 , le second Ut_4 , etc., de demi-ton en demi-ton, chacun des monotéléphones étant, en quelque sorte, associé à un électro-diapason, comme s'ils étaient indépendants, bien que les courants se superposent sur la ligne unique.

A chaque récepteur monotéléphonique est adapté, au-dessous du noyau creux N de la bobine E, un tube T qui se bifurque en deux ajutages, auxquels s'adaptent des tubes de caoutchouc qui sont terminés par des *écouteurs* en verre ou en ébonite. Ces écouteurs sont reliés par un léger ressort en acier qui passe sous le menton du télégraphiste et les maintient sur les oreilles.

La plate-forme P, qui supporte la membrane de chaque monotéléphone, est réglable et permet de rapprocher ou d'éloigner celle-ci du noyau N de la bobine E.

Les organes étant connus, il reste à examiner leurs connexions. Si nous nous reportons à la figure 78, nous voyons que le relais télémicrophonique n'agit pas directement sur les monotéléphones récepteurs; le circuit des courants microphoniques engendrés par les variations

d'intensité d'une pile locale est fermé sur un des enroulements d'un transformateur à circuits égaux, dont le second enroulement est bouclé sur les douze monotéléphones associés en série.

Nous avons vu que l'un des enroulements du relais télémicrophonique est réuni aux deux fils de ligne; le second enroulement est bouclé sur une ligne artificielle formée par des résistances et des capacités que l'on équilibre avec la ligne réelle.

D'autre part, des condensateurs sont mis en dérivation sur les circuits secondaires des transformateurs T_L , T_L' . Ces condensateurs, réglables, permettent d'obtenir l'équilibre parfait; ils font partie du *circuit extincteur*, qui permet au relais télémicrophonique de rester insensible aux courants de transmission.

Les diapasons étant en marche dans les deux postes correspondants A et B, si, dans le poste A, un employé produit des signaux Morse avec le manipulateur relatif au diapason Si_3 , par exemple, ces signaux se produisent par induction à la fois dans les fils secondaires des transformateurs T_L , T_L' (fig. 78); ceux de T_L vont sur la ligne en traversant l'un des enroulements du relais télémicrophonique; mais leur effet sur le relais est annulé par celui des signaux simultanément produits dans la bobine T_L' et qui traversent la ligne artificielle et le second enroulement du relais, lorsque la ligne artificielle et les condensateurs sont bien réglés. Le relais reste donc immobile tandis que les signaux transmis se propagent sur la ligne et arrivent au poste B, traversent l'induit de T_L et l'enroulement du relais de B relié à cet induit; là ils ne sont pas annulés; le contact microphonique fonctionne et produit les signaux dans le fil primaire de la bobine d'induction, dont le fil secondaire est en relation avec tous les monotéléphones et les reproduit par induction à travers tous ces monotéléphones; mais le monotéléphone Si_3 seul est mis en vibration et l'employé qui dessert ce récepteur reçoit ainsi les signaux transmis par l'électro-diapason Si_3 dans le poste A.

Pendant le même temps un employé du poste B peut transmettre des signaux avec le manipulateur relatif à un diapason quelconque, et même au Si_3 ; ces signaux se croisent avec les précédents dans les deux postes et sur la ligne, sans s'influencer réciproquement, et le poste A les recevra en même temps qu'il transmet les précédents.

Il est donc possible de produire dans l'un des postes douze transmissions simultanées, s'il y a douze transmetteurs et récepteurs différents installés, d'en recevoir douze en même temps du poste correspondant, et d'effectuer ainsi vingt-quatre transmissions simultanées.

Chaque employé a devant lui un monotéléphone dont il a constamment les écouteurs aux oreilles et un manipulateur pour transmettre. Il a les deux mains libres pour transcrire les signaux reçus, qu'il lit au son, commé s'il s'agissait d'un *sounder*.

Les électro-diapasons qui font entendre un son continu pourraient être gênants pour la réception; on place donc les douze diapasons dans une armoire vitrée où un agent peut en surveiller la marche sans que leur bruit puisse gêner le travail du personnel manipulant. Si, comme le recommande M. Mercadier, les piles sont composées d'éléments à liquide immobilisé, on peut renfermer ces éléments dans la même armoire que les électro-diapasons.

Pour l'installation pratique, M. Mercadier préconise les dispositions suivantes (fig. 81):

1° Dans un meuble garni intérieurement de feutre et éloigné de plusieurs mètres des tables de manipulation, placer les électro-diapasons recouverts de boîtes vitrées et rangés par quatre sur trois tablettes tapissées de feutre;

2° Installer dans le bas du meuble les 48 éléments de pile, à raison de 4 par électro-diapason, l'un deux servant de réserve;

3° Disposer les transformateurs sur une planchette en les éloignant suffisamment des électro-diapasons et en les espaçant de façon à les mettre en dehors du champ magnétique ondulatoire des électro-diapasons et de leur champ d'induction mutuelle;

4° Relier les électro-diapasons par des câbles aux enroulements primaires de leurs transformateurs respectifs;

5° Relier par des câbles les enroulements secondaires des transformateurs aux manipulateurs placés à côté des monotéléphones, ainsi qu'aux fils primaires des bobines de ligne et d'extinction;

6° Séparer par une distance de 80 cm ou 1 m chaque manipulateur Morse ou chaque récepteur monotéléphonique de son voisin;

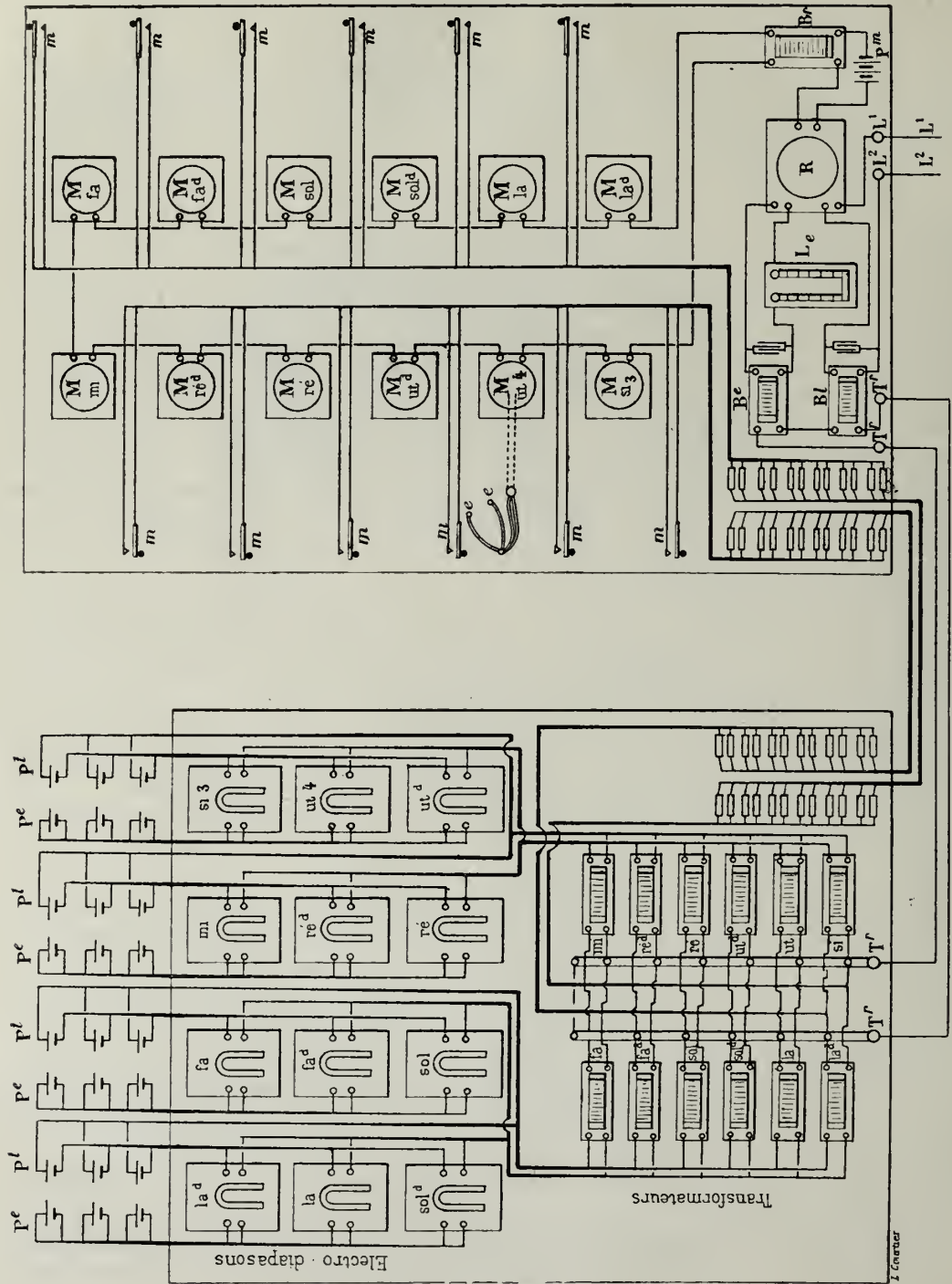


Fig. 81. — Installation du télégraphe Mercadier.

7° Disposer tout le reste de l'installation, ligne artificielle, relais, pile et bobine d'induction, soit sur une table spéciale, soit au bout de la table de manipulation.

Il n'est pas indispensable d'utiliser les vingt-quatre transmissions simultanées entre deux postes extrêmes; on peut affecter une partie d'entre elles à des stations intermédiaires. C'est ainsi

que, dans les expériences exécutées entre Paris et Bordeaux, en 1898, douze communications simultanées étaient réservées à ces deux postes extrêmes, tandis que deux autres étaient affectées aux villes de Tours, Poitiers et Angoulême avec Paris d'une part et Bordeaux de l'autre ; l'ensemble du circuit ne comportant que deux fils, alors que pour les communications ordinaires on en utilise onze.

APPAREILS MULTIPLES IMPRIMEURS

APPAREIL BAUDOT

On sait que les appareils à transmissions multiples sont basés sur la division du temps et ont pour objet de mettre une ligne télégraphique à la disposition de plusieurs opérateurs, chacun d'eux occupant périodiquement et successivement le conducteur pendant un temps déterminé.

Une installation Baudot pour transmission quadruple permet, suivant les besoins du trafic, d'effectuer simultanément par le même fil :

- Soit quatre transmissions,
- Soit trois transmissions et une réception,
- Soit deux transmissions et deux réceptions,
- Soit une transmission et trois réceptions,
- Soit enfin quatre réceptions.

Les télégrammes reçus par les appareils Baudot sont imprimés en caractères romains.

Sans nous préoccuper encore de la forme des organes, examinons l'installation schématique d'une installation quadruple dont nous n'avons figuré que le premier quart.

La figure 82 représente le poste de départ, la figure 83 le poste d'arrivée.

Le fil de ligne sert à la transmission simultanée de plusieurs correspondances distinctes dont les signaux, après avoir été préparés par des opérateurs différents, sur des groupes distincts de leviers transmetteurs, sont transmis au départ et distribués à l'arrivée par l'intermédiaire des mêmes distributeurs, puis emmagasinés et enfin traduits par autant d'appareils distincts appropriés.

Les organes de traduction et les organes d'impression qu'ils commandent sont indépendants des organes de réception; leurs opérations sont purement locales et la ligne, complètement libre pendant que ces opérations s'effectuent, peut être utilisée pour recevoir d'autres signaux.

Les combinaisons de signaux employées par M. Baudot pour transmettre les lettres, les chiffres et les signaux de ponctuation sont au nombre de 31. Chaque combinaison comporte 5 émissions de courant, positives ou négatives, se succédant à des intervalles égaux et alternant dans un ordre différent pour chaque signal.

Le passage des lettres aux chiffres et réciproquement est obtenu par un mécanisme analogue à celui qui produit le même effet dans l'appareil Hughes.

La figure 82 (poste de départ) montre un manipulateur en relation avec le distributeur. Les cinq touches du manipulateur $L_1 \dots L_5$ ont leur contact du repos relié au pôle négatif d'une pile dont le pôle positif est à la terre; leur contact de travail est relié au pôle positif d'une pile dont le pôle négatif est à la terre. Les leviers $L_1 \dots L_5$ communiquent avec le distributeur.

Ce distributeur se compose de deux couronnes métalliques concentriques montées sur un plateau isolant. La couronne intérieure est pleine, la couronne extérieure est sectionnée en

28 plots isolés les uns des autres. Au centre du disque isolant est articulé un bras de levier qui tourne d'un mouvement uniforme et qui est garni de deux balais communiquant entre eux et réunissant successivement les différents plots de la couronne extérieure avec la couronne pleine. Cette dernière couronne communique avec la ligne, tandis que les plots de la couronne extérieure sont en relation avec les différentes touches des manipulateurs, savoir : 1, 2, 3, 4, 5, avec les cinq touches du manipulateur figuré, 6 à 10 avec les touches du manipulateur suivant, et ainsi de suite.

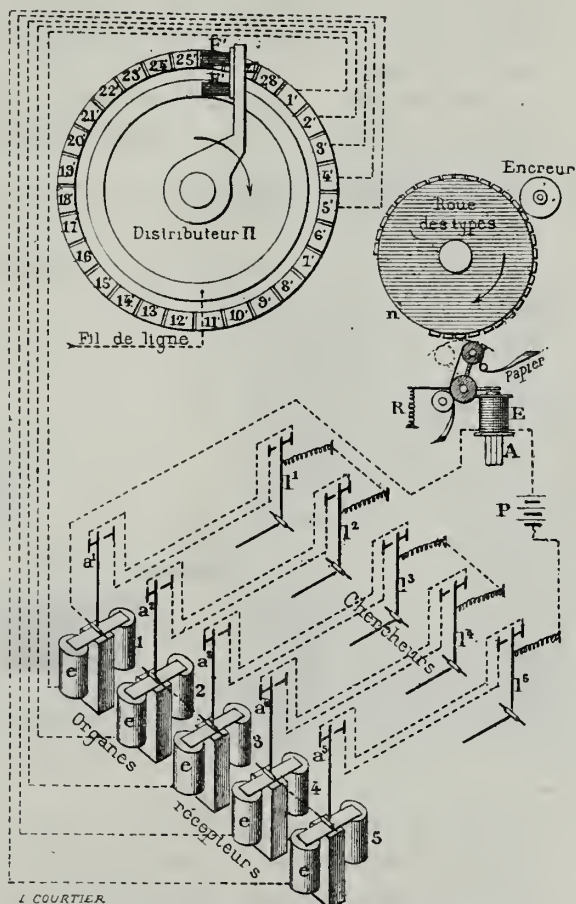
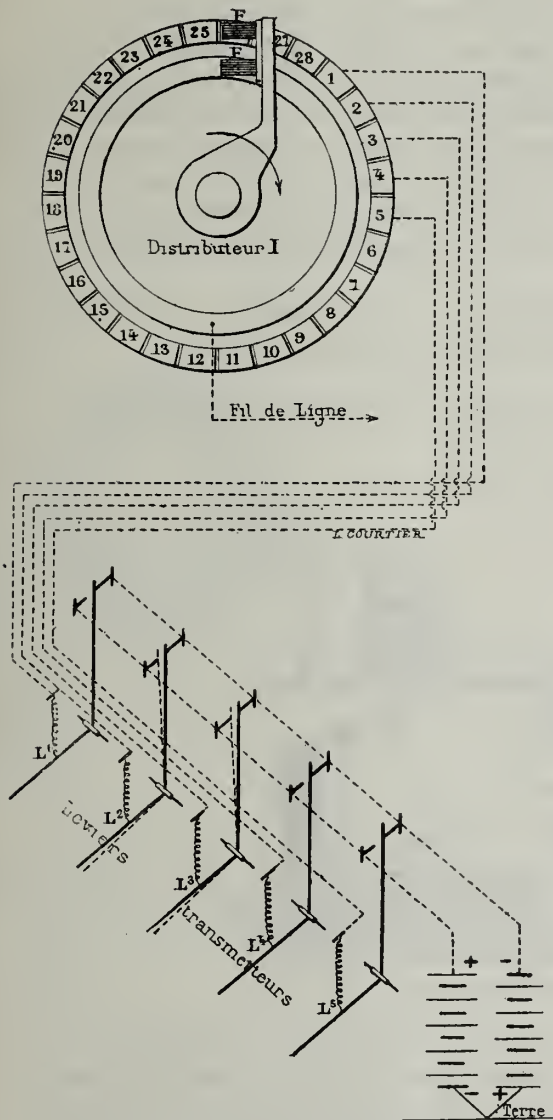


FIG. 82. — Principe de l'appareil Baudot (poste de départ).

FIG. 83. — Principe de l'appareil Baudot (poste d'arrivée).

Il est facile de voir que, au passage des balais sur les plots, chacune des touches non abaissée envoie sur la ligne un courant négatif, tandis que chaque touche abaissée envoie un courant positif. Ces courants négatifs ainsi émis, ou *courants de repos*, forment une des caractéristiques du système Baudot.

A la station d'arrivée (fig. 83), le distributeur est semblable à celui de la station de départ; ces deux distributeurs tournent synchroniquement. La couronne centrale est reliée à la ligne; les plots de la couronne extérieure sont respectivement reliés à des relais disposés par groupes de

cinq, comme les touches des manipulateurs; leurs armatures en reproduisent la position. Pour une émission négative l'armature du relais reste sur sa butée de repos, pour une émission positive elle prend contact avec sa butée de travail. Le signal transmis par le manipulateur a donc fidèlement enregistré par le récepteur, mais ce n'est là qu'une esquisse, une ébauche qu'il s'agit de convertir en un caractère d'imprimerie qui laissera sa trace sur une bande de papier. Ce travail important est confié à un organe local nommé *traducteur*. Dès que le traducteur est emmagasiné le signal ébauché par les relais, la ligne devient libre et peut recevoir un nouveau signal pendant que le traducteur agit sur les organes d'impression.

Le traducteur comprend cinq électro-aimants (*aiguilleurs*) dont les armatures agissent sur cinq leviers nommés *chercheurs*. Ces chercheurs frottent sur la tranche d'une roue sinuose dont les creux et les renflements sont disposés de telle sorte que, pendant une révolution de cette roue, l'ensemble des 5 chercheurs se trouve successivement au-dessus des 31 combinaisons distinctes de creux et de renflements correspondant aux 31 signaux de l'appareil Baudot. Au moment précis où cette combinaison passe au-dessous des 5 chercheurs, il se produit une chute; le circuit local de l'électro-aimant E est fermé et l'armature de cet électro-aimant agit sur un jeu de cames qui provoque l'impression dans les conditions analogues à celui qui est utilisé dans l'appareil Hughes.

Pour faciliter nos explications, nous avons dit que le récepteur comportait 5 relais, il en était ainsi autrefois, mais M. Baudot est parvenu à en réduire le nombre.

Manipulateur. — La figure 84 représente le mécanisme de l'une des touches d'un manipulateur Baudot.

La touche est simplement posée sur l'axe *p*, elle est maintenue dans sa position de repos par la butée C et par le ressort R.

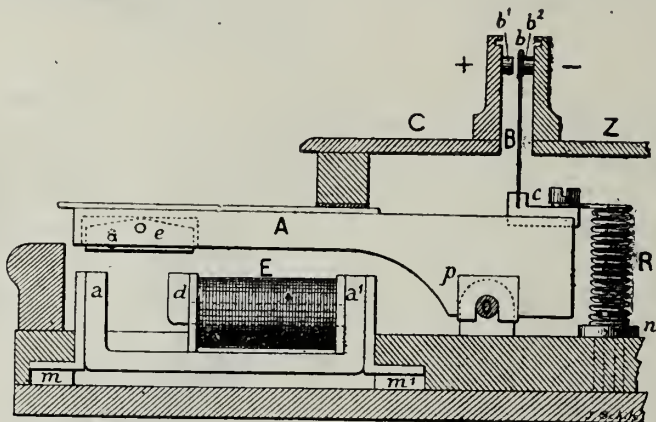


FIG. 84. — Coupe du manipulateur Baudot.

L'instant précis auquel l'employé manipulant doit émettre un signal lui est indiqué par une sorte de métronome que l'on nomme *frappeur de cadence*. Dans les derniers modèles de manipulateurs, c'est un récepteur téléphonique situé à hauteur de l'oreille du télégraphiste au moment où la ligne, par la marche du distributeur, va se trouver à sa disposition.

Si l'employé qui manœuvre le clavier du manipulateur abandonnait trop tôt les touches, il pourrait se faire que, celles-ci se relevant sous l'action du ressort R, les courants émis par les dernières touches ne parvinssent pas sur la ligne. Pour parer à cette éventualité, le relèvement des deux dernières touches a été rendu automatique. Chacune de ces touches porte en *e* une armature en fer. Au dessous, un aimant *a* est garni d'une bobine E. Ce dispositif a reçu le nom de *électro-aimant accrocheur*. Lorsque l'une des touches qui en sont pourvues est abaissée, l'armature *e* reste adhérente aux surfaces polaires *a*, *d* de l'aimant jusqu'à ce qu'un courant de sens convenable, lancé automatiquement, traverse la bobine E, affaiblisse la puissance

de l'aimant et, rendant ainsi l'action du ressort R prépondérante, libère la touche en lui permettant de se relever.

Un tableau de manipulation, que le personnel doit savoir par cœur, indique les touches à abaisser pour chaque signal à transmettre.

Socle moteur pour distributeur. — Le distributeur est mis en marche par le *socle-moteur* sur lequel il est placé. Ce socle contient un train de rouages, actionné par la chute d'un poids comme

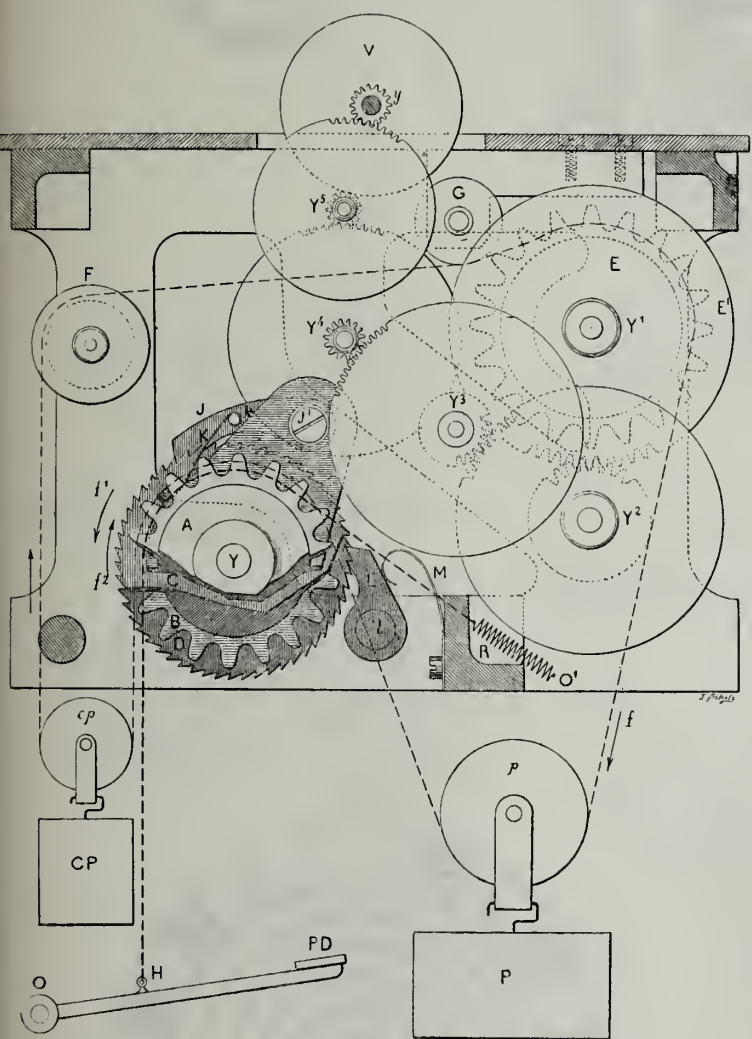


FIG. 85. — Socle moteur à poids du distributeur Baudot.

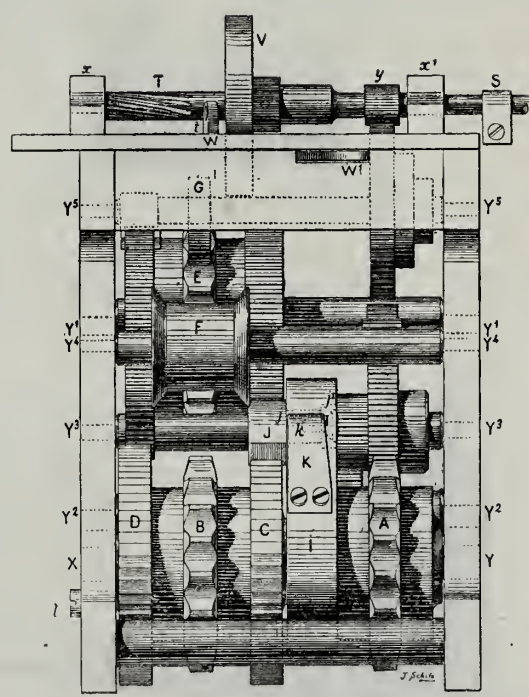


FIG. 86. — Socle moteur à poids du distributeur Baudot.

dans les figures 85 et 86 ou bien commandé par un moteur électrique dont les figures 87 et 88 montrent la disposition.

Quelle que soit la forme du moteur employé, le mouvement du distributeur ne saurait être uniforme qu'à la condition d'ajouter au système un régulateur de vitesse.

Ce régulateur (*fig. 89*) est formé par une masse métallique mobile accrochée à deux forts ressorts à boudin et susceptible de se déplacer en glissant sur deux guides. Cet ensemble est monté sur un manchon qui s'emboîte sur l'arbre du dernier mobile du socle-moteur.

Pendant la rotation, la force centrifuge tend à écarter la masse mobile qui tire sur les ressorts ; ceux-ci, prenant leur point d'appui sur l'arbre, le font presser contre ses paliers et augmentent le travail dépensé par le frottement ; il en résulte que le travail supplémentaire imposé au moteur

dépend de l'écartement de la masse mobile. Si la vitesse augmente, la masse s'écarte davantage et le travail résistant augmente; si la vitesse diminue, la masse s'écarte moins et le travail résis-

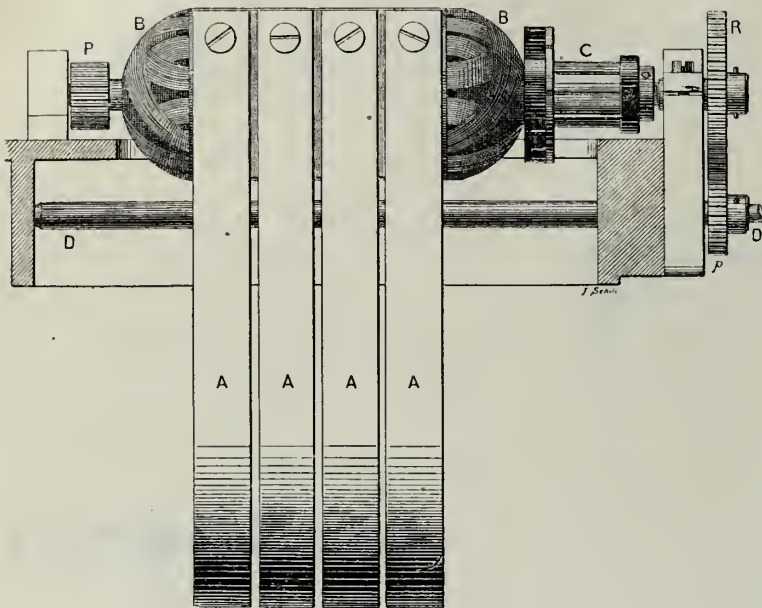


FIG. 87. — Moteur électrique pour distributeur Baudot.

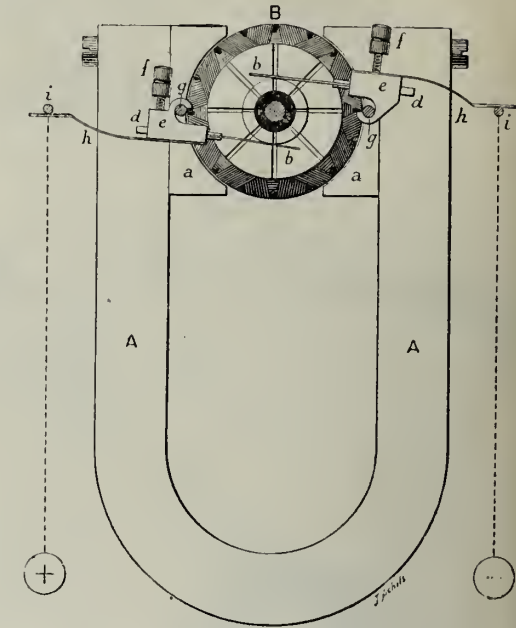


FIG. 88. — Moteur électrique pour distributeur Baudot (collecteur et balais).

tant diminue. Ces alternances se répétant constamment, il en résulte une sorte d'équilibre instable entre la puissance et la résistance.

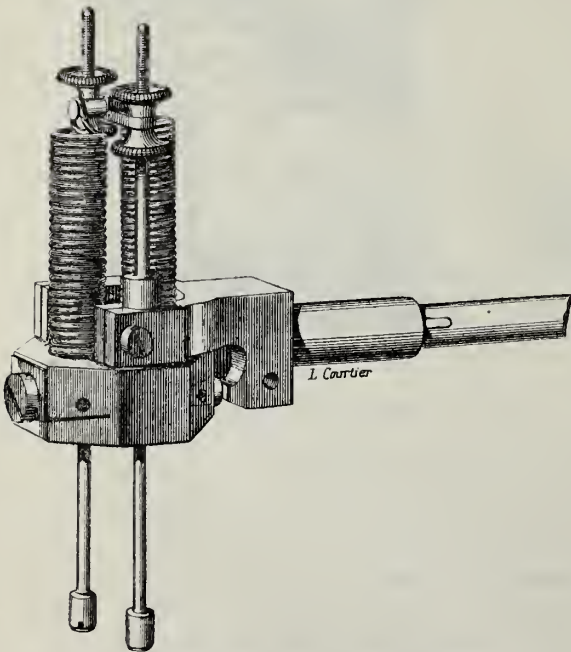


FIG. 89. — Régulateur de l'appareil Baudot.

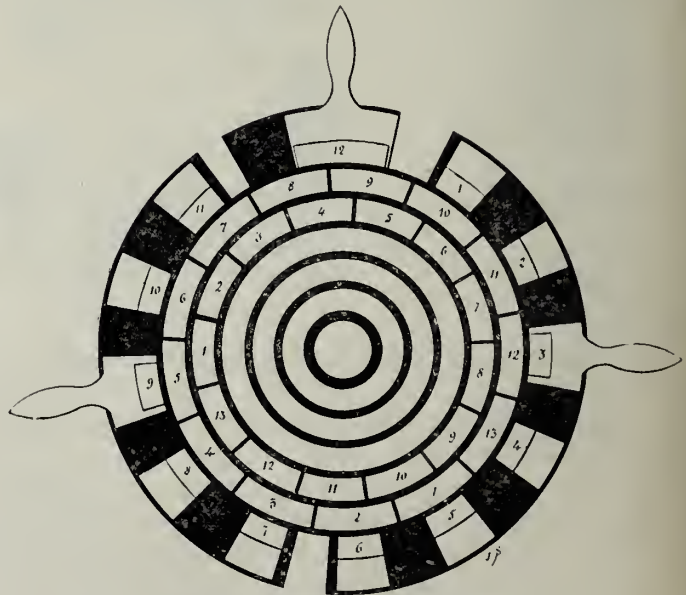


FIG. 90. — Plateau du distributeur.

Distributeur. — La figure 90 montre un plateau de distributeur à 13 contacts. On voit que ces plateaux sont, en réalité, plus compliqués que celui dont nous nous sommes servi pour donner

une idée de l'ensemble du système. La figure 91 donne les détails du bras porte-balais. Il est à trois branches et ses trois paires de balais frottent sur les six cercles concentriques de contacts qui garnissent le plateau.

Le distributeur est également pourvu d'un organe correcteur de vitesse. C'est un électro-aimant à deux bobines dont l'armature projette une goupille sur le trajet d'une roue étoilée à laquelle elle impose un léger temps d'arrêt qui rétablit l'uniformité entre les vitesses des deux distributeurs, étant donné que la correction se fait toujours de façon à ralentir le distributeur qui tourne le plus vite.

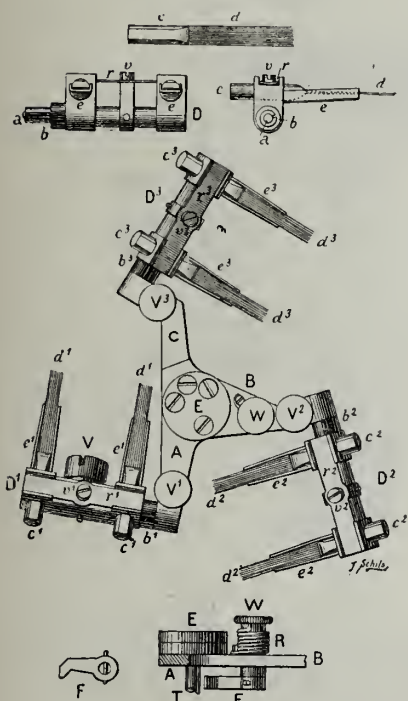


FIG. 91. — Détails du bras porte-balais de l'appareil Baudot.

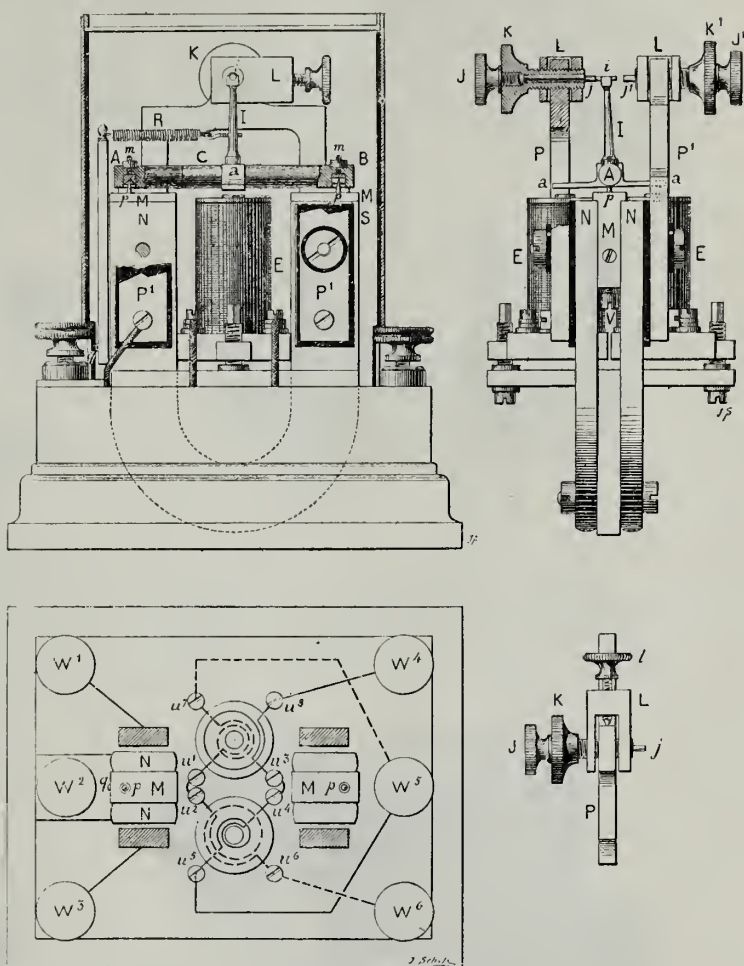


FIG. 92. — Relais Baudot.

Relais. — Les organes récepteurs sont des relais très sensibles à armature polarisée.

Un fort aimant en fer à cheval (*fig. 92*) est formé de deux lames réunies par leurs pôles de même nom. Sur l'entretoise en laiton M qui les unit, sont deux pointes d'acier sur lesquelles repose l'axe AB de l'armature. Cet axe, garni de chapes en acier creusées en cône, est très mobile sur les pointes ; il se compose de trois parties, A, B, en acier, C en laiton. La partie B soutient l'armature dont les extrémités *a, a* sont situées au-dessus des pôles de l'électro-aimant différentiel EE. La partie en acier B, placée au-dessus du pôle sud de l'aimant, prend la même polarité ainsi que l'armature *aa* qui fait corps avec elle ; cette armature doit basculer, à la manière d'un fléau de balance et, suivant le sens du courant qui traverse les bobines de l'électro-aimant, se rapproche l'un des pôles de cet organe en s'éloignant de l'autre. Ces mouvements sont répétés par la tige I dont l'extrémité, en fil de platine *i*, s'appuie sur la vis de butée J ou sur la vis J'. Le ressort antagoniste R la maintient habituellement sur la butée de

repos J. Le jeu entre les deux butées est, d'ailleurs, très restreint, 1/100 mm environ et l'index I doit rester indifféremment appliqué contre la butée où l'a amené un courant quelconque traversant les bobines de l'électro-aimant.

Socle-moteur du traducteur. — Le rouage est le même que celui du socle-moteur du distributeur, mais la platine porte deux organes nouveaux : le *modérateur de vitesse*, l'*électro-frein*

Le modérateur de vitesse (*fig. 93*) est analogue au régulateur du distributeur.

L'électro-frein (*fig. 94*) est un électro-aimant à deux bobines EE dont l'armature *a* commande un frotteur en liège F qui peut agir par friction sur le volant W du socle-moteur.

L'électro-frein a pour objet de rétablir, à chaque révolution, la concordance entre le distributeur et le traducteur auquel appartient cet électro-frein.

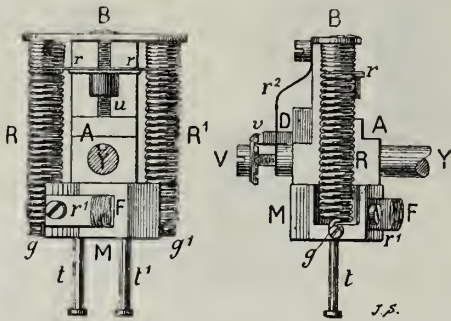


FIG. 93. — Modérateur de vitesse.

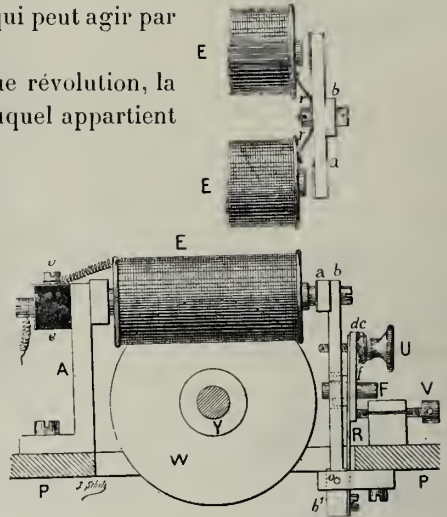


FIG. 94. — Electro-frein.

Traducteur. — La figure 95 le représente en perspective. La partie du traducteur destinée à emmagasiner les signaux fugitifs esquissés par les relais se compose de cinq électro-aimants; ce sont les *électro-aimants aiguilleurs*; ils sont horizontaux; la figure 96 en montre le détail.

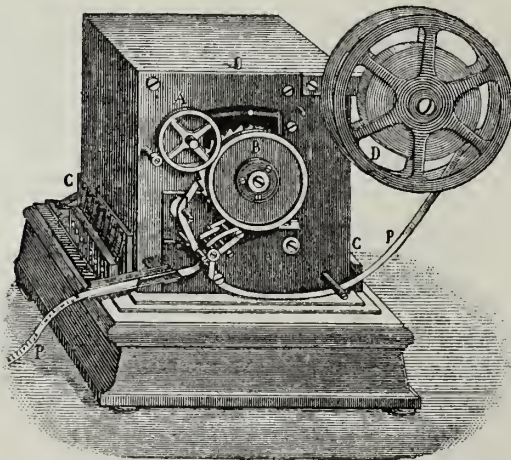


FIG. 95. — Traducteur Baudot.

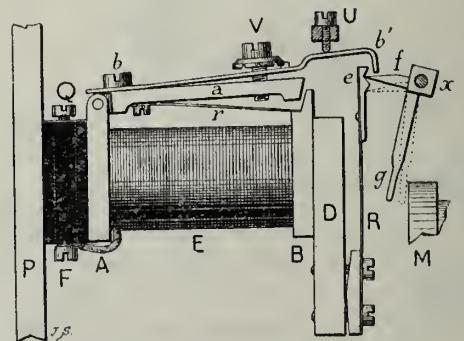


FIG. 96. — Electro-aiguilleur.

L'armature *a* est comprise entre les deux culasses de fer doux A, B; elle est articulée sur A et maintenue éloignée de B par le ressort *r*. La pièce en laiton *bb'* est vissée sur l'armature *a*; la vis de butée U limite son écartement. Cinq ressorts à encoches R sont en regard des pointes *b'* des cinq pièces *bb'*. En face des encoches *e*, cinq leviers *aiguilleurs fg* sont montés sur l'axe *x* qui leur est commun; chacun d'eux peut basculer isolément autour de l'axe *x*.

Supposons, pour fixer les idées, que la combinaison transmise par le manipulateur et répétée

par les relais ait produit l'attraction des armatures des électro-aimants aiguilleurs 1, 3, 5 et ait laissé inertes les armatures des électro-aimants aiguilleurs 2 et 4 : cette combinaison qui n'est encore qu'une esquisse sera emmagasinée par les cinq leviers aiguilleurs dont les numéros 1, 3, 5 prendront la position figurée en pointillé, les numéros 2 et 4 restant dans la position figurée en traits pleins. La tige *g* des leviers figurés en pointillés s'est approchée de la tranche du disque M qui fait partie du *combinateur*.

Le combinateur est monté sur l'axe d'impression ; commandé par les rouages du socle-moteur, il tourne d'un mouvement continu. Il comprend un disque en bronze MM (fig. 97), deux disques en acier E, F et plusieurs cames.

Sur le pourtour des disques E, F sont disposés, irrégulièrement en apparence, des renflements et des cavités qui, en réalité, représentent la succession des trente et une combinaisons de l'alphabet Baudot. On remarquera qu'en regard d'un renflement de l'un des disques se trouve toujours un creux de l'autre disque.

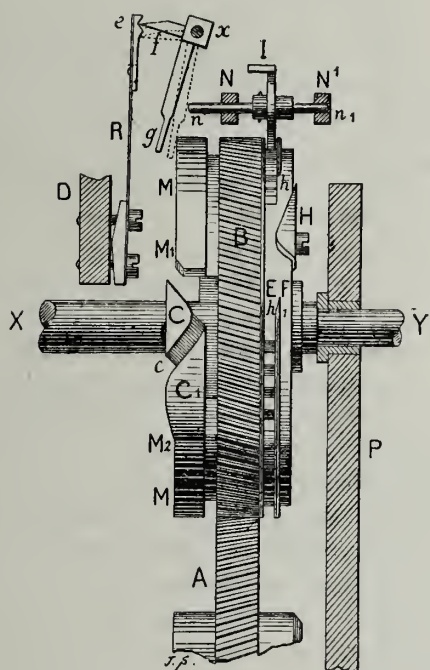


FIG. 97. — Combinateur Baudot.

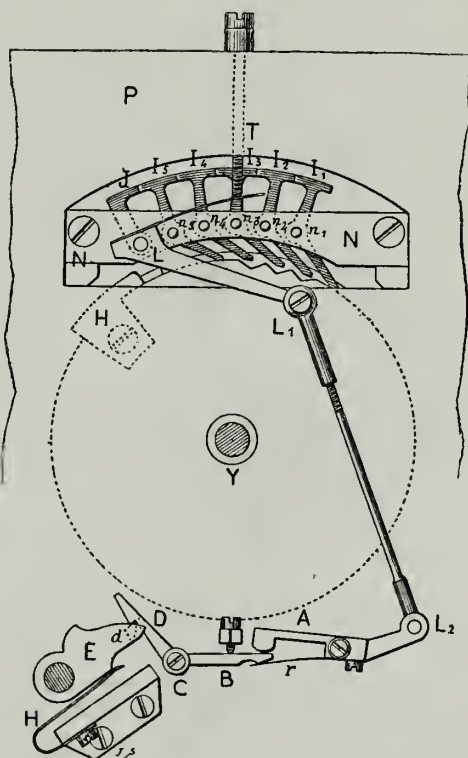


FIG. 98. — Chercheurs et mécanisme de déclenchement.

En regard des aiguilleurs, les *chercheurs* forment un jeu de 5 leviers I₁, I₃, dont les têtes sont appuyées les unes sur les autres, ce qui les empêche de basculer séparément en entraînant leur axe, mais ne s'oppose pas à un mouvement individuel de gauche à droite de chacun des 5 axes et des leviers qu'ils supportent, sans cependant que les têtes des leviers cessent de s'appuyer les unes sur les autres. L'axe de chacun des chercheurs est en face de la tige *g* d'un des aiguilleurs.

Considérons la combinaison qui nous a déjà servi d'exemple : les aiguilleurs 1, 3, 5 dans la position figurée en pointillé, 2 et 4 dans la position en traits pleins.

Lorsque la roue B est en mouvement, la came C, en passant devant les tiges *g* des leviers 1, 3, 5, saisit successivement celles-ci et les guide dans la rainure *c* d'où la came C₁ les chasse immédiatement après. Les tiges *g* des leviers 2 et 4, trop éloignées du disque M, n'ont pas été dérangées. Les tiges *g* des leviers 1, 3, 5 ont agi sur les chercheurs portant les mêmes numéros et les ont fait passer du disque E sur le disque F, à travers l'ouverture *hh*₁ de la couronne de séparation de ces disques ; les chercheurs 2 et 4 n'ont pas été dérangés et restent au-dessus du disque E. Les disques E et F, en tournant, font successivement passer au-dessous des pieds des

chercheurs leurs renflements et leurs parties creuses, les pieds des chercheurs restant les uns appuyés sur les renflements, les autres suspendus au-dessus des parties creuses; chacun d'eux est, en effet, retenu par la tête du suivant qui l'empêche de basculer. Mais, derrière le chercheur I_3 est un sixième levier J, semblable aux autres et nommé *propulseur* (fig. 98). Ce levier est monté sur le même axe que le *levier de déclenchement* LL_1 , qui, sollicité par un ressort pressé par la vis T, tend à faire basculer les cinq chercheurs et le propulseur. Il existe une position, et une seule, où les pieds des chercheurs sont tous ensemble au-dessus des creux des disques E et F; c'est la combinaison transmise; à ce moment, le mouvement de bascule se produit et ce déclenchement provoque mécaniquement l'impression.

Toute autre combinaison transmise produira un autre arrangement des chercheurs qui provoquera un déclenchement analogue correspondant à un autre signal.

Les organes d'impression comprenant une roue d'impression et une roue des types sont calés sur l'axe Y du combinateur (fig. 99) et tournent avec lui.

La roue d'impression est un disque d'acier garni de crans sur les $4/5$ de sa circonférence, le dernier cinquième restant uni. Les lettres et les chiffres occupent, en alternant, les $31/40$ de la circonférence de la roue des types, également en acier, et dont les $9/40$ restants présentent une tranche lisse. Les deux roues sont montées sur un double manchon et pourvues d'organes permettant le passage des lettres aux chiffres et réciproquement, par un système analogue à celui de l'appareil Hughes; seulement le décalage de la roue des types n'est que de $1/80$ de circonférence.

L'engrènement de la roue des types se produit dans les mêmes conditions que pour l'appareil Hughes.

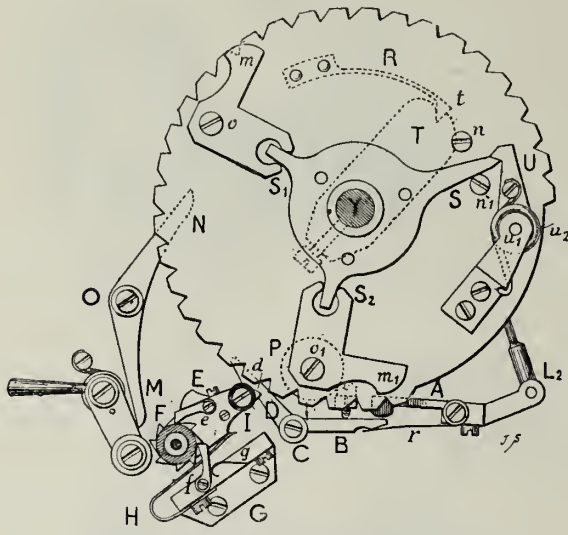


FIG. 99. — Mécanisme d'impression.

Nous avons abandonné les chercheurs au moment de leur chute dans les creux de la combinaison transmise. Nous avons dit que le levier propulseur J (fig. 99) était monté sur le même axe que la tige du levier LL_1 . Celui-ci est, à son tour, articulé avec la bielle L_1L_2 . Cette bielle L_1L_2 agit sur la *pédale de déclenchement* A (fig. 98 et 99), qui, soulevée, au moment où L_1L_2 se relève, frappe sur la tige B du levier BCD, tige qui est emprisonnée entre la pédale A et son ressort r . Le choc produit sur B fait basculer BCD autour de son axe C et le bras D, qui maintenait à l'arrêt la goupille d de la came E, dégage celle-ci. La came qui porte le *cylindre imprimeur* I se redresse sous l'impulsion du ressort II, presse la bande de papier contre la roue des types et reçoit l'impression du signal transmis. L'avancement du papier est produit par le rochet F, poussé vers la gauche par le cliquet e , tandis que le cliquet f l'empêche de rétrograder. La came E est ramenée à sa position initiale par le levier NOM dont la branche N est chassée par le passage du galet P, tandis que la branche M repousse la came E dont le doigt d se trouve de nouveau en prise avec la tige D de BCD.

La bande de papier est amenée sur le cylindre E par des guides qui n'ont pas été figurés; de même, après l'impression des signaux, elle passe sur la partie centrale du rochet F qui est lisse et est entraînée par un *cylindre compresseur de papier*.

Les installations d'appareils Baudot sont très compliquées. Les communications y sont établies au moyen de câbles d'un modèle spécial. Une installation double fonctionnait dans l'exposition de M. Carpentier; nous en reproduisons le schéma (fig. 100); l'installation qua-

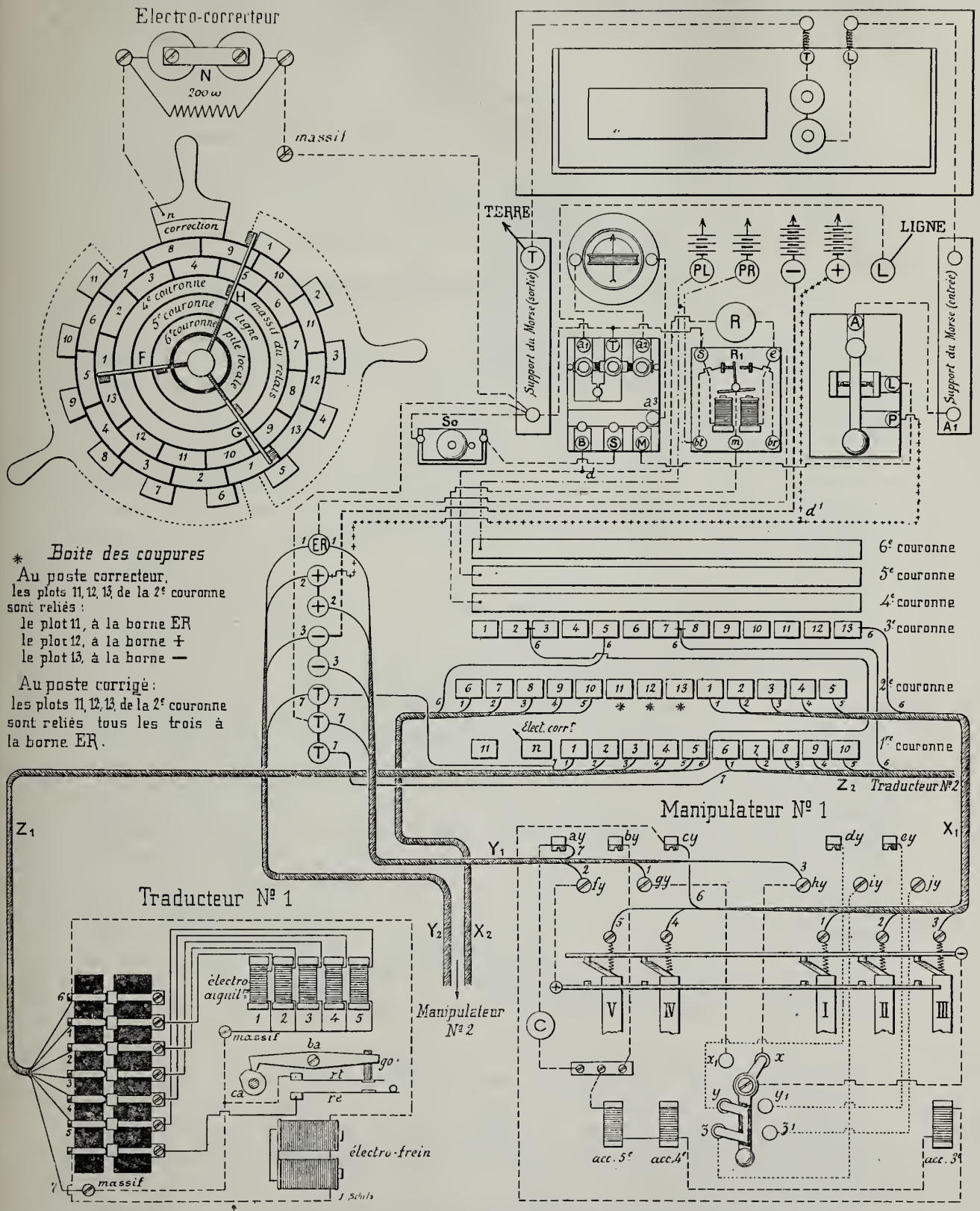


FIG. 100. — Installation double de l'appareil Baudot.

duplex et celle des postes échelonnés varient suivant les besoins de l'exploitation leur ; description nous entraînerait trop loin et, pour une étude plus approfondie, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage intitulé *Télégraphie pratique* que nous avons publié à la librairie V^e Ch. Dunod.

APPAREIL ROWLAND

Principe. — Négligeant pour un instant le cas où l'appareil peut transmettre dans les deux sens, ce qui nécessite un montage en duplex, nous ne considérerons qu'un poste de départ transmettant et un poste d'arrivée recevant. Le poste de départ est muni d'un générateur d'énergie électrique, de quatre manipulateurs, d'un distributeur. Le poste d'arrivée comprend un récepteur de courants, un distributeur, quatre récepteurs imprimeurs. Les deux postes fonctionnent synchroniquement.

Le générateur d'énergie électrique est une petite dynamo à courants alternatifs actionnée par un moteur quelconque.

Cette dynamo envoie sur la ligne une série ininterrompue de courants alternativement positifs et négatifs qui, agissant à la station d'arrivée sur une dynamo réceptrice, font tourner son induit synchroniquement avec l'induit de la génératrice. Ces alternances de courants qui parcourent constamment la ligne forment son régime électrique normal et ne produisent aucun signal. Il est évident que cette marche synchrone des deux appareils serait altérée si on supprimait consécutivement un certain nombre des périodes de courant qui la maintiennent ; mais, si on en supprime une ou deux, deux, par exemple, à des moments déterminés, on peut, sans altérer le synchronisme, former des combinaisons qui, agissant à l'arrivée sur un relais polarisé, orienteront son armature de façon à fermer un circuit local actionnant des organes d'impression.

L'appareil Rowland produisant quatre transmissions simultanées dans le même sens, le distributeur est divisé en quatre secteurs. Onze demi-périodes de courant sont affectées à chaque secteur et, si on en supprime deux pour produire des signaux, on peut réaliser 45 combinaisons ; c'est plus qu'il n'en faut et M. Rowland n'en utilise que 41.

Parmi ces combinaisons distinctes, 26 représentent les lettres de l'alphabet ; 8 sont suffisantes pour les chiffres si l'on admet que l'unité et le zéro peuvent être figurés par les lettres I et O. Le point, la virgule, le trait d'union sont les seuls signes de ponctuation admis ; 3 combinaisons leur sont affectées ; un signal spécial indique en abrégé le mot *dollar*, unité de monnaie d'usage fréquent si on considère que l'appareil est d'origine américaine. Enfin, la forme particulière dont les signaux sont enregistrés sur la bande nécessite trois mouvements de progression provoqués par autant de combinaisons. Les signaux sont, en effet, imprimés sur une bande de papier large de 13 centimètres, que l'on coupe à la fin de chaque télégramme et qui est envoyée au destinataire. Il faut que cette bande se déplace transversalement pour la séparation des lettres et des mots, qu'elle retourne en arrière à la fin de chaque ligne et qu'elle avance dans le sens de son axe pour la séparation des lignes. Ajoutons, pour n'y plus revenir, que chaque télégramme reçu est plié et inséré dans une enveloppe transparente à travers laquelle on ne peut lire que l'adresse du destinataire.

Les 41 combinaisons distinctes utilisées par l'appareil sont produites par le manipulateur.

Manipulateur. — Il est formé, comme dans les machines à écrire, par 40 touches disposées sur quatre rangées et par une règle transversale qui sert à séparer les mots (*fig.* 101 et 102).

Chaque touche commande un levier horizontal L qu'elle fait basculer autour de son axe *o* en s'abaissant. Ce levier est lui-même placé en regard d'une série de onze tiges L', recourbées deux fois à angle droit, et disposées de telle sorte que chaque touche abaissée soulève deux de ces lames non contiguës et jamais les mêmes.

La figure 102 montre en *d* l'agencement qui permet à chaque levier L de soulever deux lames L', les évidements *d* étant disposés différemment d'une touche à l'autre.

Chaque tige L' soulevée prend contact avec un ressort r qui, fermant le circuit d'une pile locale sur un relais, coupe, pendant un temps très court, le circuit de la ligne et supprime deux émissions de courant.

Pour chaque touche abaissée, la ligne n'est donc plus traversée que par 9 émissions de courants alternatifs au lieu de 11.

Les 11 ressorts r du manipulateur sont respectivement reliés aux 11 plots, isolés les uns des autres, que comporte chaque secteur du distributeur D (fig. 103). Lorsque le balai f de ce

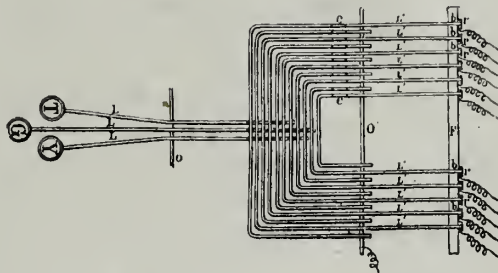


FIG. 101. — Manipulateur de l'appareil Rowland (Plan).

distributeur passe sur un des plots en relation, par les ressorts r , avec les tiges L' que la touche abaissée a fait basculer, le circuit local du relais R est fermé et son armature a est attirée. Cette armature est reliée à la ligne L et son plot de repos b à l'un des balais de

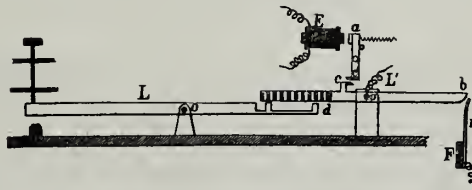


FIG. 102. — Manipulateur de l'appareil Rowland. — Détail d'une touche.

la dynamo génératrice G , l'autre balai étant à la terre ; de sorte que, quand l'armature a du relais abandonne son plot de repos b , le circuit de la ligne est ouvert et les courants émis pendant ce temps par la dynamo sont interrompus.

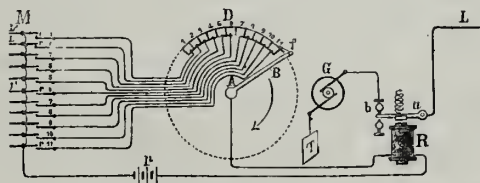


FIG. 103. — Distributeur de l'appareil Rowland.

Cette interruption ne dure évidemment que pendant la durée du passage du balai f sur le plot intéressé du distributeur ; un ressort antagoniste ramène aussitôt après l'armature du relais à sa position de repos.

Pour que la concordance existe entre la rotation du balai du distributeur et celle de l'induit de la machine génératrice, ces deux organes sont accouplés par un engrenage qui unit les

deux axes. La couronne du distributeur peut d'ailleurs être légèrement décalée pour rétablir, au besoin, la marche régulière du système.

La manipulation nécessite un certain rythme, car il faut que la touche produisant le signal soit abaissée au moment où le balai du distributeur pénètre dans le secteur auquel est relié le manipulateur et que cette touche reste abaissée pendant tout le trajet du balai sur ce secteur. Pour obtenir ce double résultat, on emploie, comme dans le Baudot, une sorte de frappeur de cadence qui est, en même temps, un accrocheur. Un électro-aimant E (*fig. 102*), commandé par le distributeur, remplit cet office.

Tant que le circuit de l'électro-aimant E reste ouvert, les tiges L' des touches sur lesquelles agit l'opérateur viennent buter par leur appendice *c* contre le talon *c'* de l'armature de cet électro-aimant; les tiges L' sont alors arrêtées dans leur mouvement de bascule et les touches L ne peuvent pas s'enfoncer. Dès que le balai du distributeur va s'engager sur le secteur relié au manipulateur, le circuit de la pile locale *p* (*fig. 103*) est fermé sur l'électro-aimant E (*fig. 102*) et ce circuit reste fermé pendant le temps très court que le balai met à parcourir le secteur. L'armature *a* de l'électro-aimant E est attirée, se dérobe et laisse passer le crochet *c* au-dessus du crochet *c'*; la touche peut ainsi s'enfoncer, mais reste accrochée en *cc'* à l'armature *a*, tant que celle-ci n'a pas repris sa position de repos sous l'effort d'un ressort antagoniste dont elle est pourvue.

Les crochets *c*, *c'* sont biscautés, ce qui facilite l'accrochage momentané des deux pièces.

Le léger bruit produit par l'attraction de l'armature *a* joue le rôle de frappeur de cadence, et, d'autre part, comme dans le Hughes, l'employé manipulant est averti que le signal a été transmis, la touche cédant, à ce moment, sous son doigt.

Le télégraphiste manipulant est également avisé qu'une ligne va être terminée sur la bande de papier du récepteur; un coup de timbre lui fait connaître qu'il est temps d'agir sur la touche spéciale qui provoque le mouvement de recul de la bande.

Récepteur. — A la station d'arrivée, la ligne aboutit à l'enroulement d'un relais polarisé R', à double armature, mis à la terre, d'autre part (*fig. 104*).

L'une de ces armatures *s*¹ sert à la réception des signaux, l'autre *s*² sert à maintenir le synchronisme entre les distributeurs des deux stations. A cet effet, l'armature *s*¹ est reliée au bras porte-balai B du distributeur D', l'autre au moteur à courants alternatifs M.

Le distributeur D' du poste d'arrivée est, en tant que distributeur, identique à celui du poste de départ. Les contacts sont seulement un peu plus petits et un peu plus espacés. Ces contacts sont répartis sur quatre secteurs contenant chacun onze contacts.

Chaque contact est relié à un relais dit *relais trieur* R¹, ..., R¹¹, ce qui fait donc 11 relais trieurs par secteur et 44 pour l'ensemble du distributeur. La liaison a lieu alternativement avec l'entrée et avec la sortie de l'enroulement des relais, c'est-à-dire que les contacts de rang impair sont reliés à l'entrée des bobines des relais impairs R¹, ..., R¹¹ et les contacts pairs à la sortie des bobines des relais pairs R², ..., R¹⁰. Les extrémités libres des enroulements des relais, quel que soit leur rang, sont réunies à un fil de retour commun en relation, par l'intermédiaire des piles locales *p*¹, *p*², avec les butées de l'armature *s*¹ du relais de ligne R'.

Les armatures des relais trieurs sont toutes reliées ensemble; leurs butées de repos (butées de gauche) sont isolées, leurs butées de travail (butées de droite) sont en communication avec les plots d'un *combinateur* qui commande l'électro-aimant imprimeur.

Si nous revenons au relais de ligne R', nous voyons que les deux butées de l'armature *s*¹ sont en relation: celle de gauche avec le pôle positif d'une pile locale, celle de droite avec le pôle négatif d'une seconde pile locale. Ce sont les pôles libres de ces deux piles qui sont réunis au fil de retour des relais trieurs.

Ainsi que nous l'avons dit, l'armature *s*¹ sert à la réception des signaux que le jeu de cette armature esquisse, en quelque sorte, en orientant convenablement les relais trieurs comme nous le verrons bientôt.

L'armature s^2 , réservée à l'entretien du synchronisme, communique avec le balai b^1 du moteur à courants alternatifs M , dont le balai b^2 est réuni aux armatures de deux condensateurs C^1, C^2 reliés d'autre part : C^1 à la butée de gauche de s^2 , C^2 à la butée de droite ; entre les deux fils de communication est intercalée la pile locale p^3 ; de même un téléphone t peut être inséré entre s^2 et b^1 .

Les courants alternatifs provenant de la génératrice G du poste de départ arrivent au relais R' par la ligne L . Sous l'action de ces courants, les armatures s^1 et s^2 se déplacent simultanément, passant successivement de leur butée de repos à leur butée de travail et inversement. Ce mouvement de va-et-vient se maintient ininterrompu tant qu'aucun signal n'est émis par le poste de départ ; c'est le régime normal de repos.

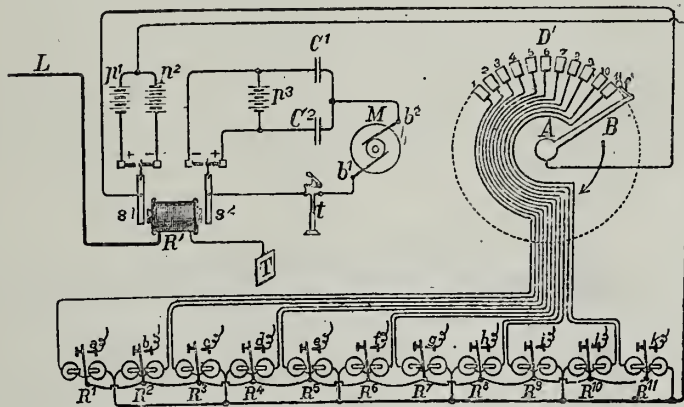


FIG. 104. — Récepteur de l'appareil Rowland.

Chaque déplacement de l'armature s^1 ferme le circuit local sur un des relais R^1, \dots, R^{11} , car le bras B du distributeur D' qui ferme ce circuit passe successivement sur les plots de contact de 1 à 11. Le plateau du distributeur, qui peut être légèrement décalé, permet d'obtenir une concordance exacte entre le passage du balai f sur les plots successifs de D' et la prise du contact de s^1 avec ses butées $+$ et $-$. Il en résulte que le passage de f sur le plot 1 coïncidant avec le contact de s^1 avec le plot $+$, un courant positif sera envoyé dans le relais R^1 ; le passage de f sur le plot 2, coïncidant avec le contact de s^1 avec le plot $-$, un courant négatif sera envoyé dans le relais R^2 et ainsi de suite.

Par conséquent, tant qu'aucun signal n'est émis par le poste de départ, les relais trieurs du poste d'arrivée sont traversés, à chaque révolution du bras B , par un courant, savoir : les relais de rang impair par un courant positif, les relais de rang pair par un courant négatif. Ces courants sont sans effet sur ces relais, c'est-à-dire qu'ils ne déplacent pas leur armature, qui reste appuyée sur sa butée de repos, isolée.

Les relais trieurs sont réglés de telle sorte que leur armature reste orientée dans la position que lui a donnée le dernier courant qui a traversé les bobines et, à cet égard, il est à remarquer que les courants alternatifs, dont nous venons de parler, agissent tous de la même manière sur les relais. En effet, les courants positifs pénètrent dans les bobines des relais impairs par la gauche, les courants négatifs entrent dans les relais pairs par la droite ; ces courants produiront donc un effet identique dans tous les relais et les armatures de ceux-ci resteront appuyées sur leur butée de repos.

Si, maintenant, par la transmission d'un signal, deux émissions non consécutives sont supprimées, le relais R' n'est plus influencé. Supposons, pour fixer les idées, que la première suppression se produise au moment où le balai f passe sur le plot 3, et la seconde au moment où il parcourt le plot 8.

Au moment où la première suppression se produit, l'armature s^1 de R' est sur sa butée

de repos (—); au lieu de se porter sur sa butée de travail (+) et d'envoyer dans le relais R^3 un courant positif, elle restera appliquée sur sa butée de repos et enverra, par conséquent, à R^3 un courant négatif. Ce courant agira évidemment sur R^3 en sens inverse du courant positif qu'il devait normalement recevoir; son armature abandonnera donc sa butée de repos et se portera sur sa butée de travail. Elle restera dans cette position pendant un tour entier du bras B et *jusqu'à ce qu'un courant positif l'ait ramenée sur sa butée de repos.*

Il en sera de même pour la seconde suppression.

Au moment où elle se produira, l'armature s^4 de R^7 sera sur sa butée de travail (+); au lieu de se porter sur sa butée de repos (—) et d'envoyer dans le relais R^8 un courant négatif, elle restera appliquée sur sa butée de travail et enverra à R^8 un courant positif. Ce courant agira sur R^8 en sens inverse du courant négatif qu'il devait normalement recevoir et son armature se portera sur sa butée de travail. Elle restera dans cette position pendant un tour entier du bras B et *jusqu'à ce qu'un courant négatif l'ait ramenée sur sa butée de repos.*

Nous avons donc, pendant un tour entier du distributeur, les relais $R^1, R^2, R^4, R^5, R^6, R^7, R^9, R^{10}, R^{11}$, dans la position de repos et les relais R^3, R^8 dans la position de travail. C'est, comme dans le Baudot, une esquisse bien nette du signal transmis. Tout autre signal produirait une orientation des relais analogue, mais différente de la précédente.

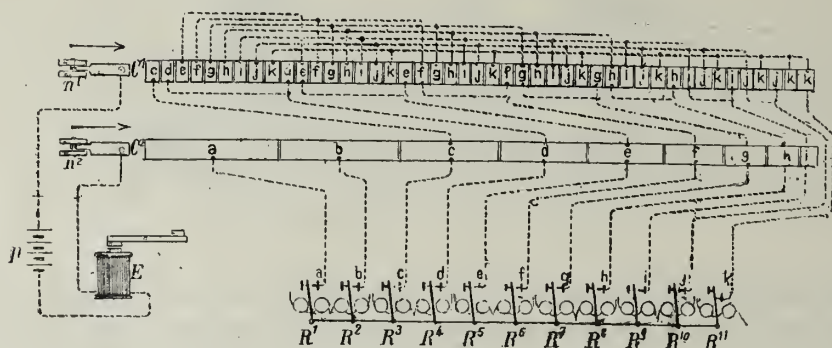


FIG. 405. — Combinateur de l'appareil Rowland.

Il s'agit maintenant, toujours comme dans le Baudot, de traduire le signal et d'en provoquer l'impression : c'est le rôle du combinateur.

Cet organe est une sorte de distributeur à trois couronnes dont chacune est parcourue par un galet supporté par un bras qui tourne à la même vitesse que le bras du distributeur.

La figure 105 représente deux couronnes développées du combinateur, avec leurs frotteurs et leurs connexions. Les plots de ces couronnes pris deux à deux, un dans chaque couronne, représentent 45 combinaisons distinctes.

Les butées de travail des relais trieurs sont respectivement reliées à tous les plots désignés par la même lettre, de même que tous les plots désignés par la même lettre sont reliés entre eux d'une couronne à l'autre.

L'électro-aimant imprimeur E fait partie d'un circuit local comprenant la pile p et les frotteurs n^1, n^2 , circuit qui est fermé lorsque les deux frotteurs passent simultanément sur deux plots des couronnes C^1, C^2 , reliés chacun à la butée de travail d'un relais trieur différent, à la condition que les armatures des deux relais soient appuyées sur leur butée de travail.

Dans le cas que nous avons envisagé, cas où R^3 et R^8 sont actionnés, le circuit de E sera fermé lorsque n^2 passera sur le plot c de C^2 en même temps que n^1 sur le plot h situé en regard dans la couronne C^1 .

Impression des caractères et progression du papier. — Le combinateur théorique dont nous venons d'expliquer le fonctionnement ne permet l'impression des signaux qu'à la suite les uns

des autres, indéfiniment, sur un étroit ruban de papier qui doit ensuite être collé sur un feuillet d'un format convenable.

Pour imprimer les signaux directement sur cette feuille elle-même, suivant des lignes transversales successives, il est nécessaire de pouvoir communiquer au papier des mouvements dans différentes directions, de manière à amener successivement au-dessous de la roue des types les différents points de la feuille où doit se faire l'impression des caractères.

Ces différents mouvements que nous avons énumérés précédemment sont commandés chacun par un électro-aimant spécial et doivent pouvoir s'effectuer, tout au moins les 2 derniers, indépendamment du fonctionnement de l'électro-aimant imprimeur.

Pour obtenir à volonté le fonctionnement de l'un quelconque de ces électro-aimants spéciaux, le combinateur que nous avons décrit doit être complété comme l'indique la figure 106 :

Une 3^e couronne de contacts c^3 , parcourue par un 3^e frotteur métallique n^3 , porté par le même bras que n^1 et n^2 , est ajoutée aux 2 couronnes c^1 et c^2 , dont les communications électriques sont les mêmes que celles représentées sur la figure 105, c'est-à-dire que les contacts de ces deux couronnes, marqués des mêmes lettres, sont reliés entre eux et avec celui des butoirs de travail des 11 relais combinateurs que nous avons désigné par cette lettre.

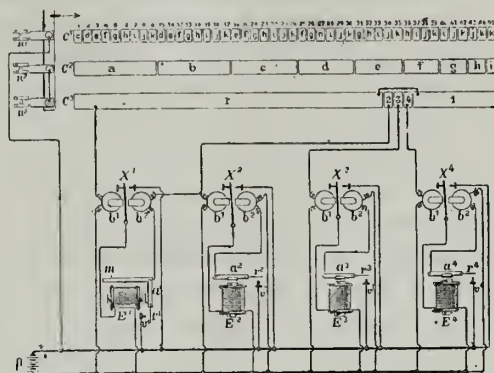


FIG. 106. — Mécanisme d'impression de l'appareil Rowland.

Le rôle de cette 3^e couronne est de mettre périodiquement en communication le frotteur n^2 avec l'un des bobines b de chacun des 4 relais polarisés locaux X^1 , X^2 , X^3 et X^4 , au moment du passage du frotteur n^3 avec lequel il est en communication métallique sur les contacts de la couronne c^3 auxquels ces bobines sont reliées.

La seconde bobine b^2 de chacun des relais locaux forme un circuit complètement distinct de celui de la première; elle a pour fonction, lorsqu'elle est traversée par un courant de sens convenable, de ramener l'armature du relais dans sa position de repos.

Les relais locaux commandent, par le déplacement de leurs armatures et au moyen d'un courant local, les électro-aimants spéciaux dont nous parlons plus haut, et qui sont représentés en E^1 , E^2 , E^3 et E^4 .

Ces 4 électro-aimants ont chacun une fonction mécanique et une fonction électrique.

Voici d'abord leur fonction mécanique, distincte pour chacun d'eux :

Le premier, E^1 (fig. 107), dont l'armature a^1 porte un petit marteau m disposé au-dessous du papier dans le plan de la roue des types W , sert à déterminer l'impression des caractères; c'est l'électro-aimant imprimeur.

Le deuxième, E^2 , est chargé de faire déplacer progressivement le papier dans le sens transversal, de gauche à droite, d'une petite quantité après chaque impression, afin de séparer les unes des autres les lettres d'un même mot, ou encore, quand il est actionné sans qu'il y ait eu impression, de séparer les mots entre eux.

Dans ce but, le support de son armature a^2 est muni d'un cliquet c pouvant agir sur un rochet r relié par un encliquetage avec un tambour t sur lequel s'enroule une petite chaînette c attachée à une sorte de chariot très léger (non figuré sur le dessin) qui porte le papier p ayant la forme d'un large ruban. A l'extrémité opposée du chariot, lequel peut glisser très librement

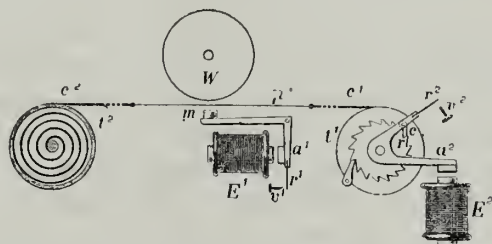


FIG. 107. — Mécanisme de progression du papier.

sur une tige qui lui sert de guide, est attachée une seconde chaînette c^2 dont l'autre extrémité s'enroule sur un second tambour t^2 , semblable au premier, mais renfermant à l'intérieur un ressort de barillet qui se tend au fur et à mesure que la chaînette c^2 se déroule.

Lorsque le papier est arrivé à l'extrémité de sa course transversale, c'est-à-dire lorsque l'impression d'une ligne est terminée, l'électro-aimant E^3 intervient : l'attraction de son armature produit le débrayage de l'encliquetage qui relie le rochet r au tambour t et rend libre, par conséquent, l'ensemble formé par les 2 tambours, les chaînettes et le chariot porte-papier.

Sous l'action du ressort de barillet qui se détend, cet ensemble se meut alors en sens inverse, ramenant le papier de droite à gauche de toute la largeur de la bande (1).

Il ne reste plus, pour pouvoir imprimer une nouvelle ligne, qu'à actionner l'électro-aimant E^1 , qui, en agissant au moyen d'un cliquet et d'un rochet sur un cylindre d'entraînement faisant partie du chariot porte-papier, fait avancer longitudinalement la bande de papier de la quantité qui doit séparer deux lignes consécutives.

La fonction électrique, identique pour tous, de chacun des 4 électro-aimants E^1 , E^2 , E^3 et E^4 (fig. 106) consiste, lorsque leur travail mécanique est terminé, à envoyer, dans la seconde bobine b^2 des relais locaux qui les commandent respectivement, un courant destiné à ramener dans sa position de repos l'armature du relais et, par suite, à libérer leur propre armature.

Voici comment ces différents organes sont actionnés par l'intermédiaire du combinateur :

La réception d'un signal a pour effet, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment, de mettre au contact de leur butoir de travail deux des armatures des 11 relais combinateurs. Au moment où les frotteurs n^1 et n^2 arrivent simultanément chacun sur l'un des deux contacts reliés à ces butoirs, le circuit de la pile locale se trouve fermé dans celui des relais locaux en communication avec le contact de la 3^e couronne sur lequel le frotteur n^3 appuie à ce moment-là. Supposons, à titre d'exemple, que le signal reçu ait déterminé le déplacement des armatures des relais combinateurs R^3 et R^7 (fig. 105) ; les butoirs de travail de ces deux relais sont désignés par les lettres c et g , et communiquent avec tous les contacts des couronnes C^1 et C^2 , qui portent les mêmes lettres.

L'examen de la figure 106 permet de voir que c'est seulement pendant que les frotteurs n^1 et n^2 passeront sur la 20^e division du combinateur que le circuit de la pile p sera fermé à travers la bobine b^1 du relais local X^1 .

Le chemin ouvert au passage du courant est le suivant : partant du pôle positif de la pile p , le courant arrive au frotteur n , passe par le contact g de la couronne C (20^e division du combinateur), par le butoir g du relais combinateur R^7 , par l'armature de ce relais pour arriver à l'armature du relais R^3 , toutes les armatures des relais combinateurs étant reliées ensemble ; puis, par le butoir de travail de ce relais, vient au contact c de la couronne C^2 , passe par le frotteur n^2 , le frotteur n^3 , le contact l de la couronne C^3 , la bobine b^1 du relais X^1 pour faire retour au pôle négatif de la pile p . Le passage de ce courant dans la bobine b^1 oblige l'armature du relais X^1 à se mettre en contact avec son butoir de travail, contre lequel elle reste appuyée en vertu de son réglage, envoyant ainsi un courant dans l'électro-aimant imprimeur E^1 . L'armature de cet électro-aimant est attirée ; le marteau m qu'elle porte frappe le papier et le presse contre la roue des types qui, précisément, présente à ce moment, au-dessus du marteau m , le caractère qui correspond à la combinaison formée par le déplacement des armatures des relais combinateurs R^3 et R^7 .

Ce caractère se trouve donc imprimé sur le papier.

En arrivant à l'extrémité de sa course, l'armature a^1 met en contact avec une vis de butée v^1 , reliée à la pile locale p , un petit ressort lame r^1 fixé à son extrémité et envoie un courant en même temps dans la bobine b^2 du relais X^1 et dans la bobine b^1 du relais X^2 . Ce courant ramène

1. Placé devant la roue des types, on voit les caractères s'imprimer à l'envers, c'est-à-dire la tête en bas ; cela explique le sens des déplacements latéraux du papier, qui, à première vue, semblent s'effectuer à l'inverse de ce qu'il faudrait.

l'armature de X^1 dans sa position de repos, rendant libre l'armature de l'électro-aimant E^1 qui a rempli son office et met, au contraire, l'armature du relais X^2 dans sa position de travail, ce qui ferme le circuit de la pile p dans l'électro-aimant E^2 . Le fonctionnement de cet électro-aimant ayant pour effet, comme nous l'avons indiqué plus haut, de faire avancer le papier transversalement de quelques millimètres vers la droite, une partie blanche du papier se présente sous la roue des types. Enfin, la rencontre du ressort de contact r^2 , porté par l'armature a^2 , et de la vis de butée v^2 , reliée à la pile locale p , détermine l'envoi d'un courant dans la bobine b^2 du relais X^2 , qui ramène son armature dans la position de repos.

Toutes les opérations relatives à la réception d'un signal sont terminées et tout est prêt pour l'impression d'un nouveau caractère.

Lorsque, sans qu'il y ait impression d'un caractère, le papier doit simplement se déplacer latéralement pour laisser un intervalle de séparation entre les mots, le circuit local fermé par le déplacement de deux armatures des relais combinateurs doit passer par la bobine b^1 du relais local X^2 . Ce sont alors les armatures des relais combinateurs R^5 et R^{10} qui sont en contact avec les butoirs c et j et c'est au moment du passage des frotteurs n^1 et n^2 sur la 34^e division du combinateur que le courant de la pile p trouve une issue.

On obtient de la même façon les deux autres déplacements du papier par la fermeture du circuit de la pile p dans la première bobine des relais locaux X^3 ou X^4 , au moment du passage des frotteurs n^1 et n^2 sur la 35^e ou sur la 36^e division du combinateur en mettant dans la position de travail les armatures des relais R^5 et R^7 ou R^6 et R^8 (1).

Ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte d'après les explications précédentes, l'impression des caractères s'effectue *au vol*, pendant la rotation de la roue des types. Or, si court que soit le courant qui traverse l'électro-aimant imprimeur, son action sur l'armature a , cependant, une certaine durée. Si, pendant que l'armature est attirée, la roue des types continuait à tourner, les contours des caractères s'étaleraient sur le papier et les signaux, brouillés, seraient presque illisibles. Afin d'éviter ce grave inconvénient, la roue des types n'est pas fixée invariablement sur son arbre; elle est montée sur un manchon engagé librement sur l'extrémité de cet arbre, auquel il n'est relié que par un ressort à boudin faiblement tendu. Une sorte de *toc*, fixé sur l'arbre et contre lequel vient buter une vis plantée dans la roue des types, limite le déplacement de celle-ci dans le sens du mouvement et la maintient dans une position déterminée par rapport à son arbre.

Aussitôt que l'armature de l'électro-aimant imprimeur est attirée et que le marteau presse le papier contre la roue des types, celle-ci se trouve immobilisée, tandis que son arbre continue à tourner en tendant le ressort à boudin qui le relie au manchon qui porte la roue des types.

Quand l'attraction de l'armature cesse, la roue des types, se trouvant dégagée, cède à la tension du ressort à boudin qui l'entraîne dans son mouvement de rotation et qui, en se détendant, accélère ce mouvement jusqu'à la rencontre de la vis de butée et du *toc* qui détermine sa position normale par rapport à son arbre.

Cette disposition ingénieuse et très simple assure la netteté de l'impression, en même temps qu'elle empêche les variations de vitesse qui, lorsque plusieurs récepteurs impriment en même temps, pourraient se produire dans la rotation de l'arbre qui entraîne les frotteurs des combinateurs et les roues des types.

Synchronisme. — Nous avons dit que le maintien du synchronisme était assuré par le fonctionnement de l'armature s^2 du relais de ligne R' (*fig. 104*). Cette armature oscille continuellement entre sa butée de repos et sa butée de travail sous l'action des courants alternatifs que le relais reçoit de la ligne. Nous avons fait connaître la composition du circuit local sur lequel agit

1. L'ordre des combinaisons indiqué sur les figures 105 et 106 n'est pas celui qui existe effectivement, et dont nous n'avons pu, malgré beaucoup d'insistance, obtenir communication. Mais cet ordre importe peu; on comprendra facilement qu'il est toujours possible de disposer les combinaisons dans un ordre quelconque, à condition de placer dans le même ordre, sur la périphérie de la roue des types, les lettres, chiffres, etc., qu'elles représentent.

l'armature s^2 , mais ce que nous n'avons pas dit, c'est que le moteur M en alimente un autre.

Le distributeur D' du poste d'arrivée tourne, comme celui du poste de départ, sous la commande d'une dynamo à courant continu qui prend son courant d'excitation à une source quelconque, mais cette dynamo porte, calé sur son axe, un alternateur qui reçoit les courants émis par le moteur M. Ces courants ne sont que la répercussion de ceux que produit le balancement de l'armature s^2 se déplaçant entre sa butée de travail et sa butée de repos qui représentent le pôle positif et le pôle négatif de la pile locale p^3 . Le circuit local est bien interrompu par les condensateurs C^1, C^2 , mais, pour chaque déplacement de s^2 , il y a charge de l'un de ces condensateurs et décharge de l'autre, de sorte que les courants alternatifs qui en résultent font tourner le moteur M synchroniquement avec la génératrice G du poste de départ.

Les suppressions d'émissions qui caractérisent les signaux ne gênent en rien la marche du système, car ces suppressions sont, en quelque sorte, passives et ne produisent pas un effet contraire à celui qu'aurait fait naître l'émission elle-même si elle avait existé.

Le téléphone t que la manœuvre d'un simple commutateur introduit dans le circuit du moteur M permet de reconnaître si le synchronisme est convenablement réglé. Quand la concordance parfaite existe entre le moteur M et la génératrice G, le téléphone t fait entendre un ronflement continu et bien uniforme; lorsque, au contraire, il y a discordance entre les phases des deux machines, le récepteur téléphonique traduit cette irrégularité par des divergences de sonorité d'autant plus fréquentes que l'écart de vitesse entre les deux moteurs est plus grand.

Les récepteurs, au nombre de quatre, sont commandés par un arbre unique mis en mouvement par un moteur électrique à courant continu.

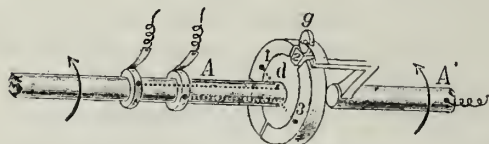


Fig. 108. — Arbre de récepteur.

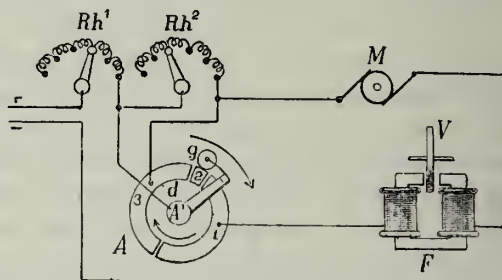


Fig. 109. — Détails du mécanisme régulateur.

Cet arbre est disposé dans le prolongement de l'axe du distributeur de réception; mais, afin de n'apporter aucun trouble dans la régularité du mouvement de rotation de ce dernier, il en est complètement indépendant au point de vue mécanique. Il est cependant indispensable que les frotteurs des combinateurs et les roues des types effectuent, dans un temps donné, le même nombre de révolutions que les bras des distributeurs.

Ce résultat est obtenu par les dispositions suivantes que représentent les figures 108 et 109, sur lesquelles les mêmes lettres désignent les mêmes organes :

Dans le circuit du moteur électrique M, qui entraîne l'arbre des récepteurs A', sont intercalés deux rhéostats, Rh^1 et Rh^2 , dont les résistances sont réglées de telle sorte que la vitesse de l'arbre A' soit sensiblement égale à celle de l'axe A du distributeur de réception. Ce dernier se termine par un petit disque d , en substance isolante, qui porte trois segments métalliques, 1, 2, et 3, sur lesquels peut appuyer un petit galet g , également métallique, porté par l'arbre A'.

Normalement, le galet g appuie sur le contact isolé 2 et y reste tant que la vitesse de rotation des axes A et A' est égale.

Si la vitesse de A' vient à diminuer, par exemple, le galet g , se trouvant en retard par rapport au disque d , viendra toucher le contact 3. Dans cette position, le rhéostat Rh^2 est mis hors circuit et la vitesse du moteur M et, par conséquent, celle de l'arbre A' augmente. Si, au contraire, la vitesse de A' vient à être plus grande que celle de A, le galet g venant au contact du segment 1, une partie du courant qui alimente le moteur M est dérivée dans l'électro-aimant F, entre les deux pôles duquel tourne, avec une grande rapidité, un disque de cuivre rouge V, entraîné par le moteur M, auquel il est relié par un engrenage. Tant qu'aucun courant ne tra-

verse l'électro-aimant F, le disque V, remplissant le rôle de volant, tourne comme si cet électro-aimant n'existait pas. Mais, dès que l'électro-aimant F est excité, il se produit dans le disque V des courants de Foucault qui tendent à s'opposer à son mouvement de rotation. C'est comme si ce disque tournait dans un milieu visqueux.

Ce dispositif constitue donc un *frein électrique* qui ralentit la vitesse de l'arbre A'.

Ainsi, par suite de ces dispositions, le galet *g* est forcé de se maintenir constamment sur le petit segment isolé 2, puisqu'il y est ramené automatiquement dès qu'il tend à s'en écarter.

Dans les appareils exposés, le distributeur faisait 250 tours à la minute; la ligne était donc mise 250 fois à la disposition de chaque poste. Quatre télégrammes étaient expédiés simultanément dans la même direction; on peut, paraît-il, doubler ce rendement et échanger en même temps huit télégrammes par la même ligne, à raison de 45 mots à la minute pour chaque transmission, ce qui fait au total 360 mots échangés par minute.

APPAREIL POLLAK ET VIRAG

L'appareil Pollak et Virag, exposé dans la section hongroise, reproduisait à son origine des signaux du code Morse, tels que ceux que l'on recueille au moyen de siphon recorder. Dans son état actuel il transcrit une sorte d'écriture bâtarde dont nous donnerons plus loin un spécimen.

C'est un appareil à composition préalable et à enregistrement chimique. Le principe en est très simple : Des courants positifs et négatifs d'égale durée sont envoyés sur la ligne, les courants positifs correspondent au point de l'alphabet Morse, les courants négatifs au trait. Ces émissions de courant sont produites par le passage des perforations d'une bande de papier entre une paire de balais et un cylindre métallique. La bande est préparée à l'avance par un procédé mécanique analogue à celui des perforateurs Wheatstone; les trous y sont disposés sur deux lignes parallèles, l'une correspondant aux points, l'autre aux traits. Ces émissions de courants agissent, à l'arrivée, sur la plaque vibrante d'un récepteur téléphonique. Afin d'amplifier les effets très minimes produits sur cette plaque et de donner aux signaux qu'elle produit une grandeur suffisante, les inventeurs ont eu recours au dispositif bien connu des galvanomètres à miroir. La plaque vibrante du téléphone commande un petit miroir, éclairé par une lampe à incandescence, dont les rayons réfléchis tracent sur une bande de papier sensible des lignes sinuées que l'on développe ensuite par les procédés photographiques ordinaires. Dans ces conditions, les points s'enregistrent sous forme de V situés au-dessous de la ligne médiane de la bande, les traits sous forme de V renversés situés au-dessus, ces différents signaux étant reliés par une ligne continue.

Ainsi que nous l'avons dit, l'enregistrement des signaux se fait actuellement en écriture ordinaire, ce qui supprime la traduction à l'arrivée, les retards qui en sont la conséquence et les erreurs qui peuvent en résulter.

En somme, l'appareil est aujourd'hui un télégraphe à composition préalable et à enregistrement photographique en écriture ordinaire.

La représentation graphique des lettres de l'alphabet a nécessairement amené des complications dans l'installation primitive. Tant qu'il s'est agi d'enregistrer des points et des traits, les signaux en forme de V droits ou renversés ont suffi; il n'en a plus été de même lorsqu'il a fallu figurer des lettres bouclées.

Dans ces nouvelles conditions, des émissions positives ou négatives d'égale durée ne sauraient suffire et il a fallu faire intervenir une nouvelle combinaison. Les inventeurs y sont parvenus en utilisant un second récepteur téléphonique, associé au premier et agissant sur le même miroir. Ils ont été conduits aussi à faire usage d'une troisième série de perforations.

Dans la figure 110, qui représente le nouveau récepteur, T₁, T₂ sont deux récepteurs téléphoniques, associés sur le même bâti. Leurs plaques vibrantes sont reliées par des baguettes

mobiles aux ressorts A, B, montés sur les pôles de l'aimant M, tandis qu'un troisième ressort C est fixé perpendiculairement à cet aimant et sur sa ligne neutre.

Les trois ressorts A, B, C sont terminés par des pointes sur lesquelles repose une pièce de fer doux, supportant elle-même un petit miroir concave. Les trois pointes A, B, C représentent

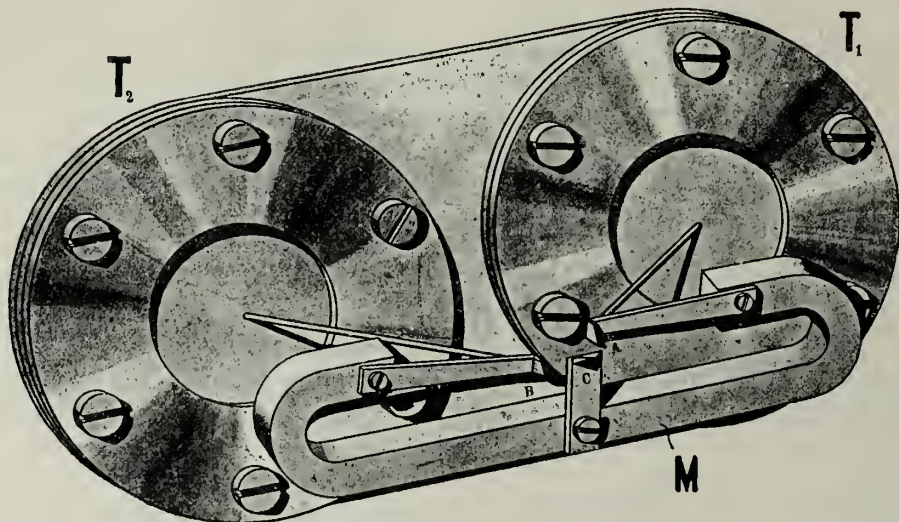


FIG. 110. — Récepteur Pollak et Virag.

un triangle rectangle dont les angles A, B sont mobiles, tandis que C est fixe. Tels sont les points d'appui du miroir concave.

La combinaison des déplacements des deux points mobiles A et B soit isolément, soit simultanément, provoque dans le miroir des déviations qui permettent aux rayons réfléchis de la lampe qui l'éclaire de tracer sur le papier sensible toutes les lignes droites ou courbes qui entrent dans la composition des lettres de l'alphabet.



Fig 6

FIG. 111. — Signaux du télégraphe Pollak et Virag.

Les perforations de la bande forment cinq rangées, dont les trois premières correspondent aux émissions de courants qui produisent les traces verticales en agissant sur le récepteur T₁, tandis que les deux dernières fournissent les émissions de courant qui produisent les traces horizontales en agissant sur le récepteur T₂. La figure 111 montre ces deux actions, ainsi que leur résultante, pour composer le mot *Telegraph*.

La figure 112 donne une idée des dispositions de l'appareil dans son ensemble.

La bande de papier sensible P, large de 7 centimètres, est emmagasinée sur un rouet, à l'abri de la lumière. Elle est guidée dans sa marche de haut en bas par des cylindres d'entraînement.

Le rayon lumineux qui impressionne la bande se déplace de gauche à droite. La combinaison de ces deux mouvements, de haut en bas et de gauche à droite, permet de voir,

dès à présent, que les signaux s'enregistrent transversalement sur la bande de papier sensible.

La lampe à incandescence qui éclaire le miroir du récepteur T a un filament de trois ou quatre centimètres. Un cylindre C, fendu suivant une hélice dans le sens de sa longueur, tourne

autour de son axe et enveloppe la lampe à incandescence qui ne laisse passer à travers la fente hélicoïdale qu'un mince filet de lumière dirigé sur le miroir du récepteur T. Ce mince filet est projeté par réflexion, sous forme de point lumineux, sur la bande sensible P.

Pendant la rotation du cylindre C, le point lumineux se déplace de droite à gauche sur le miroir et l'image réfléchie se meut de gauche à droite sur le papier sensible. Pendant ce mouvement de translation de gauche à droite, la bande de papier avance de haut en bas, de sorte que, à la suite d'une révolution complète du cylindre C, l'image lumineuse apparaît de nouveau sur la gauche de la bande et commence une nouvelle ligne de signaux au-dessus de la ligne préalablement enregistrée.

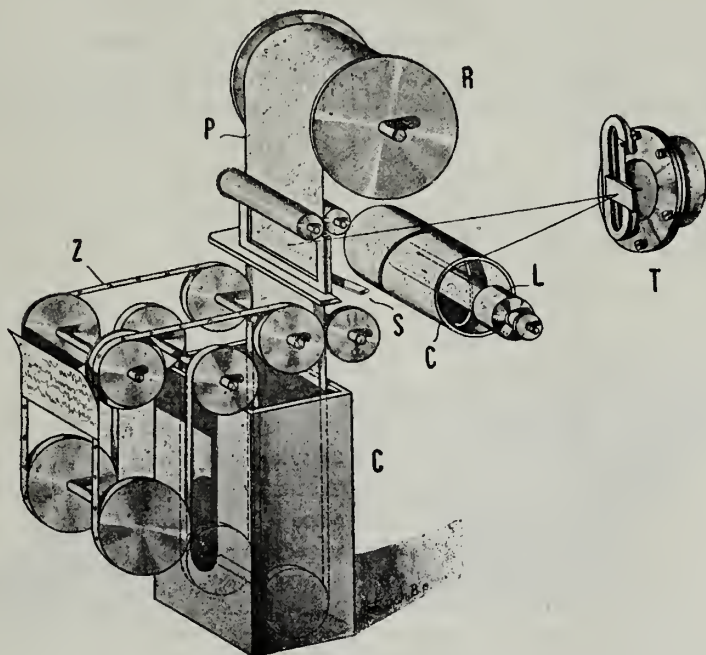


FIG. 112. — Ensemble de l'appareil Pollak et Virag.

La bande impressionnée, coupée par l'employé du poste récepteur, au moyen d'une paire de ciseaux S, est, par la pression d'un galet, accrochée à deux rubans sans fin, garnis d'agrafes, et entraînée dans les bains de développement photographique, contenus dans la caisse G.

La bande en ressort avec tous ses signaux développés et fixés.

Dans la pratique, pour obtenir des signaux réguliers et bien lisibles, il faut soustraire le miroir à la double influence de la capacité et de la self-induction de la ligne. Pour obtenir ce résultat, on installe en dérivation entre les deux fils de ligne une bobine de self-induction telle que I_1 (fig. 113) ou I_2 , suivant la longueur de la ligne, et des condensateurs tels que C_1 .

La figure 113 montre les connexions du système; nous empruntons à M. Montpellier son explication: Le téléphone T_1 est relié au conducteur bouclé L_1 , L_2 et le téléphone T_2 est relié, d'une part, à ces conducteurs bouclés et, de l'autre, à la terre.

Le balai B_1 est relié au conducteur L_1 sur lequel est intercalé le téléphone T_1 , le conducteur L_2 servant de fil de retour; un condensateur C_1 est monté en dérivation sur les conducteurs L_1 et L_2 . Le téléphone T_1 fait déplacer le miroir dans le sens vertical et la bobine de self-induction I_1 fournit les courants de compensation nécessaires. Cette bobine I_1 est reliée en son milieu au balai B_2 qui recueille les courants destinés à actionner le téléphone T_2 ; ces courants traversent parallèlement la ligne L_1L_2 et, en sens inverse, le téléphone T_1 qui, par suite, n'est pas actionné; ils arrivent au téléphone T_2 qui agit sur le miroir pour le déplacer horizontalement et enfin se rendent à la terre. Des condensateurs C_2 sont montés en dérivation sur le téléphone T_2 et on peut, avec avantage, brancher des résistances sur ce circuit en avant du conden-

sateur. Une seconde bobine de self-induction L_2 permet, s'il est nécessaire, de compenser le circuit du second téléphone.

Comme source d'énergie électrique, il faut deux batteries de piles, comportant chacune un petit nombre d'éléments P_1 est la première batterie fournissant un courant positif et un courant négatif ayant à peu près la même tension (rangées I et II de la bande perforée), ainsi qu'un courant positif (rangée III) de tension double.

P_2 est la seconde batterie donnant un courant positif de tension plus élevée (rangée IV) destiné à produire les composantes horizontales allant à gauche et un courant négatif, de plus faible tension, pour obtenir les composantes horizontales allant à droite.

Les cinq conducteurs de pile aboutissent à des disques métalliques isolés entre eux et constituant un cylindre pouvant tourner autour de son axe. Sur ce cylindre passe la bande perforée. Un premier balai B_1 appuie sur les trois premiers disques (déplacements verticaux) et un second balai recueille les courants émis sur les deux derniers disques (déplacements horizontaux).

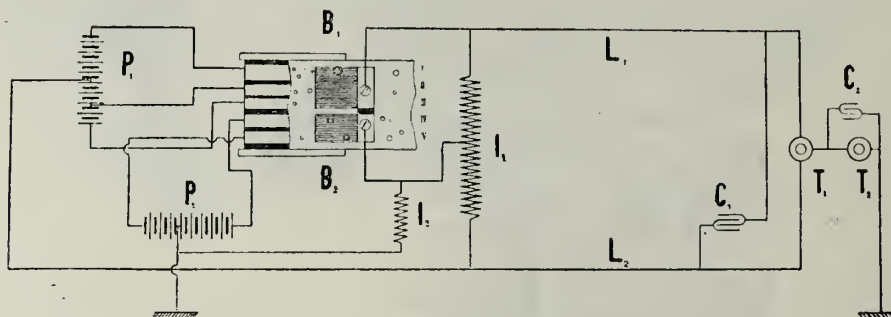


FIG. 113. — Installation de l'appareil Pollak et Virag.

Chacun de ces balais est relié à l'un des téléphones récepteurs et les plaques vibrantes agissent sur le petit miroir suivant la résultante des composantes. Le rayon lumineux réfléchi par le miroir se déplace avec une très grande rapidité sur le papier sensible qui reproduit, après développement photographique, une écriture suffisamment claire et lisible.

Le perforateur employé pour la préparation des bandes de transmission forme une lettre d'un seul coup.

En augmentant ou en diminuant la vitesse de déroulement de la bande sensible, on resserre ou on espace l'écriture, mais le synchronisme entre le transmetteur et le récepteur n'est pas nécessaire.

Au moment où commence la transmission, l'appareil récepteur est mis automatiquement en marche au moyen d'un dispositif spécial manœuvré par le poste qui transmet. La réception est surveillée par l'employé de la station d'arrivée qui, à travers un verre rouge, observe le déroulement de la bande sensible et la coupe aussitôt que les signaux y sont enregistrés.

APPAREILS POUR LA TÉLÉGRAPHIE SOUS-MARINE

APPAREIL A MIROIR

Sauf quelques modifications de détail, l'appareil à miroir n'est autre que le galvanomètre de lord Kelvin. C'est un instrument très sensible, mais c'est un appareil à signaux fugitifs.

Manipulateur. — Le manipulateur que l'on emploie pour la transmission sur les câbles, conjointement avec le galvanomètre à miroir qui sert de récepteur, est une clé Morse à double courant (*fig. 114*).

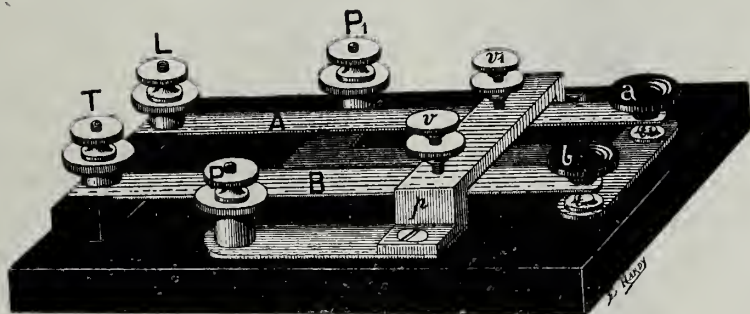


FIG. 114. — Manipulateur à double courant.

Deux ressorts de laiton A, B, montés sur un plateau en ébonite, ont une butée de repos commune v, v_1 . Aux bornes L, T qui terminent les ressorts A, B, sont attachés le fil de ligne et le fil de terre; aux bornes P, P₁ sont reliés les pôles de la pile. La borne P communique avec les contacts de repos v, v_1 , la borne P₁ avec les contacts de travail t, t_1 . On voit que, dans la position de repos du manipulateur, la ligne est à la terre par L, A, v_1, v, T ; il en est de même du pôle de la pile relié à P qui se trouve en court-circuit sur la borne T par P, v, B . Supposons que le pôle négatif de la pile soit attaché à la borne P et le pôle positif à la borne P₁. Si on abaisse le ressort A en appuyant sur le bouton *a*, on met le pôle positif en relation avec la ligne, le pôle négatif restant à la terre. Si on abaisse le ressort B en appuyant sur le bouton *b*, le pôle positif est mis à la terre par P₁, t, B, T et le pôle négatif est en relation avec la ligne par P, v_1, A, L .

Récepteur. — Le récepteur est un galvanomètre Thomson qui ne comporte qu'une seule bobine. Derrière un petit miroir de 8 à 10 millimètres de diamètre, suspendu à l'intérieur de la bobine par un fil de cocon, est collé un système d'aiguilles astatiques. Au-dessus de la bobine, monté sur une tige à glissière, est un aimant directeur.

Comme dans les appareils de mesure, une lampe à pétrole envoie ses rayons dans la direction du miroir qui les réfléchit sur une réglette recouverte de papier blanc. Tant qu'aucun courant ne traverse la bobine du galvanomètre, l'image lumineuse projetée sur la feuille de papier reste fixe. Mais, suivant le sens du courant qui traverse la bobine, courant émis par le

manipulateur du poste de départ, l'équipage mobile est dévié à droite ou à gauche ; et l'image lumineuse se déplace elle-même à droite ou à gauche sur la réglette. Si les déplacements de l'image vers la droite, par exemple, correspondent aux points de l'appareil Morse, les déplacements vers la gauche correspondront aux traits ; c'est affaire de convention.

Généralement, les courants de la station de départ ne circulent pas sur la ligne ; ils servent à charger un condensateur qui se décharge à travers le câble ; de même, à l'arrivée, les courants sont employés à charger l'une des armatures d'un condensateur dont la seconde armature agit sur le galvanomètre.

SIPHON-RECORDER

Les signaux du galvanomètre à miroir ne laissant aucune trace et leur lecture étant très pénible, lord Kelvin, en 1867, imagina un nouvel appareil qui permet de les enregistrer : c'est le *siphon-recorder*.

Principe. — Un manipulateur à double courant envoie sur la ligne des émissions destinées à produire à la station d'arrivée des signaux analogues à ceux du code Morse. Ces courants d'égale durée et émis à des intervalles égaux pour une même lettre sont positifs pour figurer les points des signaux Morse et négatifs pour figurer les traits, ou bien inversement.

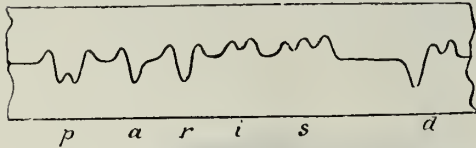


FIG. 115. — Spécimen de la réception par le siphon-recorder.

Un galvanomètre très sensible, suspendu dans un champ magnétique intense, commande un petit siphon qui plonge dans un réservoir d'encre, et dont la pointe laisse, sur une bande de papier qui se déroule devant elle, une trace continue d'encre. En déviant, le galvanomètre entraîne le siphon, dont la pointe projetée à gauche ou à droite, suivant le sens des courants reçus, inscrit sur la bande une ligne continue et sinueuse, dont la figure 115 montre un spécimen.

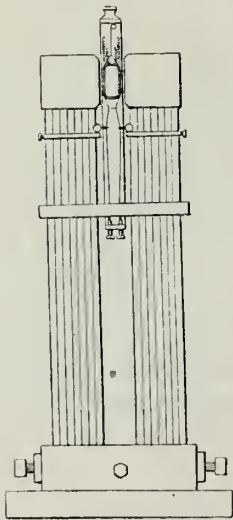


FIG. 116.
Aimant du siphon-recorder.

Manipulateur. — Le manipulateur est le même que celui de la figure 114. On peut cependant lui substituer un transmetteur automatique Wheatstone approprié, tel que celui de MM. Belz et Brahic, ce qui permet d'augmenter le rendement de la ligne dans une très grande proportion.

Récepteur. — L'assemblage de 42 tiges d'acier aimantées forme un aimant très puissant dont la hauteur est d'environ 70 centimètres. Entre les pièces polaires adaptées aux branches de cet aimant est suspendu un cadre galvanométrique (fig. 116).

Les deux pièces polaires sont réunies par une plaque en laiton dans laquelle est pratiquée une glissière, et c'est dans cette glissière que s'engage la règle AB (fig. 117 et 118), qui soutient tout l'équipage galvanométrique.

Le cadre du galvanomètre est à double enroulement ; il est formé par une vingtaine de spires de fil de cuivre de 0,08 millimètre de diamètre recouvert de soie ; chacun des circuits a une résistance d'environ 250 ohms, et les différentes spires sont agglutinées avec de la gomme laque, ce qui leur donne une rigidité suffisante pour dispenser de les monter sur un cadre ; on allège d'autant le poids du système, qui ne dépasse pas 3 grammes.

La suspension du cadre D est obtenue : par le haut, au moyen d'un fil de cocon *ff*, à cheval

sur la poulie P, et réglé par les vis V, V₁, V₂; par le bas, au moyen d'un fil de cocon f₁f₁, accroché au ressort en boudin R.

A l'intérieur du rectangle formé par le cadre galvanométrique D est placé un cylindre creux C, en fer doux, qui diminue la reluctace magnétique et augmente le flux traversant le cadre mobile.

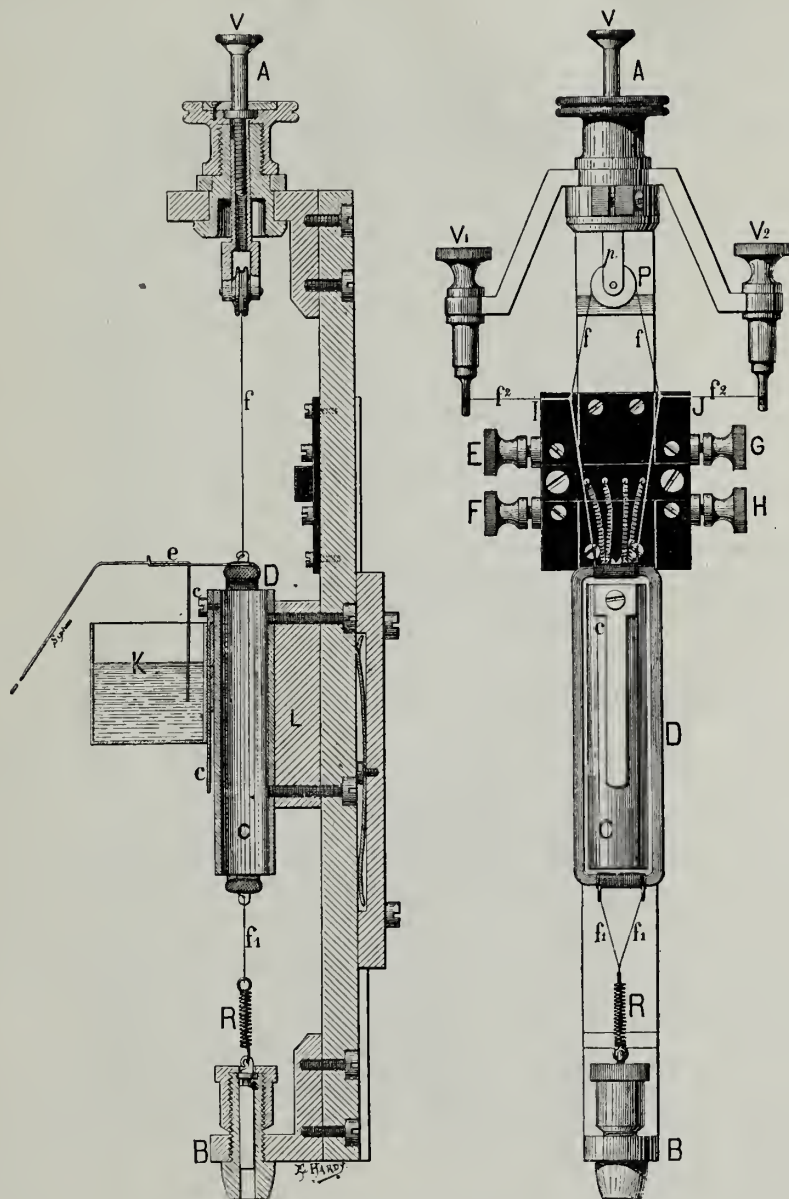


FIG. 117 et 118. — Détails du siphon-recorder.

La patte *c* soutient un encrier K rempli d'une encre très fluide, à base d'aniline.

A sa partie supérieure, le cadre galvanométrique D est garni d'une chape en aluminium qui supporte un siphon très léger, fixé à la chape par une goutte de cire. Ce siphon est un mince tube de verre, de 10 à 11 centimètres de longueur, recourbé comme le montre la figure 117.

Une de ses extrémités plonge dans l'encrier K, l'autre est très rapprochée d'une bande de papier qui se déplace d'un mouvement uniforme et sur laquelle s'enregistrent les signaux. Le

siphon dépose sur cette bande un trait d'encre continu, dont les inflexions correspondent aux déviations du cadre galvanométrique D.

La figure 117 et 118 montre la position qu'occupe le cadre galvanométrique entre les pôles de l'aimant permanent.

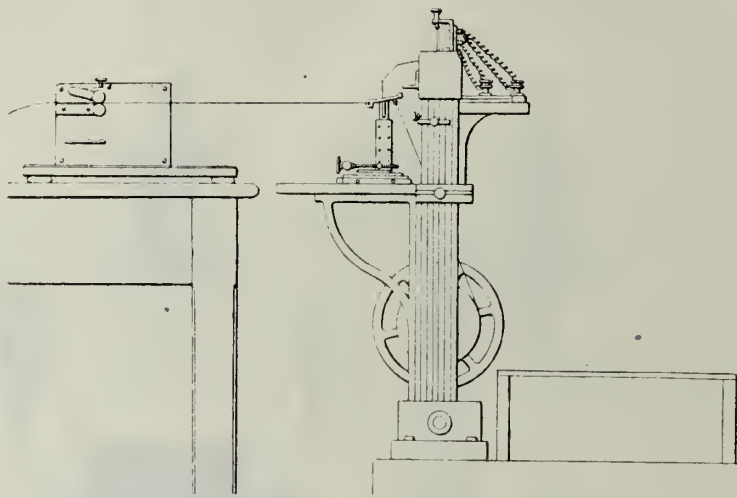


FIG. 119. — Siphon-recorder (Entraînement de la bande).

Le déroulement de la bande de papier est obtenu par un moteur à poids, dont le mécanisme est absolument semblable à celui du transmetteur automatique Wheatstone.

La figure 119 représente l'ensemble du siphon et du dérouleur.

APPAREIL ENREGISTREUR POUR CABLES SOUS-MARINS, SYSTÈME ADER

Le but que s'est proposé M. Ader, en imaginant l'appareil que nous allons décrire, est d'augmenter la rapidité des transmissions sur les câbles sous-marins.

On sait que les transmissions télégraphiques à travers les longs câbles sont ralenties par des phénomènes de divers ordres, dans lesquels entrent comme facteurs la capacité et la résistance du conducteur, ainsi que la nature, des appareils d'émission et de réception. Malgré les immenses progrès réalisés, on a pu constater que les appareils actuellement en service sont loin de tirer d'un câble tout ce qu'il peut donner. M. Ader en explique les raisons, qu'il s'agisse de l'appareil à miroir ou bien du siphon-recorder qui sont les instruments qu'on emploie le plus généralement sur les grandes lignes sous-marines.

« Il faut tout d'abord, dit-il, tenir compte de la fatigue qu'éprouve l'œil humain à lire les récepteurs à miroir; un bon observateur dépasse difficilement six cents signaux par minute. D'autre part, les parties mobiles des appareils précités, ayant des masses relativement grandes, présentent des résistances d'inertie très sensibles; aussi n'obéissent-ils pas instantanément aux forces qui les sollicitent. Si des signaux de signes contraires, même très nets, comme ceux que donnent les câbles courts, se succèdent trop rapidement, l'aiguille aimantée ou la bobine restent au zéro, et on ne lit rien; si ce sont des signaux de même signe, ils se confondent en un seul de grande durée. Je rappellerai enfin que les câbles sous-marins un peu longs déforment, par l'effet de leur capacité, les courbes des courants alternés qui les traversent. Ces courants déterminent au départ une succession d'ondes électriques qui s'étalent au fur et à mesure qu'elles avancent, en même temps que leur amplitude diminue. Ces ondes, à l'extrémité du câble, entrent les unes dans les autres et les différences de valeur entre les maxima et les minima du courant deviennent plus faibles. Cet effet est d'autant mieux marqué que les ondes se suivent de plus près. Il faut

choisir une vitesse de transmission telle que les amplitudes des ondes résultantes soient encore suffisantes pour faire obéir les récepteurs et rendre les lectures possibles. »

M. Ader, s'appuyant sur ces considérations, a réalisé un appareil enregistreur fondé sur le principe de l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant.

Un aimant permanent très puissant constitue le champ magnétique. Entre les pôles de cet aimant est tendu un fil conducteur que traverse le courant venant du câble. Ce fil n'a que deux centièmes de millimètre de diamètre; sa longueur est de 4,36 mètre. L'entrefer de l'aimant dans

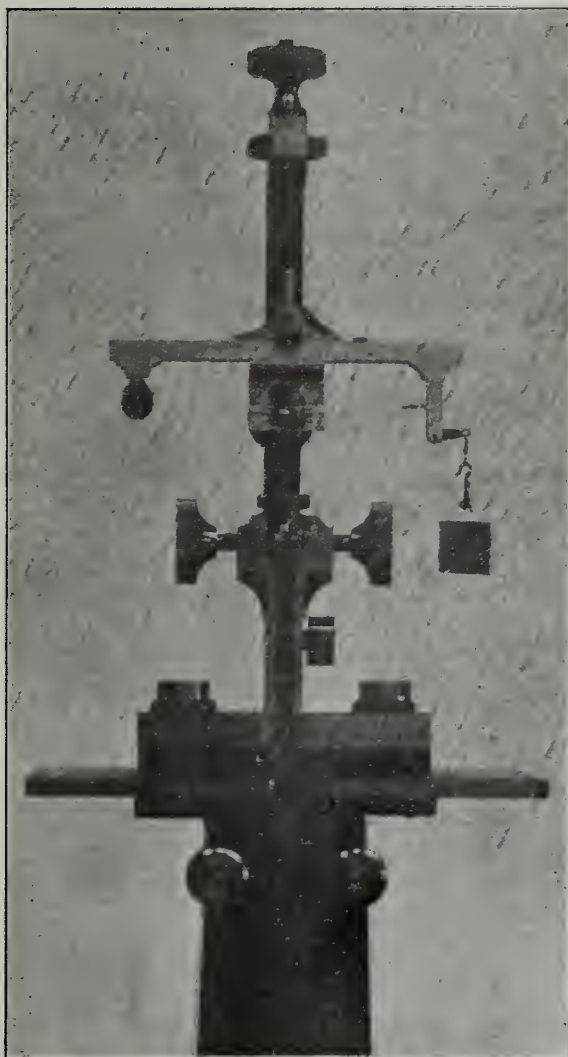


FIG. 120. — Dynamomètre de l'appareil Ader.

lequel il passe est aussi réduit que possible, pour constituer un circuit magnétique presque fermé; cet entrefer ne dépasse pas 1 millimètre. La tension du fil est obtenue par deux mâchoires dont l'une est fixe, tandis que l'autre est commandée par un petit dynamomètre que l'on peut régler à volonté (*fig. 120*). Suivant le sens du courant qui parcourt le fil, celui-ci tend à se déplacer, parallèlement à lui-même, en avant ou en arrière; mais, comme ses deux extrémités sont fixes, ses déplacements se traduisent par des oscillations, et ces oscillations, suivant l'expression de M. Ader, représentent en quelque sorte l'image des ondes électriques qui parviennent au conducteur tendu. Dès lors, fixer par la photographie les oscillations du fil

sur une bande de papier mobile, c'est fixer la représentation graphique des signaux émis par le câble.

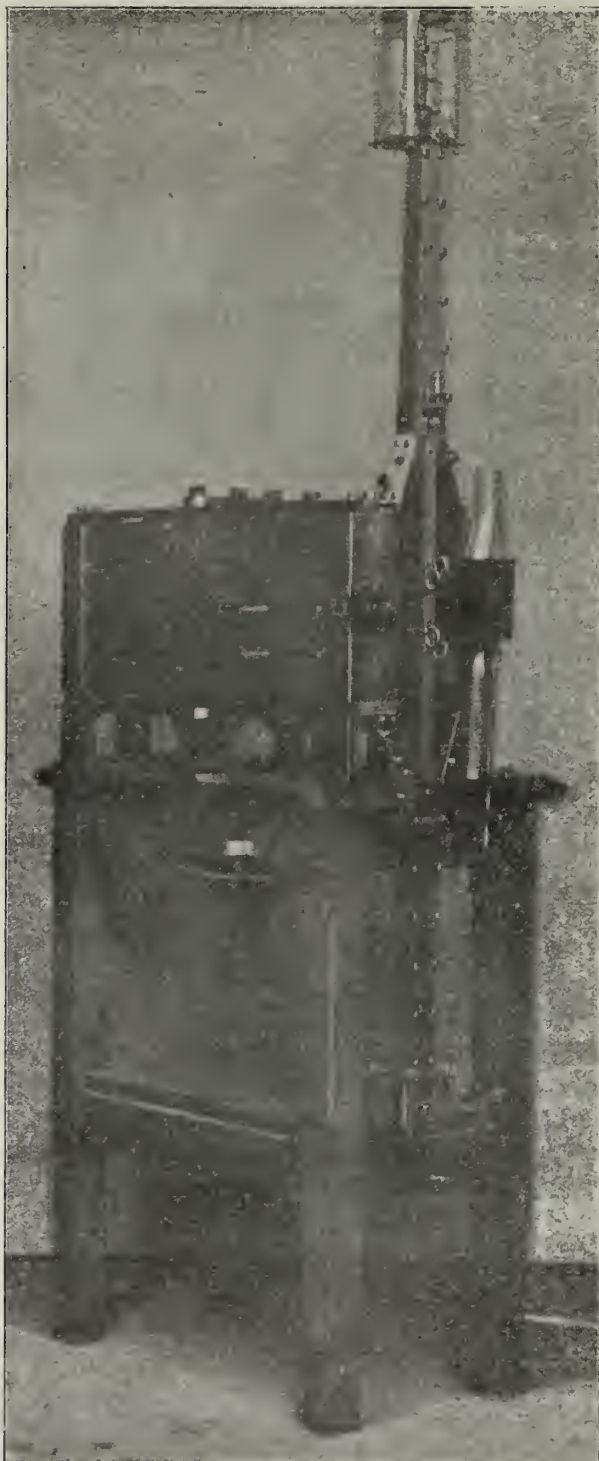


FIG. 121. — Réception des signaux de l'appareil Ader.

Pour obtenir ce résultat, les rayons lumineux d'une lampe ordinaire sont dirigés sur une petite ouverture pratiquée dans l'une des pièces polaires (*fig. 121*). L'autre pièce polaire est

recouverte d'une surface opaque, percée d'une fente longitudinale, dirigée perpendiculairement à l'axe du fil et derrière laquelle se déroule mécaniquement une bande télégraphique.

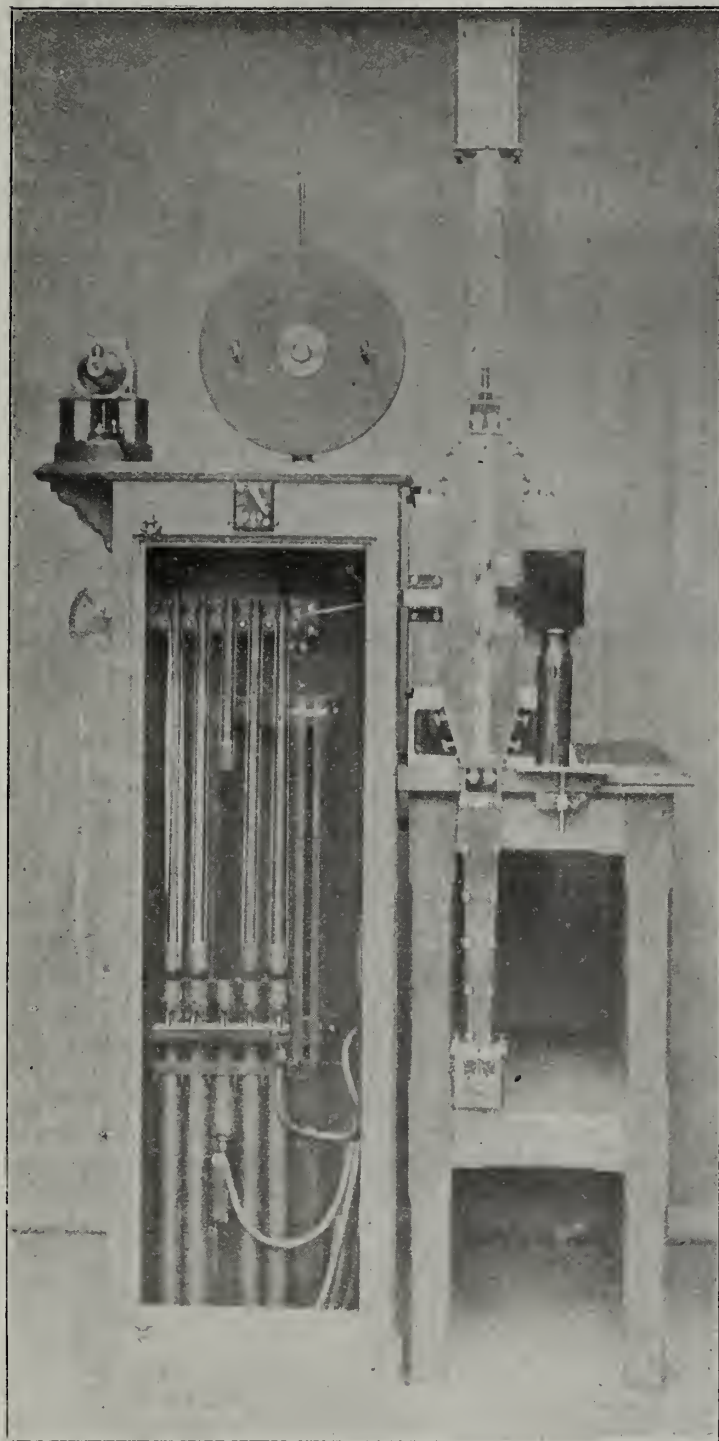


FIG. 123. — Déroulement de la bande de l'appareil Ader.

Cette bande de papier est ainsi éclairée par une lame lumineuse, coupée par un point d'ombre projeté par le fil ; mais, comme ce fil est très mince, il était à craindre que l'ombre

portée fût à peine visible; aussi l'inventeur a-t-il été amené à renforcer le diamètre de ce fil au

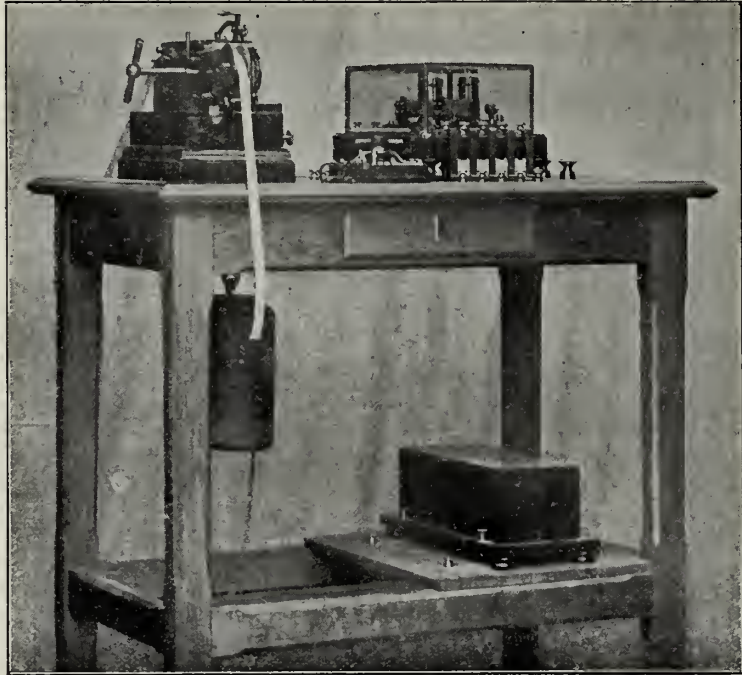


FIG. 123. — Transmetteur de l'appareil Ader.

point frappé par la lumière. Pour cela, il a enveloppé le fil, en cet endroit, avec une gaine en

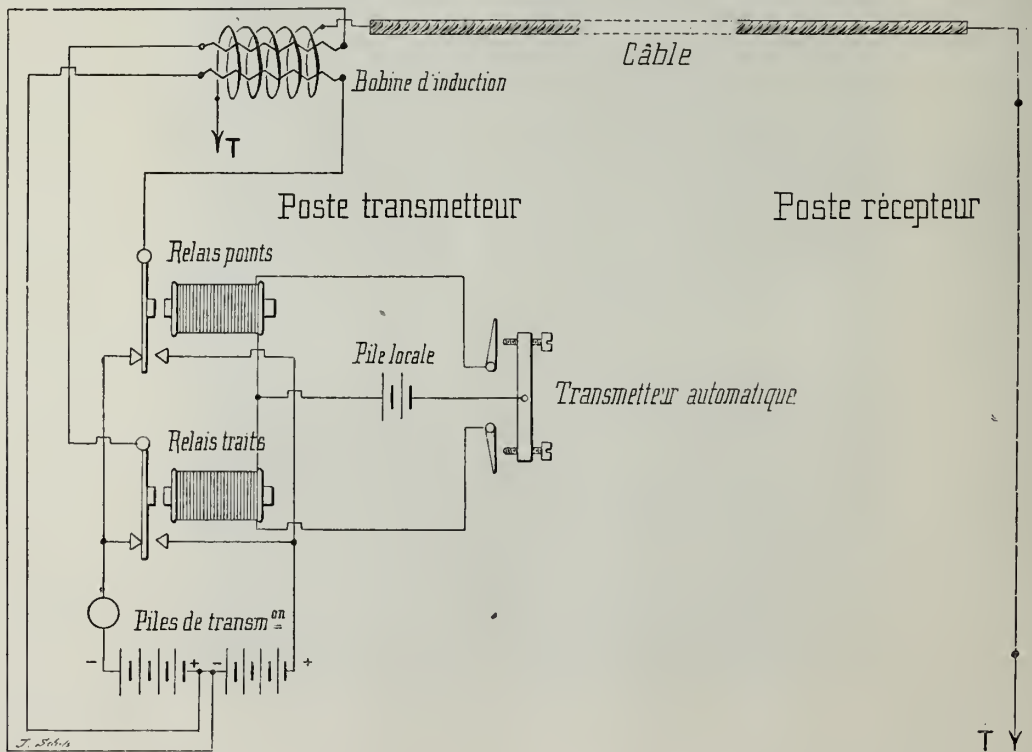


FIG. 124. — Schéma des communications de l'appareil Ader.

moelle de plume qui en augmente notablement le volume, sans nuire en quoi que ce soit à ses

oscillations. On obtient de la sorte une tache très nette qui, en se déplaçant latéralement, pendant que la bande avance de haut en bas, forme sur cette bande une courbe sinueuse exactement semblable à celle que trace le siphon-recorder.

La bande télégraphique est préparée au gélatino-bromure d'argent. Son déroulement est assuré par un petit moteur électrique (*fig. 122*); immédiatement après avoir été impressionnée, elle passe dans des bains fixateurs et sort prête à être lue.

Pour développer l'image, on emploie du paramidophénol; l'appareil en consomme 3 litres pour un fonctionnement de vingt-quatre heures. Pendant la même période, on use 200 grammes d'hyposulfite dans 1 litre d'eau pour le fixage et 5 litres d'eau pour le lavage.

La vitesse de déroulement de la bande est réglée d'après la vitesse de transmission et la longueur des signaux que l'on désire obtenir.

La figure 123 représente le transmetteur, qui n'est autre qu'un transmetteur Wheatstone modifié par MM. Belz et Brahic, accompagné d'un relais double dont un des côtés correspond aux points et l'autre aux traits.

La figure 124 donne le diagramme des communications

APPAREILS ACCESSOIRES

COMMULATEURS

Nous n'avons rien trouvé de particulier à signaler dans les commutateurs de petites dimensions ; on semble avoir épuisé toutes les combinaisons pouvant donner des résultats satisfaisants.

Les commutateurs de grande étendue, tels que les tableaux de coupure et de permutation affectés aux bureaux importants, sont en voie d'amélioration. En raison du nombre toujours croissant des conducteurs aboutissant à une même station, on semble disposé à renoncer aux rosaces ou autres panneaux de raccordement et à abandonner les anciens organes propres à la télégraphie pour se rejeter sur ceux que l'exploitation téléphonique a fait adopter et dont les dimensions sont très réduites. On parvient ainsi à diminuer dans de grandes proportions l'espace réservé dans les bureaux à la permutation des conducteurs de ligne et de pile. Il devient ainsi possible de concentrer toutes les communications indispensables à l'exploitation sur des tableaux qui permettent d'effectuer rapidement les essais électriques et de diriger les différents fils sur les appareils qui doivent les desservir.

En France, depuis longtemps déjà, on a opéré cette concentration dans les bureaux de moyenne importance à l'aide de tableaux Mandroux ; on est en train de généraliser la mesure, et on arrivera bientôt à l'appliquer à tous les bureaux centraux par d'autres procédés.

TABLEAUX TÉLÉGRAPHIQUES MANDROUX

Beaucoup de lignes télégraphiques aboutissant à un même bureau n'ont pas un trafic suffisant pour qu'un appareil et un agent soient affectés à chacune d'elles. En groupant ces lignes sur un tableau et en répartissant le travail entre les différents appareils et les différents agents disponibles, on réalise une notable économie de matériel et de personnel et on active en outre l'échange des communications. Tel est l'objet des tableaux télégraphiques Mandroux. Il en existe pour lignes simples et pour lignes bifurquées.

L'organisation du système de distribution par tableaux est la suivante :

Un ou plusieurs tableaux reçoivent les fils de ligne, à raison de 12 par tableau. Les appareils de transmission sont reliés à ces tableaux, à raison de 5 par tableau, chacun de ces appareils cessant d'être affecté à un conducteur plutôt qu'à un autre.

Chacun des appareils est desservi par un télégraphiste qui n'a plus à quitter sa place et qui transmet ou reçoit les télégrammes qu'on lui présente. Au tableau se tient un agent, un *dirigeur*, qui distribue le travail entre les différents appareils. Si un poste appelle, il lui donne la communication avec un appareil inoccupé ; de même, il fait déposer les télégrammes à transmettre sur les appareils libres et met ces derniers en relation avec les lignes auxquelles les télégrammes sont destinés. C'est le *dirigeur*, en un mot, qui répartit le travail.

Tableaux pour lignes simples. — Les tableaux télégraphiques de M. Mandroux sont moins compliqués que ses tableaux téléphoniques ; plusieurs organes sont communs aux deux systèmes, tels que les conjoncteurs, les fiches et les annonceurs ; mais les annonceurs télégraphiques ne comportent qu'une seule bobine dont la résistance est de 500 ohms. La figure 125 représente le conjoncteur et la figure 126 la fiche.

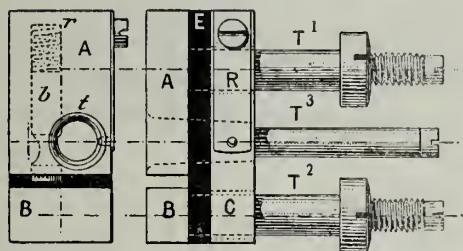


FIG. 125. — Conjoncteur de tableau Mandroux pour lignes simples.

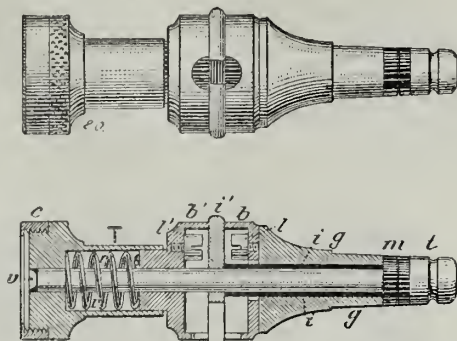


FIG. 126. — Fiche de tableau Mandroux.

L'électro-aimant de l'annonceur (*fig. 127*) est placé sur le bâti en laiton B qui supporte l'armature A, montée sur les pointes de deux vis O et équilibrée de façon à reprendre sa position initiale, lorsqu'elle a été attirée, sans qu'un ressort antagoniste ait à intervenir. Le crochet c de cette armature soutient le volet V, qu'elle laisse échapper lorsqu'elle est soumise à l'influence de la bobine E traversée par un courant.

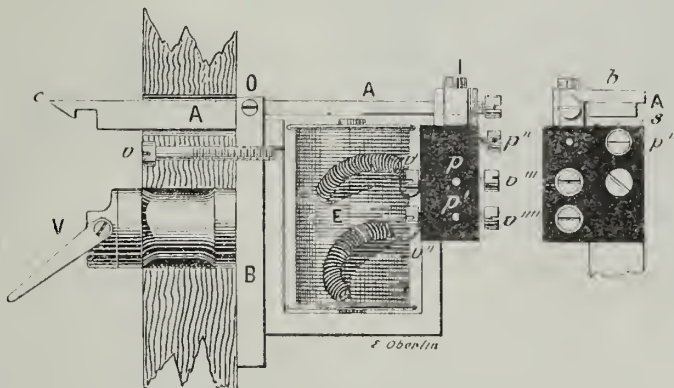


FIG. 127. — Annonceur de tableau Mandroux pour lignes simples.

Les déplacements de l'armature A sont limités par l'équerre b réglable et par le contact fixe s relié à p''.

Les deux extrémités de l'enroulement de la bobine E sont reliées aux plots p, p' qui, par les vis v'', v''', sont unis l'un au fil de ligne, l'autre à un fil communiquant avec le massif de l'annonceur qui, lui-même, est en relation avec la terre.

La figure 128 montre la face antérieure d'un tableau à 12 directions. A la partie supérieure sont disposées les bornes *ligne* au nombre de 12, la borne *sommerie* et la borne *terre* ; c'est là aussi que se trouvent les plots d'attache des cordons souples qui, supportant un contrepoids, puis passant sur la gorge d'une poulie, se terminent par les fiches de jonction placées dans des trous de repos ; au dessous, deux rangées de conjoncteurs numérotés, mais que l'on peut encore distinguer plus aisément en inscrivant sur des étiquettes le nom du bureau auquel ils correspondent. Plus bas, deux rangées d'annonceurs associés aux conjoncteurs ; enfin, à la base du

tableau, douze bornes recevant des fils de pile dont le voltage est approprié aux différentes lignes desservies par le tableau.

Sur la figure 129 on voit l'agencement d'une ligne avec son conjointeur et son annonceur, ainsi qu'une fiche de jonction reliée à un des postes télégraphiques du bureau.

Lorsque le poste desservi par la ligne L appelle, son courant arrive au conjointeur par t^1 , traverse les bloes 1, 3 et, par t^2 , arrive à la bobine de l'annonceur qu'il traverse pour se rendre à la terre par la borne T. L'armature de l'annonceur, attirée, rencontre le plot s et ferme le circuit local de la sonnerie S^1 . En effet, par sa borne 1, la sonnerie S^1 est reliée à la pile P^1 mise à la terre par son autre pôle; par sa borne 2, elle communique avec la borne S du tableau et le plot s de l'annonceur; de sorte que, quand l'armature de l'annonceur, reliée à la terre par le massif et la borne T, rencontre le contact s , le circuit local de la sonnerie est fermé, et

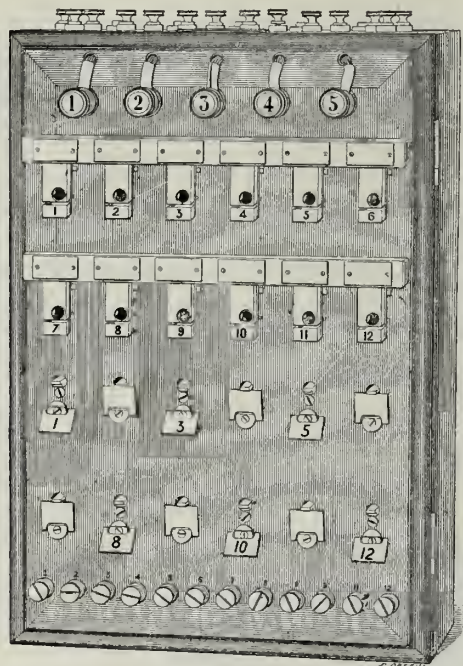


FIG. 128. — Tableau Mandroux à 12 directions pour lignes simples.

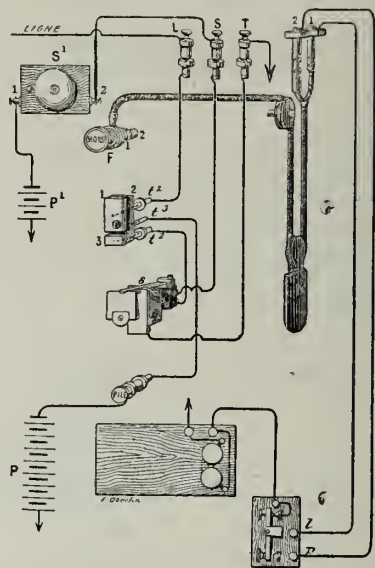


FIG. 129. — Communications d'un tableau Mandroux pour lignes simples.

celle-ci fonctionne. Chacune des bornes *pile* de la rangée inférieure est reliée, en t^3 , à un des conjointeurs; t^3 n'est que le prolongement du plot 2 de ce conjointeur. Une fiche de jonction enfoncée dans un conjointeur prend donc la ligne par son corps et la pile par sa pointe; or, par son cordon souple, le corps de la fiche est réuni à la borne *ligne* du manipulateur d'un poste télégraphique et, par sa pointe, à la borne *pile*. On voit que le fait d'enfoncer une fiche de jonction dans le conjointeur d'une ligne déterminée a pour effet de mettre cette ligne en relation avec un poste télégraphique et, du même coup, de donner à ce poste la pile qui convient à la ligne dont il s'agit. Par la même opération, l'annonceur est mis hors circuit, car la fiche a refoulé le piston qui unissait les plots 1 et 3 de l'annonceur, ces plots restant isolés l'un de l'autre tant que la fiche est dans le conjointeur.

Avec cette disposition, les appareils n'ont plus ni ligne ni pile qui leur soient spécialement affectées; mais chaque ligne a une pile qui lui est propre et que l'on met en relation avec un appareil quelconque, en même temps que la ligne elle-même.

Tableaux pour lignes bifurquées. — L'électro-aimant de l'annonceur est à deux bobines dont chacune a une résistance de 250 ohms. Il est monté sur un cadre en laiton *ccc* (fig. 130) et

assujéti au tableau par la vis V. L'armature A, montée à pivot sur les vis o, retombe en avant par son propre poids et, par son crochet a, maintient le volet l. La course de l'armature A est limitée par la butée réglable n.

En arrière du bâti en laiton est vissé un aimant en fer à cheval MM. Sur l'un des pôles de cet aimant est articulée une pièce de fer doux L (fig. 131), polarisée par l'aimant et terminée par un volet très léger, composé d'une tige en aluminium t et d'une lame de laiton m. Cet ensemble se déplace entre les pièces polaires p, p, de l'électro-aimant E, le volet se portant vers la gauche ou vers la droite suivant le sens du courant qui traverse les bobines. En se portant vers la gauche, la plaque m découvre le signe — et masque le signe +, ces signes étant gravés sur le bâti de l'annonceur; c'est au contraire le

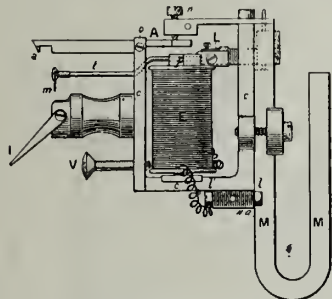


FIG. 130. — Annonceur Mandroux pour lignes bifurquées.

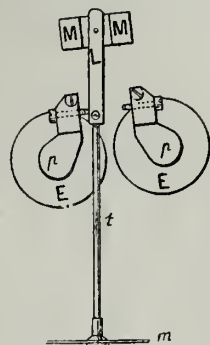


FIG. 131. — Détails du voyant.

signe + qui est apparent et le signe — qui est caché lorsque la lame m se déplace vers la droite.

Le conjointeur comprend quatre blocs de laiton A, B, C, D (fig. 132), isolés les uns des autres par des lames en ébonite E, E'. Deux trous pratiqués dans le bloc A servent à introduire la fiche. Ils traversent le conjointeur de part en part et correspondent, le premier au bloc C, le second au bloc D. Les ressorts R, R' sont des ressorts de sûreté qui assurent le bon contact de la fiche avec les plots.

Le plot A est réuni au plot B par le piston b, logé dans le plot A et appliqué contre le plot B par le ressort à boudin r; il est chassé en arrière, de façon à rompre la communication entre A et B lorsqu'une fiche est introduite dans l'un des trous t, t', marqués + et —.

La tige T¹ communique avec le plot A et est isolée du plot C. La tige T² communique avec le plot B et est isolée du plot D.

La tige T³ communique avec le bloc C, la tige T⁴ avec le bloc D.

La tige T¹ reçoit le fil de ligne, la tige T² est reliée aux bobines de l'annonceur, la tige T³ à une pile positive, la tige T⁴ à une pile négative.

De la sorte, lorsqu'une fiche de jonction, de tous points semblable à celle des tableaux pour lignes simples, est enfoncée dans le trou t du conjointeur, elle prend communication par sa pointe avec la pile positive, par son corps avec la ligne et l'annonceur est coupé.

Lorsque la même fiche est enfoncée dans le trou t', elle prend communication par sa pointe avec la pile négative, par son corps avec la ligne et l'annonceur est coupé.

La figure 133 montre une vue d'ensemble du tableau; les bornes supérieures correspondent aux lignes, à la sonnerie et à la terre; les deux rangées des bornes inférieures sont en relation, les premières avec des piles positives, les secondes avec des piles négatives. Les cordons souples des fiches de jonction numérotées de 1 à 5 sont reliés à cinq postes télégraphiques.

Il est facile de suivre les communications sur la figure 134, qui représente un circuit de ligne ainsi que les connexions d'une fiche.

Les manœuvres sont les mêmes que celles des tableaux pour lignes simples. On utilise le trou du conjointeur portant le même signe que celui qui reste visible sur l'annonceur au moment de la chute du volet.

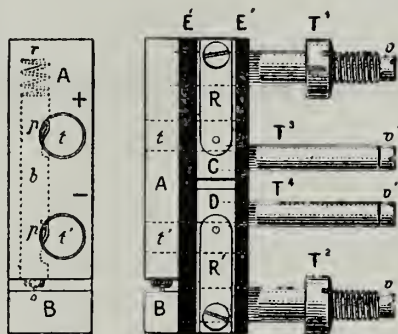


FIG. 132. — Conjointeur Mandroux pour lignes bifurquées.

Les tableaux Mandroux pour lignes simples et pour lignes bifurquées sont construits par différentes maisons françaises, la Société des Téléphones, Mors, Postel-Vinay, Doignon.

En outre, M. Mandroux a exposé en son nom une table télégraphique à 25 directions, disposée pour 15 lignes bifurquées et 10 lignes simples. Cette table est établie d'après les mêmes principes que les tableaux à 12 directions dont nous venons de donner la description.

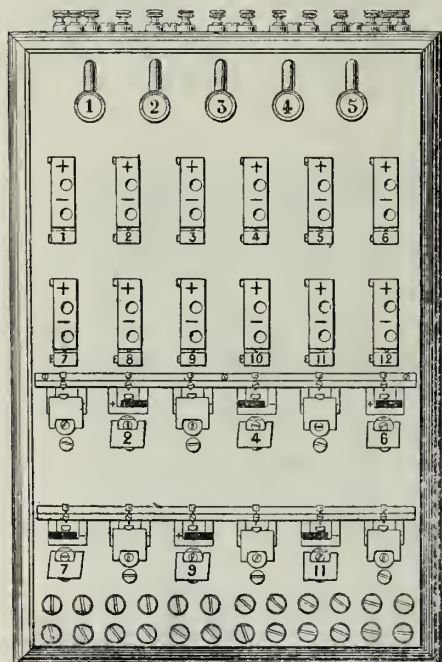


Fig. 133. — Tableau Mandroux pour lignes bifurquées.

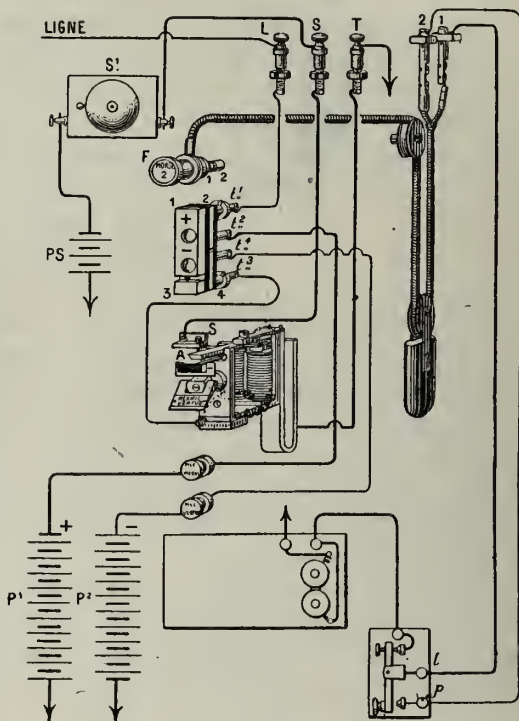


Fig. 134. — Connexions du tableau Mandroux pour lignes bifurquées.

Mais, grâce à un dispositif que M. Mandroux a fait breveter, elle peut être combinée en *multiple* et constituer la base d'un *multiple télégraphique* par analogie avec les *multiples téléphoniques* actuellement en usage.

TABLEAUX BELGES

L'Administration des Télégraphes belges exposait deux beaux tableaux d'essais et de coupures, destinés l'un au bureau central d'Anvers, l'autre à celui de Liège.

Le tableau d'Anvers notamment est un meuble véritablement artistique. C'est un grand buffet en chêne dont les deux faces sont occupées par les tableaux et à l'intérieur duquel un mécanicien peut aisément circuler pour vérifier et, au besoin, réparer les communications. Les appareils de mesure et de vérification sont placés, en avant des panneaux, sur des tablettes soigneusement appropriées. Sur chaque face une horloge électrique est encastrée dans un fronton d'un style élégant.

Le tableau commutateur pour les piles est indépendant de celui des lignes.

Le panneau des prises de courant est garni de jacks qui sont desservis par 42 cordons. Sur la tablette est disposé un poste Morse en vue des essais.

Le second panneau, adjacent au premier, est équipé pour 47 lignes exploitées par l'appareil Hughes. C'est un grand commutateur suisse dont les lames verticales reçoivent les fils de

ligne et les lames horizontales les conducteurs allant aux appareils. Les communications s'établissent en introduisant, aux points de croisement des lames, des fiches d'une forme particulière.

Les ouvertures pratiquées dans les lames verticales et destinées à recevoir les fiches ont la forme que représente la figure 135, en A. La fiche, garnie de la poignée E, est formée par un cylindre creux en laiton D; ce cylindre est traversé par la goupille *aa*. La cheville B, également en laiton, est réunie au cylindre D par le ressort à boudin *r*. L'assemblage de la fiche avec la lame verticale constitue une fermeture à baïonnette; le piston B, rencontrant la réglette horizontale, prend contact avec elle et est refoulé à l'intérieur du cylindre D; la liaison électrique entre la réglette horizontale et la réglette verticale est donc assurée : 1° par la pression de la goupille *aa* sur la réglette verticale; 2° par la pression du piston B sur la réglette horizontale; 3° par le ressort *r*, qui unit B à D.

La tablette horizontale située au-dessous de ce panneau est garnie d'une installation de mesure par la méthode du pont de Wheatstone pour l'essai des lignes.

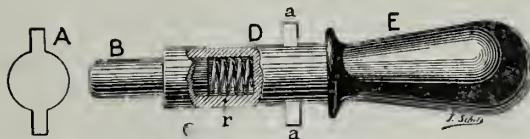


FIG. 135. — Fiche de tableau belge.

Sur la face opposée du meuble est un tableau de jacks avec annonceurs. Les lignes y sont distribuées par longues, moyennes et courtes; les piles sont également réparties suivant leur voltage correspondant aux lignes qu'elles doivent desservir. Les communications sont établies par des fiches sans cordons.

Cette partie du tableau qui dessert des appareils Morse ou des sounders permet d'établir les communications directes entre les différents postes. En Belgique, il est de règle, pour les bureaux qui emploient le système Morse, que les télégrammes soient transmis à destination par le bureau d'origine lui-même. Ce mode d'exploitation implique des communications directes données par 2, 3 ou 4 postes. Pour que les postes intermédiaires puissent rentrer en temps opportun, on laisse dans le circuit, à chaque poste, un relais, un parleur ou tout au moins un galvanoscope.

Lorsqu'une ligne aboutissant au tableau appelle, le volet de l'annonceur tombe. L'employé préposé au tableau se met en relation avec cette ligne au moyen d'un manipulateur et d'un parleur et lui donne la communication demandée. Lorsque le télégramme est à destination du bureau lui-même, le *dirigeur*, comme on dit en France, affecte à la ligne qui a appelé l'un des postes inoccupés avec lesquels il est en relation constante par un circuit local.

Le tableau destiné au bureau de Liège est moins grand et moins compliqué. C'est un commutateur suisse du genre de celui d'Anvers, mais dans lequel les fiches établissent normalement la communication entre les lignes et les annonceurs. Lorsqu'une ligne appelle, on enlève la fiche qui la relie à l'annonceur et on la place dans un trou qui la met en relation avec l'appareil du poste, placé sur la tablette. Suivant le cas, le dirigeur relie la ligne avec une des tables de manipulation ou bien la réunit avec la ligne demandée en utilisant deux fiches de liaison.

TABLEAU TÉLÉGRAPHIQUE DE LA WESTERN ELECTRIC C°

Le tableau de coupure exposé par la Western Electric C° est une section du commutateur installé au bureau central de la Western Union Telegraph C°, à New-York (*fig. 136*).

Le commutateur de New-York est divisé en sept sections. Les fils y sont distribués suivant la situation géographique de la contrée vers laquelle ils se dirigent. Les lignes allant vers l'est sont placées dans une des sections, celles qui se dirigent vers le Nord dans une autre, et ainsi de suite, une section étant réservée aux fils urbains.

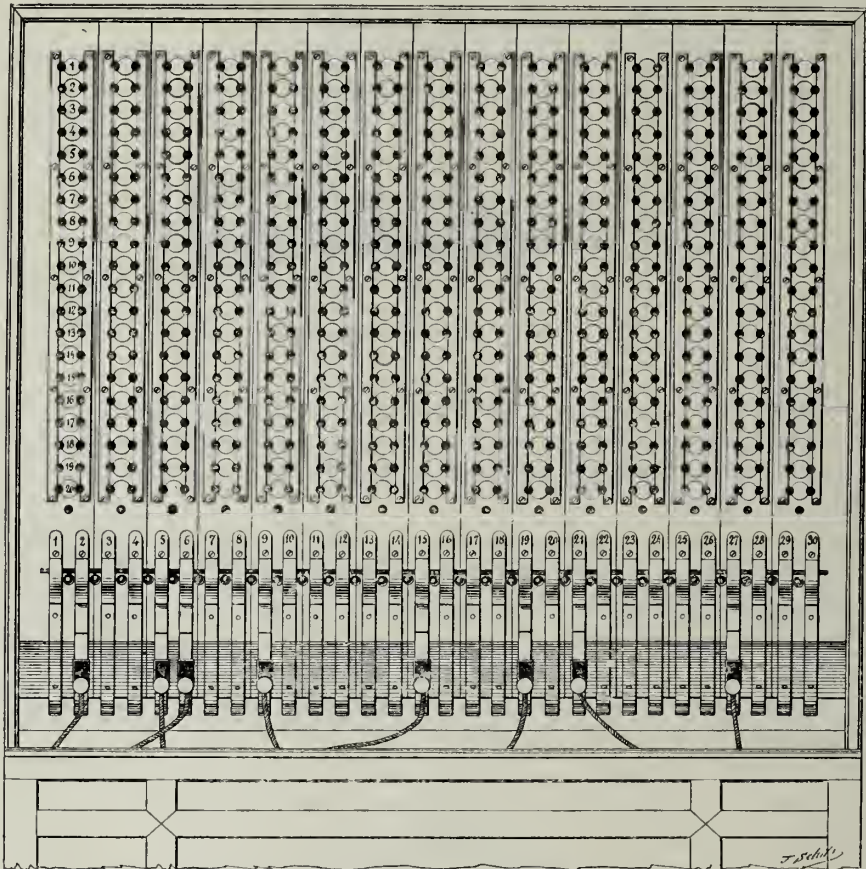


Fig. 136. — Tableau télégraphique de la Western Electric C°.

La section exposée est un vaste commutateur suisse complété par des spring-jacks et des fiches. Il se compose de 30 réglettes verticales en laiton, à l'extrémité inférieure desquelles les fils de ligne sont attachés. Entre chaque paire de réglettes verticales sont placés des disques métalliques auxquels sont reliés les fils de pile. Ces disques forment des rangées horizontales, et tous ceux de la même rangée sont réunis ensemble par un fil de cuivre situé en arrière du meuble. Les rangées horizontales correspondant aux fils sont numérotées, de même que les rangées verticales correspondant aux lignes. Comme dans le commutateur suisse, l'insertion d'une fiche métallique telle que G (*fig. 137*), entre un bloc métallique et une réglette, établit la liaison entre une rangée horizontale et une rangée verticale et met ainsi une pile appropriée en relation avec une ligne donnée. Au-dessous des réglettes verticales et dans leur prolongement sont disposés deux groupes de spring-jacks. Chacune des lignes pénétrant dans le bureau

passer par le spring-jack supérieur E, puis par le spring-jack inférieur C, et rejoindre l'une des réglettes verticales du tableau par le conducteur F. En intercalant une fiche en D ou en C, on coupe le fil de ligne et on peut essayer les deux sections, les deux faces de la fiche plate étant isolées l'une de l'autre. L'introduction de la fiche dans le spring-jack E permet d'ailleurs d'affecter la ligne avec la pile qui lui convient à tel appareil que l'on voudra réunir aux conducteurs du cordon souple de la fiche D.

Les ressorts des spring-jacks sont maintenus dans leur position de repos par de forts ressorts en boudin placés en arrière du tableau.

L'ébénisterie est en acajou. En vue de prévenir la déformation des réglettes, on a laissé un certain jeu entre les panneaux de bois qui les supportent; chacune des planches d'acajou, large de 2 pouces et épaisse d'un pouce, supporte une paire de réglettes verticales; deux planches consécutives sont distantes de 1/8 de pouce.

Une des réglettes horizontales est mise directement à la terre. La ligne est également mise à la terre, mais à travers la batterie.

Les paratommerres et les protecteurs ne sont pas, comme dans les installations moins importantes, placés sur le commutateur; ils ont été reportés en un point aussi rapproché que possible de l'entrée des fils dans le bureau.

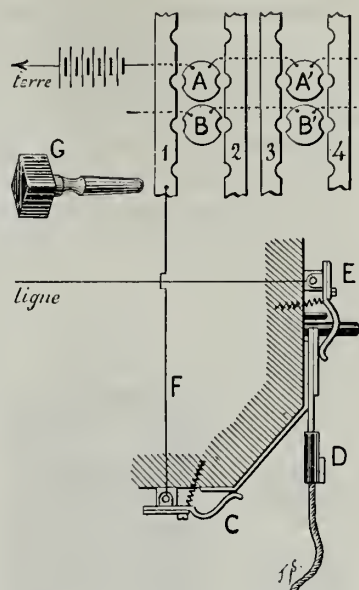


FIG. 137. — Détails du tableau de la Western Electric C°.

RELAIS

RAPPEL GÉNÉRAL CLAUDE

Cet appareil, exposé dans la section française par M. Darras, qui le construit, résout avec élégance le problème de l'appel et de l'intercommunication de postes échelonnés le long d'un même conducteur. Il a une application tout indiquée dans l'exploitation des réseaux télégraphiques ou téléphoniques des voies ferrées, où il fonctionne déjà depuis assez longtemps à la satisfaction des services intéressés.

Le problème que s'était posé l'inventeur et qu'il a résolu est le suivant :

1° Installation identique dans tous les postes, à cette exception près que seuls les deux postes extrêmes communiquent avec la terre;

2° Faculté pour chaque poste d'appeler l'un quelconque des autres et de correspondre avec lui sans que les postes désintéressés puissent intervenir, leur appareil indiquant simplement si la ligne est libre ou occupée;

3° Faculté pour un poste quelconque de transmettre un message collectif en appelant tous les autres postes;

4° Fonctionnement régulier du réseau, même dans le cas où un dérangement d'appareil affecte l'un des postes;

5° Usage d'appareils télégraphiques ou d'appareils téléphoniques, certains postes pouvant utiliser dans une direction le premier système et dans l'autre le second, ce qui implique nécessairement une installation double dans les postes.

L'installation des postes télégraphiques comprend :

Un relais double, un rappel dont les deux cadrans indiquent, l'un le poste appelant, l'autre le poste appelé, une sonnerie, un commutateur, un récepteur Morse, un manipulateur Morse et

un commutateur inverseur ou mieux un manipulateur à double courant qui dispense de l'emploi d'un commutateur inverseur.

Relais double. — Deux barreaux aimantés NS, N'S' (*fig. 138*) embrassent, entre leurs pôles de noms contraires, deux bobines B, B', en forme d'anneau. Ces bobines, montées sur des axes verticaux A, A', très mobiles sur leurs pivots, sont associées en série et traversées toutes les deux par les courants de la ligne; mais les déviations de ces bobines sont de sens inverse par suite de la position des pôles des barreaux aimantés dans le champ desquels elles se trouvent.

Si la bobine supérieure qui a un pôle nord à sa gauche et un pôle sud à sa droite dévie de gauche à droite, la bobine inférieure qui a un pôle sud à sa gauche et un pôle nord à sa droite déviara de droite à gauche sous l'action du même courant. L'amplitude de ces déviations est limitée par les vis a, a' ; un ressort antagoniste en spirale s, s' , dans le genre de ceux des montres, maintient les bobines B, B' appliquées contre les butées a, a' , situées à gauche. Mais, lorsqu'un courant de ligne tend à dévier l'une des bobines vers la droite, le ressort s, s' cède, et un appendice horizontal b, b' supporté par l'axe Λ, Λ' rencontre un ressort vertical p^1, p^2 monté sur la pièce C, C', isolée du massif.

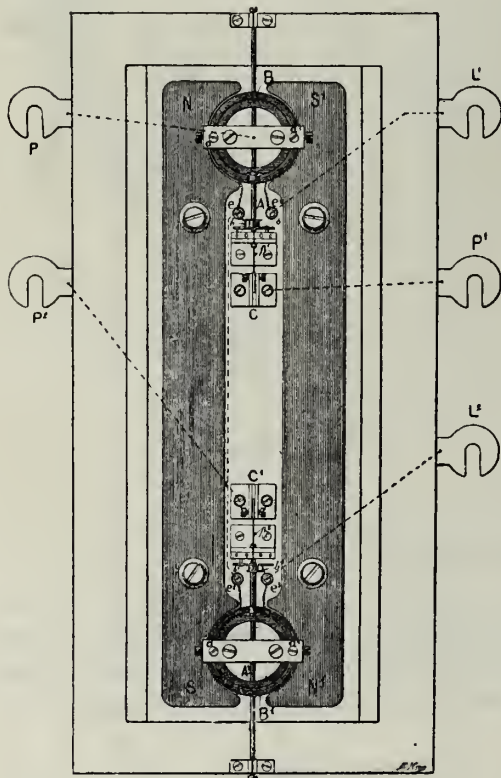


FIG. 138. — Relais Claude.

Le contact de b avec p^1 ferme un circuit local, le contact de b' avec p^2 en ferme un autre.

Les cinq agrafes du relais, P, P', P², L¹, L², communiquent respectivement :

P avec le massif et, par conséquent, avec b et b' ;

P¹ avec p^1 ;

P² avec p^2 ;

L¹ avec e^1 , entrée de la bobine B;

L² avec e^3 , sortie de la bobine B';

e , sortie de B, est relié à e^2 , entrée de B'.

Le courant entrant par L¹ ressort par L² après avoir traversé les deux bobines B, B'.

Une seule des bobines est déviée vers la droite et, d'après le sens du courant, c'est la bobine supérieure ou la bobine inférieure. Quand B est dévié vers la droite, le circuit local est fermé entre P et P¹; quand B' est dévié vers la droite, le circuit local est fermé entre P et P².

Rappel. — La figure 139 montre l'aspect général du rappel; il est formé par deux mécanismes juxtaposés, analogues à deux récepteurs à cadran dont les mouvements d'horlogerie seraient mus par le même barillet. L'aiguille du cadran de gauche (poste appelant) se meut de droite à gauche; l'aiguille du cadran de droite (poste appelé) se déplace de gauche à droite.

Chacun des deux cadrans porte autant de cases plus deux qu'il existe de postes sur la ligne. Les deux cases supplémentaires correspondent à la croix et à l'appel général de tous les postes.

A chaque émission positive traversant la ligne, l'aiguille du cadran de droite avance

d'une division; à chaque émission négative, c'est l'aiguille du cadran de gauche qui avance d'une case.

Sur l'axe de l'aiguille de chacun des cadrans est calé un disque A^1 , B^1 (*fig. 140*) percé d'autant de trous qu'il existe de cases sur le cadran. Dans ces trous sont enfoncées des chevilles en acier dont la position varie de poste en poste.

Un jeu de ressorts garnis de cames en ivoire se trouve sur le trajet des chevilles qui les soulèvent, les mettent en contact avec des plots convenablement disposés, ferment certains circuits et en ouvrent d'autres, comme nous le verrons plus loin.

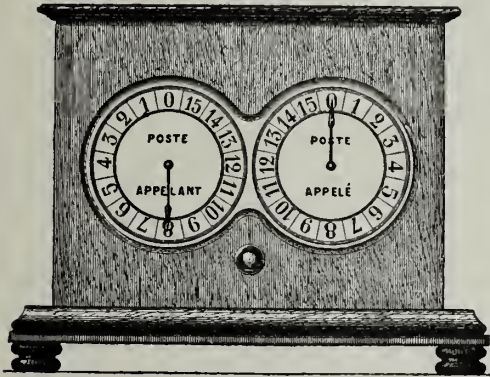


FIG. 139. — Rappel général Claude.

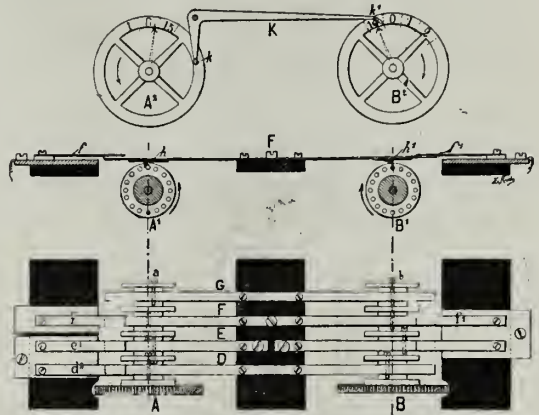


FIG. 140. — Mécanisme du rappel Claude.

Le jeu de chevilles sert notamment à établir la communication directe entre deux postes, lorsque les aiguilles des deux cadrans sont sur les numéros du poste appelant et du poste appelé, le secret de la correspondance restant d'ailleurs assuré entre ces deux postes. Les autres postes savent, par la position de leurs aiguilles, que la ligne est occupée et par qui elle l'est.

Commutateur. — Le commutateur est à trois manettes mobiles autour des axes m^1 , m^2 , m^3 (*fig. 141*) et commandées par une barrette unique m ; il porte sept bornes.

Manipulateur. — Le manipulateur est à double clé (*fig. 141*), M envoyant des courants positifs, N des courants négatifs. La clé M ferme le circuit PP_1 du relais; la clé N ferme le circuit PP^2 .

Lorsqu'un des postes veut appeler, il amène l'aiguille du cadran *poste appelé* sur le numéro du poste avec lequel il veut correspondre, puis l'aiguille du cadran *poste appelant* sur son propre numéro. Pour cela, il place dans la position de travail son commutateur, habituellement dans la position d'*attente*; puis, avec le levier M de son manipulateur, il fait autant de contacts que le numéro du poste appelé contient d'unités. Ensuite, avec le bouton N de son manipulateur, il fait un nombre de contacts égal au numéro de son propre poste. Cette manœuvre a pour effet d'amener les aiguilles de tous les rappels sur les numéros du poste appelé pour le cadran de droite et sur le numéro du poste appelant pour le cadran de gauche.

Le poste appelé reçoit les attaques dans sa sonnerie, met son commutateur dans la position de travail et répond par son indicatif; la correspondance s'établit entre les deux postes, comme si les rappels n'existaient pas.

Les transmissions terminées, le poste appelant ramène les aiguilles à la croix en faisant un nombre de contacts suffisant avec le bouton N de son manipulateur et les deux postes remettent ensuite leurs commutateurs dans la position d'*attente*.

Les relais sont embrochés sur le fil de ligne, mis à la terre aux deux postes extrêmes; ils

sont actionnés par le courant du poste appelant. Le rappel, le récepteur et la sonnerie fonctionnent sur des circuits locaux.

Lorsqu'il s'agit d'une dépêche collective, le poste appelant, par le jeu de la clé M de son manipulateur, amène l'aiguille du cadran *poste appelé* sur le dernier numéro de ce cadran ; avec la clé N, il amène l'aiguille du cadran *poste appelant* sur son propre numéro. Tous les postes, en plaçant leur commutateur dans la position de travail, mettent leur manipulateur et leur récepteur

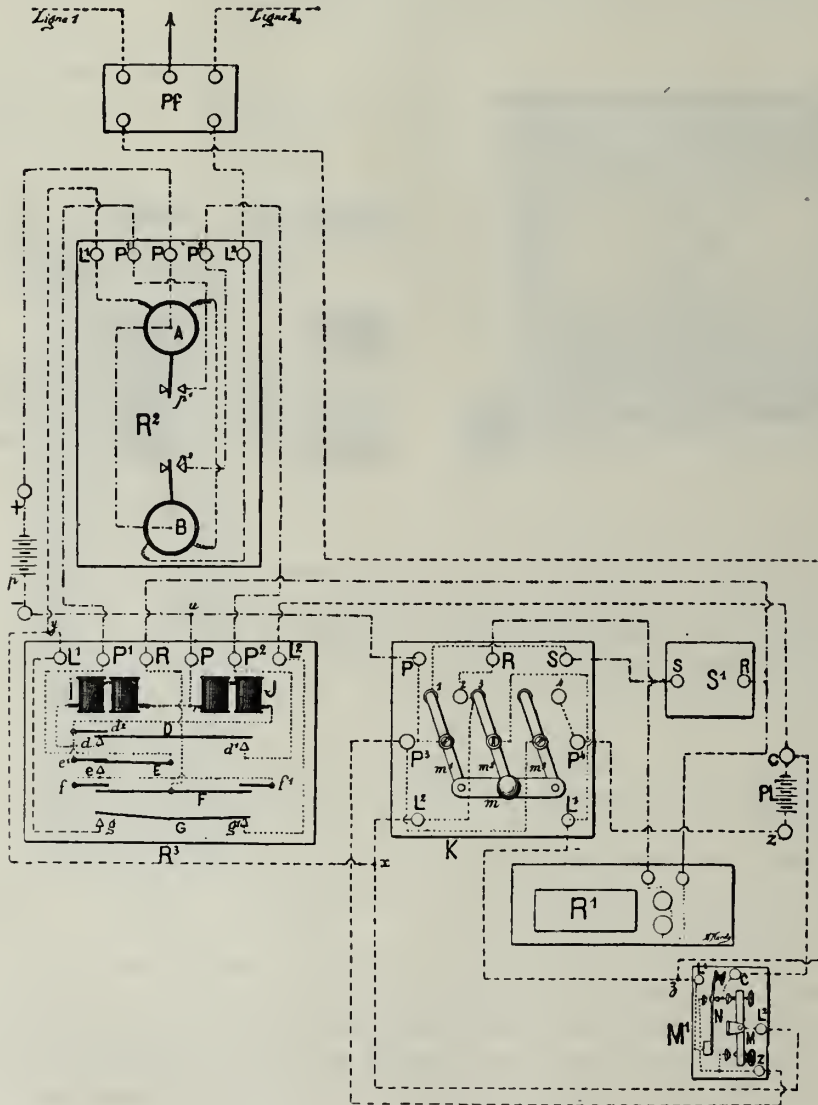


Fig. 141. — Installation du rappel Claude.

dans le circuit. Chacun d'eux est alors appelé par son indicatif et, lorsque tous ont répondu, le poste appelant leur transmet la dépêche collective. Celle-ci est collationnée par le poste le plus éloigné, et chacun des autres en accuse réception. Le poste expéditeur ramène ensuite toutes les aiguilles à la croix.

Telles sont les règles de transmission ; nous allons examiner l'aménagement des circuits en suivant les communications sur la figure 141.

Les rappels doivent être remontés tous les jours.

La figure 141 montre le relais, le rappel et le commutateur dans la position qu'ils occupent lorsque la ligne est inoccupée; les aiguilles des deux cadrans du rappel sont sur la croix.

Le commutateur est dans la position d'attente, le manipulateur est au repos.

Le circuit local du relais est ouvert entre les bornes P, P¹ et P, P².

Dans le rappel, le ressort D est appuyé sur la butée inférieure *d*, le ressort E sur la butée supérieure *e*¹, le ressort G sur la butée inférieure *g*¹, le ressort F est isolé.

Nous avons dit que chaque émission de courant provenant de la clé M fait avancer d'une case l'aiguille du cadran *poste appelé*; nous allons voir comment : lorsque le poste appelant met son commutateur dans la position de travail, la borne Z de la pile de ligne, reliée à P¹, se trouve, par la position des manettes, en relation avec P³ par le plot 4 et la lame *m*³. La borne P³ étant reliée à la borne Z du manipulateur, lorsqu'on abaisse la clé M, cette borne Z communique avec L², *x*, *y*, L¹ du relais, les bobines du relais, L² et la section de ligne de droite. Le pôle positif C de la pile de ligne arrive à la borne C du manipulateur, au contact de repos de la clé N, à la borne L¹, à *z* et va directement à la section de ligne de gauche. Dans tous les autres postes, le courant passe de la borne *Ligne 1* à la borne *Ligne 2* du paratonnerre, ou réciproquement, par *Ligne 1* du paratonnerre, *z*, L¹ du commutateur, *m*², 3, L², *x*, *y*, L¹ du relais, les deux bobines du relais, L² du relais et *Ligne 2* du paratonnerre.

Le circuit de la pile de ligne est fermé, car, à l'un des postes extrêmes, la borne *Ligne 1* du paratonnerre est à la terre et, à l'autre poste extrême, la borne *Ligne 2* est également à la terre.

Tous les relais de la ligne fonctionnent donc.

La bobine supérieure, déviée vers la droite, ferme le circuit de la pile locale *p* sur l'électro-aimant J, par +, P du relais, bobine supérieure, P¹ du relais, P¹ du rappel, E, *e*¹, *d*², J, P du rappel, —. L'aiguille du cadran *poste appelé* avance d'une division à chaque émission de courant; mais les chevilles montées sur les disques qu'entraîne l'aiguille donnent une nouvelle orientation aux ressorts du rappel. Lorsque l'aiguille du cadran *poste appelé* est arrivée sur le numéro 7, numéro du poste appelé, les ressorts du rappel du poste appelé ont les positions suivantes :

Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et *d*¹;

Ressort E, appuyé sur le plot supérieur *e*¹;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur *f*¹ et séparé du plot supérieur *f*;

Ressort G, séparé des plots inférieurs *g*, *g*¹.

A ce moment, le poste appelant indique son numéro en abaissant la clé N et en envoyant sur la ligne des courants de sens contraire à ceux émis par la clé M.

Ces courants traversent le circuit de ligne comme les précédents, mais orientent les bobines inférieures des relais sur leur butée de travail *p*². Le circuit de la pile locale est alors fermé par +, P, *p*², P² du relais, P² du rappel, *d*¹, D, *d*, I, P du relais, —.

L'aiguille du cadran *poste appelant* se déplace et, sous l'action des deux émissions nécessaires pour indiquer le numéro 2 du poste qui appelle, passe sur la case 1 du cadran pour s'arrêter sur la case 2.

L'aiguille du cadran *poste appelé* est, à ce moment, sur la division 7, celle du cadre *poste appelant* sur la division 2. Par suite de la position des chevilles dans les différents postes, les rappels ont leurs circuits disposés de la manière suivante :

Dans le poste appelant : Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et *d*¹;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur *e*;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur *f*;

Ressort G, appuyé sur le plot inférieur *g*¹;

Dans le poste appelé : Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs *d* et *d*¹;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur *e*;

Ressort F, appuyé sur le plot supérieur *f*¹;

Ressort G, appuyé sur le plot inférieur *g*.

Dans les postes non intéressés :

Ressort D, appuyé sur les plots inférieurs d, d' ;

Ressort E, appuyé sur le plot inférieur e ;

Ressort F, isolé ;

Ressort G, appuyé sur les plots inférieurs g, g' .

Dans tous les postes autres que le poste appelant, les commutateurs sont restés sur la position *attente*.

Si, à ce moment, le poste appelant manœuvre la clé M de son manipulateur, la bobine supérieure de tous les relais s'orientera sur sa butée de travail p^1 , sans que, pour cela, l'aiguille du cadran *poste appelé* se déplace, car le circuit de l'électro-aimant J est ouvert en d^2, e^1 ; de même l'aiguille du cadran *poste appelant* reste immobile, le circuit de I étant ouvert en p^2 . Au poste appelé, le circuit local sera fermé sur la sonnerie par \dagger , P du relais, p^1, P^1 du relais, P^1 du rappel, E, e, f^1, F, R du rappel, R, S de la sonnerie, S du commutateur, $1, m^1, P$ du commutateur, $u, -$. Dans les postes non intéressés, le circuit de la sonnerie restera ouvert par le ressort F qui est isolé.

Le poste appelé mettra son commutateur sur la position de travail, répondra avec la clé M de son manipulateur, et les transmissions pourront être échangées.

Le courant de la pile de ligne suivra le trajet suivant :

Poste manipulant :

Le courant de ligne partant de la borne de pile C passe par la borne C du manipulateur, la clé N, la borne L^1 du manipulateur, le point z , le paratonnerre et la ligne 1. La borne Z de la pile communique avec $P^1, 4, m^3, P^3$, la borne Z du manipulateur, la clé M abaissée, la borne L^2 du manipulateur, les points x et y , la borne L^1 du relais, les bobines A, B, la borne L^2 et la ligne 2.

La bobine A du relais est orientée par ce courant sur son plot de travail p^1 ; mais, par ce fait, le circuit local des bobines I, J du rappel n'est pas fermé, car il est isolé en e^1, d^2 pour la bobine J et en p^2 pour la bobine I. Le courant de la pile locale p traverse les bobines du récepteur par $-$, u, P du commutateur, $m^1, 2, R$, récepteur, R du rappel, F, f ou f^1, e, E, P^1 du rappel, P^1 du relais, p^1, P, \dagger .

Poste recevant :

Le courant suit le trajet : ligne 1, z, L^1 du manipulateur, clé N, clé M, borne L^2 du manipulateur, x, y , borne L^1 du relais, bobines A, B, borne L^2 , ligne 2.

La bobine A s'oriente sur sa butée de travail p^1 et ferme le circuit local sur le récepteur par \dagger, P du relais, p^1, P^1 du relais, P^1 du rappel, E, e, f ou f^1, F, R du rappel, récepteur, R du commutateur, $2, m^1, P$ du commutateur, $u, -$.

Poste neutre :

Le courant de ligne, en traversant le relais, oriente la bobine A sur sa butée de travail p^1 ; mais le circuit local reste ouvert. En effet, la bobine I du rappel est isolée en p^2 , la bobine J en d^2, e^1 , la sonnerie en F, le récepteur au plot 2 du commutateur.

Lorsque les transmissions sont terminées, le poste appelant ramène toutes les aiguilles à la croix. Pour cela, il agit sur la clé N de son manipulateur le nombre de fois qu'il est nécessaire pour amener l'aiguille du cadran *poste appelant* sur la dernière division de ce cadran, c'est-à-dire sur celle qui est située immédiatement avant la croix ; là, l'aiguille s'arrête et toutes les émissions de courant qui suivent agissent sur le cadran *poste appelé*. En effet, le levier enclencheur K (*fig. 131*) a arrêté le cylindre qui porte l'aiguille du cadran *poste appelé* ; en même temps, le ressort D est venu s'appuyer sur la butée d^2 , fermant ainsi le circuit local sur l'électro-aimant J par $-$, u, P du rappel, J, d^2, D, d^1, P^2 du rappel, P^2 du relais, p^2, P du relais, \dagger . L'aiguille du cadran *poste appelé*, contrairement à ce qui a lieu habituellement, est entraînée, bien que les courants de ligne soient émis par la clé N ; l'aiguille du cadran *poste appelé* est immobilisée par le levier enclencheur. Mais, lorsque l'aiguille du cadran *poste appelé* atteint la division qui précède la croix, la rupture du circuit local se produit en d^1 par le soulèvement du ressort D. A ce moment précis, une goupille k^1 soulève le levier enclencheur K

et dégage l'aiguille du cadran *poste appellant*; les deux aiguilles s'arrêtent sur la croix, et tous les ressorts reprennent la position de repos représentée par la figure 141.

Les postes non intéressés ne peuvent intervenir ni déranger, en aucune façon, deux postes échangeant des transmissions. La situation des ressorts de ces postes neutres est telle que, s'ils mettent leur commutateur dans la position de correspondance et s'ils abaissent leur manipulateur, leur pile est mise en court-circuit dans le poste lui-même. Le circuit de la pile de ligne PL est, en effet, fermé par : borne Z de la pile de ligne, P¹, t, m³, P³, borne Z du manipulateur, clé M abaissée, borne L² du manipulateur, x, y, borne L¹ du relais, g, G, g¹, borne L² du relais, borne C de PL, le ressort G étant appuyé sur les deux butées g, g¹.

Lorsqu'il s'agit d'une dépêche collective, l'aiguille du cadran *poste appelé* est portée sur la dernière division, qui est le n° 15 dans le rappel que nous avons figuré; l'aiguille du cadran *poste appellant* occupe le numéro du poste qui a appelé.

Au poste appellant, les ressorts ont les positions suivantes :

D appuyé sur les contacts inférieurs d, d¹;

E appuyé sur le contact inférieur e;

F appuyé sur les contacts supérieurs f, f¹;

G isolé.

Dans les autres postes :

D est appuyé sur les contacts inférieurs d, d¹;

E sur le contact inférieur e;

F sur le contact f¹;

G sur le contact g.

RELAIS STANDARD DU POST OFFICE

Ce relais est basé sur le même principe que l'organe électro-magnétique du récepteur Wheatstone.

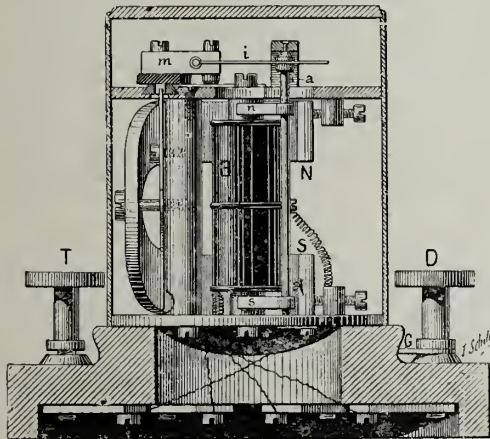


FIG. 142. — Relais Standard (Elévation).

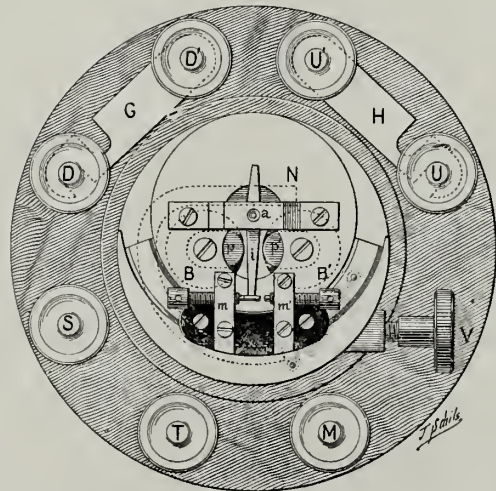


FIG. 143. — Relais Standard (Plan).

Deux bobines d'électro-aimant B, B' (fig. 142 et 143), indépendantes, sont garnies des pièces polaires p et p'. Elles sont à double enroulement et assemblées de façon que, sous l'action du courant qui les traverse, des pôles de noms contraires se trouvent en regard.

Sur l'axe aa' sont montées deux armatures de fer doux n, s, dirigées horizontalement et situées respectivement entre les pièces polaires supérieures et inférieures des bobines B, B'. Ces armatures sont polarisées par un aimant en fer à cheval, NS, doublement incurvé.

Sur l'axe aa' , au-dessus des armatures, un index en maillechort i prend contact avec la pièce m ou avec la pièce m' , suivant l'orientation que le courant donne aux armatures n, s . La pièce qui porte les deux contacts m, m' est d'ailleurs réglable au moyen de la vis V .

Par des griffes de cuivre G, H , les enroulements du relais peuvent être associés en série ou en quantité.

On obtient le montage en série en plaçant une des griffes entre les bornes D', U' ; l'interposition des deux griffes entre les bornes D, D' , d'une part, et les bornes U, U' , de l'autre, réalise le montage en quantité.

Comme on le voit, les extrémités des enroulements des bobines aboutissent aux bornes D, D', U, U' ; le contact m' est relié à la borne M , le contact m à la borne S et l'axe des armatures, par le massif, à la borne T .

C'est ce relais qui est utilisé dans les installations des figures 66, 70, 74.

TABLE DES MATIÈRES

NEUVIÈME PARTIE

TÉLÉPHONIE ET TÉLÉGRAPHIE

II^e SECTION

TÉLÉGRAPHIE

I

Appareils à signaux fugitifs

Appareil Wheatstone à aiguille.....	137
Principe.....	137
Manipulateur.....	138
Récepteur.....	138
Appareil alphabétique Wheatstone.....	140
Manipulateur.....	140
Récepteur.....	142

II

Appareils enregistreurs

Appareil Morse.....	144
Sounder.....	150

III

Appareils imprimeurs

Appareil Hughes.....	152
Mécanisme moteur.....	153
Manipulateur.....	154
Récepteur.....	155
Correction.....	159
Fonctionnement général.....	159
Communications électriques.....	161
Remontoir électrique.....	161
Appareil avec rappel au blanc automatique, système Doignon.....	163
Modèle allemand de la maison Siemens et Halske.....	165
Modèles anglais.....	167
Modèle austro-hongrois.....	168
Modèle belge.....	169
Modèles russes.....	169
Télescripteur Hoffmann.....	170
Télescripteur Siemens et Halske.....	174

IV

Appareils à composition préalable

Appareil Wheatstone automatique.....	177
Perforateur.....	177
Transmetteur.....	178
Récepteur.....	180
Manipulateur.....	182
Installation des postes.....	182

V

Appareils multiples à signaux fugitifs

Appareil Delany.....	186
Télégraphique harmonique multiplex Mercadier.....	190

VI

Appareils multiples imprimeurs

Appareil Baudot.....	198
Manipulateur.....	200
Socle moteur pour distributeur.....	201
Distributeur.....	202
Relais.....	203
Socle moteur du traducteur.....	204
Traducteur.....	204
Appareil Rowland.....	208
Principe.....	208
Manipulateur.....	208
Récepteur.....	210
Impression des caractères et progression du papier.....	212
Synchronisme.....	215
Appareil Pollak et Virag.....	217

VII

Appareils pour la télégraphie sous-marine

Appareil à miroir.....	221
Manipulateur	221
Récepteur.....	221
Siphon-recorder.....	222
Principe	222
Manipulateur.....	222
Récepteur.....	222
Appareil enregistreur pour câbles sous-marins, système Ader.....	224

VIII

Appareils accessoires

Commutateurs.....	230
Tableaux télégraphiques Mandroux.....	230
Tableaux pour lignes simples.....	231
Tableaux pour lignes bifurquées.....	232
Tableaux belges.....	234
Tableau télégraphique de la Western Electric C°.....	236
Relais. — Rappel général Claude.....	237
Relais double.....	238
Rappel.....	238
Commutateur.....	239
Manipulateur.....	239
Relais standard du Post Office.....	243

L'Électricité à l'Exposition de 1900

Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER

Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*



J.-A. MONTELLIER

Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION

D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS



10^e FASCICULE

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

PAR

A. BAINVILLE



PARIS

V^{ve} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

TÉLÉPHONE 147-92

—
1902

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

DIXIÈME PARTIE

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

La lumière électrique, dont l'usage s'est tellement répandu pendant ces dix dernières années, est obtenue industriellement par deux genres d'appareils : la lampe à arc et la lampe à incandescence qui avaient jusqu'à ces derniers temps leurs applications bien déterminées.

Toutefois, depuis quelques années, certains types de lampes à arc tendent à s'appropriier une partie du domaine jusqu'alors réservé à la lampe à incandescence, tandis que, tout récemment, de nouvelles lampes à incandescence paraissent susceptibles de produire économiquement des foyers comparables à l'arc. Cette lutte intéressante ne peut que favoriser le développement de la lumière électrique.

Nous allons passer successivement en revue les différents modèles de lampes à arc et à incandescence présentés à l'exposition par de nombreux constructeurs.

I

LAMPES A ARC

Les lampes à arc qui figuraient à l'Exposition étaient exposées étaient à air libre ou en vase clos. Le premier groupe comprend toutes les lampes brûlant, soit à feu nu, soit dans un globe ouvert ; dans le second groupe viennent se placer les différents types de lampes dites à longue durée d'éclairage, dans lesquelles l'arc est enfermé dans une enceinte disposée de façon à empêcher la rentrée de l'air et jaillit, par conséquent, dans une atmosphère confinée qui ralentit la combustion des charbons.

Lampes à arc à air libre. — Ces lampes fonctionnent soit sur courant continu, soit sur courant alternatif ; parmi les premières, il y a toutefois de nombreux exemples de lampes qui, par une simple modification dans l'enroulement des solénoïdes, peuvent être alimentées par l'un ou l'autre genre de courant, de telle sorte qu'un classement fondé sur ce fait serait quelque peu arbitraire dans la plupart des cas, sauf pour quelques types de lampes qui ne peuvent fonctionner que sur courant alternatif. Nous ne distinguerons donc que deux groupes de lampes : dans le premier, nous grouperons toutes les lampes à courant continu ou alternatif

qui ne sont pas spécialement établies pour cette forme de courant et, dans l'autre, les lampes construites spécialement pour le courant alternatif.

1° LAMPES A ARC POUR COURANTS CONTINU ET ALTERNATIF. — Les lampes de ce groupe se différencient entre elles par le procédé employé pour obtenir le rapprochement des charbons. Ce rapprochement, qui est toujours commandé par des électro-aimants ou des solénoïdes, est obtenu, soit directement, par les oscillations des armatures ou noyaux des électro-aimants ou des solénoïdes, soit, au contraire, par un organe mécanique intermédiaire commandé par ces oscillations ; d'où deux catégories de lampes, savoir :

- A. Lampes sans organes mécaniques ;
- B. Lampes à organes mécaniques.

A. *Lampes sans organes mécaniques.* — Les lampes de cette catégorie sont presque toutes identiques et ne diffèrent entre elles que par des détails de construction.

B. *Lampes à organes mécaniques.* — Les organes mécaniques employés dans les lampes de ce groupe sont assez variés ; cependant ils peuvent être ramenés à deux types principaux : le frein et le mouvement d'horlogerie. Nous classerons donc les lampes de cette catégorie en :

- a. Lampes à frein ;
- b. Lampes à mouvement d'horlogerie.

2° LAMPES A ARC FONCTIONNANT SEULEMENT SUR COURANT ALTERNATIF. — Nous distinguerons dans ce groupe deux classes de lampes, savoir :

- A. Lampes à moteur ;
- B. Lampes à solénoïdes.

En décrivant les lampes qui rentrent dans ces diverses catégories, nous signalerons le genre de montage des solénoïdes ou électro-aimants, mais nous ne croyons pas utile de classer, comme on le fait généralement, les lampes en dérivation, d'une part, et les lampes différentielles, d'autre part, d'autant que, dans beaucoup de cas, les deux modèles de lampes sont identiques comme mécanisme et comme fonctionnement et que la différence de montage des bobines des lampes n'est nécessitée que par les exigences de l'installation et ne constitue pas, par conséquent, une réelle différence entre les nombreux modèles présentés par les constructeurs.

Certains modèles de lampes à arc à air libre sont établis en vue d'une application déterminée ; telles sont les lampes de phares et de projecteurs que nous décrirons à part.

Enfin nous mentionnerons en dernier lieu la lampe « Bremer », qui ne peut rationnellement entrer dans la classification que nous venons de développer.

Lampes à arc en vase clos. — Ces lampes sont généralement construites avec la plus grande simplicité. L'usure des charbons étant ralentie dans de grandes proportions, puisque l'atmosphère confinée dans laquelle se produit l'arc est rapidement privée d'oxygène, le foyer lumineux se déplace d'une façon insensible ; aussi, dans tous les modèles, le charbon supérieur est seul mobile.

Les grandes analogies que présentent les divers types que nous allons décrire nous dispensent de les classer.

Accessoires pour lampes à arc. — Nous décrirons sous ce titre les rhéostats de réglage, les bobines de self-induction et nous dirons quelques mots des crayons de charbons employés dans les régulateurs.

1° Lampes à arc à feu nu pour courants continu et alternatif

A. — LAMPES SANS ORGANES MÉCANIQUES

Lampe Pilsen de la maison Fabius Henrion, de Nancy. — Cette lampe peut être considérée comme le type des lampes de cette catégorie et nous le retrouverons d'ailleurs chez plusieurs constructeurs.

Comme toutes les lampes de cette catégorie, la lampe Pilsen est différentielle et à point

lumineux fixe. Elle se compose essentiellement de deux solénoïdes dont les noyaux équilibrés sont suspendus aux deux extrémités d'une cordelette. Les solénoïdes disposés au-dessus du plateau inférieur de la lampe sont maintenus par des tiges verticales (*fig. 1*), qui assurent l'écartement des deux plateaux ; l'un d'eux, S', enroulé en fil fin, est placé en dérivation sur les crayons ; tandis que l'autre, S, enroulé de gros fil, est en série avec ces crayons. Les noyaux de fer doux, A et B, ont une forme conique, qui a été déterminée de façon à compenser les variations d'attraction qu'ils subissent quand ils occupent des positions différentes dans leurs solénoïdes respectifs : il faut, en effet, que l'attraction de l'un des noyaux en régime normal soit toujours égale à celle que subit l'autre pour que le système reste en équilibre dans toutes les positions qui correspondent à l'usure des charbons. D'ailleurs, la lampe est construite de telle sorte que les nombres d'ampères-tours des deux solénoïdes soient égaux pour l'intensité normale de fonctionnement.

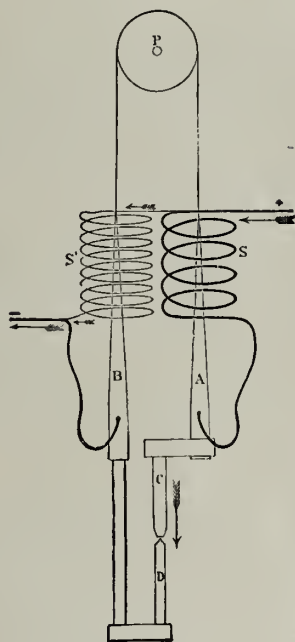


FIG. 1.

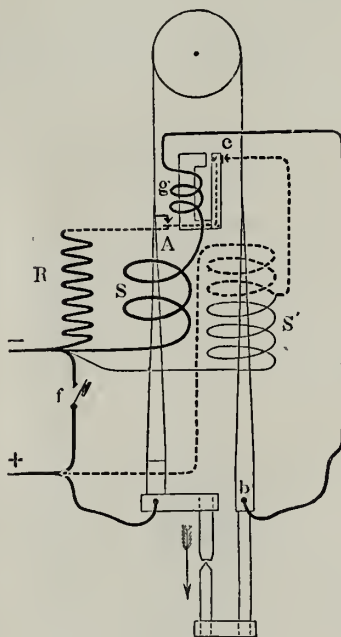


FIG. 2.

Le cordon souple qui relie les deux noyaux passe sur une poulie P dont la chape est fixée sur le plateau supérieur. Ce plateau porte également l'anneau de suspension.

Les porte-charbons sont fixés à l'extrémité des noyaux ; le porte-charbon inférieur au noyau B correspond au solénoïde à fil fin S'.

A l'allumage, si les charbons sont au contact, le courant traverse le solénoïde à gros fil S qui attire son noyau de bas en haut et, par suite, le porte-charbon supérieur ; les charbons CD s'écartent et l'arc se forme. Si les charbons, au contraire, sont écartés, c'est le solénoïde à fil fin S' qui agit, provoquant ainsi le rapprochement des crayons, puis l'allumage par le mécanisme que nous venons de décrire. Dès que l'allumage est obtenu, le régime normal correspondant à l'équilibre des deux noyaux ne tarde pas à s'établir. Mais, au bout d'un certain temps, par suite de l'usure de ces crayons, l'arc s'allonge, sa résistance électrique augmente et l'équilibre se trouve rompu, puisque l'intensité du courant a varié, augmentant dans le solénoïde à fil fin et diminuant, au contraire, dans celui à gros fil ; il s'ensuit que le noyau A tend à descendre, tandis que le noyau B est attiré plus fortement. Les deux actions s'ajoutent pour rapprocher les charbons et l'arc reprend la longueur correspondant à l'intensité de régime normale ; l'équilibre de la balance électrodynamique, constituée par l'ensemble des deux noyaux solidaires, est rétabli.

Pour obtenir la fixité du point lumineux dans l'espace, on use d'un artifice qui est généralement employé dans toutes les lampes de ce genre : le diamètre du charbon positif est choisi de telle sorte que sa section soit à peu près le double de celle du charbon négatif, c'est-à-dire proportionnelle à l'usure relative de ces deux charbons.

Pour éviter tout contact accidentel, le bâti de la lampe est complètement isolé des bornes et des porte-charbons.

Cette lampe se construit en différents modèles pour des courants d'intensités diverses à partir de 2 ampères.

Les lampes destinées à fonctionner en série par plus de trois sont munies d'un dérivateur *g* (fig. 2), qui rend chaque lampe indépendante, d'un interrupteur automatique A, qui le met hors circuit quand ses crayons sont consumés et enfin d'un interrupteur à main *f* à l'aide duquel on peut éteindre la lampe à volonté.

Le fonctionnement de ces différents organes est facile à suivre sur le schéma (fig. 2).

A la mise en circuit, si la lampe n'a pas ses charbons au contact, le courant passe dans quelques tours de gros fil enroulés sur le solénoïde en dérivation *S'*, puis se rend dans la résistance *R* en passant par le contact platiné *c*. Le noyau *S'* est, par suite, attiré et les charbons viennent au contact. A ce moment, le courant traverse l'enroulement de l'électro-aimant *g* et le solénoïde à gros fil *S*; celui-ci attire son noyau et l'arc se forme. Mais, en même temps, le dérivateur *g*, ayant aussi attiré son armature, a rompu le contact *c*, de telle sorte que la résistance de compensation *R* est mise hors circuit et que la lampe fonctionne comme celle que nous avons décrite plus haut.

Lorsque les charbons sont usés ou si, accidentellement, la lampe cesse de fonctionner, le noyau du charbon positif s'abaisse en produisant un contact en A et le courant passe alors d'une borne à l'autre en traversant la résistance de compensation : la lampe se trouve ainsi mise hors circuit. L'interrupteur à main *f* permet, en cas de besoin, de supprimer à la fois du circuit la lampe et sa résistance de compensation.

Lampe à solénoïdes moteurs de la Compagnie générale d'Électricité de Creil. — Cette lampe, représentée schématiquement par la figure 3, est identique comme principe et comme fonctionnement à la précédente.

L'exécution mécanique est, comme on le voit, un peu différente. La poulie sur laquelle passe le cordon qui soutient les deux noyaux est supportée par un pilier monté sur les jones des bobines; le plateau supérieur est ainsi supprimé; les

bobines sont montées sur de petits supports isolés du plateau inférieur et le guidage des noyaux, au lieu de se faire, comme dans la lampe précédente, entre les colonnes reliant les deux plateaux, se fait ici par des galets fixés sur les joues supérieures des bobines.

Chaque porte-charbon a un double guidage. Dans le grand modèle, chacun d'eux est guidé

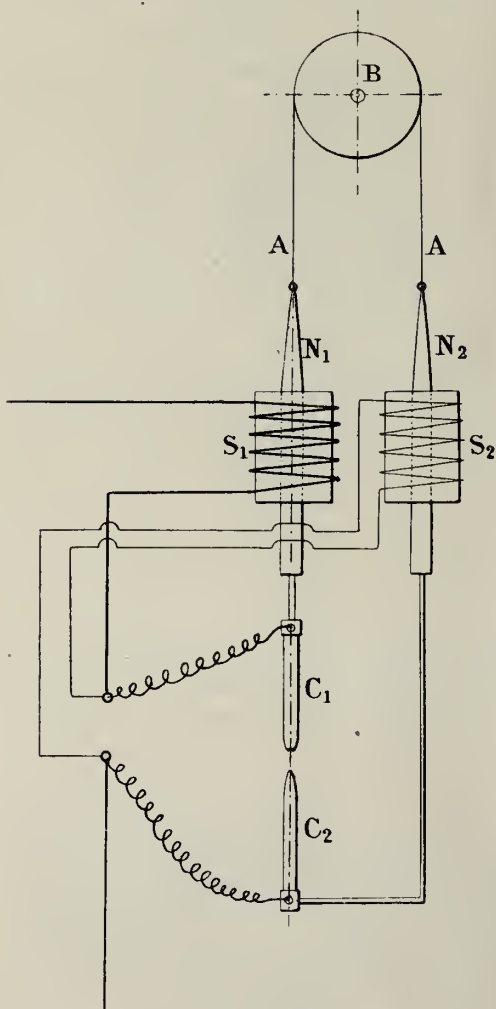


FIG. 3.

en haut par deux galets montés sur une traverse et ils se meuvent entre les deux colonnes de la lampe, tandis qu'en bas ils se déplacent entre trois galets adaptés au corps de la lampe. Dans le modèle moyen, chaque tube de porte-charbon porte sur toute sa longueur deux rainures diamétralement opposées dans lesquelles s'engagent, en haut et en bas de la bobine, deux galets de guidage. Ce double guidage empêche tout mouvement latéral, soit individuel, soit relatif des deux porte-charbons, même si la lampe est penchée.

Les deux bornes de la lampe sont parfaitement isolées du bâti.

La lampe est suspendue par une fourche qui vient se fixer au plateau et le mécanisme est abrité par un chapeau.

Lampe de l'Electricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schukert und C^o de Nuremberg. — Cette lampe est absolument identique à la précédente; la Compagnie générale d'Électricité exploitant en France les brevets de la Société de Nuremberg.

Lampe de Fr. Krizik, de Prague. — Cette lampe se fait en deux modèles, dont l'un est identique à la précédente et l'autre à celle construite par la maison Fabius Henrion, de Nancy.

Lampe Eck de la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force. — Cette lampe figurait dans le Stand de la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force à l'Exposition de 1900.

Elle est différentielle, c'est-à-dire qu'elle comporte deux solénoïdes montés l'un en dérivation entre les charbons, l'autre en série avec ces charbons, et elle n'a aucun organe mécanique de réglage. Le point lumineux est fixe dans l'espace si on emploie des charbons de diamètres convenablement choisis.

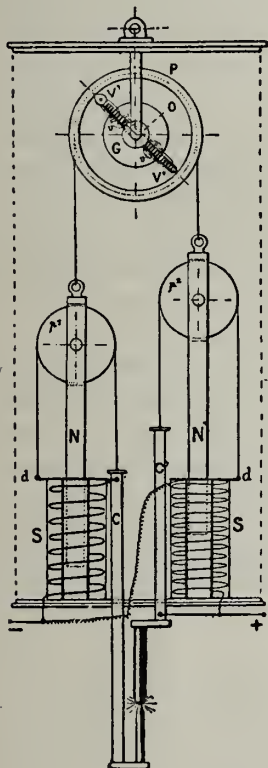


FIG. 4.

L'enroulement des deux solénoïdes est calculé pour que le nombre d'ampères-tours soit le même dans chacun d'eux en régime normal et que, par conséquent, le système soit alors en équilibre.

Pour compenser les variations d'attraction des noyaux suivant le degré d'usure des charbons, c'est-à-dire suivant que les noyaux sont plus ou moins enfoncés dans les solénoïdes, M. Eck a imaginé le dispositif ingénieux suivant :

La poulie à gorge P sur laquelle passe la chaînette de suspension des noyaux n'est pas centrée sur l'axe O (fig. 5); elle est maintenue contre le plateau G fixé sur l'arbre O par deux

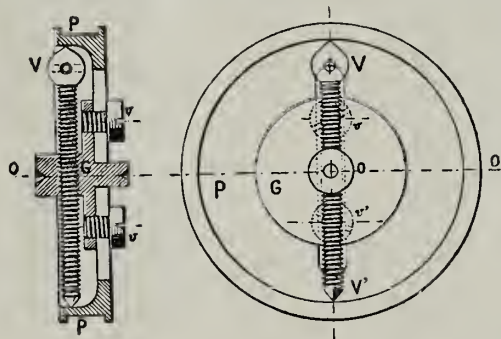


FIG. 5.

La figure 4 est un dessin schématique de cette lampe qui permet de voir tous ses organes. S et S' sont les deux solénoïdes, N et N' les deux noyaux correspondants qui sont reliés à l'aide d'une petite chaîne fixée à leur partie supérieure et suspendus sur la poulie P. Chaque noyau porte une petite poulie (p^1 et p^2), sur laquelle passe un cordonnet fixé par une de ses extrémités au bâti de la lampe (en d et d') et dont l'autre extrémité soutient un porte-charbon (c et c').

vis v , v' ; ces vis pénètrent dans le plateau G , après avoir traversé la poulie P qui porte, à cet effet, une rainure radiale.

Pour modifier le centrage de la poulie P par rapport à l'axe O , cet axe est percé d'un trou taraudé dans lequel s'engage la vis VV' , dont les extrémités s'appuient sur le bord intérieur de la poulie (fig. 5); il suffit donc de tourner cette vis dans un sens ou dans l'autre pour élever ou abaisser le centre de la poulie par rapport à l'axe O .

En pratique, on règle la poulie P de façon que son axe soit au-dessous de l'axe O , au moment où les crayons ont toute leur longueur; dans ces conditions, la position de la poulie P étant, à l'allumage, celle indiquée par la figure 4, le bras de levier de droite sera plus grand que celui de gauche, puisque le centre de la poulie P est à droite et en dessous de l'axe O ; pour entraîner cette poulie, le solénoïde à fil fin aura, par suite, à faire un effort moindre que le solénoïde à gros fil;

à mesure que les charbons se consomment et que, par suite, les noyaux s'enfoncent, la vis VV' se rapproche de la verticale et les bras de levier deviennent égaux pour cette position, qui correspond au moment où les charbons sont à moitié consumés. A partir de ce moment, c'est le bras de levier correspondant au solénoïde à gros fil, dont la longueur augmente, tandis que l'autre diminue; cette différence augmente ainsi à mesure que le noyau du premier solénoïde tend à sortir de sa bobine.

Le fonctionnement de cette lampe est des plus simples. Suivant que les charbons sont ou non en contact à l'allumage, c'est le solénoïde à gros fil ou celui à fil fin qui agit tout d'abord; l'écart nécessaire à la formation de l'arc étant, bien entendu, obtenu par l'action du solénoïde à gros fil. Le réglage se fait par la prédominance de l'effort d'un des solénoïdes sur l'autre.

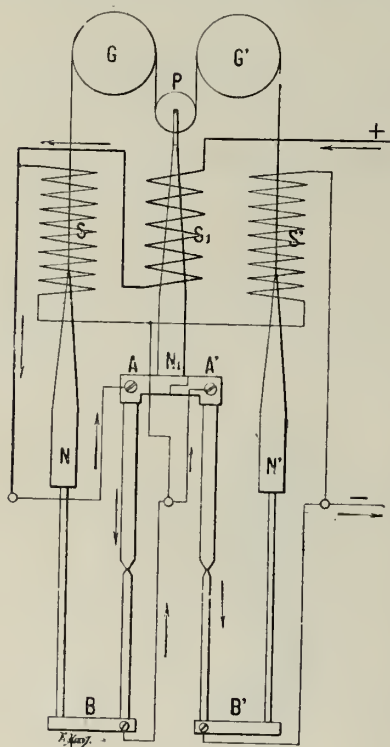


FIG. 6.

porte deux foyers montés en série fonctionnant, par suite, simultanément en dérivation sur 110 volts, pour le modèle à l'air libre.

Les deux porte-charbons supérieurs A , A' sont solidaires, mais isolés électriquement; ils sont suspendus à un noyau conique en fer doux N , qui peut se mouvoir à l'intérieur du solénoïde S_1 , enroulé avec du gros fil. A la partie supérieure du noyau N est fixée une petite poulie à gorge P . Une cordelette, aux deux extrémités de laquelle sont suspendus les noyaux N et N' , s'engage sur la gorge de cette poulie après avoir passé sur les galets de renvoi G et G' . Les noyaux N et N' sont mobiles dans les solénoïdes à fil fin S et S' et ils supportent les porte-charbons inférieurs B et B' .

Quand on met la lampe en circuit, le courant pénètre en $+$, traverse le solénoïde en série S_1 , d'où par un câble souple il arrive au porte-charbon supérieur A ; il sort par le porte-charbon inférieur correspondant B , tandis qu'une légère dérivation traverse le solénoïde de fil fin S . De là, il passe au porte-charbon supérieur A' de l'arc suivant, puis au porte-charbon inférieur B' entre lesquels se trouve monté en dérivation le solénoïde à fil fin S' ; finalement le courant sort en $-$ après avoir alimenté les deux arcs.

Lampes de la Compagnie générale électrique de Nancy. — Cette Société exposait une lampe identique à celle de Pilsen, que nous ne décrirons pas par conséquent; mais elle présentait également une lampe à arc double fondue sur le même principe.

Cette lampe, destinée aux éclairages intensifs, est représentée schématiquement par la figure 6; elle com-

A l'allumage, les charbons sont écartés; par conséquent les solénoïdes S, S', montés en dérivation, attirent fortement leurs noyaux N et N', soulevant ainsi les porte-charbons inférieurs et abaissant les porte-charbons supérieurs. Dès que le contact des charbons se produit, le solénoïde en série S₁ attire son noyau en provoquant l'écart simultané des deux arcs qui se règlent, par suite, à la même longueur.

A partir de ce moment, les arcs se règlent individuellement sous l'action des solénoïdes S et S', qui agissent sur les porte-charbons inférieurs de façon à maintenir une différence d_c potentiel égale aux bornes des deux arcs; la bobine en série effectue le rapprochement du charbon supérieur pour compenser l'usure. Les deux arcs sont fixes dans l'espace, à condition de choisir convenablement les diamètres des crayons positifs et négatifs.

Lampe de la Compagnie internationale d'Électricité. — Cette lampe est d'une conception originale; tandis que, dans la plupart des lampes de ce type, les charbons sont commandés par des noyaux plongeurs que les solénoïdes attirent proportionnellement aux ampères-tours, dans la lampe imaginée par M. Pieper, c'est le solénoïde lui-même qui se déplace dans un champ magnétique créé par un électro-aimant spécial.

Le champ magnétique produit par l'électro-aimant se ferme par un barreau de fer, sur lequel est effectué l'enroulement du solénoïde, et les culasses polaires de l'électro-aimant sont percées de trous qui le laissent passer. L'entrefer, ainsi constitué, est traversé par un flux de force considérable sous l'influence duquel le solénoïde tend à se déplacer. Pour un sens donné du courant dans le solénoïde, la direction de ce déplacement est déterminée par la polarité de l'électro-aimant; il suffit donc, pour que le solénoïde soit sollicité par les deux pôles de l'électro à se déplacer dans la même direction, que l'enroulement soit fait en sens inverse sur les deux portions du barreau qui se trouvent au même moment dans les deux entrefers. Pour réaliser cette condition, M. Pieper prend un barreau suffisamment long dont une moitié est enroulée de fil dans un sens et l'autre moitié enroulée en sens contraire. Ce système se déplace jusqu'à ce que le point de rebroussement des spires soit arrivé sous l'un des pôles. Le mouvement inverse est obtenu en renversant le sens du courant dans l'électro-aimant.

La lampe à arc réalisée suivant ces données est représentée schématiquement par la figure 7. L'électro-aimant destiné à créer le champ est placé au centre, et son enroulement est différentiel; ses épanouissements polaires s'étendent latéralement et embrassent deux tubes qui servent de guides pour les porte-charbons et en même temps protègent l'enroulement des barreaux mobiles destinés à fermer le circuit magnétique.

La lampe est différentielle: le noyau du porte-charbon inférieur est enroulé de fil fin en série avec le fil fin de l'électro-aimant central; ces deux enroulements sont en dérivation sur les charbons; le noyau du porte-charbon supérieur est recouvert de gros fil monté en série avec le gros fil de l'électro-aimant et les charbons.

Les deux tubes solidaires des deux solénoïdes sont suspendus à l'aide d'une corde métallique par une poulie à gorge. Un frein métallique, combiné avec un cliquet, est disposé au-dessus de la poulie; celle-ci peut tourner librement dans le sens du rapprochement des crayons; mais sa course en sens inverse est commandée par le cliquet du frein.

Si, à l'allumage, les charbons sont écartés, le fil fin agit seul; le porte-charbon inférieur est

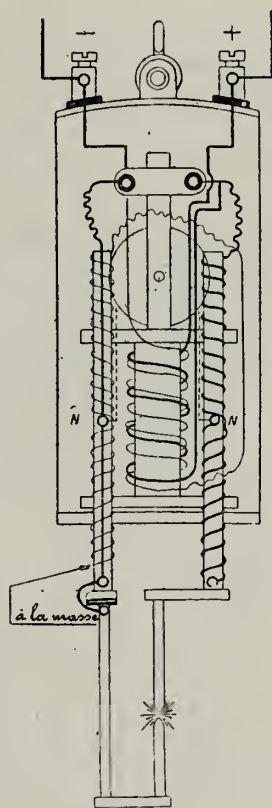


FIG. 7.

soulevé et les charbons viennent au contact. A ce moment, le circuit principal est fermé, l'enroulement série devient prépondérant et relève le porte-charbon supérieur.

Le réglage s'opère de la façon suivante : les deux enroulements de l'électro-aimant central étant en sens inverse, ils tendent à se neutraliser et l'aimantation ne subsiste que si l'un d'eux a une action prépondérante. Lorsque le nombre d'ampères-tours, dans chaque enroulement, est égal, les porte-charbons ne sont plus sollicités dans aucun sens ; mais, à la moindre variation dans l'intensité du courant ou dans la longueur de l'arc, cet équilibre est rompu et le réglage s'opère sous l'action des efforts qui s'exercent sur les deux porte-charbons et dont les actions s'ajoutent, grâce aux changements de polarité de l'électro-aimant central, suivant que l'un ou l'autre enroulement prédomine.

B. — LAMPES A ORGANES MÉCANIQUES

a. — Lampes à frein ou cliquet

Lampes Bardon. — La maison Bardon présentait quatre types de lampes qui sont tous à réglage différentiel et à point lumineux fixe; les uns sont spécialement établis pour fonctionner sur courant continu, tandis que les autres peuvent marcher indifféremment sur courant continu ou alternatif.

Lampes pour courant continu. — L'organe principal de cette lampe (fig. 8) est un solénoïde B placé dans l'axe de la lampe qui possède deux noyaux : l'un fixe N, l'autre mobile N'.

Le noyau N est percé d'un trou suivant son axe et le noyau N' porte à sa partie supérieure une tige filetée que traverse librement le noyau fixe N et vient se fixer au levier *mn*. Ce levier, en se soulevant, vient faire frein contre la partie inférieure d'un volant V.

Dans la gorge d'une petite poulie fixée sur l'axe du volant V passe une cordelette de soie dont les deux extrémités s'attachent au levier *mn* après avoir passé sur quatre autres poulies.

Les porte-charbons sont suspendus aux axes de deux de ces poulies *p* et *p'*. L'enroulement du solénoïde est différentiel.

Lorsqu'on fait passer le courant, le noyau N' est attiré contre le noyau N et le levier, en le soulevant, vient caler le volant V; l'allumage se produit; le même mécanisme provoque le réglage lorsque l'intensité du courant s'abaisse dans le gros fil du solénoïde par suite de l'usure des charbons.

Lampes pour courant continu ou alternatif. — Le mécanisme de cette lampe est représenté par les figures schématiques 9 et 10. Pour rendre le dessin plus lisible, les solénoïdes et les noyaux indiqués figure 10 sont supprimés sur la figure 9. Le frein AF *o'* visible sur cette figure est réduit au sabot F sur la figure 10.

Le porte-charbon supérieur S est moteur; il est rendu solidaire du porte-charbon inférieur au moyen d'une cordelette fixée en *e e'*, passant sur les galets P P' et sur la roue à gorge *g* qui fait corps avec le volant V.

Sur la jante de ce volant agit le sabot F d'un frein articulé en *o'*.

Les chapes des galets P, P' sont suspendues par des couteaux aux points *a c* d'un cadre rigide pivotant également sur couteaux autour de l'axe *xx'*.

Ce cadre peut s'incliner d'un angle de 40° de part et d'autre de sa position horizontale et les points d'attache *a, c* des chapes sont situés de part et d'autre de l'axe *xx'*, de façon que, si le cadre s'incline dans le sens *f*, le galet P se relève et le galet P' s'abaisse. Au contraire, le galet P s'abaisse et le galet P' s'élève, lorsque le cadre s'incline dans le sens *f'*. Les forces qui font

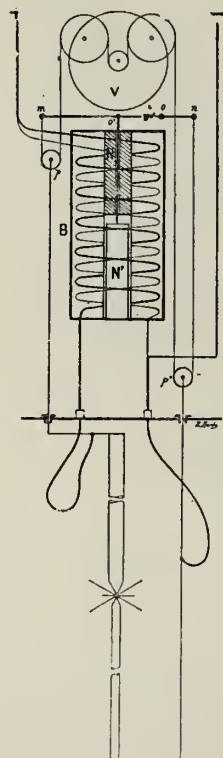


FIG. 8.

incliner le cadre dans les sens f ou f' sont la résultante des attractions exercées par les solénoïdes B, B' sur leurs noyaux respectifs N, N' .

Le solénoïde B (fig. 10) est placé en série dans le circuit de la lampe, tandis que la bobine B' est montée en dérivation.

Le poids M placé sur le levier $o'A$ du frein est réglé de manière que, malgré l'action du porte-charbon moteur, le volant V ne puisse tourner tant que l'extrémité A n'est pas soulevée par une butée b suspendue au point d du cadre oscillant par l'intermédiaire du balancier de relevage bd .

Ce balancier passe d'ailleurs dans une ouverture pratiquée à l'extrémité A du levier de frein ; il dégage le volant V lorsque le cadre s'incline suffisamment dans le sens f (action du noyau N').

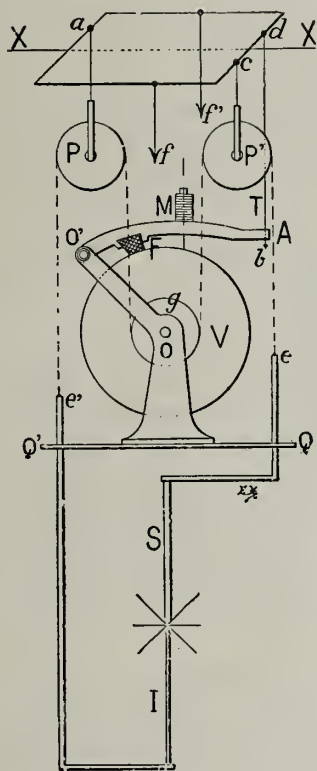


FIG. 9.

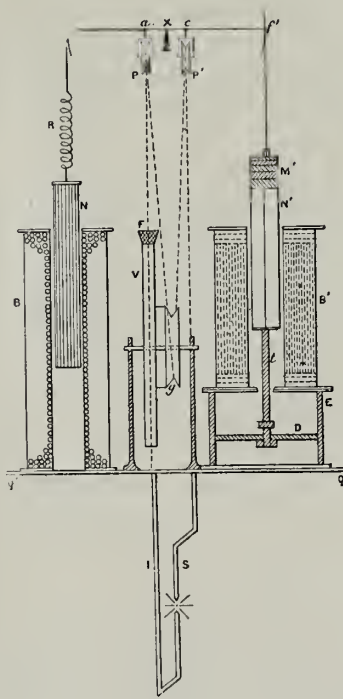


FIG. 10.

Normalement le cadre est incliné dans le sens f . Cette inclinaison initiale est due à l'excès de poids du noyau N' lesté par des rondelles pesantes M' .

Quand la lampe est hors circuit, le volant V est donc libre et les charbons arrivent au contact.

Lorsque le courant est envoyé dans la lampe, le solénoïde B , placé dans le circuit principal, attire vivement le noyau N et le cadre bascule dans le sens f' .

Dès le début de ce mouvement, la butée b abandonne le levier $o'A$ et le sabot F vient bloquer le volant V . Le cadre continuant à basculer, le galet P s'abaisse, tandis que le galet P' s'élève. Les charbons se séparent et l'arc jaillit, mais sa longueur est supérieure à celle qu'il doit avoir normalement.

Ce résultat a été recherché exprès pour éviter que le courant ne prenne une valeur trop élevée lors de l'allumage, car, lorsque les charbons sont froids, l'arc est plus long pour une même chute de tension aux pointes des crayons.

Lorsque ces pointes sont échauffées, la tension aux bornes de la lampe tend à s'élever ; le

solénoïde B' attire le noyau N' et cet effort vient équilibrer en partie l'attraction exercée sur le noyau N par la bobine B.

L'inclinaison du cadre diminue et les charbons se rapprochent un peu de façon à rendre normale la longueur de l'arc.

L'usure des charbons commence alors à faire sentir son effet; le solénoïde B' s'excite davantage et le cadre commence à s'incliner en sens contraire, jusqu'à ce que la butée *b* vienne soulever le levier o'A du frein.

Jusqu'à ce moment, les variations de longueur de l'arc étaient obtenues par le mécanisme dit de *recul*.

Lorsque la pression exercée par le sabot F sur le volant V est assez affaiblie pour que le porte-charbon moteur S puisse entraîner le volant, celui-ci se met à tourner insensiblement en provoquant le rapprochement progressif des charbons.

La lampe est alors dans la période dite de réglage et le fonctionnement se continue ensuite jusqu'à usure des crayons.

Si, pour une raison quelconque, l'intensité du courant vient à augmenter, le solénoïde B exerce une action de nouveau prédominante, le cadre bascule et le sabot F vient bloquer le volant V. L'intensité du courant étant encore supérieure à sa valeur normale, le cadre continue à basculer en écartant les charbons de la quantité convenable, grâce aux déplacements des galets P, P'.

Le *recul* permet donc de maintenir le courant à sa valeur normale, l'arc s'allongeant ou se raccourcissant suivant les divers incidents du fonctionnement.

L'augmentation anormale de l'intensité du courant ne peut se produire, bien que deux causes tendent à la provoquer.

La cause la plus fréquente qui tend à augmenter l'intensité du courant réside dans une diminution momentanée de la résistance de l'arc, diminution de résistance provoquée par des impuretés des crayons.

L'augmentation d'intensité peut également avoir pour cause un trop grand rapprochement des charbons survenu à la suite d'une baisse de tension du réseau d'alimentation.

En définitive, tant qu'il ne se produit rien d'anormal, la lampe règle par le défilage et l'action du frein sur le volant. Le réglage est, au contraire, produit par le mécanisme de recul dans tous les autres cas et, grâce à cette double action, l'intensité du courant reste toujours très sensiblement constante.

La condition *sine qua non* du réglage parfait réside entièrement dans l'*apériodicité* qu'il faut obtenir pour les oscillations du cadre. A cet effet, pendant les déplacements de ce dernier, les oscillations sont très fortement amorties par une pompe à air solidaire du noyau N'. A cet effet le noyau N' se prolonge par une tige *t*, à l'extrémité inférieure de laquelle se trouve un piston D mobile dans un cylindre E.

Le diamètre du cylindre est relativement grand, de sorte que la quantité d'air déplacée est assez considérable, même pour une faible course du piston.

L'emploi des pompes à air a souvent donné lieu à des irrégularités provenant du grippement du cylindre ou du coïncement du piston.

Afin d'éviter ces difficultés, le piston D est d'un diamètre légèrement plus petit que le cylindre E, et il est en outre partiellement libre sur sa tige.

Comme on peut le voir sur la figure 10, la tige *t* est terminée par deux petites bagues serties, entre lesquelles le piston D est libre de se mouvoir.

Ce *temps perdu* entre les mouvements de la tige *t* et ceux du piston D présente un grand avantage. Le noyau N' et par suite le cadre et les charbons obéissent immédiatement à l'effet des solénoïdes B, B' car, au commencement du déplacement des noyaux N, N', le piston D n'est pas encore solidaire de la tige *t*. Le mécanisme, tout en ayant son mouvement parfaitement amorti, n'est pas paresseux et répond de suite aux exigences du réglage.

Le montage sur couteaux du cadre oscillant lui donne une grande mobilité; mais

il faut éviter que les couteaux ne puissent sortir de leurs étriers. A cet effet, le cadre étant mis en place, on visse sur les étriers des plaquettes qui empêchent tout dérangement ultérieur des couteaux. Pour que les couples exercés sur le cadre restent constants malgré les variations d'inclinaison de ce cadre, les noyaux N, N' sont attachés en ff' à des arcs de cercle concentriques à l'axe XX'. Les attaches sont formées de petites chaînettes très souples s'enroulant sur les arcs ff' du cadre.

Le noyau N est formé de feuilles de tôle isolées et rivées ensemble de manière à former un prisme. Celui-ci est suspendu à l'arc f' par l'intermédiaire d'un ressort R destiné à empêcher la transmission au cadre des vibrations dont le noyau N est le siège lorsque la lampe fonctionne avec un courant alternatif.

Le noyau N' est simplement formé d'un tube de fer fendu suivant une génératrice.

Les carcasses des bobines sont également fendues longitudinalement pour éviter les courants de Foucault et sont fixées sur la platine inférieure QQ' de la lampe.

Le sabot F du frein est constitué par un petit morceau de cuir ou de liège serti dans le levier o'A. Ces matières donnent lieu à un coefficient de frottement très constant.

La butée b de relèvement du frein est réglable ; c'est un écrou qu'on peut déplacer sur le balancier T, taraudé à cet effet. Les cordons souples qui amènent le courant aux porte-charbons mobiles sont en câbles de fils de cuivre fins et nus ; le câble est enfilé dans une série de perles en verre qui isolent les câbles souples d'une façon simple et plus sûre que les isolants ordinaires sujets à se carboniser.

La cordelette ee' est en soie tressée et ne s'allonge que très peu. Cet allongement ne peut, du reste, dérégler la lampe, le réglage étant exclusivement fonction des ampères-tours des solénoïdes B, B' et des poids des masses additionnelles M, M' du frein et du noyau N'.

Cette lampe se prête très bien au fonctionnement sur des circuits de faible résistance et dans lesquels, le rhéostat étant supprimé, toute élasticité disparaît.

La lampe doit à elle seule assurer le réglage, tandis que, sur les circuits résistants, le rhéostat constitue un volant d'énergie.

Pour faire fonctionner la lampe avec un courant alternatif, il suffit de modifier convenablement les enroulements des solénoïdes.

Le nombre des spires du solénoïde B' en particulier est fonction du nombre de périodes et doit être réglé, au moins approximativement, suivant ce nombre.

Lampe C. Vigreux et L. Brillié (fig. 11). — Cette lampe était exposée par la maison Vigreux et Brillié. Elle est à point lumineux fixe.

Elle se compose de deux solénoïdes S et D montés, le premier en série avec l'arc, le second en dérivation à ses bornes et actionnant deux noyaux de fer S et D. Ces deux noyaux sont suspendus sur un cercle C oscillant autour d'un axe e , fixé lui-même sur une pièce solidaire de l'arbre A. L'arbre A est monté sur des couteaux et peut se déplacer sous le moindre effort.

A l'intérieur du cercle C est disposé un volant V qui est libre sur l'arbre A et peut être ou non bloqué par un frein T suivant la position du cercle ; les mouvements du volant et ceux de l'arbre A sont donc solidaires ou non de ceux du cercle, suivant que le frein serre ou ne serre pas ; le cercle C se trouve, par construction, concentrique à l'arbre A quand le frein est en contact avec le volant V, sollicité de tourner sous l'action du poids du porte-charbon supérieur ; à cet effet, il est relié par engrenages à l'arbre B sur lequel sont montés les deux tambours T, T', qui supportent, à l'aide de cordelettes de soies enroulées en sens inverse sur chacun d'eux, les deux porte-charbons T et T'.

Deux pompes à air S_2 D_2 , de construction spéciale, sont fixées sous les solénoïdes S et D. Les pistons de ces pompes S_3 , D_3 sont fixés sous les noyaux S_1 , D_1 ; le déplacement du piston S_3 est libre dans son cylindre S_2 ; l'autre pompe, munie de la soupape D_4 , offre au contraire une résistance assez grande et ne produit d'amortissement que dans le sens du soulèvement du noyau D, c'est-à-dire quand les charbons ont tendance à s'écarter. Il résulte de ce dispositif

que le rapprochement des charbons peut seul s'effectuer très rapidement, parce qu'alors la pompe S_2 se trouve seule en jeu et que les chaînettes supportant les noyaux restent tendues en maintenant le frein serré, s'il se produit des oscillations à l'allumage. On peut donc ainsi éviter le collage des charbons et maintenir des arcs très courts.

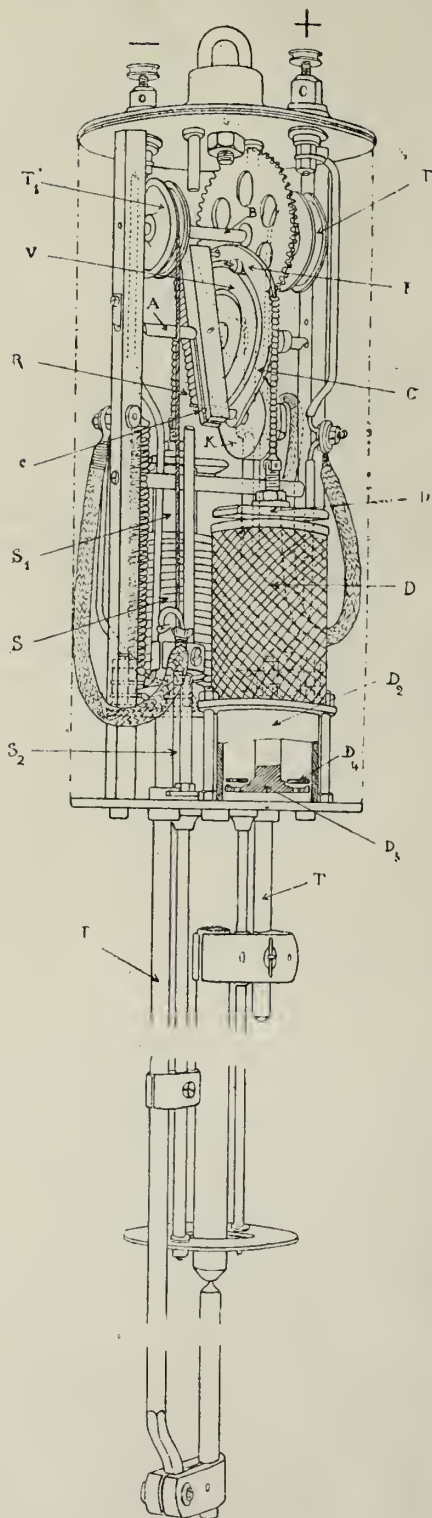


FIG. 11.

Lampe « La Moderne » de la Compagnie électrique parisienne. — Cette lampe est à point lumineux fixe.

En principe, elle se compose de deux solénoïdes montés l'un en dérivation, l'autre en série

Au repos, quand le noyau D est complètement enfoncé dans le solénoïde D, c'est-à-dire quand aucune force n'agit, le point d'oscillation du cercle C est à peu près sur la verticale passant par l'axe de l'arbre A et les forces, agissant sur les chaînettes qui pressent sur le cercle C, ne peuvent vaincre l'action des ressorts R qui tend à desserrer le frein; par suite le volant V est libre ainsi que les porte-charbons. Quand au contraire le noyau S s'enfoncé sous l'action du solénoïde correspondant, le cercle C est entraîné par la chaînette autour de son axe et l'action du frein augmente à mesure que le noyau s'enfoncé jusqu'à devenir supérieure à l'effort du ressort antagoniste R.

Un contrepoids K, monté sur le cercle C, sert à compenser les variations d'attraction que subissent les noyaux, suivant qu'ils sont plus ou moins enfoncés dans les solénoïdes correspondants.

A l'allumage, les charbons étant au contact, le noyau S est attiré; le piston D_3 formant retenue, la chaîne qui relie les deux solénoïdes entraîne le cercle C et le frein se serre de suite, les charbons s'écartent sans secousse et l'arc se forme.

Le réglage se produit par le déplacement des noyaux qui provoque le desserrage du frein et, par suite, la rotation du volant V. En marche, le volant tourne donc continuellement et le cercle C oscille de façon à serrer ou à desserrer le frein.

La soupape D_2 est équilibrée par deux ressorts qui la maintiennent légèrement soulevée, de façon qu'elle ne produise d'amortissement que lorsque les mouvements sont un peu brusques: par suite, les oscillations du cercle C ne sont pas entravées par l'amortissement en marche normale.

Cette lampe a été spécialement étudiée en vue du montage par trois en série sous 110 volts sans rhéostat de réglage.

Le mécanisme est monté entre deux plateaux entretoisés. Le plateau supérieur porte les deux bornes et le crochet de suspension; au plateau inférieur sont fixés les organes de guidage qui sont étudiés de façon à prévenir tout coincement.

qui, dans leurs mouvements, entraînent les deux porte-charbons par l'intermédiaire de freins magnétiques.

E et E' (*fig. 12*) sont les deux solénoïdes à l'intérieur desquels peuvent se mouvoir librement les deux noyaux D et D'; M et M' sont deux culasses fixes dans les solénoïdes qui sont reliées aux noyaux mobiles par deux ressorts *e e'* qui tendent à écarter les pièces l'une de l'autre en maintenant le noyau D contre la butée réglable *u* et le noyau D' contre la butée *n*.

Sur le noyau D qui glisse contre une roue en fonte R, est fixée une petite palette *a* en matière non magnétique, qui sert à introduire une résistance dans le circuit magnétique quand ce noyau, ayant été attiré par le solénoïde correspondant, la palette se présente contre la roue. L'autre noyau D' est muni d'un faisceau de lamelles en tôle douce T isolées magnétiquement entre elles ainsi que du noyau D' et mobiles autour de l'axe *o*. Ce noyau D' porte également une petite armature S, en forme d'équerre, qui recouvre son extrémité et en est isolée électriquement; cette armature, sous l'action du ressort *e'*, est pressée contre le ressort *m* qui est lui-même maintenu contre la vis de butée *n* et sert en outre à établir un contact électrique entre la butée *n* et l'armature S; il résulte de ce dispositif que le courant est coupé dans la bobine E' quand ce contact vient à être rompu. La vis réglable X limite la course du ressort *m* dans l'autre sens.

Le porte-charbon positif V est à la masse de la lampe et le porte-charbon négatif U est relié par le câble *z'* à l'extrémité de la bobine en gros fil E'. Ces deux porte-charbons sont suspendus par un ruban AB qui rend leurs mouvements solidaires. Ce ruban s'enroule sur l'axe *r* de la poulie R, puis vient passer en sens contraire sur deux petites poulies de renvoi *c* et *c'*.

A l'allumage, les deux crayons sont en contact; par suite le courant principal traverse le solénoïde à gros fil E dont le noyau est fortement attiré. Mais ce noyau, qui se trouve aimanté, vient coller contre la poulie R qu'il entraîne dans son mouvement de descente; l'écart des charbons se produit et l'arc se forme. La butée *u* sert à régler l'écart à l'allumage.

En marche, quand les charbons s'usent, le courant dérivé dans le solénoïde E' augmente de valeur; les lamelles de tôle douce T s'aimantent de plus en plus fortement et quand le noyau D' est attiré par le solénoïde, il entraîne la roue R dans son mouvement car, à ce moment, le freinage exercé par le noyau D est affaibli par l'interposition de la palette non magnétique *a* entre ce noyau et la roue R: les charbons se rapprochent. Mais le noyau D', en se déplaçant, attire avec lui le ressort *m* qui est aimanté par contact et cet entraînement du ressort *m* se continue jusqu'à ce que celui-ci bute contre la vis de réglage X; à ce moment le contact électrique étant rompu, le circuit dérivé dont fait partie la bobine E' se trouve coupé et le noyau D', qui n'est plus attiré par le solénoïde E', obéit à l'action du ressort *e'*, ce qui rétablit à nouveau le circuit dérivé. Ces mouvements se reproduisent dès que la différence de potentiel aux bornes de la lampe tend à varier. La désaimantation du sabot T est assez rapide pour que l'adhérence magnétique de ce sabot sur la roue R soit nulle dès que le courant dérivé est rompu.

Lampe de la Compagnie générale d'Électricité de Greil (*fig. 13*). — Cette lampe, qui est à point lumineux fixe dans l'espace, se compose d'un électro-aimant à deux bobines E montées en dérivation, dont l'armature mobile A est fixée à l'une des extrémités d'un levier L, rappelé en sens inverse de l'action de l'électro-aimant par un ressort antagoniste R. A l'autre extrémité du levier L est fixée une poulie P supportant une chaînette B qui passe également sur la roue à noix N et porte à chacune de ses extrémités un des porte-charbons.

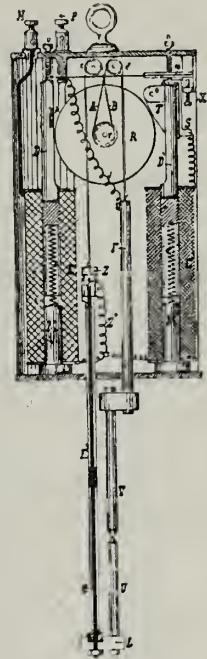


FIG. 12.

Le porte-charbon supérieur qui est d'un poids supérieur à l'autre, tend à provoquer le rapprochement des charbons; il est commandé par une roue à échappement H et un cliquet D solide du levier L.

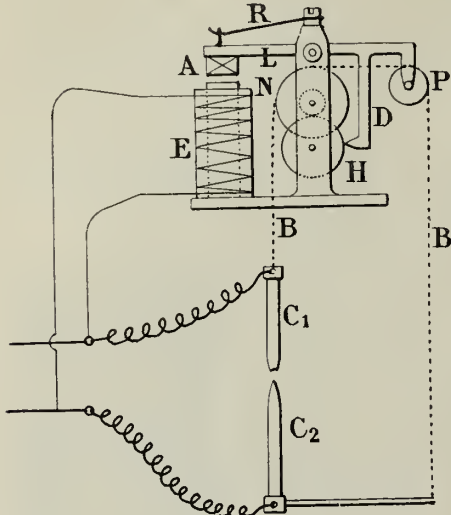


FIG. 13.

suffisante pour que l'attraction de l'électro-aimant sur son armature soit supérieure à l'effort exercé par le ressort antagoniste.

Lampe de l'Electricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert et C^{ie}, de Nuremberg. — Cette lampe est identique à la précédente.

Lampe Brianne de la maison Bisson, Bergès et C^{ie}. — Cette lampe est à point lumineux fixe, le porte-charbon supérieur étant seul mobile.

Elle se compose d'un solénoïde S (*fig. 14*), monté en dérivation aux bornes de la lampe, dont le noyau est en forme de segment de cercle; ce solénoïde actionne un râteau R solidaire du noyau du solénoïde. Ce râteau commande un volant denté V sur l'axe duquel est monté un pignon denté P engrenant avec une crémaillère C.

Le solénoïde S est fixé au plateau supérieur sur lequel se trouvent les deux bornes; le tube central qui surmonte ce plateau sert à loger la crémaillère quand les charbons ont leur plus grande longueur. L'axe d'oscillation du noyau du solénoïde se trouve sur une pièce solidaire du plateau supérieur. Le plateau inférieur est maintenu par trois entretoises et il supporte les deux tiges de guidage du porte-charbon supérieur qui sont entretoisées à leur autre extrémité.

Le fonctionnement de cette lampe est très simple. Les charbons étant mis en place, on les met à l'écart convenable à l'aide du poussoir M qui, traversant le plateau inférieur, agit directement sur le râteau R; ce poussoir est réglé de façon à obtenir automatiquement l'écart normal.

À l'allumage, les charbons étant écartés, le courant qui traverse la bobine en dérivation S est maximum; le noyau est par suite fortement attiré et le râteau R abandonne le volant V qui se met à tourner sous l'action du poids de la crémaillère et du porte-charbon supérieur. Ce mouvement se continue jusqu'à ce que les crayons soient en contact. À ce moment, le courant qui traverse la bobine étant nul, le noyau retombe et le râteau R vient en prise avec le volant et, dans son mouvement, remonte la crémaillère; l'allumage se produit.

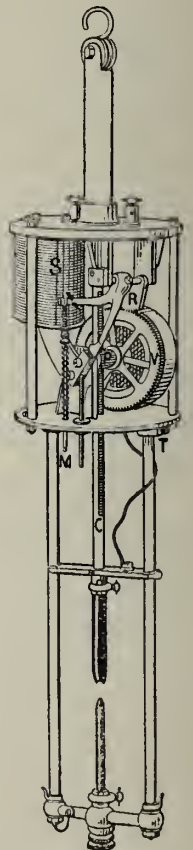


FIG. 14.

Le réglage en marche se fait par le même mouvement dès que la différence de potentiel aux bornes augmente; la bobine attire le noyau de fer doux jusqu'à ce que la dernière dent du râteau laisse échapper le volant et alors les charbons se rapprochent. L'inertie du volant est suffisante pour que son défilage se fasse dent par dent; le réglage se fait donc d'une façon insensible.

Lampe à frein de la maison Sautter, Harlé et C^{ie} (*fig. 15*). — Cette lampe est à point lumineux fixe. Elle se compose d'une roue A qui porte sur son axe une poulie à gorge; les porte-charbons R et S, guidés par un système convenable de roulettes le long d'une tige unique, sont suspendus par une cordelette de soie C, qui passe sur la poulie à gorge, puis s'engage presque aussitôt dans le tube de guidage; cette cordelette est donc très efficacement garantie. Le porte-charbon supérieur R, plus lourd que le porte-charbon S, tend à se rapprocher de celui-ci quand le système n'est pas immobilisé par le frein F. Ce frein est articulé sur le berceau B monté sur le même axe que la roue A.

Les mouvements du frein F sont commandés par un solénoïde L monté en dérivation aux bornes de la lampe; à cet effet, le levier de ce frein est relié au noyau de fer doux N qui coulisse à frottement doux dans un tube-guide fermé à une de ses extrémités et fixé par une petite rotule à la partie inférieure du tube central de la bobine L.

La tige T, que l'on voit déborder au-dessous du plateau inférieur, sert à desserrer le frein F quand, pour un motif quelconque, on désire déplacer les porte-charbons.

Une lamelle de laiton est fixée au porte-crayon inférieur et vient s'appuyer contre le tube de guidage; cette lamelle a pour but d'abriter le galet inférieur du porte-charbon des cendres et des poussières qui pourraient entraver sa marche.

Le réglage des charbons se fait à l'aide des boutons à excentrique des pinces.

Le courant est amené à la lampe par deux câbles isolés qui sont reliés aux deux porte-charbons; ces câbles traversent le plateau supérieur de la lampe, puis s'engagent dans le crochet de suspension monté sur ce plateau; ce crochet, constitué par un tube ouvert à ses deux extrémités, laisse sortir les deux câbles au dehors.

Le mécanisme est disposé entre les deux plateaux sur lesquels il est fixé et l'enveloppe cylindrique qui l'abrite vient buter contre le plateau supérieur qui forme saillie tout autour.

Lorsque le courant ne traverse pas le solénoïde, le frein F vient faire pression à l'intérieur de la roue A sous l'action du poids du noyau N. La roue et le berceau, qui sont alors solidaires, sont entraînés par le noyau jusqu'à ce que celui-ci vienne buter contre le fond du tube-guide. Ce mouvement détermine l'écart des charbons.

Quand le noyau N est soulevé, les crayons se rapprochent et, si le mouvement de soulèvement du noyau continue, le berceau B vient buter sur un arrêt et le frein, abandonnant la roue A, permet aux deux charbons de continuer de se rapprocher l'un et l'autre.

A l'allumage, les crayons sont écartés; par suite, le solénoïde L soulève rapidement le noyau et, le frein cessant d'agir, les crayons viennent en contact; à ce moment, aucun courant ne traverse plus la bobine L et le noyau N retombe en entraînant avec lui la roue A: l'allumage se produit.

A mesure que les charbons s'usent, la différence de potentiel aux bornes de la lampe augmente et, par suite, le noyau N est progressivement soulevé.

En marche normale, le desserrage du frein se fait doucement, de telle sorte que la roue A tourne lentement d'un mouvement continu, à une vitesse correspondante à l'usure des charbons.

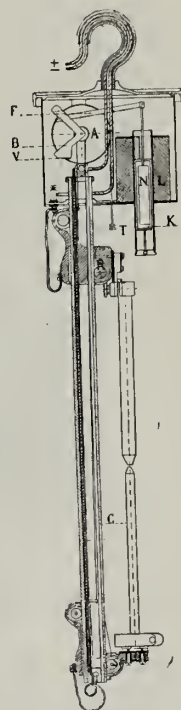


FIG. 15.

Lampe à frein pour éclairage par diffusion à la maison Sautter Harlé et C^{ie}. — Cette lampe est identique, comme fonctionnement, à la précédente; son mécanisme comporte les mêmes organes, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 16, mais ces organes sont un peu différemment disposés. Toutefois le guidage des charbons est légèrement modifié; les porte-charbons sont fixés sur deux tiges qui glissent entre des galets et sont rendues solidaires par la cordelette C. Le réflecteur est fixé sur le plateau de la lampe. La figure représente le mode de suspension adopté pour les lampes ornées. On voit que les deux câbles souples contournent le réflecteur en passant à l'intérieur des tubes; à leur partie supérieure, ces deux tubes sont agrafés à une monture fixée sur un bloc isolant qui porte le crochet de suspension. Le remplacement des charbons se fait par le haut pour le crayon négatif et, pour le crayon positif, par deux portes disposées sur la partie cylindrique du réflecteur.

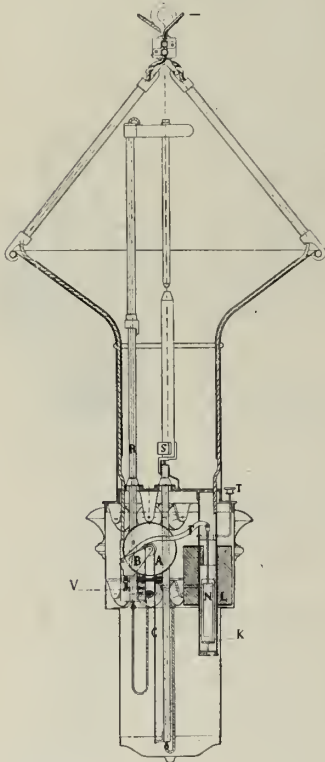


FIG. 16.

mouvement de rotation du tambour, la cordelette C² s'enroule en soulevant le porte-charbon inférieur.

C'est ce mouvement du tambour qui est utilisé pour actionner les autres organes mécaniques de la lampe.

Afin d'éviter tout frottement nuisible des cordelettes et aussi pour pouvoir rapprocher les poulies B¹ et B², un doigt D, engagé dans un filet du tambour, oblige celui-ci à se déplacer sur l'arbre F qui le porte, de façon que les cordelettes se présentent toujours dans une direction normale à l'axe.

Le mouvement de rotation du tambour T est transmis à l'arbre F par deux goupilles G¹ et G² fixées sur le manchon H calé sur l'arbre; ces goupilles pénètrent librement dans le tambour T de façon à ne pas gêner ses déplacements.

L'arbre F porte, à sa partie supérieure, une roue dentée J qui commande l'arbre K par l'intermédiaire du pignon L. Une goupille fixée transversalement à la partie supérieure de l'arbre K appuie constamment, grâce aux ressorts N¹ et N², sur les cônes O¹ et O² qui font partie du plateau allumeur régulateur F. Ce plateau peut se déplacer sur son arbre.

Quand la lampe ne fonctionne pas, les charbons sont au contact et le plateau P repose sur l'assiette du pignon L; dans cette position, le plateau-frein annulaire Q repose sur l'extrémité de deux tiges R¹ et R² (fig. 18), de telle sorte que le plateau régulateur P peut tourner avec

le réflecteur en passant à l'intérieur des tubes; à leur partie supérieure, ces deux tubes sont agrafés à une monture fixée sur un bloc isolant qui porte le crochet de suspension. Le remplacement des charbons se fait par le haut pour le crayon négatif et, pour le crayon positif, par deux portes disposées sur la partie cylindrique du réflecteur.

Lampe Gance de la Société « Force et Lumière électriques » et de la maison Gance et Fils (fig. 17). — Cette lampe est à point lumineux fixe et à réglage différentiel.

Au repos, les charbons sont toujours au contact, la mise en mouvement du mécanisme étant due au poids du porte-charbon supérieur A. Une cordelette de soie C¹ est fixée par une de ses extrémités au porte-charbon supérieur et, par l'autre, à un tambour vertical T dans les filets à gorge duquel elle vient s'enrouler. La partie supérieure de ce tambour a un diamètre double de celui de la partie inférieure lorsque la lampe, alimentée par un courant continu, est munie de charbons de même diamètre; mais, en général, le tambour a le même diamètre sur toute la longueur et on emploie des crayons de section différente.

Une seconde cordelette C² est attachée, d'une part, à la partie inférieure du tambour et, d'autre part, au porte-charbon inférieur.

Il s'ensuit que la descente du porte-charbon supérieur, due à son propre poids, a pour effet de faire dérouler la cordelette C¹ qui fait tourner le tambour T; par suite de ce

l'ensemble du mécanisme. Quand les tiges R^1 et R^2 , commandées par le noyau mobile a du solénoïde S , s'élèvent, le plateau-frein Q est soulevé et vient immobiliser le plateau P , arrêtant ainsi le mouvement de descente du porte-charbon supérieur; si le plateau-frein continue à monter, il soulève avec lui le plateau P qui agit à son tour sur la goupille de l'arbre K en le déplaçant d'un certain angle. Ce déplacement de la goupille entraîne la rotation de l'arbre K , du pignon L , de la roue J et du tambour T sur lequel s'enroule alors une petite longueur de la cordelette C^1 ; le porte-charbon supérieur remonte par suite légèrement, tandis que la cordelette C^2 se déroulant, le porte-charbon inférieur descend. C'est ainsi que l'on obtient l'allumage.

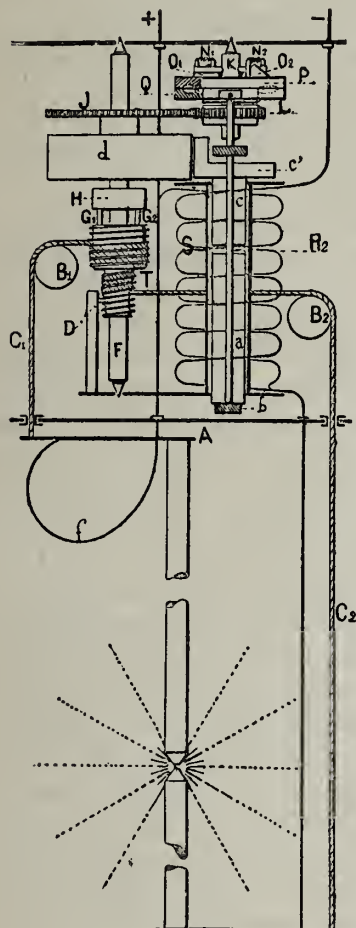


FIG. 17.

suspendant à nouveau, pendant un temps très court, tout mouvement d'avancement des charbons.

Indépendamment des organes de réglage dont nous venons de parler, il y a, en outre, les effets du frein magnétique, constitué par la masse de fonte du volant d qui présente une partie de sa périphérie à l'épanouissement polaire du noyau fixe c . La puissance de ce frein est proportionnelle à l'intensité du courant alimentant l'arc. D'autre part, l'inertie du volant d s'oppose à la chute trop rapide du porte-charbon supérieur sous l'action de la pesanteur.

L'ensemble du mécanisme est compris entre deux plateaux entretoisés; le plateau supérieur porte les bornes de connexion et l'anneau de suspension. Au plateau inférieur sont fixés les tiges de guidage du porte-charbon.

Lampe Duflos de la maison Combier et Duflos. — Cette lampe est à point lumineux fixe. Son mécanisme est très simple et d'un volume aussi réduit que possible: l'inventeur s'est attaché

Le solénoïde S est à double enroulement; il est muni d'un noyau fixe c et d'un noyau mobile a fixé sur la traverse b qui porte également les tiges R^1 et R^2 .

Au moment de l'allumage, le noyau mobile a s'élève, attiré à la fois par le solénoïde et par le noyau fixe C . Dans ce mouvement, il entraîne la traverse b et les tiges R^1 et R^2 ; les charbons s'écartent et l'arc se forme.

Quand l'écart des charbons augmente par suite de l'usure, la résistance de l'arc augmente, l'intensité du courant diminue dans le circuit à gros fil, tandis qu'elle augmente dans le circuit à fil fin qui est enroulé en sens inverse. Par suite de ces actions différentielles, le noyau mobile a tend à reprendre sa position primitive et, pendant ce mouvement de descente, les charbons s'avancent l'un vers l'autre sollicités par l'action de la pesanteur.

A un moment donné, l'adhérence entre les plateaux P et Q devient assez faible pour permettre un léger glissement du plateau régulateur et les deux charbons avancent d'une très petite quantité; en même temps, l'intensité du courant augmente légèrement et, par suite, l'action magnétique augmente à son tour l'adhérence des deux plateaux P et Q , un temps très court, tout mouvement d'avancement des

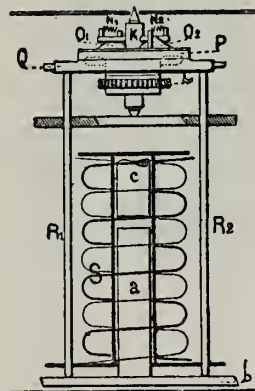


FIG. 18.

à supprimer tous les organes délicats tels que ressorts, cordelettes, pointeaux, freins, etc., qui très souvent entravent le bon fonctionnement des régulateurs.

Cette lampe est établie de façon que son emploi avec le courant continu ou avec les courants alternatifs, d'une fréquence quelconque, puisse être obtenu d'une façon simple et rapide par la seule modification du solénoïde de réglage.

La figure 19 montre le mécanisme de la lampe : les deux porte-charbons sont rendus solidaires par une chaîne de Vaucanson *c*, dont les maillons s'engagent sur un pignon denté *f*; ce pignon est calé sur le même axe *a* qu'une grande roue dentée *R*. Sur cet axe peut en outre osciller librement une pièce coudée *cc'*, portant à l'extrémité *c'* un petit pignon *p* qui vient engrener avec la roue *R* et une roue *r* à dents longues et inclinées; dans les dents de cette dernière roue peut venir s'engager un doigt d'arrêt *d* qui est fixe.

L'extrémité inférieure du noyau *N* du solénoïde *B*, monté en dérivation aux bornes de la lampe, est reliée à un levier *v* *LP*, mobile autour du point *v*, de façon à rendre les mouvements de ce levier solidaires de ceux du noyau *N*.

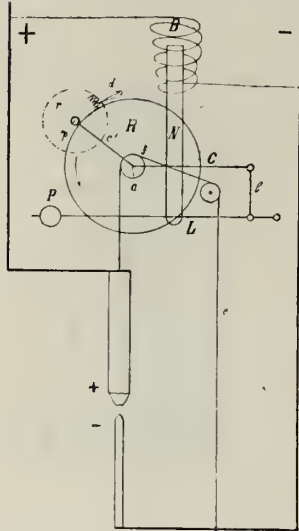


FIG. 19.

Ces mouvements sont transmis à la pièce *c c'* par l'intermédiaire d'une bielle *b*. Enfin *P* est un contrepois qui est destiné à équilibrer l'ensemble.

Le poids du porte-charbon supérieur et les mouvements du noyau du solénoïde sont utilisés comme moteurs pour la manœuvre de tous les organes, de telle sorte que, en dehors de l'action magnétique du courant de réglage, qui est équilibré par le poids du noyau du solénoïde, la pesanteur est la seule force à laquelle soient soumis les organes; les efforts en jeu sont donc constants.

À l'allumage, les crayons sont écartés; la différence de potentiel aux bornes de la bobine du solénoïde *B* est maximum; par suite, le noyau *N* est énergiquement attiré. Dans son mouvement ascensionnel, il soulève le levier *v* *LP* et, par l'intermédiaire de la bielle *b*, fait osciller la pièce *cc'*; le bras *c'* de cette pièce, en s'abaissant, dégage la dent de la roue à rochet *r*, qui était en prise avec le doigt fixe *d*; cet arrêt immobilisait tout l'ensemble; aussi, dès qu'il est supprimé, la roue dentée *R* se met à tourner dans le sens de la flèche sous l'action du poids du porte-

charbon positif; elle entraîne dans sa rotation le pignon *p* et la roue *r* qui sont calés sur le même axe. Ces deux pièces qui tournent, bien entendu, en sens inverse, continuent leur mouvement jusqu'à ce que les charbons soient en contact. À ce moment, comme la différence de potentiel aux bornes de la lampe diminue brusquement, le noyau *N* retombe, faisant basculer la pièce *cc'* dont le bras *c'* se relève rapidement.

La roue *r*, qui est fixée à l'extrémité de ce bras, est projetée sur l'arrêt fixe *d* qui pénètre dans une dent de cette roue dont la denture, avons-nous dit, est très longue; or, dès que le doigt *d* a commencé à s'engager dans une dent, il immobilise la roue *r*: à partir de ce moment, cette roue est donc devenue solidaire de la roue *R*: la pièce *cc'*, en continuant son mouvement, va, par suite, entraîner la roue *R* en sens inverse de la flèche sous l'effort du petit pignon *p*. Ce petit mouvement de recul est employé pour provoquer l'écart des charbons nécessaire pour l'allumage et il a d'autre part pour effet d'engager à fond le doigt *d* dans la dent de la roue *r*.

Le réglage est facile à comprendre; à mesure que l'arc s'allonge et que, par suite, le courant dans la bobine *B* augmente d'intensité, le noyau *N* est soulevé graduellement jusqu'à ce que le déplacement correspondant de la pièce *cc'* ait acquis une valeur suffisante pour faire dégager la roue *r* de la dent fixe *d*.

La disposition du tambour qui, comme nous l'avons dit, est fou sur son axe, permet d'écartier à la main les porte-charbons sans actionner la roue d'échappement, ce qui serait long et risquerait de détériorer le mécanisme.

A ce moment, la roue R, devenant libre, obéit à l'action du poids du porte-charbon positif et le rapprochement des charbons s'opère, mais est immédiatement arrêté par une nouvelle immobilisation de l'ensemble, due à la mise en prise du doigt dans la dent suivante de la roue *r* ; le doigt s'engage dans cette nouvelle dent sous l'action des petites oscillations du noyau qui se produisent au moment du réglage. Ces oscillations, étant multipliées par la pièce *cc'*, n'ont besoin d'avoir qu'une très faible amplitude pour produire ce résultat ; comme, d'autre part, la denture de la roue *r* est très fixe, la lumière reste bien fixe.

Le réglage de la lampe se fait au moment de la construction, en donnant au noyau N le poids convenable pour obtenir le défilement des porte-charbons dès que la différence de potentiel aux bornes de l'arc a atteint la valeur choisie.

Le mécanisme de cette lampe est placé entre deux plateaux en fonte de fer solidement entretoisés par des boulons en acier ; les pièces composant ce mécanisme sont assemblées au moyen de goupilles, de façon à ce qu'elles ne puissent se dérégler en marche et elles sont toutes interchangeables.

Les frottements sont assez faibles pour que la lampe puisse fonctionner avec du courant continu à partir de 2 ampères et, à partir de 5 ampères, avec du courant alternatif.

Le montage peut se faire sous 110 volts par deux lampes en série sur le courant continu et par trois en série sur le courant alternatif. Le fonctionnement est également bon par dix lampes en série sous 500 volts.

Lampe de la Société industrielle des Téléphones (fig. 20). — Cette lampe est à point lumineux fixe ; les porte-charbons sont soutenus par une cordelette mouflée, de telle sorte que le porte-charbon supérieur s'élève d'une quantité égale à celle dont l'autre porte-charbon descend et inversement.

La cordelette est enroulée sur un tambour, fou sur son axe, dont les mouvements sont rendus solidaires de ceux d'une roue à échappement, montée sur le même axe, par l'adjonction d'un ressort qui est fixe sur le tambour et vient presser contre la roue.

La roue d'échappement est entraînée par un balancier à ancre, dont les mouvements sont commandés par le noyau de fer doux d'un solénoïde qui a sa bobine montée en dérivation entre les bornes de la lampe.

A l'allumage, les charbons sont écartés ; par conséquent, le noyau de fer doux est attiré violemment dans la bobine du solénoïde rapprochant, par l'intermédiaire d'un levier, le charbon inférieur qui vient ainsi au contact du charbon supérieur ; comme à ce moment le noyau de fer doux n'est plus attiré, l'écart se produit entre les deux charbons, grâce à l'excédent de poids du porte-charbon supérieur et l'allumage se produit. Quand l'arc s'allonge, le noyau est attiré de nouveau et le balancier, qui était retenu par un petit ergot, solidaire du noyau, est décalé de telle sorte que les crayons peuvent se rapprocher. Dès que l'écart est redevenu normal, le noyau remonte et l'ergot vient de nouveau caler le balancier en immobilisant la roue d'échappement et, par là même, le tambour sur lequel passe la cordelette qui supporte les porte-charbons ; le mouvement de rapprochement des charbons se trouve donc limité.

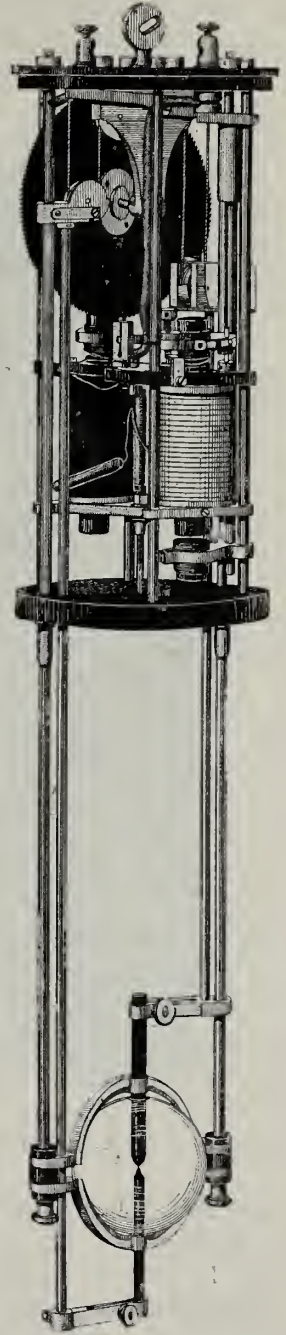


FIG. 20.

Une bobine supplémentaire, qui n'est pas représentée sur la figure, permet de produire automatiquement l'écart entre les charbons au moment de l'allumage, si ceux-ci ont été placés par erreur au contact; ce dispositif a, en outre, l'avantage de réduire l'intensité nécessaire au moment de cet allumage.

Le guidage des porte-charbons est fait d'une façon rigoureuse et les pinces qui servent à fixer les charbons sur les tringles mobiles sont munies de joints à la cardan pour éviter tout coincement dans leurs mouvements. Grâce à ces précautions, on peut employer, pour une intensité donnée, des crayons du plus petit diamètre possible.

Le modèle de lampe pour courants alternatifs est identique, à la bobine près, à celui que nous venons de décrire.

Le plus petit modèle fonctionne à partir de 2A sur courant continu et de 4A sur courant alternatif; le plus grand modèle construit jusqu'ici marche à 75A.

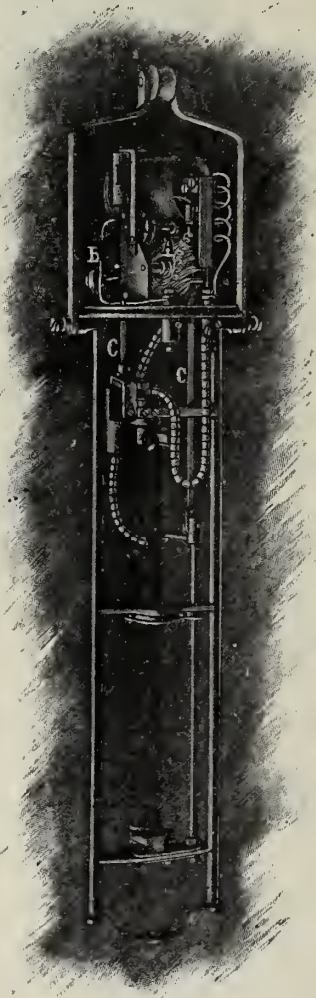


FIG. 21.

Lampe Thury de la maison H. Cuénod, de Genève. — Cette lampe est à point lumineux fixe; son réglage est différentiel. Son mécanisme, qui est très peu encombrant et d'une assez grande simplicité, permet, comme celui des lampes à solénoïde, de produire avec un seul organe de réglage l'écartement ou le rapprochement des charbons pendant la marche et à l'allumage et il présente, en outre, l'avantage d'être plus robuste.

Le dispositif de réglage consiste essentiellement en un petit moteur sans collecteur ni balais, dont le mouvement, limité à un quart de révolution, provoque l'écart à l'allumage et le réglage en marche par l'intermédiaire d'un frein à corde.

Le moteur (*fig. 21*) se compose d'un inducteur MN à enroulement compound, dans le champ duquel un induit A, monté en série, peut tourner entre deux butées qui ne lui permettent que de faire un quart de tour; c'est à l'aide d'une tige fixée sur l'arbre de l'induit, dans une direction perpendiculaire à cet arbre, que ces butées sont réalisées contre les parties fixes de l'appareil; cette tige sert, en même temps, à supporter un contrepoids de réglage B, dont nous verrons l'utilité plus loin.

Un tambour est calé sur une des extrémités de l'arbre de l'induit, tandis qu'un axe parallèle à cet arbre et placé au-dessus, muni de deux galets G, supporte les deux porte-charbons par l'intermédiaire de deux câbles souples. Ce montage rend les porte-charbons solidaires.

Le frein de réglage se compose d'une cordelette attachée par une de ses extrémités à la monture de la lampe par l'intermédiaire d'un ressort qui, ensuite, s'enroule sur une poulie à gorge solidaire de l'axe de suspension des porte-charbons et est finalement fixée au tambour que porte l'arbre de l'induit.

Tout le mécanisme est fixé sur le plateau unique de la lampe qui supporte, en outre, les deux tiges de guidage des porte-charbons et l'étrier de suspension formé de deux fers plats contre-coudés, qui sont réunis par une poulie de porcelaine.

Une boîte qui vient s'adapter sur le plateau protège le mécanisme.

Nous voyons par cette description que, quand le courant ne passe pas, l'axe de suspension

des porte-charbons est indépendant des mouvements de l'arbre du moteur, puisqu'alors le frein est toujours desserré; au contraire, dès que le courant normal passe, le frein agissant, cet axe sera rendu solidaire des mouvements de l'arbre de l'induit; entre ces deux valeurs du courant, le frein peut laisser glisser les porte-charbons plus ou moins rapidement l'un vers l'autre car, par construction, le porte-charbon supérieur, dont le poids est plus élevé que l'autre, tend à amener les deux charbons en contact.

À l'allumage, l'induit A se met en marche énergiquement et tourne de 90°. Dans ce mouvement, il tend fortement le frein et, par suite, entraîne dans sa rotation les deux galets G en provoquant ainsi l'écartement nécessaire; puis il prend sa position de régime correspondant à l'intensité normale, c'est-à-dire à une position du contrepoids qui est intermédiaire entre les deux butées.

Tant que l'intensité reste normale, la cordelette empêche le glissement de la poulie à gorge et, par suite, le rapprochement des charbons; mais, dès que cette intensité baisse, l'induit, sollicité par le contrepoids B, tend à revenir à sa position première et, par suite, le frein est légèrement desserré: la poulie à gorge peut donc glisser et provoquer le rapprochement des charbons.

Si, au contraire, l'intensité augmente par suite d'un rapprochement accidentel des charbons dû, par exemple, à un défaut d'homogénéité, le mouvement de l'armature, tout en écartant les charbons, fait agir le frein, qui maintient l'écart jusqu'à ce que l'intensité normale pour laquelle est réglé le contrepoids soit atteinte.

Comme l'énergie du moteur est considérable et que, par suite, ses mouvements sont brusques, particulièrement à l'allumage, on a disposé un petit frein à air P qui agit directement sur l'arbre de l'induit pour modérer la rapidité de ses déplacements.

Les dimensions de cette lampe sont très réduites, ainsi que son poids. Le petit modèle, qui correspond à des durées d'éclairage de cinq à six heures, permet d'employer des intensités de 3 à 8 ampères, n'a que 55 cm de hauteur et pèse 3 300 kg.

Les lampes destinées à l'éclairage par arc en série à partir de quatre lampes sont munies d'un *by-pass*. Cet appareil se compose d'une armature, manœuvrée par un électro-aimant, qui intercale automatiquement dans le circuit une résistance compensatrice si, pour une cause quelconque, la lampe vient à s'éteindre. Ce même appareil remet la lampe en circuit dès qu'elle peut reprendre son fonctionnement normal.

Le même modèle de lampe est appliqué pour l'éclairage par arc renversé.

Lampe Pieper de la Compagnie internationale d'Électricité. — La lampe à arc Pieper à réglage par cliquet et roue à rochet (*fig. 22*) est du type en dérivation; elle est à point lumineux fixe et elle peut fonctionner sur courant continu ou alternatif, suivant l'enroulement de la bobine de l'électro-aimant.

Le mécanisme de cette lampe se compose d'un solénoïde qui actionne un levier; ce levier qui porte un cliquet fixé à l'extrémité d'un bras, isolé électriquement, commande la marche d'une roue à rochet, sur l'axe de laquelle est monté un galet qui supporte les porte-charbons.

Le levier peut osciller sur des couteaux en acier trempé; à une des extrémités est fixé le noyau mobile du solénoïde et, à l'autre, un ressort antagoniste. Une pompe à air sert à amortir les mouvements brusques des organes de la lampe.

Les porte-charbons sont reliés par une chaînette qui passe sur le galet; ils sont suspendus dans des tringles de guidage au-dessus de leur centre de gravité pour réduire au minimum le frottement. Pour pouvoir faire glisser ces porte-charbons à volonté, on a placé une tige, qui traverse le plateau où tout le mécanisme est fixé, à l'aide de laquelle on peut dégager le cliquet qui retient la roue à rochet.

La course du levier est limitée par une vis qui forme une butée réglable, suivant l'intensité à laquelle la lampe doit fonctionner. La tension du ressort antagoniste peut également être

réglée, suivant la différence de potentiel choisie, à l'aide d'un écrou molleté placé en dessous du plateau.

Les pinces des charbons sont disposées pour centrer des crayons de tous diamètres.

Le charbon supérieur est guidé par un anneau en stéatite autour duquel est monté un petit réflecteur émaillé sur lequel viennent se déposer les produits de la combustion.

La lampe est suspendue par un étrier fixé dans une échancrure du plateau et il suffit de le faire basculer pour dégager l'enveloppe qui recouvre le mécanisme. Enfin, les guides des porte-charbons sont réunis en bas par une traverse qui sert à fixer la garniture de la lampe.

Cette lampe est construite en alliage d'aluminium, afin d'en réduire notablement le poids.

Le fonctionnement est très simple et présente cependant une certaine originalité.

À l'allumage, les charbons sont écartés et le courant qui traverse l'enroulement en dérivation aspire le noyau du solénoïde ; le cliquet abandonne donc la route à rochet et les crayons viennent en contact par suite de l'excès de poids du porte-charbon supérieur. La lampe étant en court-circuit, l'action du ressort antagoniste devient prépondérante et la roue à rochet actionnée par le cliquet provoque l'écart des charbons et par suite l'allumage.

A mesure que les charbons s'usent, la tension aux bornes de la lampe augmente et le noyau mobile de l'électro-aimant est de nouveau attiré ; le cliquet va donc dégager la roue à rochet pour provoquer le rapprochement des charbons. Pour que la roue n'avance que d'un cran à la fois, M. Pieper a imaginé le dispositif suivant : au point X, c'est-à-dire à l'une des extrémités du fil en dérivation du solénoïde, deux chemins sont offerts au courant : l'un est formé par le bras isolé du cliquet qui est relié en X par un fil souple et la roue à rochet qui est à la masse ; l'autre chemin est constitué par un second enroulement de grande résistance sur le solénoïde, dont l'autre extrémité est également à la masse. Quand le cliquet abandonne la roue, le premier circuit est interrompu et le courant doit traverser les deux enroulements en série. L'action du solénoïde est donc considérablement affaiblie ; par

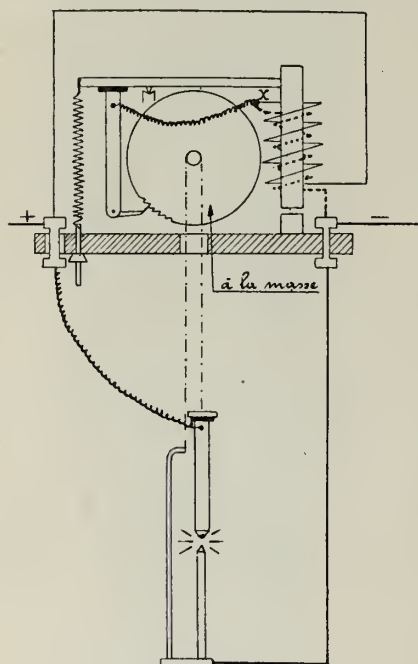


FIG. 23.

suite le ressort antagoniste fonctionne en rétablissant le premier circuit.

Les lampes en série sont munies d'un dérivateur automatique ou résistance de compensation logé dans la lampe même.

b. — Lampes à mouvement d'horlogerie

Lampe Gramme de la Société Gramme. — Dans cette lampe, le charbon supérieur est seul mobile ; il est fixé à l'extrémité d'une crémaillère. Cette crémaillère engrène avec un pignon denté qui actionne, par une série d'engrenages, un amortisseur à ailettes ; sur le même axe que l'amortisseur se trouve fixée une roue à étoile. Deux électro-aimants, montés en dérivation aux bornes de la lampe, agissent sur une armature commune portant un butoir qui vient arrêter ou dégager la roue à étoile. Deux autres électro-aimants montés en série, dont les armatures ont un recul fixe, servent à produire l'allumage en abaissant le charbon inférieur.

Au moment de l'allumage, si les charbons ne sont pas en contact, les électro-aimants en dérivation, qui sont seuls traversés par le courant, attirent leur armature ; la roue à étoile se trouve alors dégagée et la crémaillère agissant par son poids rapproche les charbons. Quand le contact se produit entre les deux charbons, le courant devient nul dans les électro-aimants en

dérivation, tandis qu'il est maximum dans les électro-aimants en série qui écartent brusquement les deux charbons en amorçant l'arc.

En marche, quand la résistance de l'arc augmente par suite de l'usure des crayons, les électro-aimants en dérivation agissent de nouveau pour effectuer le rapprochement, afin que le mouvement de défilage de la crémaillère soit très lent; chaque fois que les électro-aimants en dérivation attirent leur armature, le courant se trouve automatiquement coupé dans les bobines, de telle sorte que l'attraction cesse aussitôt. Le réglage est fait de telle sorte que la roue à étoile avance d'une seule dent à chaque attraction; il en résulte que le rapprochement des charbons, à chaque oscillation de l'armature, est très faible.

Lampe de la Société les Fils d'Adolphe Mougins (fig. 23). — Cette lampe est à point lumineux fixe et à réglage différentiel.

Elle présente cette particularité de pouvoir fonctionner dans une position quelconque. La pesanteur ne pouvant être employée comme moteur, dans ce cas, il faut recourir à un moteur spécial pour obtenir l'entraînement des charbons.

Le mécanisme moteur est constitué par une série de roues dentées maintenue entre deux flasques de laiton; ces roues sont actionnées par un ressort monté dans le barillet qui, dans la figure, se trouve caché par les engrenages. Sur le même axe que le barillet est fixée une roue dentée qui, par l'intermédiaire d'autres roues, commande les deux crémaillères des deux porte-charbons. Cette commande est obtenue par les deux roues dentées extrêmes qui tournent en sens inverse, de façon à maintenir le point lumineux fixe dans l'espace, si on a soin d'employer des charbons de section inversement proportionnelle à l'usure.

L'ensemble du mécanisme moteur peut osciller autour de l'axe du barillet sous l'action d'un électro-aimant A monté en série avec les charbons : à cet effet, l'armature mobile de cet électro-aimant est fixée sur les flasques du mécanisme moteur. Une bobine, dont l'armature est en forme de double T et qui est montée en dérivation aux bornes de la lampe, commande un trembleur qui, par l'intermédiaire d'un levier, peut libérer ou non le mécanisme moteur en le dégageant ou en se mettant en prise avec les dents d'une roue à étoile solidaire de l'engrenage du moteur.

Le mécanisme moteur que nous venons de décrire est fixé sur un plateau de fonte sur lequel sont également montés deux tubes en laiton réunis à leur extrémité inférieure par une entretoise en fonte. Les crémaillères des porte-charbons couissent dans ces tubes; le guidage de ces porte-charbons est complété par une série de galets montés sur les supports des porte-charbons. Les pinces des charbons sont montées à rotule, de façon que le centrage soit facile et puisse être obtenu exactement.

Le porte-charbon inférieur est à la masse et le porte-charbon supérieur, isolé électriquement.

À l'allumage, les charbons sont au contact; le courant qui traverse l'électro-aimant en série A provoque une attraction énergique de l'armature qui fait osciller le mouvement d'horlogerie et produit l'écart nécessaire pour l'allumage. L'étoile F se trouve engagée dans une languette qui immobilise le mécanisme, tant que la différence de potentiel aux bornes de l'arc n'a pas atteint une valeur déterminée par un réglage préalable. Quand cette valeur est atteinte, l'interrupteur automatique qui actionne le trembleur fonctionne de façon à laisser défilier une à une les dents de l'étoile F et les charbons se rapprochent ainsi peu à peu, de façon à maintenir constante la différence de potentiel aux bornes de l'arc.

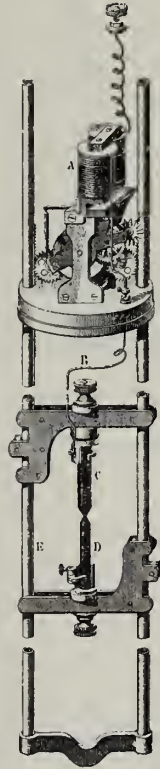


FIG. 23.

Lampe de la Compagnie générale électrique de Nancy. — Cette lampe est à point lumineux fixe et à réglage en dérivation. Elle comporte un mouvement d'horlogerie dont l'axe à petite vitesse est actionné par la chaîne de suspension des porte-charbons. Un cadre horizontal CC' (fig. 24), mobile autour de l'axe O, porte à une de ses extrémités C' un galet G, qui reçoit la chaîne. A l'autre extrémité C du cadre, est suspendu le piston d'une petite pompe à air P qui sert d'amortisseur. L'armature A de l'électro-aimant E est fixée également sur le cadre CC', au voisinage de l'extrémité C. Cet électro-aimant est muni de pièces polaires de forme spéciale, destinées à augmenter la course de l'armature; il est monté en dérivation aux bornes de la lampe.

Outre l'armature A, qui est destinée à provoquer l'écart des charbons à l'allumage, l'électro-aimant E commande une armature secondaire *a*, qui agit sur le mouvement d'horlogerie. A cet effet, cette armature porte une lame mince L qui fait frein sur le tambour T monté sur l'axe à grande vitesse du mouvement d'horlogerie. C'est à l'aide de cette armature secondaire qu'on effectue le réglage, une fois pour toutes, en tendant plus ou moins le ressort de rappel R.

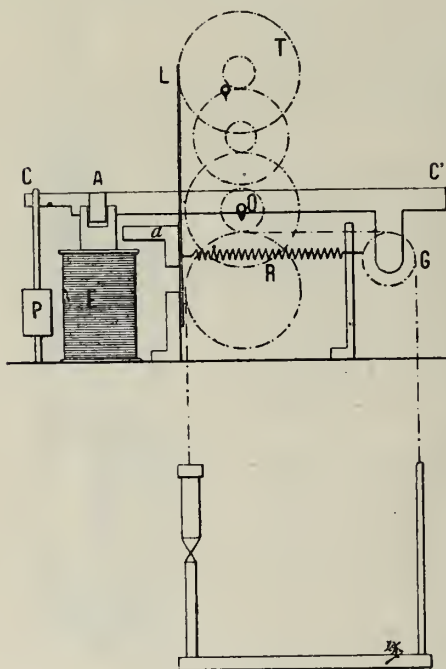


FIG. 24.

Au repos, les charbons sont écartés. Quand on branche la lampe sur le réseau, la différence de potentiel aux bornes étant maximum, les deux armatures sont attirées : le porte-charbon inférieur est soulevé de quelques millimètres par le galet G et la lame L n'appuie plus sur le tambour T ; par conséquent les deux charbons se rapprochent jusqu'au contact. A ce moment, la bobine de l'électro-aimant étant en court-circuit, le cadre CC' bascule vers C', écartant le charbon inférieur et actionnant le frein L : l'arc s'allume et se fixe.

Quand l'arc s'est allongé, par suite de l'usure des charbons, la différence de potentiel aux bornes de la bobine de l'électro-aimant E s'est accrue proportionnellement; il en résulte une attraction progressive de l'armature *a*, qui détache peu à peu la lame L du frein et débloque le mouvement d'horlogerie en permettant ainsi le rapprochement du charbon. Grâce à la légèreté de cette armature *a*, le rapprochement se fait, paraît-il, d'une façon invisible et il est pratiquement continu.

Toutes les pièces comprenant le mécanisme sont montées sur un plateau de fonte qui porte également les tubes de guidage. Les deux pôles sont isolés de la masse de façon à éviter toute chance de court-circuit.

Toutes les pièces comprenant le mécanisme sont montées sur un plateau de fonte qui porte également les tubes de guidage. Les deux pôles sont isolés de la masse de façon à éviter toute chance de court-circuit.

Cette lampe est d'une construction relativement simple : elle peut facilement être adaptée à un débit quelconque; elle fonctionne également bien, paraît-il, en série ou en parallèle sur courant continu ou sur courant alternatif.

Lampe de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. — Cette lampe est à point lumineux fixe et à réglage différentiel.

Le mécanisme est monté sur un plateau en fonte et protégé par un chapeau en tôle. Les tiges de guidage des porte-charbons sont également fixées sur le plateau et sont réunies à leur extrémité inférieure par une entretoise en fonte; les deux porte-charbons glissent le long de ces tiges.

Les deux bornes de la lampe sont fixées, l'une sur le chapeau qui recouvre le mécanisme, l'autre sur le plateau support.

Le mécanisme de la lampe se compose d'un électro-aimant différentiel, dont l'armature mobile entraîne dans ses oscillations le mouvement d'horlogerie qui se trouve, par suite, soit libre, soit arrêté et se met par conséquent ou non en marche sous l'action du poids du porte-charbon supérieur. Les oscillations des noyaux de l'électro-aimant différentiel commandent ainsi, par l'intermédiaire du mouvement d'horlogerie oscillant, le rapprochement ou l'écartement des charbons, suivant le cas; tandis que, d'autre part, la distance de ces charbons détermine le champ différentiel auquel obéissent les noyaux.

L'électro-aimant différentiel est constitué par deux paires de bobines superposées AA (*fig. 25*); la paire inférieure est à fil fin et montée en dérivation aux bornes de la lampe; l'autre est à gros fil et en série avec l'arc. Le noyau de fer doux B commun à ces quatre bobines est en forme d'H dont les quatre branches pénètrent dans l'intérieur des bobines. Les bobines à gros fil sont réunies par une armature en fer C et sont supportées par deux colonnettes fixées sur le plateau; les deux bobines à fil fin sont montées directement sur ce plateau. Le noyau en forme d'II est suspendu à une fourche qui est fixée au mouvement d'horlogerie. La suspension est faite entre deux pivots fixés sur les deux branches de la fourche et qui viennent reposer dans deux crapaudines; ces crapaudines sont obtenues par l'évidement des deux extrémités de la barre transversable de l'II; cet ensemble est très mobile et permet d'éviter tout coincement des noyaux.

Le mouvement d'horlogerie E, monté entre deux flasques, est mobile autour d'un axe; il se compose d'une roue dentée principale, de deux roues intermédiaires et d'une roue à rochet. Cette roue à rochet vient ou non s'engager dans un cliquet fixe et constitue ainsi la roue d'échappement du mécanisme d'horlogerie qui, une fois libre, est, comme nous l'avons dit, entraîné par le poids du porte-charbon supérieur. La roue dentée principale est solidaire d'une poulie à gorge qui est montée sur le même axe et sur laquelle s'enroule un câble F formé de mille fils de cuivre très fins; les deux porte-charbons sont attachés aux deux extrémités de ce câble.

Le mouvement d'horlogerie E est suspendu, de part et d'autre de son axe de rotation, à des ressorts G, qui supportent en même temps le système de guidage des charbons qui est relié à ce mécanisme par le câble F. Cette suspension à ressort a pour effet de soulager les pivots du mouvement d'horlogerie, qui sont ainsi, en même temps, préservés contre les chocs extérieurs que peut subir la lampe.

H est une pompe à air qui ne s'oppose qu'au mouvement ascendant du mécanisme, c'est-à-dire n'agit qu'au moment de l'allumage et pendant les variations brusques dans la résistance de l'arc et prévient la séparation trop rapide des charbons.

Le fonctionnement de cette lampe est très simple. Si, à l'allumage, les charbons sont écartés, l'électro-aimant à fil fin, étant fortement excité, attire l'armature qui, en s'abaissant, entraîne le cadre du mécanisme et déclenche la roue à échappement; le mécanisme d'horlogerie se met alors en mouvement et les deux porte-charbons se rapprochent.

Dès que les deux charbons sont en contact, l'électro-aimant à fil fin cesse d'être excité, tandis que tout le courant traverse celui à gros fil qui relève par suite l'armature et entraîne le mécanisme; ce mouvement détermine l'écart des charbons et la formation de l'arc.

A mesure que les charbons se consomment, la résistance de l'arc augmente; la force d'attraction de l'électro-aimant à gros fil va donc en diminuant, tandis qu'elle augmente dans

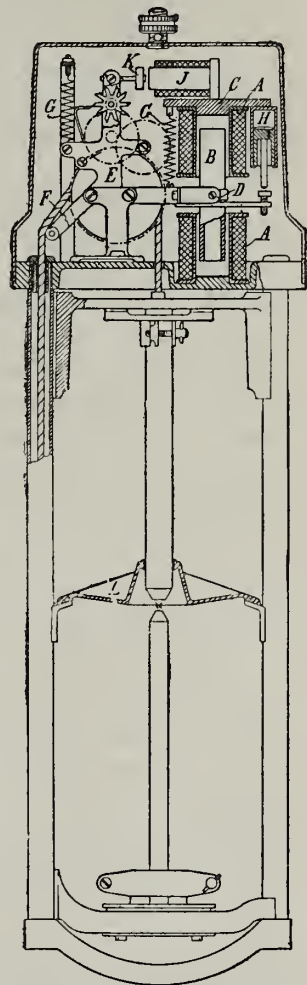


FIG. 25.

l'électro-aimant à fil fin; il en résulte que le noyau et, par suite, le cadre du mouvement d'horlogerie se déplacent vers le bas jusqu'à ce que ce déplacement soit suffisant pour faire échapper la roue à rochet de son cliquet; l'équilibre se rétablit par rapprochement des deux charbons à la distance correspondant à la résistance normale de l'arc.

Les bobines en dérivation de ces lampes sont établies pour pouvoir supporter, d'une façon durable, une différence de potentiel de 120 volts, de telle sorte qu'elles peuvent être branchées sans appareil intermédiaire sur une canalisation à ce voltage. Quand le circuit d'alimentation est à 220 volts, on intercale dans chaque circuit de lampe un interrupteur à minimum qui coupe automatiquement le courant, si l'intensité dans le circuit des lampes tombe accidentellement à 20 0/0 environ au-dessous de sa valeur normale. Les bobines à fil fin sont ainsi préservées et cet interrupteur sert en même temps d'indicateur de sens du courant ainsi que d'interrupteur à main.

Les lampes destinées à être montées en série par plus de deux sur courant continu et de trois sur courant alternatif, sont munies d'un court-circuit automatique (K, J, *fig. 23*), constitué par une bobine en dérivation isolée sur l'armature des bobines supérieures de la lampe. L'une des extrémités de l'enroulement de cette bobine est reliée au noyau de fer doux, tandis que l'autre est fixée dans une borne spéciale qui est reliée électriquement à la borne isolée de la lampe. Quand les charbons sont arrivés à une longueur telle que le porte-charbon supérieur ne puisse plus descendre ou quand le mécanisme cesse de fonctionner par une cause fortuite, la bobine spéciale agit alors comme un électro-aimant et met automatiquement en circuit une résistance de remplacement équivalente à la résistance normale de l'arc qui se trouve supprimé du circuit. De la sorte, les bobines en dérivation sont préservées et les lampes, montées en série, restent allumées. Le court-circuit automatique agit dès que, pour l'intensité normale de fonctionnement, la différence de potentiel aux bornes de la lampe s'élève de 10 à 15 0/0 au-dessus de sa valeur normale; il fonctionne sans production d'étincelles et l'armature de cet électro-aimant de secours est maintenue assez fortement pour qu'elle ne puisse se décoller, même quand la lampe est soumise à de fortes secousses; la résistance de remplacement est fixée au chapeau à l'aide de supports en porcelaine pour les lampes à courant continu de 8 ampères et pour celles à courants alternatifs de 10 ampères. Au-delà de ces intensités, ces résistances sont montées séparément.

Le même modèle de lampe fonctionne sur courant continu ou alternatif; il n'a de modifié que l'enroulement des bobines en dérivation.

Les lampes à courant continu à éclairage direct sont munies d'une pièce en fer émaillée L, dite économiseur; cette pièce, qui a la forme d'un tronc de cône, est fixée aux tiges de guidage et placée juste au-dessus de l'arc, de façon à ne pas gêner la diffusion de la lumière. Son rôle est facile à comprendre: les charbons qui sont placés à l'entrée de ce cône brûlent, par suite, dans une atmosphère confinée et la combustion de ces charbons se trouve ainsi très ralentie. Les constructeurs prétendent réaliser ainsi une économie de 40 0/0 sur la consommation des charbons.

Dans les lampes à courant alternatif, on remplace l'économiseur par un réflecteur M de forme particulière qui permet d'utiliser la lumière émise par le charbon inférieur.

Lampe de la maison Siemens et Halske. — Cette lampe est identique à la précédente.

Lampes de la maison Koerting et Mathiesen. — Cette maison exposait plusieurs types de lampes à point lumineux fixe. Dans un modèle, le réglage se fait par un électro-aimant monté en dérivation aux bornes de la lampe; dans un autre, l'électro-aimant de réglage est à double enroulement; enfin, dans un troisième modèle, qui est plus spécialement établi pour fonctionner sur courant alternatif, mais que nous décrirons ici parce qu'il peut aussi bien marcher sur courant continu, le réglage différentiel est obtenu par deux solénoïdes indépendants.

1^o *Modèle F en dérivation* (fig. 26). — Cette lampe est du type à réglage en dérivation. Elle se compose d'un électro-aimant *a* à deux bobines monté en dérivation aux bornes de la lampe dont l'armature mobile *b* entraîne dans ses mouvements le mécanisme d'horlogerie *c*.

Les noyaux de l'électro-aimant *a* portent dans leur partie supérieure une entaille en forme de sifflet dans laquelle peut venir s'engager l'armature *b*, quand ces noyaux sont aimantés par le courant qui traverse les bobines. L'armature *b* fait partie d'un cadre qui oscille avec elle autour de l'axe *p*; l'extrémité inférieure de ce cadre est reliée au mécanisme d'horlogerie *c* qui oscillera par conséquent avec lui. Un bec relie en outre la partie supérieure du mouvement d'horlogerie à l'armature *b*.

Le réglage de l'attraction de l'armature est obtenu à l'aide du ressort de rappel *e*. On peut donc faire varier la différence de potentiel aux bornes de la lampe en modifiant la tension de ce ressort à l'aide de la vis *m*, qui agit sur le petit bras d'un levier.

Les porte-charbons sont suspendus sur un galet à l'aide d'une chaînette. Ce galet fait partie du support du mouvement d'horlogerie et participe par suite à ses mouvements; *f* est la roue à ailettes qui arrête le mouvement d'horlogerie quand la position de ce mécanisme, par rapport à la butée *g*, est telle que les ailettes la rencontrent, c'est-à-dire toutes les fois que l'action du ressort antagoniste *e*, étant prépondérante à celle de l'électro-aimant, le mécanisme est rejeté vers la droite; un amortisseur à air adoucit les mouvements un peu brusques de l'armature et un compensateur à dilatation *k* a pour but de modifier le réglage proportionnellement à l'élévation de la température de la lampe, c'est-à-dire de compenser les variations de résistance des bobines de l'électro-aimant et les modifications de la puissance magnétique qui en résultent. Ce compensateur est constitué par deux tubes concentriques, l'un en zinc, l'autre en fer-blanc, qui sont montés de telle sorte que leurs dilatations s'ajoutent.

Le tube extérieur est fixé à l'extrémité supérieure du noyau de l'électro-aimant et l'extrémité libre du tube intérieur, qui se déplace sous l'action de la dilatation, transmet ses mouvements au levier *v*, qui supporte la languette d'arrêt *g* par l'intermédiaire du levier coudé *no*.

Enfin, pour équilibrer le poids inégal des crayons positif et négatif, l'axe de rotation du galet, qui porte la chaînette de suspension des porte-charbons, est rejeté du côté du crayon positif par rapport à l'axe d'oscillation du système, de telle sorte que les bras du levier aux extrémités desquels sont suspendus les porte-charbons soient dans le rapport inverse du poids des crayons.

À l'allumage, les charbons sont écartés; l'attraction du noyau *b* fait osciller vers la gauche le mouvement d'horlogerie *c*, libérant par suite la roue à ailettes *f*. Ce mouvement d'horlogerie se met donc à défiler sous l'action du poids du porte-charbon, supérieur, qui est plus grand que le poids de l'autre porte-charbon, et les crayons se rapprochent jusqu'à venir en contact. L'arc se forme aussitôt par suite de la mise en court-circuit de l'enroulement en dérivation ce qui a pour effet de supprimer l'aimantation du noyau et de permettre au ressort de rappel *e* de rejeter vers la droite l'armature et le mouvement d'horlogerie. Ce mouvement, en même temps qu'il provoque l'écart normal des crayons, bloque le mouvement d'horlogerie, qui ne pourra être libéré que si la différence de potentiel entre les deux crayons venait à croître; le courant dans les bobines en dérivation augmente alors et l'attraction du noyau qui en résulte devient supérieure à l'effort exercé par le ressort de rappel.

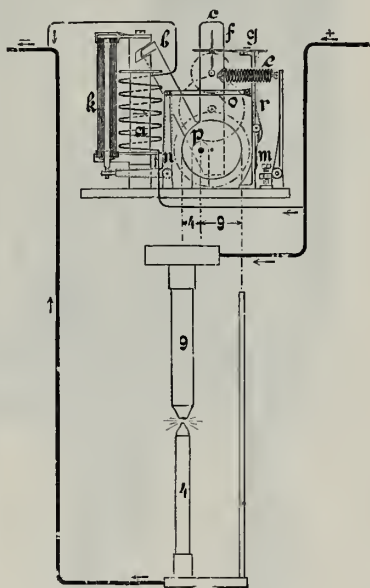


FIG. 26.

2° *Modèle J.* — Cette lampe (*fig. 27 et 28*) est de construction semblable à la précédente. Elle comporte également un mouvement d'horlogerie oscillant; c'est aussi le poids du porte-charbon supérieur qui entraîne ce mécanisme, tant que la roue à ailettes *g* ne vient pas buter contre la languette *i* provoquant ainsi le rapprochement des charbons.

Les oscillations du mouvement d'horlogerie autour de l'axe *f* sont provoquées par les variations du champ différentiel à l'intérieur du solénoïde *a*. Ce solénoïde est à deux enroulements en sens inverse superposés, l'un en gros fil monté en série, l'autre en dérivation; à l'intérieur, peut se déplacer un noyau de fer doux *c*, qui est suspendu à une extrémité d'un levier *d*, dont l'autre extrémité porte le piston d'un amortisseur à air, *l*.

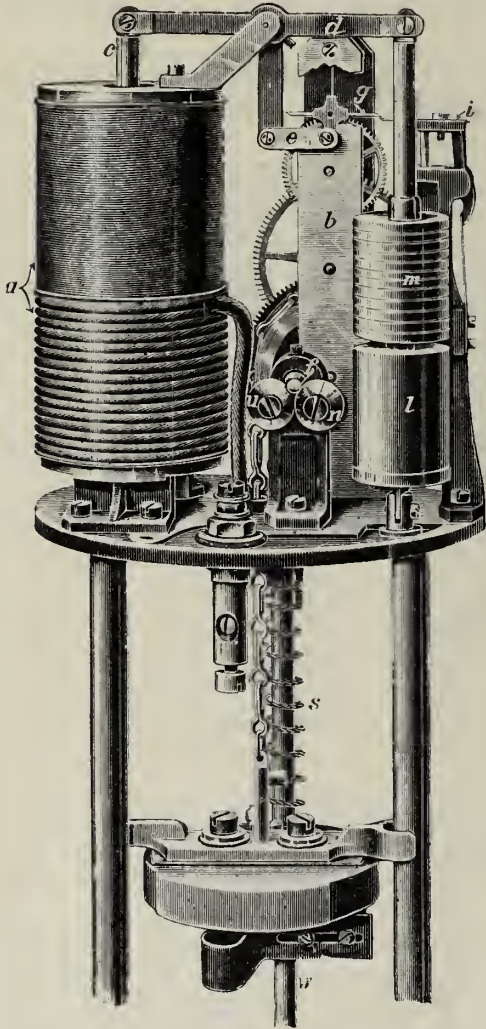


Fig. 27.

Le poids du porte-charbon supérieur, qui entraîne ce mécanisme, est libéré de la languette *i* par l'oscillation du mouvement d'horlogerie qui est entraîné vers la gauche et le défilage se produit tant que l'équilibre n'est pas rétabli.

1° *Modèle R différentiel* (*fig. 29*). — Dans cette lampe, les oscillations du mouvement d'horlogerie sont provoquées par les attractions exercées par deux solénoïdes, dont l'un (*b*) est en dérivation, l'autre (*a*) en série avec les charbons.

Les noyaux *a'* et *b'* sont suspendus à un balancier *f*, les mouvements de ce balancier sont transmis au mécanisme *c*, qui oscille autour de l'axe *e* par les tiges *d* et *g*. Les charbons sont

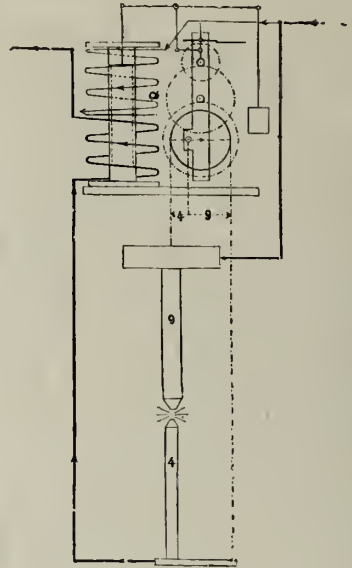


Fig. 28.

Les charbons sont suspendus, comme dans la lampe précédente, aux extrémités d'une chaîne qui passe sur une roue à noix. Les rondelles *m*, montées sur l'amortisseur, servent à régler la longueur de l'arc, comme cela se produit dans la lampe type F décrite ci-dessus.

À l'allumage, les charbons sont au contact et le courant qui traverse le gros fil provoque un léger déplacement du mouvement d'horlogerie

suspendus, comme dans les modèles précédents, aux deux extrémités d'une chaînette qui passe sur un galet; m est l'amortisseur comportant une série de disques qui sert au réglage de la longueur de l'arc.

A l'allumage, les charbons sont au contact; le courant principal qui traverse alors la bobine de gros fil crée un champ magnétique qui attire vers le bas le noyau a' et provoque ainsi l'allumage en faisant osciller légèrement le mouvement d'horlogerie. Cette oscillation ne dégage pas d'ailleurs la roue à ailettes de sa languette, mais elle déplace l'axe de la roue à noix sur laquelle vient passer la chaînette qui supporte les charbons et ce déplacement correspond exactement à l'écart nécessaire pour l'allumage.

A mesure que la différence de potentiel aux bornes de l'arc augmente, le nombre d'ampères-tours augmente dans la bobine de fil fin, tandis qu'il diminue dans l'autre, et le champ formé par la bobine de fil fin devient, par suite, prépondérant; le noyau correspondant est donc attiré et cette attraction fait basculer le mouvement d'horlogerie de telle sorte que la roue à ailettes est libérée; les charbons vont donc se rapprocher, par suite de la rotation du mouvement d'horlogerie qui est entraîné par l'excédent de poids du porte-charbon supérieur et ils ne s'arrêteront que lorsque l'équilibre primitif aura été rétabli, c'est-à-dire quand les deux champs magnétiques créés par les deux bobines seront égaux. En pratique, les oscillations du mouvement d'horlogerie sont assez fréquentes et rapides pour que la roue ne tourne que d'une dent à la fois.

Dans toutes ces lampes, le mécanisme est monté sur un plateau unique auquel sont fixées les tiges de guidage des porte-charbons.

La maison Kœrting et Marthiesen exposait également des lampes à arc double de deux types différents, dont le mécanisme de réglage ne diffère que par des détails de celui de la lampe modèle F. L'un des types est une lampe dans laquelle les deux arcs fonctionnent en tension; il est établi pour être monté directement sur les circuits à 110 volts; dans l'autre type, les deux arcs marchent alternativement, de telle sorte que la durée d'éclairage est doublée.

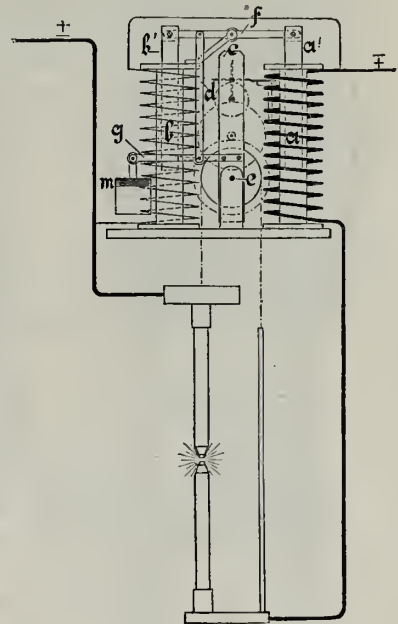


FIG. 29.

Lampes de l'Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft (fig. 30). — Cette lampe est à point lumineux fixe, ses deux porte-charbons sont solidaires.

A l'allumage, les charbons doivent être écartés; le courant qui traverse la bobine placée en dérivation aux bornes de la lampe actionne l'électro-aimant dont l'armature est attirée fortement. Cette armature est fixée à un cadre oscillant qui porte tout le mécanisme et, en particulier, la noix sur laquelle passe la chaîne qui soutient les deux porte-charbons dans son mouvement; elle entraîne le cadre avec elle. Ce déplacement a pour effet de faire lâcher prise à un cliquet qui s'engageait dans la roue à rochet qui est fixée en haut du cadre. Par suite, les deux porte-charbons, qui étaient maintenus immobiles tant que le rochet était immobile lui-même, se rapprochent sous l'action du contrepoids dont est chargé le porte-charbon supérieur. Ce mouvement de rapprochement se poursuit jusqu'au contact des charbons et comme, à ce moment, le courant qui traverse la bobine en dérivation devient nul, l'armature est libérée et le mouvement de recul de son support produit l'écart qui provoque la formation de l'arc.

Le réglage s'effectue par des mouvements identiques qui résultent des modifications du champ magnétique produit par le courant dérivé sous l'influence des variations de la différence

de potentiel aux bornes de la lampe. Il se produit d'une façon assez graduelle pour que le rochet ne tourne que d'une dent à la fois en marche normale.

Une petite pompe à air que l'on voit sur la droite du socle supportant le mécanisme est destinée à amortir les chocs au moment de l'allumage.

Cette lampe est construite pour marcher à partir de 2 ampères.

Le mécanisme est monté sur un seul plateau qui supporte les tiges de guidage entretoisées à leur partie inférieure. Le guidage des porte-charbons se fait par des bagues qui cou-

lissent sur ces tiges et qui sont disposées de façon à arrêter le mécanisme quand les crayons sont pratiquement usés; on prévient ainsi toute détérioration de la lampe.

Le modèle figuré porte une bobine de compensation pour le montage en série.

Ces lampes sont suspendues par un étrier qui est fixé au plateau et porte, à sa partie supérieure, une poulie de porcelaine. Elles sont de différents modèles correspondant à différentes intensités de courant. Le plus petit modèle marche à 2 ampères.

Les lampes à réglage différentiel exposées par cette Société ont un mécanisme presque identique à celui que nous venons de décrire; elles comportent en plus un électro-aimant monté en série.

Pour les lampes de ce dernier type, qui doivent être montées en série par plus de trois lampes, on ajoute au-dessus du mécanisme une résistance de remplacement et un commutateur automatique permettant de substituer cette résistance à la lampe en cas d'arrêt de celle-ci.

Les lampes à réglage différentiel peuvent être montées par trois en série sous 110 volts.

Dans ces deux types de lampes, le mécanisme est monté sur un plateau unique auquel sont, en outre, fixées les deux bornes et les deux tiges de guidage.

Lampes de la Société électrique Hansen. — La lampe Hansen se construit sous deux types différents: la lampe en dérivation et la lampe différentielle.

Dans les deux types, on retrouve le même système de réglage obtenu par un mouvement d'horlogerie oscillant, commandé par le porte-charbon supérieur et dont les oscillations, qui ont pour effet de soulever le porte-charbon négatif, sont produites par l'action d'un électro-aimant.

La pièce de fer mobile faisant partie du champ magnétique régulateur est fixée à la boîte d'un mouvement d'horlogerie qui participe par suite aux mouvements de la pièce mobile suivant les variations du champ. Ces oscillations soulèvent le porte-charbon inférieur, tandis que le mouvement d'horlogerie lui-même, étant déclenché à chacune d'elles, est mis en marche par un fort contrepoids, placé sur le porte-charbon positif, provoquant ainsi le rapprochement des deux charbons.

Le réglage de ces lampes se fait donc par deux organes solidaires, l'un électro-mécanique, l'autre mécanique et commandé par le premier.

Les deux porte-charbons sont rendus solidaires par une chaîne; mais cette solidarité a lieu seulement quand le mouvement d'horlogerie peut agir, c'est-à-dire quand l'oscillation de la boîte qui le renferme a été suffisante pour dégager l'arrêt qui immobilise ses rouages.

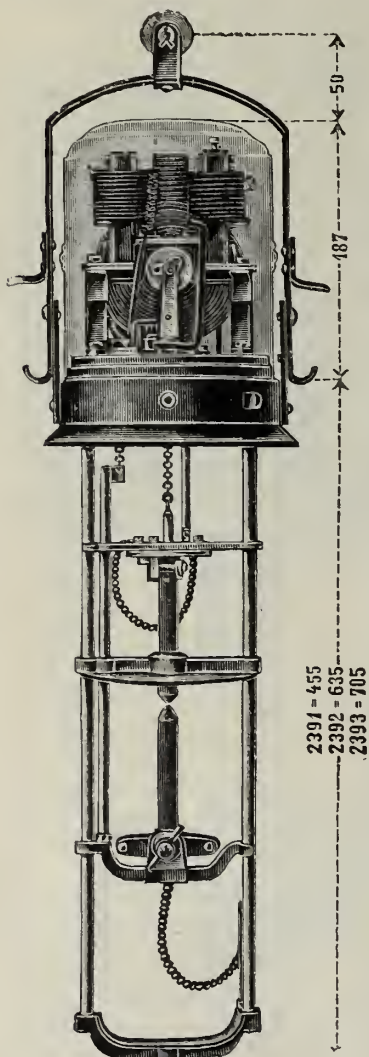


FIG. 30.

La construction de ces lampes paraît soignée. Les mouvements un peu brusques sont amortis par une pompe à air et les glissements du porte-charbon inférieur sont montés sur billes.

LAMPE EN DÉRIVATION, COURANT CONTINU (fig. 31). — Le champ magnétique de réglage est constitué par un électro-aimant fixe *e* monté en dérivation. L'armature mobile *a* est fixée sur la boîte du mouvement d'horlogerie *l* qui peut osciller autour de *d*. La lame-pendule *p*, en venant buter sur un arrêt fixe placé vers son extrémité inférieure, permet d'arrêter le rouage du mou-

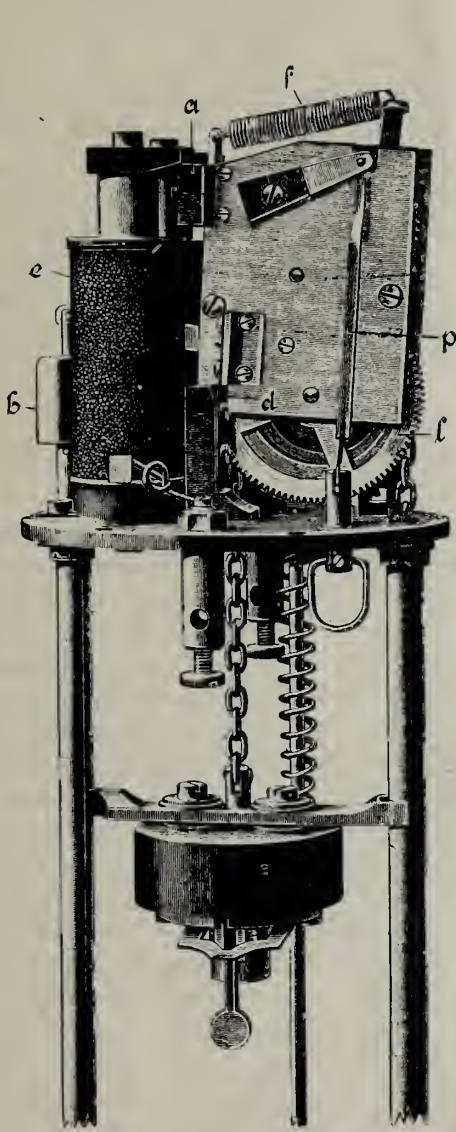


FIG. 31.

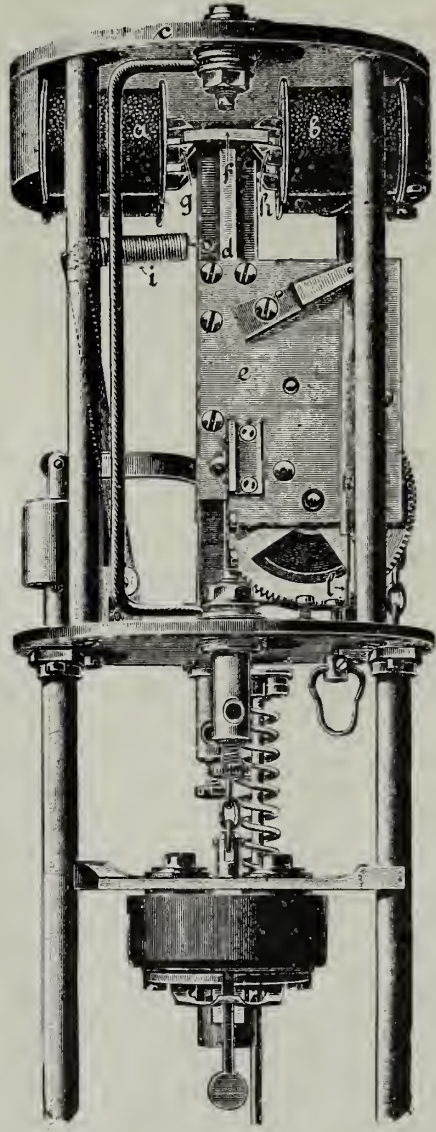


FIG. 32.

vement d'horlogerie. Le réglage de la longueur de l'arc est obtenu à l'aide du ressort *f*; *b* est la pompe à air qui sert d'amortisseur.

À l'allumage, les charbons ne sont pas en contact; le courant qui arrive à la borne positive isolée aboutit par un câble flexible au porte-charbon positif également isolé. Une dérivation du courant principal traverse l'électro-aimant *e* qui attire violemment son armature *a* en entraînant la boîte du mouvement d'horlogerie. L'oscillation de cette boîte soulève le charbon négatif en même temps qu'elle libère l'arrêt *p* et met par suite en mouvement le charbon positif par l'intermédiaire du mouvement d'horlogerie. Dès que les deux charbons sont au contact, l'armature *a*

abandonne l'électro-aimant e et avec elle le mouvement d'horlogerie qui, revenant en arrière, éloigne les deux charbons l'un de l'autre, permettant ainsi à l'arc de se former.

Quand la résistance de l'arc augmente par suite de l'usure des charbons, le courant qui traverse la dérivation augmente également ; le mouvement d'horlogerie pivote peu à peu autour du point d jusqu'à ce que le pendule p , étant dégagé, puisse effectuer une oscillation, rétablissant ainsi l'écart normal.

LAMPE DIFFÉRENTIELLE, COURANT CONTINU (fig. 32). — Dans cette lampe, le réglage est obtenu par l'emploi de deux électro-aimants, l'un a est monté en dérivation et l'autre, b , sur le conducteur principal. Ces deux électro-aimants, fixés au plateau supérieur c de la lampe, sont placés vis-à-vis l'un de l'autre et leurs pièces polaires g et h portent une fente dans laquelle l'armature commune f peut pénétrer. Cette armature est fixée sur la boîte mobile du mouvement d'horlogerie, qu'elle entraîne dans ses oscillations.

À l'allumage, le courant qui traverse l'électro-aimant a provoque l'attraction de l'armature f et, par suite, le déplacement vers cet électro-aimant de la boîte e ; le pendule k est alors dégagé et les deux charbons se rapprochent. Quand le contact a lieu, l'arc jaillit ; l'électro-aimant en dérivation a devient inerte, tandis que l'autre b provoque l'oscillation en sens inverse de la boîte du mouvement et, par suite, l'écart du porte-charbon négatif. Le réglage en marche est effectué par l'électro-aimant a qui déclenche le mouvement d'horlogerie dès que son action sur l'armature f devient prépondérante.

Lampe de la Société Électrique et Hydraulique de Charleroi. — Cette lampe est à point lumineux fixe et son réglage est commandé par une bobine en dérivation aux bornes.

Le mécanisme se compose d'un électro-aimant qui comporte deux bobines ; la culasse, de forme spéciale porte une butée qui limite le mouvement de l'armature mobile dans le sens opposé à l'attraction ; cette armature est d'ailleurs rappelée contre la butée par un ressort en boudin qui constitue la force antagoniste que doit vaincre l'attraction de l'électro-aimant pour faire mouvoir l'armature. Celle-ci est fixée à l'extrémité de deux pièces parallèles qu'elle solidarise et qui se terminent en forme de fourche. Ces deux pièces oscillent autour d'un axe fixe qui est placé au milieu des deux traverses reliant les deux bras de chaque fourche. Les mouvements de l'armature font osciller les fourches et, par suite, les deux axes qui relient les bras opposés, en constituant un ensemble rigide. Sur ces axes sont montées des roues à noix sur lesquelles passe une chaîne métallique de longueur invariable qui supporte les deux porte-charbons.

Un mouvement d'horlogerie est monté dans le cadre mobile constitué par les deux fourches ; il oscille par conséquent quand l'électro-aimant attire son armature ; ces oscillations manœuvrent un système d'enclenchement qui empêche le rapprochement des crayons au repos et pendant le fonctionnement normal de la lampe, tandis qu'au moment du réglage il libère le mécanisme d'horlogerie ; ce mécanisme règle alors le rapprochement des charbons en ralentissant la chute du porte-charbon supérieur par l'action du régulateur à ailettes monté sur le dernier mobile du mouvement d'horlogerie.

L'ensemble du mécanisme est monté sur un socle et recouvert par une boîte qui vient s'adapter sur ce socle ; les bornes d'attache des câbles sont fixées à l'extrémité de deux piliers qui traversent la boîte et servent à la maintenir.

À l'allumage, les crayons étant supposés écartés l'un de l'autre, le courant dérivé qui traverse les deux bobines identiques de l'électro-aimant provoque l'attraction de l'armature de fer doux ; cette attraction entraîne le système mobile qui est solidaire de cette armature et ce système oscille autour de son axe ; le mouvement d'horlogerie se trouve en même temps déclenché et les deux charbons viennent doucement au contact. À ce moment, le courant passant par les charbons devient nul dans la dérivation ; par conséquent, l'électro-aimant cesse d'agir et le système mobile reprend sa position d'équilibre. Ce mouvement est utilisé pour provoquer l'écartement des charbons qui est nécessaire pour l'allumage ; nous avons vu, en effet, que les porte-charbons sont suspendus aux extrémités des fourches qui décrivent

un arc de cercle autour de l'axe d'oscillation du système mobile quand ce système se déplace.

Une fois l'allumage produit, la résistance de l'arc va en augmentant; le courant qui traverse la dérivation augmente donc d'une façon constante jusqu'à ce que l'attraction produite sur l'armature soit suffisante pour vaincre l'effort du ressort antagoniste; le mouvement d'horlogerie est alors libéré et le défilage se produit jusqu'à ce que les charbons soient à la distance correspondant à l'intensité normale de fonctionnement.

2° Lampes à arc à feu nu pour courant alternatif

A. — LAMPES A MOTEUR

Lampe de la maison Fabius Henrion de Nancy. — Cette lampe est à point lumineux fixe; son réglage est obtenu par un moteur asynchrone réversible.

Les deux porte-charbons (fig. 33) sont équilibrés et rendus solidaires par un ruban auquel ils sont suspendus. Ce ruban passe dans la gorge d'une poulie p sur l'axe de laquelle est monté un disque d en cuivre rouge.

C'est ce disque qui, en tournant dans un sens ou dans l'autre, éloigne ou rapproche les charbons.

Le mouvement de rotation s'obtient par le dispositif suivant: un électro-aimant a , à noyau en tôles isolées, a ses pièces polaires contournées en forme de mâchoires $a a'$ entre lesquelles se présente le bord du disque d . Les bobines de cet électro-aimant sont montées en série avec l'arc, et le jeu entre le disque d et les pièces polaires $a a'$ est réduit au minimum.

Quand le courant traverse les bobines, il engendre un flux alternatif dans l'électro-aimant: ce flux se forme dans l'air en passant par le disque d . Le flux produit par les bobines est, à très peu près, en concordance de phase avec la différence de potentiel aux bornes de la lampe; tandis que le champ magnétique développé par les courants induits dans le disque d se trouve sensiblement en retard d'un quart de période sur cette différence de potentiel.

Il se produit alors une répulsion entre la périphérie du disque et les pièces polaires et le couple est d'autant plus grand que l'intensité du courant est plus forte. Le sens de la répulsion est indiqué par la flèche.

En b se trouve un autre électro-aimant dont les bobines sont montées en dérivation sur les bornes de la lampe. Cet électro-aimant tend à faire tourner le disque en sens inverse du premier par suite de sa position symétrique par rapport à l'électro-aimant a . Le couple exercé dans ce dernier cas est proportionnel aux ampères-tours qui agissent sur l'électro-aimant b , c'est-à-dire à la différence de potentiel aux bornes de la lampe et, par suite, à la longueur de l'arc.

Le disque d forme donc l'armature d'un moteur asynchrone ayant deux champs indépendants et agissant en sens inverse sur cette armature commune.

Les détails de construction rappellent ceux de la lampe Pilsen. Le guidage des charbons qui passent à travers le plateau inférieur de la boîte contenant le mécanisme est obtenu par trois galets disposés dans trois plans à 120 degrés l'un de l'autre, de façon à assurer le centrage des charbons.

A l'allumage, si les charbons sont écartés par exemple, l'électro-aimant b agit seul et fait tourner le disque d de façon à rapprocher les charbons. Quand ceux-ci sont au contact, le courant passe dans l'électro-aimant a et fait tourner le disque en éloignant les charbons, puisque

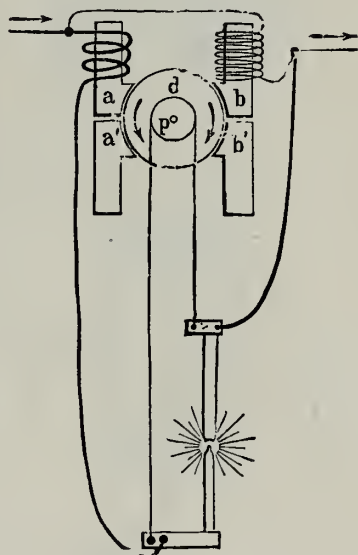


FIG. 34.

au moment du contact, l'électro-aimant b cesse d'agir. Le réglage s'opère suivant la prédominance des effets produits par les deux électro-aimants.

Cette lampe est réglée pour fonctionner sous 33 volts et on peut, par conséquent, en monter trois en série sous 110 volts.

Lampe de la Compagnie générale d'Électricité de Creil (fig. 34). — Cette lampe est à point lumineux fixe; elle est identique comme principe à la précédente; elle se compose de deux électro-aimants dont l'un E_1 est monté en série avec l'arc et l'autre, E_2 , est en dérivation. Entre les pôles de ces électros est placé un disque mobile en aluminium A , dont le mouvement est transmis par des engrenages à la roue à noix B et qui tourne au voisinage des masses D_1 et D_2 . Sur la roue B s'enroule une chaînette N aux extrémités de laquelle sont suspendus les deux porte-charbons C_1 et C_2 .

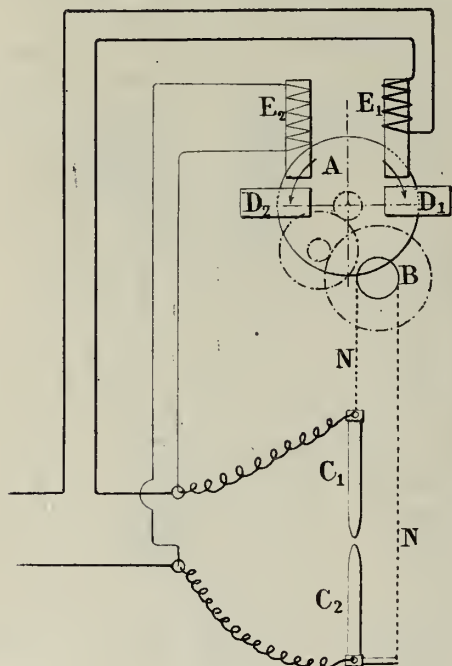


FIG. 34.

fixé sur un plateau qui porte en outre l'étrier de suspension et les tiges de guidage des porte-charbons.

Les actions de chacun des électro-aimants E_1 et E_2 , combinées avec celles des masses D_1 et D_2 , tendent à faire tourner en sens inverse le disque d'aluminium. La lampe est réglée de façon que ces efforts s'équilibrent pour l'arc normal.

Si l'écart des charbons augmente, l'influence de l'électro en dérivation E_2 devient prépondérante et, sous cet effort, les charbons se rapprochent; dans le cas contraire, c'est l'électro-aimant en série E_1 qui agit pour écarter les charbons. Ce mécanisme est fixé sur un plateau qui porte en outre l'étrier de suspension et les tiges de guidage des porte-charbons.

Comme dans la lampe précédente, les deux charbons sont de même diamètre.

Les rayons lumineux, émis vers le haut par l'arc, sont réfléchis vers le bas par un écran émaillé disposé à l'intérieur du globe de la lampe.

Le porte-charbon supérieur est guidé par un anneau de stéatite à travers le réflecteur; le guidage du porte-charbon inférieur se fait en deux points; d'une part par un second anneau de stéatite

Lampe de l'Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schukert et C^o, de Nuremberg. — Cette lampe est identique à la précédente.

Lampe de l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, de Berlin (fig. 35). — Cette lampe est à point lumineux fixe.

Un moteur spécial sert à provoquer le réglage et l'allumage. L'induit de ce moteur est composé d'un très léger disque en aluminium mobile autour d'un axe horizontal. L'induction est double et les mouvements du disque sous l'action de chacun des enroulements sont de sens contraire.

Les enroulements, l'un en série, l'autre en dérivation, sont portés sur deux électros entièrement indépendants qui ont leurs épanouissements polaires distincts et symétriquement disposés par rapport à l'axe de rotation du disque d'aluminium.

Des pièces de cuivre disposées autour de chacun des deux entrefers sont parcourues par des courants de Foucault quand le champ correspondant est excité; mais, en même temps, des cou-

rants de même sens sont induits dans le disque d'aluminium; ce disque étant mobile se met à tourner sous l'action répulsive qui se produit entre les deux courants parallèles et de même sens ainsi développés.

Le champ de l'enroulement en série provoque un mouvement dans un sens et est utilisé pour produire l'écart nécessaire à l'allumage, tandis que le champ de l'enroulement en dérivation produit un mouvement de sens inverse qui est utilisé pour le rapprochement des deux porte-charbons.

À l'allumage, les deux charbons sont écartés; le courant établi aux bornes de la lampe traverse donc seulement l'électro en dérivation qui provoque la rotation du disque d'aluminium dans le sens correspondant au rapprochement des deux crayons. Ce mouvement est transmis aux porte-charbons par l'intermédiaire de quelques roues dentées qui actionnent une noix sur laquelle est placée la chaîne qui supporte les porte-charbons.

Quand les charbons sont au contact, le courant qui traverse la dérivation devient nul et celui qui passe dans l'électro en série est maximum; par suite, le disque se met en mouvement en sens inverse et l'écart des charbons se produit en provoquant la formation de l'arc; le courant dérivé augmente alors de valeur et, finalement, il s'établit un équilibre, entre l'action des deux champs, qui immobilise le disque d'aluminium et par suite les porte-charbons.

On comprend très bien que le disque se mettra en mouvement dans l'un ou l'autre sens, suivant que l'action de l'un ou l'autre des deux électros sera prépondérante.

Les deux électro-aimants sont réglés en construction pour que le disque reste immobile pour l'intensité de courant et la différence de potentiel désirées.

Le réglage s'effectue pour l'intensité de courant voulue en diminuant ou en augmentant la distance entre la culasse et les épaulements des noyaux de l'électro-aimant en série, c'est-à-dire en modifiant son entrefer.

Lampe de la maison Koerting et Mathiesen. — Cette lampe est identique aux lampes à moteur que nous venons de décrire.

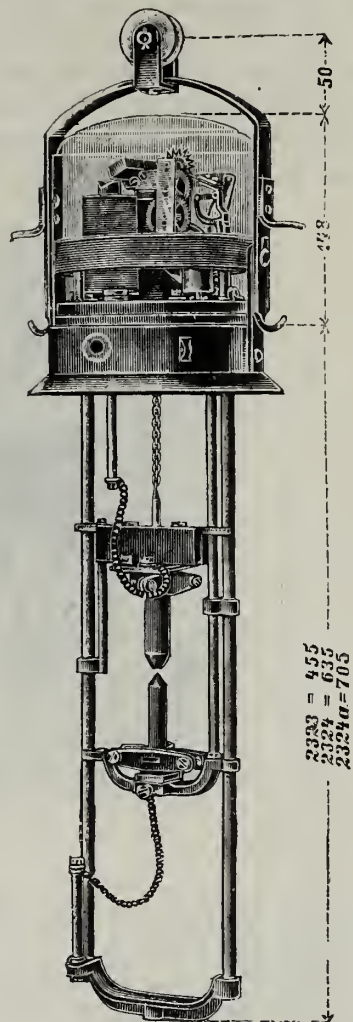


FIG. 35.

Lampe système Hackl de la maison Ganz et Cie, de Budapest (fig. 36). — Cette lampe présente une particularité intéressante : les charbons sont disposés obliquement de façon à faire entre eux un angle de 90° et que chacun d'eux fasse un angle de 45° avec l'horizontale. Ce dispositif a pour but de réaliser une meilleure répartition de la lumière.

Le mécanisme régulateur de cette lampe est très simple et presque identique aux précédents. Il consiste en un disque d'aluminium placé dans un champ différentiel formé par deux solénoïdes, dont l'un est en série avec l'arc, l'autre en dérivation à ses bornes; ce disque tourne dans l'un ou l'autre sens, suivant que le champ résultant est produit par l'un ou l'autre solénoïde, c'est-à-dire suivant que l'arc est trop court et par suite l'intensité trop grande ou bien que l'arc est trop long et, par conséquent, la différence de potentiel aux bornes trop élevée; dans ces déplacements, ce disque entraîne, par un système de roues dentées, les tiges à crémaillère montées sur les porte-charbons; les engrenages sont construits de manière à assurer un glissement égal des deux charbons.

Pour prévenir les déplacements de l'arc, les charbons, qui sont tous deux à mèche, sont aplatis sur leur partie supérieure de façon que les mèches puissent être rapprochées davantage l'une de l'autre.

Au-dessus des deux extrémités des crayons est placé un réflecteur qui protège l'arc contre les courants d'air et rejette vers le bas les rayons dont la direction n'est pas convenable. Il est bon de remarquer ici que cette quantité de lumière est d'ailleurs très faible, puisque les deux cratères étant disposés obliquement vers le bas, la presque totalité du flux lumineux est contenue dans deux faisceaux symétriques qui se croisent en tombant sur le sol.

Tout l'ensemble du mécanisme, qui est très ramassé, repose sur un plateau, auquel sont fixés, d'une part, l'étrier de suspension et d'autre part, les tiges de guidage des porte-charbons; ceux-ci sont montés sur des tiges articulées qui coulissent à une de leurs extrémités sur les

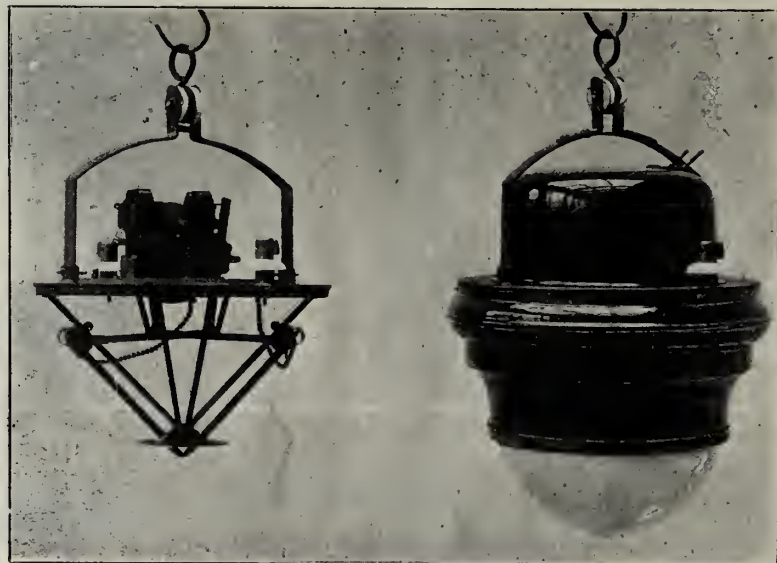


FIG. 36.

tiges de guidage et à l'autre extrémité dans une rainure; ils sont reliés, d'autre part, aux crémaillères.

Ces lampes ont une très faible hauteur; elles sont habituellement construites pour fonctionner à 40 ampères.

B. — LAMPES A SOLÉNOÏDES

Lampe de la Société électrique Hansen (fig. 38). — Cette lampe est à point lumineux fixe et à réglage en dérivation. Le noyau du solénoïde en dérivation c comporte un cône en fer creux fixe mk et un cylindre m . Ce dispositif est destiné à amortir et à rendre négligeables les variations dues à la self-induction du circuit quand le noyau m se déplace. Ce cylindre est suspendu au grand bras du levier h qui oscille en d ; le petit bras du même levier est relié à la boîte d'un mouvement d'horlogerie par l'intermédiaire d'un triangle. Au repos, le cylindre m est soulevé par la boîte du mouvement.

A l'allumage, le cylindre m est attiré à l'intérieur du solénoïde en dérivation c et provoque une oscillation de la boîte autour de l'arête du couteau d . Le porte-charbon inférieur se relève alors en même temps qu'il libère le mouvement d'horlogerie et permet, par suite, au porte-charbon positif de descendre. Quand l'arc s'est formé, le noyau est soulevé par le poids du mouvement et la marche s'arrête. Pour compenser l'usure du charbon, le réglage se fait par le

même mécanisme, qui agit dès que la différence de potentiel devient suffisante pour que le courant qui traverse le solénoïde provoque une attraction telle que l'équilibre est rompu par action contraire produite par le poids du mécanisme.

La construction de cette lampe présente, dans ses détails, une grande analogie avec celle des lampes à courant continu de la même maison que nous avons précédemment décrites.

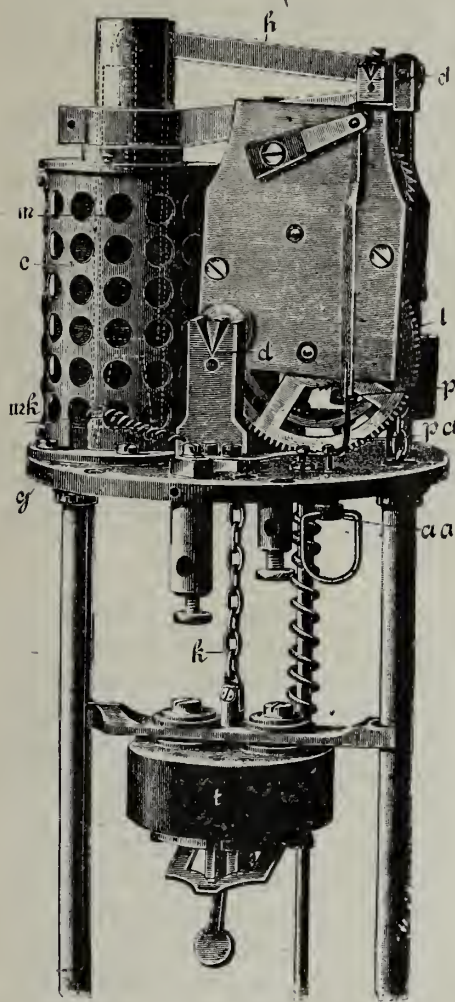


FIG. 37.

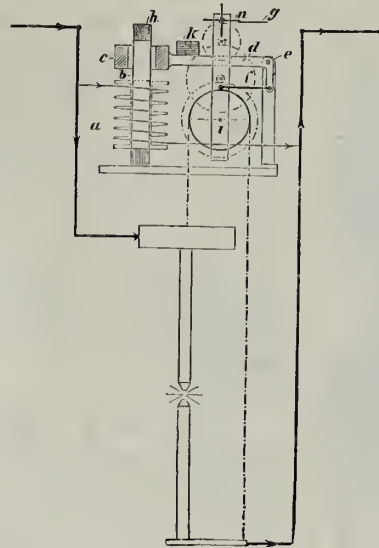


FIG. 38.

nous avons décrites précédemment; seulement la commande de ces organes se fait par un procédé un peu différent.

Sur les noyaux b de l'électro-aimant aa' , dont les bobines sont en dérivation aux bornes de l'arc, sont emboîtées deux bagues c, c' qui peuvent glisser librement sur ces noyaux; ces bagues sont solidaires du levier de manœuvre df du mouvement

d'horlogerie oscillant autour de l'axe i ; ce levier oscille autour du point e .

Quand aucun courant ne circule dans les bobines a, a' , de l'électro-aimant, les bagues c, c' retombent par leur poids; mais quand, au contraire, l'électro-aimant est excité, les bagues sont repoussées vers le haut par suite des courants induits qui s'y développent et qui sont décalés par rapport au courant primaire.

A l'allumage, les charbons sont écartés; les bagues se soulèvent donc en faisant osciller le mouvement d'horlogerie qui se trouve libéré; il est mis en marche par l'excédent de poids du porte-charbon supérieur. Dès que les charbons sont en contact, l'électro-aimant cesse d'être actif et les bagues retombent par leur poids en entraînant le mouvement d'horlogerie en sens inverse, ce qui produit l'écart nécessaire à l'allumage. A partir de ce moment, le réglage se fait par le même mécanisme; en marche, les bagues sont maintenues en équilibre par leurs butées supérieure et inférieure.

LAMPES EN VASE CLOS

Lampe Marks de la Société Gramme (*fig. 39*). — Cette lampe comporte deux solénoïdes BB en série avec l'arc dont les noyaux portent un système articulé à mâchoires qui maintient la tige du porte-charbon supérieur et sert à éloigner ou à rapprocher le charbon supérieur du charbon inférieur, de façon à conserver à l'arc une longueur constante.

Le rapprochement des charbons s'effectue par glissement du porte-charbon supérieur dans les mâchoires qui le soutiennent; il se produit par suite du desserrage des mâchoires; ce desserrage a lieu lorsque, l'arc s'étant allongé, les mâchoires viennent buter contre un taquet fixe.

Le charbon inférieur est immobile et maintenu dans le support qui porte le petit globe inférieur G. Le globe où se produit l'arc est en terre réfractaire; pour empêcher la rentrée de l'air dans ce globe quand l'arc est allumé, il est fermé par un chapeau métallique qui porte un trou central par lequel pénètre le charbon supérieur; ce trou est rendu étanche par une garniture spéciale.

La lampe se fait en différents modèles; le modèle de 5 ampères porte sa résistance de réglage R, tandis que cette résistance est indépendante dans les modèles de 2 et de 3 ampères. Ces lampes sont établies pour fonctionner directement sous 105 et 110 volts aux bornes.

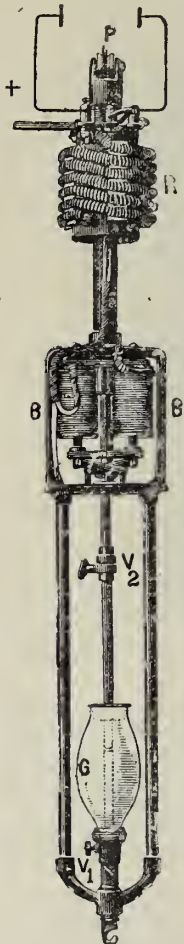


Fig. 39.

Lampe de la Compagnie Jandus (*fig. 40*). — Dans cette lampe comme dans la précédente, le porte-charbon supérieur est moteur; à cet effet, il est convenablement lesté et sa descente est modérée par l'action de bagues en laiton *d*; l'écart des charbons est obtenu par le solénoïde en série qui aspire un noyau de fer *a*; celui-ci est creux et laisse passer le charbon *p* et son poids moteur *h*. Au noyau est fixé une sorte de piston *b* qui se meut avec le noyau dans un cylindre *c* où il a un très faible jeu, de façon à former amortisseur.

Le noyau *a* est, en outre, percé de quatre fenêtres *e* placées à angle droit, par lesquelles peuvent entrer les bagues *D*, molettées à leur périphérie.

Quand le piston est en haut de sa course, c'est-à-dire quand le noyau est fortement attiré, les quatre bagues reposent, d'une part, sur la partie conique du piston; d'autre part, sur le porte-charbon; le charbon est alors immobilisé par le poids des bagues que leur molettage fait mordre sur le porte-charbon.

Lorsque le piston descend, il dégage un tube central fixe qui est solidaire du cylindre dans lequel se meut le piston; ce tube entoure le porte-charbon, mais a un diamètre suffisant pour laisser celui-ci passer librement. Les quatre bagues qui reposent sur le piston descendent avec lui jusqu'à ce qu'elles rencontrent ce tube central sur lequel elles s'appuient alors. Le porte-charbon est libéré par ce déplacement.

Pour que les bagues restent en bonne position, engagées dans les fenêtres, elles sont maintenues par un petit anneau qui est serré sur un tube creux à mi-hauteur des fenêtres.

Le fonctionnement est simple. Quand il n'y a pas de courant, le solénoïde étant inactif, le piston est en bas de sa course et, par suite, le charbon supérieur libre vient au contact du charbon négatif fixe.

À l'allumage, le solénoïde attire son noyau *a* en soulevant le piston; les bagues viennent alors immobiliser le charbon une fois l'arc produit.

Quand l'arc s'allonge, le solénoïde laisse peu à peu retomber son noyau et la pression des

bagues contre le charbon diminue graduellement jusqu'à ce que celui-ci puisse descendre ; quand l'arc est redevenu normal, le piston et le tube remontent et le crayon supérieur est de nouveau immobilisé.

Quand le charbon supérieur est arrivé à l'usure limite, le mouvement de descente est arrêté par un renflement du poids moteur qui vient alors se présenter devant les bagues.

Un dispositif particulier a pour effet de conserver le centrage du charbon et sert en même temps à amener le courant. Il se compose d'un anneau de cuivre *nn* relié à la borne positive et faisant corps avec la lampe. La circonférence intérieure de cet anneau est taillée comme un engrenage et, dans chaque encoche *m* qui sépare deux dents, on glisse une petite bague en cuivre *k*. Toutes ces bagues sont engagées d'un peu plus de moitié entre les encoches et le crayon ; leur poids maintient celui-ci au centre.

Les charbons brûlent dans une enveloppe en verre, percée de deux ouvertures pour laisser passer les charbons avec le minimum de jeu. Cette première enveloppe est entourée d'un globe en verre opale obturée par une sorte de valve en acier mince qui s'ouvre du dedans au dehors et qui est pressée par un léger ressort.

L'autre extrémité du globe s'adapte dans une griffe, et l'obturation est obtenue par des rondelles en amiante.

Quand la lampe est allumée, l'air se dilate et s'échappe par la valve du globe extérieur sans pouvoir rentrer ; aussi ce qui reste est rapidement privé d'oxygène.

Lampes de la Société alsacienne de Constructions mécaniques. — Le mécanisme de cette lampe, qui est à peu près le même que celui de la lampe à feu nu que nous avons antérieurement décrite, est monté sur un plateau de fonte (*fig. 41*)

et protégé par un chapeau cylindrique en tôle. Au plateau sont fixées les deux tiges de guidage du porte-charbon supérieur, reliées entre elles à leur extrémité inférieure par une entretoise en fonte. Cette entretoise porte en son milieu un pas de vis vertical dans lequel peut se déplacer la vis *D*, qui supporte à la fois le porte-charbon inférieur et la cuvette *C* dans laquelle repose le petit globe où brûle l'arc. A une certaine hauteur des tiges de guidage du porte-charbon supérieur, déterminée par la course que l'on veut donner au charbon supérieur, est fixée une entretoise en fonte, en forme de plateau circulaire, qui est percée en son milieu d'une ouverture annulaire avec tube de guidage *B* servant au passage du charbon supérieur ; ce plateau est creusé sur sa face inférieure en forme de cuvette pour servir d'appui au bord supérieur du petit globe. Le serrage de ce globe entre ses garnitures se fait par l'intermédiaire de rondelles d'amiante, à l'aide de la vis *D*.

Les deux bornes de la lampe sont fixées, l'une sur le chapeau, l'autre sur le plateau qui porte le mécanisme ; cette dernière traverse la paroi du chapeau dont elle est isolée par une douille en porcelaine.

Le mécanisme comporte, comme la lampe à feu nu, un électro-aimant différentiel à deux paires de bobines et une armature en forme d'H supportée par une fourche. Le mouvement d'horlogerie se compose d'un tambour *E* à ressort intérieur, de deux paires de roues dentées et d'un échappement *G*. Tout ce mécanisme moteur est monté dans un cadre rectangulaire mobile autour de l'axe horizontal *A* ; cet axe est monté entre les pivots fixés dans des supports solidaires du plateau de la lampe.

Sur le tambour s'enroule un ruban de cuivre qui supporte le porte-charbon supérieur.

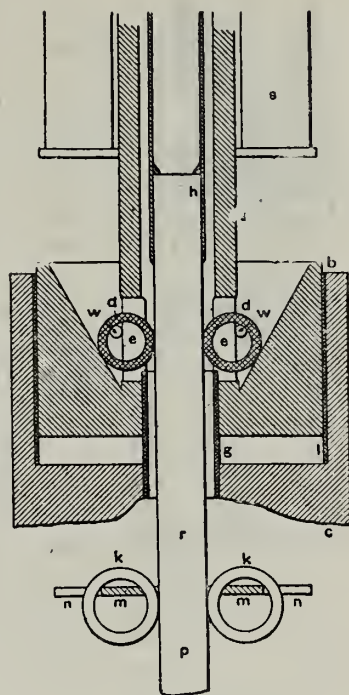


FIG. 40.

L'échappement G se compose d'une roue à rochet et d'un balancier portant deux taquets et une languette. Quand la roue à rochet est libre, tout le mécanisme moteur est soumis à l'action du poids du porte-charbon supérieur; tandis que, lorsque la position d'équilibre est atteinte, la languette fixée au balancier vient buter contre le cliquet L et immobilise le mécanisme.

Le mécanisme est complété par deux ressorts en boudin F et S. Le ressort F est fixé, d'une part, à la partie supérieure du cadre et, de l'autre, à une tige verticale dont on peut modifier l'inclinaison de façon à régler la tension du ressort. Ce ressort F s'oppose au mouvement de descente du cadre tant que la force attractive de l'électro-aimant inférieur à fil fin est insuffisante. Le ressort S est fixé au plateau de la lampe et sa tension est réglée par un fil de soie inextensible attaché, d'une part, au cadre du mécanisme, de l'autre à l'axe du tambour E; ce ressort a pour but de maintenir constante, malgré l'usure du charbon supérieur, la force qui détermine le mouvement du cadre. A cet effet, le fil de soie, relié à une de ses extrémités, passe sur deux galets de renvoi portés l'un par le cadre, l'autre par le ressort S. Quand le porte-charbon supérieur descend, le fil de soie s'enroule autour de l'axe du tambour; la tension du ressort S qui en résulte compense alors la diminution de poids du charbon supérieur.

Une petite pompe à air, placée entre le cadre et le plateau, a pour but d'empêcher un mouvement ascendant trop brusque du cadre et aussi d'amortir les oscillations qui se produisent dans le mécanisme, lors du réglage de l'arc.

La borne de la lampe qui est à la masse est, dans le cas des courants continus, reliée au pôle positif du réseau. On amène le courant au charbon supérieur par un ruban de cuivre souple enroulé sur lui-même autour de l'axe du tambour E et dont une extrémité est serrée dans une pince en cuivre vissée dans le bâti, tandis que l'autre est fixée à la périphérie interne du tambour. De là, le courant se rend au charbon supérieur par le ruban de cuivre servant à suspendre le porte-charbon.

Le porte-charbon inférieur est relié par un fil isolé qui part de l'entretoise supportant ce porte-charbon, passe dans une des tiges de guidage et aboutit à la bobine isolée de l'électro-aimant.

A l'allumage, si les charbons ne sont pas en contact, le courant traverse les bobines en dérivation qui, en attirant leur noyau, font osciller le cadre et libèrent la roue d'échappement. Alors le porte-charbon supérieur descend jusqu'à ce que les deux crayons soient en contact; à ce moment, le courant passe tout entier dans les bobines de gros fil qui attirent leur noyau et relèvent par suite le cadre; celui-ci entraîne avec lui le porte-charbon supérieur et les charbons s'écartent de façon à permettre à l'arc de se former.

Quand les conditions d'équilibre sont changées par l'usure des charbons, comme l'action des bobines en dérivation augmente, le cadre du mécanisme est attiré vers le bas jusqu'à ce que le balancier, devenu libre, permette au mécanisme de se mettre en mouvement; alors le porte-charbon supérieur descend et l'arc reprend sa longueur et sa résistance normales.

La tension du ressort antagoniste F ne compense qu'en partie le poids du porte-charbon supérieur, de façon que, si la lampe est mise hors circuit, les deux charbons restent en contact. Ce dispositif a pour but de rendre immédiate la formation de l'arc qui se produit par l'action des bobines en série; ces bobines, dès qu'elles sont traversées par le courant, aspirent en effet leur noyau et provoquent de suite l'écart des charbons nécessaire pour l'allumage.

Le réglage de la lampe se fait à la fois par la tension du ressort antagoniste F, par la posi-

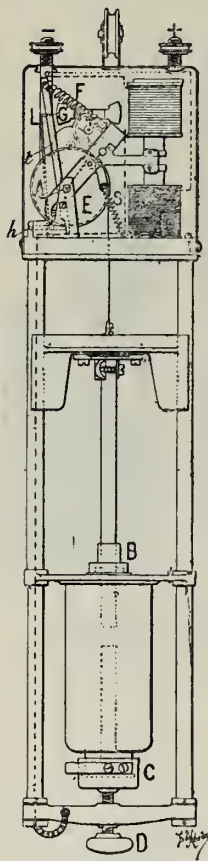


FIG. 41.

tion de la lame d'acier L de l'échappement et par la longueur du fil de soie commandant le ressort S.

Le même modèle de lampe peut fonctionner sur courants continu ou alternatif; seul l'enroulement des bobines en dérivation est légèrement différent.

La course du point lumineux est d'environ 50 mm dans les lampes à courants continus et de 90 mm dans celles alimentées par courants alternatifs.

Les lampes se montent sur les circuits à courant continu une par une en parallèle ou par plusieurs en série. Le premier montage comporte un rhéostat de résistance convenable; dans le deuxième montage les lampes sont munies d'un dérivateur et d'une troisième borne pour relier la résistance de remplacement qui est en communication, d'autre part, avec la borne négative de la lampe.

Pour le montage en série, qui peut se faire en nombre quelconque, il suffit que la tension du réseau soit d'au moins 30 0/0 supérieure à la somme des tensions aux bornes des lampes réunies en série.

Les lampes en vase clos pour courants alternatifs ne peuvent se monter qu'en dérivation sur un circuit de 100 à 120 volts avec interposition d'une bobine de self-induction convenable.

Lampe de la maison L. Bardon (fig. 42). — Dans cette lampe, le porte-charbon supérieur S est mobile, tandis que le porte-charbon inférieur est fixe.

Le mécanisme régulateur est constitué par un solénoïde B en gros fil, monté en série sur le circuit d'utilisation. Un noyau de fer N, fixé à l'extrémité de droite d'un levier L et reposant en O sur une chape, pénètre librement à l'intérieur du solénoïde. Ce noyau est muni, à son extrémité inférieure, d'un piston P glissant dans un cylindre C; ce dispositif constitue l'amortisseur.

Le levier L peut osciller autour du point O; son extrémité de gauche porte un contrepoids M qui, lorsque la lampe ne fonctionne pas, force le levier à rester incliné de ce côté. Une bielle T', articulée en T sur le levier L, porte à sa partie inférieure une butée b; cette bielle traverse librement une ouverture pratiquée dans une griffe G de forme spéciale. La tige du porte-charbon supérieur S passe également au centre de cette griffe, dont l'extrémité g est formée de deux pattes recourbées qui, au repos, viennent s'appuyer sur la platine inférieure. Dans cette position, la butée b occupe une position telle que la griffe G est perpendiculaire à la tige du porte-charbon S et que les charbons viennent au contact l'un de l'autre.

Dès que le courant est envoyé dans la lampe, il arrive par la borne (+), traverse le solénoïde B et, par le fil souple F, est amené au porte-charbon supérieur S, passe dans le charbon inférieur I qui est en contact avec le charbon supérieur et sort par la borne (-) reliée au massif et, par conséquent, au porte-charbon inférieur l, par l'intermédiaire du fil souple F'.

Sous l'action du courant qui le traverse, le solénoïde B attire le noyau N; le levier L oscille autour du point O et entraîne dans son mouvement la bielle T' qui remonte. En même temps, la butée b soulève l'extrémité de la griffe G qui, prenant une position oblique, vient coincer la tige S du porte-charbon supérieur et la soulève; par suite, les charbons s'écartent et l'arc se forme.

A mesure que les charbons se consomment, l'arc s'allonge, l'intensité du courant diminue,

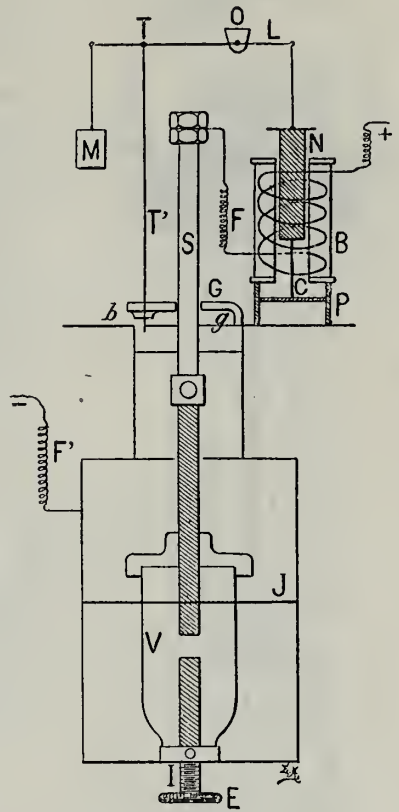


FIG. 42.

le solénoïde attire moins fortement son noyau et il arrive un moment où l'action du contre-poids M l'emporte et le levier oscille en s'inclinant vers la gauche. La bielle T' suit le mouvement ainsi que le porte-charbon supérieur jusqu'à ce que les pattes *g* de la griffe G viennent s'appuyer sur la platine inférieure. La griffe G, ayant pris une position horizontale, laisse glisser la tige S et les charbons se rapprochent.

L'arc est enfermé dans un petit cylindre V dont l'obturation est obtenue, à la partie supérieure, par un chapeau portant en son centre une cheminée dans laquelle passe librement le charbon supérieur. Ce chapeau s'applique, par son propre poids, sur le bord supérieur rodé du cylindre V, dont l'extrémité inférieure, également rodée, repose dans une cavité ménagée dans le porte-charbon inférieur. Un cercle métallique J, soutenu par deux goupilles, maintient le cylindre tout en lui permettant d'effectuer un léger déplacement latéral, afin que le porte-charbon supérieur ne puisse se coincer contre le chapeau lorsqu'il n'est pas dans une position absolument verticale. L'obturation du cylindre à la partie inférieure est assurée par un écrou moletté E qui se visse sur le porte-charbon I et empêche ainsi toute arrivée d'air.

Une monture à glissière permet de descendre le globe extérieur sans qu'il soit nécessaire de l'enlever complètement lorsqu'il est nécessaire de changer les charbons. Pour accéder aux porte-charbons, il suffit de retirer le cylindre V en soulevant simplement le cercle de cuivre J et en dégageant sa partie inférieure de la cavité ménagée dans le porte-charbon.

Cette lampe peut fonctionner avec une seule paire de charbons pendant 130 à 200 heures, se suivant l'intensité. Elle se construit avec enroulement en série pour marcher seule sur des circuits de 100 à 120 volts et avec enroulement différentiel pour fonctionner en série par deux sur 220 volts ou par trois sur 330 volts, etc.

Elle peut être alimentée également par du courant alternatif, sans autre modification que le remplacement des solénoïdes qui doivent être établis pour le nombre de périodes voulu.

Lampe de l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft (*fig. 44*).

— Dans cette lampe, le porte-charbon supérieur est seul mobile. Il est suspendu à l'extrémité de l'un des bras d'un fléau de balance; l'autre bras est relié à l'armature mobile d'un électro-aimant dont les bobines, disposées horizontalement, sont traversées par le courant principal; l'armature peut osciller autour d'un axe horizontal et ses mouvements sont amortis par deux pompes à air.

A l'allumage, les charbons sont au contact, le courant qui traverse les bobines de l'électro en série provoque l'attraction violente de l'armature de haut en bas et, par suite, le relèvement du bras opposé du fléau qui entraîne avec lui les deux tiges formant étrier et soutenant le porte-charbon supérieur.

Le charbon supérieur qui, au repos, est absolument libre dans son porte-charbon, reste en contact avec le charbon inférieur un temps suffisant pour que l'arc s'amorce; il n'est écarté que lorsque son porte-charbon a été soulevé de 1 mm. Ce résultat est obtenu au moyen du dispositif suivant :

Le porte-charbon positif (*fig. 44*) est en forme d'étui conique C; à l'intérieur sont disposées

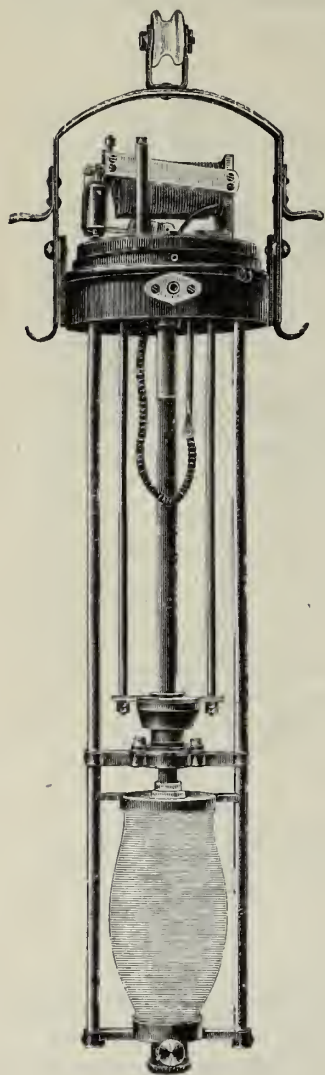


FIG. 43.

des rondelles métalliques enfilées sur un guide; ces rondelles tendent à descendre au fond du cône en coinçant le crayon; mais ce coincement ne peut se produire tant que le porte-charbon ne s'est pas élevé de 1 mm, parce que les rondelles sont maintenues à 1 mm du fond par la pièce S. Cette pièce est libérée dès que le porte-charbon a été attiré vers le haut et aussitôt les rondelles retombent en immobilisant le charbon.

Quand l'arc s'allonge par suite de l'usure des charbons, le courant qui traverse la bobine en série s'affaiblit; par suite l'armature mobile s'écarte du noyau et le porte-charbon descend d'une quantité correspondante.

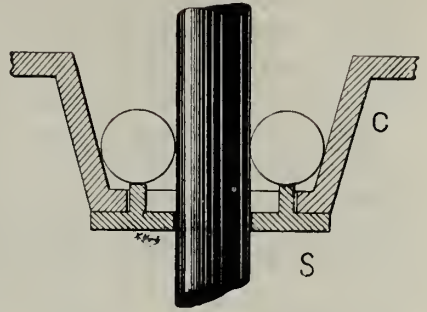


FIG. 44.

Lampes de la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. — Ces lampes sont de deux types principaux : les lampes à tige d'alimentation qui se construisent seulement pour courant continu et les lampes à alimentation directe qui se font en différents modèles pour montage sur courants continu et alternatifs.

Lampes à tige d'alimentation. — Ce type de lampe est ainsi dénommé parce que le charbon supérieur est serré dans un porte-charbon fixé lui-même à une tige de cuivre. C'est cette tige qui reçoit le courant par un petit balai en bronze phosphoreux.

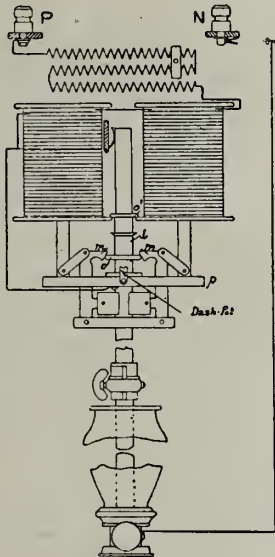


FIG. 45.

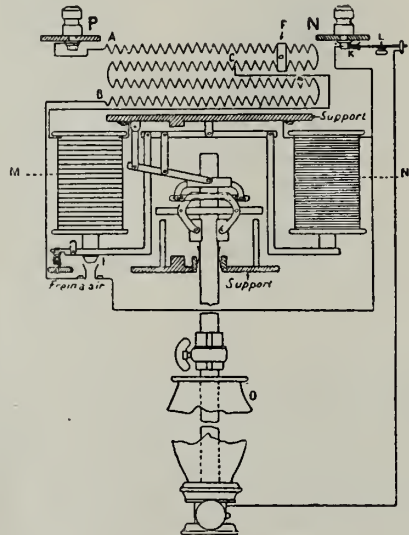


FIG. 46.

Cette lampe est construite soit avec deux solénoïdes en série avec l'arc, soit avec quatre solénoïdes, dont deux sont en série et deux en dérivation sur l'arc.

Dans les deux modèles, les armatures commandent une mâchoire qui agit sur la tige de cuivre porte-charbon en la laissant glisser ou en la maintenant fixe suivant le cas.

La figure 45 représente la lampe à deux solénoïdes; sur ce schéma, le réglage de la lampe est sur le point de s'opérer; les taquets *m*, *m'* sont en contact avec le collier *o* du curseur *L*; par suite, la mâchoire s'entr'ouvre et va laisser glisser la tige porte-charbon; dès que cette tige est légèrement descendue, la longueur de l'arc ayant diminué, l'intensité du courant augmente : les armatures sont soulevées et le plateau-support de la mâchoire *p* est entraîné et vient soulever le curseur *L*. Quand la lampe continue à fonctionner après ce réglage, la mâchoire descend

graduellement avec les noyaux des solénoïdes ; mais elle reste serrée en entraînant la tige et le charbon. Lorsque le collier o' du curseur L vient buter contre les joues inférieures des bobines, il s'arrête et toutes les autres parties mobiles continuent à descendre jusqu'à ce que les taquets m et m' viennent à nouveau toucher le collier o ; à ce moment, un nouveau réglage se produit. Étant donné l'usure très lente des charbons (1,5 mm pour le positif et 0,6 mm pour le négatif), ce réglage ne se produit que toutes les huit ou dix heures.

La lampe à quatre solénoïdes est représentée par la figure 46. Ces solénoïdes, montés par paires, commandent respectivement deux armatures qui, au moyen d'une mâchoire convenablement réglée, laissent glisser la tige du porte-charbon ou la maintiennent fixe. Le mécanisme de cette lampe est presque identique au précédent. Les deux armatures sont aux deux extrémités d'une sorte de fléau suspendu à un support fixe. Les mouvements d'oscillation de ce fléau sont

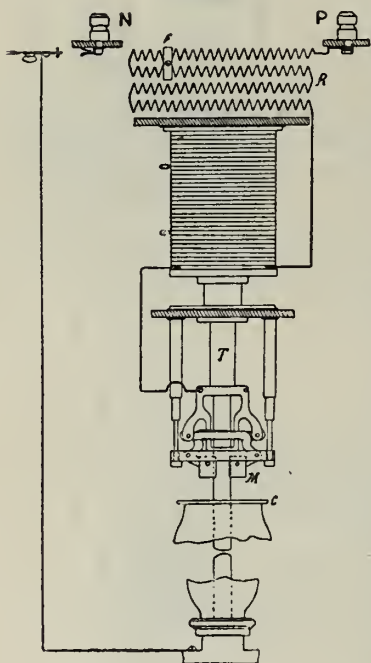


FIG. 47.

utilisés soit pour soulever, soit pour abaisser la tige porte-charbon. A cet effet, un levier est attelé par son milieu sur un des bras de ce fléau, tandis que ses deux extrémités sont l'une solidaire du plateau support, l'autre de la tige porte-charbon. Dans ces conditions, cette tige sera soulevée ou abaissée suivant que les solénoïdes à gros fil ou à fin auront une action prépondérante. Le courant pénètre dans la lampe par la borne P, traverse le rhéostat réglable AC, puis les deux bobines en série, se rend de là à la tige du porte-charbon supérieur et du charbon inférieur, et va à la manette du commutateur L, dont la mâchoire K est fixée à la borne N. Si, pour une raison quelconque, la lampe cesse de fonctionner, un interrupteur I la met automatiquement en court-circuit, en intercalant une résistance additionnelle CB, qui est calculée pour absorber exactement l'énergie qu'absorbait la lampe. Ces lampes peuvent être montées en tension.

Lampes à alimentation directe. — Dans ce type de lampe, qui est le plus répandu, la griffe qui maintient le charbon supérieur se déplace dans le tube T (fig. 47) qui reçoit le courant. La mâchoire qui sert à libérer le crayon positif est, comme dans les lampes précédentes, commandée

par les mouvements des noyaux des solénoïdes. Il y a d'ailleurs plusieurs dispositifs employés.

La figure représente une lampe à simple solénoïde en série. Certains modèles peuvent fonctionner avec un courant de 2,5 à 3 ampères sous 100 à 120 volts.

Ce type de lampe se fait également à réglage différentiel pour montage en série.

Dans les lampes à courant alternatif, la bobine de résistance est remplacée par une bobine de self. Cette bobine est sectionnée de façon à pouvoir régler la lampe pour des voltages compris entre 98 et 120 volts et des fréquences de 42, 50, 83 ou 100 périodes par seconde.

Pour le montage en série sur circuits à courants alternatifs de haute tension, la lampe est à enroulement différentiel et ne comporte pas de bobine de réaction, parce que ces lampes sont alimentées par un courant constant fourni par un transformateur spécial.

Lampes de la maison Kœrting et Mathieson. — Cette lampe se construit en deux modèles : le modèle à réglage en série et le modèle à réglage différentiel. Dans le premier modèle, le tube porte-charbon est suspendu directement au noyau du solénoïde série ; dans le second modèle, ce tube est fixé sur un levier auquel sont suspendus les deux noyaux des solénoïdes en série et en dérivation.

Le mécanisme qui sert à immobiliser ou à libérer le charbon supérieur, se compose d'une mâchoire à charnière manœuvrée par les mouvements des noyaux des solénoïdes. A cet effet,

le tube porte-charbon est muni d'un doigt qui vient appuyer sur la mâchoire; cette mâchoire est fixe et placée à l'entrée du petit globe à garniture étanche où jaillit l'arc.

Lampe Toerring, de Philadelphie. — Cette lampe se compose de deux solénoïdes en série dont les noyaux solidaires sont fixés à l'une des extrémités d'une chaîne; cette chaîne passe sur une petite poulie et supporte à son autre extrémité le porte-charbon supérieur qui est seul mobile. Ce porte-charbon consiste en un tube qui coulisse dans un autre tube fixe. Une griffe fixée à l'extrémité inférieure du tube porte-charbon maintient le crayon; cette griffe est serrée automatiquement quand les noyaux pénètrent dans les bobines; quand, au contraire, ils ne sont plus attirés ou que l'attraction diminue, la griffe se desserre graduellement.

La résistance de réglage est placée sous le plateau qui supporte les deux solénoïdes; elle consiste en un fil de haute résistivité qui est enroulé sur un cylindre en porcelaine; ce fil est engagé dans une rainure hélicoïdale qui existe sur la surface extérieure du cylindre. Pour modifier le réglage, il suffit de déplacer sur le cylindre une bague formée d'une bande de cuivre; cette bague est suffisamment serrée sur le cylindre pour que son contact avec le fil qui déborde des rainures ait une résistance négligeable.

Le cylindre dans lequel jaillit l'arc est fermé à sa partie inférieure et sa partie supérieure, qui porte un renflement en forme de bague, vient s'appliquer contre une plaque à travers laquelle le porte-charbon pénètre par un orifice étanche. La jonction du cylindre de verre avec la plaque se fait par une pièce métallique qui, d'une part, se visse sur la plaque qui porte un filet sur son épaisseur et, d'autre part, soutient le cylindre au-dessous du renflement.

Le porte-charbon inférieur, qui est fixe, est monté sur la plaque dont nous venons de parler. Cette lampe a une hauteur totale de 65 cm environ et elle pèse 8 500 gr environ.

Lampe Brienne de la maison Bisson, Bergès et C^{ie}. — Le mécanisme de cette lampe est identique à celui de la lampe Brienne que nous avons précédemment décrite. La seule différence consiste dans l'adaptation d'un petit cylindre étanche sur le porte-charbon inférieur. La résistance de réglage est placée dans le chapiteau de la lampe qui est ajouré de façon à assurer un refroidissement énergique.

Lampe Bremer. — Cette lampe a figuré d'une façon intermittente dans un stand à l'Exposition de 1900 et quatre foyers, disposés aux quatre angles intérieurs de la première plate-forme de la tour Eiffel, ont fonctionné pendant quelque temps.

C'était la seule nouveauté qui figurait à l'Exposition dans ce genre d'appareils. Les différentes lampes que nous avons décrites ne constituant que des modifications d'un même principe et ne différant entre elles que par les procédés employés pour obtenir le réglage de l'arc qui est dans toutes ces lampes produit par la combustion du carbone à haute température.

La conception de la lampe Bremer repose sur un ensemble de principes déjà connus et appliqués dans différentes lampes antérieures; mais son originalité, qui semble néanmoins indiscutable, est due à l'heureuse adaptation de ces principes.

La lampe Bremer possède deux qualités essentielles: elle donne un rendement lumineux très élevé et la lumière qu'elle émet a une coloration jaune très favorable.

Ces qualités, qui ont été signalées jadis par Gauduin, Archereau et Carré, sont dues à l'emploi de charbons de composition spéciale, contenant une forte proportion de sels métalliques, dans une lampe d'une construction qui rappelle celle de la lampe Gérard, de 1879.

En principe, cette lampe consiste en un arc, allongé par soufflage magnétique, qui est fixé par l'action du champ à l'extrémité des charbons disposés en V, la pointe en bas; l'extrémité de ces charbons étant placée à l'intérieur d'un cône réflecteur.

Les premières lampes construites par M. H. Bremer étaient à deux paires de crayons, comme la lampe Rapiéff; mais ce modèle paraît avoir été abandonné par l'inventeur, tout au moins pour des types de moyenne puissance lumineuse.

Une petite lampe marchant à 4 ampère, d'après l'inventeur, représentait à l'Exposition ce type dont le mécanisme est très simple, mais dont les deux crayons sont assez difficiles à placer.

Dans le modèle actuel, il n'y a que deux crayons inclinés l'un par rapport à l'autre de 30° environ. Ces crayons sont guidés par deux tubes dans lesquels ils coulisent sous l'action de deux poids qui glissent eux-mêmes dans les tubes et restent constamment en contact avec les crayons. Le mouvement de descente est arrêté par un frein à deux patins, qui pénètre dans une fente ménagée sur une partie de la longueur des tubes de guidage, et par une butée constituée par une petite pièce métallique, facile à remplacer, fixée à l'extrémité d'un bras mobile. Le frein, dont la pression peut être réglée à l'aide de ressorts de tension, est manœuvré par un électro-aimant dans lequel le courant est envoyé par un relai toutes les fois que la différence de potentiel aux bornes de l'arc est supérieure au régime fixé. Le mouvement du frein actionne mécaniquement la butée qui vient se présenter en dessous des crayons, sert à régler leur longueur et à établir un court-circuit entre eux au moment de l'allumage.

Le champ magnétique qui fixe l'arc à l'extrémité des crayons et sert à l'étaler est obtenu à l'aide de deux bobines enroulées en sens inverse, dont l'une est en série sur l'arc et l'autre en dérivation; elles aimantent une armature formée d'un faisceau de fils de fer disposés sur les deux côtés de l'arc. L'épanouissement polaire s'incurve un peu au dessous, à l'extrémité inférieure des crayons.

Le plateau qui porte ces divers organes est percé en son centre d'une ouverture circulaire dans laquelle s'engage le cône réflecteur qui forme en même temps cheminée d'appel pour l'évacuation des gaz provenant de la combustion; on évite ainsi un échauffement anormal des organes malgré leur voisinage de la source lumineuse. Le globe est également fixé au plateau et est monté à charnière de façon à pouvoir dégager l'arc sans qu'il soit besoin de le décrocher.

Le fonctionnement de la lampe est très simple. A l'allumage, les deux crayons étant écartés, le courant dérivé traverse le relai et attire son armature qui établit un courant dans la bobine de commande du frein; les crayons sont libérés; ils descendent jusqu'à ce qu'ils rencontrent la butée; cette butée établit un court-circuit entre les deux crayons et aussitôt, le relai cessant d'agir, les crayons sont immobilisés par le frein; le doigt de la butée étant rejeté en arrière, l'arc se forme. A partir de ce moment, le champ différentiel fixe cet arc et le souffle énergiquement vers le bas, par suite de l'action prédominante de l'enroulement série; cet allongement de l'arc a pour effet de réduire l'intensité du courant.

Quand, par suite de l'usure des crayons, la différence de potentiel aux bornes augmente, l'arc se trouve moins incurvé par le soufflage. A une valeur de cette différence de potentiel choisie à l'avance, le relai agit de nouveau, desserrant le frein et faisant avancer le doigt; les crayons tombent sur ce doigt et sont replacés en position normale; on compense ainsi l'usure inégale des crayons; aussitôt après, le relai cesse d'agir. On peut substituer à ce mode de réglage un peu brutal un autre procédé qui consiste à placer un doigt fixe, convenablement relié, au voisinage de l'arc; quand, par suite de l'usure des crayons, l'arc, qui se déplace en s'élevant dans le cône réflecteur, s'approche de ce doigt fixe, un courant suffisant pour actionner l'électro du frein est dérivé par ce chemin et par le même mécanisme qui, précédemment, provoque le réglage.

Les deux réglages peuvent fonctionner simultanément; l'un est fondé, comme on vient de le voir, sur les variations de la différence de potentiel entre les deux crayons; le dernier sur l'usure de ces crayons.

En marche normale, ce réglage cause peu de perturbations dans l'intensité lumineuse; attendu que la longueur de flamme de l'arc varie peu entre deux réglages successifs; cependant, en général, la coloration de la lumière varie d'une façon notable et elle est beaucoup plus chaude avant qu'après le réglage. Il est probable que cette modification dans la coloration de la lumière émise par la lampe est due aux légères variations dans la longueur de l'arc.

Nous avons vu déjà que les particularités de cette lampe sont dues à la nature spéciale des crayons employés. Ces crayons contiennent, en effet, des sels métalliques mélangés au charbon

dans des proportions qui devaient atteindre environ 20 0/0 dans les crayons essayés; l'un des sels préconisés par M. Bremer et qui ne semble pas, d'ailleurs, nouveau, est le fluorure de calcium. Les fondants incorporés, parmi lesquels M. Bremer indique surtout le fluor, le bore, la potasse, etc., ont pour but de prévenir la formation d'une enveloppe de substances combustibles sur les bouts extrêmes des crayons et de faire tomber les scories en gouttes.

Ce sont les matières étrangères introduites dans les charbons qui donnent une coloration à la lumière et permettent, par les produits qu'ils maintiennent en suspension dans l'arc, d'allonger et d'étaler celui-ci. Ce sont également ces substances et, plus spécialement, la chaux, qui augmentent le rendement lumineux de l'arc, ainsi que l'ont constaté et publié, en 1878 et 1881, MM. Gaudin, Carré et Archereau.

Les chiffres suivants ont été obtenus dans les essais effectués au laboratoire central d'électricité sur une des lampes exposées.

<i>Lampe Bremer</i>		Sans globe.	Avec globe.
Charbon positif		Bremer A7	Bremer A7
Charbon négatif		Siemens H6	Siemens H6
<i>Régime de la lampe</i>			
Différence de potentiel (volts)		43,2	43,9
Intensité moyenne (ampères)		9,45	8,75
Puissance moyenne (watts)		427	400
Flux lumineux (lumens)		13 950	8 020
Intensité moyenne sphérique (bougies)		1 110	638
Intensité moyenne hémisphérique inférieure (bougies)		2 220	950
Flux spécifique (lumens-watts)		32,7	20,0
Watts par bougie sphérique		0,385	0,628
Watts par bougie hémisphérique inférieure		0,192	0,421

Cette lampe fonctionnait avec un crayon spécial à mèche de 7 mm au positif et un charbon homogène Siemens de 6 mm au négatif.

Une des particularités intéressantes de la lampe Bremer consiste dans la grande surface de la flamme de l'arc étalée en éventail et dans la réduction du cratère; tandis que dans les lampes à arc ordinaires, le cratère fournit environ 85 0/0 de la lumière émise: dans la lampe Bremer, il ne donne guère plus de 25 0/0. Quand on marche avec des courants alternatifs, on peut mettre dans la lampe des crayons spéciaux aux deux pôles et la flamme de l'arc est très homogène et d'une coloration jaune. Avec le courant continu, le crayon spécial n'est employé qu'au pôle positif et la coloration de la flamme est légèrement bleutée vers le crayon négatif.

L'éclat intrinsèque de l'arc Bremer est certainement inférieur à celui de l'arc ordinaire. L'augmentation très notable du rendement lumineux peut s'expliquer de la façon suivante: Si le cratère est moins étendu et moins brillant, la flamme, au contraire, a une surface beaucoup plus grande et un éclat très supérieur à celui de la flamme de l'arc ordinaire, par suite des matières qu'elle tient en suspension qui sont probablement à l'état de particules non vaporisées. D'ailleurs, cette flamme est opaque, tandis que, dans l'arc ordinaire, la flamme est transparente. Il est à supposer, en effet, que les matières, contenues dans le crayon, qui se dissocient et se volatilisent au voisinage immédiat du cratère se combinent et se condensent partiellement dans la flamme, dont la température est moins élevée.

Le soufflage magnétique et aussi la conductibilité relative de la flamme permettent de maintenir l'arc dans de grandes limites de voltage. Au début, généralement dans les essais, la différence de potentiel était de 35 volts; au moment du réglage, elle s'était élevée au voisinage de 50 volts. Dans ces conditions, si on emploie un crayon positif spécial de 7 mm, un crayon négatif à âme de 6 mm, le réglage se produit toutes les sept minutes environ et l'intensité du courant varie entre 8 et 9 ampères.

Il y a encore un point intéressant à signaler dans la conception de cette lampe: c'est le rôle particulier que joue le cône en métal dans lequel brûlent les deux crayons. Ce cône sert à con-

denser la majeure partie des substances qui se dégagent de la flamme ; les matières qui échappent à cette condensation sont entraînées par le courant d'air ascendant dans la partie supérieure de la lampe, de telle sorte que le globe ne se recouvre que d'un léger dépôt.

Le cône sert en même temps de réflecteur du fait même du dépôt blanc qui s'y forme et, comme ce dépôt se renouvelle constamment, la surface de réflexion est toujours en parfait état.

La répartition de la lumière à feu nu dans cette lampe est très favorable pour les éclairages intérieurs ; mais, pour les éclairages de grands espaces en plein air, elle présente quelques inconvénients par suite de l'absence presque complète de flux lumineux au voisinage de l'horizon. Cependant, quand on emploie des globes, le flux lumineux est relevé et la répartition meilleure.

Les charbons employés dans la lampe Bremer sont de plus petit diamètre que ceux des lampes ordinaires de même intensité, aussi leur usure est rapide.

Cette usure est de 48,5 mm par heure pour le crayon positif et de 47 mm pour le négatif dans les conditions de marche normale.

Les crayons peuvent être mis bout à bout par morceaux dans les tubes de guidage.

PETIT MATÉRIEL POUR LAMPES A ARC

Nous décrirons sous ce titre les rhéostats, les bobines de self-induction, dériveurs et résistances de remplacement pour lampes à arc en série, transformateurs et accessoires divers.

Rhéostats. — Ces appareils sont généralement établis en fil métallique ; cependant quelques rhéostats pour lampes à arc, en substances de compositions variées, étaient présentés par certains exposants.

Rhéostats à fil métallique nu. — Ces rhéostats sont à curseur ; le fil métallique est soit en maillechort, soit en ferro-nickel ; ce fil nu est enroulé sur un cadre, généralement en fonte, et l'isolement est obtenu soit par des pièces en porcelaine, soit par de la feuille d'amiante.

Nous citerons à titre d'exemple, les rhéostats de la maison *Bardon*, de la maison *Cance*, de la *Société de Force et Lumière électriques*, de la maison *Fabius Henrion*, de la *Compagnie générale électrique de Nancy*, de la *Compagnie électrique parisienne*, etc., qui ne diffèrent entre eux que par la forme du cadre, mais qui sont tous à réglage par curseur à ressort mobile sur une tige de guidage.

La maison *Koerting et Mathiesen* exposait des rhéostats dans lesquels le fil est enroulé sur un cylindre de porcelaine et qui sont disposés de façon à recevoir une enveloppe pleine ou perforée.

Des rhéostats avec ou sans enveloppe étaient également présentés par l'*Allgemeine Electricitäts Gesellschaft*, la maison *Siemens et Halske*, la *Société alsacienne de Constructions mécaniques*, etc.

Rhéostats à fil métallique enrobé. — La *Société du Familistère de Guise* présentait des rhéostats de lampes à arc fractionnés, avec manette, constitués par des plaques de fonte sur lesquelles des fils métalliques de maillechort, ferro-nickel, platine ou fer, constituant la résistance, sont enrobés dans un émail qui les rend adhérents à la plaque.

L'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft* exposait des rhéostats de même genre avec et sans réglage.

Les rhéostats exposés par la *Ward Leonard Company* sont un peu différents. La résistance est constituée par des bandes minces de 0,05 mm environ d'épaisseur, d'un alliage spécial ayant une haute température de fusion et une résistivité élevée, mais dont le coefficient de variation de résistance avec la température est aussi faible que possible.

Les bandes sont découpées en largeurs proportionnelles à l'intensité du courant qui doit les traverser en régime normal ; puis, elles sont repliées sur elles-mêmes en accordéon de façon à

réduire leur longueur. Les bandes portent un œillet à chaque extrémité; ces œillets sont réunis électriquement à des bornes isolées montées sur une plaque de fonte.

Les bandes ondulées sont placées de champ sur la plaque et réunies à cette plaque par un émail qui les enrobe complètement en les isolant entre elles et de la plaque; l'ensemble forme donc une masse compacte.

Rhéostats en substances de compositions variées. — La maison *Le Roy* exposait des rhéostats formés de bâtons de silicium agglomérés, pincés entre des griffes de connexion montées elles-mêmes sur plateau.

La maison *Heraeus* présentait des rhéostats composés de baguettes de porcelaine platinées.

Bobines de self-induction. — Ces bobines sont destinées à remplacer les rhéostats à fil pour les lampes alimentées par courants alternatifs; elles réalisent une économie notable sur l'emploi des rhéostats. La réactance de ces bobines peut être réglée facilement en intercalant des rondelles de papier entre les épaulements des noyaux; on peut donc, avec ces appareils, comme avec les rhéostats à curseur, régler l'intensité du courant qui alimente la lampe.

Toutes les maisons exposant des lampes à arc alternatives exposaient également des modèles différents de bobines de self-induction.

CHARBONS POUR LAMPES A ARC

Charbons pour lampes à arc. — Ces produits de première nécessité sont fabriqués par différentes maisons en France et à l'étranger; ils sont généralement obtenus par filage sous pression d'une pâte formée d'un mélange de coke de cornue ou de coke de pétrole et de noir de fumée aggloméré par du goudron; ce filage se fait à l'aide de presses hydrauliques à des pressions variables.

Les maisons suivantes présentaient à l'Exposition des charbons pour lampes à arc: la Société *le Carbone*, la *Compagnie française des charbons pour l'électricité*, *J.-A. Berne*, *Fabius Henrion*, en France; en Allemagne, la maison *Siemens et Halske*.

La fabrication des charbons pour lampes à arc est concentrée en un petit nombre d'usines qui produisent de grosses quantités de ce produit.

Les procédés employés par les différentes usines sont très analogues. Ils consistent essentiellement à filer sous pression une pâte formée d'un mélange intime de coke de cornue ou de coke de pétrole pulvérisés et de noir de fumée aggloméré avec du goudron. Suivant qu'on veut obtenir des charbons pour lampes fonctionnant à bas voltage ou à haut voltage, à courant continu ou à courant alternatif, à air libre ou en vase clos, on fait varier les proportions du mélange de façon à obtenir des crayons de conductibilités différentes, appropriés à ces différentes applications.

Les charbons de lampes à arc se font pleins ou à mèche; ce sont les premiers que l'on emploie exclusivement pour les lampes à courant alternatif et pour le négatif dans les lampes à courant continu; les charbons à mèche servent pour le positif dans les lampes à courant continu.

Les charbons homogènes sont obtenus directement par la presse hydraulique; quant aux charbons à mèche, on fabrique d'abord un charbon creux que l'on remplit, après la cuisson à haute température à laquelle tous les charbons sont soumis, d'une âme centrale à base de silicate de soude. Cette âme, qui contient du charbon, est simplement séchée et sa facile combustion prévient les vacillements de l'arc.

La cuisson se fait habituellement dans des fours à gaz continus, à chambres multiples, qui permettent d'atteindre très lentement la température maximum; cette précaution est indispensable et évite les déformations et les boursoufflements qui se produiraient si l'agglomérant était trop rapidement échauffé. Les crayons mis en paquets sont placés dans des creusets en terre

réfractaire et, pour éviter les oxydations, on remplit l'intervalle entre les paquets de charbons et les parois internes du creuset avec de la poudre de charbon.

Les diamètres des charbons sont proportionnés à l'intensité du courant qui doit les traverser : toutefois, dans les lampes à courant continu, où le crayon positif s'use environ deux fois plus vite que le négatif, on donne à ce dernier la section convenable pour l'intensité de courant et au positif une section double, de façon que la longueur usée par unité de temps soit sensiblement la même pour les deux crayons.

Dans certains cas particuliers, par exemple dans les lampes de projecteurs électriques où l'occultation de la lumière produite par les crayons peut être préjudiciable et où les intensités de courant sont élevées, on augmente la conductibilité des crayons en cuivrant leur surface extérieure.

LAMPES A INCANDESCENCE

Les lampes à incandescence exposées appartiennent à deux types : l'incandescence dans le vide et l'incandescence dans l'air, fondés tous deux sur le même principe : l'échauffement d'un conducteur par le passage d'un courant.

Lampes à incandescence dans le vide. — A cette classe se rattachent presque toutes les lampes à incandescence exposées. La plupart de ces lampes, d'ailleurs, sont de construction identique et ne diffèrent entre elles que par des points de détail ou par les procédés employés en fabrication.

Sauf la lampe Auer à filament d'osmium, sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure, toutes les autres lampes à incandescence dans le vide qui figuraient à l'Exposition ont leurs filaments en carbone.

a. LAMPES A FILAMENT DE CARBONE. — Depuis l'origine de la fabrication de la lampe à incandescence, c'est-à-dire depuis vingt années environ, aucune modification de principe n'a été introduite dans cette industrie; mais de nombreux perfectionnements ont été apportés dans l'outillage et dans la production des différentes parties constitutives de la lampe; en particulier, dans les appareils à faire le vide et dans la fabrication du filament.

Nous allons examiner rapidement les différentes parties de la lampe et passer en revue les différentes phases de la fabrication; après quoi nous signalerons les procédés nouvellement appliqués dans quelques usines pour l'obtention du vide.

La lampe à incandescence se compose d'un filament de carbone aussi pur que possible, monté sur deux supports métalliques destinés à servir de conducteurs au courant et qui émergent, par suite, de l'ampoule dans laquelle on place le filament; une pièce en cuivre ou en lot est fixée sur la partie de l'ampoule par laquelle sortent les fils conducteurs qui sont reliés à deux pièces métalliques ou contacts de formes variées. L'ampoule ayant été vidée d'air, pour mettre la lampe en lumière, on adapte son culot sur un support de forme appropriée qui a été relié à une canalisation électrique.

Le filament de carbone, qui constitue la partie essentielle de la lampe, est obtenu le plus généralement en filant de la cellulose dissoute à travers des filières de diamètre convenable, dans un liquide qui varie avec le dissolvant employé, de façon à condenser les fils au sortir de la filière; après séchage, on donne à ces fils la forme convenable et on les transforme en carbone par calcination à une température très élevée à l'abri de l'air.

Les supports métalliques sur lesquels sont soudés les filaments sont généralement constitués par du fil de nickel; dans la portion qui traverse le verre, on emploie du platine pur et la connexion avec le culot est obtenue avec du fil de cuivre. La constitution complexe de ce conducteur a pour but de réduire au minimum la quantité de platine employé dont le prix est fort élevé. Des essais ont été faits avec différents alliages pour supprimer complètement le platine. La Compagnie générale des lampes à incandescence exposait des lampes montées avec des fils en acier-nickel de M. Guillaume.

L'ampoule est généralement en cristal de composition spéciale pour que la soudure avec le fil de platine donne un joint étanche, quelle que soit la température de ce fil. En Allemagne et en Autriche, on emploie encore, dans plusieurs usines, des ampoules en verre de Bohême.

Les culots, qui jadis étaient de formes très variées, ne se font plus, en Europe tout au moins, que de deux modèles : le culot à baïonnette et le culot à vis. Le culot à baïonnette est formé d'un bout de tube de cuivre, fermé d'un bout par une pièce isolante en os, porcelaine ou émail, dans laquelle sont logées les deux paillettes représentant les deux bornes de la lampe; ces deux pièces sont reliées électriquement aux deux fils qui supportent le filament. Le culot à vis est constitué par un tube façonné en vis qui est relié à l'un des supports du filament, tandis que l'autre est soudé à un bouton qui occupe le centre du fond du tube et en est isolé. En Amérique, on emploie encore d'autres formes de culots.

Les supports de lampes à incandescence sont, bien entendu, de formes appropriées aux culots. Le support à baïonnette est constitué essentiellement par deux petites tiges en laiton isolées l'une de l'autre; ces tiges, qui sont montées à ressort sur la pièce isolante, viennent s'appuyer énergiquement sur les deux paillettes du culot quand les baïonnettes de celui-ci sont engagées dans les encoches à arrêt qui sont ménagées sur le tube cylindrique entourant les deux tiges. Le fil souple qui amène le courant est à deux conducteurs qui viennent aboutir aux deux tiges; ce fil traverse un tube fileté qui supporte l'ensemble des pièces et se visse sur les appareils d'éclairage. Le support à vis se compose d'une douille extérieure façonnée au pas du culot et d'une pièce centrale de contact isolée de la première; le montage de ces deux pièces est fait de la même façon que pour le support à baïonnette.

La fabrication de la lampe, dont plusieurs exposants donnaient un aperçu, comporte un certain nombre d'opérations : le montage du filament sur ses supports conducteurs se fait à l'aide d'un dépôt adhérent de carbone ou plus simplement d'une pâte conductrice; la soudure des supports d'un filament carburé dans l'ampoule, préalablement façonnée, se fait au chalumeau; on extrait l'air de l'ampoule garnie de son filament par un tube soudé à cette ampoule et on emploie, le plus habituellement, pour cette opération, la pompe à mercure; cependant nous examinerons plus loin un procédé nouveau qui supprime cette pompe. Le montage du culot sur l'ampoule vidée se fait à l'aide de plâtre ou de ciments de compositions variées. Le triage des lampes fabriquées, suivant leur puissance lumineuse ou suivant la différence de potentiel qu'il faut admettre aux extrémités du filament pour avoir une puissance lumineuse donnée, se fait au photomètre par comparaison avec des lampes à incandescence étalons qui ont été soigneusement comparées avec une lampe Carcel, par exemple. Ce triage est nécessité par l'imperfection de la fabrication; malgré tous les soins que l'on peut prendre, tant pour calibrer le filament que pour déterminer les conditions dans lesquelles se fait le dépôt de carbone à sa surface, on ne peut éviter les écarts dans les constantes de lampes fabriquées en partant du même type de filament; ces écarts atteignent environ 5 0/0 de la différence de potentiel moyenne dans une fabrication soignée.

La *Compagnie générale des Lampes à incandescence* exposait, outre les lampes ordinaires, quelques lampes de haut voltage (400 volts) qui ne sont pas d'ailleurs encore entrées dans la pratique. Les différentes étapes de la fabrication de la lampe, de l'ampoule, du filament et du culot étaient représentées et un banc de soufflage pour la soudure du filament dans l'ampoule fonctionnait sous les yeux du public.

La *Société Centrale d'Électricité (usines Pulsford)* présentait également des lampes finies et aux différentes phases de la fabrication ainsi qu'un aperçu d'un atelier de soufflage; mais, en outre, le procédé Magliani exploité par cette usine, qui est concessionnaire exclusive du brevet, fonctionnait sous les yeux du public pour effectuer le vide dans les lampes. Nous allons en donner une description.

Ce procédé, qui est exploité depuis cinq ans environ tant en France qu'en Allemagne, en Espagne et aux États-Unis, est fort ingénieux et permet d'obtenir un vide réellement bon.

Il repose sur l'absorption des gaz raréfiés, laissés dans l'ampoule par un premier pompage

et des gaz occlus dans le filament, par un produit dont la composition est tenue secrète, mais dans lequel le phosphore joue, paraît-il, le rôle de corps actif.

Le mécanisme de l'opération est très simple.

Il consiste, comme nous le disions plus haut, à faire avec une pompe mécanique un vide aussi parfait que possible dans l'ampoule de la lampe ; ce vide ne doit pas être inférieur à 1 mm de mercure. Quand il est obtenu, on chasse les dernières portions d'air en les balayant avec une vapeur hydrocarbonnée ; après quoi, le produit chimique qui a été introduit dans la lampe est volatilisé par chauffage et sa vapeur, se répandant dans l'ampoule, s'empare des corps gazeux qu'elle y rencontre pour donner naissance à des composés solides ayant une tension de vapeur négligeable, composés qui seront d'ailleurs expulsés de l'ampoule quand on coupera la queue de la lampe où ils seront réunis.

L'opération se fait de la façon suivante : au lieu de grouper les lampes à vide sur les pompes à mercure par bouquets comprenant un nombre de lampes proportionnel à la puissance de la pompe, chaque lampe est traitée séparément. Après l'avoir préparée comme il est d'usage pour la monter sur la pompe, c'est-à-dire après l'avoir munie d'un tube qui est soudé sur la partie supérieure de l'ampoule, à l'extrémité opposée à celle où sont fixés les fils de platine amenant le courant au filament et après l'avoir séchée aussi complètement que possible, l'ouvrière introduit dans ce tube ou *queusotage*, à l'aide d'un petit tampon d'ouate, une petite quantité de produit préparé qui est presque fluide et en enduit ainsi les parois jusqu'à une certaine hauteur ; elle essuie soigneusement la partie inférieure du tube avec un autre tampon d'ouate sèche. La lampe est mise à ce moment en relation avec la pompe mécanique à faire le vide par l'intermédiaire d'un joint et en 1/2 minute cette opération est faite, c'est-à-dire que l'air de la lampe a été raréfié jusqu'à ce que sa pression soit tombée à 1 mm de mercure environ à l'intérieur de l'ampoule. A ce moment, à l'aide d'un ajustage approprié, on introduit dans la lampe de la vapeur d'éther tout en continuant de pomper.

On procède, bien entendu, de telle sorte que cette vapeur pénètre lentement de façon à ne pas briser le filament. Quand on juge que la quantité de vapeur a été suffisante pour déplacer l'air contenu dans l'ampoule, on arrête l'arrivée du gaz hydrocarbonné et on attend que la pression à l'intérieur de l'ampoule soit redevenue égale à celle qu'on avait observée avant cette introduction. A ce moment, l'ouvrière chauffe au chalumeau la portion de tube contenant le mélange après avoir mis le filament en lumière sous une différence de potentiel à ses bornes relativement faible, comparativement à celle qu'il doit pouvoir supporter lorsque la lampe sera en service, c'est-à-dire qu'on porte le filament au rouge. L'habileté de l'ouvrière consiste à juger du degré de vide par le temps que le filament met à se refroidir, temps qui est d'autant plus long que le vide est meilleur, puisque les phénomènes de convection sont réduits à mesure que l'air se raréfie davantage. C'est peut-être là le point délicat du procédé, parce que cet apprentissage est en somme assez onéreux et que même une ouvrière habile peut, par inattention, brûler des filaments si la quantité d'air restant dans l'ampoule est suffisante.

Toutefois cette opération de mise en lumière et d'extinction successives du filament a l'avantage en outre, toujours pour une ouvrière habile et attentionnée, de signaler une fêlure de l'ampoule de verre ou un mauvais fonctionnement de la pompe, ce qui est indiqué pendant les premiers instants de l'opération si la durée de refroidissement du filament pour une température donnée ne s'accroît pas.

Quand l'ouvrière a constaté ainsi expérimentalement que son vide était bon, elle élève la différence de potentiel aux bornes de la lampe jusqu'au moment où elle voit apparaître à l'électrode d'entrée du courant une petite effluve bleuâtre qui sautille le long du support métallique du filament. Cette petite effluve, qui semble due aux gaz résiduels contenus dans l'ampoule ou plus exactement à l'hydrogène provenant de l'électrolyse des gaz, chauffe plus fortement le support métallique contre lequel elle se fixe et peut, dans certains cas, amener sa fusion. On peut facilement prévenir cet accident, soit en éteignant la lampe, ce qui permet au gaz de se diffuser rapidement dans cette atmosphère raréfiée, soit en changeant le sens du courant. Nous ferons remarquer ici

que ce phénomène de l'effluve n'est pas particulier à ce procédé de vide, mais qu'on l'observe également quand on emploie les pompes à mercure.

Toutefois, à mesure que le vide devient plus parfait, c'est-à-dire que l'action chimique se produit, l'effluve qui s'était fixée au point de soudure du filament et de son support tend à monter le long de ce dernier et finalement disparaît complètement.

A ce moment, l'ouvrière chauffe plus fortement le tube de queusotage en dessous du point où a été introduit le produit chimique, de façon à fermer l'ampoule par soudure des parois sous l'effort de la pression de l'air extérieur ; elle continue à élever la température du filament jusqu'au moment où l'effluve qui, après la disparition des perles bleues sur le support du filament s'était répandue dans l'ampoule, tend à envahir complètement cette dernière. C'est un signe certain, paraît-il, que la combinaison du produit avec les gaz résiduels de l'ampoule est presque complète. Un chauffage supplémentaire de l'ampoule qui, pendant toutes ces opérations, a été placée au-dessus d'un foyer de petite dimension, suffit à parfaire la combinaison et, par suite, à faire disparaître complètement l'effluve. Le vide est alors aussi parfait que le peut donner le procédé, c'est-à-dire presque absolu.

S'il est besoin que le vide de la lampe détachée de la pompe soit parachevé, on peut se servir à cet effet de la petite quantité du produit en excès qui reste encore dans la queue de l'ampoule pour obtenir ce parachèvement sans pour cela remonter la lampe sur la pompe ; aussi laisse-t-on ce tube jusqu'au moment où l'essai du vide par l'effluve à travers l'ampoule a permis de constater que ce vide était satisfaisant.

Un indice de fuite, c'est-à-dire de fissure de l'ampoule, est la couleur rougeâtre de la petite effluve dont nous avons parlé plus haut et la forme de cette effluve qui, lorsque ce vide est mauvais, enveloppe comme d'une gaine le fil d'arrivée du courant au filament. Dans ce cas, cette effluve ne saute plus comme précédemment tout le long du support, mais reste fixe.

Pendant longtemps, on n'était pas parvenu, à l'aide de ce procédé, à vider les lampes de bas voltage ; mais aujourd'hui on a résolu, paraît-il, ce problème, en en mettant plusieurs en tension.

La *Compagnie française pour la fabrication des lampes à incandescence* présentait une série de lampes terminées et en cours de fabrication.

La *Société Gramme* et la maison *Fabius Henrion* exposaient des échantillons de leur fabrication.

La *Société de la Glow Lamp* présentait des lampes à ampoules argentées intérieurement qui sont destinées à diriger dans une direction déterminée le flux lumineux produit par la lampe. Il résulte de l'emploi de ce réflecteur que l'éclaircissement dans cette direction est plus grand qu'avec des lampes ordinaires, ainsi qu'on pouvait s'en rendre compte avec l'installation photographique exposée.

La *Société La Seymar* exposait des lampes à filaments en spirale contournant un tube central en porcelaine.

Les lampes à incandescence de modèles variés étaient exposées par la maison *Siemens et Halske*, l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft*, la *Société anonyme d'électricité de Budapest*, la maison *J. Kremenezky* de Vienne, la maison *Sturm et Cie* de Vienne, la *Société italiana di Elettività geo Cruto* de Turin.

Les différentes maisons que nous venons d'énumérer exposaient des lampes de 220 volts. Ces lampes, dont les débouchés augmentent tous les jours, sont entrées maintenant dans la fabrication courante ; mais elles ne se font guère au-dessous de la puissance lumineuse de 40 bougies ; pour ce type déjà, par suite de la finesse excessive du filament qui est nécessaire et de la fragilité d'un tel filament, on ne fait pas de lampes à faible consommation. Quelques fabricants construisent ces lampes avec deux filaments montés en tension ; ceux qui n'emploient qu'un seul filament fixent ce filament à l'ampoule à l'aide de crochets en platine.

Les lampes de 110 volts, au contraire, sont fabriquées couramment de deux types : la lampe de faible consommation (2,8 à 3 watts par bougie décimale au début), dont la durée pratique est de

400 à 500 heures et les lampes ordinaires consommant 3,5 watts environ par bougie décimale, qui baissent moins rapidement de puissance lumineuse et peuvent être employées utilement pendant 800 à 1 000 heures.

Nous citerons pour terminer les lampes pour guirlandes sans culots et à filaments droits, de formes variées, exposées par la *Société Gramme*, les lampes minuscules pour bijoux lumineux et pour l'éclairage des appareils chirurgicaux, présentées par différentes maisons.

b. LAMPES A FILAMENTS DIVERS. — Cette classe, à laquelle se rattachent de très nombreux brevets, ne comprenait qu'une seule lampe : la lampe Auer à filament d'osmium sur laquelle nous n'avons d'ailleurs que des renseignements bien incomplets. Cette lampe ne figurait qu'à titre de spécimen et n'était représentée que par quelques échantillons montés sur un lustre dans le pavillon d'Autriche.

Les lampes exposées étaient d'une puissance lumineuse de 40 bougies environ et elles fonctionnaient avec une différence de potentiel aux bornes de 35 à 40 volts ; on nous a donné comme consommation de ces lampes : 40 watts, c'est-à-dire 1 watt par bougie.

La caractéristique de cette lampe nouvelle est la grande conductibilité de son filament qui n'a pas permis jusqu'ici de construire des lampes de haut voltage.

Le filament est obtenu par dépôt d'osmium métallique sur une âme en platine, par réduction d'un oxyde dans une atmosphère d'hydrocarbures et de vapeur d'eau.

Lampes à incandescence dans l'air. — LAMPE NERNST. -- La lampe Nernst, exposée par l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft*, était la seule représentant des lampes de cette catégorie, et elle était employée à l'illumination intérieure d'un superbe pavillon, autour duquel étaient groupés de nombreux appareils fabriqués par cette Société.

Cette lampe se distingue absolument des précédentes ; elle fonctionne à l'air libre et son filament est constitué par une substance non conductrice. Le principe sur lequel elle repose consiste dans les variations que subit la résistance électrique des conducteurs électrolytiques quand on élève leur température. On sait que la conductibilité de ces corps croît avec l'augmentation de température, c'est-à-dire varie en sens inverse de celle des conducteurs métalliques.

La lampe Nernst se compose de différentes parties, savoir : le filament, le radiateur ou échauffeur, l'interrupteur servant à la manœuvre de ce dernier et le régulateur.

Le filament est un petit cylindre creux qui a tout à fait l'aspect de la porcelaine ; il est constitué par un mélange de terres alcalines et de métaux rares-agglomérés par une substance convenable que l'on étire à la presse pour obtenir les petits cylindres creux.

Le radiateur sert à réchauffer le filament jusqu'à la température de 700° environ, température à laquelle il devient suffisamment conducteur pour laisser passer le courant. Cet appareil se compose d'un fil fin de platine enduit d'une pâte réfractaire qui sert à le protéger. Ce fil est roulé en spirale de façon à entourer le filament qu'il doit échauffer par rayonnement ; le diamètre de la spirale est suffisamment grand et les spires assez écartées, toutefois, pour que la lumière émise par le filament, quand celui-ci est en service normal, ne soit pas sensiblement obstruée par le radiateur. Nous observerons ici que ce radiateur est supprimé dans certaines lampes que l'on échauffe alors par une source calorifique extérieure : lampe ou allumette, par exemple.

Le fonctionnement du radiateur, qui ne doit agir, bien entendu, qu'au moment de l'allumage de la lampe, est commandé par un organe spécial : c'est un interrupteur qui coupe le circuit du radiateur quand le filament a atteint la température à laquelle il devient conducteur.

Le régulateur est destiné à prévenir l'augmentation indéfinie de température du filament et à maintenir cette température à une valeur convenablement choisie ; cette précaution est indispensable, puisque la conductibilité du filament et, par suite, sa température vont sans cesse en croissant à partir du moment où le courant le traverse. Ce régulateur est constitué par un fil de fer très fin contenu dans une petite ampoule remplie de gaz inertes ; il est monté en série avec le filament ; la conductibilité électrique du fil métallique suivant une loi inverse à celle qui régit la conductibilité du filament, si le diamètre et les conditions du radiateur en fil métallique sont

convenablement choisis, la résistance de l'ensemble du filament et de son régulateur peut être constante dans des limites données de la variation de la différence de potentiel aux bornes de ce circuit composé.

Comme nous le disions plus haut, les lampes exposées étaient de deux sortes : les unes à allumage automatique munies de la spirale chauffante ; les autres sans spirale d'allumage, dont le filament doit être échauffé par une source extérieure.

Toutes les lampes étaient montées avec une ampoule ouverte par la partie supérieure ; cette ampoule est nécessaire non seulement pour protéger le filament contre les chocs, mais aussi pour le mettre à l'abri des courants d'air qui peuvent l'éteindre en abaissant sa température.

Les lampes en service étaient du type de 220 volts ; mais la Société présentait aussi des lampes fonctionnant à 110 volts.

Le rendement lumineux de ces lampes étant très variable suivant l'azimut dans lequel la mesure est effectuée, nous ne citerons pas les chiffres contradictoires fournis par différents auteurs.

APPAREILLAGE POUR LAMPES A INCANDESCENCE

Douilles. — Nous avons, dans le chapitre précédent, donné une description sommaire des supports ou douilles pour lampes à incandescence. En dehors des modèles courants, qui sont à peu près identiques chez tous les exposants, nous signalerons :

Les douilles à baïonnette et à vis à interrupteur, exposées par les différents fabricants de douilles ordinaires ; les douilles spéciales pour haut voltage, dont l'isolation est plus soignée ;

Le support spécial à griffes à ressort pour lampes de grande puissance lumineuse (100 à 500 bougies) et le montage des lampes « Focus » de la *Compagnie générale des Lampes à incandescence* ;

Le support spécial à griffes et bagues à ressort pour la lampe de grande puissance lumineuse de la *Società italiana di elettricità gio Cruto* ;

Les supports pour lampes montées sur bougie pour lustres ;

Les douilles étanches pour les lampes installées sous l'eau ;

La douille à baïonnette à trois entrées de la *Société centrale d'Électricité*, destinée à éviter, dans une installation, le remplacement des lampes par d'autres lampes de plus grande puissance lumineuse ;

Les douilles spéciales pour illuminations, de l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft* ;

Le montage spécial pour illuminations, de la *Compagnie générale de Constructions électriques*, employé pour les lampes du Château-d'Eau.

Réflecteurs. — Parmi ces accessoires, nous signalerons :

Les réflecteurs affectant la forme des ampoules ;

Le réflecteur pour tables de bureau de « Kinsman », exposé par MM. *Leod, Ward et C^o*, de New-York ;

Les réflecteurs en forme de lettres pour annonces lumineuses, de la *Compagnie générale de Constructions électriques*, de l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft*, de la maison *Jean et Bouchon*, etc.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Considérations générales. — L'éclairage électrique est réalisé par l'emploi des appareils que nous venons de décrire : lampes à arc et à incandescence.

Les lampes à arc à feu nu sont principalement appliquées à l'éclairage des grands espaces ou des vastes locaux, tandis que les lampes à incandescence, qui se prêtent particulièrement bien à la division de la lumière, sont employées pour l'éclairage des appartements, magasins, ateliers, mines, etc., et dans tous les cas où la source lumineuse n'a besoin que d'avoir une faible intensité, soit que l'espace à éclairer soit restreint, soit qu'on désire éclairer plus spécialement certains points particuliers, soit qu'un faible éclairement soit jugé suffisant, soit, enfin, que l'effet décoratif nécessite l'emploi d'un grand nombre de foyers.

Nous avons vu, cependant, que la lampe à arc en vase clos permet de réaliser des foyers d'assez faible puissance lumineuse, tandis qu'avec la lampe Nernst et la lampe Auer, on peut obtenir des sources lumineuses intenses d'une façon qui semble économique.

En général, les sources de lumière, lampes à arc et à incandescence, sont employées pour produire l'éclairage par rayonnement direct. Toutefois, les lampes à arc peuvent être employées pour obtenir l'éclairage par diffusion, grâce à des modifications de détail. Cet éclairage par diffusion est généralement réalisé par des lampes à arc renversé dont nous avons signalé quelques modèles. On peut aussi l'obtenir par l'emploi de réflecteurs ou de plafonds lumineux ; dans ce cas, les lampes employées sont du modèle ordinaire.

L'installation de l'éclairage électrique soit par lampes à arc, soit par lampes à incandescence, nécessite l'emploi d'un petit appareillage spécial que nous allons énumérer en décrivant sommairement les plus intéressants de ces appareils et ceux qui présentent quelque nouveauté. Nous décrirons également les appareils spéciaux qui sont employés dans des cas particuliers d'éclairage ou de distributions d'éclairage.

PETIT APPAREILLAGE POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Ce petit appareillage comprend les interrupteurs, coupe-circuits, prises de courant, les types spéciaux de canalisation, les appareils spéciaux.

Interrupteurs, prises de courant et coupe-circuits. — Nous nous contenterons de signaler parmi les exposants de ces petits appareils : pour la France, la *Compagnie française d'appareillage électrique*, la *Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force*, la *Compagnie générale de Constructions électriques*, la maison *la Française*, la maison *A. Guénéé et C^{ie}*, la *Manufacture parisienne d'appareillage électrique*, la maison *Genteur*, la maison *Juste*, etc. ; et pour l'étranger : la maison *Voigt et Haeffner*, l'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft*, etc., qui présentaient un grand nombre de modèles pour installations à 110 volts montés sur bois, porcelaine, opaline et marbre,

Nous citerons cependant, comme nouveauté, l'interrupteur à rupture liquide, de M. Bouchet, construit par la maison Guénée, qui était utilisé sur les circuits de la salle des illusions. Cet appareil se compose d'un récipient étanche en matière isolante séparé, sur une portion de sa hauteur, en deux parties par une cloison de même matière, comme on peut le voir sur la figure 48. Ce récipient contient une petite quantité de mercure qui se trouve divisée en deux portions par la cloison intérieure.

Chacun des deux augets ainsi formés étant relié aux deux portions du circuit qu'il s'agit de fermer ou de rompre, si on introduit dans ces augets des plongeurs d'un volume tel que le niveau du mercure s'élève au-dessus de la cloison de séparation (fig. 49), le courant pourra traverser le circuit; au contraire, quand on soulève ces plongeurs (fig. 48), la rupture du courant s'effectuera graduellement en traversant la veine liquide, dont la résistance va en augmentant, et cette rupture deviendra complète par la séparation brusque des deux ménisques au moment où le niveau du mercure se sera suffisamment abaissé.

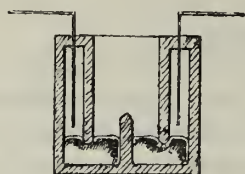


FIG. 48.

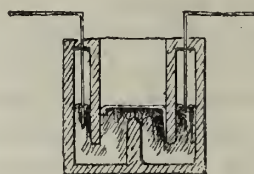


FIG. 49.

La rupture du courant s'effectuant sur un mince filet liquide dont les molécules s'écartent finalement d'une façon très brusque pour prendre la forme caractéristique du ménisque quand le niveau du mercure est inférieur à la cloison intermédiaire, l'arc ne peut se former et des essais nombreux ont montré qu'il en était toujours ainsi.

Ce procédé de rupture a aussi un autre avantage sur celui que l'on obtient avec les appareils dits à rupture brusque quand le circuit présente une self-induction notable; la résistance augmentant graduellement pendant la rupture, dont la durée est appréciable, la quantité d'électricité en jeu s'écoule sous une intensité et un voltage réduits et on supprime les effets destructeurs produits par les appareils à rupture brusque, dont le principal inconvénient est de rompre les isolants, tandis que, d'autre part, la formation de l'arc étant évitée, probablement par suite de l'abaissement de la tension, on n'a plus à craindre la destruction des surfaces entre lesquelles se produit la rupture.

En pratique, l'appareil se compose généralement d'une boîte en fonte dans laquelle vient se loger le récipient en porcelaine dont le fond est divisé en deux parties par la cloison de séparation. Le récipient est fermé par un couvercle isolant percé de 4 trous qui livrent passage aux deux plongeurs et aux deux pièces métalliques reliées au circuit. Ces pièces métalliques sont elles-mêmes à l'intérieur d'un cylindre creux en matière isolante dont elles n'émergent pas, mais sont, au contraire, en retrait de quelques millimètres. La manœuvre des plongeurs et des pièces métalliques s'effectue soit à la main, soit par un mécanisme quelconque approprié à l'usage auquel l'interrupteur est destiné. En réglant la longueur des tiges de contact et le niveau initial du mercure, on a le soin d'éviter que la rupture puisse s'effectuer entre le mercure et l'une des tiges. A cet effet, les tiges de contact se trouvent, quand le circuit est ouvert, à égale distance du niveau du mercure et du sommet de la cloison de séparation. Ce dispositif assure, en même temps, une très bonne isolation, puisque les deux portions du circuit sont séparées, par des tranches d'air, de chacune des surfaces de mercure; l'isolement est donc celui que l'on peut obtenir avec la matière employée pour le récipient.

La résistance entre les bornes à circuit fermé peut être quelconque, puisqu'elle ne dépend que de la section du mercure et de la surface de contact des tiges.

Cette forme de commutateur s'applique parfaitement à la manœuvre à distance, puisque l'effort à faire pour effectuer la manœuvre est très faible et à peu près constant; il convient non moins à la manœuvre automatique des disjoncteurs, interrupteurs, coupe-circuits, etc.

On a réalisé aussi un dispositif dans lequel cet interrupteur est manœuvré automatiquement par un électro-aimant placé au dessus. Une poignée permet aussi la manœuvre à la main.

Nous mentionnerons également l'appareillage pour 220 volts; les constructeurs qui, jusque-là, s'étaient peu préoccupés de modifier leurs modèles anciens, présentaient quelques types intéressants.

Pour les interrupteurs et les prises de courant, il y a peu de modifications et l'on s'est contenté, en général, d'augmenter les distances des plots et d'allonger les ruptures; dans les coupe-circuits et en particulier dans les appareils bipolaires, au contraire, on a dû adopter des dispositions nouvelles.

Nous mentionnerons, comme exemple, le coupe-circuit bipolaire de la Compagnie française d'appareillage.

Dans cet appareil, la base en porcelaine porte une cloison centrale plus haute que dans le type à bas voltage; en outre, le couvercle porte une rainure qui vient emboîter exactement cette cloison de façon à constituer deux chambres bien distinctes pour chacun des deux plombs fusibles. Pour que la séparation soit bien assurée, on a eu soin de donner au couvercle une hauteur un peu inférieure à celle de la cloison centrale de la base et chacune des deux grandes faces latérales est percée de deux trous qui permettent aux vapeurs métalliques de s'échapper au dehors.

Canalisations. — Pour la pose de canalisations, outre les moulures en bois que nous indiquons pour mémoire, la Maison *Adt Frères* exposait des tubes en carton laqué, et la *Simplex Steel Conduit Co.*, des tubes en acier émaillés.

APPAREILS SPÉCIAUX

Nous classerons, sous ce titre, différents appareils employés sur les circuits d'éclairage par lampes à incandescence ou destinés à des applications spéciales de ces lampes.

Lampe de mineur Neu-Catrice. — Cette lampe, construite par la *Société anonyme d'Éclairage et d'Applications Électriques* d'Arras, se compose d'un accumulateur sur la boîte duquel est montée dans une lanterne la lampe à incandescence. Elle peut fournir environ 15 bougies pendant 12 heures, sous un poids de 2 kg.

Minutiers pour éclairages temporaires. — Ces appareils sont destinés à allumer automatiquement des lampes qui sont placées dans des locaux où l'éclairage n'est réellement utile qu'au moment où une personne vient à y passer; tel est le cas des escaliers, vestibules et cours d'immeubles où la circulation est restreinte. Le système comporte une série de contacts disposés de telle sorte, qu'une personne passant d'un appartement ou du dehors dans le vestibule ou l'escalier, détermine l'allumage temporaire des lampes éclairant l'endroit où elle pénètre par l'intermédiaire du minutier.

Le Minutier de la Compagnie Générale de Travaux d'Éclairage et de Force (*fig. 50 et 51*) se compose d'un remontoir électrique actionné par le courant, monté dans une boîte en fonte; ce remontoir est constitué par deux solénoïdes qui, au moment où on lance le courant, attirent leurs noyaux; l'un de ceux-ci, entrant par le bas, tandis que l'autre pénètre par le haut, les deux mouvements sont de même sens; les deux noyaux sont rendus solidaires par une cordelette et on utilise leur mouvement pour remonter un mécanisme d'horlogerie sur un des axes duquel est fixée une poulie où passe la cordelette. Sur l'un des noyaux est monté un contrepoids qui entraîne le système, dès que le courant cesse de passer; l'autre noyau manœuvre un interrupteur qui coupe le circuit quand l'ensemble des deux noyaux est revenu

à sa position initiale. On peut régler la durée du mouvement en modifiant le régulateur du mouvement d'horlogerie. Le système est complété par des appareils spéciaux : gâches électriques, serrures à contacts, boutons, commutateurs, relais.

Le Minutier de la Compagnie française d'appareillage électrique est contenu dans un coffre en bois, fermé par une porte vitrée.

Le mécanisme se compose d'une bobine (*fig. 52*) montée en dérivation sur le circuit d'éclairage et que l'on voit sur la droite de la figure; le courant est envoyé dans cette bobine à l'aide de boutons de sonnerie répartis aux différents points d'où l'on désire commander l'allumage. Cette bobine est munie d'un plongeur qui est suspendu à l'extrémité d'un bras de levier. Ce levier, en s'abaissant, remonte le mouvement d'horlogerie, qui est figuré sur la gauche du dessin, à l'aide d'un doigt mobile intermédiaire qui vient s'enclaver sur la pièce

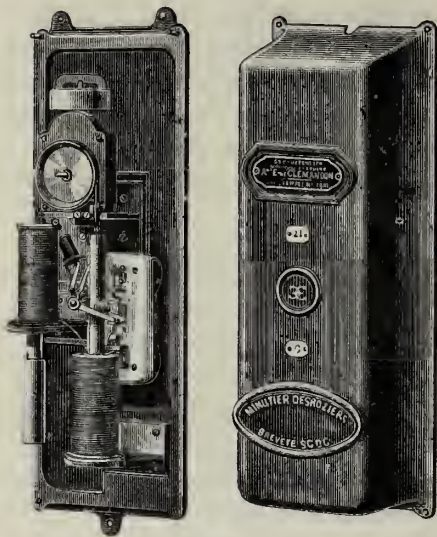


Fig. 50 et 51.

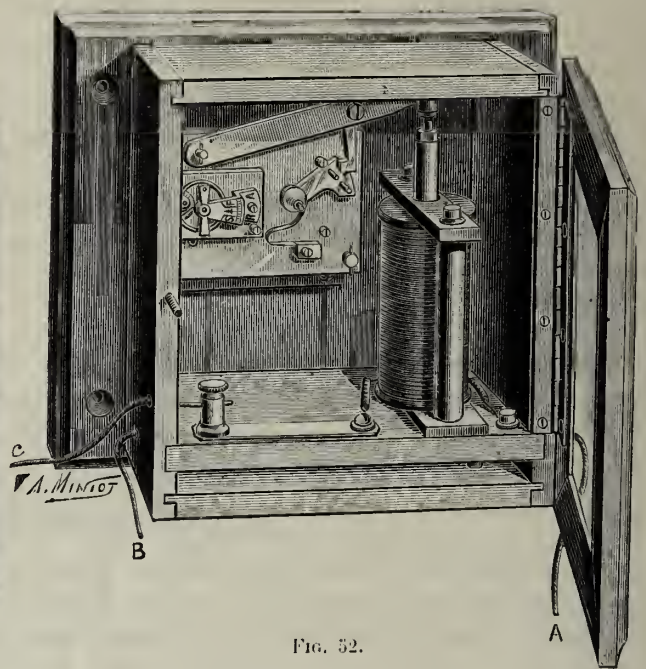


Fig. 52.

que l'on voit sur la droite de la flasque du mouvement d'horlogerie; cette pièce est solidaire du mouvement et maintient le levier abaissé; elle est sollicitée de revenir à sa position primitive par le ressort à lame qui est au dessous, tandis que le ressort en boudin qui est à gauche de la figure tend à rappeler le levier. Ces mouvements sont régularisés par le mécanisme d'horlogerie. Enfin, sur le bras du levier, est fixée également une pièce en cuivre en forme de fourche (*fig. 53*), qui s'abaisse avec le levier et dont les deux branches viennent plonger alors dans deux godets en fer contenant du mercure. A ces deux godets sont reliées les deux extrémités du circuit des lampes que commande l'appareil.

Quand on appuie sur l'un des boutons de sonnerie, un courant dérivé traverse la bobine (*fig. 52*); le noyau mobile est attiré par le bas entraînant le bras du levier et produisant, par conséquent, en même temps que l'allumage des lampes à incandescence du circuit, le remontage du mouvement d'horlogerie. Le levier est, par suite, immobilisé jusqu'au moment où le mécanisme d'horlogerie, cessant d'agir sur la pièce solidaire qui retient le doigt mobile, le ressort de rappel de cette pièce, ainsi que celui qui est fixé sur le levier, peuvent agir et ramener les pièces qu'ils commandent à leur position primitive. L'extinction se produit donc au bout d'un temps facile à régler à l'aide du mouvement d'horlogerie.

L'appareil a trois bornes : une qui est commune au circuit d'éclairage à une des extrémités

du solénoïde ; une autre qui est reliée seulement au circuit d'éclairage et enfin une troisième à laquelle aboutit l'autre extrémité de la bobine du solénoïde.

Le Minutier de la Compagnie La Française (*fig. 54*) se compose essentiellement d'une petite pompe placée dans une position verticale et dont le piston peut être mû, soit automatiquement, soit à la main, et qui est suffisamment étanche pour qu'on puisse admettre qu'il n'y a rentrée d'air que par un orifice réglable situé au fond du cylindre derrière le piston.

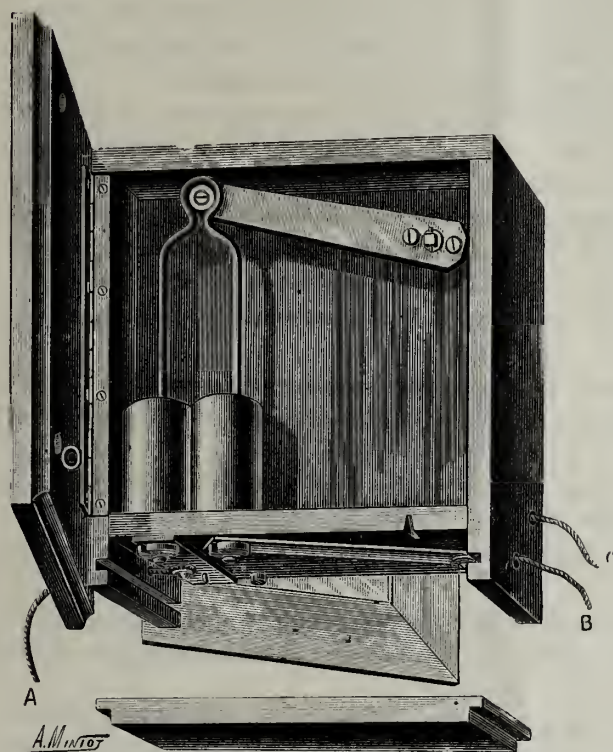


FIG. 53.

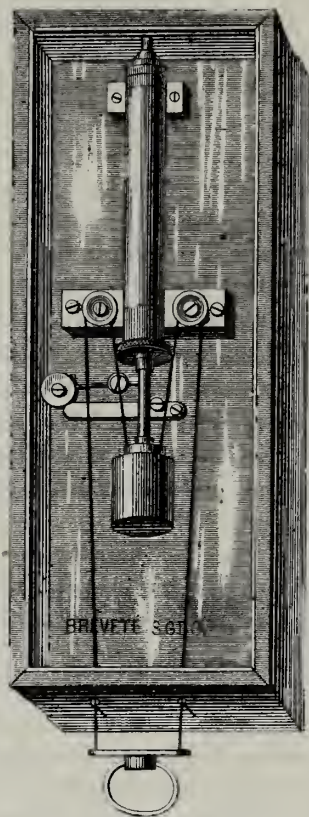


FIG. 54.

Quand on remonte le piston à fond de course, l'air chassé s'évacue par cet orifice qui est constitué par une petite soupape fixée au sommet du cylindre ; cette même soupape peut être convenablement réglée par la manœuvre d'un écrou qui l'engage sur la tige filetée de façon à modifier la rentrée de l'air derrière le piston ; celui-ci peut, par suite, effectuer sa course très lentement sous l'action de son poids.

Le contact est établi automatiquement, au moment où le piston est remonté, par l'intermédiaire d'une lame mobile que commande la tête du piston et que celle-ci force à appuyer sur un contact fixe ; la rupture est obtenue par la chute sur cette lame d'une masse que le piston déplace dans sa course de descente et qui est libérée quand le piston arrive au bas de sa course. Avant d'être libérée, la masse est soulevée légèrement par le piston qui, finalement, l'abandonne en lui donnant, par suite, une impulsion assez vive un moment avant la fin de course ; en effet, à ce moment, la descente du piston est accélérée par une rentrée d'air plus rapide qui se produit par un orifice du cylindre qui se trouve alors découvert ; la masse acquiert donc une vitesse suffisante pour que le choc déplace la lame mobile en rompant ainsi le circuit.

ÉCLAIRAGE SYSTÈME WISSMANN ET WYDTS

Cet intéressant procédé est basé sur une propriété de la lampe à incandescence. Le filament d'une lampe à incandescence étant habituellement un conducteur cylindrique porté au blanc par le passage du courant, sa surface radiante croît proportionnellement au diamètre, tandis que la masse augmente comme le carré de ce diamètre.

Pour une même quantité d'énergie dépensée dans la lampe, c'est-à-dire approximativement pour une même puissance lumineuse, la quantité de chaleur rayonnée par le filament dans l'unité de temps sera d'autant plus grande que le diamètre de ce filament sera plus faible; en d'autres termes, un filament se refroidira d'autant plus vite que son diamètre sera plus réduit; si on prend deux filaments de mêmes puissances lumineuses et de même consommation, celui dont le diamètre sera le plus petit sera celui qui atteindra cette puissance lumineuse avec la différence de potentiel aux bornes la plus élevée. Si donc on réduit le voltage du circuit par un procédé quelconque, on pourra employer des lampes dont le filament supportera plus facilement les écarts de voltage de ce circuit, puisqu'il constituera un volant de chaleur de plus grande puissance par suite de son diamètre plus grand. On pourra profiter de cette circonstance pour augmenter le rendement lumineux des lampes, c'est-à-dire la température du filament, tout en se maintenant dans des conditions de durée industrielle qui ne pourraient être réalisées avec les types ordinaires de lampes.

L'artifice employé par M. Weissmann consiste à monter les lampes ou groupes de lampes sur des transformateurs statiques qui, travaillant toujours à pleine charge, ont un rendement excellent.

Le type de transformateur pour une lampe de 16 bougies (30 watts) a un rendement de 90 0/0; celui de 300 watts pour 10 lampes, 90 0/0.

Les dimensions de ces transformateurs sont très réduites; ils ont environ 10×10 cm et de 5 à 8 cm d'épaisseur.

Les lampes employées fonctionnent avec 20 à 24 volts aux bornes et consomment de 1,8 à 2 watts par bougie pour le type de 16 bougies. Leur éclat est, par suite, beaucoup plus grand que celui des lampes ordinaires.

La puissance lumineuse de ces lampes montées sur les circuits ordinaires d'éclairage baisse de 5 à 7 0/0 après cent heures d'éclairage et de 20 0/0 environ après 250 heures. On les remplace alors par des lampes neuves de façon à conserver un bon éclairage.

Le procédé de M. Weissmann n'est applicable d'une façon simple que sur les réseaux alimentés par le courant alternatif.

TABLE DES MATIÈRES

DIXIÈME PARTIE

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

I

LAMPES A ARC

Lampes à arc à air libre.....	3
Lampes à arc en vase clos.....	4
Accessoires pour lampes à arc.....	4

1° Lampes à arc à feu nu pour courants continu et alternatif

A. — LAMPES SANS ORGANES MÉCANIQUES

Lampe Pilsen de la maison Fabius Henrion, de Nancy.....	4
Lampes à solénoïdes moteurs de la Compagnie générale d'Électricité de Creil.....	6
Lampe de l'Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormal's Schuckert.....	7
Lampe de Fr. Krizik.....	7
Lampe Eck de la Compagnie générale des Travaux d'Éclairage et de Force.....	7
Lampes de la Compagnie générale électrique de Nancy.....	8
Lampe de la Compagnie internationale d'Électricité.....	9

B. — LAMPES A ORGANES MÉCANIQUES

a. — Lampes à frein ou cliquet

Lampes Bardon.....	10
Lampes C. Vigreux et L. Brillié.....	13
Lampe « la Moderne ».....	14
Lampe de la Compagnie générale d'Électricité de Creil.....	15
Lampe de l'Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormal's Schuckert.....	16
Lampe Brienne de la maison Bisson, Bergès et C ^{ie}	16
Lampe à frein de la maison Sautter, Harlé et C ^{ie}	17
Lampe Cance.....	18
Lampe Duflos de la maison Combier et Duflos.....	19
Lampe de la Société industrielle des Téléphones.....	21
Lampe Thury de la maison H. Cuénod.....	22
Lampe Pieper de la Compagnie internationale d'électricité.....	23

b. — Lampes à mouvement d'horlogerie

Lampe Gramme.....	24
Lampe de la Société, les fils d'Adolphe Mougin.....	25
Lampe de la Compagnie générale électrique de Nancy.....	26
Lampe de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.....	26
Lampe de la maison Siemens et Halske.....	28
Lampes de la maison Kœrting et Mathiesen.....	28
Lampes de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.....	31
Lampes de la Société électrique Hansen.....	32
Lampes de la Société Électrique et Hydraulique.....	34

2° Lampes à arc à feu nu pour courant alternatif

A. — LAMPES A MOTEUR

Lampe de la maison Fabius Henrion.....	35
Lampe de la Compagnie générale d'Électricité de Creil.....	36
Lampe de l'Elektricitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert.....	36
Lampe de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.....	36
Lampe de la maison Körtling et Mathiesen.....	37
Lampe système Hackl de la maison Ganz et C ^{ie}	37

B. — LAMPES A SOLÉNOÏDES

Lampe de la Société électrique Hansen.....	38
Lampe Körtling et Mathiesen.....	39

Lampes en vase clos

Lampe Marks de la Société Gramme.....	40
Lampe de la Compagnie Jandus.....	40
Lampe de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.....	41
Lampe de la maison L. Bardon.....	43
Lampe de l'Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.....	44
Lampes de la Compagnie française Thomson-Houston.....	45
Lampes de la maison Körtling et Mathiesen.....	46
Lampe Toerring.....	47
Lampe Brianne de la maison Bisson, Bergès et C ^{ie}	47
Lampe Bremer.....	47

Petit matériel pour lampes à arc

Rhéostats.....	50
Rhéostats à fil métallique nu.....	50
Rhéostats à fil métallique enrobé.....	50
Rhéostats en substances de compositions variées.....	51
Bobines de self-induction.....	51
Charbons pour lampes à arc.....	51

II

LAMPES A INCANDESCENCE

Lampes à incandescence dans le vide.....	53
<i>a.</i> — Lampes à filament de carbone.....	53
<i>b.</i> — Lampes à filaments divers.....	57
Lampes à incandescence dans l'air: lampe Nernst.....	57

Appareillage pour lampes à incandescence

Douilles.....	58
Réflecteurs.....	58

III

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Considérations générales.....	59
Petit appareillage pour installations électriques.....	59
Interrupteurs, prises de courant et coupe-circuits.....	59
Canalisations.....	61
Appareils spéciaux.....	61
Lampe de mineur Neu-Catrice.....	61
Minutiers pour éclairages temporaires.....	61
Éclairage système Wissmann et Wydts.....	64

L'Électricité à l'Exposition de 1900

[Publiée avec le concours et sous la direction technique de MM.

E. HOSPITALIER
Rédacteur en chef de *l'Industrie électrique*

J.-A. MONTELLIER
Rédacteur en chef de *l'Électricien*

AVEC LA COLLABORATION
D'INGÉNIEURS ET D'INDUSTRIELS ÉLECTRICIENS

II^E FASCICULE
ÉLECTROTHERMIE

PAR

J.-A. MONTELLIER, A. BAINVILLE et A. BROCHET

PARIS
V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49
TÉLÉPHONE 147-92

—
1901

L'ÉLECTRICITÉ

A

L'EXPOSITION DE 1900

ONZIÈME PARTIE

ÉLECTROTHERMIE

I

APPAREILS DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Le chauffage électrique est celui dont le rendement est certainement le plus élevé, car la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique s'effectue intégralement; il joint à cet avantage celui de ne donner naissance à aucune émanation dangereuse.

Grâce aux progrès réalisés récemment dans la construction des appareils de chauffage électrique, leur emploi tend à se répandre de plus en plus, surtout depuis que quelques compagnies d'électricité ont compris que leur intérêt était de réduire considérablement le prix de vente du courant destiné à cet usage spécial.

Tous les appareils de chauffage électrique sont basés sur la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique, transformation obtenue soit par le passage du courant dans des conducteurs de faible section ou de haute résistivité, soit par l'arc électrique.

Les divers appareils qui figuraient à l'Exposition peuvent être classés de la manière suivante :

- 1° Appareils utilisant des résistances métalliques sous forme de fils nus, de fils enrobés dans un isolant spécial et de dépôts métalliques effectués sur une surface en matière isolante;
- 2° Appareils utilisant des résistances diverses;
- 3° Appareils utilisant des lampes à incandescence;
- 4° Appareil utilisant l'arc électrique.

APPAREILS UTILISANT DES RÉSISTANCES MÉTALLIQUES

Appareils utilisant des résistances en fils nus métalliques. — L'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft de Berlin avait exposé un certain nombre d'appareils destinés au chauffage des liquides, appareils dans lesquels les résistances sont constituées par un fil nu enroulé, avec interposition d'amiante, sur la paroi intérieure d'un récipient à double enveloppe.

Parmi ces appareils, on peut citer une bouilloire (*fig. 1*), permettant de porter à l'ébullition un litre d'eau en 20 minutes et consommant environ 330 watts-heure; un filtre à café (*fig. 2*), d'une contenance d'un demi-litre, consommant 275 watts, soit environ 45 watts-heure par opération. La figure 3 montre un autre appareil pour la préparation du café, muni d'un déclencheur automatique qui interrompt le circuit dès que l'eau bouillante a été refoulée dans

le filtre. Cet appareil se compose de deux récipients, la bouilloire à eau pourvue du dispositif



FIG. 1. — Bouilloire électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

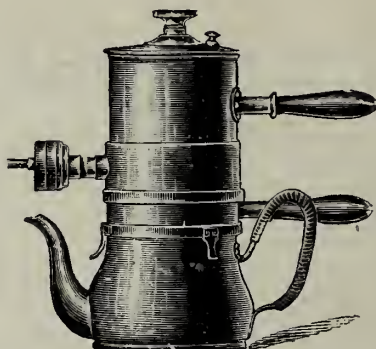


FIG. 2. — Filtre à café électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

de chauffage et le filtre proprement dit; cet ensemble est monté à bascule sur un pied, de

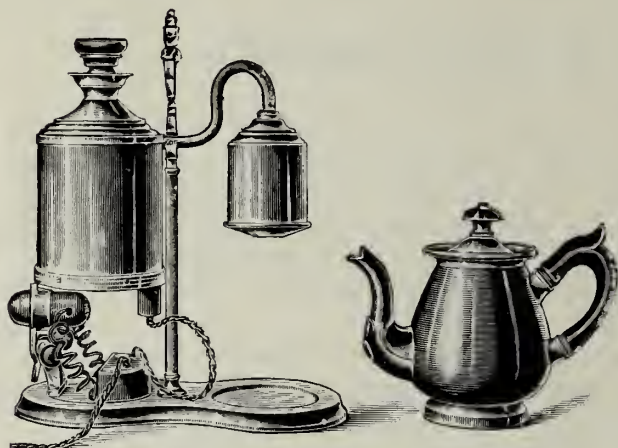


FIG. 3. — Appareil pour la préparation du café. Position de chauffage.



FIG. 4. — Appareil pour la préparation du café. Position de repos obtenue automatiquement.

sorte que le poids de l'eau contenue dans la bouilloire assure le contact électrique (*fig. 3*) qui est rompu dès que l'eau est passée dans le filtre (*fig. 4*).

Pour éviter la condensation de la vapeur d'eau sur les glaces des devantures de magasins, la même Société a construit un dispositif de chauffage (*fig. 5*) constitué par un simple rhéostat.

Pour les usages industriels, la Société a établi des chaudrons de diverses contenances et de construction analogue à celle des bouilloires mentionnées ci-dessus. Plusieurs de ces appareils sont munis de deux séries de résistances, dont une peut être à volonté mise hors circuit, ce qui permet d'obtenir deux températures différentes. Le modèle de 20 litres consomme 1400 kilowatts ou 4 400 kilowatts suivant que l'on utilise une seule ou les deux résistances.

Les radiateurs pour voitures de tramways ont leurs résistances enfermées dans une enveloppe protectrice en tôle perforée et les fils constituant les résistances sont maintenus tendus, par un dispositif spécial, malgré les dilatations qu'ils subissent. La consommation maximum est de 1500 watts.

Ces radiateurs peuvent également être utilisés pour le chauffage des appartements.

Les appareils de chauffage construits par le Gold Car Heating C^o de New-York et Chicago sont constitués aussi par des fils nus métalliques.

Le métal avec lequel sont faits ces fils est un alliage spécial dont la composition est tenue secrète et qui a, bien entendu, une haute résistivité. Il paraît en outre que sa résistance ne se modifie pas avec le temps. L'alliage est étiré en fils et les résistances sont obtenues en enroulant ces fils sous forme de boudins.

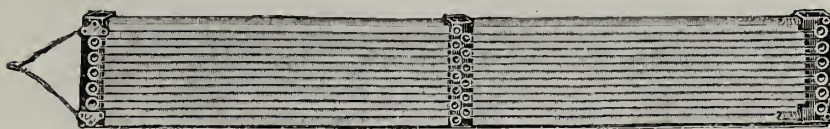


FIG. 5. — Rhéostat de chauffage pour glaces de magasin.

Pour favoriser les mouvements de convection, on place les boudins ainsi obtenus sur des tiges d'acier rond de 6 mm de diamètre environ, préalablement recouvertes d'un émail isolant déposé à une température de 200° environ. La dimension des spires est telle que le boudin n'est pas déformé quand on le place sur la tige support ondulé qui sert seulement à le maintenir en place et les spires sont écartées l'une de l'autre, à la distance convenable, avant de les monter sur ce support. Cette dernière précaution est très utile, car si on comptait pour maintenir l'écartement des spires sur la tension exercée par le boudin sur la surface du noyau support, il est évident que l'échauffement du boudin favoriserait le rapprochement des spires dans certains endroits et qu'alors une partie de la résistance se trouverait supprimée par suite de courts-circuits entre spires voisines; dans ces conditions, la consommation varierait continuellement.

La figure 6 montre le procédé de montage. Les supports sont encastrés par leurs extrémités dans des blocs de porcelaine; les boudins sont reliés à ces blocs qui portent des pièces métalliques servant, en même temps, à grouper entre eux les différents boudins constituant une même résistance, ainsi qu'à réunir les résistances successives.



FIG. 6. — Montage des résistances dans les appareils de la Gold Car Heating C^o.

On voit que l'air peut circuler librement autour des fils chauffés et que le support ondulé présente à la fois l'avantage d'immobiliser le boudin qu'il supporte et de diminuer la perte par conductibilité en réduisant au minimum les surfaces en contact avec l'appareil de chauffage proprement dit.

Ce procédé a également l'avantage de permettre une bonne répartition de la température sur toute la longueur du fil, ce qui n'est pas toujours le cas quand les fils sont enrobés dans un émail ou même serrés sur un noyau plein. C'est grâce à cette bonne répartition que les spires successives peuvent conserver leur écartement initial et qu'on obtient, par suite, une consommation invariable.

D'autre part, comme le fil est enroulé sans tension sur son support, s'il vient à casser, il n'en résulte aucun dommage; au contraire, si ce fil était tendu, il pourrait produire des courts-circuits en se détendant.

Le montage des éléments se fait de différentes façons suivant les usages auxquels sont destinés les appareils.

Dans les voitures de tramways américaines on emploie différents types de radiateurs.

L'appareil (fig. 7) est fixé sur la partie du panneau de la voiture qui est en-dessous des sièges; dans ce modèle, les résistances sont disposées dans une boîte en fonte dont le fond est

garni d'amiante et dont la face antérieure est fermée par une plaque ajourée ; les côtés verticaux sont fermés par les pièces de porcelaine qui servent à soutenir et à isoler les éléments composant la résistance.

Une voiture de 8 m de longueur est chauffée à l'aide de six de ces appareils. Le courant est pris par l'intermédiaire du trolley et son intensité peut être réglée de façon à obtenir trois



FIG. 7. — Radiateur de tramway de la Gold Car Heating Co.

températures différentes. A cet effet, les résistances qui comprennent chacune un certain nombre d'éléments sont montées de la façon suivante : une partie des éléments de chaque résistance est montée en série avec les éléments correspondants des autres résistances ; l'autre partie est groupée en dérivation par l'intermédiaire d'un câble spécial ; il y a donc deux circuits avec retour commun par les rails de roulement et on peut : soit employer seulement les éléments en série, soit ceux en dérivation, soit, à la fois, ceux en série et ceux en dérivation, en manœuvrant convenablement un interrupteur à trois directions.

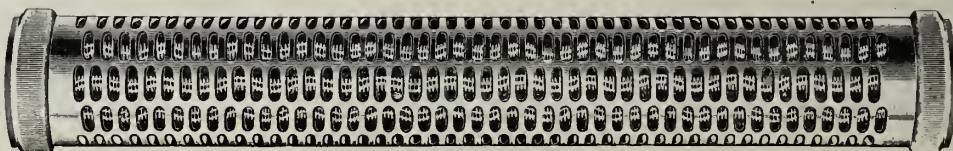


FIG. 8. — Autre modèle de radiateur de tramway de la Gold Car Heating Co.

Un autre modèle d'appareil (Fig. 8) est constitué par une série d'éléments réunis par leurs extrémités à l'aide de deux disques de porcelaine ; ils sont enfermés dans une boîte cylindrique en fer perforé ; ce modèle a 7,5 cm de diamètre et environ 50 cm de longueur ; il est également appliqué en Amérique au chauffage des voitures de tramways et de chemins de fer.

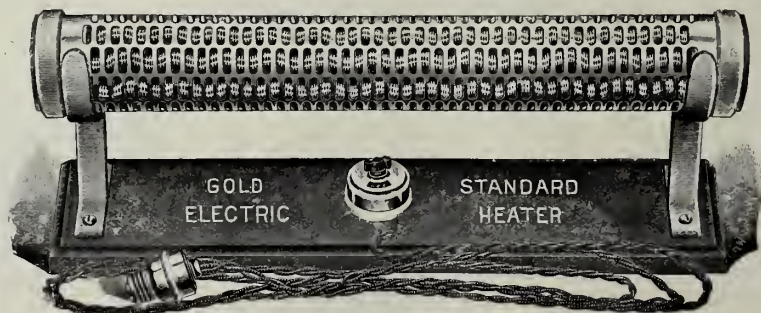


FIG. 9. — Appareil portatif de chauffage de la Gold Car Heating Co.

La figure 9 représente un appareil portatif formé d'une résistance de même forme, montée sur un support avec son interrupteur et sa prise de courant.

Sur le même principe, la Gold Car Heating Co° construit des poêles et des radiateurs d'appartement.

M. Frédéric Fouché, de Paris, construit des fers à souder électrothermiques qui présentent le grand avantage de supprimer tous les inconvénients et les dangers d'incendie inhérents au chauffage au charbon de bois, au gaz et à l'essence de pétrole. De plus, leur emploi permet de réaliser une économie notable. Ne chauffant que les parties à souder, on évite toute détérioration des objets à réunir.

Ce fer à souder se compose de trois parties :

- 1° Une boîte à charnière avec son manche et sa prise de courant ;
- 2° Un bloc électrothermique ;
- 3° Une tige cylindro-conique constituant le fer à souder proprement dit et chauffée par le bloc électrothermique.

Le bloc électrothermique est l'organe essentiel. Il est constitué par une série de résistances métalliques isolées au mica et entourées d'amiante. Les résistances métalliques s'échauffent sous l'action du passage du courant et communiquent à la tige cylindro-conique la température nécessaire pour obtenir la fusion de la soudure.

Ce bloc se place dans la boîte à charnière que l'on ouvre en tirant la broche qui la ferme et en prenant la précaution de faire porter les deux prises de courant dont il est muni sur le double contact à ressort disposé dans le fond de la boîte ; la fermeture de cette dernière assure un bon contact par pression.

Quant à la tige cylindro-conique, elle s'engage par son extrémité conique dans le bloc ; elle peut être enlevée ou placée sans difficulté, car elle ne comporte ni vis, ni écrou ; elle peut être forgée ou limée, selon le travail à effectuer, en ayant soin, toutefois, de ne pas détériorer la partie conique qui établit le contact avec le bloc.

La boîte à charnière est munie d'un manche en bois, terminé par un tube portant une broche qui s'enfonce dans la prise de courant fixée sous l'établi de l'ouvrier soudeur.

Appareils utilisant des résistances en fils métalliques enrobés. — La Société du familistère de Guise (Aisne) avait exposé des appareils de chauffage dans lesquels la résistance, constituée par des fils métalliques, est fixée sur une plaque de métal au moyen d'un verre spécial. La chaleur produite par le passage du courant dans les fils métalliques se transmet par conduction et non par convection.

Pour réaliser les appareils que construit aujourd'hui la Société du familistère de Guise, il a fallu surmonter de nombreuses difficultés pratiques pour pouvoir arriver à trouver un verre qui fût suffisamment isolant, tout en étant conducteur de la chaleur autant que cela était possible.

En résumé, il fallait, pour obtenir de bons appareils de chauffage, satisfaire aux exigences suivantes :

1° La surface métallique de la plaque doit être très conductrice et adhérer parfaitement au verre isolant ;

2° Le verre spécial servant d'isolant doit avoir une élasticité aussi grande que possible pour que les dilatations et les contractions répétées ne puissent déterminer des ruptures ou des craquelures suffisantes pour que le fil de la résistance soit mis à nu ou en contact avec la plaque métallique ;

3° Le verre isolant doit avoir un point de fusion aussi élevé que possible pour ne pas fondre sous l'action d'un courant d'intensité anormale amenant la résistance à la température du rouge ; il doit être, en outre, conducteur de la chaleur, si possible, et constituer, en même temps, un bon isolant au point de vue électrique pour que l'appareil de chauffage puisse supporter des tensions assez élevées ;

4° Le fil constituant les résistances doit être parfaitement noyé dans le verre et être aussi rapproché que possible de la plaque métallique, tout en étant suffisamment isolé. Le coefficient de dilatation du fil métallique doit être sensiblement égal à celui du verre employé ;

5° Il est indispensable que la couche de verre ne contienne aucune bulle d'air qui, en se dilatant, pourrait faire craquer l'isolant.

Les procédés employés par la Société du familistère paraissent répondre à ces exigences.

Dans leurs appareils de chauffage, la transmission de la chaleur par conduction au travers d'une paroi métallique est proportionnelle à la différence des températures sur les deux faces, inversement proportionnelle à l'épaisseur de la paroi et enfin proportionnelle au coefficient de conductibilité pour la chaleur du métal employé ; ce coefficient est la quantité de calories qui traverse pendant 1 heure une plaque à surfaces planes et parallèles par mètre carré, pour une épaisseur de 1 m et pour une différence de température de 1° entre les deux faces. Le métal qui aurait convenu le mieux était le cuivre rouge, dont le coefficient de conduction est 69, tandis que celui du fer n'est que 28 ; en admettant 1 000 pour coefficient de l'or, celui du cuivre est 900, celui du fer 375 et celui de la fonte 561. Mais le cuivre a un coefficient de dilatation linéaire relativement élevé : 0,0000178 (celui de la fonte étant 0,000010 et celui du fer 0,000011). Le coefficient de l'isolant étant un peu supérieur à celui du verre ordinaire (qui est de 0,000009) se rapproche davantage de celui du fer que de celui du cuivre ; c'est pour cette raison que le fer a été choisi, surtout la fonte qui se prête par le moulage à toutes les formes voulues.

Le côté extérieur de la plaque est garni de nervures très minces pour augmenter la surface radiante. Les nervures sont évidemment verticales pour faciliter la diffusion par convection ; dans les appareils où le chauffage a lieu par contact elles sont supprimées.

La résistance électrique de l'isolant est à peu de chose près celle du verre. Comme celle-ci, elle va en diminuant avec l'augmentation de température, mais elle est toujours plus que suffisante pour assurer l'isolement du fil avec les tensions ordinaires (les appareils alimentés avec du courant alternatif à 230 volts fonctionnent très bien). Son point de fusion varie du rouge cerise naissant au rouge cerise, c'est-à-dire de 800° à 900°. Sa composition est telle que son élasticité est à peu près la même que celle de la fonte ; cela permet d'éviter les craquelures et les ruptures dues aux dilatations, à la condition de ne pas trop élever la température. Il se prête surtout très bien aux mises en marche et arrêts répétés.

Les résistances sont constituées par des fils recourbés en forme de sinusoïde, afin d'atténuer autant que possible les effets de la dilatation linéaire. Le métal employé est tantôt du maillechort, tantôt du ferro-nickel, du fer ou du platine.

Dans les petits appareils, le fil employé a une résistivité de 78 microhms centimètre, ce qui donne une résistance de 98 à 99 ohms par mètre pour un fil de 0,1 mm. On est parvenu à noyer dans l'isolant des fils atteignant jusqu'à 0,7 et 0,8 mm.

Le diamètre des fils constituant les résistances a été calculé pour que l'énergie électrique qu'elles doivent absorber d'une façon normale ne les amène pas à une température supérieure à celle du rouge sombre ; dans ces conditions, elles ne rougissent pas lorsqu'elles sont fixées sur la plaque, à la condition toutefois que la surface de rayonnement de cette plaque soit assez grande.

Pour ne pas atteindre une température trop élevée qui risquerait de détériorer le verre isolant

en produisant des craquelures, les résistances des divers appareils ont été calculées pour que le passage du courant ne produise pas un échauffement supérieur à 300° ou à 450°. Ainsi, dans les appareils ordinaires où la plaque est maintenue à environ 250°, l'échauffement du fil de la résistance ne dépasse pas 300° ; pour les grils, par exemple, où la plaque est portée à 350°, l'échauffement de la résistance ne dépasse pas 450°.

La Société du familistère de Guise construit de nombreux appareils de chauffage établis

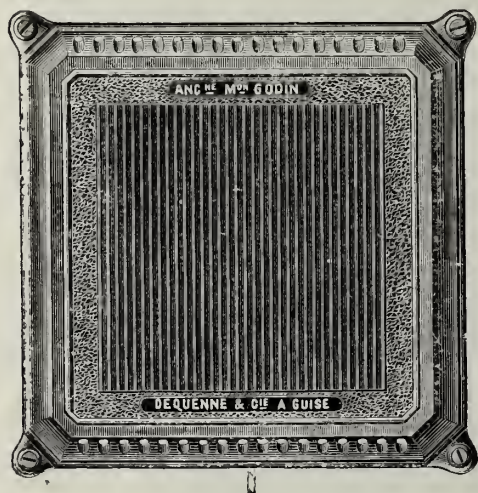


FIG. 10. — Chauffeuse applique du Familistère de Guise.

sur les principes qui viennent d'être exposés. Ils sont disposés pour fonctionner sur les circuits à courant continu à 110 volts et, sur demande, la Société les établit pour d'autres tensions; ces appareils fonctionnent également bien sur les circuits à courant alternatif simple et ils peuvent aussi être disposés pour être alimentés par des courants triphasés avec montage en triangle.

Parmi les appareils de chauffage proprement dits, on peut citer les chauffeuses appliquées (*fig. 10*), destinées spécialement au chauffage de petits locaux, tels que bureaux, caisses, etc. qui, se plaçant contre le mur, n'occupent ainsi qu'un emplacement très restreint. Certains de ces appareils comportent deux circuits, disposition qui permet de faire fonctionner toutes les résistances ou seulement la moitié; suivant leurs dimensions, ils consomment environ 300, 880 et 1 100 watts.

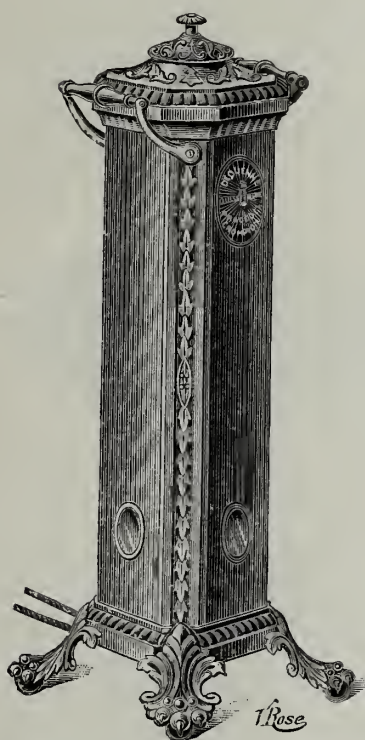


FIG. 11. — Calorifère portatif du Familistère de Guise.

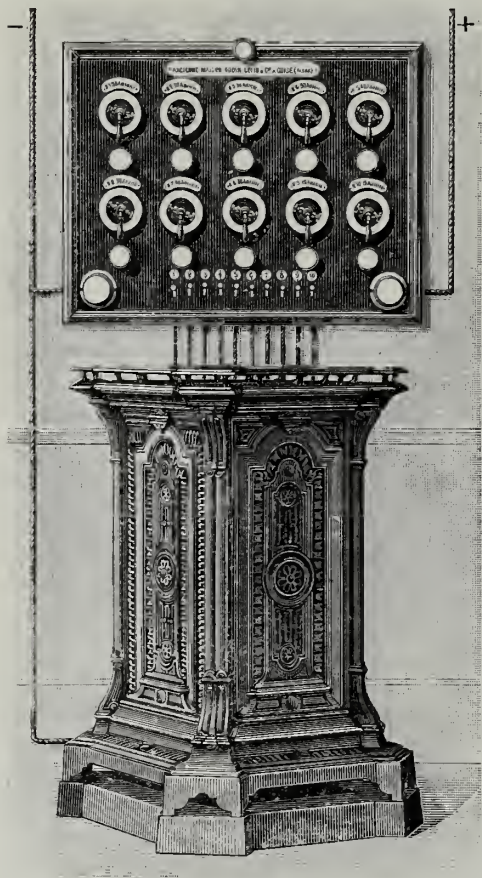


FIG. 12. — Grand calorifère du Familistère de Guise.

Les calorifères portatifs (*fig. 11*), destinés à être transportés d'une pièce dans une autre, consomment suivant leurs dimensions de 11 à 35 hectowatts. Les plus grands comportent deux circuits, disposition qui permet de ne faire fonctionner à volonté que la moitié de l'appareil, lorsque ce dernier a atteint sa température normale; on réalise ainsi une économie sensible d'énergie électrique. Dans certains modèles, une lampe électrique simule le foyer.

La figure 12 représente un grand calorifère qui consomme 300 ampères sous 110 volts. Sur la face postérieure, cet appareil porte un petit tableau sur lequel sont placés 10 bornes, plus une borne commune pour le conducteur de retour; ces 10 bornes sont reliées par des conducteurs à 10 bornes semblables placées sur un tableau de distribution. Par la manœuvre des interrupteurs, on règle la consommation du calorifère, chacun d'eux commandant une résistance qui absorbe 30 ampères.

Le radiateur de salon (*fig. 13*), d'un modèle très élégant, comporte deux circuits et une lampe à incandescence simulant le foyer. En pleine marche, il consomme 22 hectowatts.

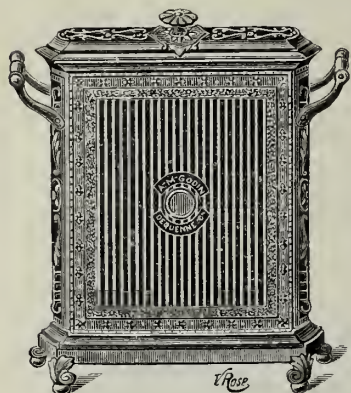


FIG. 13. — Radiateur de salon du Familistère de Guise.

Pour le chauffage des voitures de tramways, il se construit un modèle spécial de radiateur (*fig. 14*) que l'on dissimule sous les banquettes. Ces appareils peuvent être utilisés

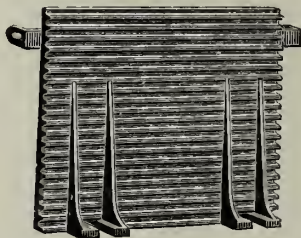


FIG. 14. — Radiateur pour voiture de tramway.

en même temps comme résistances de démarrage pour les moteurs de la voiture; ils consomment 1 kilowatt.

La Société du familistère de Guise construit également de nombreux modèles d'appareils de cuisine.

Les chauffe-plats à deux circuits (*fig. 15*) servent de réchaud lorsqu'on utilise les deux circuits et de chauffe-plats lorsqu'on n'en utilise qu'un; ils consomment, suivant le cas, 660 ou 247 watts.

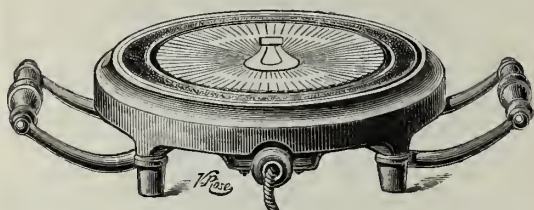


FIG. 15. — Chauffe-plats du Familistère de Guise.

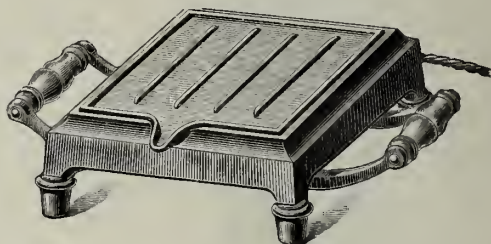


FIG. 16. — Gril électrique du Familistère de Guise.

Les grils (*fig. 16*) atteignent leur température normale en 4 ou 5 minutes et, une fois cette température atteinte, il suffit de 3 à 4 minutes pour cuire un bifeck; ces appareils consomment suivant leurs dimensions de 5 à 8,25 hectowatts.

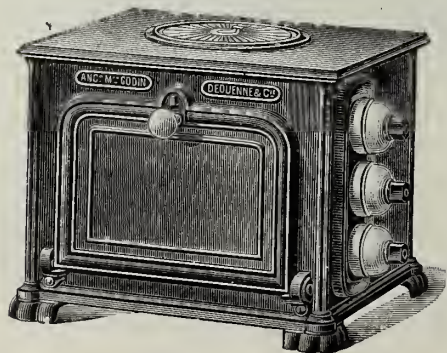


FIG. 17. — Cuisinière électrique du Familistère de Guise.

Les réchauds avec bouilloire d'une contenance de 1, 2 et 3 litres sont constitués par la bouilloire mobile qui repose sur un réchaud l'emboîtant exactement et lui communiquant sa chaleur par contact.

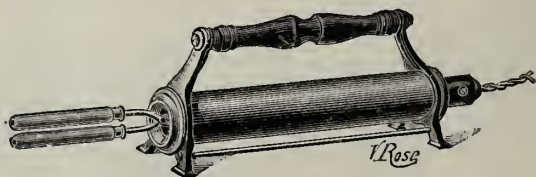


FIG. 18. — Chauffe-fers à friser du Familistère de Guise.

La cuisinière (*fig. 17*) comporte un réchaud et un four à rôtir. Elle est munie de trois interrupteurs; le premier commande le réchaud et les deux autres chacun une moitié du four, ce qui permet d'obtenir diverses températures suivant les besoins. La cuisinière consomme 2 kilowatts à pleine marche.

Les faitouts, d'une contenance de 2; 5; 7,5 et 10,5 litres, consomment respectivement 5; 10; 13,2 et 16,5 hectowatts.

Parmi les appareils divers, on peut citer des fers à repasser avec prise de courant mobile, afin de pouvoir les utiliser, soit en laissant constamment la prise de courant sur l'appareil, soit en détachant la prise de courant, une fois le fer chaud, avant de s'en servir. A citer également les chauffe-fers à friser (*fig. 18*) ne consommant que 82 watts, les fers à souder, les pots à colle, les pots à eau, les chaufferettes, les bassinoires, les chauffe-linge, etc.

L'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft construit des appareils de chauffage dans lesquels les résistances sont constituées aussi par des fils métalliques enrobés dans un émail spécial qui sert en même temps à les fixer sur une plaque métallique s'échauffant par conduction.

Cette Société avait exposé un très grand nombre de modèles d'appareils de chauffage pour divers usages.

Parmi les appareils de chauffage proprement dits, on peut citer :

1° Des calorifères style renaissance, style rococo et de forme anglaise (*fig. 19*) ; ces appareils sont à quatre circuits indépendants pouvant être mis en service à volonté ; ils se construisent pour chauffer des locaux ayant 100, 200 et 400 mètres cubes avec une consommation maximum d'énergie électrique qui est respectivement de 5 500, 11 000 et 22 000 watts ;

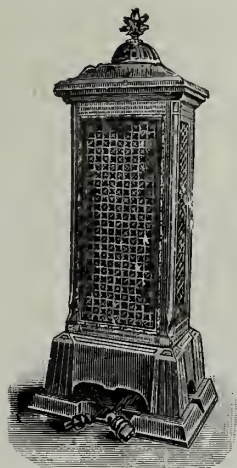


Fig. 19. — Calorifère portatif de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

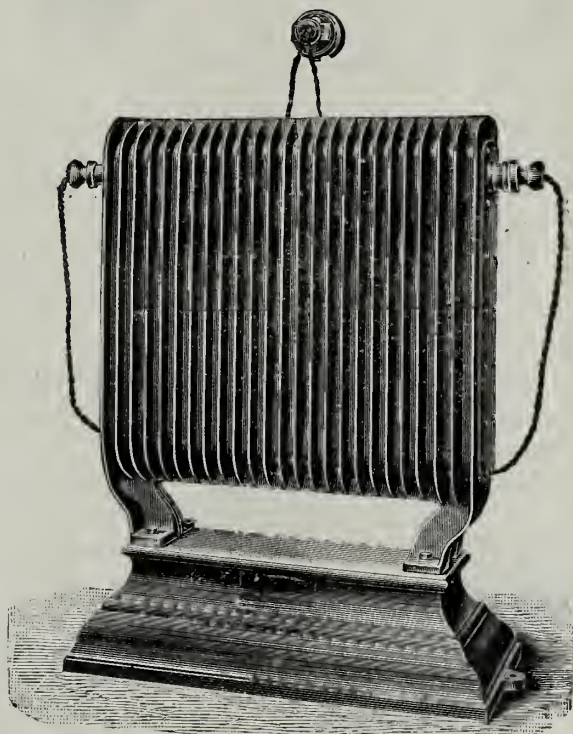


Fig. 20. — Radiateur de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

2° Des radiateurs (*fig. 20*) avec corps nervé en fonte pouvant chauffer environ 35 et 70 mètres cubes, avec deux circuits indépendants. Le premier modèle consomme 880 et 1 760 watts ; le second, 1 760 et 3 520 watts ;

3° Des poêles portatifs pouvant au besoin se placer dans une cheminée et munis d'un commutateur permettant d'obtenir quatre températures différentes avec une consommation variant de 550 à 2 650 watts ;

4° Des calorifères portatifs en fonte polie et nickelée avec vitraux de couleur, comportant quatre panneaux de chauffage et une lampe à incandescence simulant le foyer ; ces appareils consomment environ 1 800 watts.

La plupart des appareils de cuisine à résistances enrobées sont des mêmes modèles que-

ceux déjà décrits avec résistances en fils nus ; ils présentent sur ces derniers l'avantage d'obtenir plus rapidement la température voulue.

Certains appareils de cuisine se construisent exclusivement avec résistances enrobées,

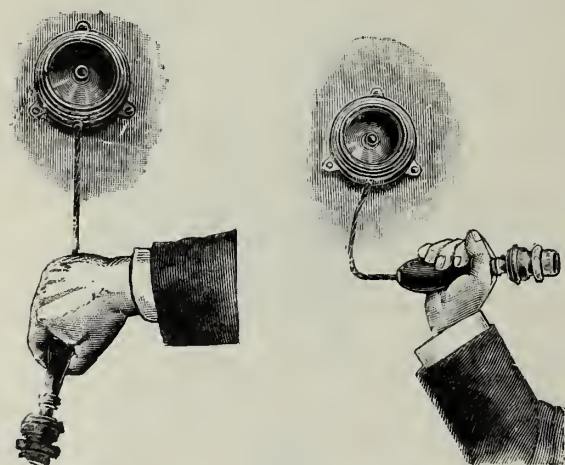


Fig. 21 et 22. — Allume-cigare électrique de l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft.

tels, par exemple, les poêles à frire, les rôtissoires, les samovars, les chauffe-plats, les grils, etc. La rôtissoire comporte une double enveloppe en tôle perforée et un commutateur pour quatre circuits : surface du fond et surface du haut, consommant chacune 1 450 watts, et deux parois latérales, absorbant chacune 1 350 watts.

Les appareils de chauffage industriels comprenaient des marmites à colle, des réchauffeurs pour cire à cacheter à l'usage des bureaux de poste, des fours à fondre la résine, la cire et des substances analogues avec marmite de 3 litres et robinet de vidange, des plateaux-chauffeurs en fer pour évaporation à l'usage des laboratoires, des chaudrons, des tables chauffantes pour réchauffer les objets métalliques à vernir, des chaudières spéciales pour fusion de la cire à bouteille, des fers à repasser, des réchauffeurs se plaçant sur une conduite d'eau pour hôtels, restaurants, coiffeurs, des grands percolateurs à café pour limonadiers, etc.

Les allume-cigares (*fig. 21*) sont également constitués par des résistances enrobées, mises en circuit par un contact à mercure dès que l'on soulève l'appareil (*fig. 22*) et qui portent à l'incandescence un tampon allumeur.

Appareils utilisant des résistances constituées par des dépôts métalliques. — Les appareils exposés par la Compagnie de chauffage par l'électricité sont fabriqués à Paris d'après les brevets allemands *Prometheus*.

Dans les appareils fondés sur ce système, on applique des bandes extrêmement minces, de 1/500 à 1/4000 de millimètre, de métaux précieux, principalement d'or et de platine, sur un support isolant. Cette couche, de longueur et de largeur appropriées à la tension du courant et au nombre de watts à dépenser, est appliquée à l'aide de fondants comme les peintures d'or sur porcelaine.



Fig. 23. — Vase intérieur montrant la disposition des résistances, système *Prometheus*.

Suivant les applications, le support isolant peut être un émail spécial (température au-dessous de 250°) ou du mica en feuilles très minces (températures jusque vers le rouge sombre). En tout cas, ce support est assez léger pour absorber très peu de chaleur et transmettre rapidement et intégralement l'énergie calorifique aux corps à chauffer.

Pour le chauffage des liquides à une température ne dépassant pas 200°, on utilise des vases à double enveloppe. La surface extérieure du vase intérieur en tôle est revêtue d'un émail isolant sur lequel est déposée une couche extrêmement mince de métaux précieux (*fig. 23*) sous la forme d'un large ruban conducteur dans lequel circule le courant. Ce récipient est placé dans un second vase métallique plus ou moins luxueux.

Ce dispositif présente l'avantage de mettre la résistance métallique à l'abri de l'air et de donner un rendement extrêmement élevé qui atteint 90 0/0 du rendement théorique. Ainsi, pour des marmites de toute capacité, depuis 0,3 litre jusqu'à 6 litres, on consomme environ un

hectowatt-heure pour amener à l'ébullition 1 litre d'eau prise à la température initiale de 15°.

Les appareils d'une capacité d'un litre et au dessus comportent deux circuits disposés de façon à obtenir quatre températures différentes :

- 1° Chauffage intense, deux circuits en parallèle (fig. 24);
- 2° Chauffage moyen, un seul circuit au fond de l'appareil (fig. 25);

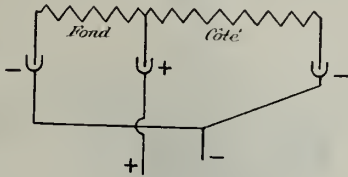


FIG. 24.

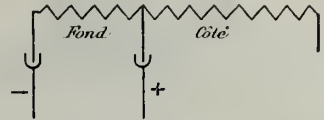


FIG. 25.

- 3° Chauffage moyen, mais plus faible que le précédent, un seul circuit sur le côté (fig. 26);
- 4° Chauffage lent en veilleuse, les deux circuits en série (fig. 27).

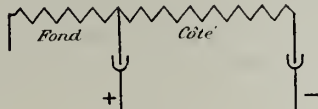


FIG. 26.



FIG. 27.

Un dispositif spécial permet de grouper à volonté les deux circuits comme il vient d'être indiqué.

Ce genre d'appareils de chauffage est facilement réparable, car l'enveloppe extérieure peut

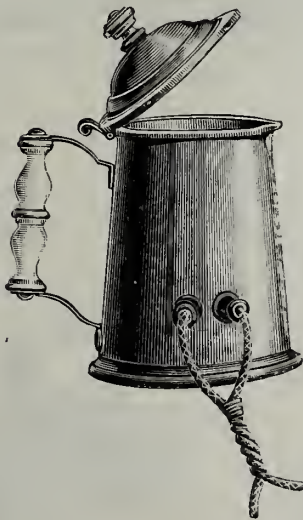


FIG. 28. — Pot à lait de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

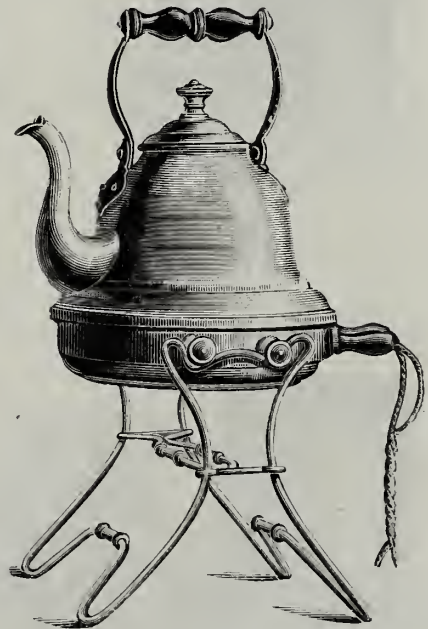


FIG. 29. — Bouilloire de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

servir très longtemps et peut être constituée par des pièces d'orfèvrerie qu'il est toujours facile de transformer en les munissant du dispositif de chauffage qui vient d'être décrit.

Il se construit des appareils de ce système pour toutes sortes d'applications. Comme appareils de cuisine ou de salle à manger, on peut citer les pots à lait (fig. 28), les bouilloires (fig. 29);

les théières (*fig. 30*), les bain-marie (*fig. 31*), les casseroles, les poêles à frire, les stériliseurs (*fig. 32 et 33*), etc.



FIG. 30. — Théières de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

L'émail de ces différents appareils ne résiste pas à des températures supérieures à 250°. Pour les appareils destinés à produire des températures atteignant presque le rouge sombre, le

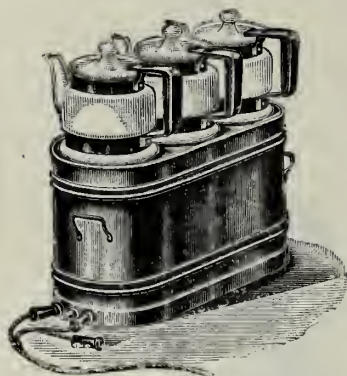


FIG. 31. — Bain-marie de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

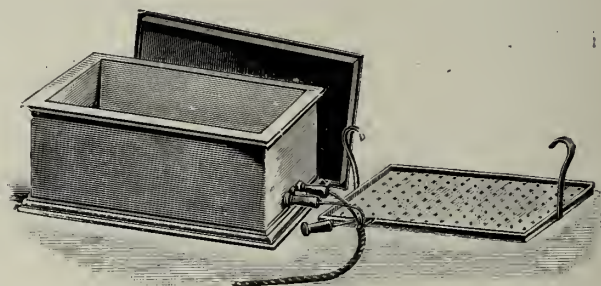


FIG. 32. — Stérilisateur électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

dépôt métallique est effectué sur des feuilles de mica. Ces feuilles de mica sont comprimées entre deux surfaces métalliques développables (plan, cylindre, cône), ce qui a permis de créer des



FIG. 33. — Stérilisateur électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

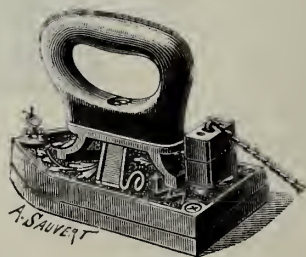


FIG. 34. — Fer à repasser électrique de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

modèles de formes très diverses, tels que fers à gaufres, fers à repasser (*fig. 34*), chauffe-fers à friser (*fig. 35*), certains fours, etc. Des fers à gaufres de ce système, débitant 3 000 gaufres par jour, fonctionnaient dans le Pavillon de l'alimentation laitière à l'Exposition.

Le même procédé est également appliqué pour obtenir des températures moins élevées, par exemple dans les chauffe-fers et les réchauds de table (*fig. 36*).

Ce système de chauffage électrique permet de transformer très facilement tous les appareils chauffés actuellement au gaz ou au pétrole.

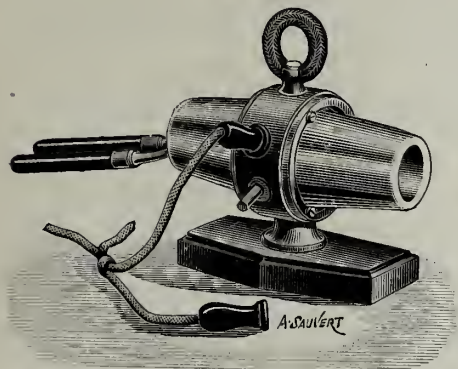


FIG. 35. — Chauffe-fers à friser de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

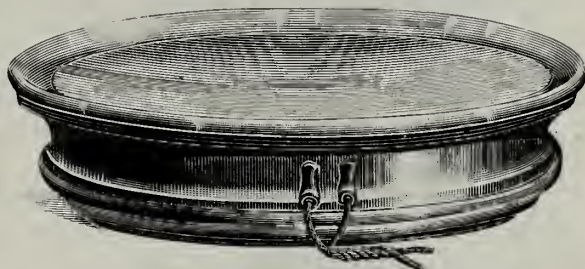


FIG. 36. — Réchaud de table de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

M. W.-C. Heraeus de Hanau avait exposé une nouvelle matière destinée à être employée comme résistance dans les appareils de chauffage électrique.

La fabrication de cette matière repose sur une idée déjà utilisée dans les appareils de chauffage électrique ; elle consiste à déposer un corps conducteur en couche mince sur une substance isolante ; mais, au lieu de faire ce dépôt sur les appareils d'utilisation eux-mêmes, on emploie comme supports des baguettes cylindriques qui peuvent avoir un diamètre et une longueur quelconques, s'adapter, par conséquent, à des usages différents et se placer dans des appareils existants, comme cela se pratique pour les bûches Leroy et pour les résistances Parvillée. Il suffit, en effet, de les monter entre des griffes de prise de courant, ce qui est d'autant plus facile, que le contact se fait sur la surface extérieure dont la conductibilité est celle d'un métal.

M. W. C. Heraeus emploie des baguettes de porcelaine d'un diamètre quelconque qu'il recouvre d'un émail spécial désigné par lui sous le nom d'émail conducteur en platine silicium.

Nous n'avons aucune donnée sur la composition de cet émail dont la résistivité est celle d'un métal et dont le coefficient de dilatation est très voisin de celui de la porcelaine.

On conçoit aisément que ce procédé de fabrication peut permettre, en modifiant convenablement l'épaisseur de la couche conductrice et le diamètre du support, de faire varier la résistivité dans de grandes limites. En pratique, la résistance électrique d'une baguette de 6 mm de diamètre et de 100 mm de longueur peut varier de 2 à 100 ohms.

Les baguettes ont généralement un diamètre de 6 mm ; mais on peut en construire depuis 2 mm jusqu'à 20 mm. La longueur adoptée en pratique est de 25 cm.

L'émail déposé à la surface des tiges de porcelaine peut, paraît-il, être porté jusqu'à la température de 800° ; cette température peut être maintenue pendant un temps quelconque, avec ou sans interruptions, sans que l'émail soit détérioré.

APPAREILS UTILISANT DES RÉSISTANCES DIVERSES

Appareils utilisant des résistances placées à l'air libre. — Les appareils de chauffage construits par la Société des anciens établissements Parvillée frères et C^{ie}, de Paris, sont caracté-

risés par l'emploi de résistances que l'on peut amener à l'incandescence à l'air libre et qu'ils ont dénommées *résistances métallo-céramiques*.

La fabrication de ces résistances est basée sur ce fait que l'on peut diminuer la conductivité des métaux par l'introduction dans une poudre métallique quelconque de corps spéciaux non conducteurs.

Par suite de la pression considérable et de la haute température auxquelles elles sont soumises pendant leur fabrication, ces résistances acquièrent une grande solidité, sont d'un maniement facile et peuvent se prêter à toutes les exigences de l'industrie électrique.

À l'air libre, sous l'action du courant électrique qui les parcourt, ces résistances peuvent être amenées jusqu'à l'incandescence et supporter, sans détérioration aucune, un surcroît de débit, même très élevé.

La résistivité de la matière fabriquée variant avec la nature du métal employé et sa proportion, on peut obtenir, sous une forme quelconque, crayons, barres, plaques, etc., toutes les résistances désirables.

La possibilité de faire varier dans une aussi grande limite la résistance de cette substance métallo-céramique permet d'obtenir, par exemple, avec une plaquette de $50 \times 10 \times 3$ mm, une résistance totale de 100 ohms, soit une résistivité *un million* de fois plus grande que celle du métal employé.



FIG. 37. — Fourneau électrique Parvillée.

Les résistances Parvillée peuvent absorber 16 500 watts par kilogramme de matière.

À surface égale, comparées aux appareils actuellement en usage, elles dégagent 14 fois plus de chaleur par unité de surface que les meilleurs d'entre eux; de plus, le rayonnement calorifique est total, puisqu'elles rougissent à l'air libre.

La possibilité de dégager sous un très petit volume un nombre aussi considérable de calories

permet d'appliquer avantageusement ces résistances à la construction des appareils de chauffage domestique ou industriel; l'émission des rayons calorifiques lumineux donne à ces appareils un aspect des plus agréables.

De plus, ces résistances permettent de constituer pour la cuisine des grils électriques sous lesquels on peut réellement griller à feu vif, avec une dépense très minime, résultat qui n'avait pas encore été obtenu jusqu'à présent.

Le remplacement des résistances qui pourraient être mises hors d'usage peut se faire très rapidement et à peu de frais, sans démonter l'appareil lui-même.

Le fourneau électrique (fig. 37) est un appareil en fonte émaillée avec disques mobiles; il est construit pour recevoir tout le matériel ordinaire de cuisine.

Les résistances étant amenées à l'air libre jusqu'à l'incandescence, on peut, avec cet appareil, obtenir une température considérable, faire bouillir, par exemple, un litre d'eau en moins de cinq minutes.

Avec un ustensile de cuisine quelconque, la quantité de calories perdues par le refroidissement des parois non chauffées est fonction du temps et, si les calories fournies ne sont pas en rapport avec le volume à chauffer, l'ébullition n'est jamais obtenue. En effet, il ne suffit pas de fournir des calories, il faut en fournir assez pour augmenter la température du liquide à chauffer et remplacer aussi toutes celles qui sont perdues, perte qui devient de plus en plus grande avec l'élévation de température.

Il y a donc intérêt à aller très vite. Ce fourneau remplit parfaitement ces conditions, puisqu'on peut absorber, au besoin, avec cet appareil plus de 25 ampères sous 110 volts.

Ainsi que l'indique la figure 38, donnant la coupe de l'appareil, les résistances R sont maintenues par des pinces en cuivre montées sur des lames flexibles permettant la dilatation des résistances. Les extrémités de ces dernières sont rendues, lors de leur fabrication, beaucoup plus conductrices que la résistance elle-même, afin d'obtenir un contact parfait et d'éviter qu'elles n'atteignent la température du rouge et fassent, par suite, rougir les pinces qui les supportent.

Les lames de cuivre sont montées sur la pièce en porcelaine P servant de support isolant et en même temps de réflecteur.

Les ustensiles de cuisine reçoivent donc, non seulement les rayons calorifiques directs des faces supérieures des résistances R, mais aussi ceux réfléchis par les surfaces de porcelaine et provenant des faces intérieures et latérales.

Dans un autre modèle de fourneau (fig. 39), destiné à produire l'ébullition des liquides, le récipient se trouve encastré dans l'appareil et reçoit non seulement la chaleur par la partie inférieure, mais aussi sur tout son pourtour. Son rendement est donc plus élevé que celui du modèle précédent, mais il ne peut recevoir qu'une seule forme de récipient.

Dans ces fourneaux, la température se règle en intercalant dans le circuit un nombre plus ou moins grand de résistances.

L'avantage incontestable de ces appareils consiste dans l'indépendance absolue des résistances qui peuvent être remplacées instantanément avec une faible dépense. De plus, en substituant simplement des résistances appropriées, on peut, avec le même appareil, dégager un nombre de calories de beaucoup supérieur ou inférieur au régime du modèle normal, c'est-à-dire, par exemple, depuis 5 jusqu'à 25 ampères sous 120 volts.

La rôtissoire que montre la figure 40 est du même système; les résistances sont disposées à l'intérieur sur le pourtour de l'enveloppe. Cet appareil consomme 600 watts-heure pour rôtir un poulet, soit environ 500 watts-heure par kilogramme de rôti.

On peut citer également le gril à feu vif (fig. 41) consommant 12 ampères sous 110 volts; le chauffe-lit électrique (fig. 42) fonctionnant avec 0,15 ampère sous 110 volts; le four à pâtis-

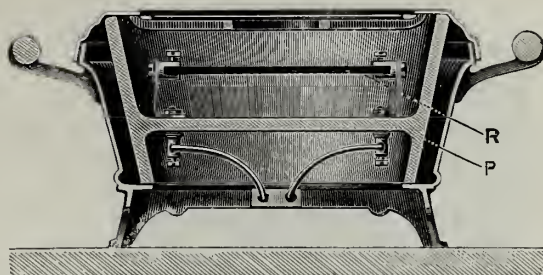


FIG. 38. — Coupe du fourneau électrique Parvillée.

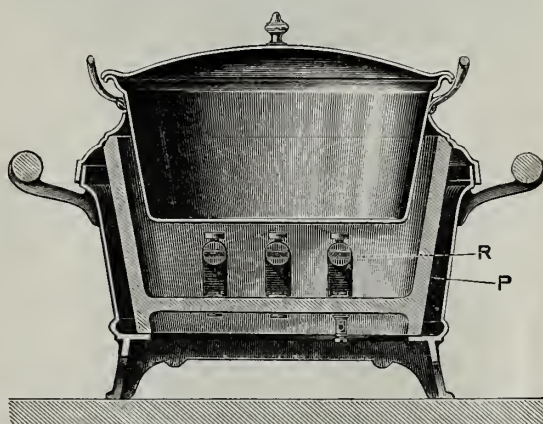


FIG. 39. — Autre modèle de fourneau électrique Parvillée.

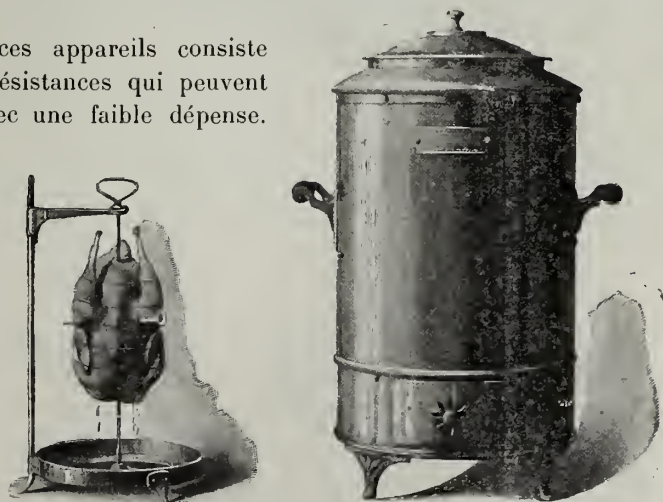


FIG. 40. — Rôtissoire électrique Parvillée.

série (fig. 43) absorbant 900 watts; le fer à repasser (fig. 44) consommant 1 980 watts et le chauffe-fer à friser fonctionnant avec 2 ampères sous 110 volts et le fer à souder (fig. 45).

Une application importante des appareils de cuisine de la Société Parvillée frères a été réalisée à l'Exposition au restaurant espagnol « La Feria » et a démontré que les appareils de chauffage électrique présentent dans une cuisine de grands avantages sur les fourneaux à charbon ou au gaz, parce qu'ils suppriment du coup la fumée, les cendres, les dangers d'incendie, les mauvaises odeurs, etc.

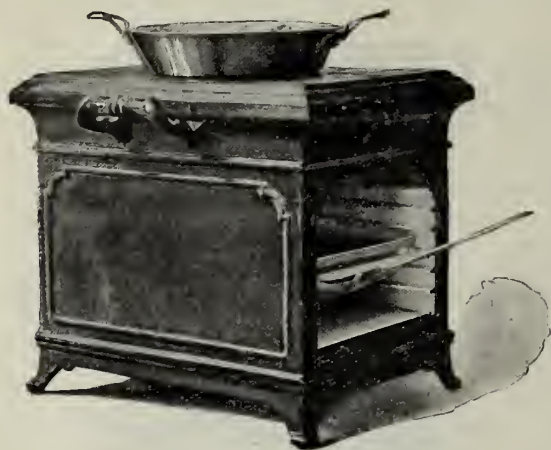


FIG. 41. — Gril à feu vif, système Parvillée.

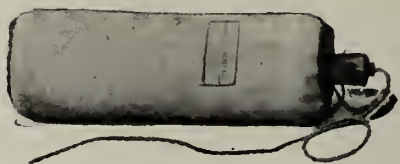


FIG. 42. — Chauffe-lit électrique système Parvillée.

Il est incontestable qu'il est beaucoup plus facile et plus rapide de manœuvrer un interrupteur que d'allumer un feu de charbon, d'en enlever les cendres et de le maintenir souvent toute

une journée pour ne l'utiliser que d'une façon intermittente. De plus, l'emploi des appareils électriques évite l'élévation anormale de la température qui se produit dans toute la cuisine ainsi que le dégagement de fumée et de gaz nuisibles. Il s'ensuit que le jour où les applications thermiques du courant électrique seront utilisées d'une manière générale, il y aura un grand progrès de réalisé au point de vue hygiénique.



FIG. 43. — Four à pâtisserie système Parvillée.

L'installation électrique des cuisines du restaurant « La Feria » a prouvé pratiquement que le chauffage électrique se prêtait

parfaitement à toutes les exigences de l'exploitation rationnelle d'un établissement de ce genre.

Le pavillon royal d'Espagne, édifié dans la rue des Nations sur le quai d'Orsay, renfermait des collections uniques au monde et de nombreuses richesses artistiques réunies dans ce palais

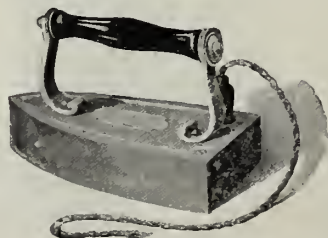


FIG. 44. — Fer à repasser système Parvillée.



FIG. 45. — Fer à souder système Parvillée.

en vue de l'Exposition. Aussi le gouvernement espagnol ainsi que l'Administration de l'Exposition n'avaient autorisé l'établissement d'un restaurant dans le rez-de-chaussée de ce pavillon, qu'à la condition expresse qu'on n'utiliserait ni charbon, ni gaz, ni pétrole afin d'éviter tout danger d'incendie.

Malgré cette interdiction d'employer les modes usuels de chauffage, le Conseil d'administration de « la Feria », persistant dans son idée d'installer un café-restaurant, eut l'heureuse idée de demander à l'énergie électrique non seulement l'éclairage, mais aussi le chauffage.

L'entreprise était assez audacieuse, car il s'agissait d'assurer un service régulier de trois à quatre cents repas par jour avec le menu très complexe que comporte tout établissement de luxe. Le Conseil d'administration s'adressa alors à la Société anonyme des anciens établissements Parvillée qui fut seul, parmi les concurrents appelés, à accepter la lourde tâche de réaliser l'installation la plus importante qui ait été faite jusqu'ici.

Cette tentative a été couronnée d'un succès inespéré; l'établissement de « la Feria » a pu servir, sans aucune difficulté, une moyenne de 600 repas par jour, auxquels il convient d'ajouter ceux du nombreux personnel qu'il occupait, ainsi que des artistes de la troupe espagnole qui y donnait des concerts accompagnés de danses.

Le matériel de chauffage installé dans les cuisines comprenait un grand fourneau, deux grands grilloirs, deux fours, un réservoir à eau chaude, un légumier et un petit fourneau.

Le grand fourneau de cuisine avait 2,10 m de longueur et 1,10 m de largeur. Il était muni de huit foyers constitués chacun par des groupes de résistances pouvant être portées au rouge vif et supportant sans détérioration une température de 1 200°.

Quatre de ces foyers consommaient chacun 25 ampères sous 100-110 volts, soit en moyenne 2 750 watts.

Les quatre autres foyers consommaient chacun 20 ampères.

La chaleur non utilisée par rayonnement direct servait à chauffer les plaques intermédiaires du fourneau sur lesquelles s'achevait la cuisson commencée par l'un des grands foyers. Chacun de ces derniers était commandé directement par un interrupteur, ce qui permettait de supprimer instantanément la consommation de courant de tout foyer non utilisé.

En pleine marche, ce grand fourneau absorbait 180 ampères.

Les deux grilloirs à feu vif rôtièrent les aliments par la partie supérieure. On évite ainsi la chute des matières grasses sur le foyer et, par conséquent, toute mauvaise odeur et toute fumée. Les rôtis ainsi préparés sont amenés mathématiquement au degré voulu de cuisson dans les meilleures conditions de propreté. L'un des grilloirs absorbait 25 ampères, et l'autre 35.

Des deux fours installés, l'un était disposé pour être chauffé par la partie inférieure et consommait 20 ampères; le second avait plusieurs foyers disposés dans la partie supérieure et alimentés par des circuits différents. Lorsque tous les foyers étaient alimentés, la consommation était de 50 ampères au maximum. Ce four était utilisé chaque jour pour faire cuire 35 kg de viande en même temps; la cuisson exigeait trois heures et demie, avec un débit moyen de 40 ampères, ce qui correspond à une consommation de courant de 45 watts-heure par kilogramme de viande.

Le réservoir à eau chaude et le légumier, chacun de 30 litres de capacité, consommaient 20 ampères.

Enfin, le service du café, du chocolat et du thé était assuré par un petit fourneau à deux foyers, absorbant chacun 15 ampères et par un bain-marie à copettes de 20 ampères.

Tous les appareils de chauffage qui viennent d'être décrits étaient construits en tôle avec armatures en fer poli. Ils étaient à double paroi et l'espace libre entre les parois était garni d'amiante.

Telle était l'installation vraiment remarquable effectuée par la Société des établissements Parvillée et qui fonctionna très régulièrement et sans interruption depuis le 24 avril 1900 jusqu'à la clôture de l'Exposition; c'est la meilleure preuve que l'on puisse donner de l'efficacité du système. Nous devons ajouter que le personnel de la cuisine, et particulièrement son chef, s'est prêté de très bonne grâce à l'emploi de ce système de chauffage et qu'il s'est très rapidement mis au courant des manœuvres nécessitées pour la conduite de l'installation.

En résumé, la consommation maximum d'énergie électrique utilisée pour les appareils de chauffage de la cuisine, était de 350 kilowatts-heure par jour. Il convient d'en déduire environ

70 kilowatts-heure pour le service du café proprement dit, c'est-à-dire pour tout ce qui est consommé en dehors des repas. Dans ces conditions il reste 280 kilowatts-heure pour le service du restaurant, soit environ une consommation de 480 watts-heure par *repas payant*.

M. Le Roy, de Paris, avait exposé des plaques de chauffage et un calorifère dans lesquels sont disposées des résistances en silicium aggloméré fonctionnant à l'air libre.

Ces résistances ont la forme de petites plaquettes à section rectangulaire de 10 cm de longueur, 1 cm de largeur et 0,5 cm d'épaisseur. La résistance de ces plaquettes peut varier,

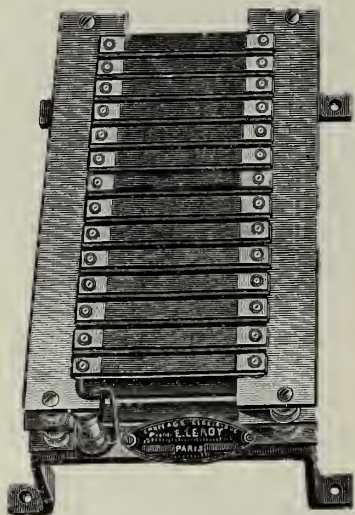


FIG. 46. — Radiateur système Le Roy.



FIG. 47. — Calorifère système Le Roy.

suivant leur composition, depuis 0,1 ohm jusqu'à 100 ohms. Elles sont métallisées à leurs extrémités afin d'assurer un bon contact avec les pinces métalliques qui leur servent de support et permettent en même temps d'effectuer les connexions nécessaires pour les relier au circuit.

Les plaques de chauffage ou radiateurs (*fig. 46*) sont montées sur des cadres en fer qui peuvent affecter toutes formes et dont les dimensions varient suivant les cas.

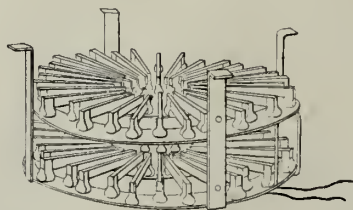
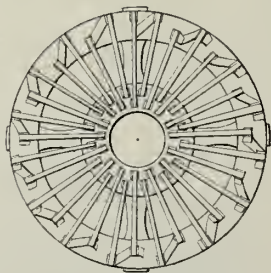


FIG. 48. — Détail des couronnes de chauffage du calorifère Le Roy.

Les calorifères (*fig. 47*) comportent, suivant les modèles, deux ou plusieurs couronnes de résistances composées chacune de 32 plaquettes consommant chacune 32 watts. Ces couronnes (*fig. 48*) sont couplées en quantité et disposées à la partie inférieure du calorifère. Au-dessus de ce foyer électrique se trouve un autre cylindre formant chambre de chauffe et permettant d'utiliser la chaleur dégagée pour les besoins domestiques et pour le chauffage de l'air ambiant; une tôle perforée est disposée à cet effet dans l'appareil. Dans les grands modèles, il y a un petit réservoir à eau de 5 litres.

Le calorifère étant monté sur roulettes peut être déplacé facilement.

Les divers modèles destinés au chauffage de locaux ayant 20, 40, 60 et 80 mètres cubes de capacité, consomment respectivement 4,5 ; 9 ; 13,5 et 18 ampères sous 110 volts. Ils peuvent être construits pour toutes tensions jusqu'à 250 volts.

Appareils utilisant des résistances placées dans le vide. — Indépendamment des appareils qui comportent des résistances en silicium aggloméré, M. Le Roy avait aussi exposé d'autres appareils de chauffage avec des résistances en silicium placées dans le vide et que l'inventeur a dénommées bûches électriques.

L'avantage que présente l'emploi de substances de grande résistivité telles que le silicium consiste en ce fait que l'on est amené à augmenter considérablement la section des conducteurs, c'est-à-dire leur résistance mécanique et, comme on doit diminuer également, dans de grandes proportions, leur longueur, on réduit énormément leur encombrement.

Pour prévenir l'oxydation de ces bûches et permettre, par suite, d'élever leur température au rouge, M. Le Roy a dû recourir à l'emploi du vide; c'est peut-être la seule réelle complication de son système, mais cette complication est rachetée par d'autres avantages: l'inocuité parfaite de ce mode de chauffage, le maniement facile des bûches, l'absence de tout danger d'incendie ou de tout résidu de combustion.

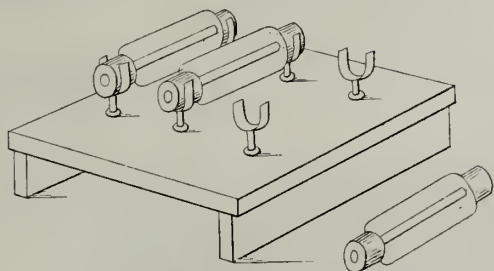


Fig. 49. — Montage des bûches Le Roy.

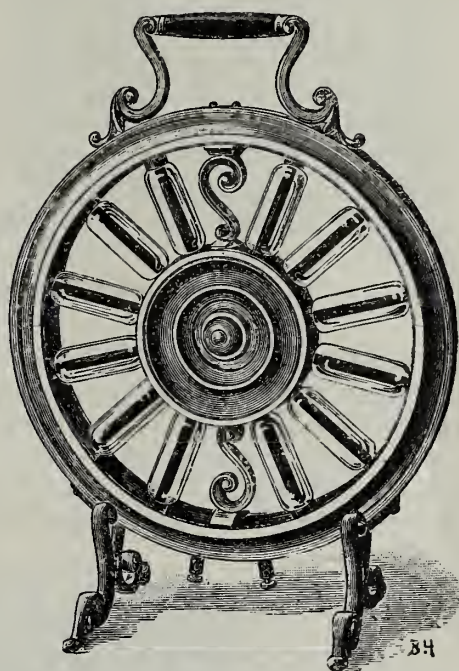


Fig. 50. — Radiateur de salon, système Le Roy.

Il reste à examiner comment sont constitués ces éléments de chauffage, leur montage, leurs propriétés électriques et calorifiques.

Les bûches ont en général, pour 110 volts, les dimensions suivantes : longueur, 100 mm ; largeur, 10 mm ; épaisseur, 3 mm. Ces petits parallépipèdes sont métallisés à leurs deux extrémités, de façon à prévenir leur échauffement et à assurer un bon contact électrique avec les pinces qui servent à leur amener le courant. Ces pinces sont reliées à deux douilles métalliques scellées au plâtre à chacune des extrémités de l'ampoule ou tube de verre dans laquelle la bûche se trouve enfermée.

On fait le vide dans ce tube de verre; cette opération est indispensable et doit être faite soigneusement, sinon, à la température où sont portées les bûches, l'oxydation se produirait rapidement et l'élément serait mis hors de service par suite de son énorme augmentation de résistance; si l'oxydation ne donne pas naissance, comme dans le cas du carbone, à des produits volatils qui mettent par suite constamment à nu la surface oxydable, elle recouvre le silicium d'une couche qui n'est pas seulement superficielle, mais qui semble, au contraire, pénétrer la masse même du conducteur.

D'après les dimensions que nous avons indiquées ci-dessus, la surface rayonnante d'un

élément capable d'absorber en une heure une quantité d'énergie électrique égale à 150 watts-heure, serait égale à 26 cm², à raison de 864 calories-kilogramme-degré par kilowatt-heure; chaque bûche dégage donc par heure 129,6 calories-kilogramme-degré soit environ 5 calories par centimètre carré de surface : en d'autres termes, l'énergie électrique absorbée par centimètre carré de surface rayonnante est égale à 6 watts.

Ce chiffre est intéressant à rapprocher de celui qu'on obtient en employant les rhéostats métalliques. Or, on sait que, dans ces appareils, l'énergie absorbée par décimètre carré varie entre 100 et 140 watts-heure.

Le rapport des surfaces rayonnantes dans les deux systèmes est donc comme 1 : 4 ou comme 1 : 6, suivant qu'on admet 450° ou 300° pour la température d'équilibre du fil conducteur.

La comparaison de ces deux valeurs montre les avantages que réalise la bûche au point de vue de l'encombrement.

Ces éléments ne semblent pas cependant appelés à un grand succès pour le chauffage des appareils de cuisine, car il paraît évident *a priori* que les ampoules qui sont à une température bien plus élevée que celle des lampes à incandescence, par suite de la plus grande quantité d'énergie dépensée et de la petite capacité de l'ampoule, ne pourraient pas supporter sans se rompre les projections liquides. Cet inconvénient existe à un bien moindre degré pour les appareils de chauffage d'appartement et pour les étuves.

La figure 49 montre le procédé de fixation des bûches et la figure 50 donne la vue d'ensemble d'un radiateur de salon construit d'après ce système.

Appareils utilisant des résistances liquides. — MM. Adnet et fils avaient exposé des étuves à basse température dans lesquelles le chauffage est obtenu par le passage du courant dans l'eau comprise entre deux électrodes placées à une distance convenable.

Cet appareil de chauffage est placé à la partie inférieure de l'étuve; il est constitué par un récipient cylindrique en cuivre, de faible hauteur, à l'intérieur duquel sont disposés deux disques, également en cuivre, reliés à deux bornes isolées qui traversent les parois de ce récipient.

Ces étuves étant établies pour fonctionner à une température déterminée à l'avance, la distance des deux disques et, par suite, l'épaisseur de la couche d'eau sont invariables et réglées par le constructeur. Ces appareils sont munis du même régulateur de température que les étuves avec lampes à incandescence de MM. Adnet et fils qui seront décrites plus loin.

Ces étuves se règlent pour toutes températures comprises entre 20° et 95°.

APPAREILS UTILISANT DES LAMPES A INCANDESCENCE

Les appareils qu'exposait la Compagnie générale de chauffage par l'électricité étaient munis de lampes à incandescence de construction spéciale; ces lampes sont établies pour fonctionner avec un nombre de watts très élevé par bougie; le filament de gros diamètre et de grande longueur est porté seulement au rouge naissant et il peut par suite absorber une grande quantité d'énergie, c'est-à-dire fournir une grande quantité de chaleur.

Les lampes couramment employées dans ces appareils ont des ampoules cylindriques de 60 mm de diamètre et de 250 mm de longueur; la puissance nécessaire pour les alimenter est de 250 watts pour les lampes à un filament et de 500 watts pour celles à deux filaments sous la différence de potentiel normale de 110 volts.

La figure 51 représente un radiateur pour appartements qui consomme 1 kilowatt, soit 9 ampères sous 110 volts. Les quatre lampes de cet appareil sont disposées devant un réflecteur en cuivre rouge d'une disposition spéciale qui a pour but de renvoyer en avant la presque totalité de la chaleur produite.

La figure 52 montre une cheminée radiateur de même consommation que l'appareil précédent, mais avec un dispositif différent de réflecteur.

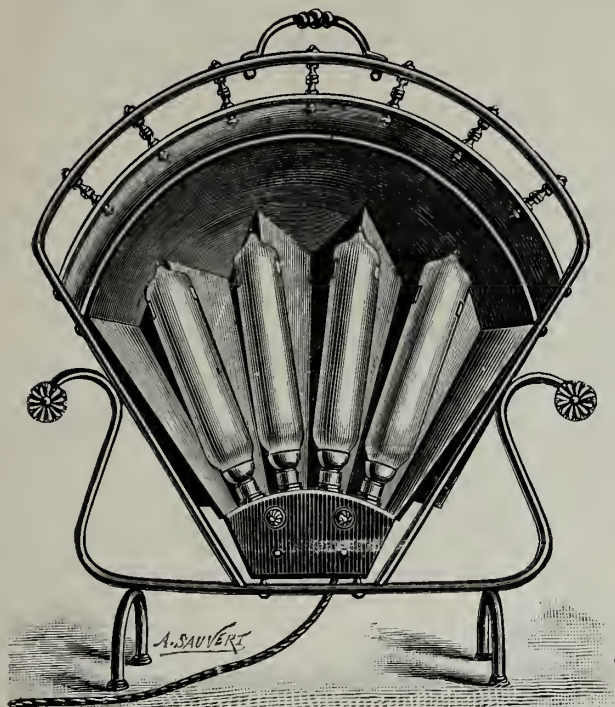


FIG. 51. — Radiateur de salon de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

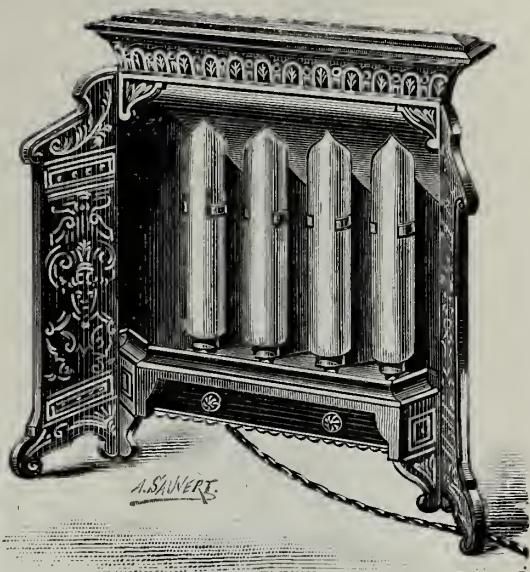


FIG. 52. — Cheminée radiateur de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

Dans l'étuve de cuisine (fig. 53), les lampes sont disposées sur les trois côtés latéraux, munis de réflecteurs appropriés et isolés des parois extérieures; une garniture en toile

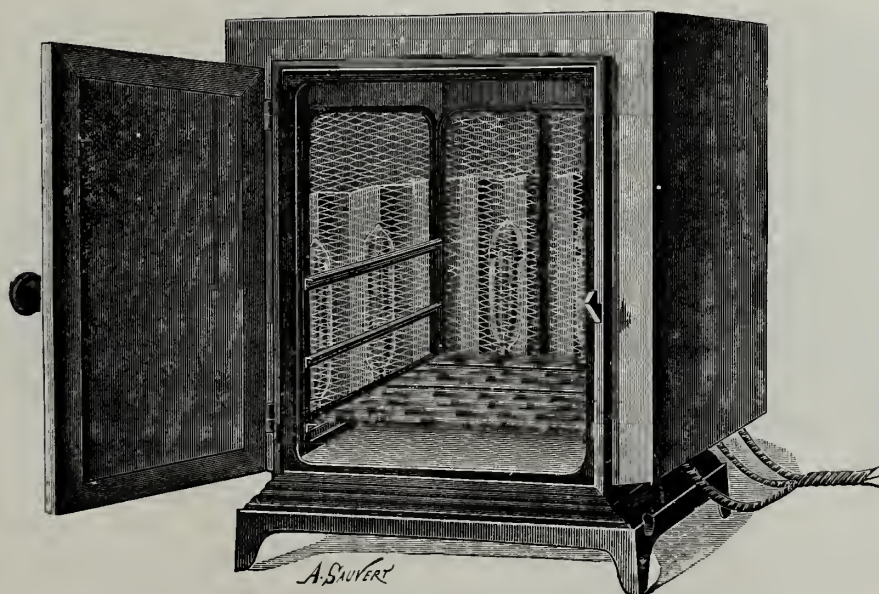


FIG. 53. — Étuve de cuisine de la Compagnie de chauffage par l'électricité.

métallique sert à préserver les lampes contre des chocs accidentels. Trois fours à pâtisserie d'une construction identique ont fonctionné pendant la durée de l'Exposition dans le pavillon de la boulangerie et de la pâtisserie; ils étaient alimentés par des courants triphasés.

La Société des anciens établissements Parvillée frères et C^{ie} exposait aussi des appareils de chauffage montés avec des lampes à incandescence spéciales.

Le brasero représenté par la figure 54 est muni de lampes à ampoules en verre rouge, disposées horizontalement autour d'une pièce centrale sur laquelle sont fixés les supports. La consommation électrique de l'appareil de 1,32 kilowatt, soit 12 ampères sous 110 volts.



FIG. 54. — Brasero électrique système Parvillée.

disposées dans une sorte de tiroir A placé à la partie inférieure de l'étuve et montées en dérivation; sur l'un des fils qui amènent le courant aux lampes est intercalé un régulateur de température R (fig. 55).



FIG. 55. — Etuve électrique système Adnet.

M. Dutertre exposait une série d'appareils pour cuisine et chauffage d'appartements qui se distinguent des précédents en ce que les lampes utilisées sont du type courant servant à l'éclairage, c'est-à-dire qu'elles sont poussées à l'incandescence ordinaire.

Dans les ustensiles de cuisine tels que : fourneaux, réchauds, rôtissoires, les lampes servant au chauffage sont placées sous une plaque qu'elles échauffent par rayonnement.

Dans les chauffe-lits, chaufferettes, chauffe-fers, la lampe est complètement enfermée dans l'appareil.

M. Dutertre exposait aussi un petit calorifère pour locaux de 12 à 14 mètres cubes avec lampes disposées à l'intérieur.

MM. Adnet et fils appliquent le chauffage par lampes à incandescence aux étuves à basse température pour fermentations et cultures. Les lampes employées sont du type ordinaire à ampoules cylindriques; elles sont disposées dans une sorte de tiroir A placé à la partie inférieure de l'étuve et montées en dérivation; sur l'un des fils qui amènent le courant aux lampes est intercalé un régulateur de température R (fig. 55).

Ce régulateur, fondé sur l'allongement que subit une pièce métallique par suite de sa dilatation, est constituée par une bande de laiton roulée en spirale dans sa partie médiane; une des extrémités est fixe, l'autre libre. Cette bande métallique, qui a une forte section, est logée à l'intérieur de l'étuve de façon à se mettre en équilibre de température avec elle; elle est fixée à l'intérieur de l'étuve sur une des parois verticales; l'extrémité mobile, qui porte une vis V servant au réglage du régulateur, traverse cette mince paroi par un orifice convenablement ménagé. L'extrémité de la vis de réglage vient aboutir vis-à-vis d'une pièce métallique isolée et fixée sur l'extérieur de l'étuve.

Le circuit d'alimentation des lampes est fermé quand la vis est en contact avec la pièce métallique isolée. Tant que la température pour laquelle est réglée l'étuve n'a pas été atteinte ou n'est pas dépassée, les lampes servant au chauffage sont en lumière; dès que la température désirée est légèrement dépassée, la bande de réglage en s'allongeant se détend et provoque par suite un mouvement de relèvement de la vis qui rompt le contact et par suite éteint les lampes jusqu'à ce que l'abaissement de température qui en résulte ait rétabli l'équilibre précédent.

Le réglage initial s'obtient en avançant plus ou moins la vis de réglage de la pièce métallique isolée jusqu'à obtenir la rupture du contact pour la température que l'on veut atteindre.

Ce régulateur permet de maintenir la température entre des limites très voisines sans avoir pour cela une sensibilité excessive qui donnerait lieu à des oscillations continuelles.

APPAREILS UTILISANT L'ARC ÉLECTRIQUE

Plusieurs constructeurs ont utilisé la chaleur produite par l'arc électrique pour réaliser divers appareils de chauffage.

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft de Berlin avait exposé plusieurs appareils à arc, parmi lesquels il convient d'abord de citer un calorifère transportable (fig. 56). Les arcs, montés en série, sont munis de rhéostats disposés de manière à récupérer sous forme de chaleur l'énergie électrique qu'ils consomment. L'enveloppe du calorifère, en tôle perforée, est munie de pieds à roulette et de poignées. Deux regards, garnis de mica, permettent de surveiller le fonctionnement des arcs; une plaque de cuivre polie, éclairée par les arcs, produit un effet lumineux. L'arc est produit entre un charbon et une tige de cuivre placée dans l'enveloppe de la lampe et reliée métalliquement à une plaque de chauffage qui contribue à répartir la chaleur produite. Les charbons employés ont 300 mm de longueur et 13 mm de diamètre. Les arcs sont enfermés dans une enveloppe étanche de façon à se trouver dans une atmosphère très peu oxydante et à réduire ainsi l'usure des charbons et de la tige de cuivre. Pour remplacer les charbons, il suffit d'enlever le couvercle du calorifère et d'abaisser la porte à charnières; le mécanisme intérieur se trouve alors complètement dégagé et il n'y a qu'à placer le charbon par le haut dans la pince à ressorts dont est munie une boîte à friction; on le fait alors descendre jusqu'à ce qu'il pénètre dans le porte-charbon sans le dépasser. La tige de cuivre peut également se remplacer, mais son usure est si minime qu'elle dure jusqu'à six mois en service continu.

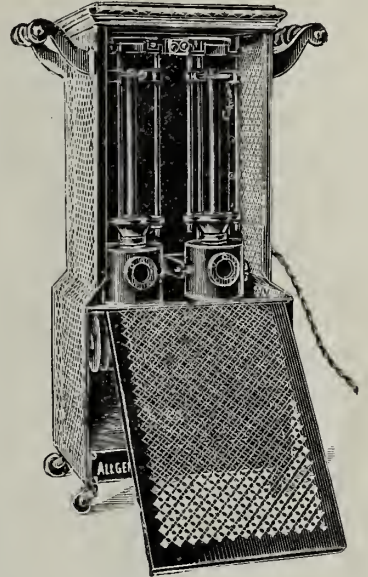


FIG. 56. — Calorifère transportable avec arcs électriques de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

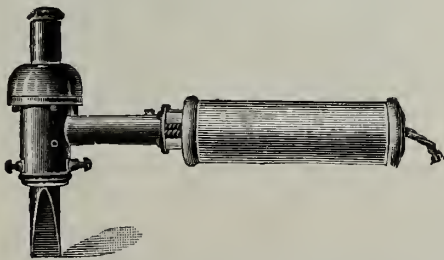


FIG. 57. — Fer à souder à arc de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

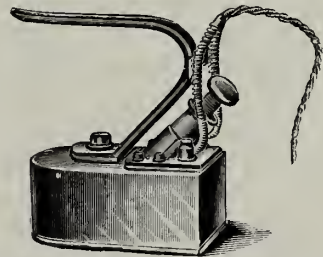


FIG. 58. — Fer à repasser à arc de l'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft.

Le modèle ordinaire suffit pour chauffer une pièce de 40 mètres cubes; il comporte deux arcs et consomme 2 kilowatts. Les autres modèles sont établis pour chauffer des locaux jusqu'à 100 mètres cubes et comportent un arc en plus pour chaque 20 mètres cubes.

Les fers à souder avec arc électrique (fig. 57) se construisent pour fonctionner soit avec un courant continu, soit avec du courant alternatif. Leur consommation d'énergie électrique varie suivant les modèles depuis 2,5 jusqu'à 9 ampères sous 100-110 volts. Les fers à courant continu

nécessitent l'emploi d'un rhéostat spécial et ceux à courant alternatif l'emploi d'une bobine de réaction.

Les machines à marquer au feu, chauffées à l'arc électrique, servent à timbrer des marques de fabrique ou de raison de commerce sur des caisses, tonneaux, etc.

Une autre machine à marquer les bouchons comporte l'emploi d'un moteur électrique actionnant le mécanisme et des poinçons gravés chauffés par l'arc. Les bouchons peuvent être marqués soit dans le sens de la longueur, soit aux deux extrémités à la fois. La consommation d'énergie électrique est de 400 watts-heure dans le premier cas et de 600 watts-heure dans le second.

La même Société construit également des fers à repasser de divers modèles chauffés par l'arc électrique (*fig.* 58).

M. Ougrimoff, professeur à l'École Impériale Polytechnique de Moscou, avait exposé un curieux appareil auquel il a donné le nom de *calorifacteur électrique*. C'est une véritable chaudière à vapeur dans laquelle la chaleur nécessaire pour vaporiser l'eau est produite par l'arc électrique qui remplace avantageusement le combustible.

Dans sa simplicité, cette chaudière constitue une invention très remarquable et des plus utiles, car elle est susceptible de recevoir de nombreuses applications, principalement dans les usines hydraulico-électriques dont le nombre augmente chaque jour. Il est, en effet, facile de comprendre qu'une usine de produits chimiques, une sucrerie, une distillerie, etc., utilisant l'énergie électrique pour actionner leurs machines, se trouvent dans l'obligation d'installer des chaudières à vapeur pour les besoins multiples du chauffage. Dans ces conditions, on voit qu'un générateur électrique de vapeur peut rendre de grands services, surtout lorsque le prix de l'énergie électrique est assez bas, ce qui est le cas lorsqu'on est desservi par une usine hydraulico-électrique.

La transformation d'énergie électrique en énergie calorifique dans le calorifacteur Ougrimoff est obtenue à l'aide d'un puissant arc électrique renfermé dans un tube-chauffeur.

La figure 59 montre la vue d'ensemble de l'appareil, muni comme toutes les chaudières d'un niveau d'eau, d'un manomètre, d'un robinet d'alimentation et d'un robinet de vapeur. Cette chaudière peut être de dimensions relativement très réduites, le foyer, les tubes de fumée, etc. étant remplacés par un simple tube.

Comme on le voit sur la figure 60, qui donne une coupe verticale de l'appareil, la chaudière est verticale et de forme cylindrique; elle est munie en son milieu d'un tube de fonte hermétiquement clos et à l'intérieur duquel se produit l'arc électrique entre une électrode de charbon B et du graphite en poudre qui tapisse le fond de la cuvette en fonte C fermant la partie inférieure du tube chauffeur. Cet arc se trouve, par conséquent, en vase clos et l'air ne peut pénétrer dans le tube lorsque la chaudière fonctionne. La production de cet arc exige une tension de 60 à 100 volts.

La partie supérieure du tube est fermée par un solide couvercle A traversé par une longue vis qui sert au réglage de l'arc; naturellement cette vis est soigneusement isolée de la masse de la chaudière par une garniture en matière isolante.

L'emploi du graphite en poudre pour constituer la seconde électrode présente le double avantage de protéger la partie métallique du tube contre la température très élevée produite par l'arc et aussi de servir de résistance de démarrage lorsqu'on met la chaudière en marche. En effet, la résistance que présente cette poudre de graphite au passage du courant, lorsqu'elle est froide, est suffisamment grande pour qu'il ne se produise pas un court-circuit au moment où l'on met l'électrode B en contact avec elle pour amorcer l'arc et sa résistance diminue ensuite graduellement à mesure que sa température s'élève.

La masse de la chaudière est reliée à l'un des conducteurs et le porte-charbon de l'électrode B à l'autre conducteur. Il n'est pas indifférent de relier l'électrode B à l'un ou l'autre conducteur; il est indispensable, pour obtenir un bon fonctionnement, que la masse de la

chaudière soit toujours reliée au conducteur négatif et l'électrode au conducteur positif, et cela pour que la garniture de poudre de graphite reste toujours aussi épaisse afin de protéger efficacement la paroi métallique et de présenter toujours une résistance suffisante au moment de la mise en marche. En effet, par suite du fonctionnement de l'arc, il se dépose constamment dans la cuvette C du charbon graphitique pulvérulent provenant du charbon B. Avec un arc de 60 ampères sous 60 à 80 volts, la quantité de poudre de graphite déposée est d'environ 2 gr par heure, quantité largement suffisante pour compenser les pertes dues à la combustion dans l'arc de graphite constituant le pôle négatif.

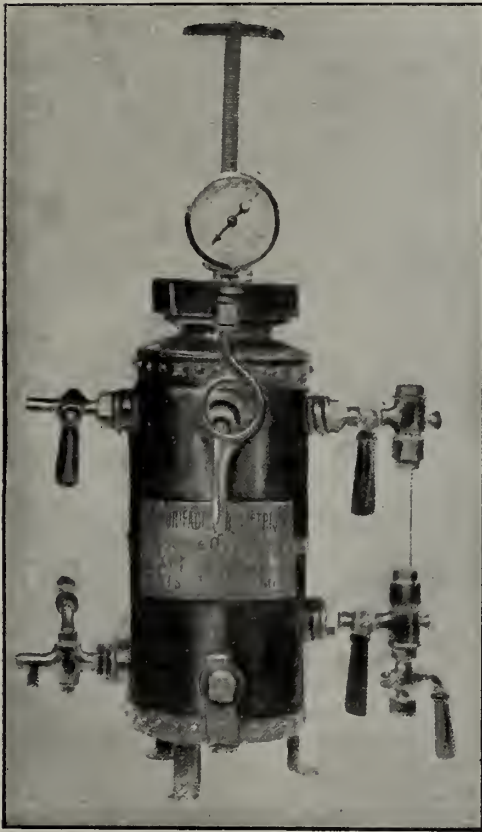


FIG. 59. — Chaudière électrique Ougrimoff.

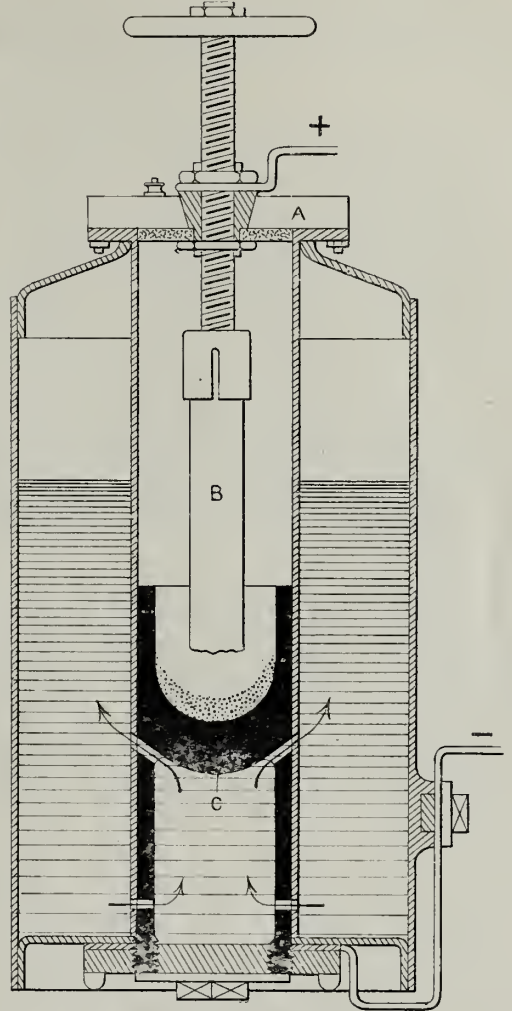


FIG. 60. — Coupe de la chaudière électrique Ougrimoff.

Le réglage de l'arc pendant le fonctionnement de l'appareil ne nécessite pas une grande précision; il peut être effectué à la main ou à l'aide d'un dispositif automatique.

Au moment de la mise en marche, les gaz contenus dans le tube chauffeur se dilatent et leur dégagement dans l'atmosphère s'effectue par une petite soupape placée dans le couvercle en matière isolante et disposée de manière à éviter toute rentrée d'air dans l'appareil.

La chaudière qui figurait à l'Exposition a 40 cm de hauteur, 18 cm de diamètre et consomme de 6 à 10 kilowatts par heure (100 ampères sous 60 à 100 volts). Elle fournit de la vapeur à la pression de 7 kg : cm².

Le rendement de cette chaudière atteint 98 0/0.

Un exemple permettra de mieux saisir les avantages que présente une chaudière électrique

sur une chaudière ordinaire. Considérons un appareil dans lequel il s'agit de porter un liquide à l'ébullition, cet appareil se trouvant dans une partie de l'usine située assez loin des chaudières à vapeur ordinaires assurant le service, du chauffage. On peut évaluer le rendement de l'appareil à 0,60, celui de la chaudière à vapeur à 0,65 et enfin celui de la conduite de vapeur à 0,92; dans ces conditions, le rendement total en énergie calorifique au point d'utilisation sera :

$$0,60 \cdot 0,65 \cdot 0,92 = 0,35$$

Or, 1 kg de charbon de moyenne qualité brûlé dans le foyer de la chaudière produit alors dans l'appareil d'utilisation :

$$4\ 500 \text{ calories} \times 0,35 = 1\ 575 \text{ calories}$$

En admettant que le charbon coûte 42 francs la tonne y compris le salaire des chauffeurs, 1 kg coûtera 4,2 centimes et chaque calorie consommée dans l'appareil d'utilisation reviendra à 0,26 centimes.

Avec la chaudière électrique et en admettant que l'énergie électrique coûte 1,5 centime le kilowatt-heure (prix correspondant au tarif des usines du Niagara et qu'il est possible d'obtenir avec une force motrice hydraulique), le prix de revient de la calorie est facile à calculer :

$$1 \text{ kilowatt-heure} = 0,24 \times 3\ 600 = 864 \text{ calories}$$

En admettant un rendement de 98 0/0 pour la chaudière électrique, on disposera de 850 calories pour une dépense de 1,5 centime, ce qui met le prix de la calorie à 0,17 centimes.

Avec la chaudière à vapeur, le prix de la calorie atteint 0,26 centimes et avec la chaudière électrique, 0,17, d'où une différence, en faveur de cette dernière, de 0,09 centimes, soit 33 0/0 environ d'économie.

L'appareil de M. Ougrimoff constitue une nouvelle application du chauffage électrique susceptible d'un grand développement. Plus de foyers, plus de cheminées, moins d'encombrement, une grande facilité de transport et d'installation, suppression presque complète des dangers d'incendie, tels sont les principaux avantages que la chaudière électrique permettra de réaliser. Il n'y a rien d'impossible à ce que le petit appareil que l'on a vu à l'Exposition ne soit le point de départ d'une série de perfectionnements qui permettront de produire économiquement et rapidement la vapeur d'eau dans des chaudières de grande puissance.

FOURS ÉLECTROTHERMIQUES

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES FOURS ÉLECTROTHERMIQUES

La transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique peut se faire de différentes manières : elle peut avoir pour but, soit de remplacer les modes de chauffage existant, en raison des commodités que présente l'emploi de l'électricité, malgré son coût élevé; soit de produire de très hautes températures. On a pu créer ainsi toute une chimie nouvelle aussi bien dans l'ordre de la science que dans celui de l'industrie. Les appareils destinés à la production de ces températures élevées portent le nom de fours électrothermiques par opposition à la seconde classe de fours électriques, les fours électrolytiques. Tandis que les seconds, dont nous parlerons à propos de l'électrolyse par fusion ignée, ont pour but principal l'action électrolytique, l'action calorifique n'étant que secondaire, les premiers utilisent uniquement l'action thermique du courant.

Les fours électrolytiques ne peuvent utiliser que le courant continu, les fours électrothermiques peuvent employer indifféremment soit le courant continu, soit le courant alternatif simple ou les courants polyphasés, ces derniers étant plus spécialement utilisés pour les transports électriques d'énergie. On peut employer alors soit directement des fours polyphasés, soit deux ou trois fours indépendants, à raison de un par phase.

On a donné un certain nombre de classifications des fours électrothermiques; la plus rationnelle est la suivante :

- 1° Fours à arc ;
- 2° Fours à résistance produite par le mélange à traiter ;
- 3° Fours à résistance indépendante (âme en charbon, par exemple).

Cependant cette classification n'est pas absolue; il n'y a guère que les fours dans lesquels les électrodes ne sont pas en contact avec la matière à traiter qui soient, à proprement parler, des fours à arc ; pour ce qui est des fours industriels classés sous ce nom, la désignation n'est pas rigoureuse, la matière à traiter en contact avec les électrodes pouvant empêcher l'arc de se former régulièrement. D'ailleurs, dans les fours à arc proprement dits, on remarque, dès qu'ils sont en fonctionnement depuis un certain temps, que les vapeurs métalliques produites sous l'influence de la haute température diminuent la résistance de l'air, de sorte que l'arc s'allonge peu à peu. On peut alors admettre, jusqu'à une certaine limite, qu'ils rentrent dans la même catégorie que les fours du troisième genre.

D'une façon générale, lorsque l'on transforme de l'énergie électrique en énergie calorifique pour un chauffage quelconque, la température obtenue dépend de la résistance du système et de la densité de courant. Plus la chute de potentiel est rapide, plus la densité du courant est considérable et plus la température est élevée. La limite de cette température correspond à la formation de l'arc. Pour les essais à très haute température, on devra chercher à absorber une puissance considérable dans un espace aussi restreint que possible, en évitant toute perte par conductibilité, c'est-à-dire en formant la chambre de chauffe au sein d'un corps mauvais con-

ducteur. Le type du four de ce genre est celui de M. Moissan, qui absorbe plus de cent chevaux dans un espace de quelques dixièmes de décimètre cube, alors que l'on peut tenir la main sur la paroi, épaisse seulement de 5 cm. Il est évident qu'aucun autre modèle de four n'a permis jusqu'à présent d'atteindre ces résultats. La température de la chambre de chauffe arrive donc en très peu de temps, quelques minutes, à être en tous points sensiblement celle de l'arc lui-même, c'est-à-dire environ 3 500°, d'après les déterminations de M. Violle.

Naturellement une température aussi élevée n'est pas toujours nécessaire dans les opérations industrielles; elle peut même être nuisible dans certains cas; de plus, si le mélange que l'on emploie est relativement bon conducteur, en supposant que l'arc puisse se former régulièrement, il existe dans le four un point très chaud et la température va en décroissant très rapidement jusqu'à une certaine distance. Si le mélange est mauvais conducteur, la partie fortement chauffée occupe un espace un peu plus grand, mais la chute de température est beaucoup plus brusque.

Dans les deux cas, il n'y aura donc qu'une quantité minime de matière qui sera soumise à la température de l'arc, le reste étant beaucoup moins chauffé. Aussi, lorsque l'on n'a pas besoin de cette température, préfère-t-on noyer les électrodes dans la matière à traiter pour éviter la formation de l'arc; on a alors le four de la deuxième classe que nous avons désigné tout à l'heure sous le nom de four à résistance produite par le mélange à traiter.

Enfin on peut utiliser une résistance indépendante, en charbon par exemple, et placer autour la matière à traiter.

On peut naturellement faire varier la chute de tension dans certaines limites suivant la résistance de la matière, son épaisseur et la densité du courant qui la traverse. Il ne faut cependant pas employer de trop basses tensions car, pour une puissance donnée absorbée dans un four, plus la chute de tension est faible, plus l'intensité est élevée; or celle-ci est, en général, très considérable. Il y a donc tout intérêt à ne pas l'exagérer, étant données les dimensions à donner aux conducteurs et la difficulté de leur refroidissement dans ces conditions.

D'après ce qui précède, on voit donc que les fours de la deuxième classe doivent être préférés lorsque la température de l'arc n'est pas nécessaire, car le chauffage est plus régulier. Les fours de la troisième catégorie présentent les inconvénients des fours à arc au point de vue de la répartition de la chaleur. L'âme est portée dans sa longueur à une très haute température et celle-ci diminue plus ou moins rapidement au fur et à mesure que l'on s'écarte de la ligne médiane.

Dans tous les cas, la quantité de chaleur produite est proportionnelle à la quantité d'énergie électrique absorbée par le four. Cette quantité de chaleur exprimée en calories est égale à :

$$Q = \frac{Et}{9,81 \times 425} = \frac{Ri^2t}{9,81 \times 425}$$

FOURS ÉLECTRIQUES DE LABORATOIRE

Œuf électrique. — M. Berthelot a fait figurer dans l'Exposition centennale d'Electricité

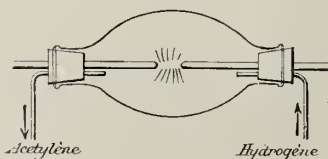


FIG. 61. — Œuf électrique Berthelot.

l'œuf électrique qui lui servit, en 1862, à faire sa remarquable synthèse de l'acétylène. Cet appareil est connu de tous : c'est un globe de verre (*fig. 61*) dans lequel on fait jaillir l'arc électrique. En faisant circuler dans ce globe un courant d'hydrogène, on obtient de l'acétylène qui peut être recueilli dans une solution de chlorure cuivreux ammoniacal, avec formation d'un précipité rouge d'acétylénure de cuivre. En ajoutant à l'hydrogène de l'azote, on obtient

de l'acide cyanhydrique. Cet appareil fut, en somme, le premier four électrique destiné à la production de réactions chimiques.

Fours Moissan. — En 1892, M. Moissan, ayant en besoin pour ses recherches relatives aux différentes variétés de carbone, de soumettre des métaux à une température supérieure à 2000°, pensa utiliser la chaleur fournie par l'arc électrique. Un certain nombre d'essais avaient été faits avant lui et notamment par Deprez, Siemens, Cowles, Grabau, Acheson, etc.

L'idée première qui dirigea M. Moissan resta constante depuis et, dans tous les appareils qu'il utilisa, seules des dispositions de détails furent apportées. Cette idée était de soustraire les matières traitées ou à traiter à l'action de l'arc et des électrodes et de séparer ainsi d'une façon probante l'action thermique du courant de l'action électrolytique, ce qui n'avait pas été fait jusque-là.

Tous les fours employés par M. Moissan depuis le début ne diffèrent guère entre eux que par les dimensions appropriées à la puissance absorbée.

Four en chaux vive. — Le premier four employé par M. Moissan (*fig. 62*), et dont un spécimen figurait à l'Exposition centennale d'électricité, était en chaux vive. Ce modèle comporte

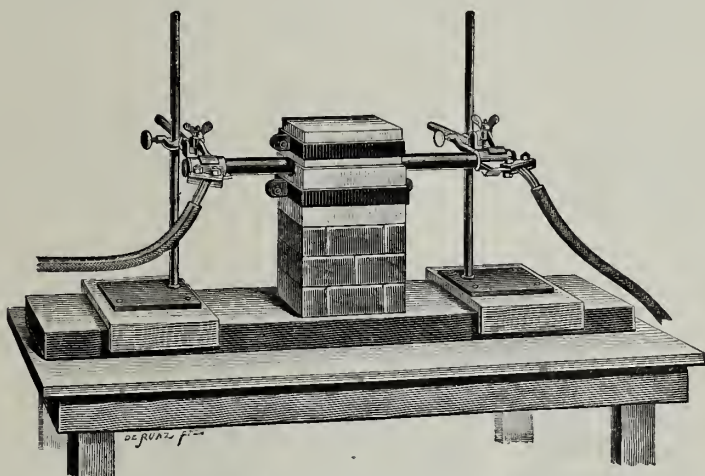


FIG. 62. — Modèle primitif du four Moissan.

deux briques de chaux bien dressées et appliquées l'une sur l'autre. La brique inférieure porte une rainure longitudinale qui reçoit les deux électrodes et au milieu se trouve un petit logement servant de creuset. Cette cavité peut être plus ou moins profonde et contient le produit sur lequel doit porter l'action de l'arc, en une couche de plusieurs centimètres d'épaisseur. On peut également mettre ce produit dans un creuset en charbon.

La brique supérieure est légèrement creusée dans la partie qui se trouve au-dessus de l'arc. Comme l'action calorifique ne tarde pas à fondre la surface de la chaux et à lui donner par cela même un beau poli, on obtient dans ces conditions un dôme qui réfléchit toute la chaleur sur la petite cavité qui contient le creuset. Les électrodes peuvent être rendues facilement mobiles au moyen de deux supports que l'on déplace ou mieux de deux glissières qui se meuvent sur un madrier.

Cet appareil est donc un four à reverbère à électrodes mobiles. Cette mobilité des électrodes donne une grande facilité pour établir l'arc, l'allonger ou le raccourcir à volonté.

Les dimensions de l'appareil sont les suivantes : la brique inférieure en chaux vive a 16 cm de longueur, 15 cm de largeur et 8 cm de haut; le couvercle a la même surface et une épaisseur de 5 cm. Les électrodes ont 20 cm de longueur et 12 mm de diamètre. Ce four peut fonctionner avec 35 à 40 ampères sous 55 volts.

La chaux employée dans la construction de ces fours est celle recommandée jadis par Deville et Debray pour la fusion du platine; elle est légèrement hydraulique et appartient au « banc vert » du bassin parisien. Elle se taille et se tourne avec facilité. La conductibilité de la

chaux vive pour la chaleur est si faible que l'on peut conserver la main sur la face externe de la brique alors que, sur l'autre, la chaux est portée à sa température de fusion. La magnésie, beaucoup plus conductrice, n'a pas donné d'aussi bons résultats que la chaux. Un four de même forme en charbon, avec électrodes isolées au moyen de tubes en magnésie, donne de mauvais résultats, étant donnée la conductibilité relativement considérable du charbon.

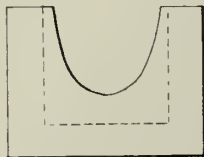


FIG. 63.
Creuset du four Moissan.

Le creuset employé avec le four ci-dessus (*fig. 63*) est fait au tour dans du charbon de cornue d'un seul morceau ; il est cylindrique et porte deux encoches, placées aux extrémités d'un même diamètre et assez grandes pour laisser passer avec facilité les électrodes sans produire de court-circuit.

Pour éviter la formation de carbure de calcium, il ne faut pas mettre directement le creuset au contact de la chaux, mais interposer un lit de magnésie.

C'est ce modèle de four qui a permis à M. Moissan d'étudier la cristallisation des oxydes métalliques, de préparer le graphite foisonnant, d'obtenir la volatilisation facile du platine, la solubilité du silicium dans le carbone, le platine et un grand nombre de métaux.

Four en calcaire. — Le second modèle de four Moissan était représenté par trois exemplaires. Un se trouvait dans la vitrine du Laboratoire de Chimie appliquée de la Faculté des Sciences, un dans l'Exposition centennale de Chimie et le troisième à l'annexe de la Classe 24, où il a fonctionné d'une façon régulière, les mardi, jeudi et samedi de chaque semaine.

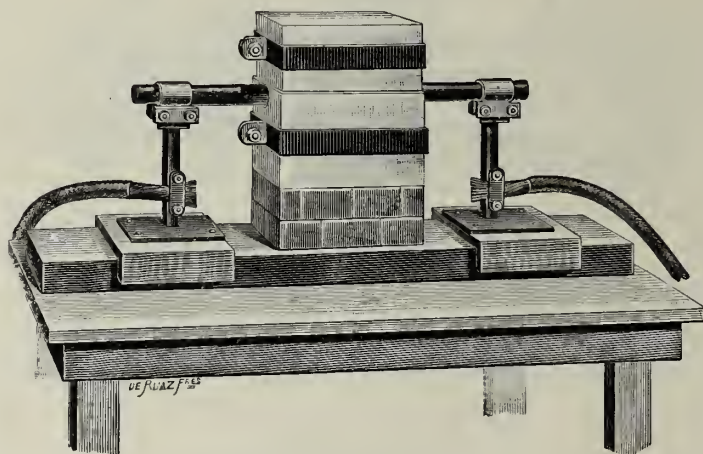


FIG. 64. — Four Moissan.

Ce modèle de four (*fig. 64*) fonctionne avec 1 000 ampères sous 35 volts ; ses dimensions sont les suivantes : longueur des briques 35 cm, largeur 30 cm, hauteur de la brique inférieure 20 cm, hauteur du couvercle 11 cm.

Avec ces dimensions, il est presque impossible d'obtenir des blocs non gercés et homogènes, aussi a-t-il fallu remplacer la chaux vive des fours primitifs par du carbonate de chaux. M. Moissan emploie la pierre à bâtir de Courson (Yonne) dite du « Banc Royal » déjà employée par Deville et Debray pour leurs grandes fusions de platine. Ce carbonate de chaux, que l'on choisit à grain aussi fin que possible, est d'une grande solidité ; il se rencontre en blocs aussi gros qu'on le désire ; enfin il se taille excessivement bien, ce qui permet de faire au laboratoire les modifications de détail dont on peut avoir besoin.

Le charbon de cornue, employé pour la confection des creusets destinés au four petit modèle présente l'inconvénient de se gonfler beaucoup lorsqu'il se transforme en graphite sous l'action de l'arc ; de plus, on ne peut l'employer pour les grandes dimensions. On utilise alors des

creusets faits au moule, par compression et d'une seule pièce, que l'on cuit ensuite à très haute température à la façon des électrodes. Le creuset est toujours placé, comme nous l'avons vu, sur lit de magnésie; cet oxyde étant le seul qui ne soit pas réduit par le charbon dans ces conditions. Dans les expériences de longue durée, la magnésie peut fondre, se combiner à la chaux déjà liquide qui existe dans le four et même se volatiliser, mais ne donne jamais de carbure. Il est utile de laisser autour du creuset 1 cm ou 2 cm de jeu pour permettre à la chaleur rayonnée par le dôme de circuler librement.

Le diamètre intérieur de ces creusets est de 7,5 cm, l'extérieur de 9 cm et la hauteur de 10 cm. Ils sont, comme les petits, munis d'échancrures pour le passage des électrodes (*fig. 63*).

Ces creusets en charbon peuvent être remplacés par des creusets en magnésie, préparée d'après les indications de M. Schlœsing, dans le but d'enlever les impuretés qu'elle peut renfermer et qui, même en faible quantité, abaissent considérablement son point de fusion. Ce procédé consiste à calciner pendant plusieurs heures l'hydrocarbonate de magnésie, à mettre digérer le produit broyé en poudre fine dans une solution étendue de carbonate d'ammoniaque, à laver à grande eau et à calciner ensuite à haute température. On délaie la magnésie ainsi obtenue pour en faire une pâte épaisse que l'on moule par compression. On abandonne les pièces formées à une dessiccation lente et finalement on les cuit dans un four à moufle.

Les électrodes employées ont 50 cm de longueur et 5 cm de diamètre. L'extrémité d'une des électrodes est terminée en pointe; l'autre reste plane (dans les modèles de faible puissance, les deux électrodes sont taillées en pointe pour faciliter l'amorçage de l'arc). Les câbles souples amenant le courant sont serrés par des brides aux supports d'électrodes. Le bon contact entre l'électrode et son support est assuré de la façon suivante: l'électrode est enveloppée par une toile métallique faisant plusieurs fois le tour et l'ensemble est serré fortement par une mâchoire à écrous. Les supports sont fixés sur des glissières en bois se déplaçant le long d'un madrier.

Le four ainsi constitué peut servir, lorsqu'il est bien conduit, pour six ou huit expériences. Mais ces expériences doivent être assez rapprochées, car le calcaire se trouve transformé en chaux vive, laquelle se délite et tombe en poussière en absorbant l'humidité de l'air pour donner de la chaux éteinte.

Avant de servir, le four doit être séché avec soin; dans ces conditions, il est rare qu'il se fendille sous l'action de la chaleur lorsqu'il est en marche. Pour prévenir cet accident, le four et le couvercle sont cerclés dans des bandes métalliques serrées par des écrous disposés assez loin des électrodes pour éviter tout court-circuit. On peut également placer le bloc dans une enveloppe en tôle.

Ce modèle de four a permis à M. Moissan d'étudier la reproduction du diamant, la préparation et l'affinage par kilogrammes de métaux tels que le chrome, l'uranium, etc., la préparation des carbures, la volatilisation des métaux, etc...

Four à tube. — Le four à creuset permet de chauffer de grandes masses de produits à une température élevée; mais on ne peut éviter l'action des gaz qui emplissent le four. Ces gaz sont l'acide carbonique provenant de la décomposition du calcaire du four et qui se transforme en oxyde de carbone au contact du charbon des électrodes; l'hydrogène qui provient toujours de la dissociation de l'eau dont il est impossible de débarrasser complètement le four. Le four à tube a pour but d'éviter ces inconvénients.

Ce four se compose comme les autres, de deux blocs de pierre de Courson (*fig. 65*); la bande métallique, destinée à maintenir les morceaux du four dans le cas où il viendrait à se fendre est remplacée par une sorte de caisse en tôle dans laquelle le four est placé. Dans le sens de la largeur, le bloc inférieur est percé d'un trou livrant passage à un tube en charbon dans lequel on met les produits destinés à être soumis à l'action de l'arc.

Les dimensions de ce four sont: longueur, 30 cm, largeur 25 cm, hauteur 15 cm pour la partie inférieure et 5 cm pour la partie supérieure. Le diamètre intérieur du tube peut varier

de 5 à 40 mm; il est disposé de façon à se trouver à 1 cm au-dessous de l'arc et à 1 cm au-dessus du fond. Le four peut fonctionner à 1 000 ampères sous 60 volts.

Lorsque l'un des trois modèles de four dont nous avons parlé doit fonctionner pendant un certain temps avec des courants de haute intensité de 1 200 à 2 000 ampères, ces fours sont rapidement mis hors d'usage. La chaux fond et coule comme de l'eau; elle se volatilise en donnant des courants de fumée; les vapeurs, en s'échappant par les ouvertures donnant passage aux électrodes, produisent un sifflement aigu et finissent même par soulever le couvercle; en même temps il tombe d'une façon continue dans ce liquide de petits fragments de carbonate de chaux qui sont immédiatement dissociés et qui décrépitent en projetant de tous côtés de la chaux fondue. L'expérience devient alors dangereuse. On remédie à cet inconvénient en augmentant la cavité du four; mais alors la température n'est plus aussi élevée.

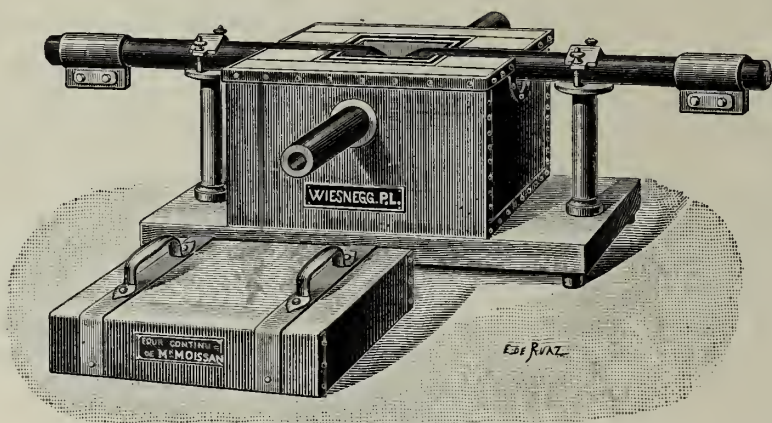


FIG. 63. — Four à tube Moissan.

Il est préférable de garnir la cavité un peu grande de couches de charbon et de magnésie comme cela est représenté dans la figure 63. Les plaques employées sont au nombre de quatre; elles ont 1 cm d'épaisseur et on fait alterner une plaque de magnésie et une de charbon, de telle façon qu'une plaque de magnésie soit au contact de la chaux et une plaque de charbon à l'intérieur de la cavité. On évite ainsi la formation de carbure, la magnésie étant, comme nous l'avons vu, totalement irréductible par le charbon. Le four ainsi disposé peut marcher pendant plusieurs heures.

Le tube ne peut être fait qu'en charbon, tous les autres corps fondant et se volatilisant avant lui. Naturellement tout contact entre le tube et la matière du four devra être évité par l'emploi de magnésie. La partie du tube soumise à la température de l'arc se transforme en graphite; si le tube a été bien fabriqué, en carbone pur soumis à une forte pression, le graphite forme un véritable feutrage et le diamètre reste sensiblement constant.

Les tubes de charbon ont le grave inconvénient d'être poreux et il n'a pas été possible de remédier à ce défaut.

Les substances à chauffer dans ce four sont placées dans des nacelles en charbon. L'opération peut être faite dans un courant gazeux que l'on fait circuler dans l'appareil avec une très grande vitesse. Il faut naturellement que ces gaz soient parfaitement desséchés.

M. Moissan a employé cet appareil pour la synthèse directe du carborundum par action des vapeurs de carbone et de silicium, pour la production des borures, de certains carbures, azotures, etc.

Cet appareil peut servir de four continu en l'inclinant de façon que le tube forme un angle de 30°.

Fonctionnement du four. Fusion et volatilisation de la chaux. — Comme nous l'avons dit, le four en calcaire a fonctionné pendant toute la durée de l'Exposition.

Voici comment l'on procédait pour sa mise en marche :

Prenons comme exemple l'expérience démontrant la volatilisation de la chaux, le fonctionnement étant sensiblement le même dans les autres cas.

Pour cette expérience, on n'a pas besoin de creuset; on utilise directement la matière même du four ou bien l'on remplit la cavité centrale de quelques fragments de chaux vive. Les électrodes sont fixées dans les rainures et serrées dans les mâchoires des supports à glissières; on les rapproche à 2 ou 3 cm l'une de l'autre, de façon que l'une d'elles soit exactement au centre de la cavité, on ferme l'interrupteur, on approche lentement la seconde électrode de façon à amorcer l'arc et l'on écarte immédiatement à la distance voulue. Au début, cette distance ne doit pas être très considérable; car, lorsque le four est froid, l'arc s'éteint avec facilité, sa longueur étant inférieure à 1 cm.

On perçoit immédiatement une odeur pénétrante d'acide cyanhydrique. La petite quantité d'humidité qui se trouve dans les électrodes donne avec le carbone de l'acétylène, lequel, en présence de l'azote se trouvant dans le four au début de l'expérience, réalise la synthèse de l'acide cyanhydrique de M. Berthelot. La lumière émise par le four, colorée par la flamme du cyanogène, a pris dès le début une teinte pourpre qui disparaît bientôt. En deux ou trois minutes les électrodes ne tardent pas à rougir et de longues flammes jaillissent avec force des ouvertures donnant passage aux électrodes de chaque côté du four. Ces flammes sont surmontées de torrents de fumées blanches produites par la volatilisation de la chaux et qu'il est facile de recueillir; ces vapeurs se répandent dans l'atmosphère et restent très longtemps en suspension.

Au début de l'expérience, l'arc possède une certaine mobilité, le four ronfle beaucoup, puis les vapeurs métalliques venant à augmenter la conductibilité, l'arc fonctionne avec régularité et sans bruit.

Dès que le four est en marche normale, la lumière et la chaleur deviennent très intenses, aussi est-il indispensable, pour les personnes se trouvant dans le voisinage immédiat du four, de ne pas exposer le visage à une action prolongée de la lumière électrique et de se garantir les yeux au moyen de lunettes noires. Ces « coups de soleil électriques » ont en effet été fréquents au début des recherches et l'irritation produite par l'arc peut amener des congestions douloureuses. Lorsque l'on emploie des fours en pierres calcaires, il se forme de grandes quantités d'acide carbonique provenant du dédoublement du carbonate de chaux en chaux et en acide carbonique. Ce dernier composé, au contact des électrodes portées au rouge et de la vapeur de carbone, produit d'une façon continue un dégagement d'oxyde de carbone. Ce gaz brûle au contact de l'air à sa sortie du four, mais sa combustion est toujours incomplète, aussi le fonctionnement de cet appareil et des fours électriques en général doit-il avoir lieu dans un local bien aéré pour éviter l'intoxication par l'oxyde de carbone, caractérisée par des céphalalgies intenses, des nausées et une lassitude générale.

Lorsque l'on enlève le couvercle d'un four ayant fonctionné dans ces conditions, on constate que le dôme a été littéralement fondu et, si l'opération a duré un certain temps, il se forme de véritables stalactites de chaux fondue, laquelle a coulé lentement et s'est solidifiée à la fin de l'expérience.

On peut ainsi, dans ces conditions, volatiliser en cinq minutes plus de 100 grammes d'oxyde de calcium.

Volatilisation de la silice. — L'opération est conduite comme pour la volatilisation de la chaux : on met dans le creuset 200 ou 300 grammes de cristal de roche en fragments. En quelques instants la silice entre en fusion et, après sept ou huit minutes, l'ébullition commence. On voit alors sortir en abondance du four, par les ouvertures servant de passage aux électrodes, une fumée extrêmement légère de couleur bleutée. Pour recueillir le produit en quantité, le couvercle du four porte une ouverture verticale au-dessus du creuset (*fig. 66*), ce qui permet de condenser les vapeurs dans une cloche en verre; on peut ainsi obtenir en dix ou quinze minutes une vingtaine de grammes de silice distillée à l'état de poudre blanche très légère contenant un

peu de chaux dont on peut facilement la débarrasser par lavage à l'acide chlorhydrique étendu. La forme de la silice condensée dépend naturellement de la vitesse de refroidissement de la vapeur ; si ce refroidissement est relativement lent, on perçoit à l'œil nu de petites sphérules de

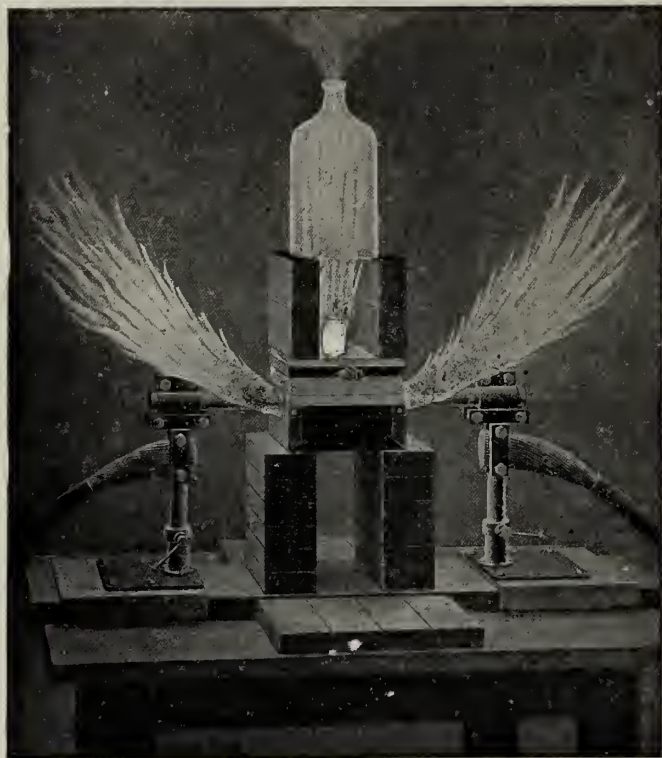


FIG. 66. — Volatilisation de la silice.

silice se dissolvant rapidement dans l'acide fluorhydrique avec un léger bruissement. Examinées au microscope avec un très faible grossissement (*fig. 67*), on remarque qu'elles sont opalescentes, généralement pleines ; mais quelquefois elles présentent une partie creuse semblant indiquer que la silice fondue a diminué de volume en passant à l'état solide.

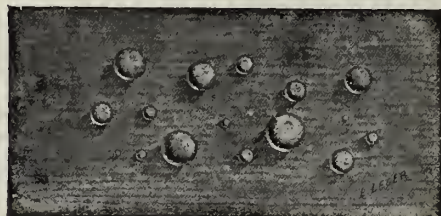


FIG. 67. — Grains de silice volatilisée.

lampes à arc ayant fonctionné un certain temps doivent leur opalescence.

Reproduction du diamant. — Pour réaliser cette expérience, on utilise l'augmentation de volume que subit une masse de fonte au moment de son passage de l'état liquide à l'état solide. La fonte solide a en effet une densité plus faible que la fonte liquide. C'est un fait connu dans la pratique industrielle que les saumons de fonte surnagent le bain liquide. Le phénomène est pareil à celui qui se produit pour l'eau.

A la température du four électrique, le fer dissout une quantité considérable de carbone qu'il abandonne par refroidissement à l'état de graphite. Si le refroidissement est brusque, une partie du carbone ainsi déposé se présente sous l'aspect de diamant.

On chauffe dans le creuset 200 gr de fer doux de Suède, coupé en cylindres de 1 à 2 cm de

longueur et de 1 cm de diamètre après avoir recouvert le tout de charbon de sucre. La durée de l'opération est de quelques minutes. On enlève alors le couvercle et le creuset, saisi au moyen d'une pince en fer, est plongé brusquement dans un vase rempli d'eau froide (fig. 68). Le creuse



FIG. 68. — Reproduction du diamant au four électrique.

et le métal restent au rouge pendant quelques minutes et dégagent des bulles gazeuses qui viennent crever à la surface du liquide sans s'enflammer. La température diminue rapidement, le creuset se refroidit et toute lueur disparaît finalement grâce à la caléfaction. Cette expérience curieuse, consistant à plonger dans l'eau froide un creuset rempli de fer liquide porté à 3000° , se fait sans aucun danger.

Le reste de l'expérience ne peut avoir lieu naturellement que dans le laboratoire. Voici sommairement en quoi consiste l'opération : On traite le culot par l'acide chlorhydrique pour enlever tout le fer. Il reste un résidu de charbon sous différentes formes ; ce résidu subit des traitements successifs par l'eau régale, l'acide sulfurique et l'acide



FIG. 69. — Diamants noirs obtenus au four électrique.

fluorhydrique ; on le chauffe ensuite dans l'acide sulfurique à 200° , dans lequel on projette du nitrate de potassium, puis à sept ou huit reprises dans de l'acide nitrique fumant additionné de chlorate de potassium ; finalement on lave à l'acide fluorhydrique et à l'eau. En séparant le résidu par la méthode des densités, au bromoforme, puis à l'iodure de méthylène, on obtient

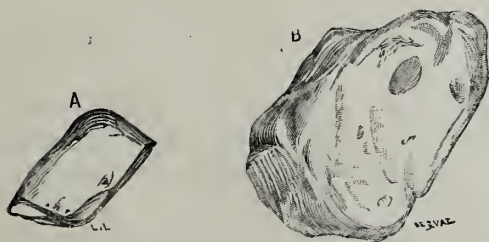


FIG. 70. — Diamants transparents obtenus au four électrique.

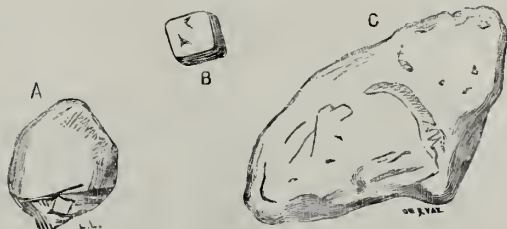


FIG. 71. — Diamants transparents obtenus au four électrique.

fluorhydrique ; on le chauffe ensuite dans l'acide sulfurique à 200° , dans lequel on projette du nitrate de potassium, puis à sept ou huit reprises dans de l'acide nitrique fumant additionné de chlorate de potassium ; finalement on lave à l'acide fluorhydrique et à l'eau. En séparant le résidu par la méthode des densités, au bromoforme, puis à l'iodure de méthylène, on obtient

une poudre cristalline de densité 3 à 3,5, formée de fragments opaques et de fragments transparents.

Les fragments opaques sont plus ou moins noirs, d'un aspect chagriné et présentent des arêtes courbes et des angles bien déterminés qui, à première vue, peuvent appartenir à un cube, (*fig. 69*). Les fragments transparents ont un aspect gras, possèdent des stries parallèles et parfois des impressions triangulaires; ils sont à surface arrondie, d'autres paraissent brisés en morceaux; quelquefois ils ont des formes arrondies et quelquefois se présentent en cubes (*fig. 70 et 71*). Tous ces échantillons rayent le rubis avec facilité; ils brûlent dans l'oxygène en donnant de l'acide carbonique; quelques-uns, notamment les noirs, laissent un faible résidu ocreux.

Les rendements obtenus sont insignifiants et les cristaux obtenus sont microscopiques comme l'indiquent les figures. M. Moissan a pu, en employant le plomb au lieu du fer, arriver à obtenir des cristaux un peu plus gros.

Préparation des carbures, fontes et métaux.

— En général, ces produits se préparent d'une façon

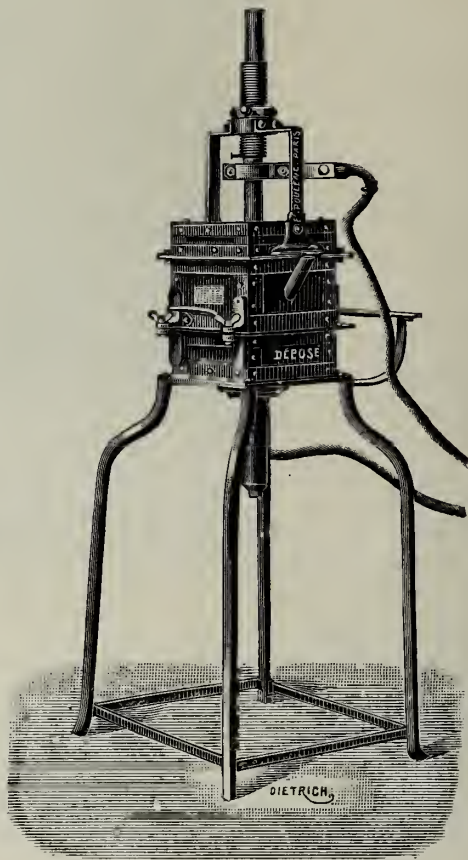
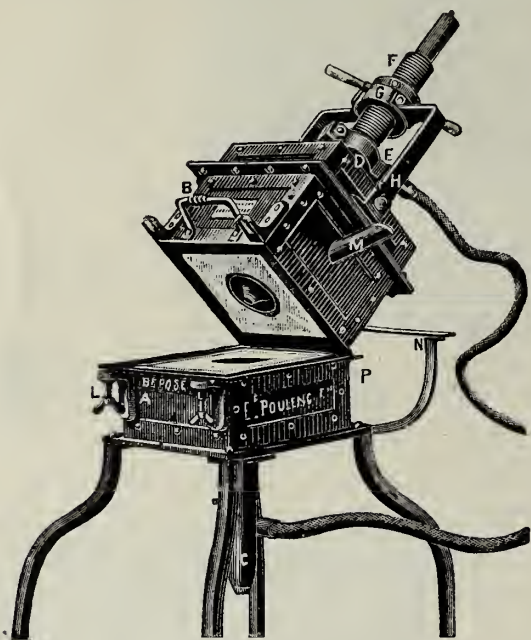


FIG. 72. — Four électrique Poulenc et Meslans ouvert. FIG. 73. — Four électrique Poulenc et Meslans fermé.

analogue : réduction de l'oxyde par le carbone. On obtient directement l'un des trois produits, suivant l'affinité plus ou moins grande du métal pour le carbone; les autres composés s'obtiennent ensuite en faisant varier les conditions, d'une façon spéciale, pour chacun d'eux.

Voici, à titre d'indication, quelques expériences faites à l'annexe.

Le carbure d'aluminium s'obtient directement en chauffant l'aluminium; il n'est pas nécessaire d'ajouter du charbon, celui du creuset suffit. Le carbure traité par l'eau donne non pas de l'acétylène, mais du méthane pur, lequel a un pouvoir éclairant insignifiant.

Le carbure de chrome (Cr^2C^3) s'obtient en chauffant, pendant dix à quinze minutes, du chrome métallique en présence d'un excès de charbon. On obtient une masse friable remplie de cristaux de carbure.

La fonte d'uranium s'obtient au moyen d'un mélange d'oxyde d'uranium et de charbon de sucre; en dix ou douze minutes, on peut obtenir un culot de 200 gr. La teneur en carbone varie

suivant les proportions du mélange, la durée, etc... Pour avoir directement le métal ne contenant pas de carbone, on emploie un grand excès d'oxyde, environ 40 gr de charbon pour 500 d'oxyde; dans ces conditions, en chauffant seulement huit minutes, on obtient un culot de 350 gr pouvant contenir encore un peu d'oxyde.

Le tungstène métallique s'obtient en prenant un excès d'acide tungstique, dix fois le poids du charbon, par exemple, et en se plaçant dans des conditions telles que l'acide en excès soit volatilisé. Pour avoir une fonte, il suffit de mettre, au contraire, un excès de charbon.

Le titane s'obtient directement en chauffant du rutile et du charbon, on obtient par essai environ 200 gr de métal fondu à la partie supérieure, la partie inférieure renfermant de l'azoture et de l'oxyde.

Four électrique de MM. C. Poulenc et M. Meslans. — Ce four est disposé de façon à permettre des manipulations rapides et un changement facile des creusets, lorsque l'on désire faire des opérations successives. Afin de suivre aisément la marche des opérations, il est composé de deux parties réunies par une charnière; la partie inférieure renferme le creuset-électrode, la partie supérieure porte l'électrode proprement dite et peut être rabattue sur un support (*fig. 72*). Le creuset est ainsi facilement découvert. En ramenant le corps du four dans sa position première, on rétablit aisément le courant (*fig. 73*). La figure 74 donne une coupe longitudinale de ce four.

La partie inférieure du four est fixée directement sur quatre pieds portant le support N (*fig. 72*), destiné à recevoir la partie supérieure E, quand on la fait basculer autour des charnières P. Le courant arrive à l'armature C isolée de l'enveloppe A au moyen d'amiante; cette armature se termine à l'intérieur du four par une boîte métallique qui reçoit le creuset en charbon et sert à la fois à conduire le courant à celui-ci et à le soutenir pour l'empêcher de se fendre; une partie mobile assure le contact par serrage. Un bloc de charbon de $150 \times 150 \times 90$ peut servir de creuset ou de porte-creuset pour un creuset cylindrique de charbon de 83 mm de diamètre extérieur et de 40 mm de hauteur. Le bloc de charbon est placé lui-même dans une garniture en pierre réfractaire (bloc de pierre de Courson).

La partie supérieure du four E est maintenue sur la partie inférieure A au moyen des charnières P, d'une part, et de l'autre, au moyen des écrous de serrage mobiles L. Un joint en amiante existe entre les deux parties.

Ce corps E renferme un bloc réfractaire percé d'une ouverture cylindrique verticale

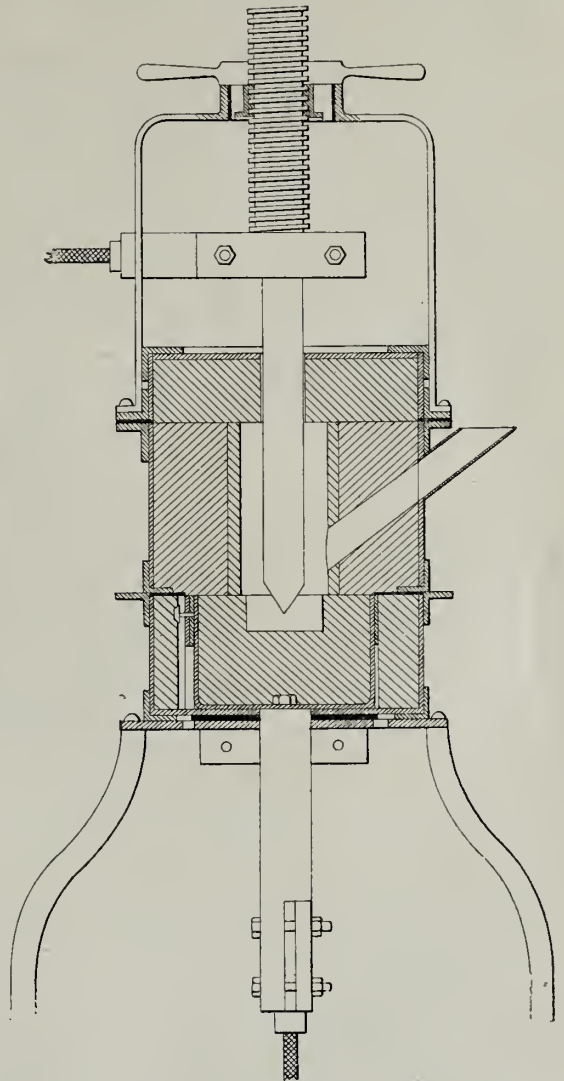


FIG. 74. — Coupe du four électrique Poulenc et Meslans.

de 90 mm de diamètre, garnie elle-même d'un cylindre en charbon qui la protège de l'action de l'arc. Dans cet espace descend l'électrode D à laquelle le courant est amené par la mâchoire E. Cette électrode est fixée dans un cylindre fileté F traversant un écrou engagé dans la monture de l'étrier H, dans laquelle il peut tourner, faisant ainsi monter ou descendre à volonté l'électrode dans le four. Le mouvement est très régulier et permet un réglage aisé du courant. Cette électrode a 40 mm de diamètre. L'étrier est lui-même isolé de la masse métallique du four et de la monture de l'écrou ; on évite ainsi toute chance de court-circuit par les enveloppes.

Ce four peut fonctionner comme un four à distillation, grâce au joint d'amiante, fixé entre les deux parties, qui assure l'étanchéité de l'appareil. Dans ce cas, les vapeurs métalliques se rendent par le tube M dans un appareil de condensation. En temps ordinaire, ce tube sert au dégagement des gaz et peut être relié à une cheminée d'appel.

La manœuvre de ce four est excessivement simple : la partie supérieure étant rabattue sur le support N, on introduit la matière dans le creuset, on remet en place la partie supérieure, on serre les écrous L et on amorce l'arc en baissant l'électrode, au moyen du cylindre F ; on l'écarte ensuite à la distance voulue ; lorsque l'on désire voir ce qui se passe dans le four, on relève la partie supérieure que l'on baisse ensuite. Ce four a fonctionné un certain nombre de fois pendant l'Exposition.

La puissance absorbée peut aller jusqu'à 15 kilowatts.

FOURS INDUSTRIELS

Four de la Société des carbures métalliques. — Ce four constitue un « four à cuve fixe » par opposition au « four à cuve mobile », dans lequel la cuve est montée sur un chariot et peut être enlevée après chaque opération lorsque l'on désire faire du carbure en pains.

Ce four (*fig. 75*) est constitué par un bâti en briques A, dont le fond est garni en son milieu de l'électrode fixe E en charbon tassé et calciné. Dans ce bloc viennent se noyer les extrémités des câbles *f* correspondant à l'un des pôles de la machine. La cuve en maçonnerie est enveloppée dans une caisse en tôle E à laquelle est fixée une coulotte D en regard du trou de coulée C, ménagé dans la maçonnerie. La lingotière H est destinée à recevoir le carbure fondu au moment de la coulée.

Dans le four plonge l'électrode I, dont la tête J est taillée exactement de façon à recevoir le support d'électrode. Celui-ci se compose de deux plaques de fer K, serrant la tête de l'électrode au moyen de boulons L ; le tout est supporté par une chaîne O, fixée à une pièce métallique N, maintenant, par deux plaques M, l'ensemble du support auquel elles sont fixés par le contre-écrou P destiné à maintenir l'écart. La chaîne O passe sur une poulie S et fait corps avec un palan T permettant de manœuvrer avec facilité l'électrode I pour l'élever ou l'abaisser légèrement. Une plaque métallique de serrage Q permet de fixer les extrémités R des câbles souples correspondant à l'autre borne de la machine.

Le tout est recouvert d'une hotte U emmenant par la cheminée les poussières et les vapeurs dans l'atmosphère.

Ce four a fonctionné tous les jours pendant la durée de l'Exposition à une intensité de 2 500 ampères sous 40-42 volts (environ 100 kilowatts). L'électrode employée, de section carrée, avait 25 cm de côté.

Le choix et la préparation des matières premières constituent un des points importants de l'industrie du carbure de calcium. La chaux doit être aussi pure que possible et exempte principalement de silicates et de phosphates qui donnent naissance à des phosphures et des siliciures. Nos contrées des Alpes renferment beaucoup de carrières de calcaire propre à cet usage. Le calcaire est cuit dans des fours analogues aux fours à chaux ordinaires. Ils sont presque tous à marche continue. On avait essayé, à un moment, d'employer directement le calcaire ; mais cette façon d'opérer était mauvaise, étant donnée la quantité colossale de gaz acide carbonique

qui se dégageait et se transformait en oxyde de carbone, nécessitant de ce fait une quantité de charbon plus considérable. Le charbon employé dans la plupart des usines des Alpes est soit de l'anthracite anglais à 4 ou 5 0/0 de cendres, soit du coke de Saint-Étienne; dans quelques autres pays, on emploie le charbon de bois qui présente l'avantage de n'avoir qu'une quantité insignifiante de cendres. L'anthracite des Alpes, de très mauvaise qualité, renferme souvent jusqu'à 25 0/0 de cendres et quelquefois plus; il paraît peu utilisable, même après lavage et enrichissement, à moins d'utiliser les cendres, comme à l'usine de Bozel, pour faire du ferro-silicium (Voir p. 60). Le charbon employé ne doit pas renfermer de soufre, azote, phos-

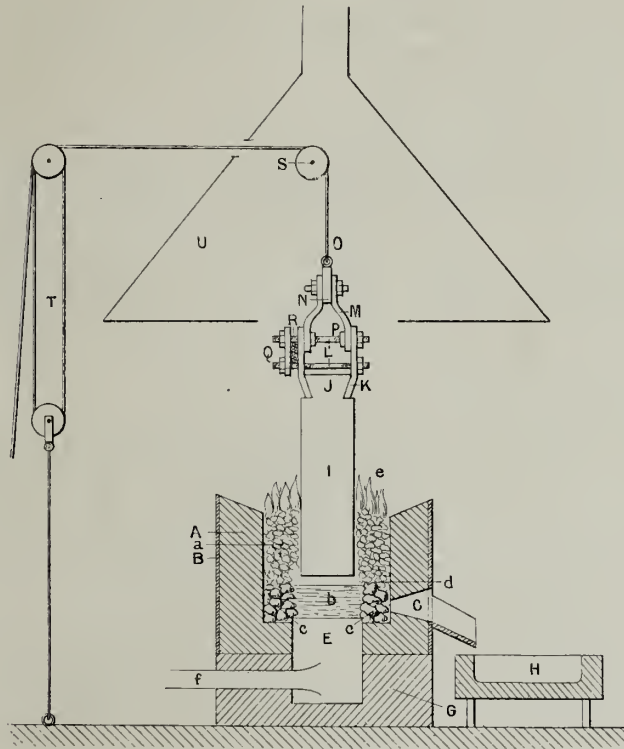


FIG. 75. — Four de la Société des carbures métalliques (Brevets Bullier).

phore, etc. Certaines de ces impuretés n'ont d'autre effet que de baisser la teneur du carbure en acétylène; d'autres donnent, au contact de l'eau, des produits gazeux qui souillent l'acétylène obtenu; le phosphore, enfin, a l'inconvénient de donner du phosphure de calcium, lequel, au contact de l'eau, dégage de l'hydrogène phosphoré.

Les matières premières, chaux et charbon, dans le commencement de l'industrie du carbure, étaient broyées assez finement; on croyait cette pulvérisation nécessaire à la bonne marche des fours; il en résultait une masse semi-pâteuse engobant l'oxyde de carbone, lequel, en se dégageant, projetait du carbure fondu. En outre, une quantité énorme de poussières étaient entraînées, d'où la réputation que possédait l'industrie du carbure à cette époque. Actuellement on se contente de concasser le mélange; de cette façon le gaz oxyde de carbone n'est pas emprisonné et se dégage facilement sans entraîner de poussières; les produits en présence restent donc dans les mêmes proportions, tandis qu'autrefois il fallait mettre un excès de charbon et doser, après chaque opération, les matières non traitées devant servir à l'opération suivante. Les broyeurs employés primitivement sont simplement remplacés par des concasseurs.

Les quantités théoriques nécessaires pour la réaction sont les suivantes : 36 parties de charbon pour 56 de chaux vive.

Pour produire 1 tonne de carbure de calcium, il faut 875 kg de chaux et 562,5 kg de charbon, la différence étant de l'oxyde de carbone, soit 437,5 kg; cet oxyde de carbone brûle, il est vrai, au contact de l'air; mais cette combustion peut être incomplète; on voit donc la nécessité d'aérer énergiquement les ateliers de fabrication du carbure. On peut tenir compte qu'un léger excès de chaux favorise la réaction; on admet, en effet, que c'est la chaux qui fond et dissout ensuite le carbone; mais il ne faut pas naturellement exagérer cette facilité de fabrication. D'un autre côté, une partie du carbone est brûlée; mais cette perte est compensée en partie par l'apport que fournit l'électrode.

Les proportions employées par la Société des carbures métalliques correspondent aux chiffres théoriques, en tenant compte des impuretés des matériaux et de l'humidité du charbon. Les morceaux ont la grosseur d'une noix.

La marche de l'opération est la suivante : On amorce l'arc en faisant un court-circuit, puis on ajoute un peu du mélange; le carbure fondu obtenu à cette haute température, vient se réunir sur la sole; comme il est conducteur de l'électricité, l'arc se forme entre le bain fondu et la base de l'électrode mobile. On remplit peu à peu le four du mélange pour chauffer celui-ci et empêcher l'électrode de brûler au contact de l'air. Lorsque le four est en marche normale, il y a formation d'un bain liquide de carbure de calcium *b*, contenu dans une sorte de creuset formé d'un magma de charbon et de chaux à l'état pâteux *c*, entouré de morceaux *d* formant une croûte solide; au dessus se trouve le mélange *a* qui s'échauffe et se sèche au contact de l'oxyde de carbone chaud qui vient brûler en *e*.

L'ouvrier chargé de la marche du four suit constamment les indications du voltmètre et maintient constante la tension aux bornes en agissant sur l'électrode mobile, l'élevant ou l'abaissant. Sa présence n'est pas rigoureusement nécessaire à côté du four. Dans certaines usines, cet ouvrier se trouve près du tableau, dans la salle des machines, mitoyenne de celle des fours; le travail est alors beaucoup moins pénible. La manœuvre de l'électrode est assez délicate, surtout au début, lorsque le four n'est pas encore chaud.

Le four, en fonctionnant, fait entendre un bourdonnement assez puissant, plus ou moins régulier et dû à la vibration de l'électrode. Dans une usine, lorsque plusieurs fours se trouvent dans le même atelier, il se produit souvent le phénomène des battements; étant donnée l'intensité du son produit par les fours, le bruit occasionné par ces battements devient complètement assourdissant.

Le carbure formé s'accumule en *b*. Lorsque le moment de la coulée est venu, ce dont on s'aperçoit aux poussées de carbure accompagnées de projections, le second ouvrier, qui a pour mission de charger le four et de disposer le mélange avec soin pour que les flammes d'oxyde de carbone se forment assez loin du centre et ne viennent pas lécher la surface de l'électrode, opère de la façon suivante :

Par le trou de coulée *C*, il fait tomber dans une pelle les matières contenues dans le voisinage de *d* et non agglomérées, de façon à former une sorte de voûte maintenant le mélange. Au moyen d'un pic, il perce la paroi *c* et le carbure s'écoule et tombe dans la lingotière; il est très fluide et se trouve porté au blanc éblouissant. Pendant la coulée, le premier ouvrier doit baisser l'électrode au fur et à mesure pour rattraper la surface du bain. Il règle toujours la tension d'après les indications du voltmètre.

La première coulée se fait après un temps assez long, en raison des chaleurs perdues pour chauffer le four. A l'Exposition, cette coulée avait lieu au bout de trois quarts d'heures à une heure; elle est également moins fournie que les autres, qui ont lieu de demi-heure en demi-heure et sont de 25 à 30 kg.

Lorsque, pour une raison quelconque, le four se comporte mal, il s'empâte et l'on ne peut plus faire de coulée; dans ces conditions, on élève l'électrode au fur et à mesure de la formation du carbure. Celui-ci se solidifie, sauf la partie immédiatement dans le voisinage de l'arc. Lorsque

le pain remplit le four, on arrête le courant, on enlève l'électrode et on laisse refroidir le tout pour retirer le carbure; afin d'éviter l'inconvénient de l'immobilisation du four et de la combustion de l'électrode au contact de l'air, le four, au lieu d'être fixé, est monté sur un wagonnet; on l'enlève alors, on le remplace immédiatement par un autre et on recommence l'opération.

Le carbure coulé est, en général, assez propre. Il se refroidit instantanément; on peut donc le recueillir, le concasser et l'embariller de suite. Le carbure en pain forme de grosses masses de 300 à 500 et même 1 200 kg au milieu d'une grande quantité de produits inattaqués. On laisse refroidir ce pain autant que possible à l'abri du contact de l'air pour éviter la combustion du charbon du mélange destiné à servir à nouveau. Lorsque le pain est refroidi, on enlève les parties du mélange primitif encore adhérentes; c'est un inconvénient de ce procédé; ce travail très dur devant être fait à la main. On concasse ensuite le produit. Dans les petites usines, ce concassage se fait à la main; mais actuellement il est fait presque partout au moyen de concasseurs mécaniques. Le carbure est ensuite criblé, divisé en numéros, pesé et emballé; cet emballage se fait dans des fûts métalliques de 50 et de 100 kg, fermés au moyen d'une plaque de fer soudée.

Four de la Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leleux¹. — Cette Compagnie avait exposé un four électrique de 300 kilowatts et un four électrique de 60 kilowatts pour la fabrication du carbure de calcium.

Ce dernier a été mis en fonctionnement tous les jours, afin de démontrer que le carbure de calcium peut être obtenu industriellement sans fumée ni poussière et en employant les gaz de la réaction au chauffage de la matière à traiter.

Ces fours sont basés sur ce principe que « la cause la plus appréciable de la faiblesse des rendements obtenus avec les fours ordinaires réside dans l'exagération des températures réalisées.

« Lorsque la température développée est trop élevée, les corps mis en présence sont volatilisés et échappent partiellement aux réactions prévues et il arrive même que le composé obtenu est volatilisé ou dissocié.

« On observe aussi, dans beaucoup de fours électriques, une consommation exagérée d'électrodes, résultant de ce que la chaleur transmise par le foyer calorifique à la masse extérieure des électrodes est suffisante pour les porter au rouge et provoquer leur destruction rapide par combustion au contact de l'oxygène de l'air. Enfin l'on remarque d'une manière à peu près constante que le carbure coulé donne un rendement de gaz inférieur à celui du carbure en pains et qu'il contient une proportion plus ou moins élevée de chaux non combinée. »

Pour obvier à ces divers inconvénients, la Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leleux a imaginé les dispositifs qui sont décrits plus loin en vue de réaliser les conditions suivantes :

- 1° Répartition convenable de l'action calorifique et réglage des températures ;
- 2° Réduction au minimum de la consommation de charbon par l'emploi d'électrodes mixtes de fabrication spéciale ;
- 3° Coulée du carbure rendue pratique ;
- 4° Production de carbure coulé de rendement sensiblement égal à celui du carbure en pains ;
- 5° Manœuvres mécaniques simples, contacts et connexions pratiques et robustes réduisant au minimum les pertes de temps et les chutes de tension.

Le four fonctionne par incandescence et la formation de l'arc électrique y est évitée. Il comporte, d'une part, une électrode verticale susceptible d'un mouvement de montée et de descente, qui peut être réglé à volonté et, d'autre part, une sole de forme spéciale portée sur un chariot et munie de connexions permettant une mise rapide en circuit. C'est simplement en vertu de l'effet Joule que se produit le travail de ce four. Les matières mélangées descendent entre l'électrode et la sole et constituent un conducteur intermédiaire résistant; le passage du courant chauffe les matières et l'on obtient ainsi la température nécessaire à la réaction.

L'électrode supérieure est constituée par quatre âmes en charbon de haute conductibilité

1. Maintenant Compagnie électro-thermique Keller, Leleux et C^{ie}.

électrique A (*fig. 76 et 77*), noyées dans un garnissage de charbon B qui est aggloméré convenablement et cuit dans un four à moufle disposé spécialement. Huit conducteurs en forme de lames, C, reçoivent le courant et le transmettent aux âmes en charbon ayant une haute conductance. Le contact avec les faces des conducteurs est obtenu par l'interposition de garnitures élastiques en cuivre, D.

La suspension de l'électrode est assurée en toute sécurité par des lames de serrage E, convenablement disposées.

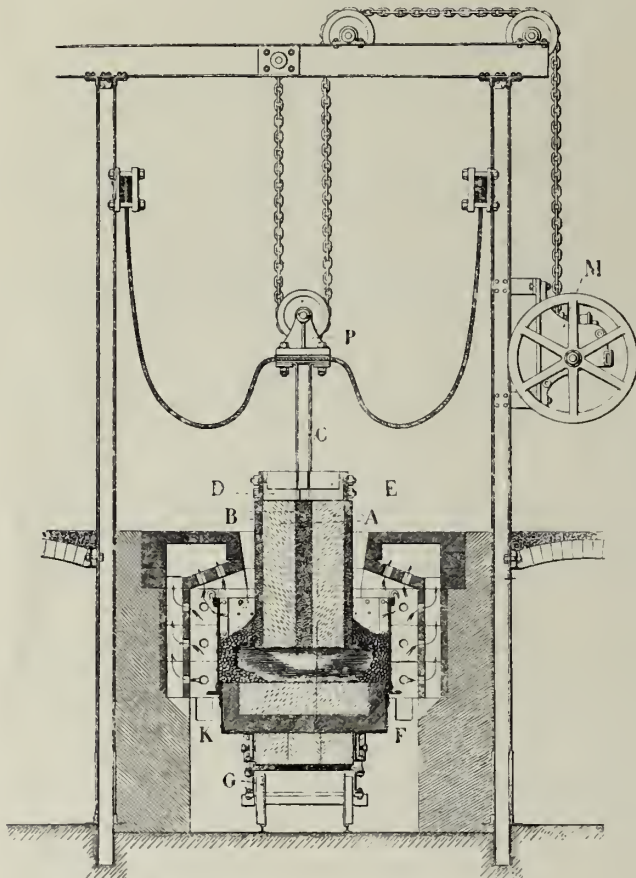


FIG. 76. — Four Gin et Leleux. Coupe de face.

Cette combustion, qui occasionne dans la plupart des fours une usure si considérable des charbons, se trouve ainsi facilement évitée.

L'emploi d'électrodes mixtes a encore pour effet de répartir l'action calorifique sur une surface dont l'étendue, convenablement calculée, permet d'obtenir une température légèrement supérieure à celle de fusion ou de réaction des corps traités.

On réduit ainsi au minimum les phénomènes de dissociation et de volatilisation qui résultent des températures excessives ; l'on supprime en même temps les pertes d'énergie et de matières qu'entraînent ces phénomènes.

L'électrode plonge au centre de la matière à traiter contenue dans une enveloppe métallique perforée. Cette enveloppe repose sur un chariot G qui, pour l'opération, est introduit à l'intérieur du four.

Ce four est construit en maçonnerie réfractaire ; dans ses parois sont pratiqués des carnaux qui recueillent les gaz provenant de la réaction ; ces carnaux se réunissent pour déboucher dans un collecteur d'aspirations communiquant avec un ventilateur qui envoie les gaz dans une chambre où se fait la décantation et la récupération des poussières entraînées par les gaz.

Un dispositif spécial P prévient le desserrage de la connexion supérieure sous l'effet de la dilatation.

La majeure partie du courant passant dans l'électrode se propage à travers les âmes, plus conductrices que le garnissage qui les entoure, et l'échauffement résultant du passage du courant a une tendance à se localiser dans la partie centrale de l'électrode. Il en est de même pour la chaleur ayant son origine au foyer même du four et qui est transmise par conductibilité calorifique.

Les âmes en charbon étant, par leur partie supérieure, en communication directe avec des lames métalliques de grande surface rayonnante, il en résulte un refroidissement, intéressant par conséquent la partie centrale de l'électrode seule sujette à un fort échauffement.

La surface extérieure en aggloméré se trouve ainsi préservée d'un accroissement excessif de température pouvant la porter au rouge et en provoquer la combustion au contact de l'oxygène de l'air ambiant.

Des perforations pratiquées dans l'enveloppe facilitent encore la division des gaz en multipliant les points d'évacuation.

Cette disposition a aussi pour avantage de soustraire les ouvriers à l'action délétère de l'oxyde de carbone, en même temps qu'elle assure l'aération de la salle et empêche les poussières de s'y répandre.

La coulée se fait par un orifice R, pratiqué à la partie inférieure de l'enveloppe métallique placée directement au-dessus de la sole.

La sole est composée de 2 couches : l'une, aussi réfractaire que possible, K, formant une sorte de cuve dans laquelle se trouve tassé du charbon formant la sole U. Le courant est amené à cette sole de la façon suivante : au-dessous de la couche K, le fond du chariot est rempli d'une couche bonne conductrice U', de substance analogue à celle de U. Les deux parties U et U' sont reliées électriquement par un conducteur T de même substance. En avant du four, autour du trou de coulée R, la substance réfractaire est remplacée par ce même mélange bon conducteur, de façon à conserver en ce point une température assez élevée permettant d'éviter l'obstruction de l'orifice et de couler pendant très longtemps le corps obtenu. S'il s'agit de la fabrication du carbure de calcium, lorsque cette obstruction finit par se produire après plusieurs jours de marche et que la coulée est devenue impossible, l'électrode est levée progressivement et l'opération est arrêtée lorsque l'on a obtenu un pain de la hauteur de l'enveloppe métallique. Les coulées se font, en marche normale, toutes les deux heures et n'occupent pas beaucoup les hommes, de sorte que la main-d'œuvre est très réduite. De plus, le carbure coulé dans des lingotières spéciales est bien pur et n'a besoin d'aucun nettoyage pour être concassé et mis en bidons.

Un treuil à vis sans fin M permet de réaliser, sans grand effort et avec précision, les mouvements de l'électrode nécessaires pour le réglage de la tension.

Les connexions supérieures restent toujours à l'extérieur de la maçonnerie du four et ne peuvent se détériorer sous l'action de la haute température du foyer. D'après la Compagnie, les avantages de ce four, dont la figure 78 montre la vue d'ensemble, seraient les suivants :

La durée du four est considérable et les réparations sont peu fréquentes ; la réfection des soles s'effectue tous les ans environ ; toutes les pièces mécaniques sont prévues pour être facilement démontables et réparables.

Un seul ouvrier peut aisément surveiller et diriger la marche de plusieurs fours.

Enfin, ce four ne comporte aucune perte d'électrodes résultant de la combustion directe ou de longueurs inutilisées. Au-delà d'une certaine usure, on est obligé de changer d'électrodes ; mais le morceau remplacé n'est pas perdu ; on le concasse et on l'agglomère pour servir à la fabrication des électrodes mixtes.

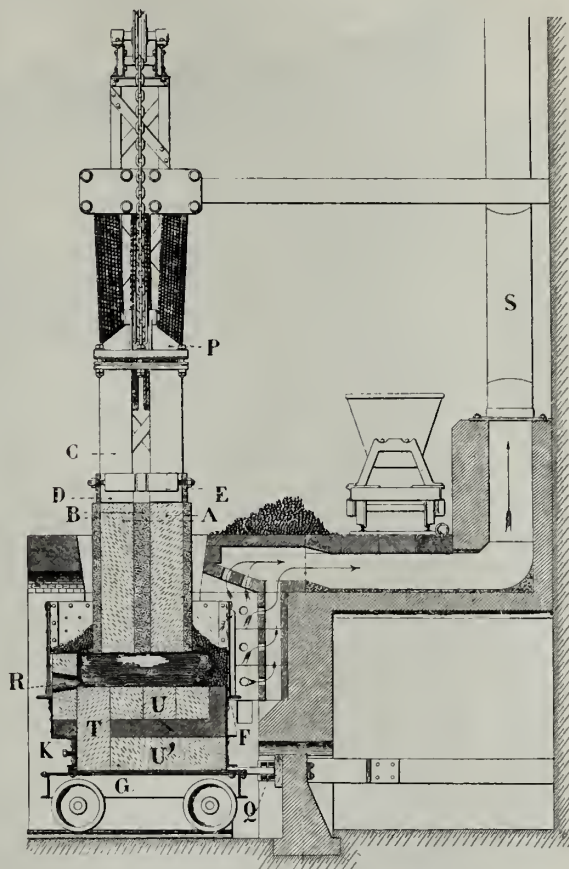


FIG. 77. — Four Gin et Leleux. Coupe latérale.

Pour cette fabrication, il a été étudié un matériel simple et peu coûteux qui permet, par l'emploi des longueurs d'électrodes non utilisées, de réaliser une économie considérable. Pour permettre d'apprécier cette économie, il suffit de dire que la masse agglomérée représente la moitié du volume de l'électrode et coûte 6 fois moins cher que la partie à haute conductance.

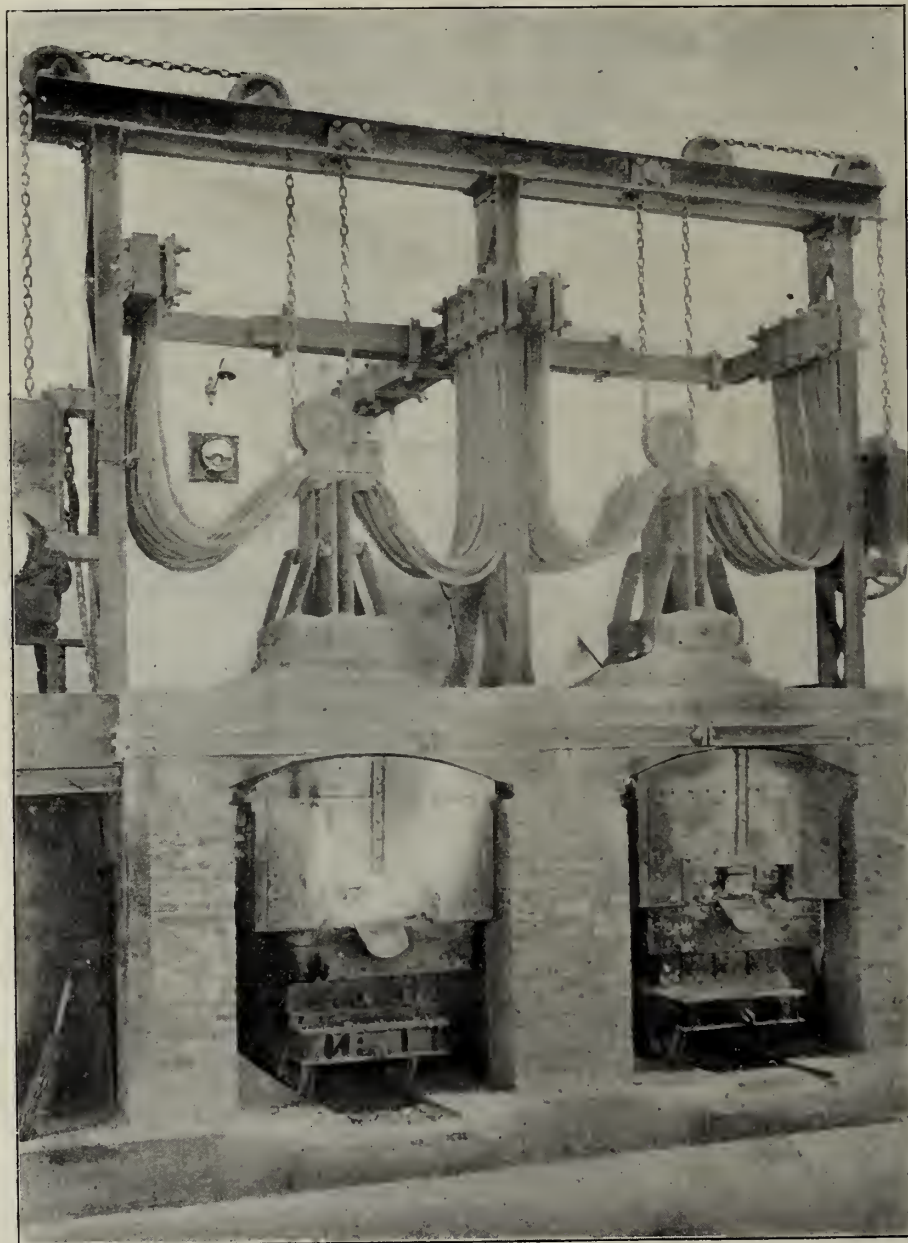


FIG. 78. — Four Gin et Leleux.

Cette description se rapporte au four de 300 kilowatts à 8 000 ampères sous 25 à 40 volts. Le four en fonctionnement marchait à 40 volts et 1 500 ampères environ. Le mélange était formé de chaux et de charbon concassés dans le rapport de 66 de chaux pour 34 de charbon. D'après la Compagnie, le rendement de ce four est de 4,5 kg de carbure à 300 litres (à 15°) par cheval-jour. Une tonne de carbure demandant environ 1 560 kg de mélange.

La Compagnie exposait également les matières premières de quelques sociétés concessionnaires de ses brevets : calcaire, chaux, charbon, etc., et deux appareils de dosage :

1° Un dispositif pour le dosage rapide de la chaux contenu dans le mélange, chaux et charbon. Il se compose de deux burettes graduées (*fig. 79*) à remplissage automatique au moyen de deux flacons à poire de caoutchouc contenant des liqueurs titrées d'acide chlorhydrique et de soude. On place dans un verre à dosage un poids déterminé du mélange, on ajoute un indicateur, de la phtaléine par exemple, et on verse un excès d'acide pour dissoudre toute la chaux. Au moyen de la seconde burette, on ajoute de la soude jusqu'à coloration rouge. Les

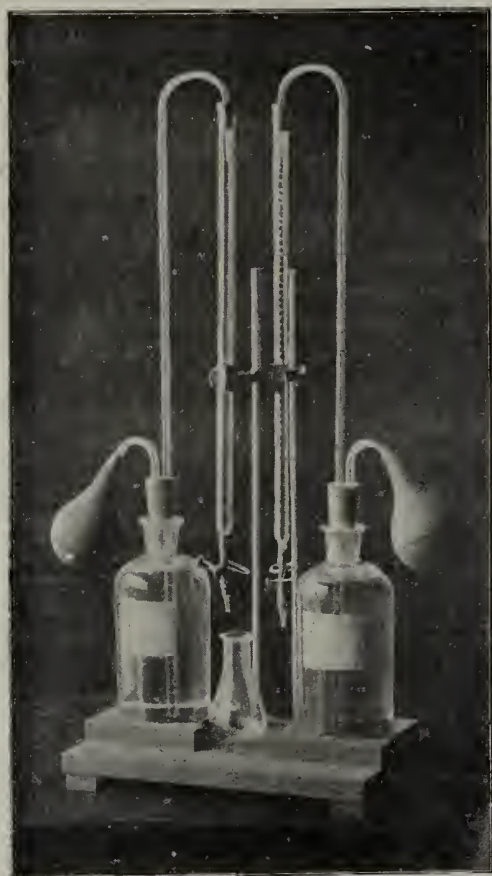


FIG. 79. — Appareil pour le dosage rapide de la chaux dans le mélange de chaux et de charbon.



FIG. 80. — Acétylénomètre.

deux liqueurs sont titrées de telle façon que, pour un poids donné de mélange, la différence entre le chiffre d'acide et le chiffre de base (chiffre réel d'acide, par conséquent) donne directement la teneur en chaux du mélange. Le dosage peut ainsi être fait directement à l'atelier par un ouvrier ;

2° Un acétylénomètre (*fig. 80*) composé d'un grand vase en verre de 4 litres sans fond, plongeant dans un récipient en verre contenant de l'eau que l'on peut vider au moyen d'un robinet placé à la partie inférieure. L'orifice supérieur du vase est fermé par un bouchon de caoutchouc, donnant passage à un manomètre, à un thermomètre, à un tube à robinet avec bec permettant de brûler l'acétylène produit et, enfin, à un tube de verre communiquant par un tube de caoutchouc avec un petit flacon contenant un poids déterminé de carbure (10 grammes environ). Au moyen d'une poire contenant de l'eau, on en projette un peu sur le carbure. Il y a attaque. Le gaz se rend dans le flacon formant cloche. On s'arrange, au début, pour que les

niveaux de l'eau, intérieur et extérieur de la cloche, soient dans le même plan. A mesure que le gaz se forme, il y a dénivellation; par le robinet on fait couler de l'eau pour maintenir les niveaux constants. On note le volume du gaz, on ramène à 0° et à la pression de 760 mm et on calcule le volume par kilogramme.

Four électrique à courants triphasés de la Société piémontaise pour la fabrication du carbure de calcium. — Cette Société a fait figurer parmi les pièces de son exposition le dessin du four Memmo employé à son usine de Saint-Marcel d'Aoste (Italie). On obtient, au moyen des courants triphasés, trois arcs au lieu d'un seul que l'on dispose de façon à obtenir une sphère d'irradiation plus grande et plus uniforme. Les arcs peuvent se développer, soit en triangle entre les trois charbons, soit en étoile entre les charbons et une plaque conductrice fonctionnant comme point neutre et que l'on peut réunir, si l'on veut, au point neutre des alternateurs. Le réglage du

four triphasé est, paraît-il, beaucoup plus facile que celui des autres fours; si, pour une cause quelconque, un des arcs vient à s'interrompre, le four continue à travailler, les deux arcs restants fonctionnant en série; on évite ainsi les à-coups et les vitesses excessives du moteur par la brusque cessation de la charge.

L'appareil à fonctionnement continu (fig. 81) est un four à colonne, cylindrique, en briques réfractaires. Il est revêtu de briques en magnésie et graphite dans la partie où se développent les arcs. Les charbons sont disposés obliquement et réglés par trois tiges à vis commandées par petits volants. Le four est chargé par une trémie métallique disposée à la partie supérieure. Un plateau en fonte, recouvert de plusieurs couches de graphite, peut être monté et descendu sur toute la hauteur du four au moyen d'une vis commandée par une roue d'engrenage qui est disposée à la partie inférieure. Cette roue engrène avec un pignon dont l'axe porte un petit volant de manœuvre à la même hauteur à peu près que les volants des charbons. Lorsqu'on charge le four, les matières tombent peu à peu entre les

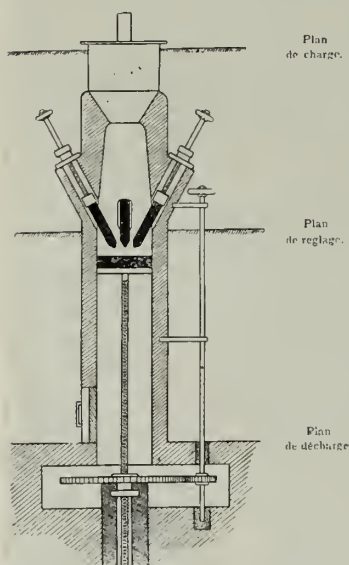


FIG. 81. — Four continu à courants triphasés.

charbons, le carbure se forme et l'on fait descendre lentement le plateau. Après six ou sept heures de travail, le plateau est arrivé au bas et on peut décharger le carbure déjà refroidi, par l'ouverture, tout en continuant à charger par le haut.

Le four peut donc fonctionner sans arrêt et le réglage du courant doit être fait au moyen du plateau; les charbons ne doivent être déplacés que pour régler leur usure.

La même Société emploie également un four intermittent formé simplement d'un cube de 1,8 m de côté, dont la cavité intérieure a 1 m² de surface sur 1,2 m de hauteur; la voûte est percée de trois trous livrant passage aux trois électrodes; les charbons ont 10 cm de diamètre.

Une particularité de la fabrication consiste dans l'emploi du charbon de bois. Le bois est transformé en charbon par les procédés ordinaires en employant des cornues; le gaz est recueilli dans un gazomètre; il est utilisé soit pour chauffer les cornues, soit pour la cuisson de la chaux.

A notre avis, le gros inconvénient des fours triphasés, en général, est d'être excessivement compliqués et d'une manœuvre délicate; ils ne peuvent se prêter aux installations de grandes puissances. Il semblerait préférable d'employer les courants di ou triphasés en employant autant de fours qu'il y a de phases. On retombe alors dans le cas des fours ordinaires. Ce système est employé dans un certain nombre d'usines utilisant du transport d'énergie ou ayant des machines suffisamment puissantes pour permettre l'alimentation de deux ou trois fours avec une seule dynamo.

Four électrique de la maison Siemens et Halske. — Ce four électrique n'existait pas en nature à l'Exposition, l'annexe étant réservée aux industriels français. La partie caractéristique de ce four est son électrode tubulaire.

Cette électrode a la forme d'un cylindre creux; deux échantillons figuraient à l'Exposition : un de 1 m de hauteur et de 55 cm de diamètre, le second un peu plus grand. Comme il n'est pas possible de faire des pièces de cette dimension d'un seul morceau, les électrodes sont formées d'une quarantaine d'éléments, pouvant s'emboîter les uns dans les autres, comme le montre la figure 82. Ces éléments sont maintenus en place par des cercles de cuivre. Il est évident qu'en service, ils doivent être réunis d'une tout autre façon que la maison ne veut pas divulguer. Un des éléments exposés avait 1,50 m de longueur. On y voyait les rainures permettant l'emboîtement facile.

D'après le schéma de la figure 83, le four diffère du four à cuve ordinaire par son électrode tubulaire R et par la sole percée d'un trou au centre; le carbure formé s'écoule par ce

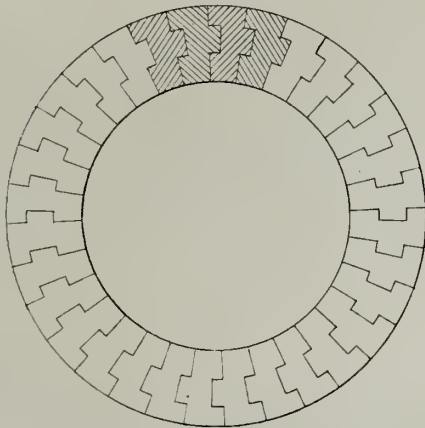


FIG. 82. — Coupe de l'électrode Siemens et Halske.

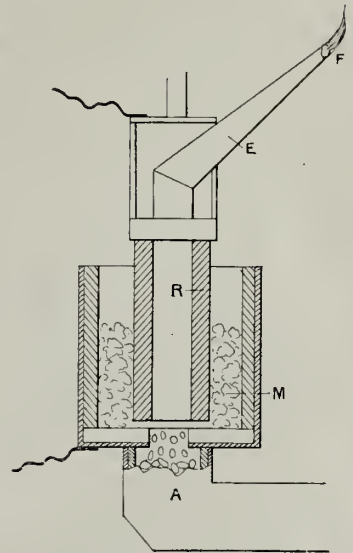


FIG. 83. — Four Siemens et Halske.

trou dans un canal coudé A, où il se solidifie; on le retire par la partie horizontale dès qu'il est refroidi. L'action se produit entre l'électrode tubulaire et la sole en charbon du four. Le mélange à traiter forme une couche M qui protège la partie chaude de l'électrode du contact de l'air extérieur et force l'oxyde de carbone à s'échapper, avant de brûler, par l'intérieur de l'électrode et le conduit en tôle E pour brûler en F à l'extrémité de ce conduit.

C'est donc un four à marche continue; le carbure est extrait au rouge sombre, mais on peut pousser le refroidissement aussi loin que l'on veut en augmentant la longueur du canal. En supprimant le canal de départ et fermant l'ouverture du fond, on peut obtenir du carbure en pains présentant l'avantage d'être de grandes dimensions et de mettre un temps plus considérable à se former en raison du grand diamètre de l'électrode. En outre, il n'y a pas de flammes autour de l'électrode.

D'après M. Frœlich, ingénieur de la maison Siemens et Halske, ce modèle de four présenterait un certain nombre d'autres avantages, dont les principaux sont les suivants :

„Dans le four à cuve donnant du carbure coulé, on perd la chaleur assez grande emportée par le carbure à l'état liquide, mais on utilise pour la suite la chaleur du four et celle de l'électrode; si l'on fait du carbure en pain, on perd seulement la quantité de chaleur correspondant au bloc de carbure, lequel n'est pas à une température élevée; on perd également la chaleur emportée par le four; mais on peut utiliser la plus grande partie de la chaleur de l'électrode en l'employant immédiatement pour une autre opération. Dans le four Siemens et Halske, il n'y a aucune perte de chaleur provenant soit du four, soit de l'électrode, soit du carbure, puisque

L'on peut recueillir ce dernier à une température aussi basse qu'on le désire. Ce carbure, par suite de son refroidissement à peu près complet dans le four, cède donc sa chaleur à la zone avoisinant l'arc et par conséquent au carbure à former. La quantité d'énergie nécessaire à la fabrication du carbure est de ce fait moins élevée.

La température de ce four est beaucoup plus régulière; cela a peu d'intérêt pour la fabrication du carbure de calcium, qui peut être obtenu dans de grandes limites de température; il n'en est plus de même si l'on emploie le four à d'autres usages, notamment pour des réactions se passant à une température plus ou moins constante.

APPLICATIONS DES FOURS ÉLECTROTHERMIQUES

Comme nous l'avons vu, les fours électrothermiques transforment directement l'énergie électrique en énergie calorifique. Les principales applications auxquelles ils ont donné lieu sont, au point de vue scientifique, l'étude des températures élevées, représentée à l'Exposition par les produits de M. Moissan et de ses élèves, MM. Lebeau, Defacqz, Dufau, Guichard, Jaboin, Maronneau, Murlot, Renaux et Williams. Au point de vue industriel, il faut citer, en première ligne, le carbure de calcium, qui donne lieu à une industrie très florissante, trop florissante même, puisqu'actuellement les usines sont obligées presque toutes de fermer ou tout au moins d'arrêter leur fabrication, étant donnée la grande quantité de produits qu'elles ne peuvent écouler. Il y a lieu de remarquer que, lors des premiers projets de l'Exposition, le carbure de calcium était un produit de laboratoire tout à fait impur et que l'on préparait avec de grandes difficultés. Parmi les autres produits, il faut citer les métaux réfractaires, le carborundum, le graphite, le phosphore, etc. Il y a lieu également de faire remarquer que, antérieurement au procédé Héroult, actuellement employé pour la fabrication de l'aluminium et qui est d'ordre électrolytique, les frères Cowles préparaient le bronze d'aluminium et le ferro-aluminium au moyen d'un four électrique du troisième genre, analogue à celui employé pour la fabrication du carborundum.

La plupart des fabrications au four électrique ne demandent pas de description spéciale. Nous avons vu la fabrication du carbure de calcium; nous décrirons simplement celles du carborundum, de graphite et des charbons électro-graphitiques qui présentent certaines particularités, puis nous passerons en revue les divers produits exposés.

Carborundum. — Le siliciure de carbone amorphe SiC a été découvert, en 1892, par Schützenberger en chauffant un mélange de silicium métallique, de silice et de charbon. A la même époque, M. Acheson, en chauffant un mélange de silice, coke, alumine et sel marin, obtenait un corps cristallisé excessivement dur, qu'il prit dès le début pour un corps voisin du corindon, d'où le nom de carborundum, qu'il lui donna. L'année suivante, M. Moissan publia un certain nombre de travaux sur les propriétés de ce corps et ses divers modes de préparation.

La préparation industrielle du carborundum est très intéressante. Voici en quoi elle consiste :

Les matières employées sont le coke pulvérisé (20 parties) et le sable (29 parties); on ajoute au mélange une petite quantité de sciure de bois (2 parties) et du sel marin (3 parties). Le four appartient à la troisième catégorie. C'est un immense parallépipède (*fig. 84*) ayant à peu près les dimensions suivantes : longueur, 5,8 m; largeur, 1,75 m; hauteur, 1,5 m. Les petits côtés du four sont construits une fois pour toutes. Ils sont en briques réfractaires et d'une épaisseur de 60 cm. Au centre de chacun de ces murs se trouve une plaque de fer percée d'une soixantaine de trous dans lesquels sont fixés autant d'électrodes de 75 cm de longueur et de 7,5 cm de côté. L'intervalle entre les électrodes est rempli de graphite fortement tassé, de façon que le tout forme une seule masse à laquelle le courant est amené par quatre câbles fixés à la plaque de fer. Les autres côtés du four, également en briques réfractaires, sont démolis après chaque opération, les briques employées devant chaque fois être désunies, grattées et nettoyées pour enlever les incrustations qui se forment et qui, en raison de leur conductibilité, produisent une dérivation

du courant. On remplit le four aux $\frac{4}{5}$ avec le mélange indiqué plus haut en ayant soin de réserver au moyen de plaques de tôles, une rainure entre les deux électrodes. Dans cette rainure, on tasse environ 400 kg de coke en grains, on achève de remplir avec le mélange en haussant la partie centrale en forme de dos d'âne, de telle façon que la hauteur totale des matières soit, au centre, de 2,4 m. On constitue ainsi, au milieu de cette masse, une âme semi-conductrice de 4,2 m de longueur et de 55 cm de diamètre.

La puissance nécessaire pour alimenter un tel four est de 1 000 chevaux. Les fours sont au nombre de 10 et chaque opération dure 36 heures. A l'usine de Niagara Falls, le courant arrive à 2 200 volts; il est ramené à 185 par un transformateur à circulation d'huile. Un régulateur permet de faire varier la tension de 100 à 260 volts. Au début de l'opération, la résistance est considérable; mais, au fur et à mesure que le coke placé dans la partie centrale du four s'échauffe, cette résistance décroît; on diminue peu à peu la tension, jusqu'à ce que l'on soit en

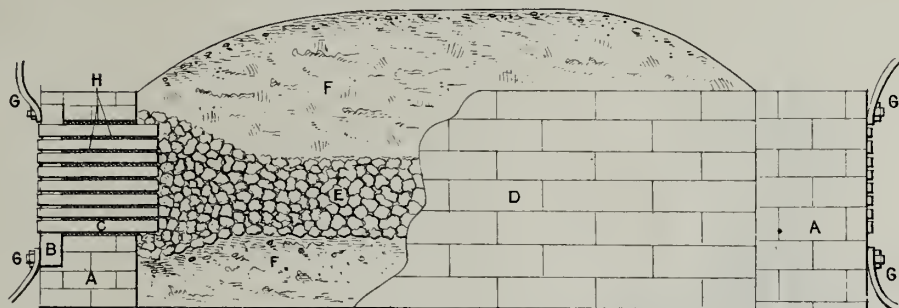


FIG. 84. — Four à carborundum et à graphite.

régime normal; plus le charbon employé pour la confection de l'âme a servi de fois, plus l'opération se trouve rapidement en régime normal; en effet, ce charbon se trouve transformé en graphite beaucoup plus conducteur. Dans ces conditions, une heure suffit. Dès que le four commence à chauffer, on voit se dégager par toutes les fissures de l'oxyde de carbone qui vient brûler au contact de l'air, cet oxyde de carbone provenant de la réduction de la silice par le charbon. La sciure de bois a pour but principal de donner de la porosité à la masse et de faciliter le dégagement gazeux en évitant les boursoufflements et les projections.

Lorsque l'opération est terminée, on attache les conducteurs au four suivant que l'on met en œuvre et on laisse refroidir celui qui vient de fonctionner. On démolit alors le four, on enlève les matières n'ayant pas agi, puis la couche du carborundum amorphe et on arrive au carborundum cristallisé, puis à l'âme. Le coke qui formait celle-ci a changé d'aspect; il est partiellement transformé en graphite; autour de l'âme se trouvent des cristaux de carborundum d'autant plus petits qu'ils sont recueillis plus loin.

Une opération donne environ 2 tonnes de carborundum. La production de l'usine de Niagara Falls est de 1 000 tonnes par année environ (exactement 884 239 kg en 1899) en utilisant deux séries de fours et une puissance de 2 000 chevaux; l'usine de l'Arbine, située au village de la Bathie (Savoie), produit environ la moitié; une troisième usine existe à Benatek, en Bohême.

M. Acheson exposait de magnifiques blocs de ce carborundum cristallisé, garnis de géodes tapissées de cristaux bleu violet à reflets métalliques irisés. Ces cristaux étaient en forme de prismes plus ou moins aplatis atteignant 1 ou 2 cm.

La maison Grauer exposait de son côté les produits venant de l'usine de la Bathie, tels que pierres ($160 \times 65 \times 60$ mm) limes triangulaires, carrées, plates, rondes, demi-rondes, etc... Ces limes étaient fabriquées en produit concassé ou en poudre de une à soixante minutes.

Comme usage, le carborundum paraît devoir remplacer, dans certains cas, l'émeri; il détrempe beaucoup moins, produit à poids égal un travail beaucoup plus considérable. Par

contre, il présente l'inconvénient de ne pouvoir, comme l'émeri, être aggloméré au caoutchouc; il est en effet facilement clivable et ses arêtes, très aiguës, coupent l'agglomérant; pour la même raison, il est difficile de fabriquer des toiles ou des papiers, le support se trouvant rapidement coupé. Il est donc nécessaire de prendre, comme agglomérant, de la pâte à porcelaine ou un produit analogue; les frais de fabrication et de cuisson augmentent le prix du produit déjà plus cher que l'émeri.

Le carborundum peut servir à faire, outre des limes, des meules, des molettes; il est employé dans le travail du verre, du cristal, des métaux durs, l'affutage des scies, le polissage du granit, etc... On l'a proposé dans l'industrie de l'acier pour remplacer le ferro-silicium, etc...

Graphite. — *Charbons électro-graphitiques : Procédé Girard et Street.* — L'appareil employé est destiné à transformer en graphite des barres de charbon déjà préparées, dans les-

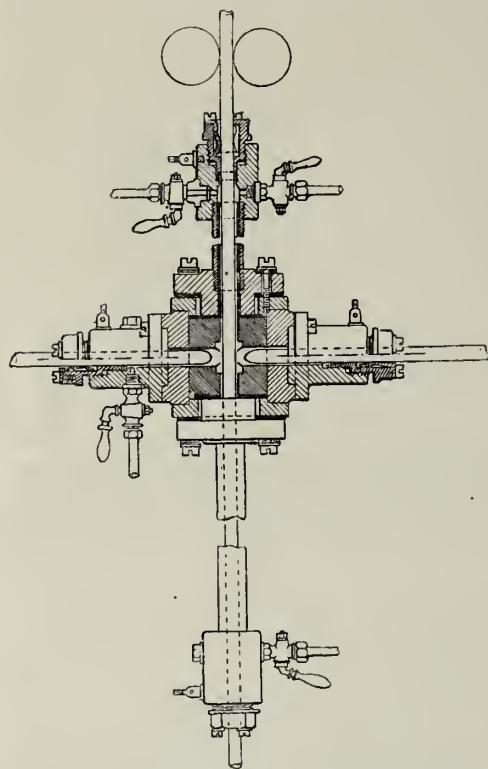


FIG. 85. — Four pour la fabrication des charbons électro-graphitiques par le procédé Girard et Street.

quelles on pourra ensuite tailler des balais pour dynamos, des pièces diverses ou les employer directement comme électrodes. Il est formé par un bloc en matière réfractaire (*fig. 85*), formé de une ou plusieurs parties, maintenues par une enveloppe métallique. Ce bloc réfractaire en charbon, par exemple, présente au centre une cavité qui est la chambre de chauffe proprement dite. Suivant l'axe de l'appareil se trouve un canal dans lequel on introduit la barre à traiter. Cette barre est animée d'un mouvement de translation qui lui fait traverser le four et la chambre de chauffe avec une vitesse fonction de sa masse et de la température à laquelle on désire la porter. Perpendiculairement au premier canal s'en trouve un second aboutissant également à la chambre de chauffe et dans lequel se trouvent deux électrodes arrivant de chaque côté de la pièce à graphiter et formant avec elle un double arc. Ces arcs se maintiennent fixes malgré le mouvement de translation et portent les points de deux génératrices opposées à une température très élevée. Etant donnée l'exiguïté de la chambre de chauffe, on peut, si la vitesse de translation est faible, admettre que la température est sensiblement la même en tous les points de cette chambre. Les électrodes et la pièce à traiter sont munies, à leur entrée dans le four, de presse-étoupes, destinées à maintenir l'appareil étanche dans le cas où l'on désire faire la graphitisation en présence d'un gaz approprié. On règle la distance des électrodes par un des dispositifs employés dans le réglage des lampes à arc. Avant l'entrée et après la sortie de la chambre de chauffe proprement dite, se trouvent des tubes dans lesquels la pièce circule pour se préparer à l'action de l'arc en s'échauffant dans le gaz employé et, pour se refroidir ensuite; les presse-étoupes se trouvent aux extrémités de ces tubes. Le mouvement de translation est imprimé à la pièce à traiter au moyen de galets d'entraînement actionnés par un moteur électrique.

Ce procédé est utilisé par la Société « le Carbone », dans son usine de Levallois-Perret où elle peut disposer d'un courant de 300 ampères; cette Société vient d'installer à Notre-Dame-de-Briançon (Savoie) une usine de graphitage qui lui permettra d'obtenir des pièces de dimensions plus considérables, jusqu'à 350 mm de diamètre (section ronde), 350 × 350 et 450 × 100 (sections carré et rectangulaire) avec une intensité de 800 à 1 000 ampères.

Procédé Acheson. — Dans la fabrication du carborundum, on retrouve après l'opération l'âme centrale transformée en graphite; de plus il existe autour de cette âme, dans la partie la plus chauffée, une couche de graphite qui se présente, en général, sous une forme analogue à celle des cristaux de carborundum; ces cristaux s'applatissent entre les doigts et laissent une tache noire, brillante; il y a ainsi une sorte de pseudomorphose, une transformation du silicium de carbone en carbone, par suite de la dissociation du carborundum à haute température et de la volatilisation du silicium.

Se basant sur ces remarques, M. Acheson a établi un procédé original de fabrication du graphite.

Si on chauffe du carbone pur, il n'est pas transformé en graphite; si l'on chauffe du carbone en présence de matières susceptibles de donner des carbures, telles que silice, alumine, oxyde de fer, mises en proportions moléculaires, on obtient du graphite. Le plus intéressant est que l'on en obtient même en mettant une quantité de ces matières tout à fait insuffisante pour obtenir la transformation totale du carbone en carbure, par exemple, 97 parties de charbon pour 3 parties d'oxyde de fer. Dans tous ces cas, cependant, la formation de graphite est plus ou moins irrégulière. On obtient de très bons résultats en employant au lieu de charbon pur mélangé d'un oxyde, des charbons impurs dans lesquels l'impureté paraît répartie d'une façon uniforme dans toute la masse. On peut admettre que ces impuretés sont transformées en carbures, lesquels sont dissociés; la matière volatilisée agit sur l'élément voisin, et ainsi de suite de proche en proche, jusqu'à ce qu'elle s'échappe finalement. Il y a lieu de remarquer, en effet, que la teneur en cendres diminue beaucoup dans le graphite artificiel. En partant d'anthracite à 6 0/0 de cendres, on arrive à un graphite tenant seulement de 0,03 à 0,04 0/0, ce qui rend très admissible la théorie d'Acheson.

Il y a lieu de remarquer que certains charbons provenant de bois riches en cendres, tel celui de saule, peuvent également convenir; par contre les charbons minéraux, dans lesquels les impuretés ne sont pas réparties uniformément dans la masse, tels les charbons bitumineux, schisteux, ne peuvent être employés.

Voici la façon de procéder: On moule les objets à transformer en graphite, qui peuvent être quelconques; prenons le cas d'électrodes, la matière première sera du charbon additionné de 30 0/0 d'oxyde de fer, ou mieux, comme nous l'avons vu, un anthracite riche en cendres. Ces pièces, moulées et préalablement cuites, sont placées dans un four analogue à celui pour la préparation du carborundum; mais, dans ce cas, l'âme en charbon pourra être un peu diminuée en diamètre; au début, les constantes du courant sont de 150 volts et 300 ampères; mais peu à peu, au fur et à mesure de l'échauffement du four et de la formation de graphite, on peut augmenter l'intensité jusqu'à 7 000 ampères pour 100 volts.

Comme nous l'avons vu, les impuretés ne se retrouvent pas dans le graphite obtenu qui est d'une pureté parfaite.

M. Acheson avait exposé une collection d'électrodes fabriquées d'après ce procédé.

Applications du carbure de calcium. — *Acétylène.* — La grande vogue du carbure de calcium tient à ce que ce produit fabriqué au moyen des produits les plus communs, le charbon et la chaux, donne, au contact de l'eau, de l'acétylène dont le pouvoir éclairant est considérable, environ quinze fois celui du gaz ordinaire de houille. En brûlant, ce gaz est dissocié, et les particules de carbone sont portées au blanc éblouissant; mais il en résulte un grave inconvénient, c'est que, malgré tous les dispositifs employés, la combustion de ce carbone mis en liberté est incomplète, et une partie non brûlée s'échappe, recouvrant tout d'une couche de suie sensible à la longue et beaucoup plus importante que celle produite par le gaz de houille; si l'on ajoute à cela son odeur désagréable et surtout les grands dangers d'explosion, lorsque l'appareil est manipulé par une personne incompétente, on conçoit que la consommation ne puisse augmenter que lentement. Tandis que le gaz de houille, mélangé à l'air, doit être en proportion de 30 0/0 au moins pour amener une explosion, il suffit de 9 0/0 d'acétylène.

La fabrication de l'acétylène est excessivement simple; aussi le nombre des industriels qui fabriquent des appareils est-il considérable. Nous nous contenterons de donner une idée de l'Exposition de cette industrie en fournissant la classification des appareils, présentée par M. Besnard, président de la Classe 75 (Éclairage non électrique) au Congrès de Chimie appliquée. Nous avons supprimé de ce rapport la liste des exposants et les descriptions sommaires d'appareils.

- 1° Appareils à main et lampes portatives (21 exposants);
- 2° Appareils à chute d'eau sur le carbure (69 exposants);
- 3° Appareils à contact d'eau attaquant le carbure par le bas des paniers à compartiments ou autres dispositions analogues (35 exposants);
- 4° Appareils à chute de carbure dans une masse d'eau:
 - Section A carbure granulé (16 exposants);
 - Section B carbure tout venant (22 exposants);
- 5° Appareils à gaz acétylène dissous dans un liquide ou autres (2 exposants);
- 6° Brûleurs à acétylène (6 exposants).

Signalons, comme application de l'acétylène à l'Exposition, l'éclairage des berges de la Seine par le Syndicat des fabricants d'appareils à acétylène, qui avait fait installer, sur chaque rive, une petite usine pouvant fournir de 15 à 20 m³ à l'heure; chaque usine alimentait environ un millier de becs.

Acétylène dissous. — Le seul procédé d'éclairage à l'acétylène sortant de l'ordinaire est l'emploi de l'acétylène dissous d'après les procédés de MM. Claude et Hess.

Les difficultés d'utiliser l'acétylène pour de petites installations dans l'intérieur des villes avaient suggéré l'idée d'employer ce gaz comprimé ou même liquéfié; malheureusement, dans ces conditions, l'acétylène devient un explosif violent en raison de ses propriétés endothermiques. MM. Claude et Hess ont fait la remarque que l'acétylène possède la propriété de se dissoudre en abondance dans l'acétone. Cette solubilité est telle qu'un volume du liquide dissout 30 fois son volume du gaz; si on prend, au lieu du produit pur, le produit commercial non rectifié, la solubilité est de 24 fois environ son volume par kilogramme de pression. Si on diminue la pression, le gaz se dégage régulièrement et peut être utilisé pour les applications ordinaires de l'éclairage. Les expériences effectuées au Laboratoire des poudres, en 1897, ont confirmé les prévisions des inventeurs, et si l'on ne dépasse pas le degré de saturation correspondant à une pression de 10 kg à la température de 15°, on a un liquide absolument inerte, ne détonant ni par le choc, ni par l'amorce au fulminate.

L'atmosphère d'acétylène comprimé qui surmonte le liquide reste explosive; mais l'explosion, provoquée artificiellement, ne se propage pas au liquide.

L'emploi, pour l'éclairage, de récipients contenant des liquides, présente certains inconvénients dont le principal est que le liquide peut être répandu, d'où peut résulter une incertitude dans le remplissage des récipients. On obvie à cet inconvénient en remplissant les récipients de briques préparées spécialement, et dont la porosité est de 80 0/0 environ. Des canaux moulés permettent la diffusion des gaz à travers la masse poreuse et suppriment la nécessité de la chambre à gaz. Ajoutons que, en cas d'explosion dans les canaux collecteurs, non seulement l'explosion ne se propage pas, mais il se produit un refroidissement tel que la pression moyenne s'élève à peine au double de la pression initiale.

Le fait de l'absorption de l'acétylène fait augmenter considérablement le volume de l'acétone; en pratique, on admet qu'il faut introduire un volume d'acétone neuf correspondant aux 3/7 du volume utile du récipient. On voit donc que si l'on emploie un récipient de 7 litres à 10 kg on pourra emmagasiner 720 litres d'acétylène ($3 \times 24 \times 10$), soit environ cent fois l'espace utile. Le gaz qui s'échappe entraîne un peu d'acétone, on admet que cette perte correspond à 7 centimes par mètre cube de gaz.

Le tube employé est fixé sur une planche-support de façon à être légèrement incliné (*fig.* 86). Il est maintenu par deux étriers, dont un sert en même temps à assurer l'étanchéité d'un joint

entre un téton fixé sur le support et un orifice se trouvant sur le tube. On ouvre au moyen d'un écrou et le gaz est utilisable à la suite d'un mano-régulateur placé à demeure sur la planchette.

La Société de l'Acétylène dissous utilise un autre procédé sans dissolvant, consistant à remplir les récipients d'une sorte de béton à base de charbon de bois, ce corps possédant, comme on le sait, la propriété de condenser les gaz au plus haut degré. Dans un tel récipient, on peut comprimer l'acétylène à 30 kg, c'est-à-dire au voisinage de son point de liquéfaction, sans danger

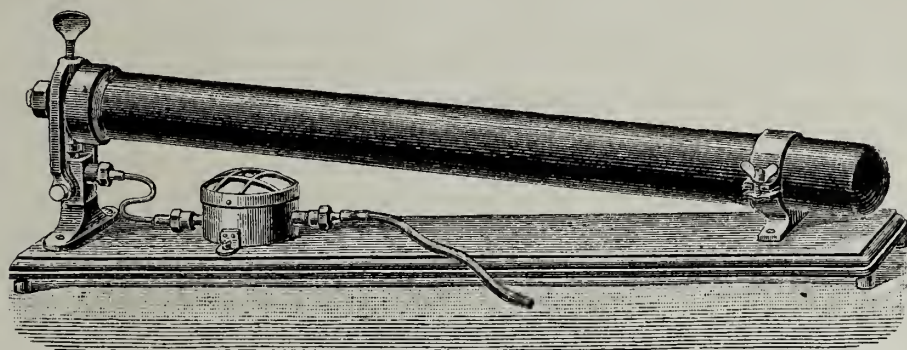


FIG. 86. — Récipient à acétylène dissous.

aucun. L'explosion se trouvant limitée à l'espace formé par les canaux, le refroidissement qui se produit au contact de la masse poreuse l'empêche de se propager.

Noir d'acétylène. — L'acétylène renferme les 12/13 de son poids de carbone, auquel ce gaz doit son grand pouvoir éclairant et également la fuliginosité de sa flamme mal réglée. Divers auteurs ont pensé faire avec l'acétylène un noir par combustion incomplète, comme cela a lieu pour les corps gras et autres substances dont on retire le noir de fumée. Dans ces conditions, le rendement est mauvais puisqu'il atteint à peine 25 0/0 de la théorie; de plus le noir obtenu renferme des goudrons, comme les autres noirs industriels, et a besoin d'être épuré pour être livré aux fabricants d'encre d'imprimerie.

M. Hubou a cherché à obtenir le rendement total de l'acétylène en noir et y est arrivé en profitant de la propriété endothermique de l'acétylène et de sa facilité d'explosion au-dessus de 2 atmosphères.

A cet effet M. Hubou comprime de l'acétylène dans un récipient de résistance appropriée, après en avoir chassé l'air au moyen d'un courant d'hydrogène provenant d'une opération précédente. L'acétylène est comprimé à 5 kg : cm² seulement.

L'appareil employé (*fig. 87*), dont un spécimen se trouvait exposé à l'annexe, se compose d'un tube en acier A, très résistant, fermé, à ses extrémités, par des obturateurs à vis et à joint métallique, B, B'. L'obturateur B porte un robinet à pointeau servant à l'introduction de l'acétylène sous pression et à la sortie du gaz après la réaction; il porte, en outre, un bouchon de mise de feu F, auquel est fixé un petit fil métallique F' qui doit être porté à l'incandescence par le passage d'un courant électrique. Un des pôles du circuit électrique est relié au bouchon de mise de feu F, qui est isolé; l'autre est fixé à la masse du tube A; le courant peut être établi ou interrompu au moyen d'un commutateur. L'obturateur B' porte un robinet-pointeau R' servant à l'évacuation du gaz et un bouchon à piston M avec une petite masse de cuivre formant *crusher* et destinée, par son écrasement, à mesurer la pression au moment de la décomposition de l'acétylène. Le tube A est maintenu sur son support par deux colliers T.

Sur la droite de la figure 87, on a représenté un ensemble de quatre appareils AAAA.

On introduit dans ce tube de l'acétylène comprimé, par exemple à 4 kg : cm², et on lui fait faire explosion, en fermant le circuit de la pile sur le fil métallique qui se trouve

ainsi porté à l'incandescence et commence la décomposition qui se propage immédiatement dans toute la masse de gaz.

La pression dans le tube monte instantanément à $25 \text{ kg} : \text{cm}^2$ pour l'exemple choisi et retombe aussitôt; elle revient bientôt à la pression de $4 \text{ kg} : \text{cm}^2$; elle est due au gaz restant, qui est de l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène.

On ouvre le robinet pointeau R pour laisser échapper cet hydrogène qu'on recueille dans un gazomètre après l'avoir fait passer dans des flacons laveurs. On ouvre ensuite les bouchons obturateurs pour retirer le carbone pulvérulent en masse qui remplit toute la capacité du tube.

L'ouverture de ce récipient ayant eu lieu à l'air, on prend la précaution de chasser tout l'air qui a pu rentrer quand on a enlevé le carbone et après que les bouchons obturateurs ont été replacés en renvoyant dans le tube l'hydrogène de cette précédente opération. Cet hydrogène est introduit par le robinet R et sort par le robinet R' en enlevant les dernières traces d'air.

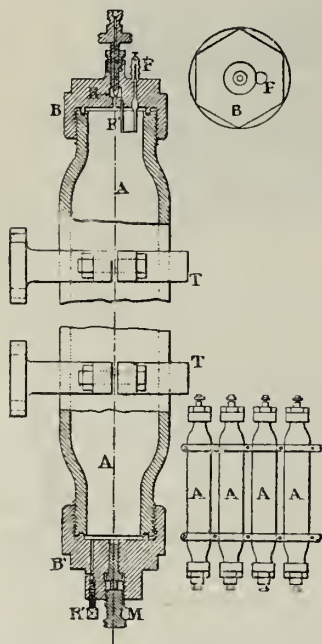


FIG. 87. — Appareil pour la préparation du noir d'acétylène.

On ne laisse ainsi dans le tube A que de l'hydrogène à la pression atmosphérique et on recommence l'opération en faisant arriver de l'acétylène comprimé. La nouvelle opération et toutes les suivantes se feront donc sur un mélange comprimé d'acétylène et d'hydrogène. Avec un mélange à $5 \text{ kg} : \text{cm}^2$, par exemple, nous aurons introduit dans le tube de l'acétylène à $4 \text{ kg} : \text{cm}^2$; le récipient clos contiendra mélange de $1/3$ d'hydrogène et de $4/3$ d'acétylène, que nous ferons ensuite détoner comme précédemment.

Ce mode opératoire présente deux avantages essentiels. On est certain d'avoir éliminé complètement l'air et, de plus, la réaction due à l'explosion du mélange est moins énergique que celle de l'acétylène employé seul. On peut aussi faire varier la puissance de la détonation en faisant varier les proportions d'acétylène et d'hydrogène du mélange.

On obtient ainsi :

1° Du carbone ou noir d'acétylène qui se dépose en masse dans le récipient et le remplit complètement;

2° De l'hydrogène en volume égal à celui de l'acétylène.

Un mètre cube d'acétylène donne un mètre cube d'hydrogène et un kilogramme de noir à 99,8 de pureté.

Le noir d'acétylène est pur, noir avec une teinte légèrement bleutée, sec, privé de matières grasses, d'une ténuité et d'une légèreté extrêmes. Il se mêle en toutes proportions aux huiles, aux gommes, à la dextrine, à la colle et aux essences. Essayé au blanc de zinc dans les mêmes conditions que les autres noirs, il donne un gris argenté d'un ton absolument uniforme, tandis que les autres donnent un gris de ton inégal. Quand il a été mélangé avec de l'huile et qu'on applique le mélange sur un buvard, on trouve autour du centre noir une tache annulaire bien blanche.

M. Hubou pense que la fabrication de ce noir pourrait être effectuée dans les usines mêmes de fabrication de carbure de calcium, dans le but d'utiliser les produits à faible teneur non commerciaux. On pourrait également l'obtenir comme sous-produit de la fabrication de la strontiane et de la baryte, 1 tonne de carbure de baryum permettant de faire 2 tonnes de baryte hydratée et 138 kilogrammes de noir d'acétylène.

Propriétés réductrices du carbure de calcium, procédé de fabrication de métaux et alliages. — M. Bullier et la Société des carbures métalliques ont pris, en 1899, deux brevets pour la préparation des métaux et alliages par l'action réductrice du carbure de calcium sur les chlorures (13 mars) et sur les sulfures métalliques et minéraux sulfurés (13 novembre). Voici en quoi consiste ce procédé, dans le cas d'un sulfure, chalcopirite par exemple (sulfure naturel de fer et de cuivre). On chauffe le minerai broyé en présence de carbure pulvérisé et d'un fondant

approprié; on maintient une heure au rouge clair, puis on coule; on obtient, d'une part, du cuivre pur exempt de soufre et, d'autre part, du fer carburé; il y a formation de sulfure de calcium entré dans la scorie avec le fondant. Si le métal n'est pas carburable, le carbone se retrouve en liberté; ce sera le cas du cuivre seul.

La Société des carbures métalliques avait exposé divers échantillons de cuivre obtenus par ce procédé: un culot scié en deux, du cuivre coulé en lingots, un prisme de cuivre taillé dans un culot.

Le procédé au chlorure est encore plus simple, l'opération se faisant sans chauffage préalable une fois la réaction amorcée. Un certain nombre d'expériences ont d'ailleurs été faites à l'annexe pendant la durée de l'Exposition. Dans le cas du plomb, par exemple, on mélange du chlorure de plomb et du carbure de calcium en proportions moléculaires, après avoir pulvérisé séparément chaque substance. On met le mélange dans un creuset et on introduit une allumette-tison enflammée; l'incandescence se produit en ce point et la réaction très vive gagne toute la masse. Il y a formation de chlorure de calcium, de charbon et de plomb.

La réaction se produit également très bien avec d'autres chlorures: cuivre, argent, zinc; dans ce dernier cas, le métal est volatilisé et s'enflamme. Avec le manganèse, il y a formation de carbure qui, au contact de l'eau, donne non plus de l'acétylène, mais un mélange d'hydrogène et de méthane. On se trouve ainsi changer de série de carbure. La réaction qui se passe est simple, le carbure de calcium et le chlorure de manganèse donnent du chlorure de calcium et du carbure de manganèse.

Outre les métaux et alliages obtenus directement au four électrique, la Maison Siemens et Halske exposait également une série d'échantillons obtenus au moyen du carbure de calcium. Le principe consiste, comme nous l'avons vu, à traiter un composé d'un métal par le carbure de calcium, ce composé pouvant être un chlorure, un oxyde ou, directement, un minerai grillé, chloruré ensuite. D'après les produits obtenus, le procédé paraît s'adresser surtout au cuivre et à ses alliages. Parmi les échantillons exposés, nous citerons: cuivre, nickel, cuivre-nickel, cuivre-manganèse (cet alliage est employé sous le nom de manganin par la Société pour la fabrication de résistances), cuivre-calcium, cuivre-étain (bronze), cuivre-étain-silicium (bronze silicié), cuivre-silicium, cuivre-nickel-zinc (maillechort), cuivre-aluminium (bronze d'aluminium), ferro-nickel, etc...

Le bronze d'aluminium est obtenu en partant du chlorure de cuivre et de d'alumine; les alliages cuivre-nickel, en partant des mattes grillées et chlorurées. L'alliage plomb-sodium est obtenu au moyen de l'oxyde de plomb et du sel marin; l'alliage cuivre-calcium avec le chlorure de cuivre et la chaux vive, etc...

Cette exposition était plus complète que celle de la Société des carbures métalliques; il y a lieu de remarquer, toutefois, que le brevet de la Maison Siemens et Halske (20 novembre 1899) est postérieur aux brevets de la Société française qui possède également les brevets allemands.

PRODUITS EXPOSÉS

Fontes, métaux et alliages. — M. Clerc exposait des échantillons industriels de ferro-manganèse à 85 0/0 de manganèse et des échantillons de ferro-chrome à 65 0/0 de chrome.

M. Moissan présentait une nombreuse série de produits, parmi lesquels il faut citer: des fontes de manganèse, thorium, titane, etc..., du chrome, du tungstène, du titane, de l'uranium, du vanadium, du molybdène et des ferro-chrome à divers titres.

La Néo-Métallurgie exposait une collection magnifique de métaux et d'alliages obtenus au four électrique, dans son usine de Rochefort-sur-Mayenne, près de Laval: des fontes de chrome, titane, tungstène, uranium et ferro-chrome, des métaux affinés et fondus en très gros blocs, tels que molybdène, chrome, titane et tungstène, et une nombreuse collection d'alliages: nickel-molybdène (50/50, 25/75), ferro-tungstène (30/70), ferro-bore (80/20), ferro-sili-

cium (67/33), ferro-titane (78/22), ferro-chrome (33/67), nickel-bore (80/20), nickel-titane (70/30), nickel-chrome (25/75), manganèse-silicium (80/20), cuivre-chrome (90/10, 70/30).

MM. Poulenc frères avaient dans leur exposition des culots de molybdène, chrome, tungstène obtenus au four électrique de MM. C. Poulenc et M. Meslans.

La Société des carbures métalliques avait exposé des échantillons de cuivre obtenus par le procédé Bullier (Voir aux applications du carbure de calcium, page 56).

La Maison Siemens et Halske exposait, à côté de nombreux métaux extraits par le procédé au carbure de calcium dont nous avons parlé, des ferro-manganèse, ferro-chrome et ferro-titane, obtenus directement au four électrique.

Oxydes. — M. Moissan présentait des échantillons de magnésie et chaux fondus, de zircon et de silice distillées; M. Dufau, des chromites de calcium, baryum, magnésium et du cobaltite de magnésium; M. Renaux, des zirconates de calcium, strontium et baryum.

M. Lebeau exposait de beaux échantillons de glucine. En chauffant l'émeraude au four électrique, ce minéral fond, ne s'arde pas à se décomposer, et il distille de la silice. Lorsque le dégagement s'arrête, on interrompt l'opération, le résidu est formé d'un silicate basique de glucinium assez facilement soluble dans les acides. Si on pousse l'opération plus longtemps, dix minutes au lieu de trois, avec un courant de 1 000 ampères sous 45 volts, on arrive à la réduction totale de l'émeraude et il reste un mélange de carbures d'aluminium et de glucinium contenant un peu de siliciure de fer et de carbone; un traitement à l'acide fluorhydrique donne directement du fluorure de glucinium soluble et pur. Dans l'expérience précédente, le charbon est fourni par le creuset, la réduction est plus rapide en ajoutant du charbon au minéral ou mieux du carbure de calcium. L'opération industrielle porte sur 100 kg d'émeraude et 50 kg de coke pulvérisé, ou sur 50 kg d'émeraude et 58 kg de carbure; le temps de chauffe est de une heure et demie avec 1 500 ampères. Le résidu est traité, comme nous l'avons vu, par les acides sulfurique ou fluorhydrique. La glucine est fusible au four électrique; les échantillons exposés sont à cassure cristalline et brillante; ils sont parfaitement blancs. M. Lebeau exposait également un échantillon de glucine distillée; cet oxyde est en effet volatil vers son point de fusion.

La Société des carbures métalliques et la Volta suisse exposaient des échantillons d'alumine fondue ou corindon artificiel que l'on peut employer au lieu de l'émeri, le produit artificiel possédant les propriétés du produit naturel.

Sulfures. — M. Defacqz exposait du bi et du trisulfure de tungstène, M. Guichard, du sesquisulfure de molybdène et M. Murlot, une collection de divers sulfures, notamment ceux de magnésium, baryum, strontium, manganèse, zinc, nickel, cobalt, plomb et un bel échantillon de sulfure de manganèse cristallisé.

Azotures. — M. Moissan avait dans son exposition un échantillon d'azoture de titane.

Phosphore et ses dérivés. — L'Exposition collective allemande de produits chimiques renfermait deux bœux de phosphore jaune et de phosphore rouge provenant de la Chemische Fabrik Griesheim-Elektron (Usines de Rheinfeld et Bitterfeld).

Le phosphore jaune se prépare en chauffant un mélange de métaphosphate de calcium et de charbon, il y a formation de phosphore qui distille, d'oxyde de carbone et de phosphate tricalcique. On a proposé de faire cette opération au four électrique à distillation, l'appareil Readman (*fig.* 88) a été employé avec succès en Allemagne et en Angleterre où cette fabrication a été montée, alors qu'avant l'emploi du four électrique, tout le phosphore venait de France et d'Angleterre. Il est intéressant de signaler le procédé Dill, consistant à chauffer un mélange d'acide phosphorique sirupeux et de charbon au four électrique. Comme il ne se forme que des produits volatils : phosphore, eau, oxyde de carbone, l'opération est continue.

M. Jaboin exposait des phosphures de strontium et baryum; M. Marouneau, des phosphures de chrome, cobalt, fer, nickel et cuivre; M. Moissan, du phosphore de calcium.

Arséniures. — M. Lebeau : arséniures de sodium, lithium, baryum, strontium et calcium.

Borures. — M. Moissan : borures de carbone, baryum, calcium, strontium, fer, cobalt et nickel ; M. Lebeau : boro-carbure de glucinium.

Carbone et ses variétés. — M. Acheson avait exposé un certain nombre d'électrodes en graphite artificiel, constituées par des barres de $10 \times 10 \times 60$ cm et $4 \times 8 \times 60$ cm. A côté de ces électrodes se trouvait une collection de grains de toutes dimensions.

M. Hubou exposait une série d'échantillons de noir d'acétylène, des encres, des produits obtenus avec et finalement une collection d'imprimés et d'épreuves.

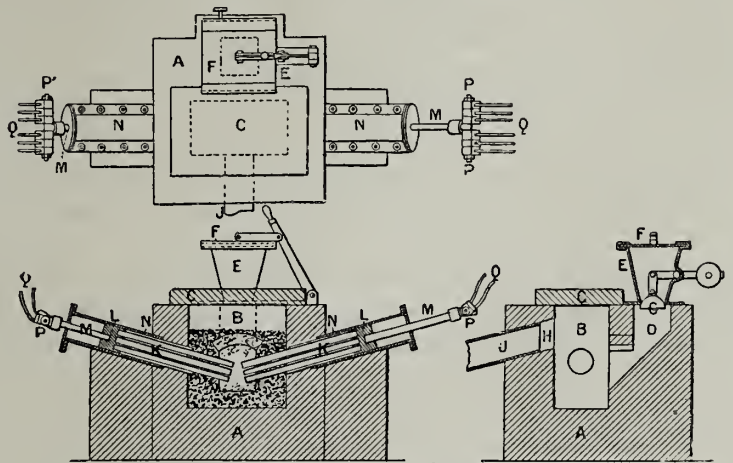


Fig. 88. — Four Readman pour la préparation du phosphore.

M. Moissan présentait un certain nombre de lamelles de microscope avec des poudres de diamant et de graphite. A côté d'échantillons de graphite du fer et autres déjà connus, il a préparé notamment le graphite de l'aluminium et celui du manganèse, ce dernier ne se produisant qu'au moyen du four électrique. Le mode opératoire pour la préparation de ces graphites est le suivant : On prépare d'abord le carbure du métal, puis on sature de carbone au four électrique ce carbure métallique. Le culot obtenu, traité par les acides ou chauffé au rouge dans un courant de chlore, laisse un résidu formé de graphite et de carbone amorphe, qui est mis en digestion dans de l'acide nitrique fumant, à la température de 40° , dans lequel le graphite est inattaquable. Le produit est traité successivement par l'acide sulfurique, l'acide fluorhydrique, lavé et séché.

La Société anonyme « le Carbone » exposait aussi des électrodes en charbon électrographique préparé par le procédé Girard et Street. Ces électrodes sont remarquables par leur densité, leur homogénéité et leur résistance aux divers électrolytes. Leur résistivité est de deux fois et demie à trois fois plus faible que celle des charbons non traités par ce procédé.

Cette Société exposait également des balais en charbon électrographique de marque X et EGZ. Le charbon X possède un grain particulièrement fin, une homogénéité parfaite, une consistance remarquable et une résistance au contact et une résistivité propre de beaucoup inférieure aux charbons ordinairement employés. Ces qualités permettent de l'employer couramment pour des densités de courant de 15 à 20 ampères par centimètre carré de surface frottante. On peut citer le cas d'une machine de 700 ampères, 125 volts, 600 tours, marchant pendant dix heures par jour à 28 ampères par centimètre carré sans échauffement anormal du collecteur ou des balais. La dureté de la qualité X est assez grande pour que l'on n'ait pas à craindre l'encrassement des collecteurs pour une cause purement mécanique, même avec pression assez forte du porte-balai. Les frottements sont extrêmement doux et l'usure du collecteur pratiquement nulle. La qualité EGZ offre moins d'avantages en ce qui concerne sa

conductibilité ; elle peut être employée en marche normale pour 10 à 12 ampères par centimètre carré ; elle s'applique plus aisément que la qualité précédente à la construction des machines dont le voltage est un peu élevé. Cette qualité, étant moins dure que la précédente, comporte des pressions assez faibles du porte-balai.

Carbure de calcium. — M. Bertolus emploie directement dans son usine de Bellegarde (Ain) les courants triphasés pour la production du carbure de calcium. L'usine a une puissance de 2 400 chevaux. La puissance des fours employés varie de 300 à 1 000 chevaux. Le principe du four en lui-même est excessivement simple : chaque appareil comprend un creuset en graphite dans lequel plongent des potences fixées *ad hoc*. Chaque électrode est reliée par son conducteur à un des conducteurs du système triphasé. Le fond du creuset possède ou non, suivant le cas, un conducteur de retour. La sole est mobile et peut être remplacée rapidement. Les électrodes peuvent être animées d'un mouvement vertical. On obtient à volonté, avec cet appareil, du carbure en pain et du carbure coulé.

Les courants triphasés permettent d'utiliser directement l'énergie, lorsque l'usine électrique est distante de la fabrique de carbure proprement dite. Dans certains cas, on emploie trois fours montés directement sur le système ; l'emploi d'un seul four paraît présenter l'avantage d'une plus grande régularité.

M. Bertolus exposait, à côté d'échantillons divers de carbure coulé, moulé, concassé, granulé, etc..., donnant à l'analyse de 310 à 350 (?) litres d'acétylène au kilogramme, un énorme bloc de carbure provenant d'un four triphasé de 1 000 chevaux et du poids de 1 200 kg. Le pouvoir éclairant de l'acétylène produit par ce bloc serait égal à celui du gaz de houille contenu dans un des immenses gazogènes de la Ville de Paris, dont la contenance est de 6 000 m³.

La Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leleux, outre les produits de sa fabrication à l'Exposition, présentait un certain nombre d'échantillons obtenus dans les usines qu'elle a installées et des matières premières employées dans ces usines.

La Compagnie française des carbures de calcium de Séchilienne (Isère) utilise une chute de la Romanche, au-dessus de Vizille ; elle fait uniquement du carbure coulé ; elle exposait une collection complète de différentes qualités et grosseurs : tout-venant, millet (000), lentille (00), maïs (00), noisette (0), noix (1), œuf (2). Le carbure fin est destiné au traitement de la vigne (*oidium*). Cette Société présentait également du carbure enrobé au moyen de pétrole qui le protège contre l'humidité atmosphérique. Naturellement la couche protectrice n'est pas suffisante pour empêcher l'attaque du carbure par l'eau des appareils.

La Compagnie générale d'Électrochimie, dont l'usine est à Bozel, est une filiale de la Compagnie de Fives-Lille ; elle exposait les matières premières de fabrication extraites de ses concessions, anthracite et calcaire. Le calcaire répond très bien à la fabrication du carbure en raison de sa pureté, qui est de 98,5 0/0 ; il n'en est pas de même de l'anthracite, lequel, comme tout celui de la région des Alpes, contient des quantités considérables de cendres ; ces cendres, représentant 25 0/0 de la totalité, offrent cette particularité de renfermer près des neuf-dixièmes de silice pure permettant d'obtenir, à côté du carbure de calcium, des ferro-silicium à des richesses de 25 à 50 0/0 de silicium par simple addition de tournure de fer dans le four. A côté de ces matières premières, la Société présentait trois échantillons de carbure de calcium donnant 310, 325 et 340 litres d'acétylène au kilogramme et des échantillons de ferro-silicium à 25 et 50 0/0 de silicium. La production de cette usine a été de 4 000 tonnes de carbure en 1899, et de 1 000 tonnes de ferro-silicium.

MM. Corbin et C^{ie} utilisent une partie de leur usine de Chedde (Haute Savoie) à la fabrication de carbure de calcium dont ils exposaient des échantillons. La fabrication a lieu à courant continu.

M. Moissan exposait du carbure de calcium préparé dans son four électrique et un produit qui, bien que n'étant pas de nature électrothermique, présente un certain intérêt ici ; c'est le

carbure de calcium obtenu directement par action de l'acétylène sur l'alliage calcium-ammonium ; il se présente sous forme d'une poudre blanche, la coloration du carbure ordinaire étant due à une trace de fer.

MM. Rochette frères exposaient un certain nombre d'échantillons de carbure provenant de leur usine d'Épierre (Savoie). De même la Société l'Inexplosible (Usine à Saint-Félix, près Saint-Michel, Savoie), la Société des Carbures métalliques (Usine à Notre-Dame de Briançon, Savoie), la Société électro-chimique du Giffre (Usine à Pont-du-Giffre, Haute-Savoie) et la Société électro-métallurgique de Saint-Béron (Isère), avaient exposé des échantillons de carbure de calcium de grosseurs et qualités diverses. La plupart des produits exposés par ces diverses maisons sont très remarquables.

La Volta Suisse, l'usine de Jaïce, en Bosnie, les usines de Trollhättan (Suède) et de Hasslund (Norvège) exposaient des échantillons de carbure de divers formats ; la dernière avait une vitrine très importante renfermant, en outre, une collection des matières premières employées.

La Société piémontaise pour la fabrication du carbure de calcium présentait un bloc de 500 kg de carbure obtenu au four Memmo à courant triphasé (Usine de Saint-Marcel d'Aoste). Le pain, d'une seule pièce au début, se partage en trois parties à la fin de l'opération.

L'Exposition collective allemande de produits chimiques exposait trois bocaux de carbure de calcium (millet, pois, noix), les exposants fabriquant ce produit sont : Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, de Francfort-sur-le-Mein (Usines de Rheinfelden et Bitterfeld) et Kunheim et Co, de Berlin (Usine de Grube Ilse, Basse-Lusace).

Carbures divers. — La vitrine de MM. Chenal, Douilhet et C^{ie}, dans la Classe 87, constituait, de l'avis unanime, la partie la plus remarquable de l'Exposition des produits chimiques aussi bien pour la section française que pour les sections étrangères. Partis de 300 kg de « Terres Rares » provenant de 10 tonnes de sables monazités, MM. Chenal et Douilhet ont fait, sur un pied tout à fait industriel, un véritable travail de laboratoire et, après des milliers de cristallisations fractionnées et l'emploi de 3 tonnes d'acide nitrique pur, ils sont arrivés à obtenir par quantités et dans un état de pureté absolue des oxydes, sulfates, nitrates, etc., de cérium, néodyme, praséodyme, lanthane, samarium, yttrium, etc. Ils présentaient entre autres les carbures de certains métaux, tels que ceux de lanthane, samarium, néodyme et praséodyme, obtenus au four Moissan.

M. Lebeau exposait du carbure de glucinium caractérisé par le dégagement de méthane pur au contact de l'eau.

M. Macé obtient industriellement du carbure de calcium et de manganèse, lequel, au contact de l'eau, dégage un mélange d'acétylène, hydrogène et méthane, à raison de 348 à 356 litres par kilogramme. D'après l'exposant, ce mélange gazeux, en brûlant, donnerait de prime abord de l'éthylène, dont le pouvoir éclairant est de 10 à 20 fois plus élevé (?). En outre, la présence d'hydrogène rend impossible le dépôt de carbone et empêche l'encrassement des brûleurs.

M. Moissan présentait une collection complète de carbures : baryum, strontium, aluminium, manganèse, fer, titane, uranium, vanadium, lanthane, thorium, samarium ; néodyme et praséodyme. Tous ces carbures ne se comportent pas, au contact de l'eau, comme celui de calcium. C'est ainsi que celui d'aluminium donne uniquement du méthane, celui de manganèse un mélange d'hydrogène et de méthane, à volumes à peu près égaux ; les carbures de métaux rares donnent, en général, des mélanges gazeux complexes où l'on rencontre de l'acétylène, du méthane, de l'hydrogène, et même de l'éthylène en proportions tout à fait quelconques.

Le plus curieux est évidemment le carbure d'uranium, qui donne principalement du méthane (75 0/0), de l'hydrogène (20 0/0), de l'éthylène et très peu d'acétylène ; mais, à côté de ces carbures gazeux, se trouve une assez forte proportion de carbures liquides et solides bouillant de 70 à 200° et laissant à la distillation un résidu bitumineux. On retrouve ainsi, sous forme de carbures solides ou liquides, environ les deux tiers du carbone du carbure employé. Ajoutons

pour terminer, que M. Moissan a établi, d'après les réactions diverses de ces carbures, une théorie de la formation des pétroles dans la nature.

M. Renaux exposait du carbure de zirconium.

La Société des carbures métalliques fabrique des carbures de strontium et de baryum industriels, intéressants parce qu'ils donnent les bases correspondantes, la strontiane et la baryte dont la valeur est assez grande, et qui pourraient être récupérées dans des installations centrales. Le principal inconvénient est que ces carbures ne donnent que très peu d'acétylène en raison de leur grand poids moléculaire; d'autre part, les carbonates de ces bases sont d'un prix assez élevé.

La Société d'Électrochimie exposait du carbure d'uranium industriel.

M. Williams a obtenu du carbure de tungstène et des carbures doubles de fer et de chrome répondant aux formules : Fe^3C , $2\text{Cr}^2\text{C}$ et $3\text{Fe}^3\text{C}, 2\text{Cr}^3\text{C}^4$.

Silicium et ses dérivés. — M. Acheson et la Société anonyme des Établissements Grauer et C^{ie} exposaient, l'un du carborundum cristallisé, l'autre du carborundum travaillé (Voir à ce sujet le paragraphe spécial page 50).

La Compagnie générale d'Électrochimie avait exposé des échantillons de ferro-silicium à 25 et 50 0/0 de silicium provenant de son procédé mixte de fabrication de ferro-silicium et carbure (Voir ce mot page 60).

M. Lebeau a obtenu des siliciures de fer et de cobalt. Il exposait également des échantillons de silicium industriel provenant de son procédé de traitement de l'émeraude au four électrique et consistant à distiller la silice pour avoir de la glucine. L'addition de charbon favorise l'opération et, si l'on arrête l'opération avant la fin, on retrouve, au fond du four, du silicium facile à purifier par le lavage aux acides. Les autres silicates naturels se comportent d'une façon analogue.

M. Moissan avait exposé du siliciure de carbone qu'il prépare soit par combinaison directe au four électrique d'un mélange de silicium et de charbon, soit par réduction de la silice par le char-



FIG. 89. — Cristaux de siliciure de carbone (carborundum).

bon, ce procédé original consistant à faire réagir les vapeurs de silice sur les vapeurs de carbone. Enfin on peut obtenir ce composé par cristallisation dans un culot de fer en fondant un mélange de fer, silice ou silicium et charbon. Les cristaux obtenus sont de forme hexagonale et présentent quelquefois des impressions triangulaires et des stries parallèles (fig. 89). Ils sont légèrement jaunâtres, mais on arrive à les avoir incolores et lorsqu'ils sont obtenus en présence de fer ou avec des produits en renfermant, ils sont bleus et présentent de belles irisations. C'est alors le carborundum analogue à celui d'Acheson.

M. Moissan exposait également du ferro-silicium.

La Société des carbures métalliques fabrique également des ferro-silicium, dont elle exposait des échantillons à 16-18 0/0 de silicium (Fe^2Si) et 30-32 0/0 de silicium (FeSi).

NOTA : Les figures 62, 64 à 61 et 89 sont extraites de l'ouvrage de M. H. Moissan, *le Four électrique*.

TABLE DES MATIÈRES

I

Appareils de chauffage électrique

	Pages.
Appareils utilisant des résistances métalliques.....	3
Appareils utilisant des résistances en fils nus métalliques.....	3
Appareils utilisant des résistances en fils métalliques enrobés.....	7
Appareils utilisant des résistances constituées par des dépôts métalliques.....	12
Appareils utilisant des résistances diverses.....	15
Appareils utilisant des résistances placées à l'air libre.....	15
Appareils utilisant des résistances placées dans le vide.....	21
Appareils utilisant des résistances liquides.....	22
Appareils utilisant des lampes à incandescence	22
Appareils utilisant l'arc électrique.....	25

II

Fours électrothermiques

Considérations générales sur les fours électrothermiques.....	29
Fours électriques de laboratoire.....	30
OEuf électrique.....	30
Fours Moissan.....	31
Four électrique de MM. C. Pouleuc et M. Meslans.....	39
Fours industriels.....	40
Four de la Société des Carbures métalliques.....	40
Four de la Compagnie électro-métallurgique des procédés Gin et Leleux	43
Four électrique à courants triphasés de la Société piémontaise pour la fabrication du carbure de calcium.....	48
Four électrique de la maison Siemens et Halske.....	49
Applications des fours électriques.....	50
Carborundum	50
Graphite.....	52
Applications du carbure de calcium.....	53
Produits exposés.....	57
Fontes, métaux et alliages.....	57
Oxydes	58
Sulfures	58
Azotures.....	58
Phosphore et ses dérivés.....	58
Arséniures.....	59
Borures.....	59
Carbone et ses variétés.....	59
Carbure de calcium.....	60
Carbures divers.....	61
Silicium et ses dérivés	62



TÉLÉPHONE
503.71



GEOFFROY & DELORE

CÂBLES ARMÉS
POUR CANALISATION SOUTERRAINE
LUMIÈRE & TRACTION

28, Rue des Chasses CLICHY

La seule véritable

BALATA-DICK Portant cette marque
a obtenu des succès dans plus d'un million d'applications nouvelles

Concessionnaires exclusifs pour la France et la Belgique
WANNER & Cie — Paris
67, Avenue de la République, 67



Se méfier des imitations!

Se méfier des imitations!

J. & A. NICLAUSSE

Société des Générateurs inexplosibles "Brevets NICLAUSSE"

PARIS, 24, rue des Ardennes, 24, PARIS (XIX^e)

HORS CONCOURS (Membre du Jury international) Exposition Universelle, PARIS 1900

APPLICATIONS DANS TOUTES LES INDUSTRIES

FORCE MOTRICE, ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE (PLUS DE 40.000 CHEVAUX), CHAUFFAGE, UTILISATION DES GAZ PERDUS, ETC.

Adresse télégraphique :
GÉNÉRATEUR — PARIS
TÉLÉPHONE 1^{er} étage 415.01
INTERURBAIN 2^e étage 415.02



	Chevaux.		Chevaux.		Chevaux.
Ville de Paris (Usine de Colombes).	5.000	M.M. Lebon et C ^e (Stations centrales).	6.000	M.M. Max, Richard Segrès, Bordeaux, et Compagnie.....	600
Compagnie électrique du secteur de la rive gauche.....	5.000	C ^e G ^e d'élec. (Stations centrales).	2.000	Exp. universelle de Paris 1900...	5.000
Comp. Fresne (Usines de Paris, Arcueil, etc.).....	3.000	Société Industrielle de Produits chimiques.....	2.500	Compagnie du gaz de Lyon.....	3.500
Société Lilloise d'éclairage électrique.....	2.000	M.M. Batlle et Hernandez (Madrid).	1.600	Comp. Parisienne de Tramways.....	1.700
Maison Méhier (Noisiel).....	1.000	C ^e des chemins de fer de l'Ouest.	1.000	Station centrale de Londres.....	1.200
Magasin du Bon Marché.....	1.000	Société des Etablissements Postel-Vinay.....	700	Sté An ^o d'Écl. Elect. de Toulon.....	1.000
Hôpital Lariboisière.....	750	Comp. Urbaine d'eau et d'électricité (Puteaux).....	650	Tour Eiffel.....	600
Arsenal de Brest.....	600	Etc., etc.		Société Toulousaine d'électricité.....	600
Etc., etc.				Poudrière Nationale du Moulin Blanc.....	500
				Etc., etc.	

Type Semi-Multitubulaire à grande réserve de chaleur pour différentes industries.
Type spécial pour les installations en maisons habitées.

Puissance en chevaux des applications "Marines Militaires"

Marine française.....	29	bâtiments.....	210.000	chevaux
— américaine.....	6	—	108.000	—
— anglaise.....	5	—	50.500	—
— italienne.....	3	—	47.000	—
— russe.....	4	—	42.000	—
— japonaise.....	3	—	27.000	—
— espagnole.....	2	—	23.000	—
— turque.....	2	—	21.000	—
— allemande.....	2	—	17.000	—
— argentine.....	1	—	2.000	—
— chilienne.....	1	—	500	—

Soit 11 marines de guerre, 58 bâtiments et 548.500 chevaux.

Il y a lieu d'ajouter à ces chiffres une puissance de 60.000 chevaux répartis sur 66 navires de commerce, dont deux paquebots de 15.000 chevaux et 33.000 tonnes chacun. Marine de plaisance 5.000 chevaux.

Résumé des principaux avantages offerts par ces générateurs

Ils sont les plus légers — les plus réduits en volume — les plus facilement nettoyables — les plus rapidement mis en pression — les plus robustes et les plus simples dans leurs organes, n'exigeant qu'une faible dépense d'entretien. Ils sont les seuls ayant les tubes seulement posés, tenus sans vissage, ni dutageage et équilibrés par la pression. — Ils donnent le maximum d'économie de combustible sans adjonction d'appareil quelconque. — Ils fournissent une plus grande surface de grille dans un emplacement déterminé. — Rapidité de mise en pression, etc., etc.

Concessionnaires étrangers :

États-Unis.....	}	Cramp and C ^e .
		Water tube boiler Nielausse C ^e .
Angleterre.....	}	Stirling C ^e .
		Willans et Robinson.
		Humphrys Tennant.
Italie.....	}	Ansaldo de Gène.
		Hawthorn Guppy.
Russie.....	}	Chantiers Nicolaïeff.
		Germania Krupp.
Allemagne.....		Germania Krupp.

Société Anonyme au Capital de 25.000.000 fr.

FILS ET CÂBLES de haute conductibilité
COINS ET BARRES
de Collecteurs pour ÉLECTRICITÉ



Siège social : 10, RUE VOLNEY, PARIS

TUBES EN ACIER
SANS SOUDURE pour CHAUDIÈRES