8° Ca. 679

INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

Descriptions et Fonctionnement des Appareils
Montage des Postes d'abonnés et des Postes centraux

GUIDE PRATIQUE

A L'USAGE DU PERSONNEL DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES
ET DES MONTEURS-ÉLECTRICIENS

D'après l'ouvrage de J. SCHILS et C. CORNET

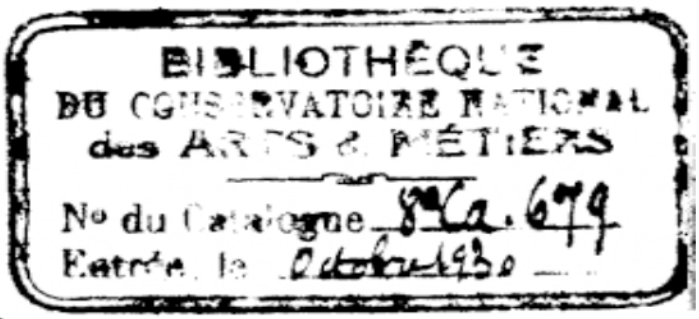


PAR

R. PARÉSY

INGÉNIEUR EN CHEF DES TÉLÉGRAPHES

Sixième Édition.



PARIS

DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

1930

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

AVERTISSEMENT

Les progrès rapides de la technique téléphonique ont rendu nécessaire une refonte complète de l'ouvrage de MM. Schils et Cornet.

Si l'exposé de ces auteurs a pu être en partie conservé en ce qui concerne les installations à batterie locale, les chapitres qui traitent des installations à batterie centrale ou automatique ont dû être entièrement repris et développés tant en ce qui concerne les postes simples que les tableaux d'abonnés.

Sans entrer dans le détail des installations variées qui peuvent être faites par l'industrie privée, l'auteur a dû se borner à décrire un type de chacune des installations modernes qui jouissent de la faveur du public pour les facilités qu'elles donnent dans l'exploitation.

Bien que les questions de propagation des courants et de téléphonie à grande distance ne soient pas d'un intérêt immédiat pour le monteur, il a paru utile d'exposer simplement l'état actuel de la question.

Les deux dernières parties de l'ouvrage ont trait aux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commutateurs multiples et à la téléphonie automatique dont le développement est très rapide. Les principes généraux du téléphone automatique ont été exposés brièvement, sans aucun schéma, ce qui eût entraîné à des développements trop longs et trop compliqués, mais de façon à dégager pour le monteur l'idée générale de la sélection automatique.

Paris. Janvier 1930.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

PREMIÈRE PARTIE

RÉCEPTEUR ET MICROPHONE
ORGANES ACCESSOIRES

CHAPITRE I

LE RÉCEPTEUR TÉLÉPHONIQUE

1. But de la téléphonie. — La téléphonie a pour but la transmission de la parole à distance. C'est en réalité un véritable transport d'énergie comparable à celui que réalise une ligne électrique reliant une station hydroélectrique, par exemple, avec des usines d'utilisation. Dans ce dernier cas, l'énergie de la chute d'eau se trouve transformée par l'intermédiaire de turbines et d'alternateurs en énergie électrique transmise par la ligne de transport à l'autre extrémité où des moteurs retransforment cette énergie électrique en énergie mécanique directement utilisable pour actionner des machines diverses. Le problème qui se pose en téléphonie est identique. Nous trouvons à l'origine une énergie sonore dont l'existence est mise en évidence par les vibrations qu'elle est susceptible de communiquer à des membranes interposées sur le parcours des ondes, le tympan de l'oreille d'un auditeur en particulier ; mais ces sons ne peuvent se propager à grande distance, les ondes sonores s'amortissant rapidement et nous devons les transformer en une sorte d'énergie facile à transporter, en courant électrique. A l'extrémité réceptrice l'énergie électrique sera de nouveau transformée en énergie sonore. Une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conversation devant être possible entre les deux correspondants, notre système doit être réversible, c'est-à-dire qu'à chaque extrémité nous devrons trouver un appareil capable de transformer l'énergie sonore en énergie électrique, ce sera le transmetteur, et un appareil récepteur capable de la transformation inverse. L'ensemble de ces deux organes constituera l'appareil ou le poste d'abonné, et la ligne de transport constituera la ligne téléphonique.

Si, au lieu de deux postes reliés par une ligne directe, nous devons pouvoir mettre en relation un grand nombre de postes deux à deux, nous constituerons un tableau commutateur téléphonique qui nous permettra de réaliser toutes les combinaisons possibles entre ces postes.

2. Historique du téléphone. — Le téléphone a été inventé, en 1854, par le Français Bourseul et perfectionné par Reiss en 1860, mais la première réalisation pratique en fut faite par l'américain Graham Bell en 1876.

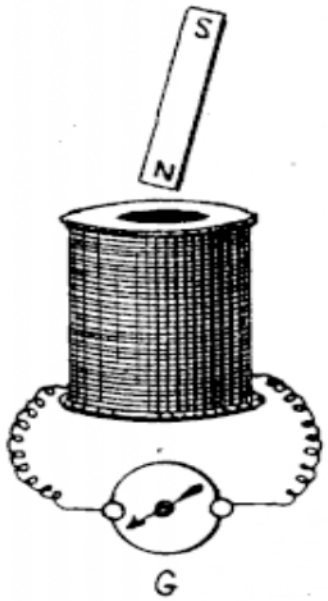


FIG. 1.

3. Principe du téléphone. — Considérons, d'une part, un aimant et, d'autre part, une bobine creuse sur laquelle sont enroulés un certain nombre de tours de fils et réunissons les deux extrémités de notre bobinage à un galvanomètre (*fig.* 1). Si nous approchons notre bobine de l'aimant (ou inversement l'aimant de la bobine), nous constatons une déviation de l'aiguille du galvanomètre et l'aiguille revient au repos dès que le mouvement a cessé. Nous avons donc eu, pendant le déplacement de la bobine dans le champ magnétique de l'aimant, production d'un courant d'induction dont la durée est celle du déplacement. Si nous éloignons maintenant notre bobine de l'aimant, nous constatons une déviation de l'aiguille du galvanomètre dans une direction inverse de la première ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous avons encore eu production d'un courant induit mais de sens inverse au premier. Nous pouvons donc tirer des expériences précédentes la conclusion suivante : le déplacement d'un circuit dans le champ magnétique d'un aimant donne naissance, dans ce circuit, à un courant induit : lorsque le flux magnétique qui traverse le circuit augmente, nous avons production d'un courant induit inverse, parce qu'il s'oppose à l'augmentation du flux magnétique, et, quand le flux magnétique qui traverse le circuit diminue (parce que l'aimant s'éloigne), nous avons production d'un courant induit direct, c'est-à-dire que ce courant est d'un sens tel que notre bobine (ou solénoïde) crée elle-même un champ magnétique orienté comme celui de l'aimant utilisé.

Nous pouvons d'autre part remarquer que la déviation de l'aiguille, dans un sens ou dans l'autre, est d'autant plus grande (et par suite le courant) que la bobine est plus voisine de l'aimant et, en particulier, sera maximum quand ce dernier pénètre à l'intérieur de la bobine ou en sort. Enfin, le courant sera d'autant plus intense que le mouvement d'introduction ou de retrait sera rapide. L'intensité du courant induit est donc proportionnelle à la rapidité de la variation du champ magnétique qui traverse la bobine.

Laissons maintenant l'aimant dans la bobine et approchons vivement un barreau de fer doux (*fig.* 2) : l'aiguille dévie aussitôt dans le même sens que lorsque nous avions approché l'aimant, puis elle revient au repos. Si nous éloignons le fer doux, nouvelle déviation en sens inverse de la première.

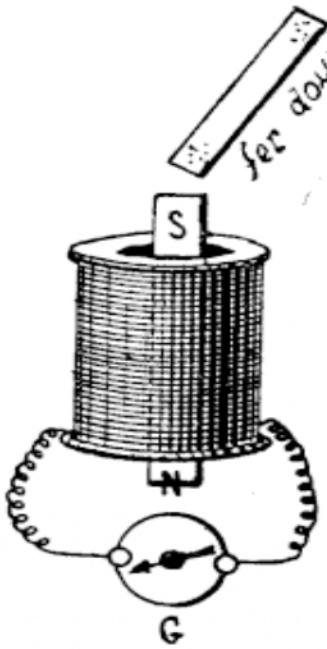


FIG. 2.

Nous savons, en effet, que les mouvements d'une pièce de fer doux dans le voisinage d'un aimant font varier le magnétisme de celui-ci, et d'autant plus que cette pièce de fer doux est plus voisine de l'aimant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On généralise alors la loi précédente en disant : à toute variation du champ magnétique dans lequel se trouve un circuit, correspond un courant induit dans ce circuit ; quand le magnétisme apparaît ou augmente d'intensité, le courant est inverse ; quand il diminue ou disparaît, le courant est direct.

L'énergie électrique développée par induction est évidemment le résultat de la dépense d'énergie mécanique faite pour introduire l'aimant dans le solénoïde ou l'en retirer, ou bien pour approcher ou éloigner le fer doux du barreau aimanté. On comprend que, plus le mouvement est rapide, moins grande est la durée du courant, mais aussi plus il est puissant.

Si la pièce de fer doux est précisément constituée par un disque mince de fer doux devant lequel on parle, fixé par ses bords et dont le centre est au-dessus et peu éloigné d'un aimant, ce disque va vibrer sous l'influence des ondes sonores, c'est-à-dire des vibrations de l'air ; autrement dit, poussé par les ondes sonores, il fléchit et revient sur lui-même. Par le fait, il s'approche et s'éloigne de l'aimant dont il fait varier le magnétisme, et ces variations provoquent, à leur tour, la naissance de courants induits dans le fil de la bobine si, bien entendu, le circuit est fermé.

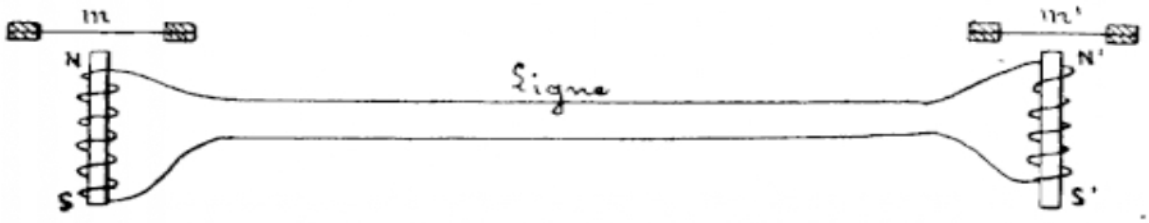


FIG. 3.

Constituons maintenant un deuxième système semblable et plaçons sa bobine dans le circuit du premier (*fig.* 3) : les courants d'induction produits dans la première bobine, quand on parle devant le disque, vont traverser la deuxième, et, suivant leurs sens, augmenter ou diminuer le magnétisme de l'aimant de celle-ci ; augmenter ou diminuer par conséquent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'attraction exercée par l'aimant sur la membrane, et celle-ci reproduit les mêmes mouvements que la première.

La parole, ou toute autre cause ayant provoqué des vibrations du premier disque, est donc répétée par le second.

L'appareil est d'ailleurs réversible puisque les deux systèmes, étant identiques, peuvent servir aussi bien comme transmetteurs ou récepteurs. Il faut remarquer que, dans l'appareil récepteur, l'aimant permanent est aussi nécessaire que dans l'appareil transmetteur. Supposons, en effet, que le récepteur ne comprenne qu'un noyau de fer doux ordinaire et suivons ce qui se passe pendant une vibration complète de la membrane transmettrice. Pendant que celle-ci s'approche de l'aimant, nous avons production, comme nous venons de le voir, d'un courant inverse et ce courant, traversant notre appareil récepteur, va aimanter le noyau de fer doux et provoquer, par conséquent, l'attraction de la membrane ; lorsque la membrane du transmetteur s'éloigne c'est un courant direct qui prend naissance, donc de sens inverse au premier, et nous avons aimantation de notre noyau de fer doux en sens inverse du précédent, mais il en résulte encore une attraction de notre membrane. Si nous notons qu'entre ces deux courants direct et inverse, nous avons eu nécessairement un courant nul, au moment où la membrane transmettrice cessait son mouvement d'approche avant de s'éloigner, nous voyons que, pendant une vibration complète de la membrane du transmetteur, la membrane du récepteur aura subi deux attractions suivies de deux relâchements, c'est-à-dire en fin de compte, aura exécuté deux vibrations complètes. Il en résulte que dans le cas, par exemple, des courants alternatifs réguliers produits dans l'appareil transmetteur (le microphone) par les vibrations sonores d'un son simple émis par un diapason, la membrane réceptrice vibrerait deux fois plus vite que la membrane transmettrice ; les sons émis par le téléphone récepteur seraient plus aigus que les sons transmis.

De plus les sons rendus seraient très faibles, car leur intensité est évidemment proportionnelle à l'amplitude des vibrations de la membrane, c'est-à-dire aux variations d'attraction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de celle-ci. Et l'on peut se rendre compte que ces variations d'attraction sont d'autant plus grandes qu'il existe une plus forte aimantation préexistante.

Considérons, en effet, un électro-aimant parcouru par un courant que nous faisons croître constamment; nous pouvons mesurer le magnétisme développé et tracer une courbe donnant pour chaque valeur du courant l'aimantation de notre noyau. La courbe obtenue aura la forme représentée sur la figure 4 et l'attraction exercée sur la membrane est sensiblement proportionnelle au carré de cette aimantation. Dans ces conditions, si notre courant varie entre O et i par exemple, l'aimantation du noyau va varier de O à H et l'effort exercé sur la membrane sera proportionnel à H^2. Supposons maintenant que notre système comprenne un aimant permanent ; nous avons, dans ces conditions, attraction constante de la membrane sous l'action de l'aimantation H_1, mais cette attraction sera modifiée par le passage du courant et l'aimantation variant entre H_1 et $H_1 + H$, la variation de l'effort d'attraction sera proportionnelle à $(H_1 + H)^2 - H_1^2 = 2H_1 \times H + H^2$. Nous voyons donc que le fait d'adjoindre un aimant permanent à notre système a considérablement accru la variation d'attraction de notre membrane et dans le rapport de $2H_1H + H^2$ à H^2 et cet effet sera d'autant plus grand que H_1 sera élevé, c'est-à-dire qu'il existera une plus forte aimantation préexistante. Il y a cependant une limite au delà de laquelle on n'a plus intérêt à augmenter le champ magnétique. C'est lorsque la masse de fer de la membrane flexible ou du noyau est magnétiquement saturée.

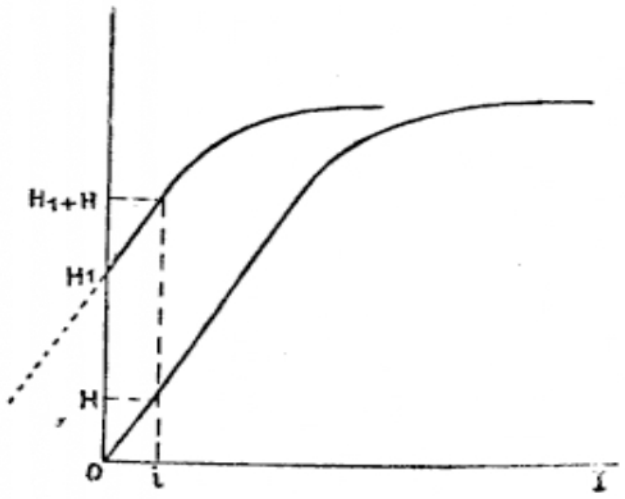


FIG. 4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce phénomène peut d'ailleurs être mis en évidence sur la figure 4 ; en effet, si l'aimantation initiale est telle que nous soyons dans la partie sensiblement horizontale de la courbe d'aimantation du noyau de fer utilisé, aux variations d'intensité ne correspondent plus que de très faibles variations de l'aimantation, parce que le système est magnétiquement saturé, et, par suite, des variations faibles de l'attraction. Il en résulte que, pour nous placer dans les conditions les plus favorables, nous devons disposer d'une aimantation initiale telle que nous soyons encore dans la partie rectiligne de la courbe avant qu'elle ne s'infléchisse.

Le bon rendement d'un téléphone dépend d'ailleurs de l'épaisseur de la membrane, de son diamètre, des dimensions et de la forme des aimants et de leur proximité du disque vibrant. Car l'intensité d'aimantation dépend en définitive de ces divers éléments.

Aussi ne faut-il pas s'étonner de la multiplicité de modèles d'appareils qui ont succédé au premier récepteur de Bell.

Toutefois, dans le téléphone de Bourseul et de Bell, la faiblesse des courants induits produits par des mouvements aussi réduits que ceux du disque transmetteur ne permettant de réaliser que des communications à très courte distance, la téléphonie n'a pris son essor qu'après l'apparition du microphone. Celui-ci est alors devenu le transmetteur de la parole et le téléphone tel que nous venons de l'étudier en est resté le récepteur.

4. Téléphone Bell. — L'extrémité d'un aimant cylindrique est chaussée d'une petite bobine en bois entourée d'un certain nombre de tours de fils. L'ensemble est enfermé dans une gaine en bois qui sert de poignée à l'instrument. Le haut de la gaine est évasé autour de la bobine et, sur les bords de cette partie, repose une plaque mince en tôle douce (*fig.* 5).

Un couvercle est vissé sur la gaine et vient serrer la plaque sur ses bords. Ce couvercle, creusé en forme de cône, permet de concentrer les ondes sonores sur le centre de la membrane lorsque l'appareil est transmetteur et de diriger les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sons vers l'oreille lorsqu'il est récepteur. La membrane est vernie sur sa face extérieure pour éviter l'oxydation.

L'extrémité inférieure de la poignée est traversée par une vis qui pénètre dans l'aimant et permet de rapprocher plus ou moins celui-ci de la plaque vibrante.

Enfin, les fils de la bobine sont soudés à des conducteurs passant au dehors et formant une liaison souple avec la ligne.

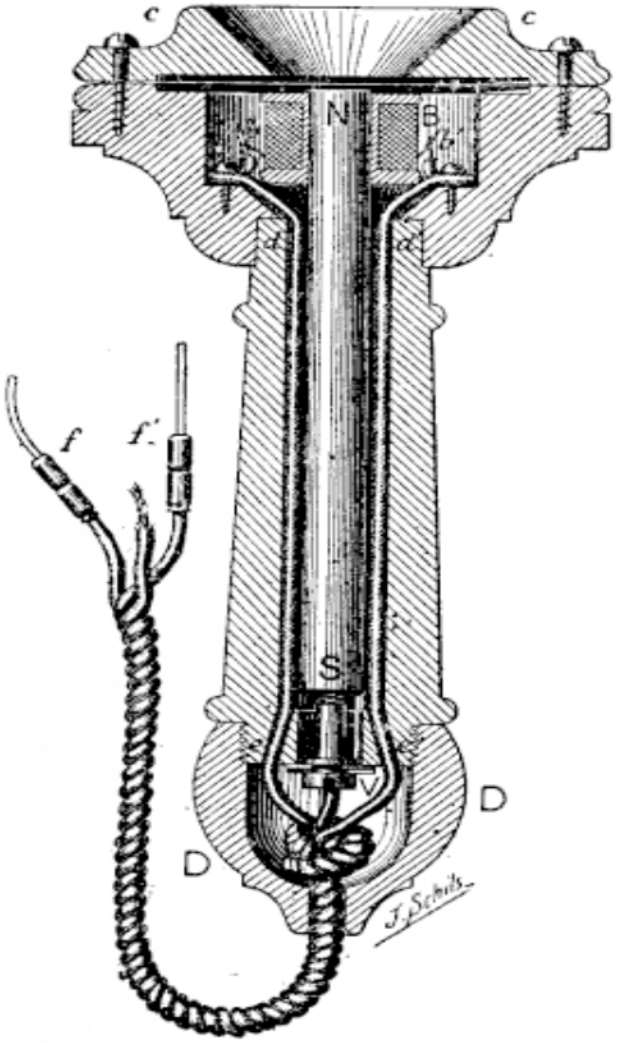


FIG. 5. — Coupe du téléphone Bell.

5. Récepteurs divers. — Les téléphones qui ont été imaginés à la suite de l'invention de Bell ne diffèrent du modèle que nous venons de décrire que par des détails de construction.

En général, l'aimant est disposé de manière à faire agir ses deux pôles sur la plaque. De plus, pour éviter de le soumettre directement à l'influence des courants induits, ce qui aurait pour effet d'altérer assez rapidement son pouvoir magnétique, les pôles sont prolongés par des noyaux en fer doux qui reçoivent les bobines. Cette disposition rend même l'appareil plus sensible : on sait en effet que le fer doux obéit plus facilement que l'acier aux variations de magnétisme qui lui sont communiquées.

La résistance totale des bobines varie entre 150 et 200 ohms.

Le réglage est opéré une fois pour toutes à la construction. A cet effet, la hauteur de l'électro-aimant est telle que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extrémités des noyaux affleurent les bords du boîtier de l'appareil. Cet affleurement est d'ailleurs assuré, après le montage de l'électro, en rodant tout l'ensemble sur un plan. La distance qui sépare la membrane des noyaux est alors déterminée au moyen d'une rondelle en laiton, d'épaisseur convenable, interposée entre le bord du boîtier et la membrane.

Un atelier de *téléphonométrie* existe au Service de la Vérification du matériel de l'Administration française et est chargé de n'admettre désormais sur les réseaux de l'État que les appareils donnant les meilleures garanties d'audition et de transmission. L'effort des constructeurs doit donc porter sur des procédés de fabrication assurant la plus grande uniformité de calibre et la plus grande sécurité d'assemblage des différentes pièces.

A ce point de vue, le dispositif de la rondelle et l'assemblage par vissage du couvercle collecteur des ondes sonores sur le boîtier n'offre pas de sérieuses garanties. Trop souvent la rondelle se perd, se fausse ou se déforme au cours du démontage ou du remontage ; le monteur n'a pas sous la main la rondelle du type qu'il faudrait ; il en met une ou trop mince ou trop épaisse ; ou bien il la replace par inadvertance au-dessus et non au-dessous de la membrane, etc. ; et alors la qualité du récepteur se trouve complètement modifiée, et dans des proportions souvent énormes. Il en est de même pour un serrage tant soit peu insuffisant ou excessif du couvercle sur le boîtier.

Il est donc à recommander aux monteurs de ne toucher qu'*exceptionnellement* et avec la plus extrême prudence aux récepteurs et seulement après avoir soigneusement repéré les positions relatives du couvercle et du boîtier, surtout pour les appareils poinçonnés depuis le 1er janvier 1924. Le même conseil doit être donné aux abonnés.

Les modèles de récepteur les plus récents ne comportent d'ailleurs aucune rondelle de réglage, la distance entre la plaque de bronze et les noyaux, ou plus exactement entre ces derniers et le bord du boîtier sur lequel repose directement la plaque, étant réglée à la construction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est à remarquer que, sauf certains modèles recherchés pour leur sonorité, les téléphones actuels ont une plaque vibrante relativement rigide. En effet, si le téléphone, employé comme transmetteur, exige une membrane souple, c'est-à-dire capable de faire des mouvements d'une amplitude suffisante pour influencer le champ magnétique de l'aimant ; il n'en est pas de même quand le téléphone est utilisé seulement comme récepteur. Car, d'une part, une membrane trop souple donne spontanément des vibrations propres, étrangères à celles produites par la parole et dénature par conséquent le timbre de la voix ; et d'autre part on a intérêt à avoir une membrane de fer doux assez épaisse pour diminuer la réluctance du circuit magnétique de l'aimant permanent, renforcer ainsi la force magnétique, et par conséquent l'intensité des vibrations sonores, et allonger la vie utile de cet aimant, qui tendrait à se désaimanter d'autant plus vite que son circuit magnétique serait moins bien fermé.

Parmi les nombreux types de téléphones admis sur les réseaux de l'État se trouve le téléphone Ader : c'est l'un des plus répandus, et c'est d'ailleurs un excellent modèle qui a été adopté pour les postes fournis par l'Administration des Téléphones. C'est pourquoi nous donnerons une description de cet appareil.

6. Récepteur Ader. — Désigné quelquefois sous le nom d'Ader n° 3, parce qu'il a été précédé de deux types un peu différents, ce téléphone est constitué de la manière suivante (*fig.* 6).

Le système magnétique est monté dans un boîtier en cuivre muni d'un anneau qui sert à suspendre l'appareil. L'aimant est un anneau plat composé de deux lames superposées. Sous les pôles sont fixées deux équerres en fer doux e, e', dont les parties verticales, munies de joues en cuivre, constituent les noyaux de deux bobines. L'ensemble est fixé au fond du boîtier par trois vis, dont deux, isolées du massif, supportent les bornes auxquelles aboutissent, d'un côté, les fils de l'électro-aimant et, de l'autre, les conducteurs du cordon souple qui relie l'appareil au poste.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les bords du boîtier se trouve une rondelle en cuivre qui reçoit la plaque vibrante. Un couvercle muni d'un pavillon en ébonite, ou toute autre matière analogue, est vissé sur le boîtier et maintient la membrane.

Dans l'épaisseur du couvercle, autour du trou central, se trouve un anneau en fer doux E, appelé *excitateur*. L'utilité de cette pièce, qui est exclusivement employée dans les téléphones Ader, est de renforcer le champ magnétique ; elle n'existe plus dans un modèle pour lequel on a recherché surtout la légèreté, puisque son boîtier est en aluminium.

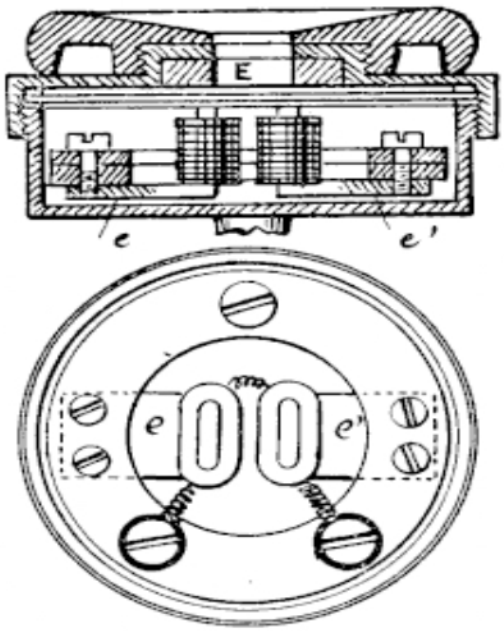


FIG. 6. — Téléphone Ader.

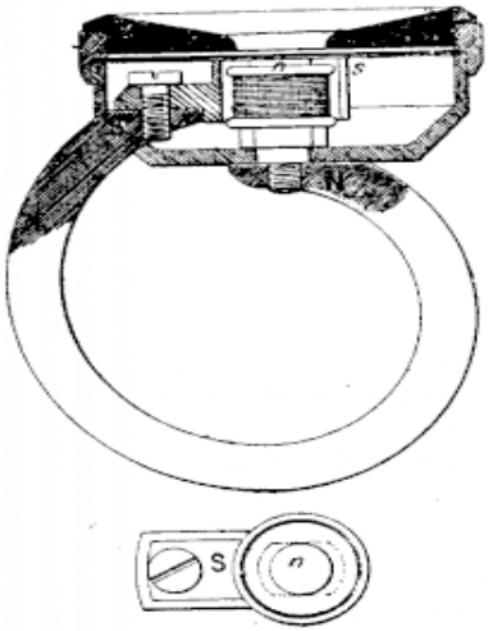


FIG. 7. — Téléphone type d'Arsonval.

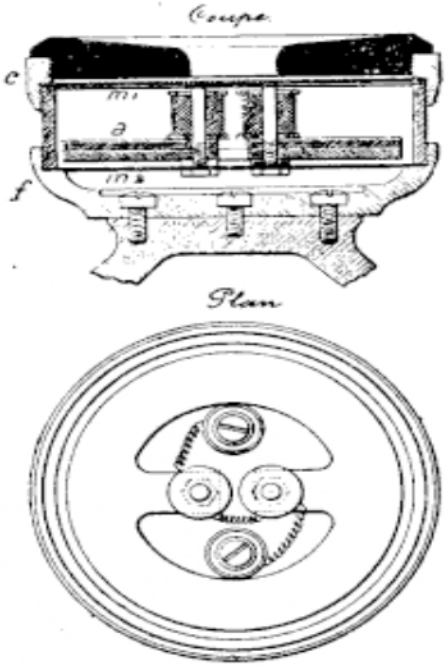


FIG. 8. — Téléphone Aubry.

7. Récepteurs Aubry et d'Arsonval. — Les figures 7 et 8

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont données à titre de renseignement et représentent des modèles de récepteurs qu'on rencontre assez souvent.

Le téléphone Aubry est à double bobine. Dans le modèle d'Arsonval, la bobine est unique et axiale. Elle est enveloppée par une pièce polaire annulaire et l'action magnétique sur la membrane s'exerce ainsi uniformément autour de son centre. Le circuit magnétique est presque fermé.

8. **Récepteur montre, modèle 1924** (*fig.* 9). — Le boîtier en laiton renferme un aimant en fer à cheval constitué par une

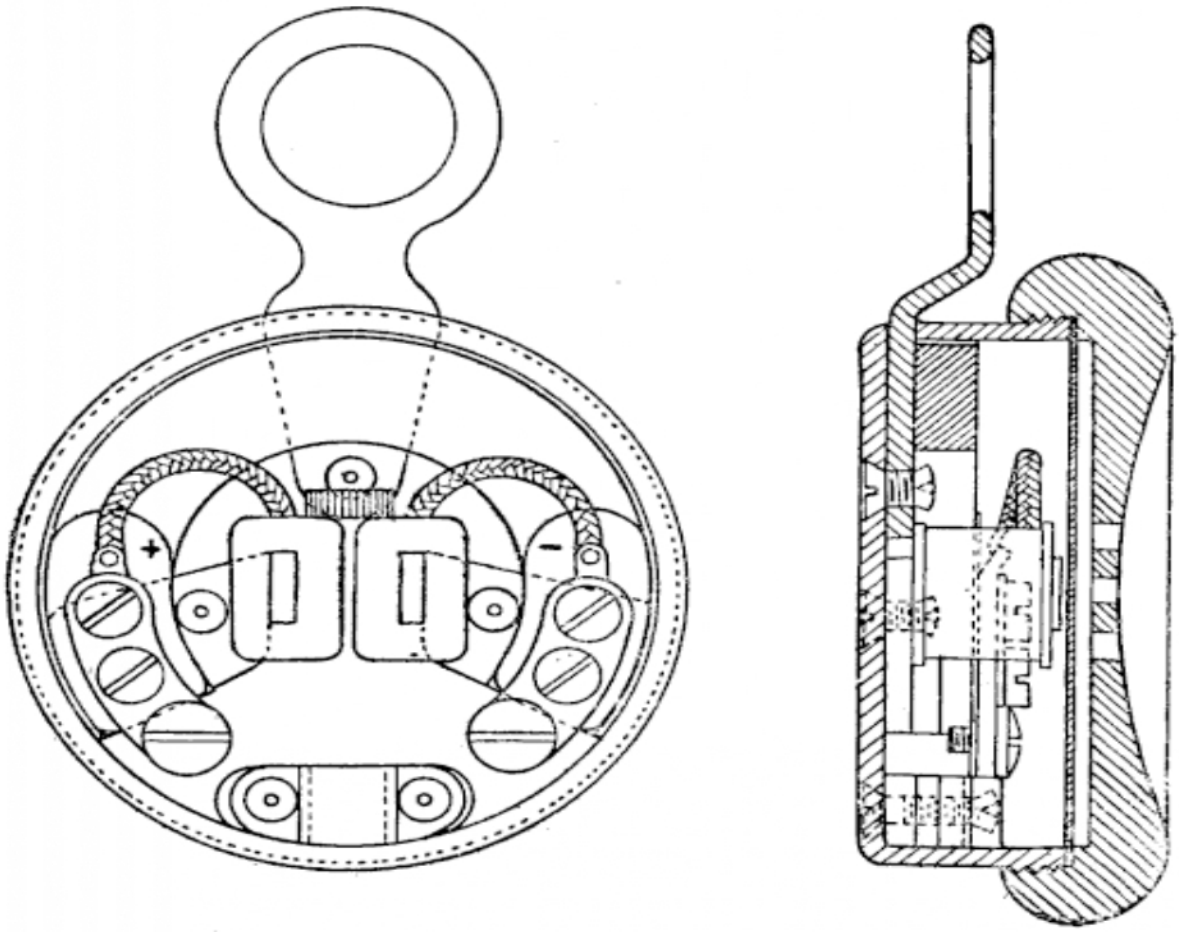


FIG. 9.

couronne circulaire de 260° d'ouverture, aux extrémités de laquelle sont fixées les deux pièces polaires en fer doux ; ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernières supportent les bobines dont les joues sont constituées par des pièces de maillechort soudées sur le noyau. L'enroulement de chaque bobine est constitué par environ 1.750 tours de fil de cuivre de 7/100 millimètres sous soie dont la résistance est d'environ 250 ohms. La résistance totale du récepteur sera donc d'environ 500 ohms.

La plaque vibrante repose directement sur le boîtier sans l'interposition de rondelle d'épaisseur ; elle est bloquée par le pavillon en bakélite moulée qui vient se visser sur le boîtier et dont le centre est percé de petits trous. Cette disposition permet aux ondes sonores d'atteindre l'oreille, mais empêche toute dégradation accidentelle de la plaque vibrante.

9. Récepteur électro-magnétique. — Nous avons vu (3) que le bon rendement de notre récepteur téléphonique dépend de l'aimantation initiale et que les conditions les plus favorables sont réunies lorsque cette aimantation est telle que nous soyons dans la partie rectiligne de la courbe d'aimantation avant qu'elle ne s'infléchisse (*fig.* 4). Pratiquement, cette condition ne peut être obtenue qu'en utilisant un aimant puissant et, par suite, lourd et très incommode. D'autre part, un aimant permanent perd, avec le temps, une partie de ses propriétés et cela d'autant plus rapidement que l'acier employé pour sa construction est de moins bonne qualité et il en résulte, par suite, que l'efficacité de notre récepteur diminue.

On peut remédier à ces inconvénients en provoquant l'aimantation initiale nécessaire, non plus par un aimant, mais par un courant permanent superposé, dans la bobine de notre appareil, au courant téléphonique proprement dit. Nous pouvons, pour nous rendre compte du fonctionnement de ce récepteur. ne pas tenir compte du courant permanent et supposer que l'attraction est due à un aimant de même valeur et, dans ce cas, nous retrouvons le fonctionnement des appareils déjà étudiés. Nous pouvons aussi, en appelant I le courant initial et i le courant téléphonique alternatif, remarquer que le courant total varie entre $I - i$ et $I + i$, et puisque l'effort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'attraction est proportionnel au carré de l'intensité tant que la saturation n'est pas atteinte, la variation de l'attraction est proportionnelle à :

$$(I + i)^2 - (I - i)^2 = 4Ii.$$

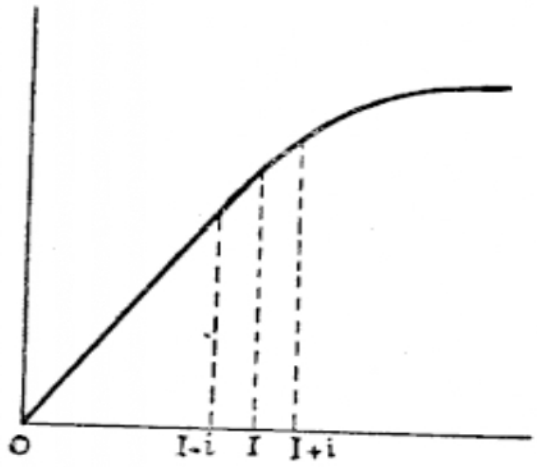


FIG. 10.

Nous voyons que nous retrouvons, par ce raisonnement, des résultats identiques à ceux obtenus pour le récepteur magnétique (*fig.* **10**).

On peut remarquer d'ailleurs que si le récepteur électromagnétique présente des avantages considérables de simplicité et de constance, il doit cependant, pour fonctionner dans les meilleures conditions, être parcouru par un courant d'intensité bien déterminé, ce qui peut obliger, dans le cas où le courant permanent fourni par une batterie d'accumulateurs

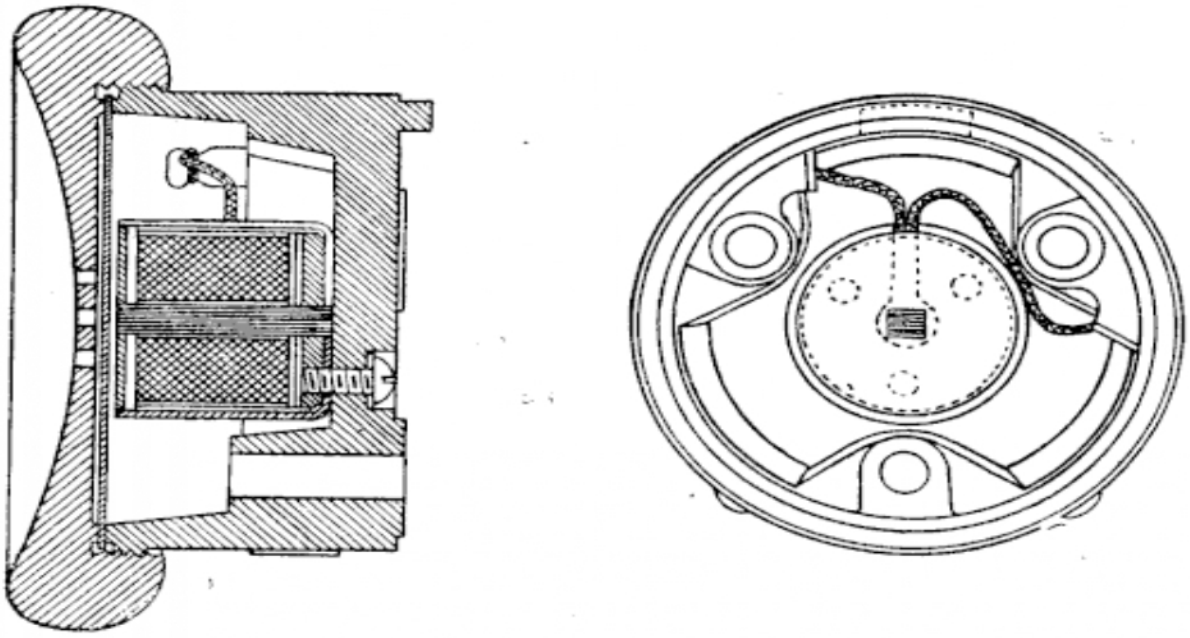


FIG. 11. — Récepteur modèle 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placée au bureau central dépend de la longueur de la ligne et, par suite, de sa résistance, à utiliser dans les appareils de ce type des résistances de réglage permettant d'amener l'intensité à la valeur optimum.

Nous décrirons comme téléphone de ce type le recepteur électromagnétique de l'appareil administratif modèle 1924 (*fig.* 11). Il comporte une bobine unique placée au centre d'un boîtier en bakélite et entourée par un cylindre en fer doux réuni à sa base au noyau de fer doux ; le cylindre est fendu suivant une génératrice pour laisser passer les deux extrémités du bobinage. Sur la partie superieure du boîtier se trouve placée la membrane vibrante sans interposition de bague de réglage, la distance entre cette membrane et le noyau étant réglée lors de la construction. Un couvercle en bakélite, percé de trous, vient bloquer les bords de la membrane sur le boîtier. Le circuit magnétique de cet appareil est presque fermé et l'action sur la membrane s'exerce régulièrement autour de son centre comme dans le récepteur d'Arsonval. Ce récepteur est très puissant et présente, en outre, une grande légèreté grâce à sa constitution en bakélite (variété de résine synthétique) et à la faible quantité de métal entrant dans sa construction.

Il existe d'autres modèles de récepteurs électromagnétiques dont le principe ne diffère d'ailleurs que légèrement du précédent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

LE MICROPHONE

10. Principe. — Bien avant l'invention du téléphone, on connaissait la propriété que possèdent les corps conducteurs de faire varier la résistance d'un circuit, lorsque, intercalés dans ce circuit, des morceaux superposés de ces corps sont soumis à des pressions variables.

Cette propriété avait d'ailleurs été pratiquement utilisée pour la construction de *rhéostats* constitués par du charbon en poudre placé dans un tube et soumis à la pression, plus ou moins grande, d'un piston mû par une vis.

On conçoit sans peine, quand on sait que les corps qui nous paraissent les mieux polis présentent, vus au microscope, des surfaces hérissées d'aspérités, que, si deux fragments d'un corps conducteur, reposant simplement l'un sur l'autre, viennent à subir une pression, le nombre de leurs points de contact est augmenté ; donc, si les deux fragments ferment un circuit, la résistance de celui-ci diminue. Si la limite d'élasticité des aspérités n'a pas été dépassée, tout reprend sa place dès que la pression cesse, et la résistance redevient la même qu'auparavant. En un mot, la résistance et, par conséquent, l'intensité du courant dépendent de l'intimité plus ou moins grande des contacts. C'est l'observation de ce phénomène qui a amené Edison et Hughes à l'invention du *microphone*.

L'invention d'Edison a précédé un peu celle de Hughes ; toutefois, en raison de l'extrême sensibilité du microphone de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce dernier, c'est celui-ci qui est resté, pour ainsi dire, le type fondamental de ce remarquable instrument.

Les contacts des microphones sont généralement constitués par du graphite. Le choix de ce corps se justifie d'abord par sa grande résistivité qui provoquera par suite des variations plus importantes de résistance que si le corps choisi était très bon conducteur et, d'autre part, par son inaltérabilité sous l'action des petites étincelles qui peuvent se produire. Si une raison quelconque oblige à constituer en métal l'une des électrodes d'un microphone, on sera, par suite, conduit à prendre un métal inoxydable et dans certains cas on utilise des plaques dorées.

Examinons en détail les phénomènes électriques engendrés par des contacts imparfaits et supposons que nous constituons un circuit comprenant une pile de force électromotrice E, une résistance R et un contact imparfait de résistance variable r ; et nous admettrons de plus que cette résistance r est inversement proportionnelle à la pression.

L'intensité du courant sera :

$$i = \frac{E}{R + r}.$$

Si la pression croît de p_1 à p_2, la résistance microphonique décroît de r_1 à r_2 et l'intensité croît de

$$i_1 = \frac{E}{R + r_1} \qquad \text{à} \qquad i_2 = \frac{E}{R + r_2}.$$

Par suite, la variation d'intensité est :

$$i_2 - i_1 = E\left(\frac{1}{R + r_2} - \frac{1}{R + r_1}\right),$$

ou encore :

$$i_2 - i_1 = E\,\frac{r_1 - r_2}{(R + r_1)(R + r_2)}.$$

Nous voyons que cette variation d'intensité est d'autant plus grande que la variation de résistance est elle-même plus élevée et que, d'autre part, le dénominateur est plus petit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire, en définitive, que R est faible. Il faudra donc que la résistance extérieure R ne soit pas très élevée si nous voulons avoir un bon rendement de notre microphone. On peut montrer que les conditions les plus favorables sont réalisées lorsque la résistance extérieure est égale au tiers de la résistance moyenne du microphone :

$$3R = r_0.$$

D'après ce qui précède, lorsque les ondes sonores, émises par exemple par un diapason, rencontrent une membrane en liaison mécanique avec nos contacts imparfaits, elles provoquent des variations de pression, donc de résistance et d'intensité, et nous obtenons un courant alternatif de même fréquence que les ondes sonores. Toutefois, si on développait l'étude de ces contacts microphoniques, on pourrait constater que des courants harmoniques prennent également naissance, c'est-à-dire des courants de fréquence multiple de celle des ondes sonores ou du courant fondamental. L'intensité de ces courants harmoniques est d'autant plus intense que les variations de résistance sont fortes par rapport à la résistance R extérieure du circuit ; il faut remarquer que ces harmoniques sont des déformations du courant fondamental et que, dans le récepteur, ils altéreront par suite le timbre des sons qui ne seront plus fidèlement la reproduction des sons émis devant le transmetteur.

Nous pouvons en tirer cette conclusion que lorsque nous augmentons trop la puissance à transmettre par un microphone, c'est au détriment de la fidélité de la reproduction des sons.

11. Microphone Hughes. — Deux morceaux de charbon de cornue sont fixés sur une planchette verticale et leurs faces en regard sont légèrement creusées afin de recevoir les pointes d'un crayon de même matière (*fig.* 12). Le crayon n'est pas serré, mais s'appuie par son propre poids sur le bloc inférieur et est maintenu simplement par le bloc supérieur.

La planchette est fixée sur un socle portant deux bornes qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont reliées aux blocs et qui permettent d'introduire l'appareil dans un circuit. L'ensemble repose sur des pieds en caoutchouc qui amortissent les vibrations qui pourraient provenir du support.

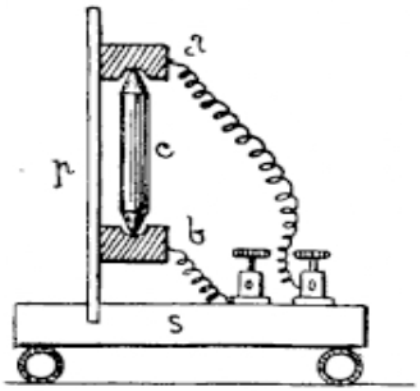


FIG. 12. — Microphone Hughes.

Si nous constituons un circuit comprenant une pile, le microphone et un récepteur (*fig.* 13), nous pouvons parler devant la planchette et le récepteur reproduit les paroles prononcées. En effet, les vibrations de la planchette font varier l'intensité des contacts entre le crayon et ses supports; nous pouvons, en particulier, remarquer que puisque le crayon repose sur sa pointe, il tend à basculer, mais est retenu par le bloc supérieur sur lequel il exerce en réalité une pression, que les vibration de la planchette font varier ; de ces variations de pression, donc de résistance de contacts, résultent des variations de l'intensité qui parcourt notre circuit et notamment le récepteur ; la membrane de ce dernier reproduit alors les vibrations de la planchette du récepteur du microphone par le mécanisme déjà étudié précédemment.

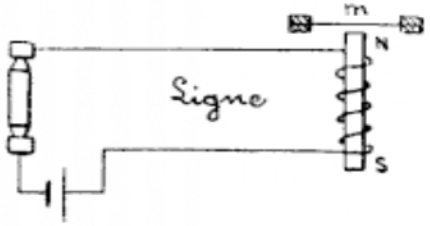


FIG. 13.

12. Microphone Edison. — Le microphone d'Edison est formé de deux disques, l'un en charbon et l'autre en platine, sur lesquels la plaque vibrante s'appuie légèrement, au repos, par l'intermédiaire d'un bouton en ivoire.

Le mécanisme du fonctionnement de cet appareil est identique à celui du microphone Hughes, toutefois il est moins sensible que ce dernier.

13. Inconvénients du microphone Hughes. — Le microphone Hughes prête cependant à quelques critiques qui ont été évi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tées dans les types qui en dérivent. En particulier, cet appareil doit sa grande sensibilité à l'extrême mobilité du crayon, mais cette mobilité devient un inconvénient si les vibrations de la planchette sont assez intenses pour que le crayon, cessant de s'appuyer sur un des blocs, rompe le circuit ; dans ce cas, on a alors production d'étincelles et coupure brusque du courant qui occasionnent des bruits désagréables dans le récepteur. D'autre part, ce microphone intercale dans le circuit deux contacts imparfaits en série, et puisque la pression de ces contacts est faible, leur résistance est assez élevée.

Dans les microphones actuels, ces inconvénients sont supprimés grâce à un plus grand nombre de points de contact associés en parallèle. On diminue par ce procédé la résistance du microphone et, du même coup, les risques de rupture du circuit. Les modèles les plus récents et les plus puissants sont constitués par des pièces en charbon entre lesquelles se trouvent des grains de graphite plus ou moins gros.

Nous allons étudier les principaux microphones qui ont été admis sur les réseaux de l'État ; certains de ces appareils ne présentent d'ailleurs plus guère d'autre intérêt que de montrer la continuité des progrès accomplis.

14. Microphone Ader. — Il est formé de trois barres carrées en charbon, percées transversalement chacune de cinq trous (*fig.* 14). Les trois barres sont fixées parallèlement, à l'aide de boulons, sous une planchette vibrante en sapin et réunies par deux séries de cinq cylindres en charbon dont les tourillons reposent librement dans les trous des barres. Les fils de communication sont fixés aux deux barres extrêmes. La planchette est collée par l'intermédiaire de bandes en caoutchouc, sur les bords d'une

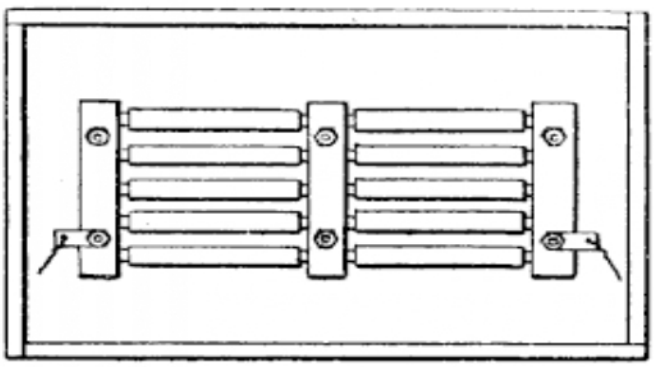


FIG. 14. — Microphone Ader.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîte dont le dessus est légèrement incliné comme un pupitre.

15. Microphone P. Bert et d'Arsonval. — La planchette est verticale ; trois barres de charbon sont placées horizontalement derrière elle, la plus longue en haut, les deux petites en bas (*fig.* 15). Ces dernières sont réunies à la première par deux paires de cylindres en charbon. Pour atténuer la grande mobilité de ces cylindres, placés dans les mêmes conditions que le crayon du microphone Hughes, ces pièces sont enveloppées d'une chemise en fer doux qui est attirée par un aimant. Celui-ci est monté sur une lame de laiton, formant ressort, qui permet de régler la sensibilité de l'appareil. Ce réglage, qui consiste à approcher plus ou moins les pôles de l'aimant des chemises en fer, s'opère, suivant les modèles, soit à l'aide d'une vis, soit au moyen d'un excentrique.

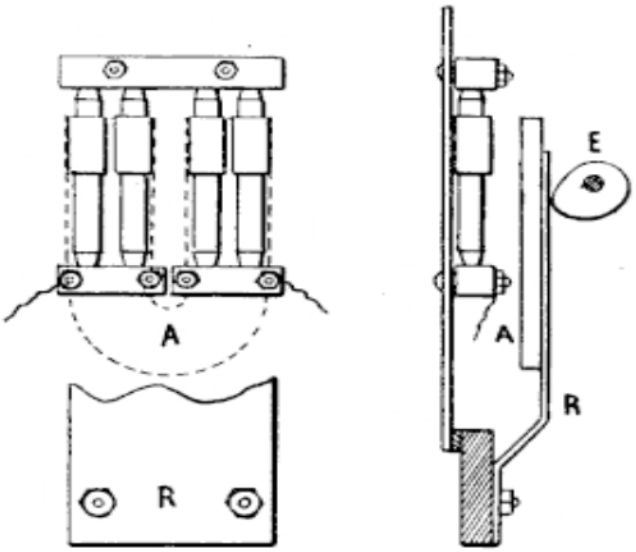


FIG. 15. — Microphone P. Bert et d'Arsonval.

16. Microphone Solid-Back. — Beaucoup de microphones à grenaille, d'ailleurs excellents, ont procédé le *Solid-Back*, mais en raison de son extrême sensibilité et de sa puissance, ce microphone a été surtout adopté comme appareil d'opérateur dans les bureaux centraux. Il permet, en effet, de parler sans élever la voix, et l'on comprend l'importance de cette qualité dans une salle où un personnel nombreux doit répondre aux demandes des abonnés.

D'autre part, les microphones des postes d'abonnés les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récents dérivent directement du solid-back et il justifie à ces divers titres une étude très détaillée.

Le solid-back est constitué, en principe, par deux pastilles de charbon dont les surfaces, parfaitement polies, sont en contact avec des grains de graphite.

L'appareil comprend deux parties : le microphone proprement dit et le boîtier.

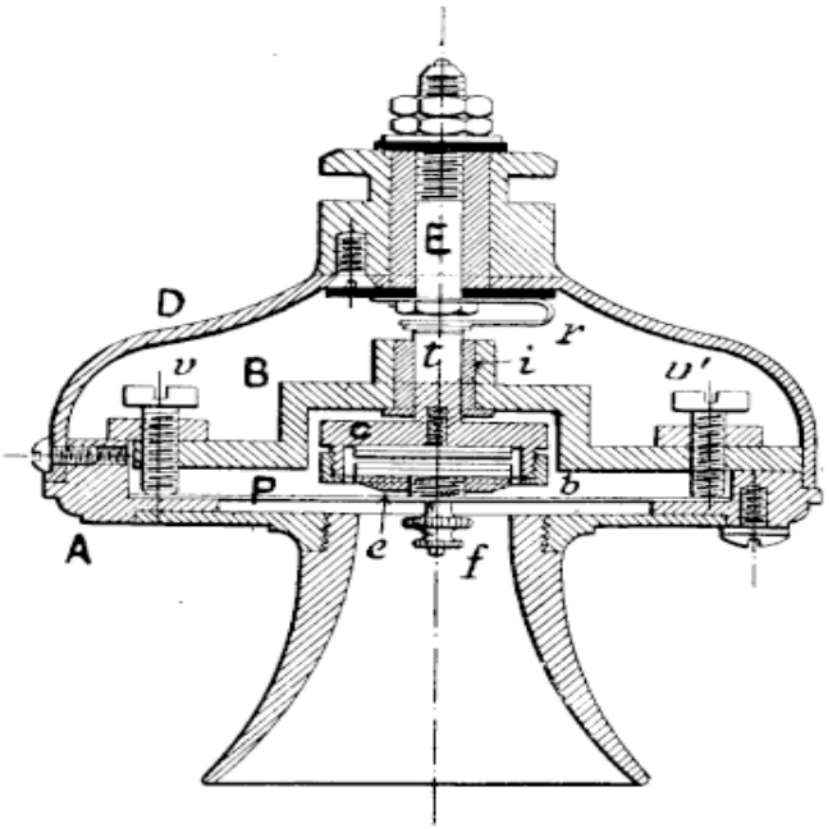


FIG. 16. — Microphone Solid-Back.

Le premier est composé : 1° de deux pastilles de charbon fixées sur des disques en cuivre munis de tiges filetées (*fig.* 16) ; 2° d'une cuvette en laiton C, munie d'une bague *b* vissée sur son pourtour, et dont le fond porte extérieurement une tige cylindrique *t*. Le premier disque est vissé dans le fond de la cuvette. Sur la tige filetée du deuxième disque est enfilée une rondelle de mica d'un diamètre supérieur à celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du disque et maintenue au moyen d'un écrou plat *e* de forme conique.

Le boîtier est composé :

1° D'une couronne en cuivre A munie d'un rebord intérieur sur lequel vient reposer la plaque vibrante P. Cette plaque est en tôle et percée d'un trou central. Un disque, muni d'une embouchure, est placé devant la plaque ;

2° D'un pont transversal B, vissé des deux côtés sur la couronne et portant deux vis à contre-écrous *v*, *v'* qui viennent passer sur la plaque. Le centre du pont porte un collier de serrage garni d'un manchon *i* en matière isolante ;

3° D'un couvercle D également vissé sur la couronne et dont le centre est garni d'un boulon isolé E portant, du côté intérieur, un ressort-lame replié *r*.

Si l'on suppose le couvercle et le pont enlevés et le microphone démonté, voici comment on procède au montage :

Après avoir garni la cuvette de 4 décigrammes de graphite en poudre, on pose dessus le deuxième disque ; la rondelle de mica vient s'appuyer sur les bords, et la bague, vissée sur la cuvette, maintient le tout. On introduit alors la tige filetée du deuxième disque dans le trou central de la plaque vibrante, et deux écrous *f*, serrés successivement sur celle-ci, la rendent solidaire du microphone. L'ensemble est placé dans le fond du boîtier et le pont mis en place ; dans cette situation, le collier vient entourer librement la tige *t* de la cuvette. On enfonce alors les deux vis *v*, *v'* jusqu'à contact de la membrane, de façon à la caler dans le fond du boîtier et l'on serre les contre-écrous. Puis l'on tourne la vis de serrage du collier, et le microphone se trouve ainsi fixé sur le pont.

On place enfin le couvercle dont le ressort vient prendre contact avec le bout de la tige de la cuvette.

Ainsi qu'on le voit, l'un des charbons est mis, par la plaque, en relation avec le massif, et l'autre, par la cuvette, est relié au boulon du couvercle. C'est donc par l'intermédiaire de ce boulon et du massif du boîtier que le microphone est introduit dans le circuit.

Quand on parle devant l'appareil, la plaque, en vibrant, en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traîne le disque qui est fixé derrière elle, grâce à la flexibilité de la rondelle de mica, et le charbon antérieur comprime plus ou moins le graphite. Dans ces conditions, puisque le graphite se présente sous forme de poudre ou plus exactement de petits grains, nous voyons que pour aller du charbon antérieur au charbon postérieur, le courant doit traverser en série de nombreux grains. Dans la compression du graphite qui résulte des vibrations, les contacts de ces grains sont mieux assurés et la résistance totale du chemin emprunté par le courant peut varier dans d'assez fortes proportions ; mais, d'autre part, le courant peut emprunter une multitude de chemins élémentaires tel que celui que nous venons de considérer pour aller d'une plaque de charbon à l'autre et tous ces chemins sont montés en parallèle; il en résulte que la variation de résistance du microphone sera bien proportionnée à l'amplitude des vibrations de la membrane puisque les variations excessives de résistance de l'un des chemins élémentaires que nous avons envisagés ont les plus grandes chances de se trouver compensées par des variations inverses de la résistance d'autres chemins élémentaires. De là résultent les qualités de pureté et de fidélité de l'appareil pour la transmission de la voix.

On peut remarquer, en outre, que la résistance moyenne du microphone dépendra de la grosseur des grains de graphite employés, Aussi y a-t-il avantage à n'utiliser que du graphite dont les grains ont été calibrés par un passage à travers plusieurs cribles de finesse différente, chaque grosseur des grains pouvant s'approprier plus particulièrement à des circuits déterminés, puisque nous avons vu que la puissance du microphone dépend du rapport entre la résistance du circuit extérieur et sa résistance propre.

Le mot anglais « Solid-Back » marque la solidité ou plutôt la fixité du « fond » de l'appareil, c'est-à-dire de la plaque de charbon arrière du microphone. Elle ne bouge pratiquement pas à cause du lourd ensemble métallique sur lequel elle est fixée. Seule la plaque avant se déplace, et les impulsions sonores qu'elle reçoit agissent uniquement en son centre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

17. Microphone de l'Administration, modèle de 1902. — C'est le modèle qui est monté sur les appareils de l'Administration, modèle 1902. Il a beaucoup d'analogie avec le microphone Hunnings que le Solid-Back a remplacé dans les bureaux centraux (*fig.* 17).

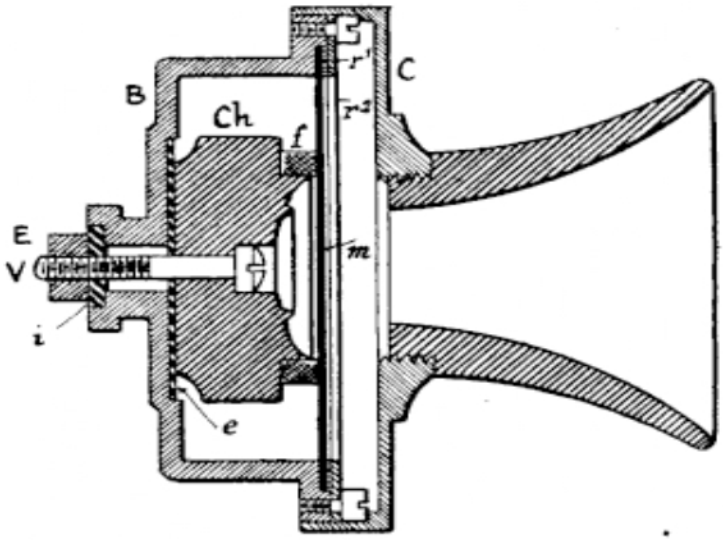


FIG. 17. — Microphone de l'Administration (1902).

Au fond d'un boîtier en cuivre, isolé par une rondelle d'ébonite, est fixé un bloc cylindrique de charbon C*h* dont la face antérieure présente une double gorge circulaire. La vis de fixation V est maintenue extérieurement par un écrou E. qui serre sur une rondelle d'ébonite. Dans les premiers appareils construits, une couronne en feutre *f* entourait le bloc de charbon de manière à maintenir la grenaille placée sur celui-ci ; cette couronne a été supprimée. Une membrane de charbon *m*, serrée sur le pourtour du boîtier par un anneau, vient prendre contact avec la grenaille. Enfin, un couvercle, muni d'une embouchure, recouvre la membrane.

Le microphone est placé dans une ouverture pratiquée dans la paroi antérieure de l'appareil et maintenu par une couronne. Cette disposition permet de faire tourner l'instrument sur lui-même pour remédier, en cas de besoin, au tassement de la grenaille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les communications sont établies par l'intermédiaire de deux ressorts fixés dans la boîte et qui viennent prendre contact, l'un avec le boîtier, l'autre avec l'extrémité de la vis de fixation du bloc de charbon.

18. Capsule microphonique amovible, modèle administratif 1910. — Un disque en charbon, présentant des rainures circulaires et sept trous coniques, est vissé sur un disque de cuivre muni d'une vis centrale (*fig.* 18). Cet ensemble est posé sur une plaque d'ébonite, et fixé au fond d'une capsule en laiton au moyen d'un écrou porté par la vis centrale et serrant sur une rondelle d'ébonite. Les rainures et les cavités sont garnies de boules de charbon et une membrane de même matière, maintenue par un anneau fileté, ferme la capsule.

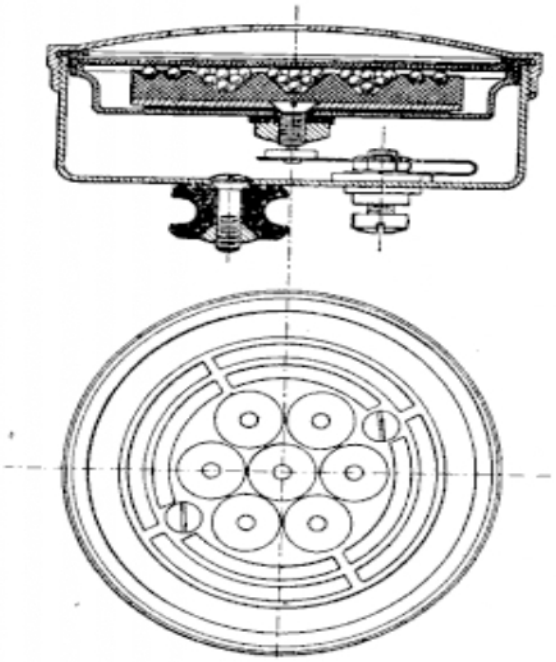


FIG. 18. — Capsule microphonique amovible dans son boîtier.

On met de 9 à 10 granules par trou et les rainures sont garnies en laissant un vide correspondant à 2 granules.

Dans la capsule microphonique amovible du modèle administratif 1910 le boîtier est muni de deux bornes dont l'une est isolée. Quand on place la capsule dans le boîtier, la vis centrale se met en relation avec un ressort-lame porté par la borne isolée ; le disque en charbon est donc relié à celle-ci, et la membrane à l'autre borne, par le massif. Le boîtier est fermé par un couvercle percé de trous.

L'avantage d'un microphone ainsi disposé est de se prêter à la substitution rapide d'une capsule en bon état à une capsule défectueuse. Celle-ci est alors rapportée à l'atelier et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réparée dans de meilleures conditions que si le travail avait dû être exécuté sur place.

Aussi les capsules amovibles constituent un grand progrès pour l'entretien des postes d'abonnés et a-t-on étudié des dispositifs permettant de les adopter dans les boitiers des microphones précédemment en service (*fig.* 19 et 20).

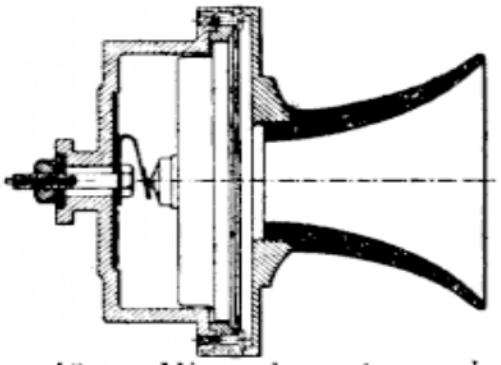


FIG. 19. — Microphone type administration modèle 1902 modifié pour recevoir la capsule microphonique modèle 1910.

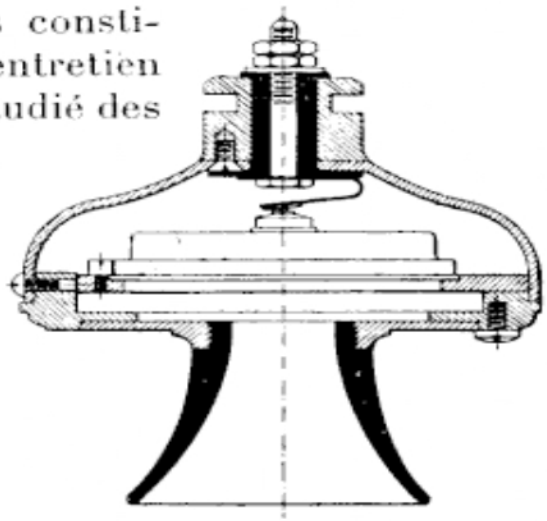


FIG. 20. — Microphone Solid-Back modifié pour recevoir la capsule microphonique modèle 1910.

19. Microphones pour batterie centrale intégrale. — Les appareils du modèle administratif 1918 sont dits à batterie centrale intégrale. Comme nous le verrons plus loin, l'alimentation du microphone se trouve réalisée grâce à une batterie unique d'accumulateurs, située au bureau central, d'où découle d'ailleurs le nom de batterie centrale.

Ainsi que nous l'avons vu précédemment (**10**), pour avoir un bon rendement du microphone, il faut que les variations de résistances soient assez grandes vis-à-vis de la résistance extérieure qui comprend ici la ligne entre l'abonné et le bureau et, pour que ces variations soient notables, il faut que la résistance moyenne de la capsule soit elle-même élevée, ce qui oblige à utiliser un graphite très fin. La résistance de ces capsules varie donc entre 50 et 200 ohms.

Dans ces conditions, pour que le courant d'alimentation du microphone soit suffisant, malgré la résistance de la ligne, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

batterie d'accumulateurs devra avoir un voltage assez considérable ; on adopte généralement des tensions de 24 volts ou de 48 volts, ces dernières plus particulièrement dans les réseaux automatiques. Il en résulte que la construction des capsules microphoniques à batterie centrale doit faire l'objet de précautions spéciales pour éviter la production d'étincelles qui pourraient les détériorer; or, les étincelles sont en réalité des petits arcs qui se produisent lors de la rupture des circuits ; on devra donc disposer le graphite de façon à diminuer les chances de rupture. Il faut ajouter, d'ailleurs, qu'outre l'inconvénient de détérioration du graphite par les étincelles (brûlage), il en résulte des bruits de friture désagréables et que, de plus, dans les réseaux automatiques, les ruptures du circuit provoquent la coupure de la communication.

20. Capsule microphonique amovible 1918 (*fig.* 21). — Cette capsule est conçue sur le même principe que la capsule 1910, mais le disque de charbon inférieur est remplacé par une plaque de charbon de plus faible épaisseur. Une rondelle de feutre, découpée de façon à présenter des évidements, est placée et légèrement comprimée entre la plaque inférieure et la membrane vibrante également en charbon. Les alvéoles sont remplies de poudre de graphite. Le rôle du feutre est d'empêcher le tassement du graphite qui se produirait plus facilement s'il était contenu dans une cavité unique et, de plus, il empêche le graphite de s'échapper.

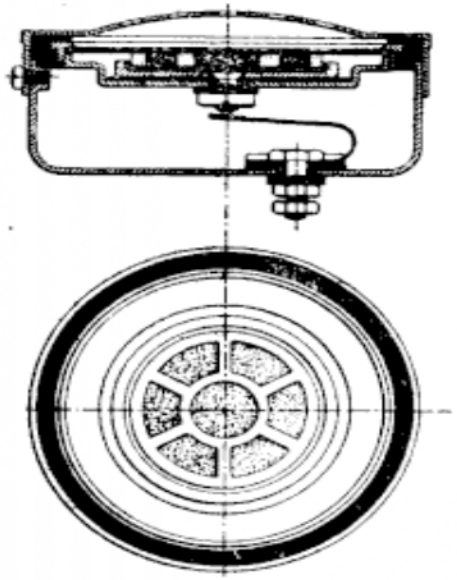


FIG. 21. — Boîtier avec capsule microphonique amovible mobile 1918, pour réseau à batterie centrale intégrale.

La fixation de la capsule amovible dans le boîtier et les prises de contact sont identiques à celles de la capsule 1910.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

21. Capsule microphonique 1924. — Le support de cette capsule est en aluminium verni et il porte à la partie inférieure un filetage qui permet de le fixer sur le boîtier en bakélite. A la partie supérieure est ménagée une portée qui reçoit la plaque vibrante en aluminium ; une bague, engagée dans une gorge située immédiatement au-dessus de la plaque,

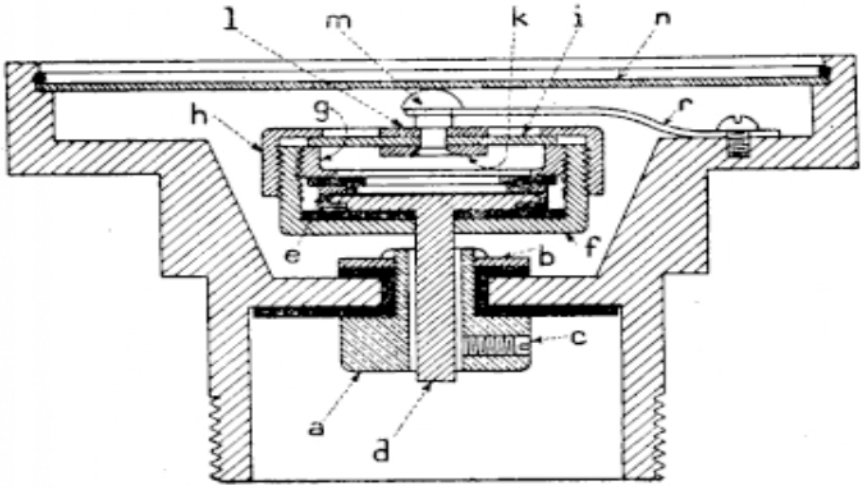


FIG. 22

la maintient en place. Une cloison, dans la partie centrale du support, sépare l'espace utilisé par la capsule de la partie postérieure où seront prises les connexions ; cette cloison est traversée par une tige creuse en laiton *a* terminée en bas par une tête à six pans et rivée au-dessus de la cloison sur une rondelle de maillechort *b* ; des rondelles en carton bakélisé et un canon en ébonite isolent ces deux dernières pièces de la cloison d'aluminium, donc de la masse du support. Les deux bornes de notre capsule seront donc constituées par le support d'une part et l'écrou à six pans d'autre part. Une griffe fixée sur le boîtier en bakélite assurera le contact avec l'écrou ; le filetage dans lequel est vissé le support constituera le second contact. Un trou fileté ménagé dans l'épaisseur de la tête à six pans *a* reçoit une vis *c* qui vient bloquer la tige *d* de la capsule proprement dite, assurant ainsi sa fixation. Après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montage, cette vis est masquée par un bloc isolant qui en interdit le démontage.

Deux types principaux de capsules ont été utilisés, dérivant tous deux de la capsule solid-back.

Dans les capsules du premier type, une des électrodes est constituée par un anneau de laiton *e*, serti sur un disque de laiton qui fait corps avec la tige de fixation *d* et qui est recouvert, sur son plan supérieur, par un disque de mica ; cette pièce repose sur une cuvette de laiton *f* dont elle est isolée par un disque de mica ; une bague *g* vissée sur la paroi intérieure de la cuvette permet de bloquer l'électrode *e*, un second disque de mica interposé assurant l'isolement ; cette bague *g* constitue la seconde électrode annulaire également. Sur le bord de la bague repose un disque mince de nickel *i* ; au centre de ce disque sont placés, d'une part, une rondelle de bakélite *k*, munie d'un prisonnier de laiton fileté qui traverse le disque *i* et d'autre part, un petit disque de laiton *l* ; un bouton *m* vient visser sur la tige filetée du prisonnier et assemble les quatre pièces *i*, *k*, *l* et *m*. Un couvercle *h* en laiton, vissé sur la cuvette, vient bloquer les bords du disque *i*, assurant ainsi la fermeture de la capsule. Du graphite en poudre est enfermé dans l'espace clos situé entre les deux électrodes ; on peut remarquer que cette cavité n'a pas une forme simple, les deux électrodes étant annulaires et la rondelle supérieure de mica pénètre à l'intérieur ainsi que la pièce de bakélite fixée à l'électrode vibrante ; ces dispositions empêchent le tassement du graphite en même temps que la bakélite joue le rôle d'agitateur répartissant mieux les pressions sur le graphite.

Les vibrations n'agissent pas directement sur l'électrode vibrante *g*, mais le champignon qui lui est solidaire est maintenu contre la plaque vibrante d'aluminium *n* par un ressort *r* en maillechort, terminé en fourche, qui tend à soulever le champignon. Par ce procédé, ce sont les vibrations du centre de la membrane, donc les plus grandes qui sont transmises au graphite.

L'agitateur en bakélite laisse dégager des vapeurs de phénol qui altèrent le graphite et le rendent résistant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La résistance de cette capsule varie de 200 à 250 ohms.

Dans les capsules du deuxième type, l'électrode arrière est constituée par un disque de charbon poli *a* soudé à l'étain sur un disque de laiton *b* qui visse dans le fond d'une cuvette en laiton *c* ; une rondelle *d* et un cylindre *e* en papier glacé isolent le fond et la paroi de la cuvette et limitent ainsi l'électrode arrière au disque de charbon. Un anneau en mica *m*

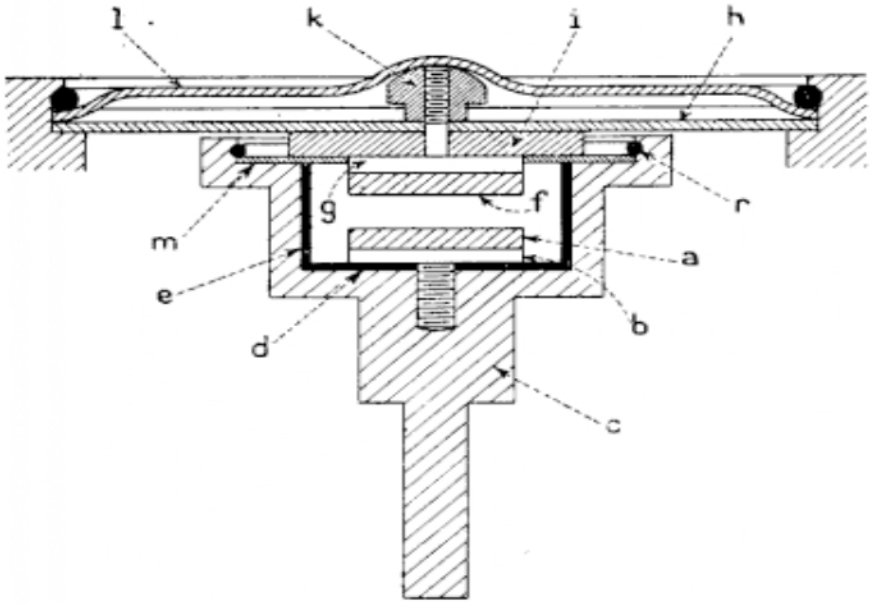


FIG. 23.

isole le bord supérieur et est maintenu par un ressort bague fendu *r*. L'électrode avant est constituée comme la précédente par un disque de charbon *f* soudé sur un disque de laiton *g* ; un diaphragme en aluminium *h* et une rondelle de drap *i* sont bloqués contre le disque de laiton par un écrou K. La rondelle de drap s'appuyant sur le mica empêche le graphite de s'échapper de la chambre à grenaille constituée entre les deux électrodes. Le diaphragme d'aluminium repose sur le boîtier-support et contre l'électrode avant en même temps qu'il assure la connexion de cette électrode au boîtier. Les vibrations de l'air sont reçues par un couvercle en laiton *l* dont le centre épouse la forme de l'écrou *k*. Cette disposition

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permet de transmettre à l'électrode les vibrations de plus grande amplitude qui sont évidemment celles du centre du couvercle. Ce couvercle est serti dans le boîtier par un ressort bague fendu comme dans le type précédent. La charge de grenaille est de 400 milligrammes ou $0^{cm3},450$. La pression du couvercle sur l'électrode supérieure est d'environ 100 grammes.

La résistance de cette capsule varie de 60 à 80 ohms.

22. Variation de la résistance des capsules microphoniques avec l'intensité. — Constituons un circuit comprenant une source d'énergie de tension E (piles ou accus), une résistance variable R, un ampèremètre A et un microphone M de résistance r.

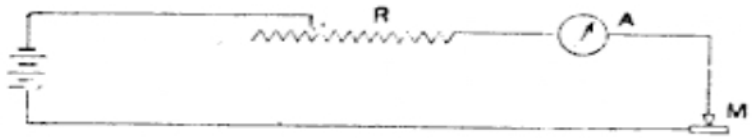


FIG. 24.

En appliquant la loi d'Ohm à ce circuit, nous avons :

$$I = \frac{E}{R + r},$$

I est lu à l'ampèremètre et nous pouvons écrire :

$$r = \frac{E}{I} - R.$$

Si nous faisons varier R, nous constatons que r varie aussi, c'est-à-dire que la résistance moyenne du microphone varie ; elle sera d'autant plus grande que R sera grand ou, en d'autres termes, que l'intensité du courant I sera plus faible.

On peut expliquer ce phénomène par la remarque suivante. Contrairement aux métaux dont la résistance augmente avec la température, la résistance du charbon décroît quand la température augmente.

Or, plus l'intensité dans le microphone est grande, plus le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graphite chauffe, surtout que les contacts entre les grains sont imparfaits, c'est-à-dire présentent des sections très faibles qui s'échauffent par suite facilement, et il en résulte une diminution de la résistance. Voici, à titre d'exemple (*fig.* 25), une courbe relevée sur une capsule à B. C. du modèle 1924, montrant cette variation en fonction de l'intensité

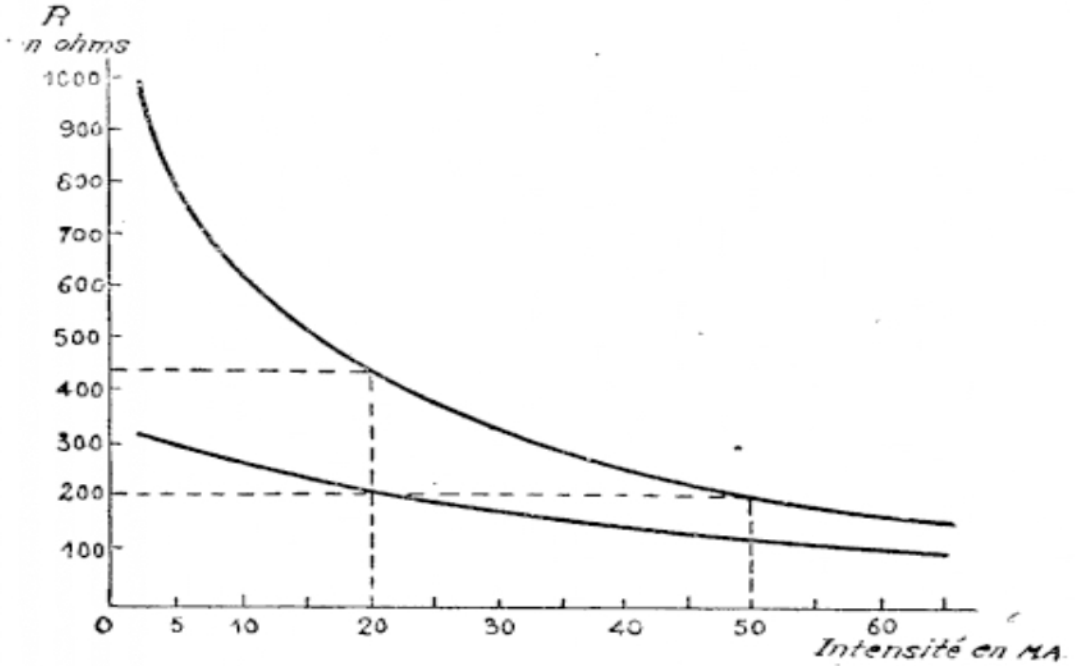


FIG. 25. — Courbes de variation avec l'intensité de capsules microphoniques. — Modèle 1924.

comptée en milliampères. Naturellement, ces variations sont d'autant plus sensibles que la résistance de la capsule est grande; à peine sensibles sur une capsule pour batterie locale très peu résistante, elles deviennent considérables pour une capsule pour batterie centrale de résistance normale de 00 ohms.

Cette constatation nous amène à cette conclusion : la résistance d'une capsule doit être mesurée dans les conditions normales d'emploi de cette capsule en l'alimentant sous la même tension et à travers la même resistance qu'en fonctionnement réel. Il faut donc proscrire pour la mesure de ces résistances l'utilisation d'un voltmètre à grande résistance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

23. Fixation du microphone et du récepteur. — Les deux organes essentiels que nous venons d'étudier : récepteur et microphone, d'un appareil d'abonné, peuvent être montés indépendamment l'un de l'autre ; par exemple, le microphone peut être fixé sur un appareil mural et le récepteur relié à ce dernier par un cordon souple, mais, dans ce cas, des précautions spéciales doivent être prises pendant les communications, les paroles devant être prononcées devant et aussi près que possible du microphone. On conçoit d'ailleurs que cette disposition présente quelques difficultés si les différentes personnes qui font usage de l'appareil sont de taille très différente. Dans d'autres cas, le microphone sera fixé sur un appareil mobile ; on pourra le déplacer pour le maintenir à proximité de la bouche, le récepteur étant toujours relié par un cordon souple.

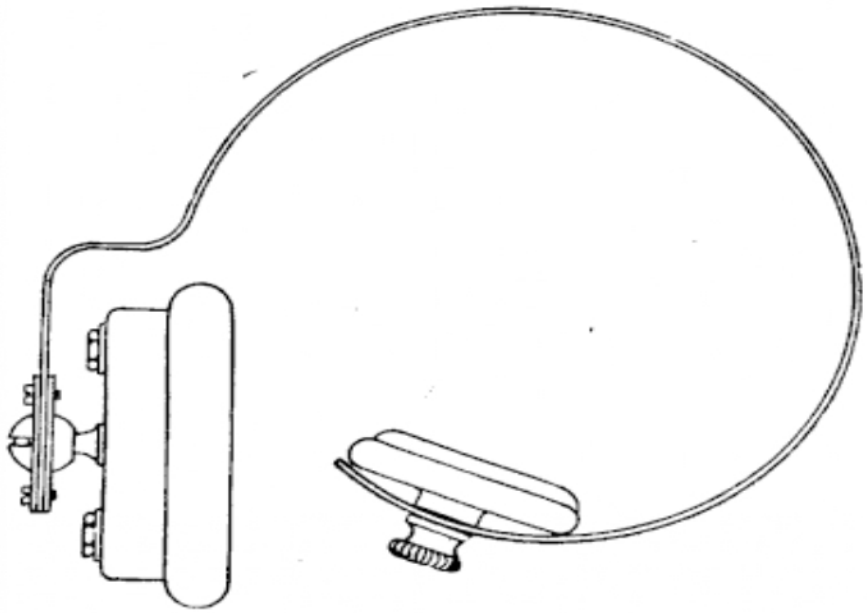


FIG. 26. — Récepteur serre-tête.

Si l'usager de l'appareil doit faire des manœuvres qui nécessitent la liberté des deux mains, c'est le cas par exemple de l'opératrice chargée d'établir les communications, le récepteur sera fixé sur un ressort léger d'acier courbé qui permettra de l'adapter en permanence sur la tête de l'opératrice.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

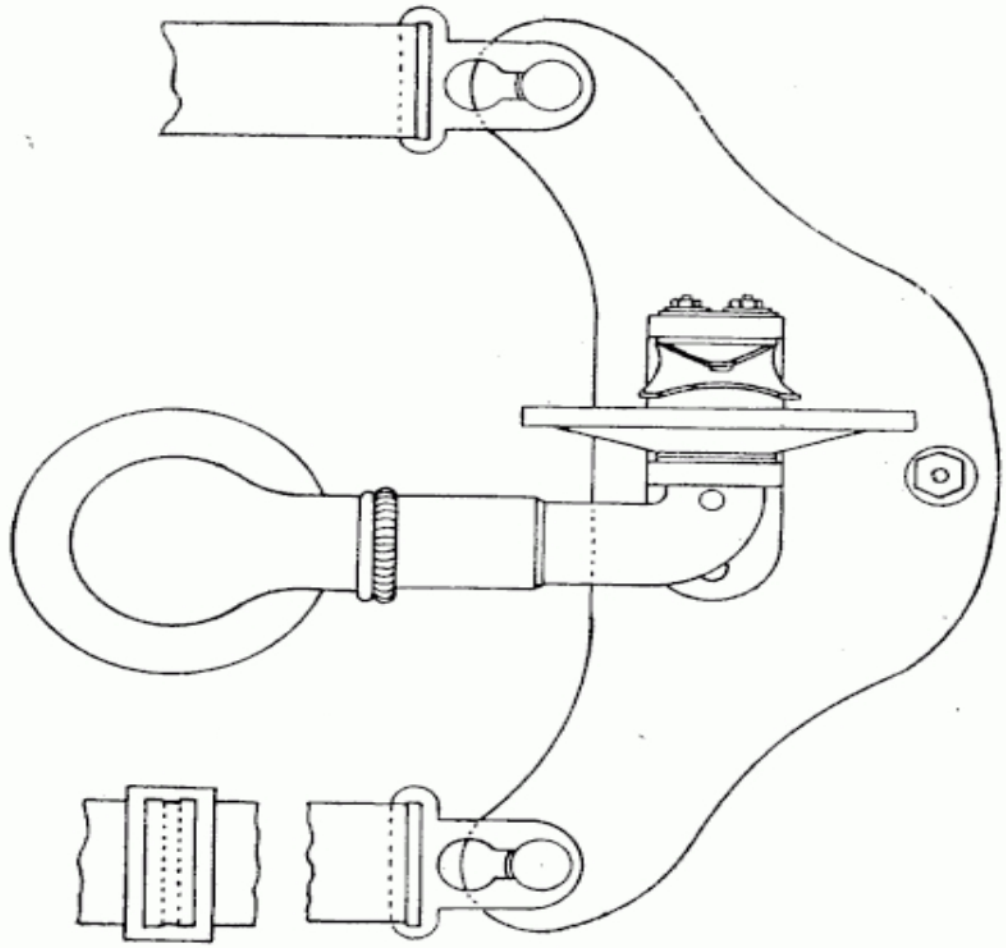
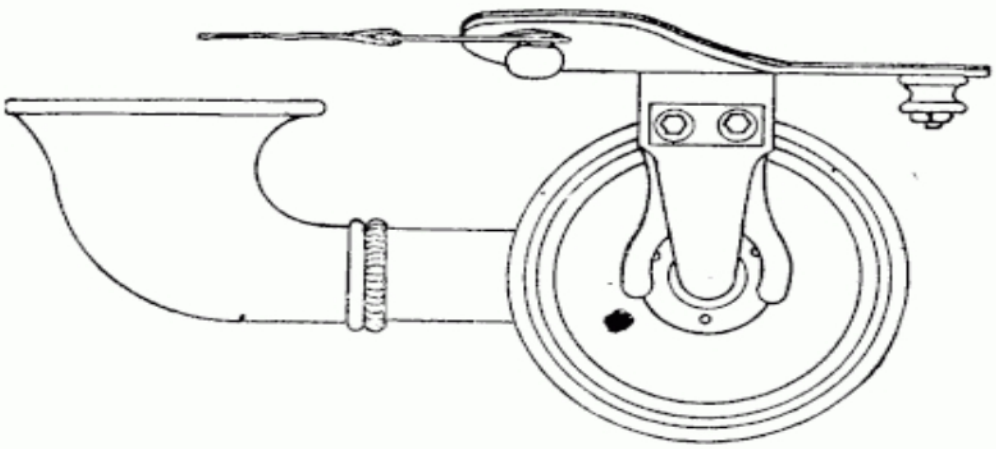


FIG. 27. — Microphone plastron.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce sera le récepteur serre-tête (*fig.* 26). Le microphone pourra être accroché à une potence fixée sur le meuble et un contrepoids permettra de régler sa hauteur. Une seconde disposition plus pratique consiste à placer le microphone sur une plaque d'aluminium qui repose sur la poitrine et est suspendue autour du cou; dans ce cas, l'embouchure du microphone sera allongée et recourbée de façon à se présenter quand même en face de la bouche de l'opératrice (*fig.* 27). Cet appareil appelé microphone-plastron présente l'avantage de suivre les déplacements du corps de l'opératrice et par conséquent de garder à peu près constante l'efficacité de la transmission.

24. Appareil combiné. — Si l'on tient compte que la distance entre le récepteur, placé à l'oreille, et le microphone qui doit être placé devant la bouche de l'abonné est sensiblement invariable, on conçoit immédiatement l'idée de fixer ces deux organes sur un support commun qui servira en même temps de poignée pour le tenir ; nous aurons constitué ainsi un appareil combiné. Un cordon souple reliera les deux organes à l'installation. Cette disposition est évidemment très pratique et jouit d'une grande faveur.

Cependant quelques précautions sont à prendre dans la construction de cet appareil pour éviter des réactions mécaniques et électriques qui en rendraient l'emploi presque impossible. Supposons, en effet, que les vibrations de la membrane du récepteur soient transmises au support commun, le microphone vibrera lui-même et les courants variables qui en résulteront pourront, par l'intermédiaire d'organes du poste d'abonné que nous n'avons pas encore étudiés, revenir dans le récepteur et ainsi de suite. Nous voyons donc qu'une vibration ayant été amorcée, elle se reproduira indéfiniment, c'est-à-dire que, pratiquement, le récepteur émettra un son constant, il « chantera » et cela grâce à un double couplage mécanique et électrique. Pour éviter cet inconvénient, il faut, en particulier, que le support commun ne transmette pas les vibrations du récepteur ou tout au moins celles dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fréquence serait comprise dans la gamme des fréquences audibles par l'oreille ; on pourra également étudier le circuit électrique pour diminuer les réactions du microphone sur le récepteur.

Enfin, l'appareil combiné devra être léger pour être maniable. Le support commun sera constitué par une lame métallique, de dimensions juste suffisantes pour assurer la rigidité et entourée d'une poignée en ébonite pour faciliter sa prise dans la main, comme dans l'appareil combiné 1918. On pourra également, comme dans l'appareil combiné 1924 (*fig.* 28), constituer le manche et les boîtiers du microphone et du récepteur en bakélite moulée qui est à la fois légère et résistante aux chocs.

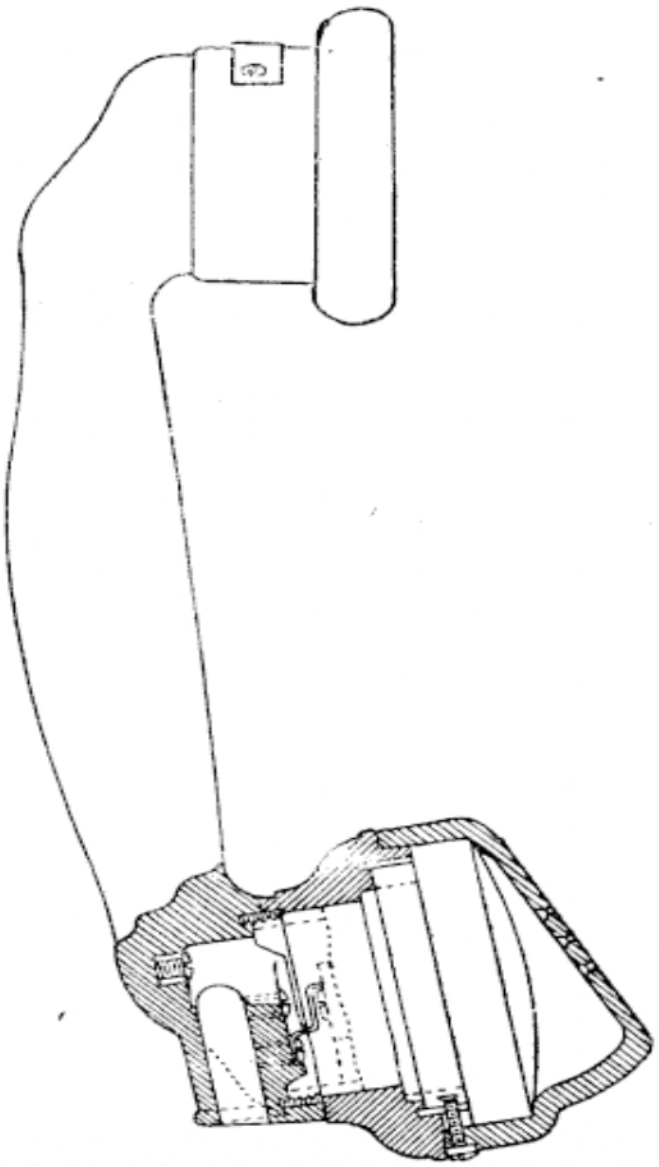


FIG. 28. — Combiné modèle 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

LA BOBINE D'INDUCTION

25. Circuit microphonique. — Ainsi que nous l'avons vu précédemment (10), pour que le microphone soit placé dans de bonnes conditions, il faut que la résistance du circuit extérieur soit faible vis-à-vis de la sienne propre, le meilleur rendement étant obtenu lorsque la résistance extérieure n'est que le tiers de celle du microphone. Dans ces conditions, on ne peut songer à monter directement le microphone sur la ligne, qui doit comprendre en outre le récepteur du poste considéré et les organes du poste correspondant.

Nous devrons donc constituer un circuit local, comprenant notre microphone et sa pile, que nous couplerons au circuit extérieur par un transformateur ou bobine d'induction.

26. Principe du transformateur. — Nous savons (3) que les variations du flux magnétique qui traverse une bobine constituée par un certain nombre de spires de fil de cuivre provoquent des courants induits dans ce circuit, courants qui ont la même fréquence que les variations du flux.

D'autre part, si un courant traverse une bobine, il crée un champ magnétique dans cette bobine et à l'extérieur de celle-ci. Il est évident que si le courant que nous considérons est variable, le champ magnétique qui en résulte sera lui-même variable.

Dans ces conditions, si nous considérons deux bobines dont l'une B_1 est parcourue par un courant variable, le flux magnétique émanant de cette bobine et qui traverse B_2 sera égale-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment variable et il en résultera, par suite, la production de courants induits dans B_2. Le sens des courants dans B_2 sera déterminé par la règle d'Ampère, sachant que le flux qui résulte des courants induits s'oppose à la variation du flux magnétique inducteur : c'est la loi de Lenz. Si le courant qui parcourt B_1 est alternatif, nous recueillerons dans B_2 un courant alternatif de même fréquence.

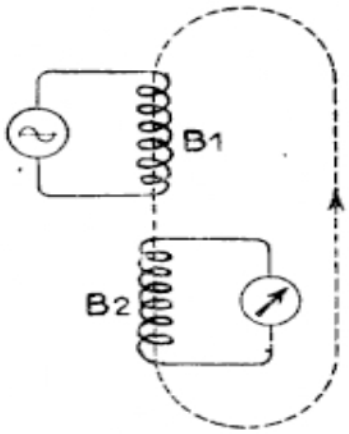


FIG. 29.

L'action de B_1 sur B_2 sera d'autant plus grande que la partie du flux produit par B_1 et qui traverse B_2 sera grande ; il est évident en effet qui si une partie du flux produit par B_1 ne traverse pas B_2, les variations de cette fraction seront sans influence sur la production de courants induits dans B_2. Il faudra donc éviter les fuites et, dans ces conditions, placer les deux bobines aussi près que possible l'une de l'autre et, en particulier, elles pourront être concentriques. D'autre part, puisque le fer se laisse beaucoup plus facilement traverser par le flux magnétique que l'air, en d'autres termes, puisque sa perméabilité magnétique est plus grande, en plaçant nos deux bobines sur le même noyau de fer, nous diminuerons les fuites, puisque tout autre chemin que ce noyau de fer sera plus difficilement traversé par le flux, sera plus réluctant.

Un transformateur sera donc constitué par deux enroulements dits « primaire et secondaire », placés sur le même noyau de fer doux ; le fer peut constituer un circuit fermé ou non ; dans le premier cas, le flux magnétique n'emprunte guère que le fer ; dans le second cas, il se ferme à travers l'air entre les deux extrémités du noyau.

27. Rapport de transformation. — La loi de Lenz nous apprend que le flux créé par les courants induits s'oppose à la variation du flux inducteur. Si nos deux bobines B_1 et B_2 ont le même nombre de tours de fil, et si nous interrompons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brusquement un courant continu d'intensité I_1 qui traverse B_1, le flux inducteur tombe à zéro. Le flux induit devant s'opposer à la variation du flux doit, dans ces conditions, avoir la même valeur, et puisque nos deux bobines sont identiques, c'est que le courant induit I_2 est égal à I_1 (si les deux extrémités de la bobine B_2 sont réunies directement). Tout se passe donc comme si la variation du flux inducteur avait créé aux bornes de B_2 une force électromotrice d'induction E égale à E_1, tension aux bornes de B_1 avant la rupture.

Si B_2 a dix fois plus de tours de fil que B_1, pour compenser la chute du flux inducteur, il suffira que l'enroulement de B_2 soit parcouru par un courant I_2 égal au dixième de I_1 puisqu'il parcourt dix fois plus de spires. D'autre part, si nous divisions B_2 en dix bobines égales à B_1, nous savons qu'aux bornes de chacune d'elles, nous avons une force électromotrice d'induction égale à E_1, donc la force électromotrice de la bobine totale B_2 sera égale à 10 E_1 puisque ces bobines élémentaires sont montées en série. Le rapport de transformation est le rapport du nombre de tours des enroulements secondaire et primaire et correspond au rapport des tensions aux bornes de ces enroulements, alors que les intensités primaire et secondaire dépendent de la résistance extérieure du circuit secondaire.

Le rendement d'un transformateur, ou rapport de la puissance aux bornes du secondaire à la puissance aux bornes du primaire, augmente quand les fuites entre primaire et secondaire diminuent; il dépend de la résistance, donc du calibre, du fil employé pour les enroulements ainsi que de la qualité et de la construction du fer utilisé. En effet, l'énergie reçue par le transformateur se retrouve sous forme d'énergie transmise dans le circuit secondaire, de pertes par effet Joule dans le cuivre des enroulements dues à leur résistance et de pertes dans le fer se décomposant en deux parties; pertes par hystérésis qui n'existeraient pas si le fer était dépourvu de rémanence et pertes par courants de Foucault; ces dernières sont dues à ce que la masse même du fer joue vis-à-vis du flux qui la traverse le rôle d'une spire de circuit secondaire et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est, par suite, parcourue également par des courants induits, mais ceux-ci ne sont pas utilisés et provoquent uniquement l'échauffement du fer. Pour diminuer ces dernières pertes, il faut rendre le noyau résistant dans le sens perpendiculaire au flux et, pour cela, on le constitue soit avec des tôles minces isolées les unes des autres au papier ou au vernis, soit par des brins de fil de fer ou silicium dont la surface extérieure oxydée constitue un isolant.

D'une façon générale, les transformateurs sont utilisés pour séparer deux circuits qui restent cependant couplés magnétiquement. Dans le cas de transport d'énergie à grande distance ils permettent, en élevant la tension et en abaissant du même coup l'intensité, de réaliser des transports plus économiques puisqu'avec une ligne de résistance donnée, on diminue de ce fait la chute de tension en ligne.

Dans le problème, que nous étudions particulièrement, de la téléphonie, nous avons également à réaliser un transport à distance d'énergie électrique et, dans ces conditions, il est naturel que nous utilisions des transformateurs.

28. Bobine d'induction. — On démontre, et l'exemple cité plus haut des transports d'énergie à distance permet de s'en rendre compte, que le rapport de transformation le plus favorable pour une bobine d'induction dépend de la constitution des circuits extérieurs primaire et secondaire et que le carré de ce rapport doit être égal au rapport des impédances de ces circuits. Or, le circuit primaire ne comprend que la pile d'alimentation et le microphone, donc des résistances faibles; le circuit secondaire dépend de la longueur de la ligne utilisée dans la communication et des appareils qui la terminent; pratiquement, on sera conduit à considérer une ligne moyenne dont la résistance et par suite l'impédance sera très supérieure à celle du circuit primaire, ce qui nous conduira à prendre un rapport de transformation qui, selon le type de bobines, varie entre 4,5 et 10.

Comme, d'autre part, la résistance totale du circuit microphonique doit être faible, le primaire sera constitué par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fil gros et court et le secondaire par un fil plus long et plus fin.

Une bobine d'induction sera donc constituée comme suit (*fig.* 30) :

Un noyau droit, formé d'un faisceau de fils de fer soigneusement recuit, supporte à ses deux extrémités des joues de matière isolante (ébonite, buis, etc.). Entre ces joues on enroule d'abord le fil primaire, c'est-à-dire 340 spires d'un fil de cuivre d'environ 0,60 millimètre, recouvert de soie, et d'une résistance maximum de 1 ohm. Ce premier enroulement est recouvert d'une feuille de papier, puis on enroule le secondaire qui sera formé d'au moins 3.200 spires de fil d'environ 0,16 millimètre donnant une résistance maximum de 160 ohms.

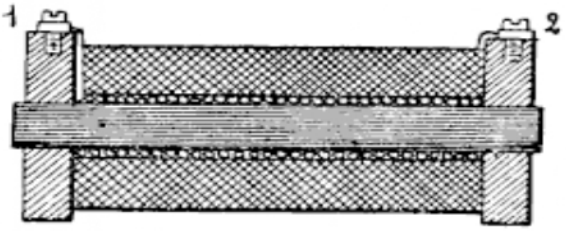


FIG. 30. — Coupe d'une bobine d'induction.

Chacune des joues porte deux plots en laiton, munis de vis de serrage. Les deux bouts du fil primaire sont soudés sur les plots de l'une des joues, et les deux bouts du fil secondaire sur les plots de l'autre joue. Les vis servent à serrer les fils des deux circuits extérieurs.

Le nombre de tours des circuits primaire et secondaire varie selon les constructeurs; les chiffres ci-dessus ne sont donnés qu'à titre de simple indication.

29. Constitution du circuit microphonique. — Dans le circuit primaire de la bobine d'induction, intercalons le microphone et la pile d'alimentation et relions aux extrémités du circuit secondaire les deux fils de ligne se terminant au téléphone correspondant (*fig.* 31).

Les vibrations de la parole font varier les contacts des charbons : d'où, variations de la résistance du circuit, variations de l'intensité du courant, variation du magnétisme du noyau de la bobine, et enfin naissance de courants d'induction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le fil secondaire de celle-ci. Ces courants alternatifs circulent sur la ligne et font varier l'aimantation du noyau du téléphone, et la membrane, plus ou moins attirée, reproduit les paroles prononcées devant le microphone.

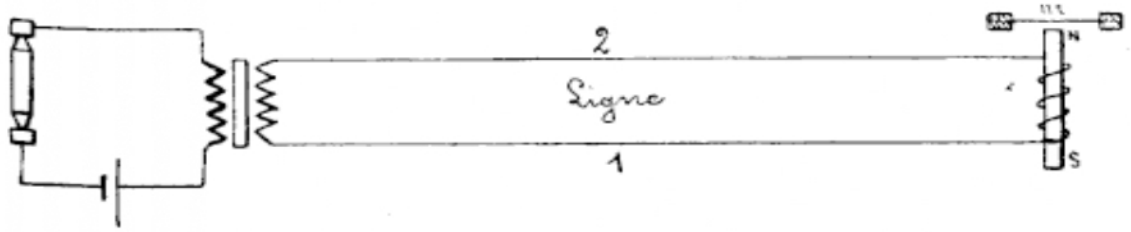


FIG. 31.

Comme on le voit, les variations de la résistance du microphone se font sentir ici sur un circuit de très faible résistance, puisqu'il est composé seulement des charbons, du fil primaire de la bobine et de la pile.

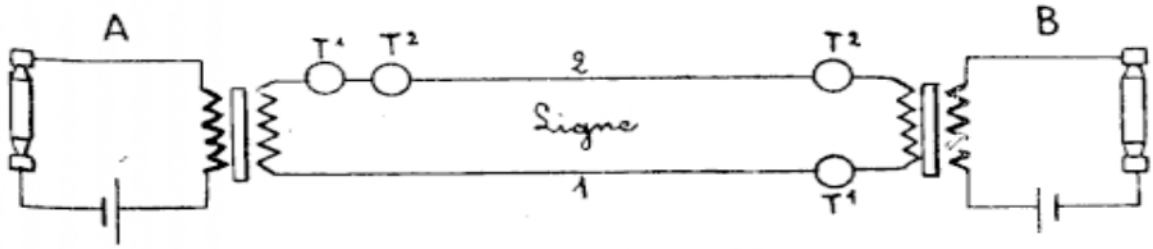


FIG. 32.

Pour permettre aux deux postes de transmettre ou de recevoir, il suffit, comme l'indique la figure 32, de les munir chacun d'un microphone avec sa pile et la bobine d'induction, et de placer un ou deux téléphones sur le circuit secondaire. On voit que les téléphones peuvent être différemment placés sur le circuit par rapport au fil secondaire ; mais il est préférable de placer les deux récepteurs dans chacun des postes en dérivation l'un sur l'autre afin de diminuer l'impédance du circuit.

30. Bobine d'induction des postes à batterie centrale. — Dans les postes à batterie centrale, c'est-à-dire dont l'alimentation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du microphone est réalisée par une batterie unique d'accumulateurs placée au bureau central lui-même, le microphone est intercalé directement sur les fils de ligne, et nous avons vu les conditions spéciales de construction de cet organe pour s'adapter aux conditions de fonctionnement différentes des postes à batterie locale (19).

Si les récepteurs utilisés sont du type magnétique, ils ne doivent pas être traversés par le courant continu qui parcourt la ligne. En effet, suivant le sens du courant dans les bobines, il vient augmenter le magnétisme permanent dû à l'aimant et risque ainsi de provoquer une attraction trop violente de la membrane et son collage, ou au moins, de saturer le fer et par suite d'abaisser le rendement du récepteur ainsi que nous l'avons vu (3), ou bien, si ce courant est de sens inverse, il crée un magnétisme opposé à celui de l'aimant et le magnétisme permanent utile n'est plus que la différence des deux, c'est-à-dire beaucoup plus faible et le récepteur fonctionnera dans de très mauvaises conditions; de plus, au bout d'un certain temps, il pourra en résulter une désaimantation complète des récepteurs. Par conséquent, quel que soit le sens du courant dans le récepteur magnétique, ses qualités seront notablement amoindries, aussi est-on conduit à séparer les récepteurs par une bobine d'induction dont les deux enroulements sont généralement identiques (17 ohms, fil de $0^{mm},27$, 1.280 tours) (*fig.* 33).

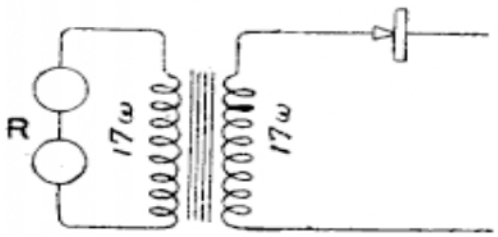


FIG. 33.

Si les récepteurs utilisés sont du type électro-magnétique, ils peuvent être montés également en série sur la ligne, mais dans ce cas, par leur résistance, ils diminuent l'intensité du courant d'alimentation, donc la puissance du microphone et, d'autre part, par leur self-induction, s'opposent au passage des courants alternatifs de conversation; il en résulte donc deux causes d'affaiblissement à la transmission et, pour les éviter, on recourt à des montages comprenant également une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bobine d'induction et qui peuvent, par surcroît, réaliser un montage antilocal.

31. Montage antilocal. — Dans tous les montages que nous avons envisagés jusqu'alors, les courants téléphoniques émis par le microphone traversent les récepteurs au même titre que les courants provenant du correspondant. Outre l'affaiblissement introduit par les récepteurs, il peut en résulter une gêne pour les communications. Supposons un tel poste placé dans un local bruyant (un atelier par exemple, ou un bureau voisin d'une rue à grande circulation...), les bruits locaux, en agissant sur le microphone, seront perçus dans les récepteurs en même temps que la conversation en cours, et si celle-ci a lieu à grande distance et est par suite affaiblie, elle sera beaucoup moins bien perçue que si les récepteurs n'étaient pas influencés par les bruits locaux. De là résulte l'idée de réaliser un montage dit antilocal, c'est-à-dire dans lequel le microphone ne réagit pas sur les récepteurs en circuit local.

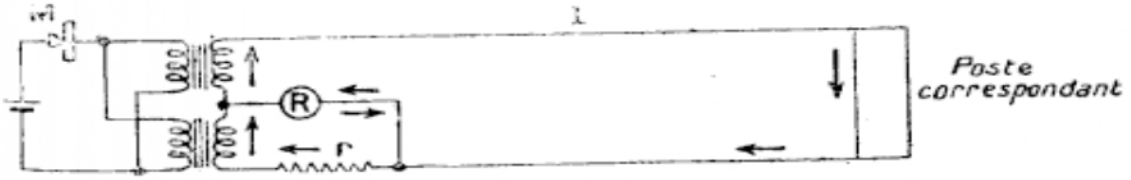


FIG. 34.

Plusieurs dispositifs permettent d'atteindre ce résultat et nous allons décrire à titre d'exemple un montage en batterie locale qui peut être réalisé en utilisant deux bobines d'induction identique (*fig.* 34). Les deux primaires sont montés en dérivation de façon à ne pas augmenter la résistance; on peut aussi bien les monter en série. Les deux enroulements secondaires sont montés en série; l'entrée du premier secondaire est reliée directement à un des fils de ligne, la sortie du deuxième est reliée à l'autre fil de ligne à travers une résistance r égale à la résistance de la ligne et du poste correspondant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, si l'on parle devant le microphone M, les courants téléphoniques vont se partager également entre les deux enroulements primaires et induire des forces électromotrices égales dans les deux secondaires puisque les bobines sont identiques. A un instant donné, le sens des courants induits sera donc celui indiqué par les flèches et ces courants seront égaux si la résistance r et la ligne présentent la même impédance ; on voit par suite que ces courants parcourent le récepteur en sens inverse l'un de l'autre, et puisqu'ils sont égaux, le courant réel à travers le récepteur est nul ; celui-ci n'est donc pas influencé.

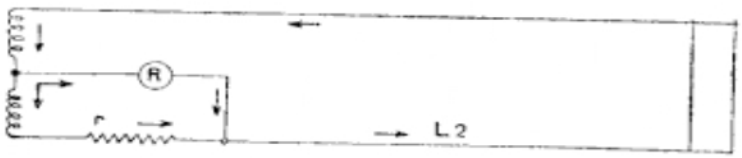


FIG. 35.

A la réception, au contraire (*fig.* 35), les courants venant par L_1 traversent le premier secondaire, puis se partagent : une partie traversant le récepteur R et l'autre le deuxième secondaire et r pour se fermer par L_2.

Deux remarques peuvent être faites sur un tel montage :

1° A la transmission comme à la réception, une partie des courants se ferme par le deuxième secondaire et r et est par suite inutilisée, mais la perte de rendement qui en résulte est compensée par l'effet antilocal obtenu ;

2° Il faut que la résistance r équilibre la ligne ; or, par suite de la différence de longueur des lignes, de leur construction aérienne ou souterraine qui change leurs caractéristiques et de la diversité des appareils qui la terminent, ce résultat est pratiquement impossible. On se contente de donner à r une résistance moyenne et on prend généralement une résistance de 360 ohms.

32. Bobine d'induction, modèle 1924. — Dans l'appareil 1924 en particulier, on a utilisé une bobine d'induction permettant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'obtenir cet avantage et du même coup de renforcer la transmission. Cette bobine d'induction comprend trois enroulements de 625 ohms, 13w.5 et 7,4 ohms; le microphone possède une capsule du type décrit précédemment et le récepteur électromagnétique a une résistance de 23 ohms. Le montage de ces différents organes est celui indiqué par la figure 36 ci-contre et son fonctionnement est le suivant :

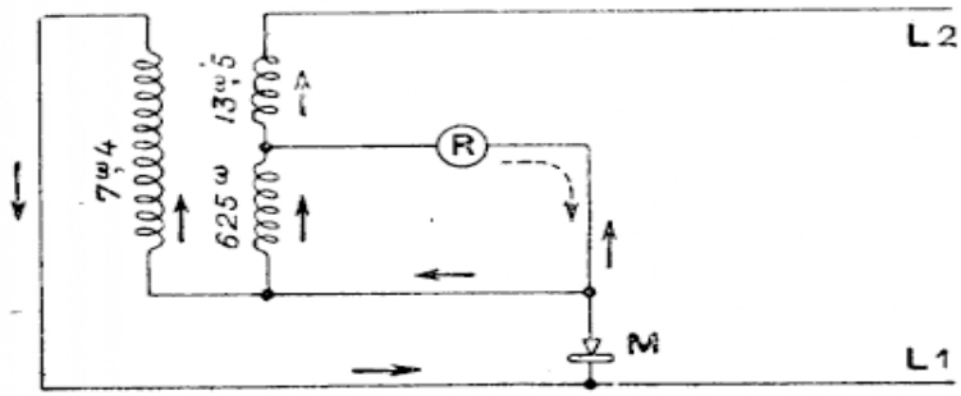


FIG. 36.

Le courant continu d'alimentation arrive par un des fils de ligne L_1, traverse le microphone M, puis le récepteur R de 23 ohms et l'enroulement de 625 ohms en parallèle, c'est-à-dire surtout à travers R, et enfin l'enroulement de 13w,5 et le fil L_2. L'enroulement de 7w,4, coupé par un condensateur, n'est pas parcouru par le courant continu.

Si nous parlons devant le microphone, les courants de conversation pourront emprunter deux chemins; l'un comprend le même circuit que le courant continu, c'est-à-dire parcourt également le récepteur et la ligne (flèches en trait plein); l'autre chemin est local et comprend le condensateur et l'enroulement de 7w,4; le courant téléphonique qui parcourt cet enroulement bobiné sur le même noyau que les deux autres donne naissance à des forces électromotrices d'induction aux bornes de ces derniers, et si le sens des enroulements est convenable, le courant induit parcourt le récepteur en sens inverse du courant précédent et peut l'annuler si le rapport de transformation est convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre, les courants induits dans l'enroulement de 13ω,5 renforcent le courant initial et améliorent par conséquent la transmission.

A la réception, les courants de conservation arrivent par le fil L_1, traversent le microphone M et l'enroulement de 7ω,4 condensé en parallèle avant de suivre le même chemin que précédemment dans le reste du circuit ; seul, le sens dans l'enroulement de 7ω,4 est donc inversé et par suite le sens des courants induits qui se ferment cette fois dans le récepteur dans le même sens que le courant principal et le renforcent. On améliore donc du même coup la réception.

Cette bobine d'induction se trouve constituée comme celles que nous avons précédemment envisagées par un noyau droit de fils de fer au silicium et deux joues isolantes supportant des broches sur lesquelles sont soudées les extrémités des enroulements : les caractéristiques de ces derniers sont les suivantes :

Enroulement de	13,5 ohms...	1.500 tours	fil 30/100	sous soie
—	625 ohms	1.320 —	13/100	—
		+ 280 —	13/100	maillechort
—	7,4 ohms...	900 —	45/100	sous soie

En outre, trois résistances de 100 ohms destinées au réglage de l'intensité sont bobinées sur ces enroulements ; comme ces résistances ne doivent pas présenter de self, chacune d'elles est constituée par 30 tours doubles de fil de maillechort sous soie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

APPAREILS ACCESSOIRES DES INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES

PILES

33. Emploi des piles. — Les piles sont utilisées dans les installations d'abonnés comme générateurs soit de courant microphonique, soit de courant d'appel.

Les piles microphoniques alimentant en circuit local une capsule qui, nous l'avons vu, a une faible résistance, n'ont pas besoin d'avoir une force électromotrice élevée, aussi ne prendra-t-on généralement qu'un seul élément, au plus deux en série. Par contre, ces piles devant servir pendant toute la durée des communications doivent rester aussi constantes que possible et seront, par suite, à dépolarisation, c'est-à-dire que par un procédé chimique ou physique, de l'oxygène sera fourni à la pile et se combinera avec l'hydrogène dégagé par le fonctionnement pour reformer de l'eau ; sans cette précaution, l'hydrogène s'accumule autour des électrodes et, étant très résistant, arrête le passage du courant.

Les piles d'appel destinées à provoquer le fonctionnement d'organes d'appel situés soit dans le poste correspondant, soit au bureau de rattachement, ne sont utilisées que pendant un temps assez court mais, par contre, travaillant sur des lignes de résistance assez élevée, il faudra les constituer par plusieurs éléments en série. Il y aura en outre intérêt à utiliser pour ces batteries des éléments de piles qui ne s'usent pas à circuit ouvert.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons examiner maintenant les principales piles utilisées.

PILE LECLANCHÉ

34. Description. — L'élément Leclanché est composé d'un vase en verre, de forme carrée, contenant :

1° Une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque qui est le liquide actif.

La quantité de sel est de 80 grammes pour l'élément télégraphique et de 100 grammes pour l'élément téléphonique.

La dissolution devra monter aux deux tiers de la hauteur du vase lorsque l'élément sera complètement monté. Les bords du vase sont paraffinés afin d'atténuer, autant que possible, la montée de sels grimpants provenant de la dissolution ;

2° Un crayon de zinc qui est le métal attaqué. Le prix du zinc pur étant très élevé, et le zinc du commerce contenant des impuretés, on corrige ce défaut en amalgamant le zinc, c'est-à-dire en le trempant dans du mercure. Une lame de cuivre étamé, soudée au zinc, sert à prendre la communcation ;

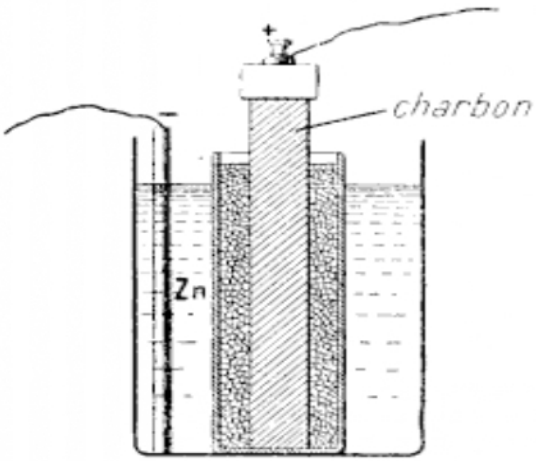


FIG. 37.

3° Un vase poreux, en terre de pipe, contenant une lame de charbon de cornues. Le charbon est surmonté, dans le modèle téléphonique, d'une calotte en plomb dans laquelle est fixée une tige filetée, en cuivre, garnie d'un écrou. C'est sous cette pièce qu'on serre la prise de communication du pôle positif.

Le haut du charbon est paraffiné, et la calotte de plomb recouverte d'une couche de vernis. De plus, lorsque le montage du vase poreux est terminé, tout le haut est trempé dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bain de paraffine. Toutes ces précautions sont prises pour protéger le plomb contre les sels.

Sur la tête de la lame de charbon destinée à l'élément télégraphique est soudée la lame de cuivre étamée du zinc qui, lors du montage de la pile, plongera dans l'élément voisin.

La lame de charbon placée dans le vase poreux est entourée d'un mélange, en parties égales, de charbon de cornues et de *bioxyde de manganèse* concassés. Ce dernier corps sera le *dépolarisant*. Le vase poreux est enfin bouché par de la cire dans laquelle on pratique des trous pour le dégagement des gaz.

35. Fonctionnement de la pile. — Lorsqu'on *ferme le circuit*, c'est-à-dire lorsqu'on réunit les pôles par un corps bon conducteur, la pile entre en activité sous l'influence des réactions chimiques, et le courant électrique circule dans le circuit. On admet, comme cela a été déjà dit, qu'il va, dans le vase, du zinc au charbon et, à l'extérieur, du pôle positif au pôle négatif.

Les réactions chimiques, représentées dans le tableau ci-dessous, peuvent ainsi se résumer :

Vase en verre		*Vase poreux*	
Zinc.....	Chlorure de zinc	Bioxyde de manganèse :	
Eau et chlorhydrate d'ammoniaque ...	Ammoniaque...	Oxygène.....	Eau
	Hydrogène.....	.....	

La dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque se décompose en attaquant le zinc ; il en résulte du chlorure de zinc combiné avec de l'ammoniaque ; de l'hydrogène se dégage. Suivant la marche du courant, ce gaz pénètre dans le vase poreux et emprunte au bioxyde de manganèse de l'oxygène avec lequel il reforme de l'eau.

Le charbon concassé sert tout simplement à corriger la mauvaise conductibilité du bioxyde de manganèse et à diminuer, par conséquent, la résistance que ce corps opposerait à la marche du courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pratiquement, l'élément Leclanché ne travaille pas en circuit ouvert. En effet, si le courant ne circule pas, l'hydrogène provenant de la réaction chimique se condense autour du zinc au lieu de se diriger vers le dépolarisant. Le zinc est alors environné d'une gaine protectrice qui arrête la réaction ou, du moins, la ralentit considérablement, car l'hydrogène se dégage peu à peu.

Cet arrêt de la consommation du zinc est aussi dû à l'amalgamage qui s'oppose à la formation de petits éléments parasites, dans la masse même du zinc, entre ce métal et des parcelles d'autres métaux qu'il peut contenir.

Si l'élément Leclanché ne consomme rien en circuit ouvert, par contre, s'il travaille en courant continu sur un circuit de faible résistance, le dépolarisant ne fournit pas assez rapidement son oxygène, et la pile se polarise au bout de peu de temps.

36. Entretien de la pile. — On doit maintenir le niveau du liquide aux deux tiers de la hauteur du vase.

Ajouter un peu de sel, de temps à autre, pour maintenir la saturation du liquide, mais avoir bien soin de ne pas en jeter sur le vase poreux. Une dissolution trop faible est moins active et ne dissout pas le chlorure de zinc ; celui-ci cristallise sur la base du bâton de zinc et diminue, par conséquent, la surface attaquable de celui-ci. Par contre; un excès de sel provoque la formation de sels grimpants.

Si cette formation se produit, on doit nettoyer avec soin toutes les parties recouvertes.

On doit enfin débarrasser le zinc du chlorure qui a pu s'y déposer et au besoin mettre un zinc neuf.

Le zinc pouvant ainsi se remplacer au fur et à mesure de son usure et la dissolution se renouveler. la durée de l'élément n'est limitée que par la transformation du bioxyde de manganèse en sesquioxyde, c'est-à-dire par la disparition d'une partie de l'oxygène du dépolarisant. Cette transformation peut d'ailleurs durer plusieurs mois. Le signe du dépérissement de l'élément est alors naturellement une polarisation rapide, et il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne reste plus qu'à changer le vase poreux, avec son contenu bien entendu.

Les éléments Leclanché utilisés dans les postes téléphoniques sont groupés par trois dans une boîte qui présente extérieurement les bornes de prise de courant : à gauche, le pôle négatif ; à droite, le pôle positif.

PILES A LIQUIDE IMMOBILISÉ

37. Principe. — On désigne sous ce nom des piles dont les éléments ont une composition analogue à celle de l'élément Leclanché, mais dans lesquels le liquide actif est incorporé dans une substance spéciale à chaque type. En outre, l'élément est contenu dans une boîte en bois ou en carton, moins fragile que le verre, et, sauf un trou pratiqué à la partie supérieure pour permettre le dégagement des gaz, cette boîte est complètement close.

Ces dispositions rendent le liquide inversable et permettent, par conséquent, de placer les éléments dans des endroits où la rupture de l'un des vases d'une pile ordinaire serait susceptible d'occasionner des dégâts.

En général, lorsque ces sortes d'éléments sont épuisés, soit du fait de l'usure du zinc, soit du fait de la transformation du dépolarisant, il ne reste plus qu'à les remplacer.

Parmi les différents types fournis à l'Administration, nous examinerons seulement deux modèles.

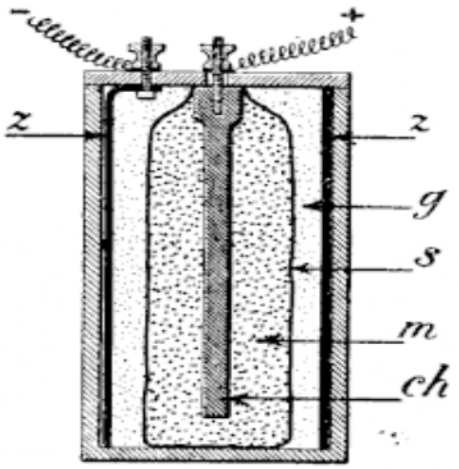


FIG. 38.
Pile à liquide immobilisé.

38. Pile Delafon. — La boîte est en bois, peint à l'extérieur et enduit de résine à l'intérieur. Une plaque de zinc z, constituant l'électrode négative, est repliée de manière à garnir les quatre côtés de la boîte. Au milieu de celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci se trouve un sac en toile *s* contenant une lame de charbon, *ch*, entourée du mélange dépolarisant *m*, réduit ici en poudre assez fine. L'espace vide est rempli par de la gélatine *g* dans laquelle on a préalablement incorporé la quantité voulue de chlorhydrate d'ammoniaque.

Le zinc et le charbon sont reliés à des bornes portées par le couvercle.

39. Pile Leclanché. — La boîte est en carton durci et verni. Le zinc est une plaque circulaire; autrement dit, un manchon. Comme dans la pile précédente, l'électrode positive et le dépolarisant sont contenus dans un sac en toile. Le liquide est immobilisé dans de la sciure de bois.

La grande surface du zinc, ainsi que l'emploi d'un sac et du dépolarisant réduit en poudre, donnent encore à ces éléments un avantage important sur les éléments Leclanché à vase poreux. Comme on s'en rendra mieux compte dans la suite, la surface du zinc et l'emploi du sac réduisent la *résistance intérieure* : le dépolarisant ainsi divisé présente une plus grande surface de contact à l'hydrogène et la pile se polarise moins.

C'est dans le même but que l'Administration tend à remplacer les éléments ordinaires par des modèles dans lesquels le vase poreux est également remplacé par un sac en toile et le bâton de zinc par un zinc demi-circulaire ; dans d'autres, le mélange dépolarisant se présente sous la forme d'un aggloméré qui supprime l'emploi du vase ou du sac. Ces éléments seront pourvus d'un couvercle qui diminuera l'évaporation.

PILE CALLAUD

40. Description. — L'élément Callaud est formé d'un vase en verre cylindrique dont les bords sont, ou paraffinés comme ceux de l'élément Leclanché, ou enduits d'ocre jaune. Ce vase contient :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Une dissolution de sulfate de cuivre montant un peu au-dessus de la moitié de la hauteur. C'est le *dépolarisant ;*

2° Une certaine quantité d'eau acidulée par de l'acide sulfurique : c'est le liquide actif. Celui-ci se maintient au-dessus de la dissolution, grâce à la différence de densité des deux liquides ;

3° Une lame de zinc, contournée circulairement, qui est suspendue sur les bords du vase par des crochets en cuivre et plonge dans l'eau acidulée ;

4° Une tige de cuivre recouverte d'une gaine en gutta-percha et terminée par une feuille de cuivre. La tige, ainsi isolée, traverse les deux liquides, et la feuille se trouve plongée dans la dissolution de sulfate de cuivre dont la saturation est assurée par un excédent de cristaux de ce sel.

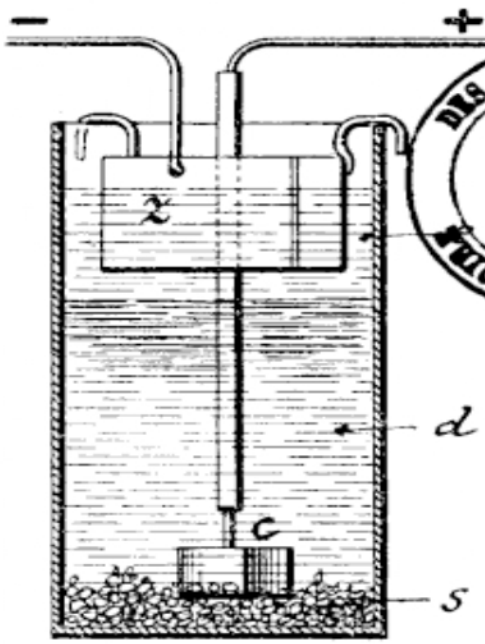


FIG. 39.

41. Fonctionnement de la pile. — Le liquide actif, décomposé, attaque le zinc et le transforme en sulfate de zinc qui se dissout. L'hydrogène de l'eau, qui se trouve en présence du sulfate de cuivre légèrement diffusé dans la partie supérieure, se combine avec l'oxygène de ce sel et reforme de l'eau. Le sel étant décomposé, l'acide sulfurique acidule le liquide actif, et le cuivre va se déposer sur la feuille de même métal.

Liquide supérieur		Liquide inférieur	
Zinc	Sulfate de zinc		
Eau acidulée	Hydrogène		Eau
		Dissolution de sulfate de cuivre : Oxygène	
		Acide sulfurique	
		Cuivre ↓	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas nécessaire, comme on le voit, que le circuit soit fermé pour que ses réactions s'opèrent. Il faut toutefois remarquer que la dépolarisation est plus accentuée quand le circuit est fermé, car, grâce à la gaine de gutta-percha, le courant est obligé, en partant du négatif, de passer au travers de la dissolution de sulfate de cuivre pour rejoindre l'électrode positive : l'hydrogène suit, par conséquent, le même chemin et traverse le liquide dépolarisant dans sa partie la plus concentrée. Donc, grâce au dépolarisant liquide, l'hydrogène est absorbé au fur et à mesure de son apparition. Il en résulte que l'élément Callaud fournit, quand le circuit est fermé bien entendu, un courant constant, mais il en résulte aussi que ses constituants s'usent à circuit ouvert. Pour ces deux raisons, l'emploi de la pile Callaud est tout indiqué lorsqu'on a besoin d'un courant presque continu. Cette pile est donc réservée aux installations un peu importantes.

42. Piles à dépolarisation par l'oxygène de l'air. — Ces piles, qui ont donné d'intéressants résultats dans les récents essais effectués par l'Administration française, sont constituées comme la pile Leclanché par une électrode positive en charbon, une électrode négative en zinc et une solution de sel ammoniac (*fig.* 40).



FIG. 40.

Mais l'originalité de cette pile réside dans la disposition des électrodes et dans l'utilisation directe de l'oxygène de l'air comme dépolarisant. Celui-ci ne coûte donc rien et, se renouvelant de lui-même, n'a pas besoin d'être remplacé. Cette pile est du reste d'une constance remarquable, d'une très longue durée, d'un entretien pour ainsi dire nul, et ne s'use pratiquement pas à circuit ouvert.

L'électrode positive est un gros charbon vertical cylin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

drique ou tronconique, très pur et très poreux, afin d'une part d'éviter les actions locales nuisibles et d'autre part de favoriser l'absorption de l'oxygène de l'air. Cet oxygène est amené par les pores du charbon en contact intime avec l'hydrogène qui se dégage au pôle positif quand la pile fonctionne. L'effet isolant et polarisant de cet hydrogène se trouve alors détruit par sa combinaison avec l'oxygène qui redonne de l'eau.

Le zinc se présente sous la forme d'une plaque horizontale au fond du vase (éléments Féry), ou d'un zinc cylindrique autour du charbon, mais nettement au-dessous de la surface libre du liquide (éléments Warnon et Carbone). C'est qu'en effet dans cette région se produisent par contact avec l'oxygène de l'air des actions oxydantes qui, dans la pile Leclanché par exemple, ne tardent pas à attaquer inutilement le zinc et finissent par le ronger et le couper à sa partie supérieure.

Le charbon est séparé électriquement du zinc par un croisillon ou un bloc isolant de faible épaisseur dans l'élément Féry, par des bagues en caoutchouc ou des paillassons dans les autres, de manière à rendre aussi faible que possible la résistance intérieure de l'élément.

On fabrique aussi sur ce principe des piles à liquide immobilisé.

MOYEN DE RECONNAITRE LES PÔLES D'UNE PILE A DISTANCE

43. — Il peut y avoir intérêt, dans certaines installations, à ne pas attacher indifféremment les fils venant d'un générateur d'électricité à des bornes quelconques. Autrement dit, on veut diriger le courant sur les appareils dans un sens déterminé.

Si le générateur est éloigné ou placé dans un autre local, il n'est pas toujours facile de suivre les conducteurs. Il existe alors, à défaut d'appareils *ad hoc*, uu moyen simple pour reconnaître ces conducteurs. Il suffit de se munir d'un verre contenant de l'eau à laquelle on ajoute, si c'est possible,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelques gouttes d'acide sulfurique ; sinon, on peut prendre du vinaigre pur. On plonge les bouts dénudés des fils dans le liquide : le circuit est fermé par l'intermédiaire de l'eau dont l'acide augmente la conductibilité ; l'eau est décomposée par le courant ; l'oxygène se combine avec le métal de l'un des fils pour former un oxyde, et l'hydrogène, suivant la marche du courant, se porte vers l'autre fil. Ce phénomène indique donc que le premier fil est relié au pôle positif, et le second au pôle négatif.

APPAREILS DE PROTECTION

44. Généralités. — Les appareils de protection utilisés dans les postes d'abonnés ou dans les bureaux centraux téléphoniques sont de trois types : les paratonnerres, les coupe-circuit et les bobines thermiques, chacun d'eux répondant à des conditions bien caractérisées.

Les paratonnerres sont destinés à protéger les installations situées aux deux extrémités d'une ligne lorsque celle-ci est en totalité ou en partie aérienne contre les tensions dangereuses qui peuvent résulter soit des décharges atmosphériques, soit de contacts accidentels avec une ligne de transport d'énergie électrique. En effet, si pour l'une de ces causes, la ligne téléphonique se trouve portée à une tension élevée, elle peut constituer un danger pour les personnes appelées à l'utiliser (abonnés ou opératrices) et, d'autre part, des arcs peuvent se former entre les parties de la ligne ou des appareils ainsi mis sous tension et le sol et provoquer par suite des incendies. Il importe donc de se protéger contre ces deux dangers en plaçant à chaque extrémité de la ligne des paratonnerres, qu'il serait plus logique d'appeler parafoudres ou limiteurs de tension comme dans les installations industrielles, et dont le rôle est d'abaisser instantanément la tension dangereuse jusqu'à une valeur acceptable. Pratiquement les paratonnerres doivent fonctionner quand la tension dépasse 400 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les coupe-circuit sont destinés à protéger les appareils qui terminent la ligne contre des courants d'intensité dangereuse ; en effet, si l'intensité qui circule dans les appareils est trop élevée, il peut en résulter un échauffement des bobinages et, par suite, incendie de l'installation. On peut noter d'ailleurs que dans le cas de surtension il y a également surintensité lorsque le paratonnerre fonctionne ou si un arc s'amorce dans l'installation, mais, par contre, des courants peuvent être dangereux sans que la tension elle-même soit dangereuse. Les types courants de coupe-circuit sont calibrés pour 3 ampères et 1 ampère.

Les bobines thermiques sont utilisées comme les coupe-circuit, mais pour protéger contre des courants plus faibles qui ne deviennent dangereux que s'ils ont une certaine durée. Outre la difficulté de calibrer des fusibles pour des intensités très faibles, il n'y a, en effet, intérêt à se protéger que si ces courants persistent ; or, un fusible fond presque instantanément alors qu'une bobine thermique met environ trente secondes à une minute pour fonctionner ; par suite, si le courant a eu une durée inférieure à cette limite, le circuit n'est pas coupé. On réalise ainsi une protection différée dans le temps, ce que ne permet pas le fusible.

45. Paratonnerres à pointes. — Lorsqu'on établit entre deux pièces conductrices séparées par un intervalle d'air une différence croissante de potentiel, une étincelle finit par éclater entre elles. Si l'on écarte ou si l'on rapproche les deux pièces, le voltage pour lequel se produit l'étincelle varie. Et si l'on établit une différence de potentiel constante entre elles, la distance à laquelle a lieu l'étincelle s'appelle la distance disruptive.

Si les deux pièces conductrices ont la forme de pointes très effilées placées en regard, on constate, en augmentant la différence de potentiel entre elles, que l'on a production d'effluves entre les pointes qui tendent à abaisser cette différence de potentiel. Ces effluves diffèrent de l'étincelle en ce sens qu'elles se manifestent sous forme d'une lueur violacée per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sistante, beaucoup plus pâle que l'étincelle et non bruyante comme cette dernière qui est très brève. D'autre part, les pièces en regard peuvent être plus éloignées dans le cas d'effluves entre pointes que dans le cas d'étincelle. C'est ce qu'on appelle le pouvoir des pointes. Si la différence de potentiel augmente, l'effluve devient plus lumineux et se rapproche par suite de plus en plus de l'étincelle.

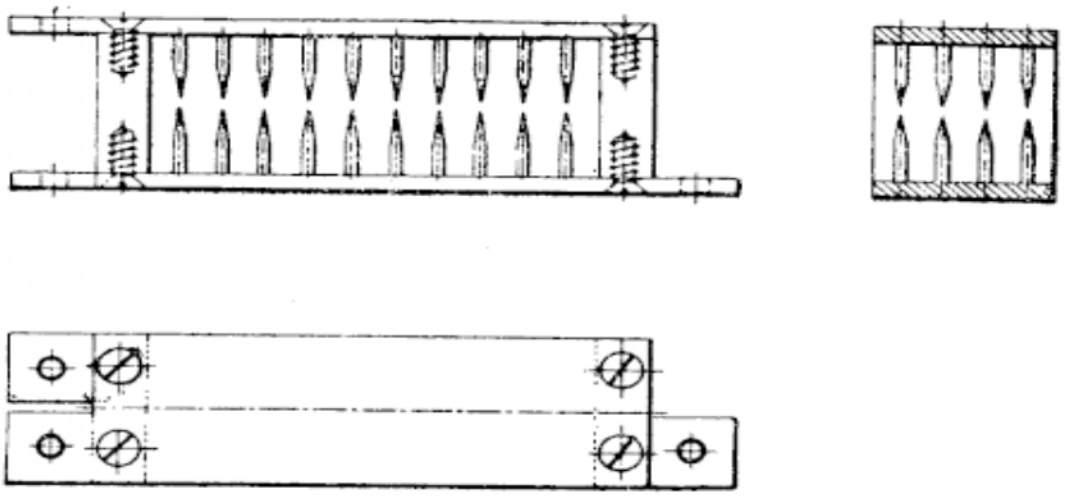


FIG. 41. — Paratonnerre à pointes.

Pour protéger une installation contre la foudre ou les dangers des contacts avec les lignes d'énergie à tension élevée, il est donc assez naturel de disposer en dérivation sur cette ligne une plaque métallique pourvue de pointes. En regard se trouvera une autre série de pointes fixées sur une seconde plaque qui sera séparée de la première par des entretoises isolantes, et qu'on reliera au sol. De cette manière les potentiels dangereux provoqueront la production d'étincelles qui conduiront à la terre les décharges sans que les appareils soient détériorés.

Les paratonnerres à pointes (*fig.* 41) sont de ce type. Les paratonnerres Bertsch (*fig.* 42) également ; mais ces derniers sont protégés contre la poussière et l'humidité par une carcasse en fonte munie de petits carreaux qui permettent de contrôler l'état des pointes. Il peut arriver en effet qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forte décharge soude entre elles deux pointes en regard ; ce qui facilite du reste la recherche du dérangement par la mise franche à la terre qui en résulte.

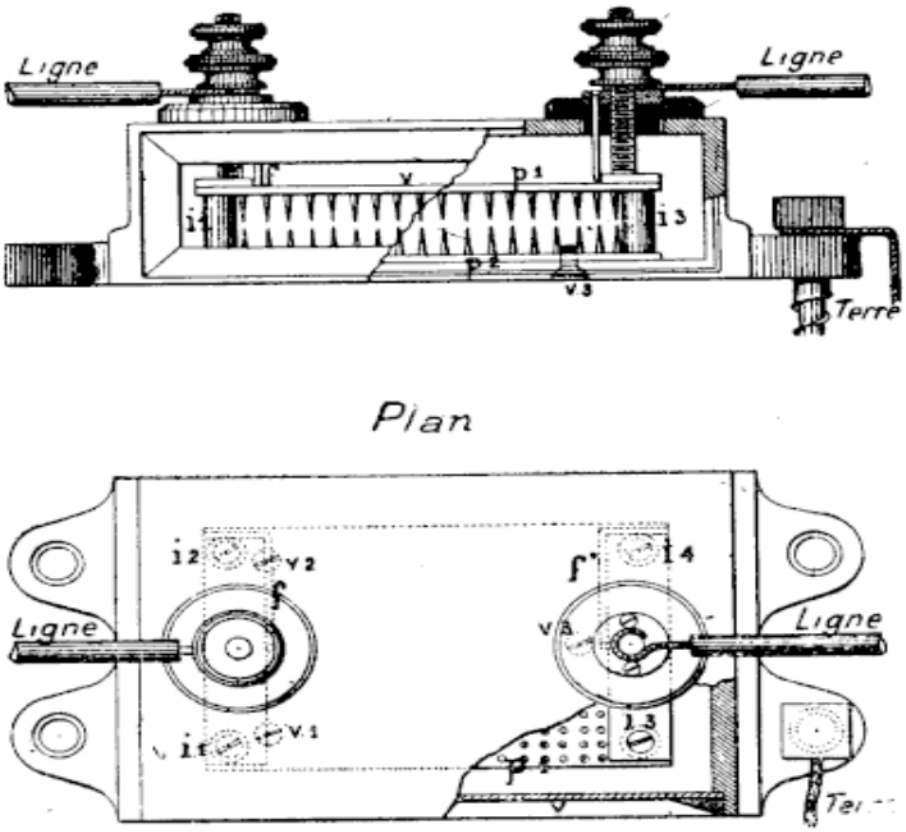


FIG. 42. — Paratonnerre Bertsch.

Dans d'autres cas, au contraire, après la formation d'un arc, les pointes sont raccourcies et la distance se trouvant augmentée, le paratonnerre ne protège plus aussi efficacement ; aucun dérangement dans ce cas ne devoile la détérioration des pointes et seule une inspection permet de la constater.

Il existe des Bertsch unifilaires et des Bertsch bifilaires. Ces modèles d'appareils agissent d'ailleurs aussi par leur capacité, comme ceux que nous allons indiquer.

46. Paratonnerres à lames de charbon. — Si les deux plaques portées à une différence de potentiel très élevée sont très rapprochées (ou si elles sont pourvues de pointes très voisines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les unes des autres), elles présentent entre elles une certaine capacité et constituent un véritable petit condensateur. Or les décharges électriques de la foudre donnent lieu généralement à des courants alternatifs à haute fréquence et nous avons vu que ces courants traversent aisément les condensateurs.

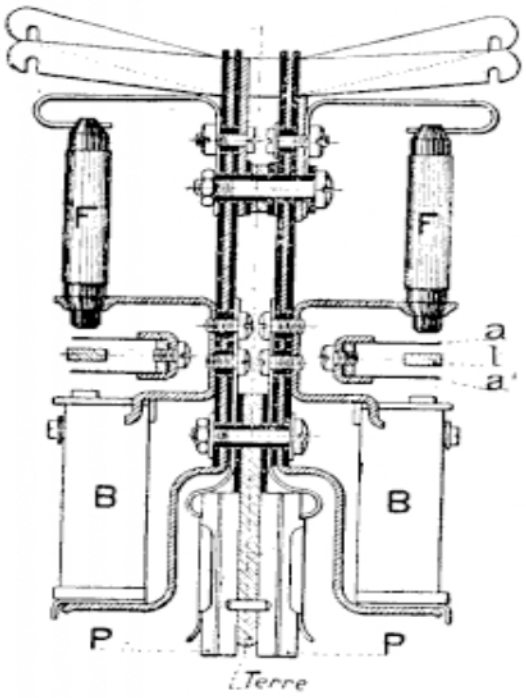


FIG. 43.

D'où l'idée des *paratonnerres à charbons*, dont il existe de nombreux modèles de différentes dimensions. L'un d'eux PP (*fig.* 43) est formé de deux plaques de charbon, reliées chacune à l'un des fils de ligne et séparées chacune d'une troisième plaque de charbon par des feuilles minces de mica percées de trous. Cette troisième plaque est en communication avec la terre. Le tout est maintenu par des ressorts.

Les courants de foudre alternatifs et à haute fréquence passent facilement à travers ces petits condensateurs et se perdent dans le sol plutôt que de se diriger vers les appareils dont la self-induction leur oppose une résistance ou impédance énorme.

D'autre part le pouvoir des pointes agit ici également, car les charbons présentent toujours de petites aspérités aiguës, qui ne sont séparées que par un très faible intervalle d'air.

C'est là du reste la cause de dérangements fréquents et gênants. Les poussières de charbon qui ne tardent pas à se produire entre les lames donnent lieu à des mises à la terre ou à des mélanges intermittents difficiles à découvrir, ou bien ils constituent de véritables petits microphones, causes de « fritures » désagréables dans les communications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi de charbons très durs est indispensable pour atténuer la désagrégation des plaques sous l'effet des décharges. Dans certains types récents les plaques de charbon sont striées de façon à permettre aux poussières de charbon de tomber dans le fond des stries et d'éviter des dérangements aussi fréquents.

47. Paratonnerres à vide. — Ce sont généralement de petites ampoules vides d'air, contenant deux électrodes en regard, dont l'une est reliée au fil de ligne, l'autre à la terre. Les distances disruptives dans certains gaz raréfiés sont bien plus grandes que dans l'air et l'on peut maintenir les électrodes assez éloignées pour éviter l'inconvénient des poussières dont il vient d'être question. Les électrodes peuvent être métalliques ou constituées par de petits charbons striés pour profiter aussi un peu du pouvoir des pointes et des arêtes aiguës.

L'inconvénient des paratonnerres à vide est que si, par suite d'une fissure ou d'une mauvaise soudure du verre aux conducteurs métalliques, une rentrée d'air se produit, le vide n'existant plus dans l'ampoule, la distance disruptive redevient normale, le parafoudre n'est plus capable de fonctionner pour les tensions pour lesquelles il est établi. Or, comme aucun dérangement ne se manifeste et qu'un examen même attentif de l'ampoule ne permet pas toujours de déceler la rentrée d'air, il est difficile de reconnaître les parafoudres détériorés autrement que par des essais électriques systématiques et périodiques qui exigent d'ailleurs un laboratoire spécialement outillé pour faire l'essai sous la tension normale de fonctionnement.

48. Coupe-circuit. — En principe, le coupe-circuit est formé par un fil métallique, dont la fusion se produit au passage d'un courant d'une intensité déterminée : en général 1 et 3 ampères.

Il est constitué de la façon suivante pour les postes d'abonné. :

Le fil fusible est enfermé dans une cavité de façon que des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

particules à haute température ne puissent être projetées au moment de la fusion et, d'autre part, on diminue ainsi les chances de formation d'un arc permanent, celui-ci étant plus facilement étouffé dans un espace clos.

Un petit bloc creux, en porcelaine, porte deux tiges de cuivre reliées intérieurement par un fil d'argent, fusible sous l'intensité voulue (*fig.* 44); la cavité est remplie de plâtre. Cet ensemble forme un *bouchon*.

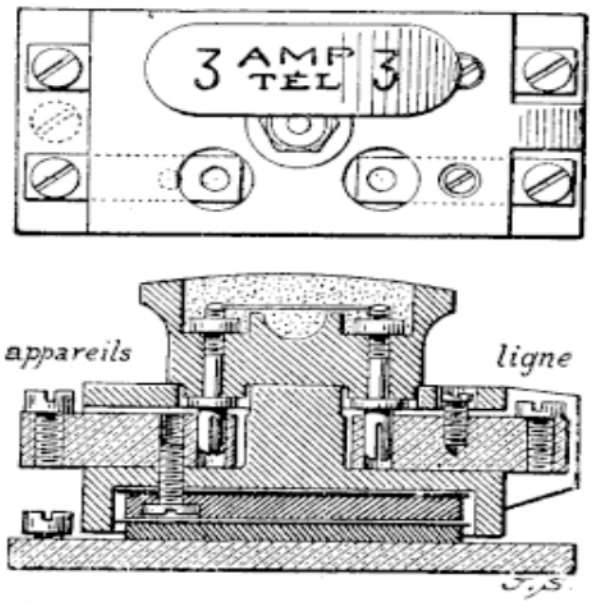


FIG. 44. — Coupe-circuit-paratonnerre.

Le coupe-circuit est double et, comme l'indique la coupe figurée, il est combiné, dans l'un des deux types adopté par l'Administration, avec un paratonnerre à charbons. La partie destinée à recevoir les deux bouchons est alors ainsi constituée : un bloc de porcelaine porte deux paires de plots munis de vis de serrage et percés de trous destinés à recevoir les tiges des bouchons (l'un de ceux-ci figure dans la vue en plan).

Les deux fils du circuit s'attachent aux plots séparés par un ergot et les fils intérieurs de l'autre côté.

Quand il y a un paratonnerre logé dans le bloc, les deux charbons supérieurs sont mis, par leur vis de fixation, en dérivation sur les plots du côté des appareils.

Nous verrons plus loin le montage des paratonnerres et des coupe-circuit dans les installations.

Dans les grandes installations intérieures des bureaux centraux téléphoniques, il est souvent désirable d'être prévenu aussitôt qu'un fusible a sauté de manière à rétablir au plus vite la ligne interrompue et prendre les dispositions de sécurité nécessaires si la cause dangereuse persiste. On a imaginé pour cela certains dispositifs. En voici un (*fig.* 45) :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un tube creux en matière isolante incombustible est coiffé de deux chapeaux métalliques qui forment l'entrée et la sortie du courant. Le fil fusible en maillechort est soudé à l'une de ces calottes et vient s'accrocher dans l'axe du tube à un piston métallique qu'un ressort tend à faire sortir du tube par l'axe creux de la seconde calotte. La fusion du fil fin de maillechort déclenche le ressort qui chasse le piston. On pourra profiter du mouvement de ce dernier pour lui faire fermer un contact *al* (*fig.* 43) et actionner ainsi une sonnerie ou allumer une lampe signalisatrice. Ces fusibles sont faciles à remplacer et à réparer.

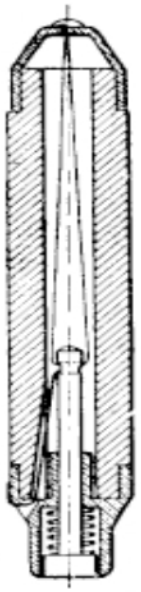


FIG. 45.

49. Bobines thermiques. — Un type de bobine thermique est représenté (*fig.* 46). Le courant amené par un ressort de fixation à la pièce 3, se rend par le boulon 16 à l'entrée d'une bobine 22 à carcasse isolante et fil fin, mais très court, qui par suite ne présente qu'une résistance négligeable par rapport à celles des lignes et des appareils. De là le courant par la masse de la bobine gagne à travers le ressort 13 le crochet 11, puis l'anneau 10, le boudin conducteur 12, et la masse du boîtier 1. Celle-ci est séparée de l'entrée 3 du courant par l'isolant 5. Le courant sort finalement par un ressort de fixation qui, avec le ressort d'entrée du courant, maintient tout l'ensemble sur le bâti des bobines thermiques BB (*fig.* 43).

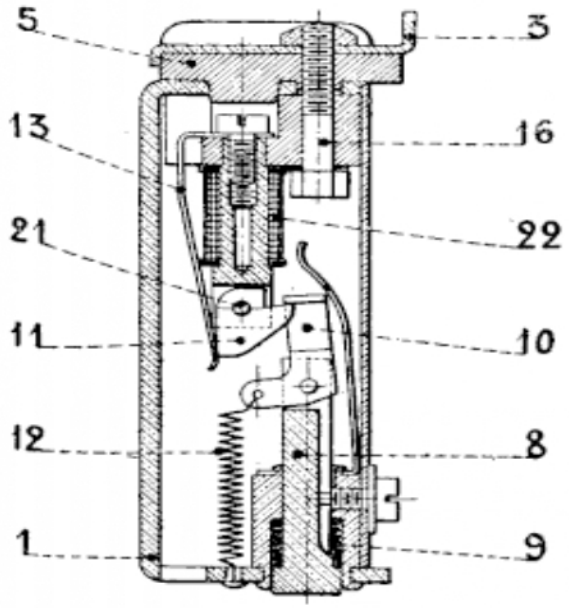


FIG. 46.

Or le crochet 11 est soudé sur sa chape et son pivot 21 par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une goutte d'alliage Darcet qui fond à une température assez basse (90°). Si un courant « sournois » mais persistant traverse la bobine, il finit par la chauffer suffisamment pour amollir l'alliage ; dès lors le crochet 11 cède et pivote autour de son axe, sous l'action du fort ressort comprimé 9, et le piston 8 se trouve chassé hors du boîtier.

Aussitôt le passage du courant est interrompu, et l'alliage Darcet va refroidir et se solidifier. Mais d'un autre côté, à peine l'accrochage des pièces 10 et 11 a-t-il cessé que le ressort 13 a ramené en place le crochet 11 ; de sorte que celui-ci se ressoude sur sa chape dans l'état primitif.

L'expulsion du piston 8 agit comme dans le cas des fusibles de la figure 56 sur un contact *a'l* (*fig.* 43), qui actionne un organe de signalisation (lampe ou sonnerie).

Pour remettre la bobine thermique en position de fonctionnement, il suffit de repousser du doigt le piston 8 (*fig.* 46) dans son logement en comprimant le ressort 9. On réaccroche ainsi les pièces 10 et 11.

Un second type de bobine est représenté (*fig.* 47).

La bobine est supportée par une tige métallique creuse *c* dont une des extrémités supporte, par l'intermédiaire d'un isolant *i*, une bague métallique *d* portant un évidement annulaire ; dans la seconde extrémité de la tige creuse s'engage une petite tige *e* fixée au centre d'un disque métallique.

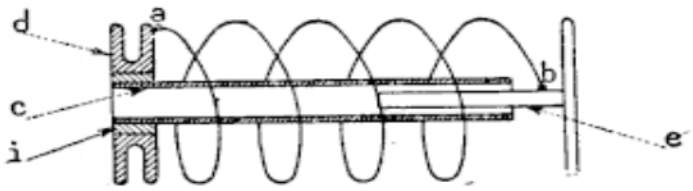


FIG. 47.

Une goutte d'alliage fusible soude les deux tiges *c* et *e* ensemble. Les deux extrémités *a* et *b* du bobinage sont soudées l'une à la tête *d*, l'autre à la tige *c*. Deux ressorts qui font partie du circuit sont terminés par une fourchette et s'engagent l'un dans l'évidement de la bague *d*, l'autre sous le disque de *e* et tendent à arracher ce dernier. Quand la bobine chauffe, elle fond l'alliage, la tige *e* est arrachée et le circuit interrompu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUTATEURS

50. Les commutateurs sont destinés à opérer des permutations entre différents circuits, sans qu'il soit nécessaire de toucher aux communications serrées sous des bornes.

Presque tous les commutateurs des installations téléphoniques sont à *deux directions*. Dans ces conditions, un commutateur reçoit trois fils et permet de relier l'un d'eux à l'un des deux autres. La téléphonie employant deux fils de ligne, les commutateurs sont souvent réunis par paires; chaque paire est alors commandée par une même tige de manœuvre.

On distingue deux sortes de commutateurs : 1° les commutateurs à communications fugitives, c'est-à-dire de très courte durée; après avoir été actionnés, ils reviennent automatiquement à une position de repos : tels sont les boutons et les *clés d'appels*; 2° les commutateurs établissant des communications ayant une certaine durée. La permutation est opérée, soit à l'aide d'une lame métallique qui reçoit le fil principal et le met en communication avec des *plots* qui reçoivent les autres fils, soit à l'aide d'une *fiche* métallique qui s'enfonce entre des blocs sur lesquels aboutissent les conducteurs, soit enfin à l'aide de clés à plusieurs positions qui, dans leurs déplacements, poussent des ressorts et les mettent en contact avec d'autres ressorts.

51. Commutateur bavarois. — Cet appareil (*fig.* 48) est formé de trois blocs de cuivre, un grand et deux petits, fixés sur un socle en ébonite. Des boutons de serrage servent à fixer les connexions. Des échancrures sont formées par le forage de deux trous entre le grand bloc et les deux petits. Enfin une fiche en cuivre,

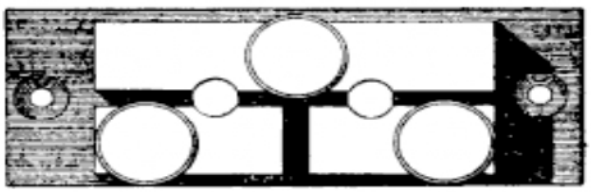


FIG. 48. — Commutateur bavarois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munie d'une tête en corne, permet de réunir métalliquement le grand bloc à l'un des deux autres en l'introduisant dans l'ouverture voulue.

Une fiche égarée pouvant compromettre le fonctionnement d'une installation, les commutateurs à fiches indépendantes sont proscrits des postes d'abonnés.

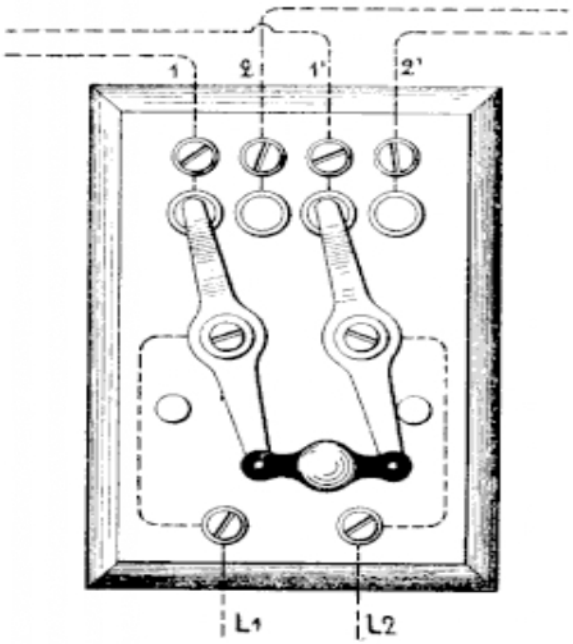


FIG. 49. — Commutateur double à deux directions.

52. Commutateur double à deux directions. — Ce commutateur permet, par sa manœuvre à droite ou à gauche, de relier deux fils de ligne à deux directions différentes. C'est, en somme, un double commutateur rond dont les deux manettes sont solidaires l'une de l'autre. La figure montre que les bornes L^1 et L^2 peuvent être mises en communication avec les bornes 1 et 1′ ou avec les bornes 2 et 2′ (*fig.* 49).

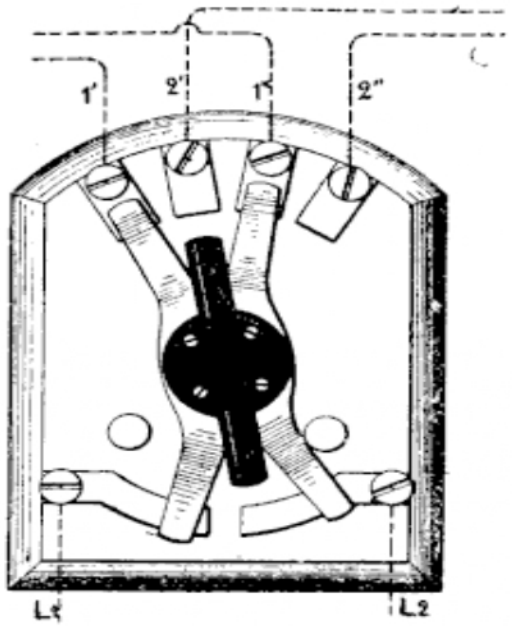


FIG. 50.

53. Commutateur double des ateliers et commutateur Blanchon. — Les derniers modèles de commutateurs qui précèdent ont le grave inconvénient de faire passer le courant par des pivots. Ceux-ci s'usent ou jouent à la longue ; ils provoquent fréquemment des contacts défectueux, variables même comme ceux d'un microphone, et mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

difient mal à propos et d'une façon gênante les courants qui les traversent.

Aussi a-t-on imaginé d'autres modèles de commutateurs, parmi lesquels les deux suivants sont très répandus :

Le premier est d'une construction et d'un fonctionnement évidents sur la figure 50.

L'autre dû à M. Wilfrid Blanchon (*fig.* 50 *bis*) est constitué par un socle en ébonite sur lequel sont fixées deux rangées de quatre ressorts en laiton, se faisant deux à deux vis-à-vis perpendiculairement au plan du socle. Les deux rangées sont séparées par une cloison en ébonite au milieu de laquelle se trouve la chape autour de laquelle pivote le levier commutateur. Ce levier, d'une construction spéciale, comporte deux bagues conductrices entièrement isolées du restant de l'appareil et entre elles par un canon et des bagues en ébonite.

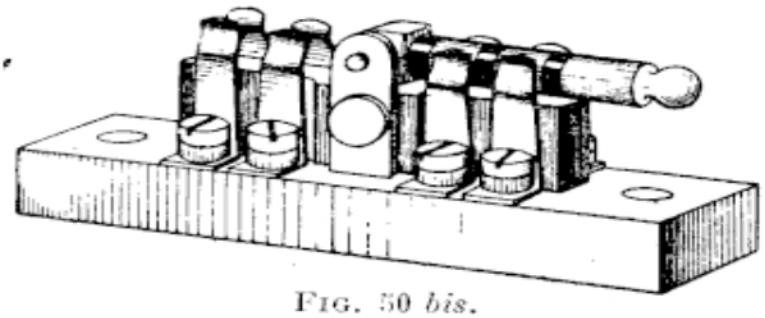


FIG. 50 *bis*.

Selon la position de ce levier, les bagues conductrices coupent ou établissent la liaison électrique des couples de ressorts entre lesquels elles viennent s'intercaler.

Ce dispositif permet d'ouvrir ou fermer l'un ou l'autre des deux circuits reliés aux ressorts de droite et de gauche.

En outre, si l'on établit des connexions permanentes entre les bornes symétriques sur l'un des côtés de la cloison, l'appareil se trouve transformé en commutateur double à deux directions. On peut également s'en servir comme commutateur inverseur. Il est extrêmement pratique et robuste et son emploi se généralise, à cause de la sécurité et de la diversité des liaisons qu'il permet d'assurer.

54. Boutons et clés. — Ces deux séries d'organes ne diffèrent en réalité que par la façon dont ils sont actionnés ; les premiers procèdent par enfoncement et sont en général à retour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

automatique à leur position de repos; les seconds pivotent autour d'un axe et ont, en général, plusieurs positions fixes. Dans l'un et l'autre type, des ressorts en maillechort sont fixés près d'une de leurs extrémités dans des blocs isolants et terminés par des broches qui permettent d'y souder les fils de connexions ; près de l'autre extrémité, ils portent une goutte d'alliage d'argent inoxydable qui assure ainsi de bons contacts (*fig.* 51). L'enfoncement du bouton déplace le ou les ressorts

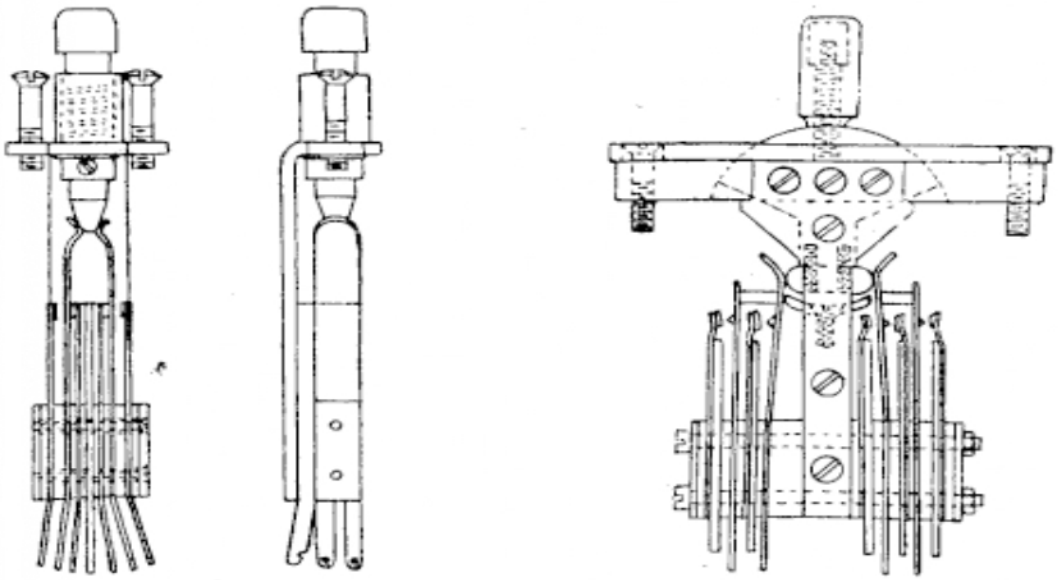


FIG. 51. — Bouton et clé.

principaux et permet ainsi de les mettre en contact avec des contacts fixes; le bouton se termine généralement à la partie inférieure par une olive en ébonite ou en matière isolante qui provoque le déplacement des ressorts principaux et assure également le retour automatique au repos dès que l'on cesse d'appuyer.

Les clés sont construites sur le même principe, le déplacement des ressorts se produisant sous la poussée d'un bloc isolant qui fait corps avec la clé et bascule avec elle; dans la position de gauche ou de droite, le bloc isolant est maintenu par les ressorts dans cette position et il faut manœuvrer la clé pour la ramener au repos ; on peut d'ailleurs, en modifiant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forme du ressort principal, assurer le retour automatique au repos.

Les clés que nous venons de décrire présentent l'avantage de pouvoir assurer un nombre élevé de commutations dans un encombrement très faible ; les connexions des fils aux broches devant être soudées rendent le travail moins facile à réaliser, mais présentent une supériorité considérable au point de vue de la qualité et de la sécurité des connexions établies.

55. Jacks. — Les jacks sont les organes qui terminent les lignes d'abonnés sur un tableau commutateur et qui permettent ainsi de prendre contact avec elles.

Ils sont constitués par deux ressorts lames de maillechort de longueur inégale qui sont fixés à l'aide de vis et d'isolants sur un support métallique ; ce même support se termine en avant des ressorts par un cylindre creux, appelé douille, qui sert à guider la fiche lors de son enfoncement et qui permet en outre la fixation du jack sur l'ébénisterie (*fig.* 52).

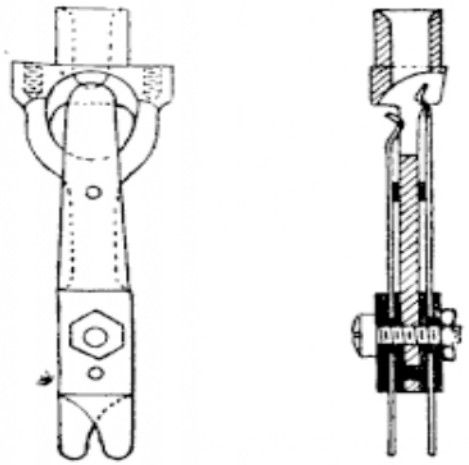


FIG. 52. — Jack.

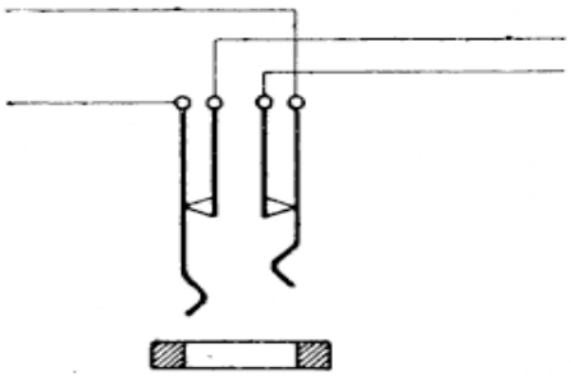


FIG. 53.

Les deux ressorts de maillechort sont reliés à la ligne de l'abonné et une fiche convenable permettra ainsi de prendre contact avec cette ligne.

Certains jacks peuvent comporter, en outre des deux ressorts principaux, des ressorts secondaires. Tels sont par exemple les jacks à rupture (*fig.* 53) dont les ressorts princi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paux sont mis, au repos, en contact avec deux ressorts courts munis d'une goutte d'alliage or-argent ; lors de l'enfoncement de la fiche, les ressorts principaux sont écartés et les ressorts secondaires sont isolés, d'où le nom de jack à rupture.

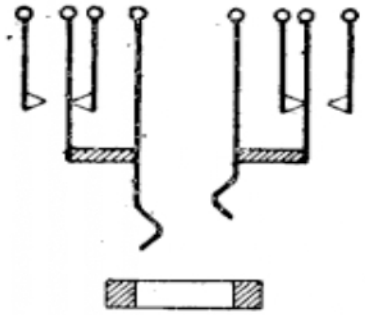


Fig. 54.

Dans d'autres modèles, les ressorts principaux n'établissent aucun contact, mais leur déplacement commande deux ressorts auxiliaires par l'intermédiaire d'isolants en ébonite qui peuvent ouvrir et fermer eux-mêmes des circuits (*fig.* 54).

Ces types de jacks sont en réalité des commutateurs et on n'est d'ailleurs limité dans le nombre de ressorts utilisés que par l'encombrement du jack réalisé et par l'espacement des jacks.

Dans les commutateurs multiples, les lignes d'abonnés

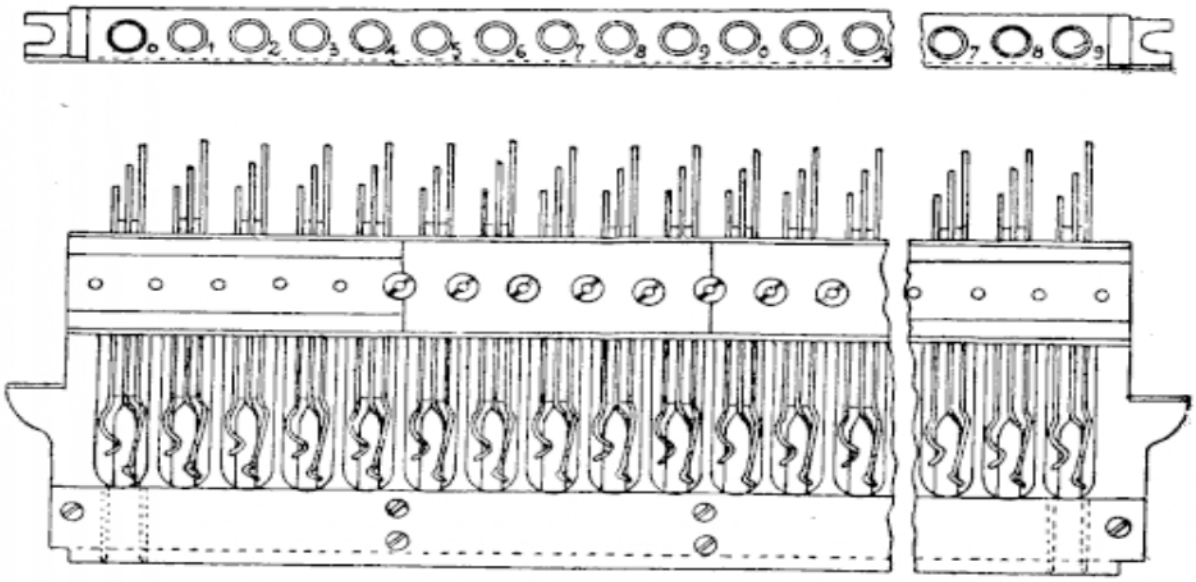


Fig. 55. — Règlette de jacks.

étant à trois fils pour permettre une signalisation efficace de l'occupation ou de la liberté de la ligne ainsi que différentes commutations à l'aide de relais reliés sur le troisième fil, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douille même du jack constitue un troisième conducteur; pour diminuer l'encombrement et faciliter le montage, les jacks sont alors rassemblés en réglettes. Une réglette de jacks (*fig.* 55) est constituée par une bande d'ébonite percée de trous dans lesquels sont serties les douilles de maillechort des jacks; cette bande d'ébonite est fixée sur une plaque métallique qui la renforce (la présence de trous étant susceptible de diminuer sa résistance mécanique) et qui permet d'autre part de fixer les ressorts des jacks ainsi que la lame constituant le troisième conducteur qui est soit soudée à la douille, soit découpée dans le même tube. Les trois lames se terminent par des broches percées de trous dans lesquels on engage les fils de connexion avant de les souder. Les réglettes sont généralement à 10 ou 20 jacks.

56. Fiches. — Ce sont les organes qui terminent des cordons souples et permettent de prendre contact avec les ressorts des jacks; elles seront donc à deux ou trois conducteurs suivant le type de jack utilisé.

Les fiches sont en laiton, métal moins dur que le maillechort, de telle sorte que l'usure résultant du frottement lors d'enfichages et de défichages répétés se manifeste sur la fiche, organe facilement remplaçable, plutôt que sur le jack.

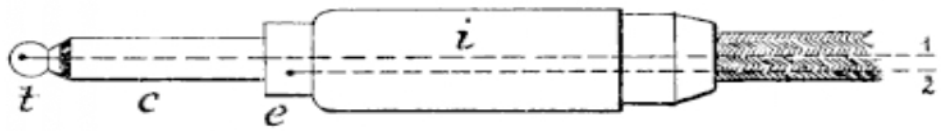


FIG. 56.

La fiche à deux conducteurs est formée de deux parties isolées l'une de l'autre : la tête *t* et le corps *c* (*fig.* 56). La base de la fiche, dans laquelle se trouvent les points d'attache des fils du cordon, est protégée par une enveloppe en matière isolante *i*. L'épaulement *e* limite l'enfoncement de la fiche dans le canon du jack.

Quand la fiche est introduite dans le jack, la tête se met

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en prise avec le ressort le plus court et le corps avec le grand ressort ou, le cas échéant, avec le canon du jack.

La fiche à trois conducteurs est conçue de même, elle comprend trois parties concentriques isolées l'une de l'autre par des canons d'ébonite et terminées la première par la tête ou pointe, la seconde par la nuque et la troisième par le corps. La pointe est en laiton comme les autres parties, mais la tige centrale qui en permet la connexion avec le cordon dans la partie arrière est en acier de façon à augmenter la solidité de l'ensemble. Quand la fiche est enfoncée dans le jack, la pointe, la nuque et le corps sont en contact respectivement avec le ressort court, le ressort long et le canon du jack.

57. Cordons. — Les cordons sont employés dans tous les cas où les appareils ou organes utilisés doivent permettre des déplacements. Tel sera le cas pour les récepteurs, les combinés, les postes mobiles, les fiches.

Les cordons sont généralement à plusieurs conducteurs.

Chaque conducteur du cordon est constitué par une âme métallique souple, qui peut être obtenue de plusieurs façons : soit par un toron de fils de cuivre de très faible diamètre, soit un fil de cuivre de plus gros diamètre entouré de fils fins, l'ensemble étant enroulé en hélice à très faible pas, de façon à constituer un boudin de faible diamètre à spires assez serrées, soit encore une tresse de brins d'or faux. Cette âme élémentaire est ensuite recouverte de guipages de soie ou de coton, les guipages successifs étant faits dans des sens inverses de façon à recouvrir mieux les joints du guipage précédent. Les conducteurs élémentaires ainsi obtenus sont réunis par deux, trois ou quatre suivant le cordon désiré et sont enroulés en hélice puis recouverts d'un guipage de coton et enfin d'une tresse de fil de lin. C'est donc cette tresse qui constitue la partie résistante du cordon et et c'est elle qui devra supporter tous les efforts de traction; c'est dans ce but d'ailleurs que, dans tous les cas où l'emploi de cordons est prévu, divers dispositifs tels que des barrettes dans les appareils, des bouchons munis de crans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les fiches, sont destinés à fixer la tresse et à empêcher les efforts de s'exercer sur les conducteurs mêmes.

Pour pouvoir reconnaître les divers conducteurs des cordons, le dernier guipage de chacun d'eux est d'une couleur différente : bleu, blanc, rouge.

APPAREILS D'APPEL

58. Sonnerie. — La sonnerie est composée, en principe, d'un électro-aimant fixé par sa culasse à une équerre B qui est elle-même fixée sur une planchette supportant tout l'appareil (*fig* 57). L'armature est portée par un ressort-lame qui est fixé à une deuxième équerre E. Ce ressort, appelé *ressort*

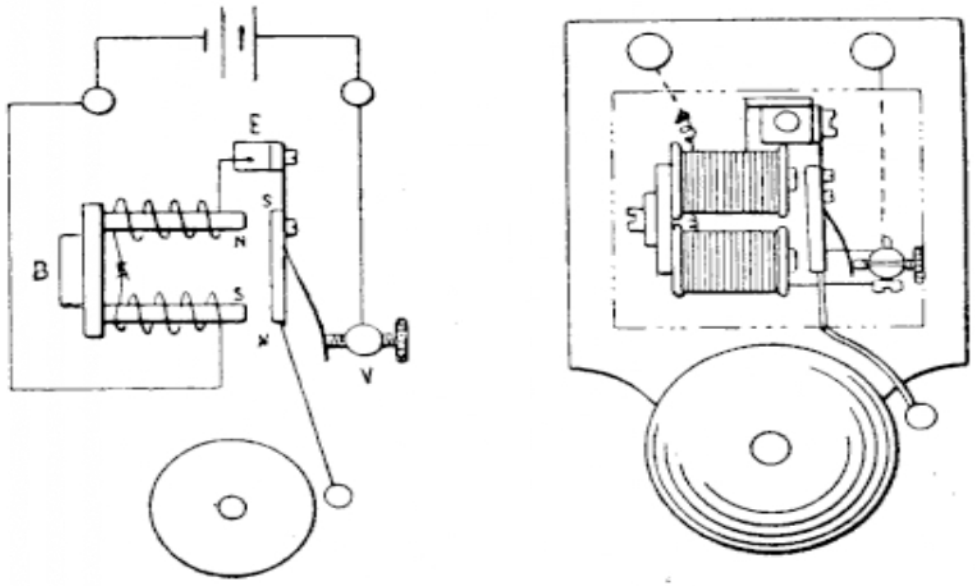


FIG. 57. — Sonnerie.

antagoniste, tend à éloigner l'armature des pôles de l'électro-aimant. Un prolongement du ressort antagoniste ou, si l'on veut, un deuxième ressort-lame vient s'appuyer sur une vis de réglage V montée sur une petite colonne isolée du massif métallique ; ce dernier ressort est l'*interrupteur*. L'armature est prolongée par une tige munie d'un marteau qui se trouve à proximité du bord d'un timbre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux bornes sont reliées : celle de droite, à la vis de réglage ; celle de gauche, à l'une des extrémités du fil de l'électro-aimant dont l'autre extrémité est reliée à l'équerre qui supporte l'armature.

Relions les bornes aux deux pôles d'une pile, le courant entre, par exemple, par la borne de gauche, traverse l'électro-aimant, l'équerre, le ressort antagoniste et l'armature, le ressort interrupteur et la vis de réglage, et sort par la borne de droite. Une aimantation étant développée dans les noyaux, l'armature est attirée, le marteau frappe le timbre ; mais ce mouvement sépare le ressort interrupteur de la vis de réglage et, le circuit étant ouvert, le courant ne passe plus. L'aimantation disparaît donc, et l'armature revient au repos sous l'influence de son ressort antagoniste. Par ce fait, le ressort interrupteur referme le circuit et provoque une nouvelle attraction de l'armature, et ainsi de suite, tant que la pile sera en communication avec les bornes.

Afin d'empêcher le magnétisme rémanent de maintenir l'armature collée sur les noyaux, l'extrémité de ceux-ci est garnie d'une petite pièce de cuivre.

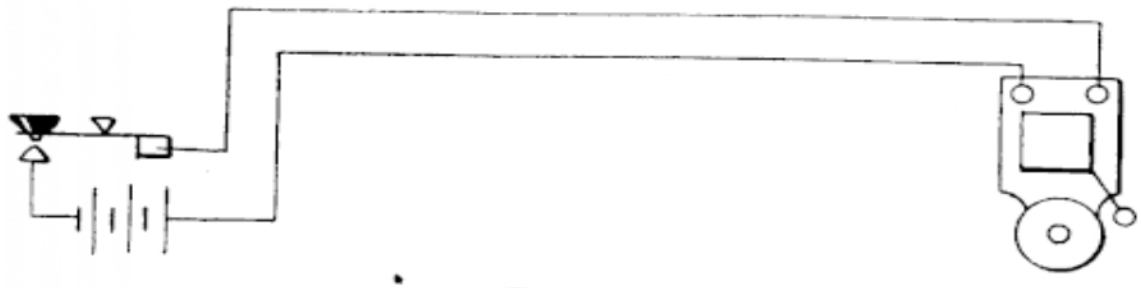


FIG. 58.

Pour éviter l'oxydation qui tend toujours à se produire quand une étincelle éclate à la rupture d'un circuit, la vis de réglage et l'interrupteur sont garnis d'un alliage d'argent. Dans tous les appareils, d'ailleurs, la même précaution est prise pour les pièces qui ferment des circuits.

La résistance de la sonnerie des postes téléphoniques est de 200 ohms.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour utiliser la sonnerie comme signal d'appel, il suffit de relier ses deux bornes aux fils d'une ligne et de compléter le circuit par une pile et un bouton d'appel (*fig.* 58).

59. Sonnerie polarisée. — L'installation de la *batterie centrale* dans les bureaux centraux nécessite l'intercalation d'un condensateur dans le circuit de réception d'appel des postes d'abonnés.

L'appel de ces postes doit donc s'effectuer au moyen des courants alternatifs ; on pourrait utiliser pour les recevoir une sonnerie trembleuse du type que nous venons de décrire, mais il serait préférable, dans ce cas, de supprimer la rupture et de relier directement les fils de ligne aux bobines pour éviter que la différence entre la fréquence du courant reçu et celle des interruptions du circuit de la sonnerie ne se traduise par un fonctionnement irrégulier. Si nous court-circuitons l'interrupteur de la sonnerie, l'armature sera attirée chaque fois que le courant sera positif ou négatif et l'attraction cessera quand le courant s'annulera pour changer de sens ; nous aurons donc deux attractions par période et la fréquence sera en général trop élevée pour permettre un fonctionnement satisfaisant. Aussi réalise-t-on des sonneries polarisées qui sont d'ailleurs beaucoup plus sensibles.

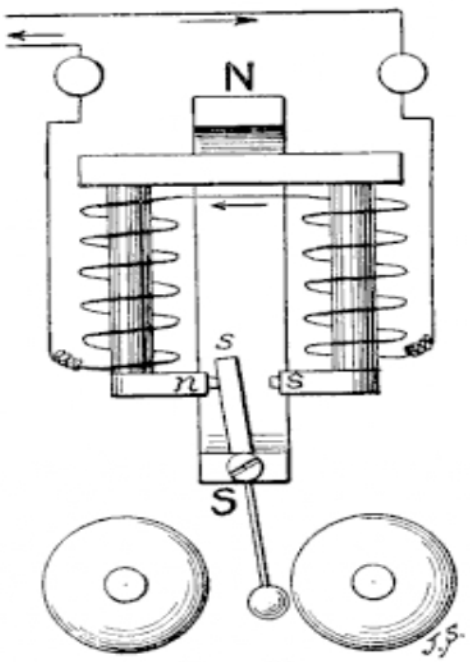


FIG. 59.
Sonnerie polarisée.

L'électro-aimant a ses noyaux pourvus de deux pièces polaires entre lesquelles vient se placer une armature en fer doux ; cette pièce pivote sur le pôle d'un aimant permanent NS dont elle forme le prolongement (*fig.* 59) et est par suite polarisée, c'est-à-dire prend la même polarité que le pôle de l'aimant qui la supporte, pôle sud dans le cas de la figure. L'armature porte une tige ter-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minée par un marteau qui peut frapper sur deux timbres.

Quand le courant traverse les bobines dans le sens indiqué par les flèches, un pôle nord *n* et un pôle sud *s* apparaissent sur les noyaux et l'armature est attirée vers la gauche ; quand le courant est de sens inverse, les pôles *n* et *s* de l'électro-aimant seront changés de sens et tendront par suite à déplacer l'armature polarisée vers la droite. Même si le courant a une intensité faible, le pôle *s* développé repousse l'armature et le pôle *n* l'attire, ce qui explique la sensibilité de cet appareil.

Un deuxième type de sonnerie repose sur le même principe, mais diffère par sa réalisation (*fig.* 60) : L'aimant est fixé par un de ses pôles N par exemple au milieu de la culasse et polarise par suite les deux noyaux dont les extrémités porteront des pôles nord comme celui de l'aimant ; l'autre pôle S de l'aimant supporte l'armature constituée par un barreau plat de fer doux qui peut pivoter autour de son centre et qui supporte le marteau ; les deux extrémités de l'armature sont placées par conséquent en regard des noyaux polarisés nord de l'électro-aimant. Ce système étant symétrique, les actions des deux noyaux sur les deux extrémités de l'armature sont égales et s'annulent, mais l'armature est ainsi en équilibre instable et le plus léger déplacement renforce l'attraction du noyau le plus voisin ; donc, au repos, l'armature s'appuiera indifféremment à droite ou à gauche. Quand le courant alternatif traverse les bobines, le pôle nord d'un des noyaux se trouve renforcé et l'autre amoindri, l'action du premier noyau est donc prépondérante et il attire l'armature ; dès que le courant s'inverse, c'est l'autre noyau qui devient prépondérant et qui attire l'armature. Nous avons donc encore le même fonctionnement que précédemment.

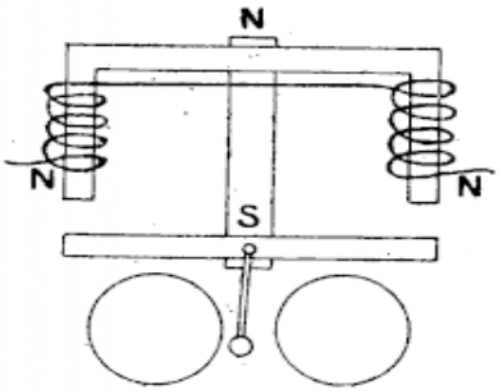


FIG. 60.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un troisième modèle de sonnerie (*fig.* 61), l'armature n'est pas polarisée, mais constitue en même temps le noyau d'un électro-aimant droit à une seule bobine à l'intérieur de laquelle elle peut subir de petits déplacements. Quand un courant alternatif passe dans la bobine, l'extrémité inférieure de l'armature présentera alternativement des pôles nord et sud et se trouvant placée entre les deux pôles d'un aimant à fer à cheval, sera attirée par l'un des pôles et repoussée par l'autre comme dans les modèles précédents.

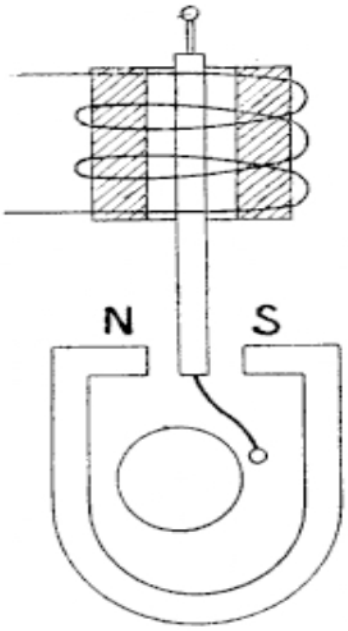


FIG. 61.

Toutefois, dans ce dernier type, le circuit magnétique de l'électro-aimant n'est pas fermé et, par suite, le flux magnétique étant plus faible, le pôle *n* ou *s* développé sur le noyau ne sera pas aussi intense et cette sonnerie sera moins sensible que les précédentes.

Les sonneries magnétiques ont une résistance de 1.000 ohms. Nous verrons ultérieurement dans l'étude de la batterie centrale que le choix de cette résistance permet de simplifier les postes d'abonnés en laissant en permanence la sonnerie en dérivation sur la ligne et que, grâce à sa résistance élevée ou plus exactement à son impédance élevée, l'affaiblissement apporté aux courants de conversation est peu important.

60. Appel magnéto-électrique. — L'appel magnéto-électrique ou, plus simplement, appel magnétique, est un générateur d'électricité destiné à remplacer la pile d'appel. Il est formé, en principe, d'une bobine de fil enroulée sur un noyau de fer doux qui peut tourner entre les pôles d'un aimant permanent. Les courants d'induction, développés dans le fil par suite des variations de magnétisme du noyau lorsque ses extrémités s'approchent ou s'éloignent de l'aimant, vont actionner la sonnerie du correspondant. C'est en somme un alternateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi de la clé d'appel a dû naturellement être évité pour ne pas avoir à manœuvrer deux organes à la fois ; à cet effet, l'appel magnétique comporte un commutateur automatique qui permet d'envoyer les courants sur la ligne ou de mettre celle-ci en communication avec la sonnerie.

En permettant la suppression de la pile d'appel, cet appareil simplifie l'installation et, surtout, l'entretien des postes.

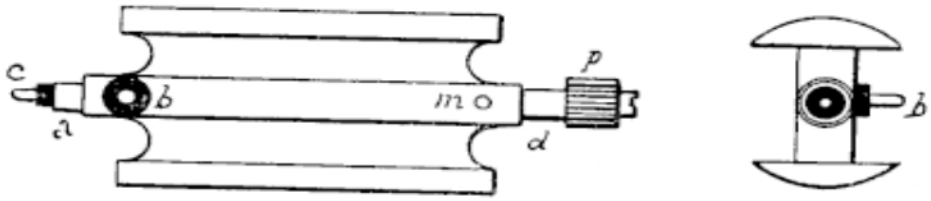


FIG. 62

L'*induit* est constitué par une bobine supportée par un noyau de fer doux dont la forme est indiquée par la figure 62 et qui est monté sur un axe muni de deux tourillons a, d, et d'un pignon denté p. La bobine porte au moins 2.400 tours de fil de cuivre, d'une résistance de 385 à 400 ohms ; l'une des extrémités est soudée au massif en m, et l'autre à une broche b qui traverse l'axe pour s'implanter dans une cheville c, qui se trouve au centre de cet axe et en dépasse l'extrémité. La broche et la cheville sont isolées par des bagues en ébonite.

Quand l'induit est mis en place, l'extrémité de la cheville frotte sur un ressort qui sert de prise de communication. Les deux bouts du fil sont donc représentés : l'un, par le massif ; l'autre, par le *ressort frotteur*.

Le système *inducteur* est formé de trois ou quatre aimants en fer à cheval dont les pôles de mêmes noms sont appliqués sur deux pièces de fer doux m^1, m^2, appelées masses polaires (*fig.* 63). L'écartement de ces masses est maintenu soit par des entretoises, soit par des flasques en cuivre fixées sur les côtés. La partie interne des masses est alésée avec soin pour que la bobine puisse, en tournant, présenter ses épanouissements polaires le plus près possible de ces pièces, sans cependant les toucher ; autrement dit, l'*entrefer* doit être aussi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduit que possible. L'axe de l'induit repose, par ses tourillons, dans des trous pratiqués dans les flasques, et son entraînement est opéré au moyen d'une manivelle M qui, par l'intermédiaire d'une roue dentée R, agit sur le pignon.

Le frotteur est prolongé par un *ressort-commutateur* e, qui, au repos, s'appuie sur l'arbre de la manivelle. Quand on tourne celle-ci, l'arbre subit un mouvement longitudinal vers la droite et quitte le commutateur qui vient prendre contact avec un butoir g. Ce mouvement est obtenu de la façon suivante :

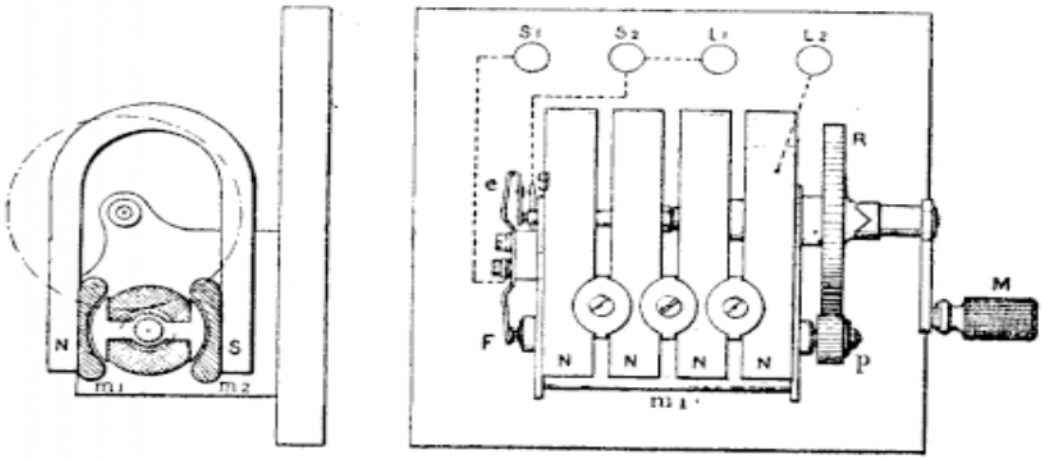


FIG. 63. — Appel magnétique, type A.

La manivelle est goupillée sur l'arbre, et son manchon est pourvu d'une dent D (*fig.* 64), qui engrène avec une encoche pratiquée dans le manchon de la roue R ; celle-ci est libre sur l'arbre.

Quand on commence à tourner, la dent glisse dans l'encoche et tend à repousser la roue ; mais, celle-ci butant sur la flasque, c'est l'arbre qui recule vers la droite. Dans ce mouvement, une bague h, fixée sur lui, presse un ressort à boudin r et vient buter sur le bord du barillet qui contient ce ressort. A ce moment l'arbre a quitté le commutateur qui est venu s'appuyer sur le contact g ; le jeu entre la bague et le barillet est tel, que la dent restée en prise avec l'encoche entraîne la roue dentée et, par suite, la bobine. Quand on lâche la ma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nivelle, le ressort r réagit et pousse l'arbre vers la gauche ; celui-ci reprend contact avec le commutateur qui quitte son butoir, et la dent reprend sa place au fond de l'encoche.

L'ensemble de l'appareil est fixé sur un socle en bois qui porte quatre bornes. La borne S_1 est reliée au ressort commutateur e ; les bornes L_1 et S_2 sont reliées entre elles, et au ressort g ; la borne L_2 au massif métallique de l'appareil.

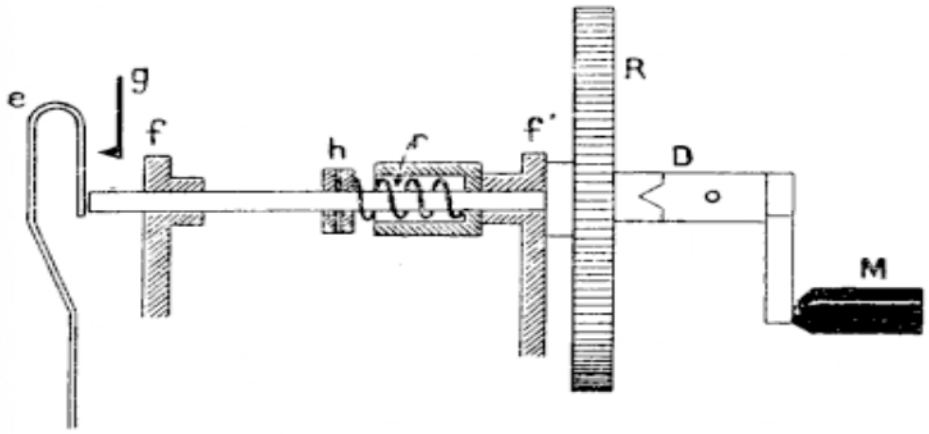


FIG. 64.

Avant d'examiner le fonctionnement de cet ensemble, voyons comment les courants d'induction se développent dans la bobine.

61. Fonctionnement. — Supposons d'abord l'appareil au repos : sous l'influence du magnétisme du système inducteur, le fer du noyau s'aimante et la bobine, abandonnée à elle-même, prend la position indiquée par la figure schématique (*fig.* 65).

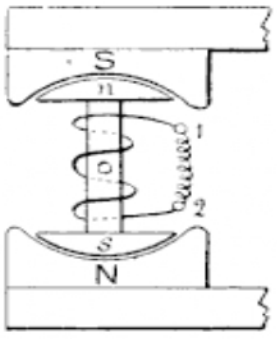


FIG. 65.

Supposons maintenant la bobine entraînée dans le sens de la flèche (*fig.* 66) ; dans le premier quart de tour, les pôles du noyau s'éloignent des masses polaires ; par conséquent, leur aimantation diminue, d'où naissance, dans le fil de la bobine, d'un courant d'induction *direct*, c'est-à-dire de 1 vers 2. Dans le deuxième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quart de tour, le noyau qui avait perdu toute aimantation, en franchissant la ligne neutre *xy*, en acquiert de nouveau en rapprochant ses extrémités des masses polaires : d'où naissance d'un courant inverse ; mais, comme la polarité du noyau a changé de sens, ce courant passe encore de 1 à 2, c'est-à-dire dans le même sens que le premier.

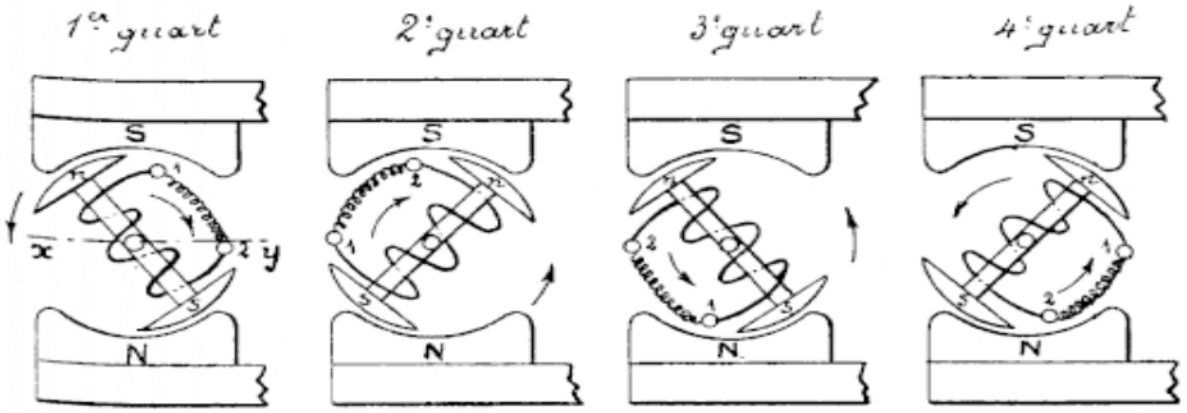


FIG. 66.

Dans le troisième quart de tour, l'aimantation du noyau diminue ; il en résulte un courant direct qui est, cette fois, de sens contraire au précédent, qui passe, par conséquent, de 2 vers 1. Enfin, dans le quatrième quart de tour, disparition, puis augmentation du magnétisme qui développe, comme dans le deuxième quart, un courant inverse qui suit le précédent en passant encore de 2 à 1.

En résumé, dans un tour complet de la bobine, il y a quatre émissions de courant induit, mais, se suivant deux à deux dans le même sens ; on peut dire que l'appareil émet deux courants de sens inverses par tour de bobine, c'est-à-dire une onde entière de courant alternatif.

Supposons maintenant l'installation théorique suivante (*fig.* 67) ; les fils de ligne sont attachés aux bornes L_1 et L_2 et la sonnerie intercalée entre les deux premières bornes S_1 et S_2.

Pour appeler, on tourne la manivelle qui laisse le ressort-commutateur venir sur son butoir et entraîne la bobine. Celle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ci, en raison de la différence des diamètres de la roue dentée et du pignon, décrit quatre révolutions par tour de manivelle. Le courant partant, par exemple, du massif, passe par la borne L_2, se rend chez le correspondant, et revient par le fil 2 et la borne L_1, pour rejoindre l'autre extrémité de la bobine par le butoir, le ressort-commutateur et le frotteur. Sur la borne S_1 nous avons une dérivation vers la sonnerie; mais cette borne S_1 se trouve reliée à la borne S_2, c'est-à-dire à la sortie de la sonnerie, par un *court-circuit* formé par le butoir et le commutateur; par conséquent, le courant ne traverse pas la résistance de la sonnerie.

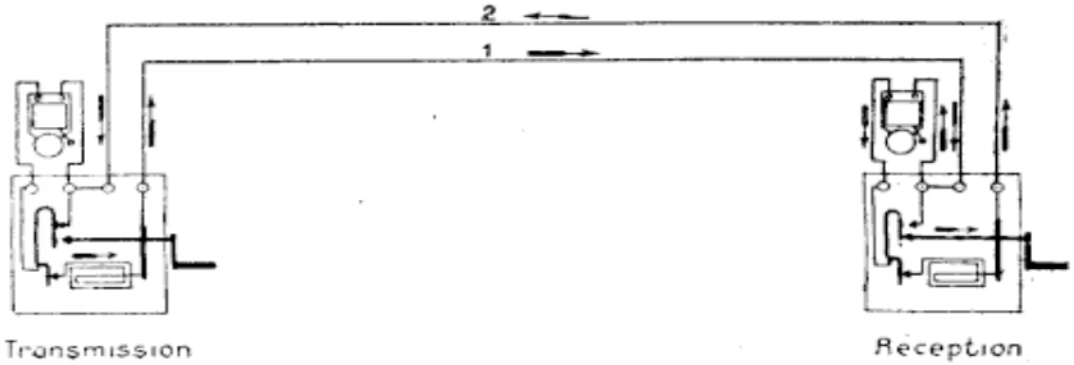


FIG. 67.

Dans l'autre poste, le courant, entrant par la borne L_1, traverse la sonnerie qui n'est pas court-circuitée, passe par le ressort-commutateur, l'arbre de la manivelle, le massif et retourne à sa source par le fil 2. La bobine est en dérivation entre le massif et le commutateur, mais se trouve court-circuitée par l'arbre et le ressort : donc le courant ne traverse pas la résistance de la bobine.

En résumé, à la transmission, le commutateur établit un court-circuit entre les bornes S_1 et S_2 pour permettre an courant de passer sans traverser la sonnerie; à la réception, le commutateur établit un court-circuit entre les bornes S_1 et L_2, c'est-à-dire entre les deux extrémités de la bobine, pour supprimer la résistance de celle-ci.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous verrons plus loin l'installation réelle de l'appel magnétique sur les postes téléphoniques.

62. Appels magnétiques, types A et B. — L'Administration a adopté un modèle d'appel magnétique qui est basé sur ces principes, mais qui présente divers perfectionnements.

Le noyau de l'induit a la même forme, mais il est *feuilleté*, c'est-à-dire formé de lamelles en tôle douce enfilées sur l'axe : on évite ainsi les courants de Foucault, qui prennent naissance dans un noyau de fer compact.

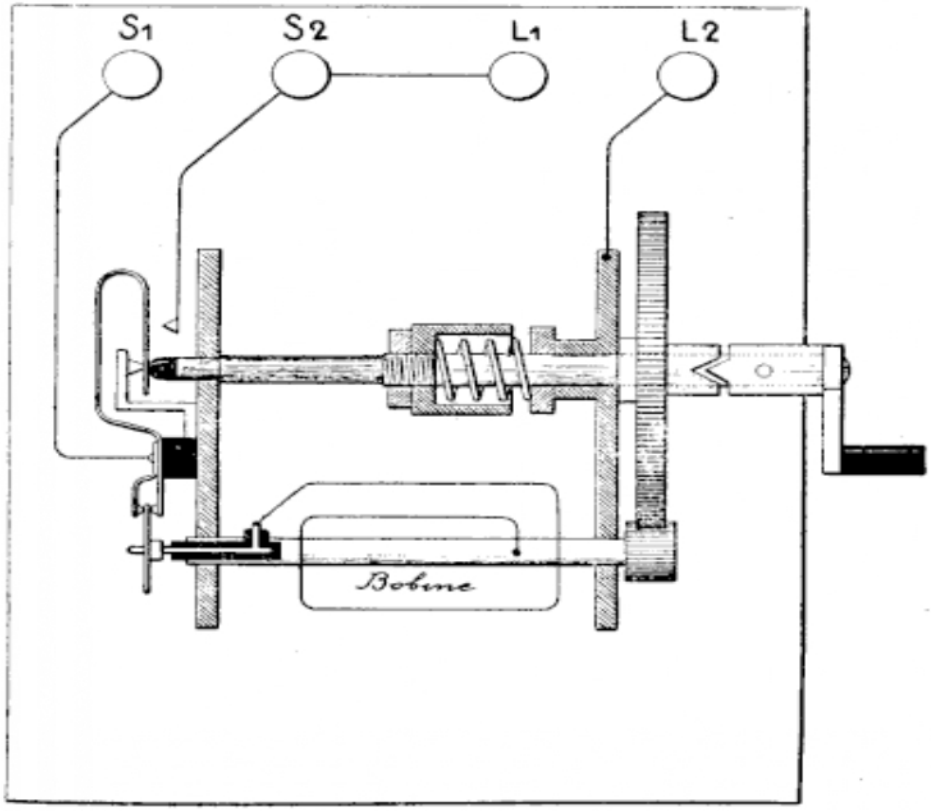


FIG. 68. — Appel magnétique, modèle 1901, type B.

Pour assurer la liaison entre la bobine et le frotteur, celui-ci est formé d'un double ressort dont les branches pressent sur les deux faces d'une molette fixée sur la cheville de l'arbre (*fig.* 68). C'est l'appel magnétique type B.

L'extrémité de l'arbre de la manivelle est pourvue d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

têton en matière isolante qui, au repos, s'appuie sur le commutateur et le met en contact avec une équerre vissée sur la flasque; le ressort se trouve ainsi en communication avec le massif par l'intervention toute mécanique de l'arbre.

Les bornes sont au nombre de quatre : deux, L^1 et L^2 pour les fils de ligne, et les deux autres, S^1 et S^2 pour la sonnerie. Les bornes S^2 et L^1 sont conjuguées et reliées au butoir de travail du commutateur. Grâce à cette double borne, on évite tout simplement dans certaines installations, d'attacher deux fils sous une même borne.

Il n'en était pas ainsi dans le type A primitif d'appel magnétique, qui ne possédait que trois bornes, numérotées 1, 2 et 3, la première correspondant à la borne S_1 du type B ; la borne 2 correspondant aux bornes conjuguées S_2 et L_1, et la borne 3 à la borne L_2. En outre le frotteur ne comportait pas de disque et consistait en un ressort s'appuyant en bout de l'arbre de la bobine.

RELAIS

63. Principe. — Les relais sont des électro-aimants dont l'armature, dans ses déplacements, peut fermer ou ouvrir de nouveaux circuits tant que le courant traverse l'enroulement. Ils permettent donc de réaliser les mêmes permutations de fils que les clés ou autres commutateurs que nous avons déjà étudiés, mais leur commande se fait électriquement à distance, et on conçoit que cette condition leur ouvre un champ d'application très vaste en téléphonie. On pourra les utiliser, par exemple :

1° Pour actionner des appareils demandant une certaine force, une pile locale étant mise en circuit sur ces appareils par le déplacement de l'armature ; la pile locale sera établie aussi forte qu'il sera utile et son circuit ne comprendra que les appareils à commander. A l'autre extrémité de la ligne, il suffira d'une pile faible puisqu'elle n'aura qu'à actionner le relais, c'est-à-dire à amener deux ressorts en contact ; si l'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plaçait directement à cette extrémité la pile principale, le circuit comprendrait non seulement la résistance des appareils, mais encore celle de la ligne, et il faudrait une pile beaucoup plus forte que la pile locale utilisée.

Cette disposition deviendra encore plus avantageuse si la pile locale est placée par exemple dans un bureau auquel sont reliées diverses lignes susceptibles de faire fonctionner les mêmes appareils. On trouve une application de ce principe dans le relais de sonnerie.

2° Quand des appareils doivent fonctionner sous une intensité bien déterminée, on s'affranchit, grâce à un relais, de la variation d'intensité qui résulte de l'utilisation de lignes plus ou moins longues, donc plus ou moins résistantes ; ici, au contraire, le circuit local est parfaitement déterminé et sa résistance invariable.

3° L'emploi de relais de types spéciaux tels que les relais polarisés permettra de provoquer le fonctionnement d'appareils en distinguant le sens du courant ; ils fonctionneront par un courant les parcourant dans un sens et resteront au repos si le courant circule en sens inverse.

4° Des relais d'une construction spéciale seront utilisés grâce à leur faible encombrement pour remplacer, dans une installation importante, les organes de réception d'appel habituels, c'est-à-dire les sonneries : tels seront par exemple les annonciateurs.

Nous verrons une autre application du même procédé à la réception des appels des abonnés dans les systèmes à batterie centrale, le relais en fonctionnant provoquant généralement l'allumage d'une lampe.

64. Constitution d'un relais. — Les relais peuvent différer par des détails de construction, mais en principe, leur circuit magnétique est constitué par un noyau cylindrique en fer doux, fixé sur une culasse en équerre par une de ses extrémités, l'autre extrémité se trouvant en regard d'une armature qui s'articule sur la culasse, et que son propre poids ou un ressort antagoniste maintient écartée du noyau. De cette fa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

çon, le circuit magnétique est fermé à l'exception de l'entre-fer qui peut d'ailleurs être très faible, et dont l'épaisseur peut varier entre 2 millimètres et 1/10 mm.

Le noyau porte une bobine comprenant un nombre de spires de fil de cuivre plus ou moins grand et de diamètre plus ou moins fin selon la résistance totale à donner à l'enroulement et qui dépendra de la puissance que le relais aura à fournir, donc des ampères-tours (produit du nombre de tours de fil de la bobine par l'intensité qui la parcourt mesurée en ampères).

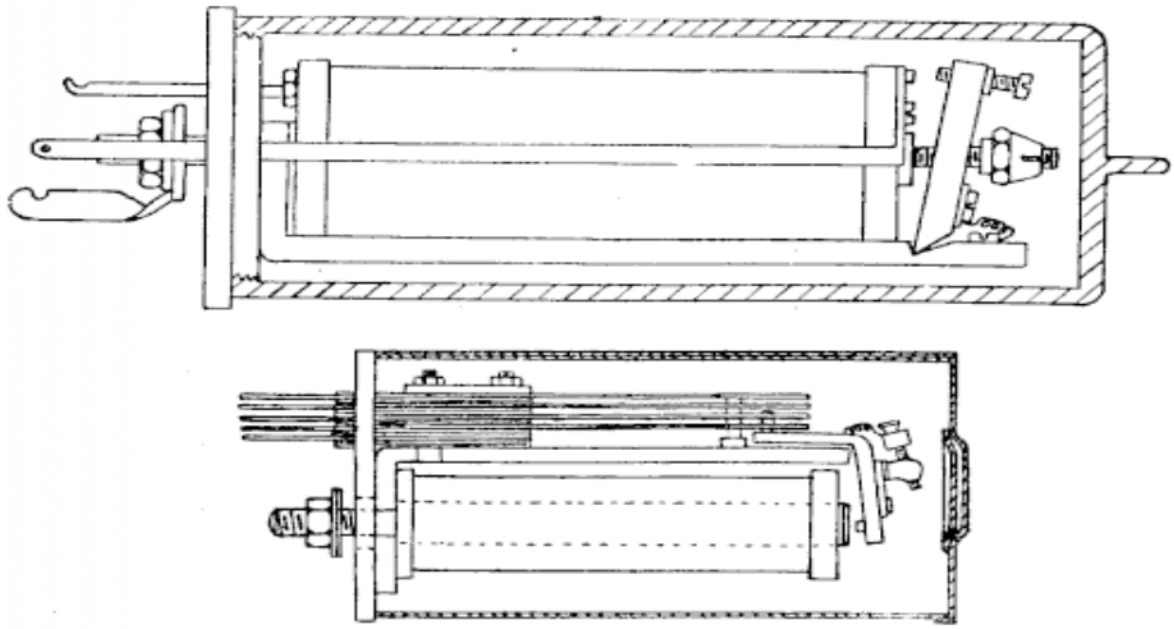


FIG. 69. — Relais à couteau.

L'armature peut porter à son extrémité libre un contact qui viendra appuyer sur une butée fixe lorsque le relais sera au travail et qui fermera ainsi un circuit local. Nous pouvons remarquer qu'une sonnerie trembleuse est en réalité un relais, mais dans lequel le contact, établi au repos, est ouvert au travail.

Les différences de construction des relais portent sur deux points principaux : articulation de l'armature et mode d'éta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blissement des contacts. L'articulation de l'armature peut se faire :

1° Par un couteau qui repose sur son arête au fond d'une saignée ménagée dans la culasse ;

2° Par un ressort-lame qui fléchit sous l'effort d'attraction et assure le retour au repos quand le courant cesse (c'est le cas de la sonnerie trembleuse) ;

3° Autour d'un axe fixé à la culasse.

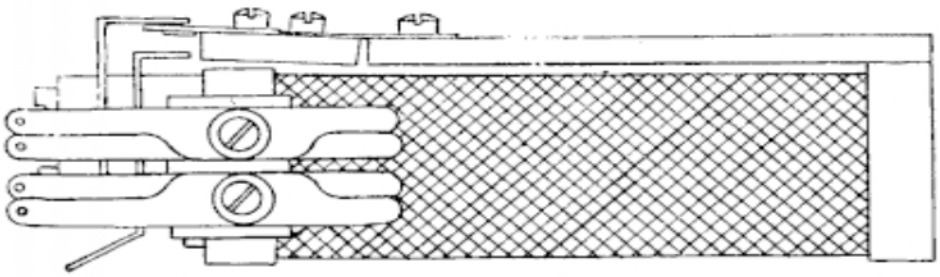


FIG. 70.

Un des contacts peut être porté par l'armature elle-même et venir buter contre un contact fixe ou, au contraire, un bras

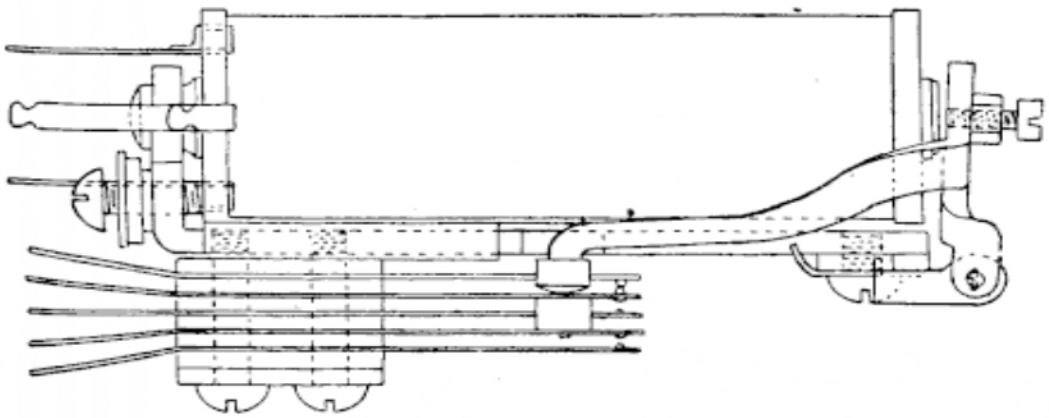


FIG. 71. — Relais à charnière.

porté par l'armature, et pivotant en même temps qu'elle, peut déplacer des ressorts munis à leur extrémité de gouttes d'alliage or-argent ou de platine de façon à assurer l'inoxydabilité de ces contacts par les étincelles. Les figures 68 à 71 donnent des exemples de réalisation de tels relais em-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployés plus spécialement dans les bureaux centraux, mais qui trouvent leur application dans des tableaux ou standards chez les abonnés.

65. Relais polarisés. — Ce sont des relais dont le circuit magnétique n'est pas neutre à l'état de repos, c'est-à-dire en l'absence de courant, grâce à la présence dans ce circuit magnétique d'un aimant permanent. On peut distinguer deux classes de relais polarisés :

Relais à noyau polarisé quand le noyau (ou les noyaux) est fixé sur l'un des pôles de l'aimant. Ce serait par exemple le cas d'un récepteur magnétique si la plaque vibrante était remplacée par une armature chargée d'établir des contacts.

Relais à armature polarisée quand un des pôles de l'aimant agit sur l'armature en fer doux pour lui donner la même polarité. Nous en avons vu d'ailleurs un exemple dans le premier type de sonnerie polarisée établie, à cette seule différence que l'armature de cette sonnerie agit directement sur des timbres sans fermer de circuit électrique.

Nous décrirons à titre d'exemple l'appareil appelé « rappel par inversion » qui est encore en service dans quelques installations téléphoniques de réalisation déjà ancienne.

66. Rappel par inversion de courant. — Cette désignation est appliquée à un relais de sonnerie polarisé utilisé depuis longtemps en télégraphie. Il est constitué de la manière suivante.

Les extrémités des noyaux d'un électro-aimant fixé sur une planchette sont munies de pièces polaires placées en regard (*fig.* 72). Entre ces pièces vient se présenter l'extrémité d'une armature en fer doux, polarisée par un aimant permanent dont elle forme, pour ainsi dire, un prolongement mobile. L'armature est montée sur des vis-pivots et peut osciller entre deux butoirs ; mais, au repos, un ressort antagoniste la maintient sur l'un d'eux. Comme dans le relais ordinaire, l'armature et le butoir de travail sont reliés à deux bornes, P, S, qui permettent d'introduire ces pièces dans le circuit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

local comprenant une pile et une sonnerie (ou tout autre signal d'appel). Pour assurer la communication qui pourrait être douteuse entre l'armature et ses pivots, la borne P est reliée, non seulement au massif de l'aimant, mais aussi à la vis de réglage du ressort.

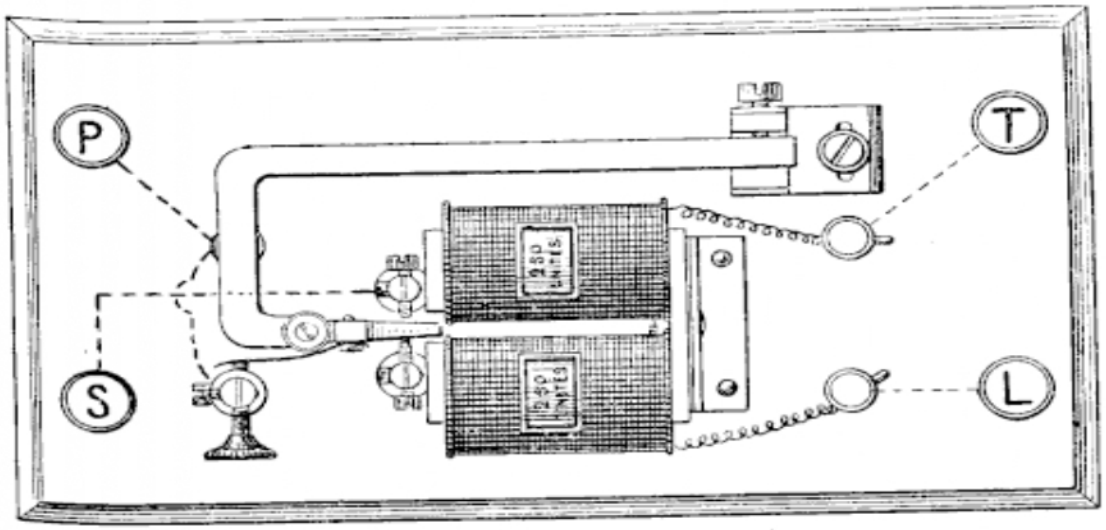


FIG. 72. — Rappel par inversion.

Quand un courant traverse les bobines, les noyaux sont aimantés ; si le pôle de l'armature est de même nom que celui du noyau près duquel elle se trouve, elle est repoussée par celui-ci et attirée par l'autre : elle quitte donc son butoir de repos pour passer sur le butoir de travail et fermer le circuit local. Si le sens du courant est inverse, la polarité des noyaux l'est également, et l'armature est, au contraire, attirée plus fortement sur son butoir de repos. Le courant de ligne a donc traversé, cette fois, l'électro-aimant sans provoquer la fermeture du circuit d'appel.

Les bornes de ligne sont doublées pour permettre d'inverser le sens du courant dans l'électro-aimant sans toucher aux connexions extérieures ; il suffit, en effet, de croiser les fils d'entrée et de sortie des bobines.

La résistance du rappel par inversion est de 500 ohms.

67. Annonciateur d'appel. — L'électro-aimant est formé d'un noyau pourvu de pièces polaires entre lesquelles est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enroulé le fil (*fig.* 73). Une culasse en fer doux fixée sur l'une de ces pièces et parallèle au noyau supporte, par l'intermédiaire d'un ressort-lame, l'armature qui vient surplomber l'autre pièce polaire; le circuit magnétique est ainsi presque fermé. L'armature est munie d'une tige terminée à l'avant par le crochet qui soutient le volet. Un ressort placé sous celui-ci permet de fermer, sur un contact, le circuit local d'une sonnerie. La résistance de la bobine est de 200 ohms.

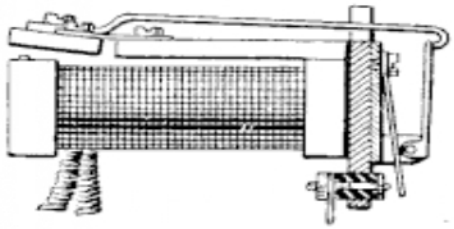


FIG. 73.

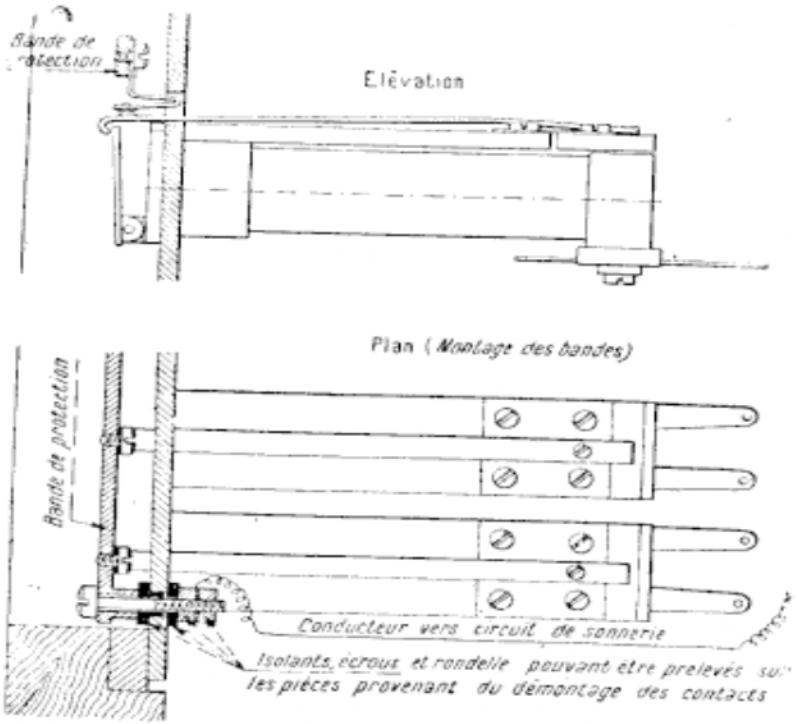


FIG. 74.

Grâce à leur faible encombrement, ces annonciateurs peuvent être montés en réglette sur un tableau recevant plusieurs lignes. Si un courant parcourt l'enroulement d'un annonciateur, l'armature est attirée et, dans son mouvement, libère le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

volet qui signale ainsi la réception d'un appel. Le circuit, fermé par la chute du volet, actionnera une sonnerie locale tant que le volet ne sera pas réenclanché. Pour éviter que des courants fugitifs, dus à des décharges atmosphériques, à l'influence de courants industriels sur la ligne et même à des trépidations du sol, ne provoquent ainsi le fonctionnement permanent de la sonnerie surtout la nuit, on peut modifier ces annonciateurs pour que la sonnerie ne soit actionnée que tant que le courant de commande lui-même passe. Dans ce but, le circuit local est fermé entre le crochet et un ressort fixé à une barre métallique située au-dessus des crochets (*fig.* 74). Il faudra donc que l'armature soit attirée pour que le circuit de sonnerie soit fermé et le volet ne sert plus que pour une signalisation visible de la ligne appelante.

CONDENSATEURS

68. — Les condensateurs sont utilisés en téléphonie pour séparer les circuits parcourus par du courant continu de ceux parcourus par du courant alternatif. Ils possèdent en effet la propriété de se laisser traverser par le courant alternatif et non par le courant continu. On peut expliquer cette propriété par les remarques suivantes:

Considérons un circuit comprenant une pile, un condensateur C et une résistance R qui sera par exemple celle d'un appareil d'utilisation quelconque (*fig.* 75). Dans ces conditions, aucun courant ne traverse le circuit, mais le condensateur est chargé, la différence de potentiel entre ses armatures étant celle de la pile utilisée. Si l'on déconnecte la

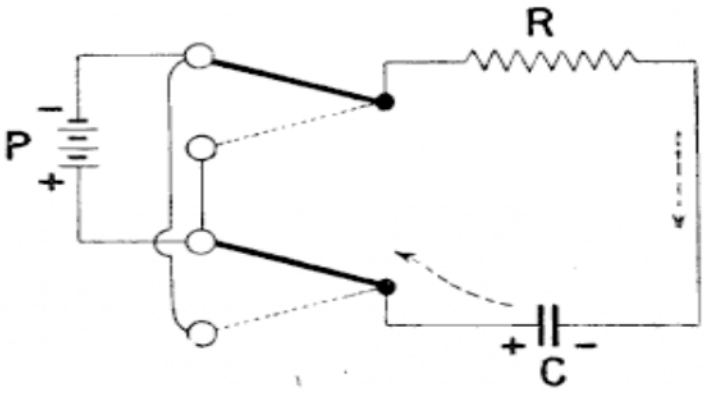


FIG. 75.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pile, le condensateur reste chargé, mais si l'on reconnecte la pile en sens inverse, l'armature du condensateur chargée précédemment + va se décharger d'abord puis se charger en sens inverse, il y aura donc un courant dans le sens indiqué par la flèche pendant le court instant que durent la décharge et la charge en sens inverse. Le passage de ce courant peut être mis en évidence si le circuit comporte un galvanomètre balistique dont l'aiguille dévie brusquement et revient lentement au repos dès que le courant a cessé de passer. Si nous inversons de nouveau la pile, nous aurons production d'un courant en sens inverse pour la même raison que précédemment. Si nous utilisons une source de courant alternatif, nous avons à chaque période une alternance positive et une alternance négative et ainsi de suite aux périodes suivantes. Nous avons donc une succession de courants de charge et de décharge qui seront par suite des courants alternatifs de même fréquence que la source employée.

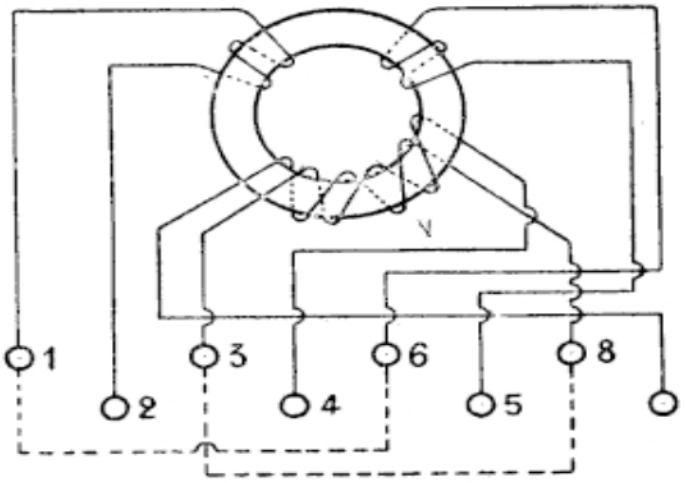
La charge d'un condensateur étant le produit de la tension appliquée par la capacité du condensateur, on conçoit que les courants de charge et de décharge seront d'autant plus intenses que la capacité du condensateur sera plus grande, d'où cette notion que l'intensité des courants alternatifs qui traversent un condensateur est proportionnelle à leur capacité. Plus la succession des inversions (c'est-à-dire la fréquence du courant employé) sera grande, plus le nombre de charges et de décharges par seconde sera grand et par suite l'intensité élevée. On arrive ainsi à établir que les condensateurs se laissent traverser beaucoup plus facilement par les courants alternatifs à fréquence élevée tels que les courants téléphoniques que par les fréquences basses : courant d'appel par exemple, et plus du tout pour la fréquence nulle qui correspond au courant continu.

Les condensateurs utilisés en téléphonie ont généralement une capacité de deux microfarads. Ils sont constitués par deux feuilles d'étain ou d'aluminium isolées par du papier paraffiné ; l'ensemble de ces feuilles est ensuite enroulé et comprimé pour diminuer son encombrement et logé à l'intérieur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un boîtier parallélipipédique en métal qui les protège et porte deux broches de raccordement isolées reliées aux deux armatures. Les condensateurs doivent pouvoir supporter une tension de 500 volts entre leurs bornes sans claquage, c'est-à-dire sans perforation du papier qui sépare les feuilles d'étain, ce qui les mettrait en court-circuit.

Pratiquement, on constate que si un condensateur est resté pendant un temps très long chargé dans un certain sens et si, pour une raison quelconque, telle que le transfert de la ligne de l'abonné à laquelle il appartient, l'orientation de la batterie de charge est inversée, le claquage se produit dans un nombre de cas notables (même si la tension de charge est relativement faible, 24 ou 48 volts). Ce défaut peut s'expliquer par une certaine polarisation du diélectrique, c'est-à-dire de l'isolant sous l'action d'une charge prolongée.



69. Translateurs et bobines toroïdales. — Ce sont des transformateurs téléphoniques par excellence, calculés pour avoir un bon rendement pour les fréquences des courants de conversation. Les deux types translateurs et bobines toroïdales ne diffèrent d'ailleurs que par leurs dimensions et par le soin avec lequel ils sont construits, les bobines toroïdales em-

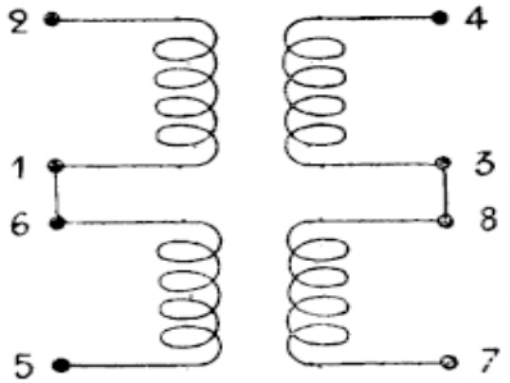


FIG. 76. — Connexions intérieures des bobines toroïdales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ployées sur les circuits interurbains devant être particulièrement bien équilibrées.

Leur circuit magnétique est complètement fermé de façon à diminuer les pertes magnétiques qui produiraient d'abord une baisse du rendement et en outre des effets d'induction sur les organes voisins ; le noyau en forme de couronne ou de tore est constitué par des fils de fer au silicium très perméable comme dans les bobines d'induction pour éviter les pertes par courants de Foucault ; dans certains modèles, le noyau est en poudre de fer comprimée à la presse avec un vernis qui sert à la fois à agglomérer les grains et à les isoler les uns des autres pour supprimer les courants de Foucault.

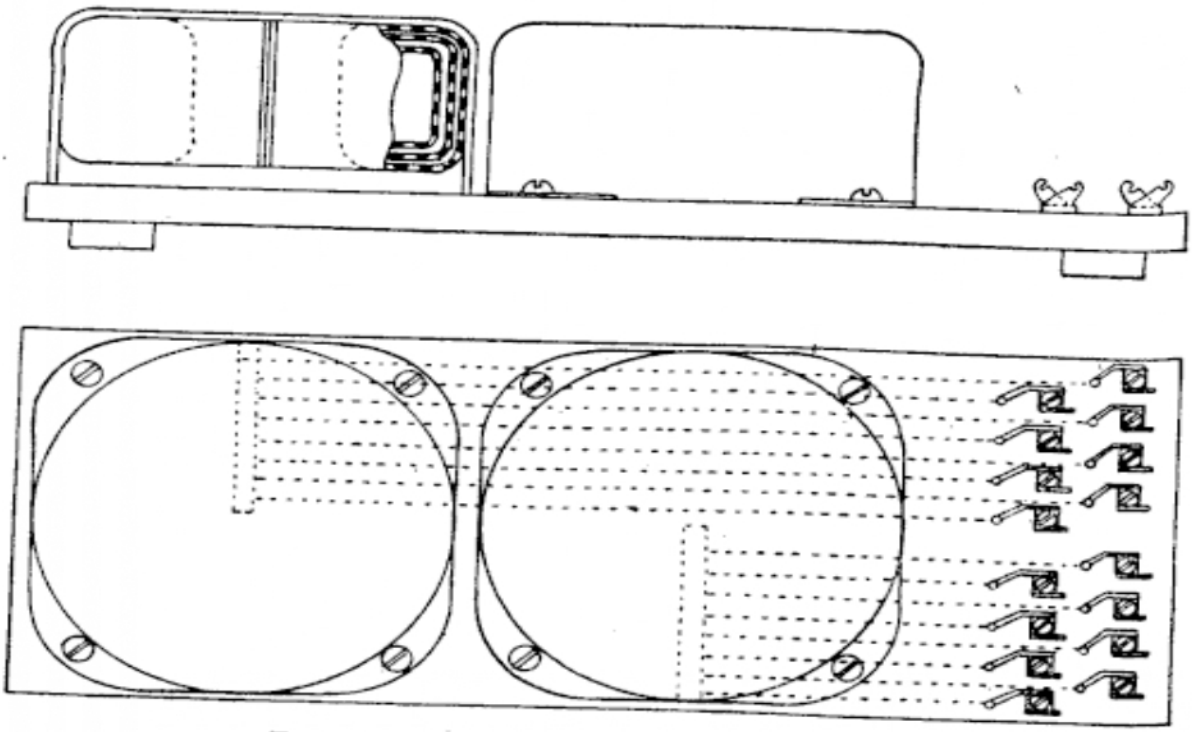


FIG. 77. — Planchette de translateurs.

Sur ce noyau sont enroulés quatre bobinages identiques qui, dans les montages, seront généralement employés deux par deux. Le rapport de transformation sera donc égal à l'unité. Chaque enroulement a une résistance de 23 ohms (*fig.* 76).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les bobines toroïdales, il faut que non seulement les enroulements soient identiques au point de vue résistance, mais encore qu'ils aient la même self-induction et la même capacité par rapport aux autres.

Les transformateurs ainsi réalisés sont placés dans des boîtes métalliques, noyés dans la résine et enfin fixés sur une planchette de bois généralement par paire. Les extrémités des enroulements sont placées dans des rainures creusées sous la planchette et noyées dans la paraffine et sont soudées à des broches de raccordement situées à une des extrémités (*fig.* 77).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

LES POSTES D'ABONNÉS

CHAPITRE I

CONSTITUTION DES POSTES TÉLÉPHONIQUES A BATTERIE LOCALE

70. Constitution théorique du poste d'abonné. — Nous avons vu qu'en principe, pour que deux correspondants puissent s'entretenir, il faut que leurs postes soient composés : 1° d'un microphone et d'une pile reliés au primaire d'une bobine d'induction ; 2° d'un ou deux récepteurs reliés au secondaire et aux deux fils de ligne. Mais il faut, de plus, munir chacun des postes d'une sonnerie, pour recevoir le signal d'appel, et d'un dispositif d'appel pour actionner, au moment voulu, la sonnerie du correspondant, ou plutôt l'*annonciateur* du bureau central.

Chaque poste comporte ainsi quatre circuits :

1° Le circuit microphonique ;

2° Le circuit de conversation ;

3° Le circuit de réception d'appel ;

4° Le circuit de transmission d'appel.

Pour éviter l'usure inutile de la pile microphonique et sa polarisation, puisqu'on utilise des éléments du genre « Leclanché », le circuit microphonique ne doit être fermé que pendant la communication. De même, le circuit de conversation comprenant les récepteurs et le secondaire de la bobine d'induction ne doit être raccordé aux fils de ligne que pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le même temps. Au contraire, quand le poste n'est pas utilisé, on doit pouvoir recevoir un appel ou appeler. Il en résulte qu'une commutation des fils de ligne est nécessaire au moment où la communication commence et que, pour faciliter les manœuvres à faire par l'abonné et éviter par suite les erreurs ou les oublis, cette commutation doit être simple et même doit dépendre automatiquement du geste que fait l'abonné pour saisir son récepteur, d'où l'idée d'utiliser un crochet commutateur auquel se trouve accroché le récepteur lui-même et qui sera libéré lorsqu'on décrochera ce dernier; un ressort le tire vers le haut et le mouvement de bascule est utilisé pour permuter les fils. Lorsque le récepteur est accroché, les fils de ligne doivent être reliés directement à la sonnerie pour permettre la réception d'appel et lorsqu'au contraire on veut appeler, il faut remplacer la sonnerie par le générateur d'appel, pile ou magnéto, soit par la manœuvre de la clé d'appel, soit par la manœuvre de la magnéto elle-même, et nous avons vu qu'à cet effet l'arbre de la manivelle commande automatiquement un commutateur.

71. Commutation par simple rupture. — Dans cette méthode, le circuit secondaire, la pile d'appel et la sonnerie sont reliés par l'une de leurs bornes en un point commun à l'un des fils de ligne, 2 par exemple. Il ne reste donc plus, par la manœuvre du crochet-commutateur qu'à relier le fil 1 soit au circuit de conversation, soit au circuit de signalisation; à cet effet, le fil 1 est relié au crochet-commutateur C. Lorsque le récepteur est accroché, le crochet bute sur le contact *s* et le circuit de sonnerie est fermé à travers la clé d'appel au repos; si la clé d'appel est manœuvrée, c'est la pile d'appel qui est réunie aux deux fils de ligne.

Si l'on décroche le récepteur, le levier C, sollicité par le ressort R, quitte le contact *s* et prend contact avec le butoir *c* appelé contact de conversation (*fig.* 78).

En même temps, un prolongement en métal A, isolé par de l'ébonite, réunit deux contacts *m*, *n*, intercalés sur le circuit microphonique et ferme, par conséquent, ce circuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les contacts sont, en réalité, constitués par des ressorts sur lesquels vient frotter le levier, ou bien celui-ci porte lui-même des ressorts qui frottent sur des plots.

Tel était le principe des postes Ader.

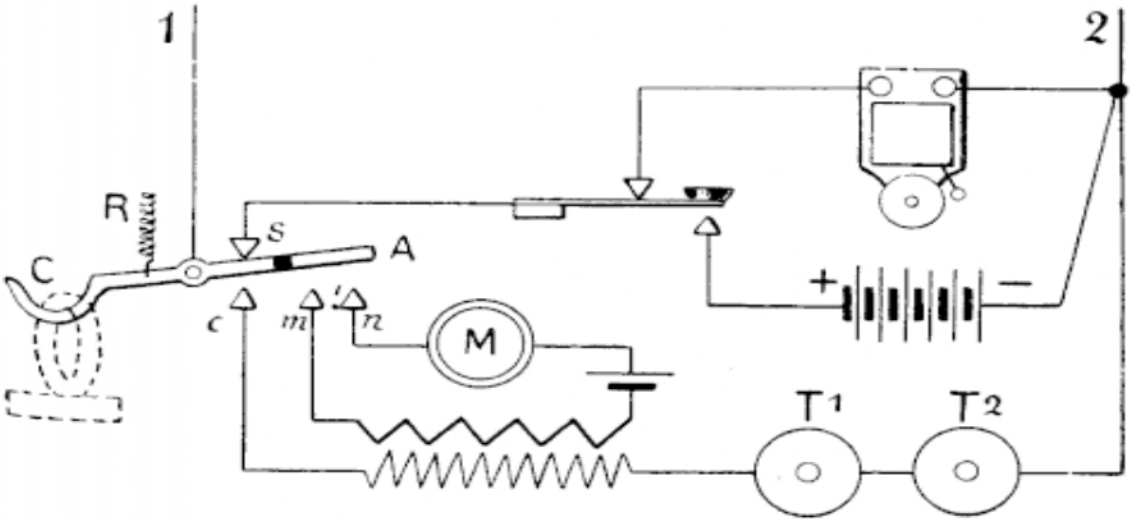


FIG. 78.

72. Inconvénients de la simple rupture. — Le point commun des trois circuits de conversation d'appel et de sonnerie avec le fil 2 peut présenter des inconvénients pour le bon fonctionnement de l'appareil; en particulier, si la sonnerie ou la pile d'appel sont mal isolées, le fil de ligne 2 aura une perte permanente à la terre pendant toute la conversation et il en résultera un affaiblissement des courants de conversation et surtout un bruit de friture gênant ; il importe de remarquer que la sonnerie qui se trouve généralement à quelque distance du poste et surtout la pile d'appel, qui est à liquide, présentent souvent de tels défauts d'isolement.

D'autre part, la présence d'un point commun gêne la recherche des dérangements.

73. Commutation par double rupture. — Par une décision qui date de la fin de l'année 1899 et dont les prescriptions étaient applicables à partir du 1er janvier 1900, l'Administration a exigé de nouvelles conditions pour la construction des appa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reils admis sur ses réseaux. Les constructeurs devaient, notamment, établir des contacts à frottement pour tous les organes de commutation ; l'usage des vis à bois était absolument proscrit ; enfin, ce qui est le plus important, tous les circuits devaient être indépendants (*commutation par double rupture*).

Les deux fils de ligne arrivent donc, en principe, au crochet-commutateur et sont fixés à deux parties isolées l'une de l'autre (*fig.* 79). Au repos, le commutateur met les deux fils en communication avec les deux ressorts d'une double clé d'appel. A leur tour, ces ressorts mettent les deux fils en relation, au repos, avec les deux bornes de la sonnerie et, quand on appuie sur la clé, avec les deux pôles de la pile d'appel.

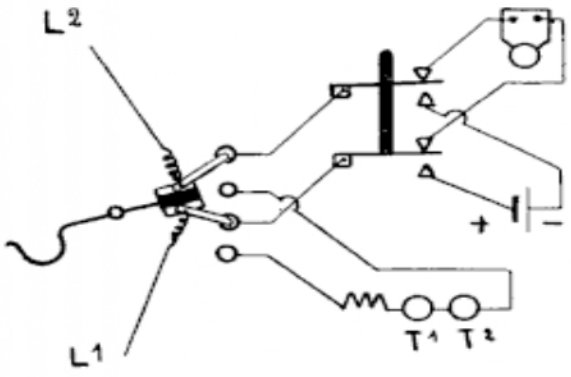


FIG. 79.

Quand on décroche le téléphone, le commutateur met les deux fils en communication avec les deux extrémités du circuit de conversation. Les trois circuits : sonnerie, pile d'appel, conversation, n'ont ainsi aucun point commun.

Nous prendrons comme exemple les postes mobiles et muraux du modèle administratif. Ces postes sont munis du microphone de l'Administration et de récepteurs Ader; ils sont encore connus sous le nom d'appareils Pasquet.

74. Poste mobile, modèle 1902. — Le crochet-commutateur est formé d'un levier pivotant sur son extrémité de droite (*fig.* 80) et portant un bloc d'ébonite sur lequel sont fixés, à plat, deux ressorts-lames. Pour plus de clarté, ces deux ressorts et les plots de contact sont représentés de profil. Quelle que soit la position du crochet, les ressorts sont toujours en prise avec deux longs plots l^1, l^2, reliés respectivement aux bornes L1, L2; mais ils peuvent passer des plots s^1 et s^2 aux plots c^1 et c^2. Le circuit microphonique est fermé,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quand le téléphone de gauche est décroché, au moyen d'un ressort dont les deux branches viennent réunir métalliquement les colonnettes *m* et *n*.

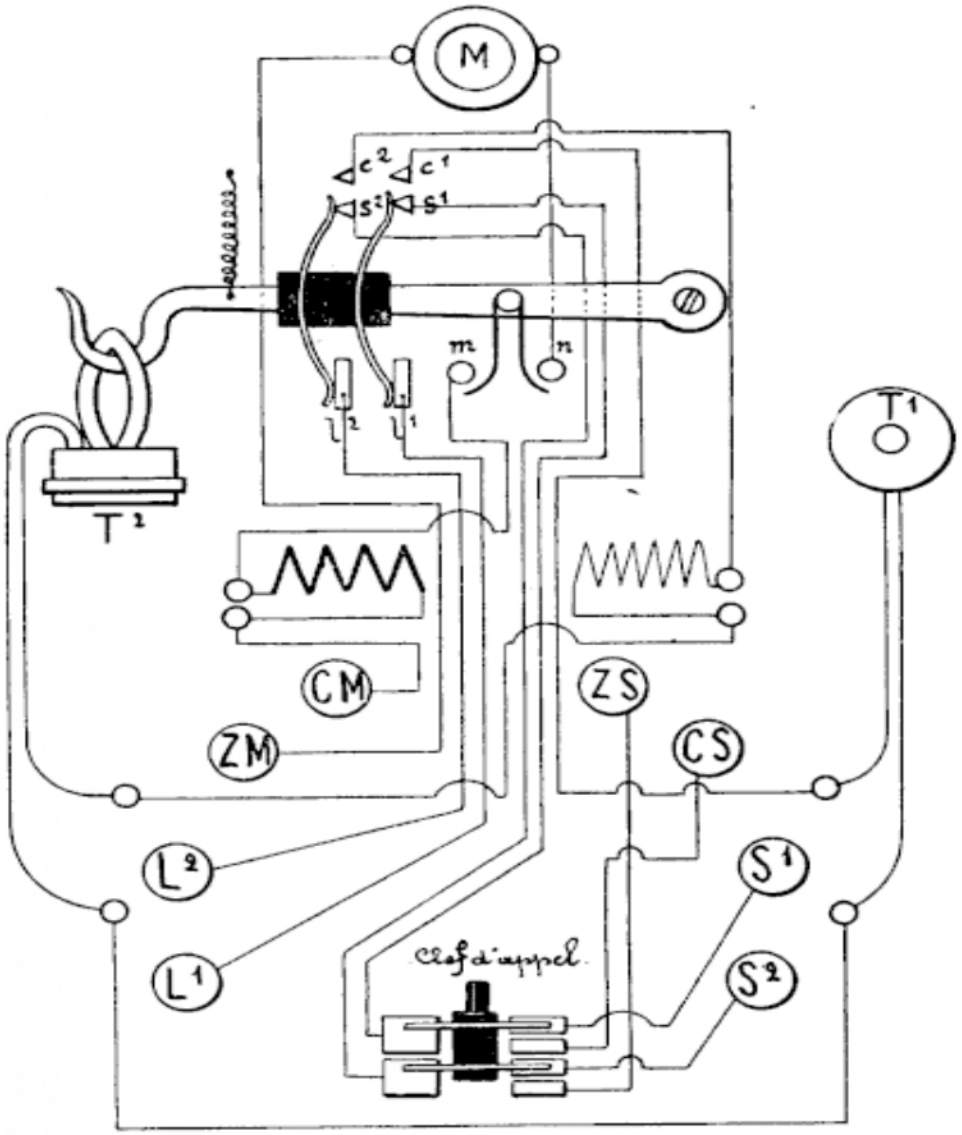


FIG. 80. — Poste mobile 1902.

La clé d'appel est construite d'une manière analogue : deux ressorts, fixés sur une pièce d'ébonite surmontée du poussoir, peuvent réunir, chacun, un grand plot à l'un des petits plots d'une paire située en regard du premier.

Réception d'appel. — Les fils de ligne sont en relation, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les bornes L1 et L2, les plots l^1 et l^2, les ressorts, les plots s^1 et s^2, avec les grands plots de la clé d'appel. Celle-ci, à son tour, par ses deux ressorts, met la ligne en relation avec les deux petits plots reliés aux bornes S1 et S2, c'est-à-dire avec la sonnerie.

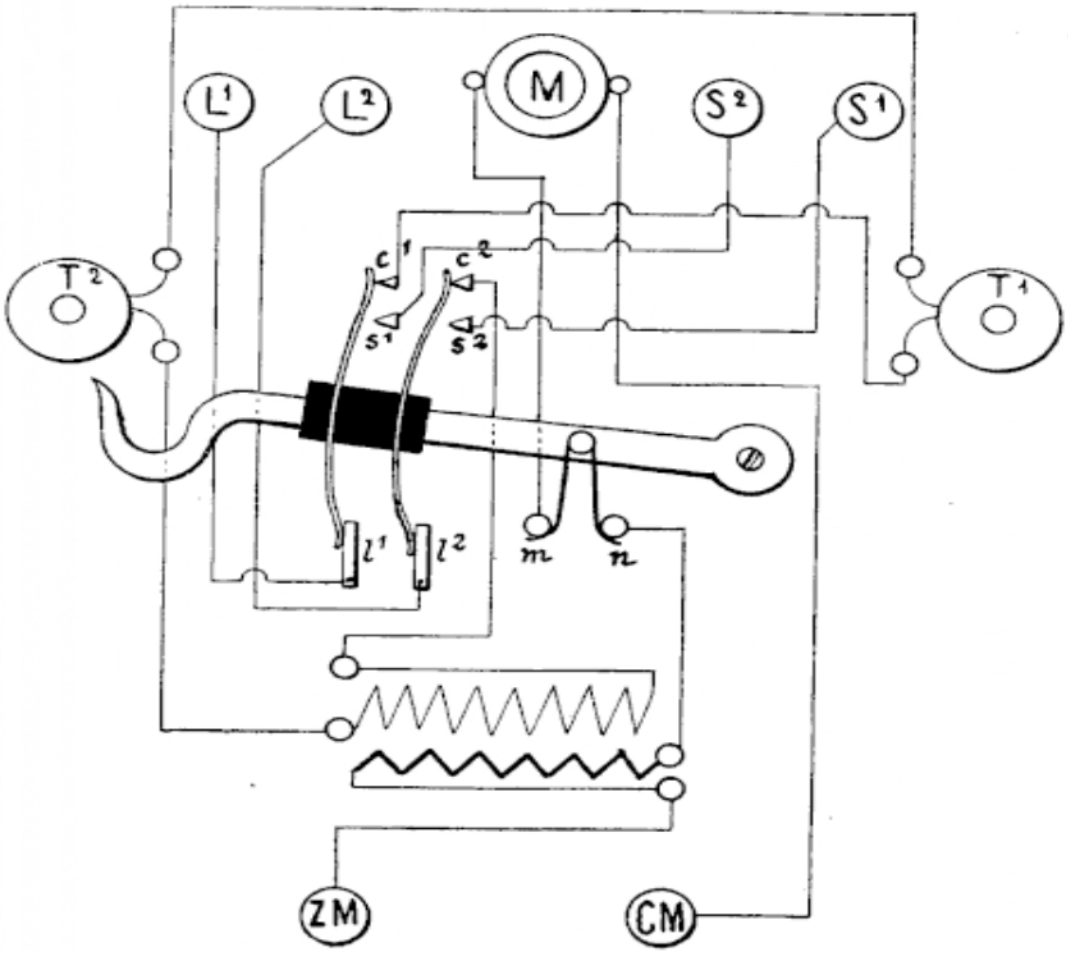


FIG. 84. — Poste mural 1902.

Transmission d'appel. — Les bornes CS et ZS sont reliées aux deux plots de travail de la clé d'appel. Quand on presse sur le bouton de celle-ci, les deux pôles de la pile sont donc en communication avec les deux fils de ligne, d'un côté, par s^1, l^1 et borne L1 ; de l'autre, par s^2, l^2 et borne L2.

Conversation : 1° circuit microphonique : borne CM, fil primaire, colonnettes m, n, microphone, borne ZM ; 2° cir-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuit de conversation : borne L1, plot l^1, ressort, plot c^1, téléphones, fil secondaire, plot c^2, ressort, plot l^2 et enfin borne L2.

75. Poste mural, modèle 1902. — Les organes sont les mêmes que ceux du poste mobile et les circuits sont constitués d'une manière analogue ; toutefois, cet appareil étant toujours installé avec un appel magnétique, ne comporte pas de clé d'appel. Il en résulte que les plots s^1 et s^2 sont reliés directement aux bornes de sonnerie S^1 et S^2 (*fig.* 81).

76. Applique murale, modèle 1902. — Il existe aussi un modèle administratif, appelé applique murale, dans lequel le microphone, qui est un solid-back, est monté sur une poignée qui supporte également un téléphone. Cet *appareil combiné* s'accroche au levier commutateur à la place du récepteur de gauche.

77. Montage des récepteurs en dérivation. — Depuis le 1er novembre 1907, les constructeurs sont tenus de monter les récepteurs en dérivation, au lieu de les placer l'un à la suite

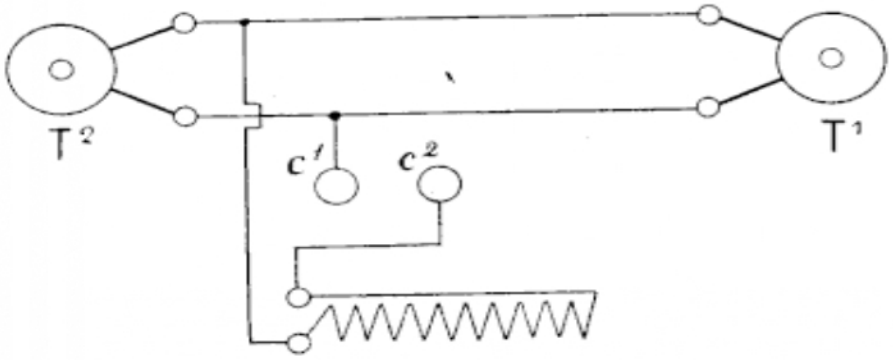


FIG. 82.

de l'autre, c'est-à-dire en série. Ce montage, indiqué par le schéma ci-après (*fig.* 82), a pour but de diminuer la résistance et la self du circuit de conversation. Actuellement, avec des récepteurs dont la résistance est plus faible, le montage en série est possible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

78. Appareils de l'Administration, modèles 1910. — Ces appareils sont de trois types : l'applique murale, l'appareil mural et l'appareil mobile (*fig.* 83, 84 et 85). Ils sont munis d'un commutateur formé de ressorts-lames en acier accouplés avec des lames de laiton et montés sur une pièce d'ébonite.

Les lames de laiton, moins élastiques que les ressorts, permettent de parfaire le réglage de la position de repos de ceux-ci et en limitent le jeu. Les ressorts sont au nombre de huit : deux ressorts de ligne, deux de sonnerie, deux de conversation et deux pour le circuit microphonique. Les premiers s'appuient, au repos, sur les ressorts de sonnerie ; plus longs que les autres, ils présentent des extrémités recourbées entre lesquelles vient se placer un galet porté par le bras intérieur du crochet-commutateur (*fig.* 83). Quand on enlève le récepteur, le levier bascule et le galet écarte les ressorts de ligne ; ceux-ci abandonnent les ressorts de sonnerie et viennent s'appuyer sur les ressorts de conversation. En même temps, par l'intermédiaire d'une pièce en matière isolante, les deux ressorts du circuit microphonique sont mis en contact.

Dans le but de supprimer les bornes extérieures et de protéger ainsi les prises de communications, les connexions sont reliées à des vis de serrage portées par une réglette en ébonite placée à l'intérieur de l'appareil. Les communications avec l'installation sont alors établies au moyen d'un câble terminé par une planchette de raccordement et contenant le nombre voulu de conducteurs.

Les récepteurs sont montés en dérivation.

Chacun des trois types d'appareils modèles 1910 est muni d'appel magnétique et ne comporte par conséquent pas de clé d'appel, puisque cette dernière est remplacée par le ressort commutateur de la magnéto elle-même.

79. Applique murale 1910. — Cet appareil (*fig.* 83) est muni d'un combiné 1910 formé par la réunion d'un boîtier pour capsule microphonique amovible et d'un récepteur Ader. Le combiné est suspendu au crochet-commutateur et le crochet fixe porte un deuxième récepteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour adjoindre un appel magnétique à cette applique murale, il suffit de réunir les deux bornes S_1 et S_2 de l'applique aux deux bornes marquées L_1 et L_2 sur la magnéto à quatre

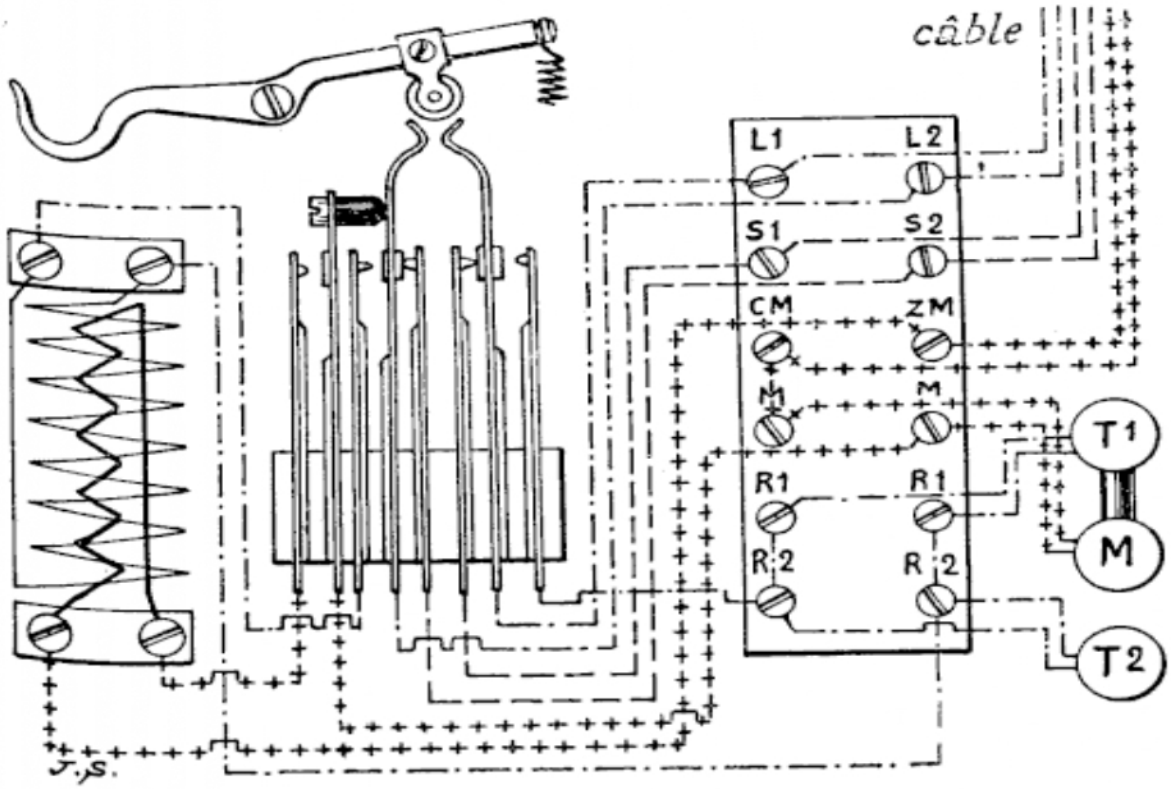


FIG. 83. — Applique murale, modèle 1910.

bornes et d'intercaler la sonnerie entre les bornes marquées S_1 et S_2 sur cette même magnéto. Nous savons que lorsque la manivelle est au repos, l'enroulement de la bobine de l'induit est court-circuité et que, par suite, la sonnerie est seule dans le circuit et se trouve ainsi reliée aux bornes S_1 et S_2 de l'appareil ; pendant la transmission d'appel, la sonnerie est court-circuitée à son tour et ce sont les deux extrémités de la bobine de l'induit qui sont reliées aux bornes L_1 et L_2 de l'appel magnétique et, par suite, aux bornes S_1, S_2 de l'applique murale et, si le récepteur est accroché, à la ligne.

80. Appareil mural 1910. — La planchette qui ferme cet appareil porte un boîtier pour capsule microphonique amo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vible. Quand celle-ci est mise en place, les communications sont établies par l'intermédiaire de deux ressorts portés par la réglette de connexions (*fig.* 84).

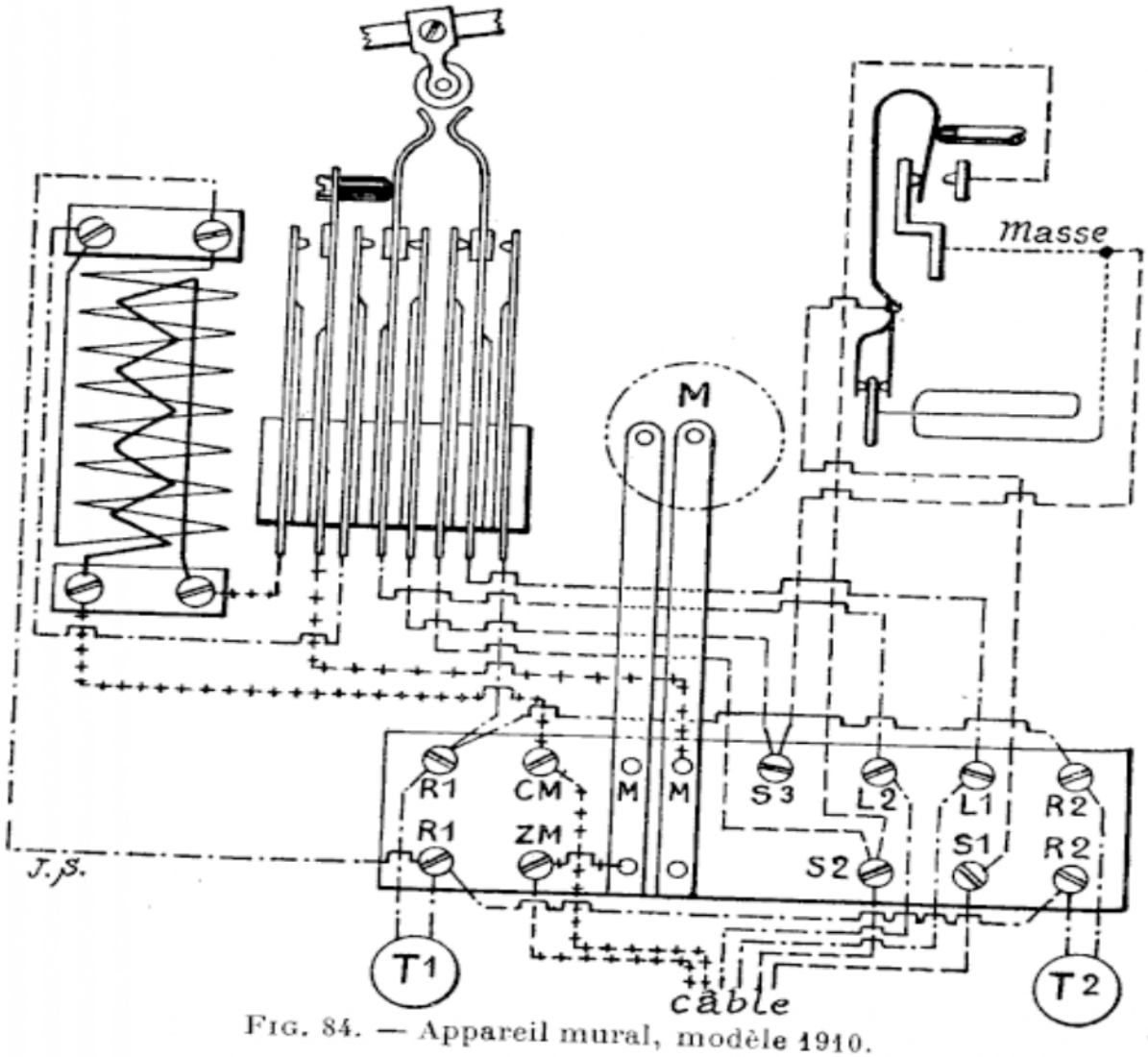


FIG. 84. — Appareil mural, modèle 1910.

81. Appareil mobile 1910. — Une petite colonne, montée sur le socle, porte un crochet fixe et le levier-commutateur ; celui-ci présente deux branches terminées par des fourches sur lesquelles on pose un combiné 1910 (*fig.* 85).

Dans l'appareil mural et l'appareil mobile, la réglette de raccordement placée à l'intérieur de l'appareil comporte trois bornes S_2, S_2, S_3. Les deux bornes S_2 et S_3 sont reliées d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

part aux deux contacts de repos du commutateur et sont, par

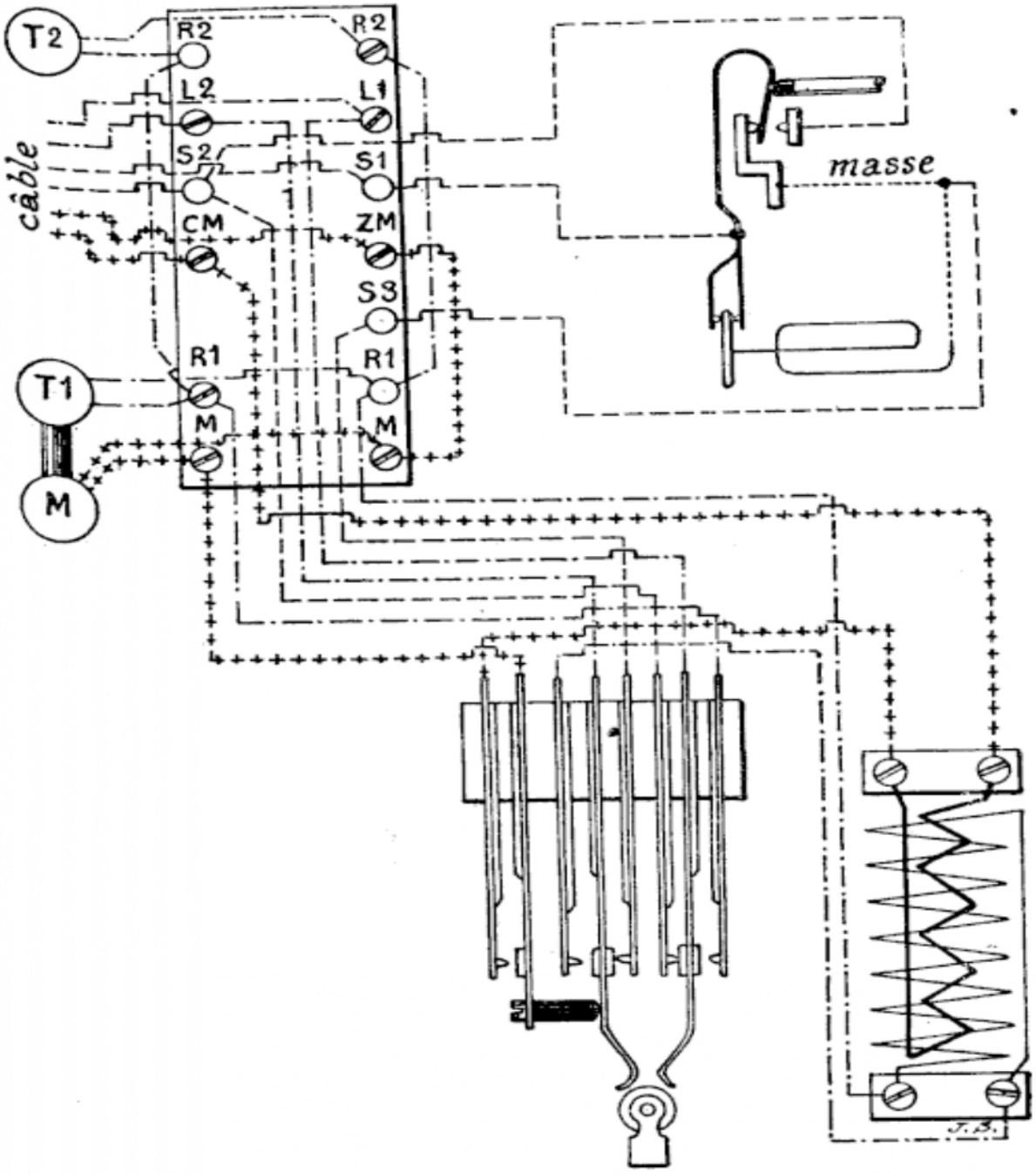


FIG. 85. — Appareil mobile, modèle 1910.

suite, en liaison avec la ligne quand le récepteur est accroché.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il suffit donc de relier entre ces deux bornes la sonnerie et la magnéto et de faire court-circuiter l'un ou l'autre de ces deux organes par le commutateur de la manivelle. La sonnerie sera connectée entre les bornes S_2 et S_1 et l'induit entre les bornes S_1 et S_3, S_1 étant relié au ressort-commutateur de la magnéto ; la borne S_2 est reliée en outre au butoir de travail de ce commutateur. Quand la manivelle est au repos, l'induit (S_1S_3) est court-circuité, la sonnerie est seule en circuit ; quand la manivelle est actionnée, la sonnerie est court-circuitée par le chemin suivant : borne S_2, butoir de travail du commutateur de magnéto, ressort-commutateur, borne S_1, et l'induit se trouve branché sur la ligne.

82. Commutation par court-circuit. — La commutation par double rupture entraîne une complication du poste et un grand nombre de contacts ; elle est, par suite, une source de dérangements. Si les piles d'appel à liquide, presque toujours placées dans des coins humides, sont remplacées par des appels magnétiques placés sur des planchettes à proximité de l'appareil ou même faisant corps avec lui, les défauts d'isolement ne sont plus autant à craindre ; on peut alors soit revenir à la commutation par simple rupture, soit adopter une commutation par court-circuit analogue à celle de l'appel magnétique. Ces deux méthodes présentent le même inconvénient au point de vue de la répercussion sur le circuit de conversation d'un défaut d'isolement de la sonnerie, mais la deuxième méthode présente l'avantage d'être plus simple et en particulier de permettre la conversation, même si le crochet ne fonctionne pas parfaitement (*fig.* 86) ; si l'un des contacts n'est pas fermé, par exemple si la sonnerie n'est pas mise en court-circuit, le courant de conversation est simplement affaibli. L'ennui est qu'un déran-

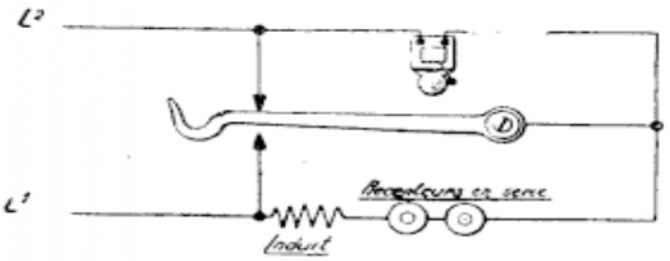


FIG. 86.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gement de ce genre peut durer longtemps sans qu'on songe à s'en plaindre.

L'administration française a prescrit en 1912 la modification par court-circuit des appareils Pasquet précédemment décrits, agencés avec double rupture. Il n'y a rien de modifié dans l'installation du circuit primaire qui pour cette raison n'a pas été représenté dans les figures suivantes.

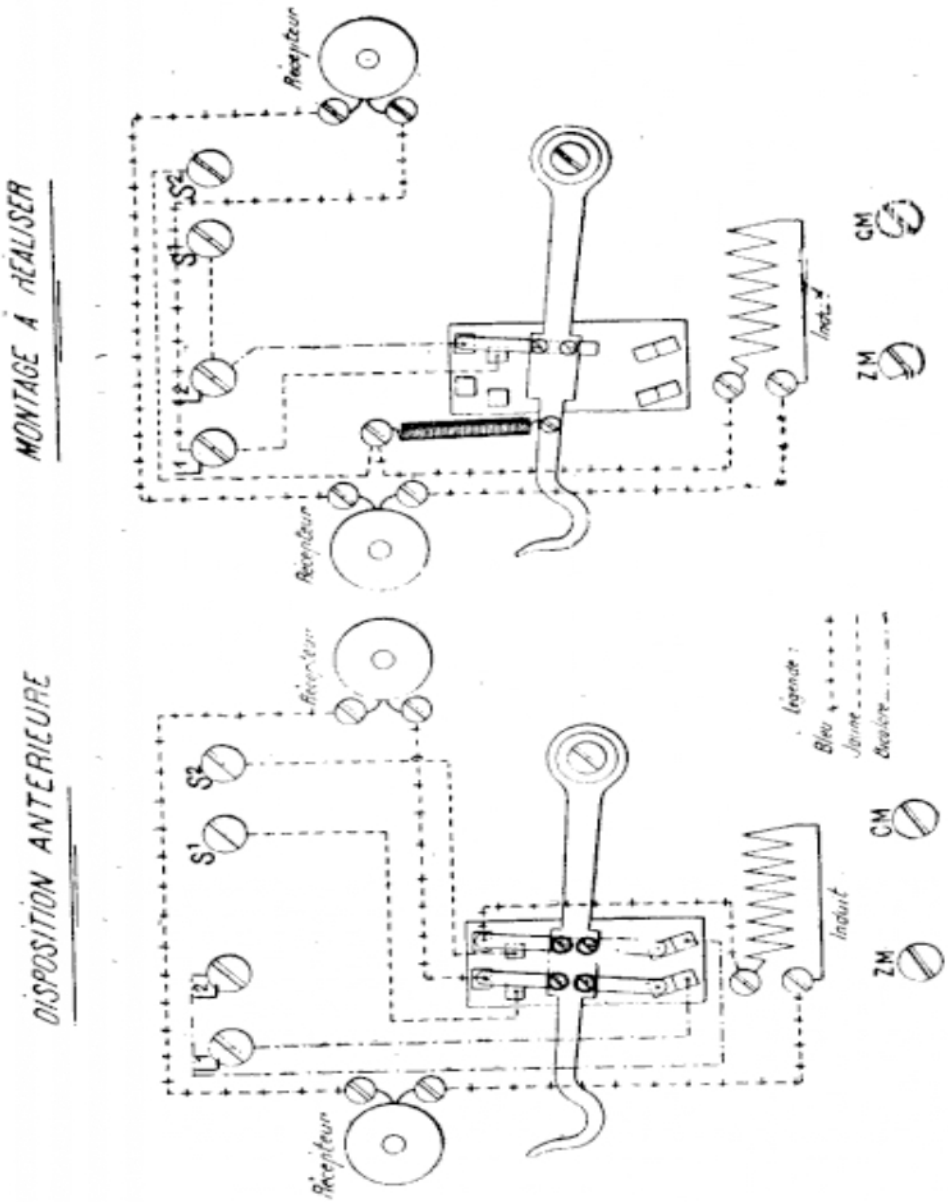


FIG. 87.

83. Appareil mural Pasquet modifié. — La figure 87 montre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

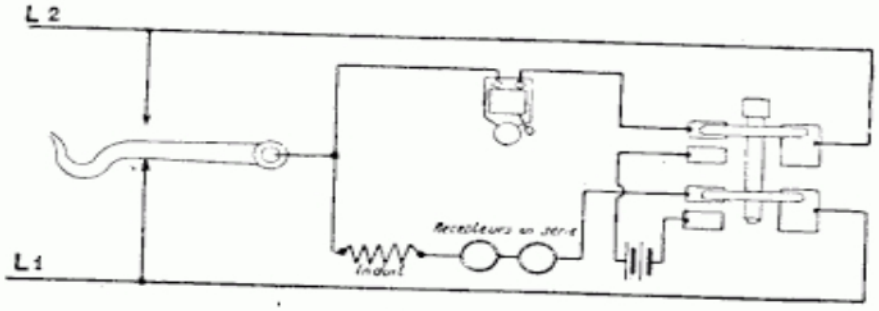
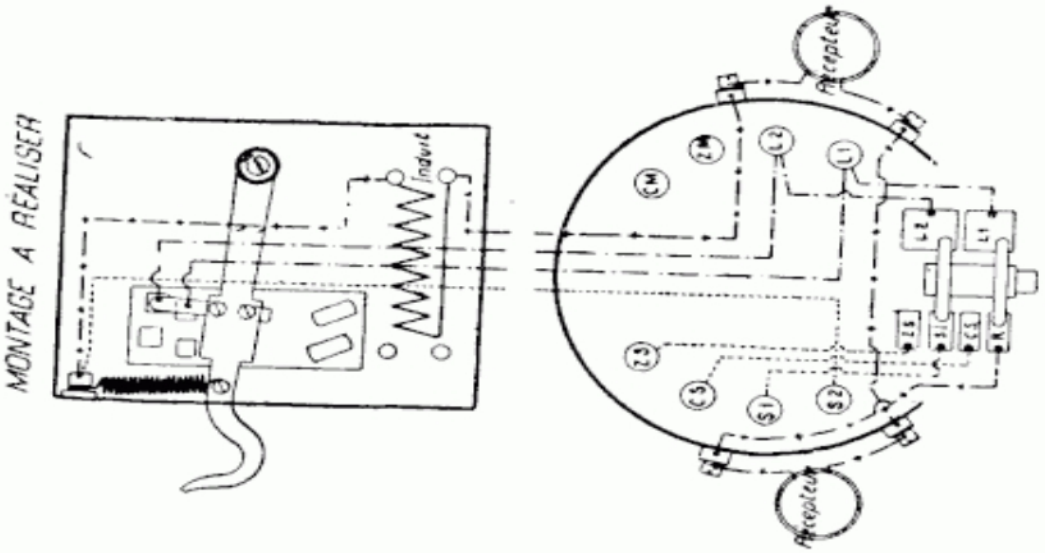


FIG. 88.



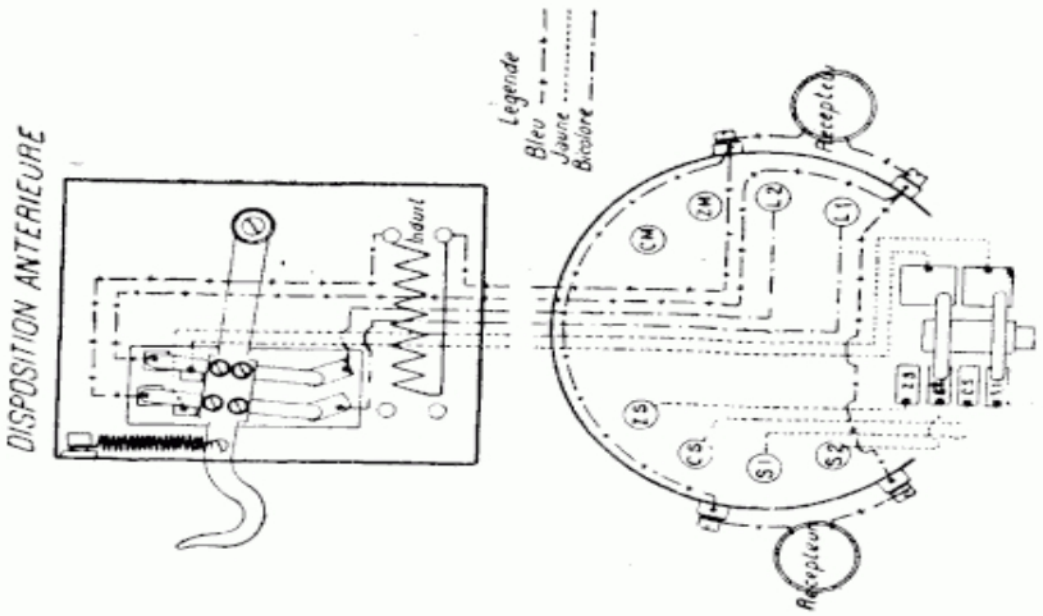


FIG. 89.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MONTAGE A REALISER

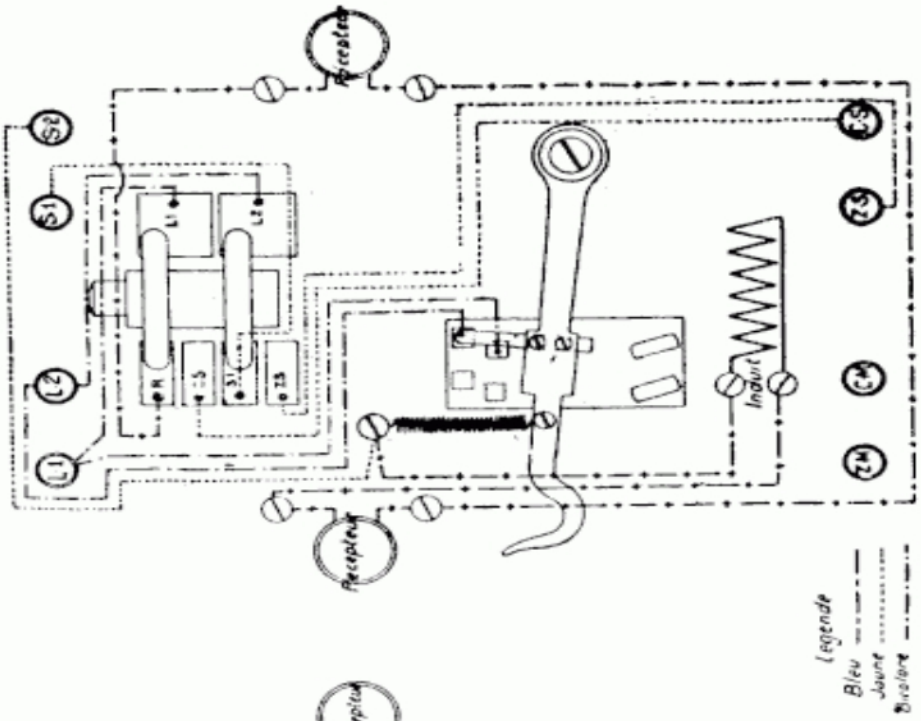
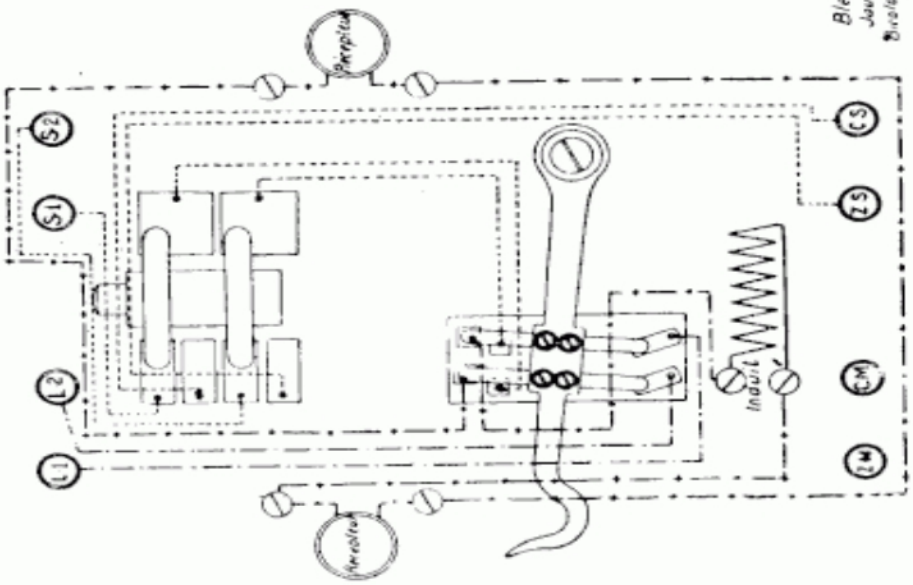


FIG. 90.

DISPOSITION ANTERIEURE



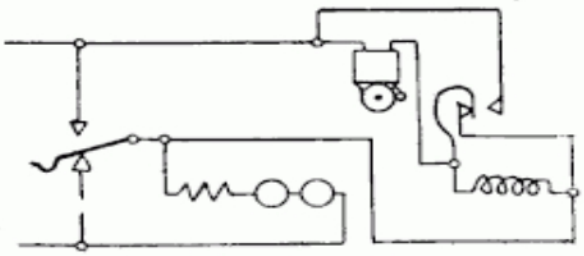


FIG. 91.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aisément comment se trouve réalisé le schéma de principe de la figure 86.

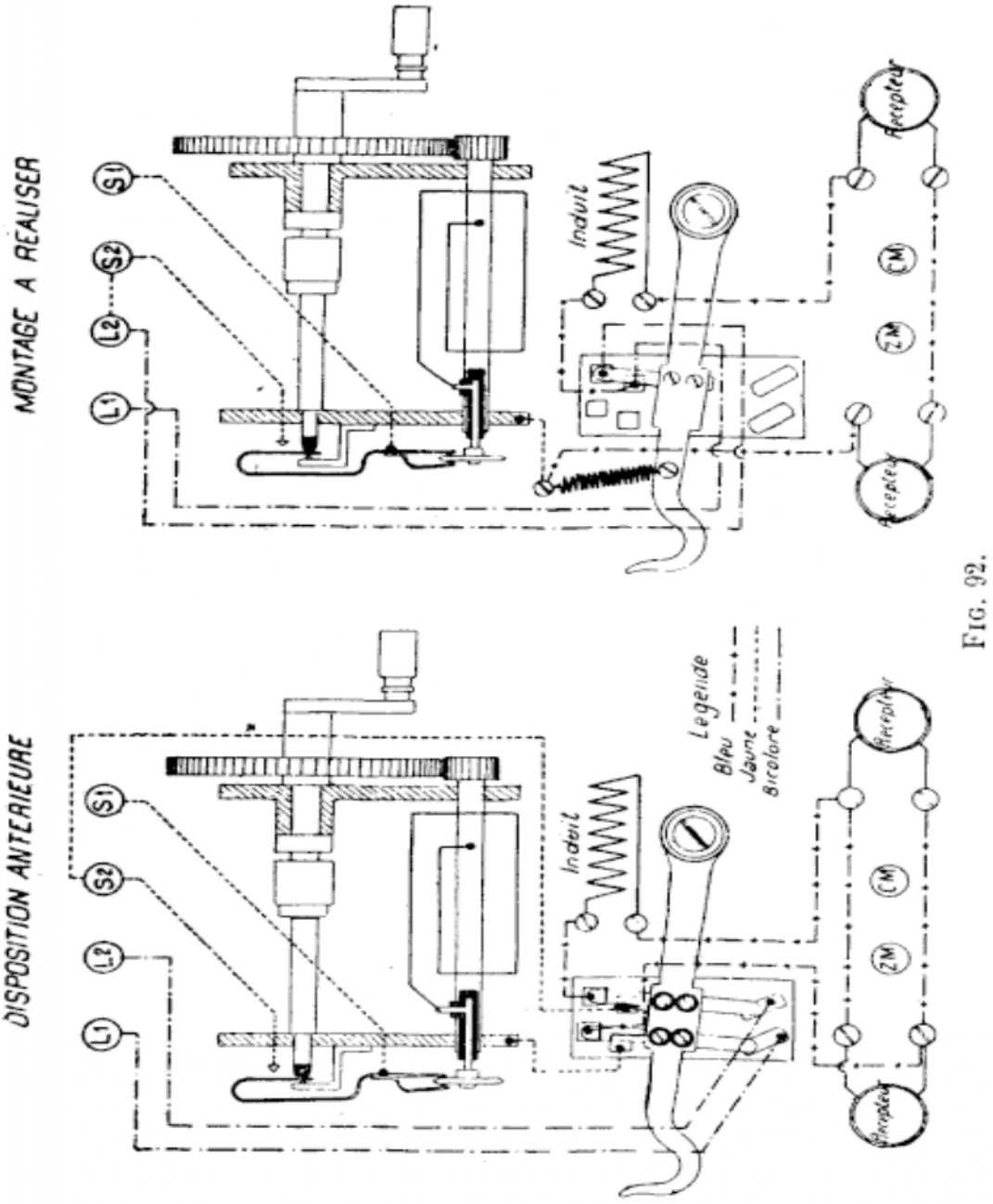


FIG. 92.

84. Appareil mobile Pasquet modifié. — La figure 88 est le schéma de principe de la figure 86 avec adjonction de la clé et de la pile d'appel. La figure 89 en montre la réalisation dans l'installation d'un appareil mobile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

85. Appareil mural Pasquet, à bouton d'appel modifié. — La figure 90 montre comment est réalisé sur l'appareil mural le schéma de principe de la figure 88.

86. Applique murale Pasquet modifiée. — Les figures 91 et 92 donnent le schéma de principe de la modification de l'applique murale et la façon de la réaliser sur l'appareil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

INSTALLATIONS PRATIQUES DES POSTES D'ABONNÉS A BATTERIE LOCALE

87. Dispositions générales. — L'installation des postes, chez les abonnés, est réglementée par un carnet de montage publié par l'Administration. Ce carnet contient les divers types d'installations qui répondent à tous les besoins de la pratique. Les mécaniciens et les monteurs sont tenus de s'y conformer ; toutefois, en passant ces installations en revue, nous verrons que certaines substitutions peuvent être effectuées.

Ce que le carnet ne décrit pas, ce qu'on ne peut davantage décrire ici, c'est le détail des procédés mis en œuvre pour monter les installations chez les abonnés et dans les bureaux ; percement et tamponnage des murs, ligatures et disposition des fils, changement de couleur de ces fils lorsqu'on traverse un appartement luxueux présentant des tentures de différentes nuances, emplacement des appareils, etc. C'est surtout en pratiquant le montage que les agents chargés de ce service apprennent à se servir de l'outillage qui est mis à leur disposition. Il faut également tenir compte, dans la mesure du possible, des désirs de l'abonné en ce qui concerne certaines parties du travail, entre autres l'emplacement des appareils et des piles, et le passage des fils.

Les fils sont posés de plusieurs manières, suivant les différentes parties de leur parcours. On verra, d'après les installations représentées plus loin, que les conducteurs qui réunissent des appareils situés à proximité les uns des autres passent dans des isolants en bois fixés au mur par des vis : ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont de petites règles percées de deux à dix trous. Les fils sont tendus soigneusement entre les isolants et arrêtés en les contournant pour les faire passer une deuxième fois par le même trou (*fig.* 93). Quand un fil ou deux font un certain parcours seuls, ils sont tendus sur des isolants en os enfilés sur des clous. Enfin, quand plusieurs fils franchissent une certaine distance, ou traversent un mur, on peut les grouper ensemble sous forme de câble ; toutefois, si cette disposition rend les fils moins apparents, elle rend aussi leur vérification et la recherche des dérangements moins aisées. Dans ce cas, les fils sont tendus sur des crochets en fer émaillé.

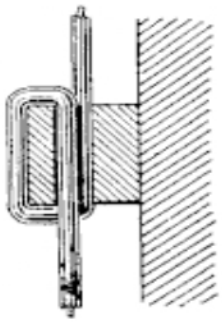


FIG. 93.

Quel que soit le mode de montage, chaque fil, avant d'être serré sous la borne d'un appareil, est enroulé plusieurs fois sur une *boudinette* de manière à former, entre le dernier arrêt et la borne, une liaison souple qu'il est plus facile de manier quand on a besoin de détacher ultérieurement une communication. En outre, cette disposition laisse du fil disponible en cas de rupture de la partie serrée sous la borne.

Les postes d'abonnés reliés à une ligne entièrement souterraine sont protégés par un coupe-circuit. Si la ligne est en partie ou complètement aérienne, on place un coupe-circuit paratonnerre. Dans tous les cas, l'organe de protection est monté le plus près possible de la jonction avec la ligne extérieure.

Enfin, si minime que soit la self-induction produite par quelques spires de fil, il est préférable de l'éviter *avant* le paratonnerre, puisqu'elle n'est utile qu'*après* cet organe pour assurer son efficacité ; on ne doit donc faire des *boudins* qu'à partir de sa sortie.

Notons ici que l'Administration française a prescrit en 1918 de généraliser l'emploi des magnétos, en vue de diminuer l'entretien onéreux des piles d'appel chez l'abonné dans les réseaux à batterie locale. Tous les postes nouveaux doivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être montés avec appel magnétique, et l'on doit profiter de toute occasion pour transformer les postes existants.

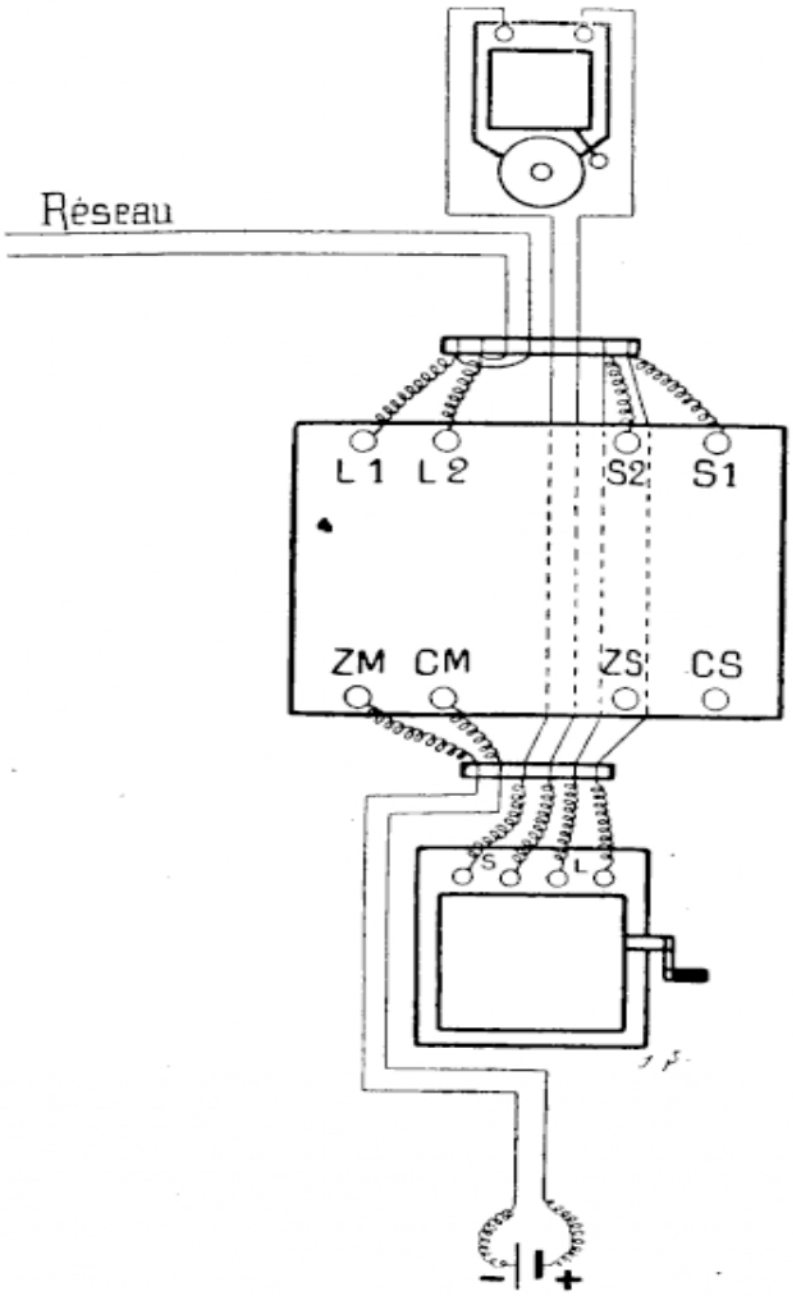


FIG. 94. — Poste mural avec appel 1901.

88. Poste mural avec appel magnétique. — L'installation comporte : un poste mural, une sonnerie, un appel magné-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tique et une pile microphonique. Celle-ci est constituée par un élément à liquide immobilisé.

Le montage de l'appel a été indiqué ; il n'y a à tenir compte pour l'installation pratique, que de la disposition des isolants et des trous à utiliser pour le passage des fils (*fig.* 94).

On remarque que les fils de la pile de microphone contournent l'appel ; on tolère cependant le passage de ces fils sous cet appareil.

L'emploi d'un appel magnétique est toujours préférable avec un poste mural ; le montage est en effet plus simple et plus élégant, car les boîtes de piles constituent un matériel encombrant et assez laid dans un local luxueux ; il faut alors rechercher un endroit convenable pour dissimuler les piles et allonger souvent sensiblement les conducteurs qui les relient au poste.

L'entretien des piles exige, de plus, de fréquents déplacements du personnel ; il est, par suite, assez onéreux.

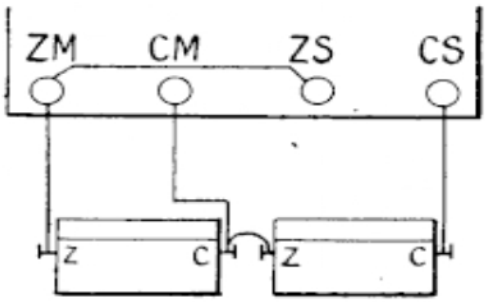


FIG. 95.

Tous ces inconvénients ne sont pas occasionnés par les éléments microphoniques, qui sont à liquide immobilisé, car leur étanchéité permet de les loger dans un endroit quelconque.

Cependant, si l'installation est faite avec une pile d'appel, celle-ci est formée de six éléments groupés en tension, c'est-à-dire de deux boîtes. On peut alors, mais seulement en cas de nécessité absolue, prendre, sur cette pile, trois éléments pour former la pile du microphone. L'installation prend alors la disposition représentée par la figure 95.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

89. Poste mural administratif. — C'est une installation ana-

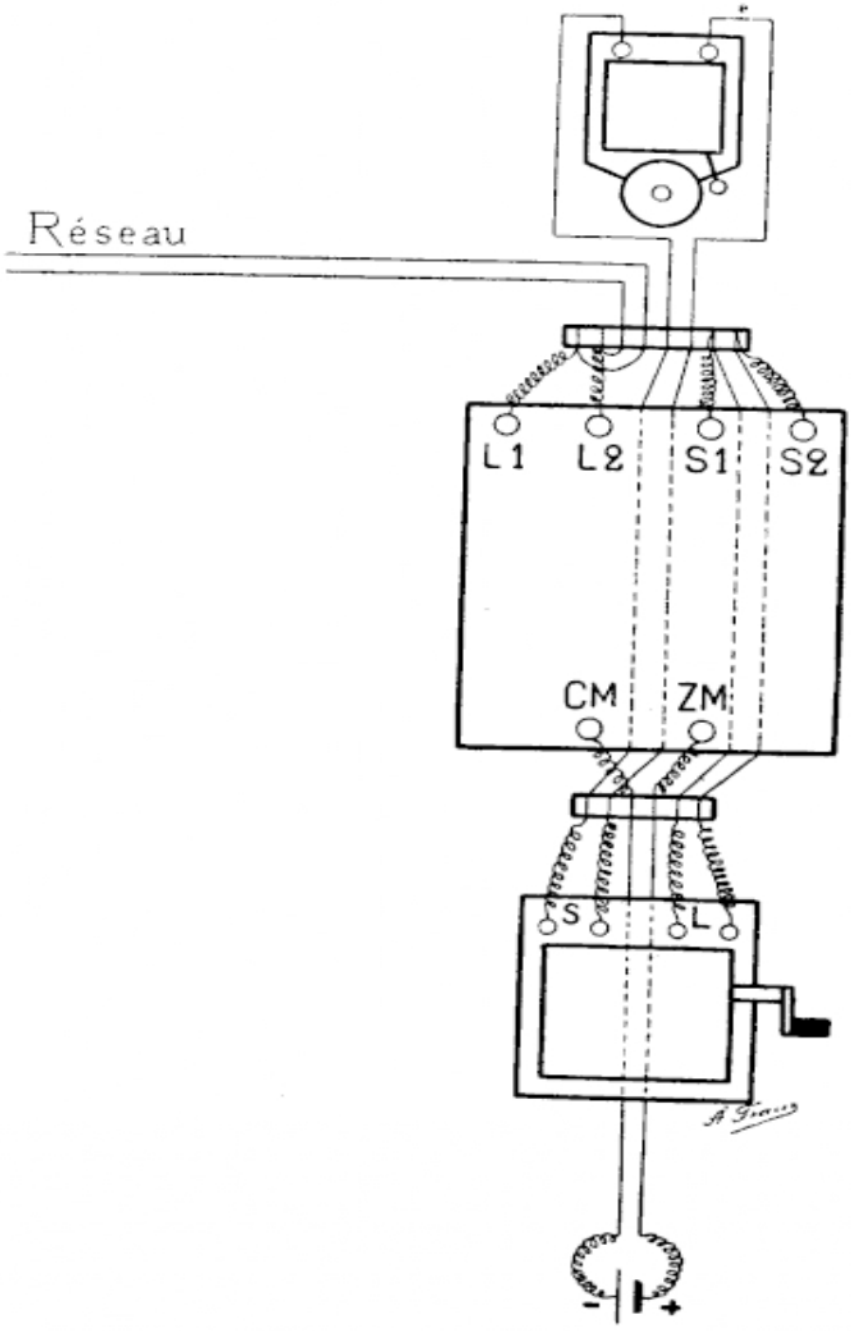


FIG. 96. — Poste mural avec appareil 1902 et appel 1901.

logue à la précédente ; mais la suppression des bornes de pile d'appel permet un montage plus symétrique (*fig.* 96).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

90. Poste téléphonique complet, modèle 1905. — Un même meuble comprend : un appareil mural, un appel magnétique

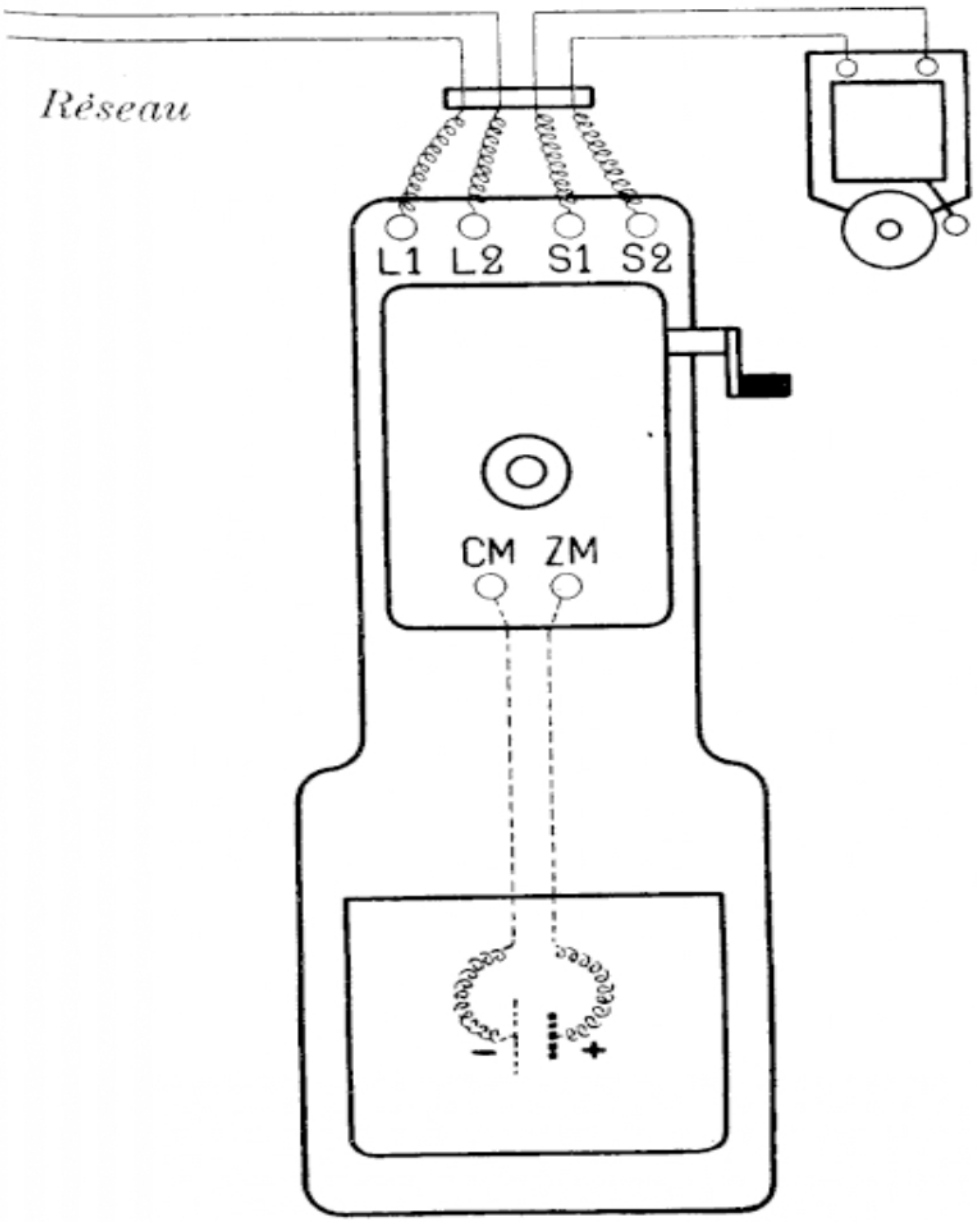


FIG. 97. — Poste mural complet, modèle 1905.

et une pile de microphone. L'installation consiste simplement à attacher les fils de ligne aux bornes L et à monter la sonnerie sur les bornes S (*fig.* 97).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

91. Poste mural complet, modèle 1910. — Ce modèle représenté par la figure 98 est destiné à remplacer le précédent.

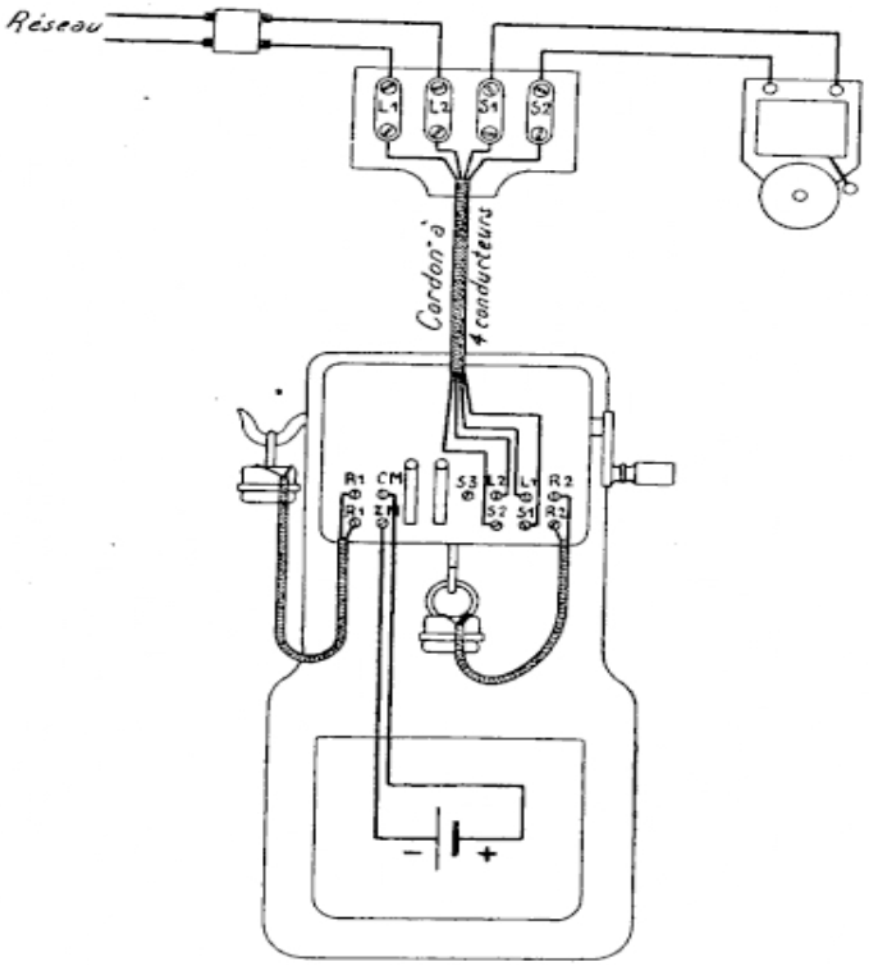


FIG. 98. — Poste mural complet, modèle 1910.

L'appareil est le type mural 1910 ; il est muni d'un câble à quatre conducteurs relié à une planchette de raccordement sur laquelle on amène les fils de ligne et de sonnerie.

92. Poste avec applique murale, modèle 1910 et applique magnétique. — L'applique est reliée par un câble à 6 conducteurs à une planchette de raccordement à 6 plots (*fig.* 99).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fils de ligne et de pile microphonique aboutissent directement à la planchette : la sonnerie y est reliée par l'intermédiaire de l'appel magnétique.

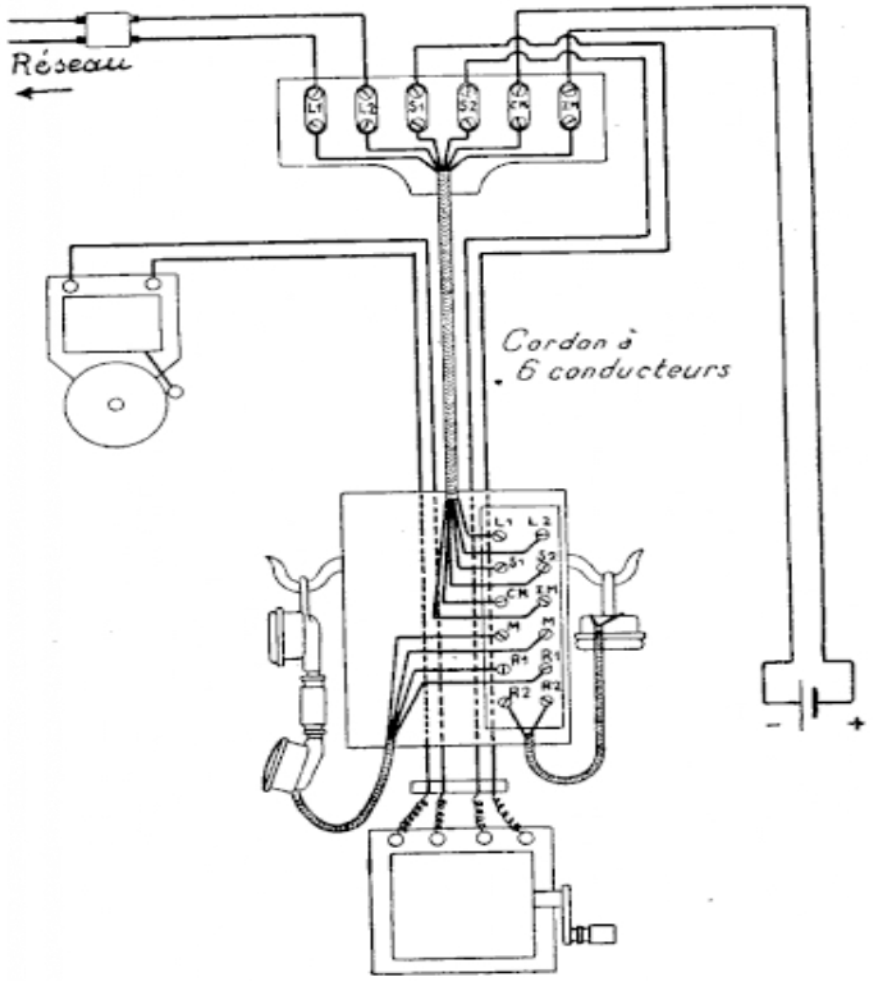


FIG. 99. — Poste avec applique murale, modèle 1910.

93. Poste mobile. — Les fils de ligne, de sonnerie et de piles sont amenés près d'une planchette portant huit plots munis chacun de deux bornes (*fig.* 100). La planchette est fixée horizontalement au mur, puis les boudins qui terminent les conducteurs sont fixés sous les vis supérieures.

L'appareil est relié à la planchette par un câble souple, d'une longueur de 5 mètres, dont les huit fils de couleur sont utilisés dans l'ordre indiqué par la figure. Le câble est serré

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous un pont fixé sur la planchette, et les fils suivent l'axe de celle-ci pour s'attacher successivement sous les bornes inférieures de leurs plots respectifs.

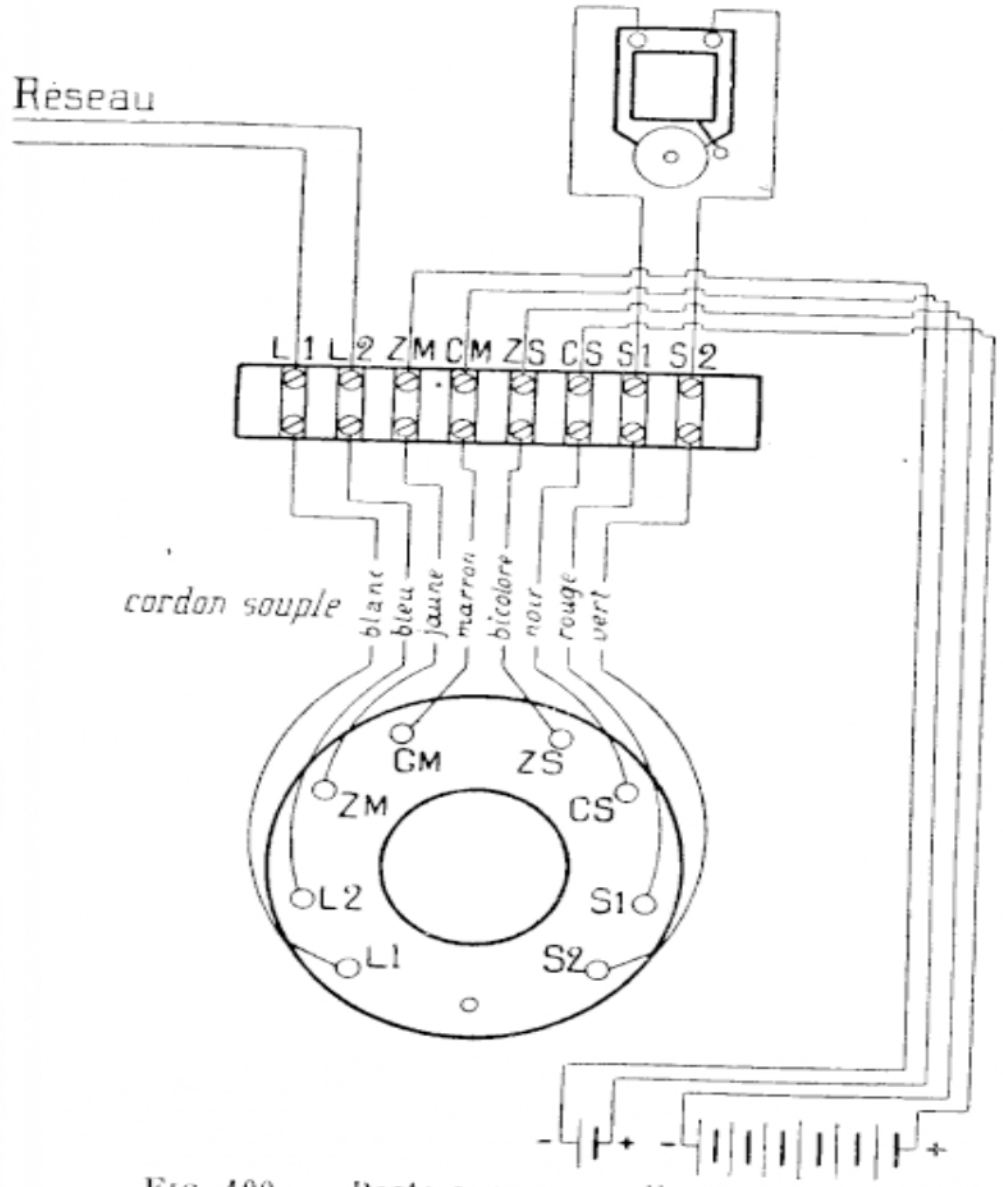


FIG. 100. — Poste avec appareil mobile.

On trouve encore en service certains postes mobiles montés avec des planchettes à 14 bornes seulement. L'Administration admettait en effet, il y a quelques années, l'installation d'une pile unique pour l'appel et le microphone. Dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces conditions, un plot Z était commun aux deux fils venant des bornes ZM et ZS de l'appareil.

94. Poste avec appareil mobile, modèle 1910. — L'appareil mobile contenant un appel magnétique, le câble de jonction

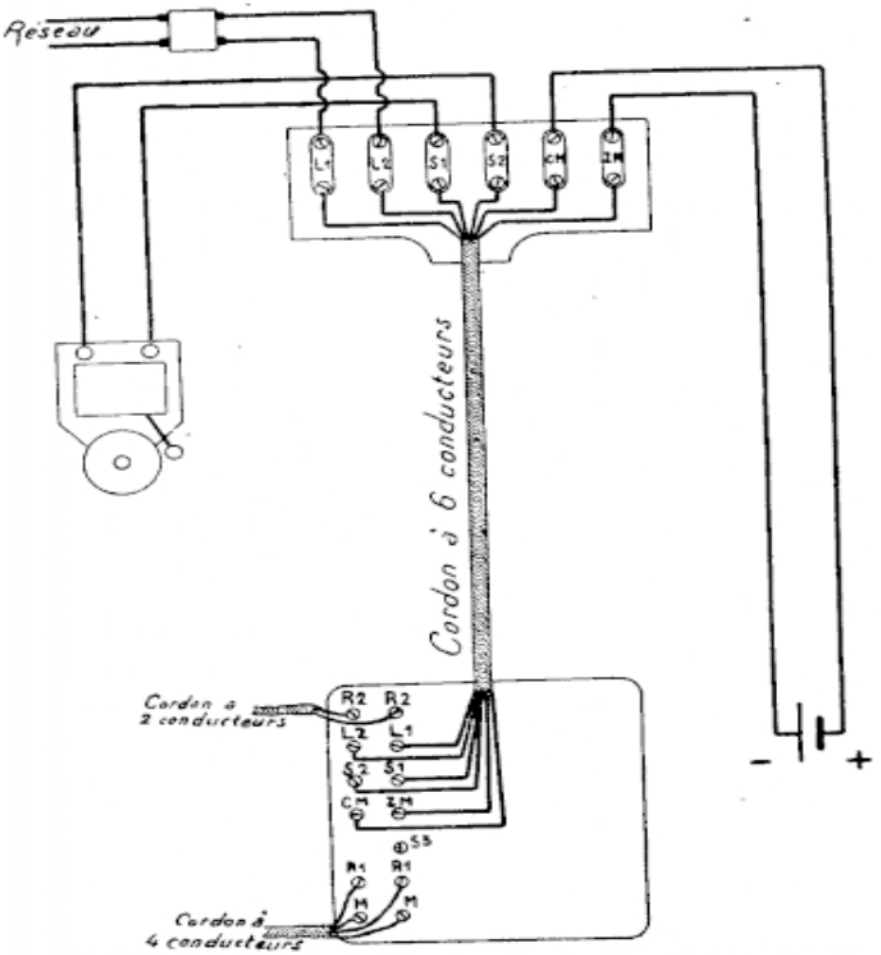


FIG. 101. — Poste avec appareil mobile, modèle 1910.

avec la planchette de raccordement contient seulement 6 conducteurs destinés à la ligne, la sonnerie et la pile microphonique (*fig.* 101).

95. Poste mural avec sonnerie supplémentaire commandée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un commutateur (*fig.* 102). — Le poste, muni de l'une des

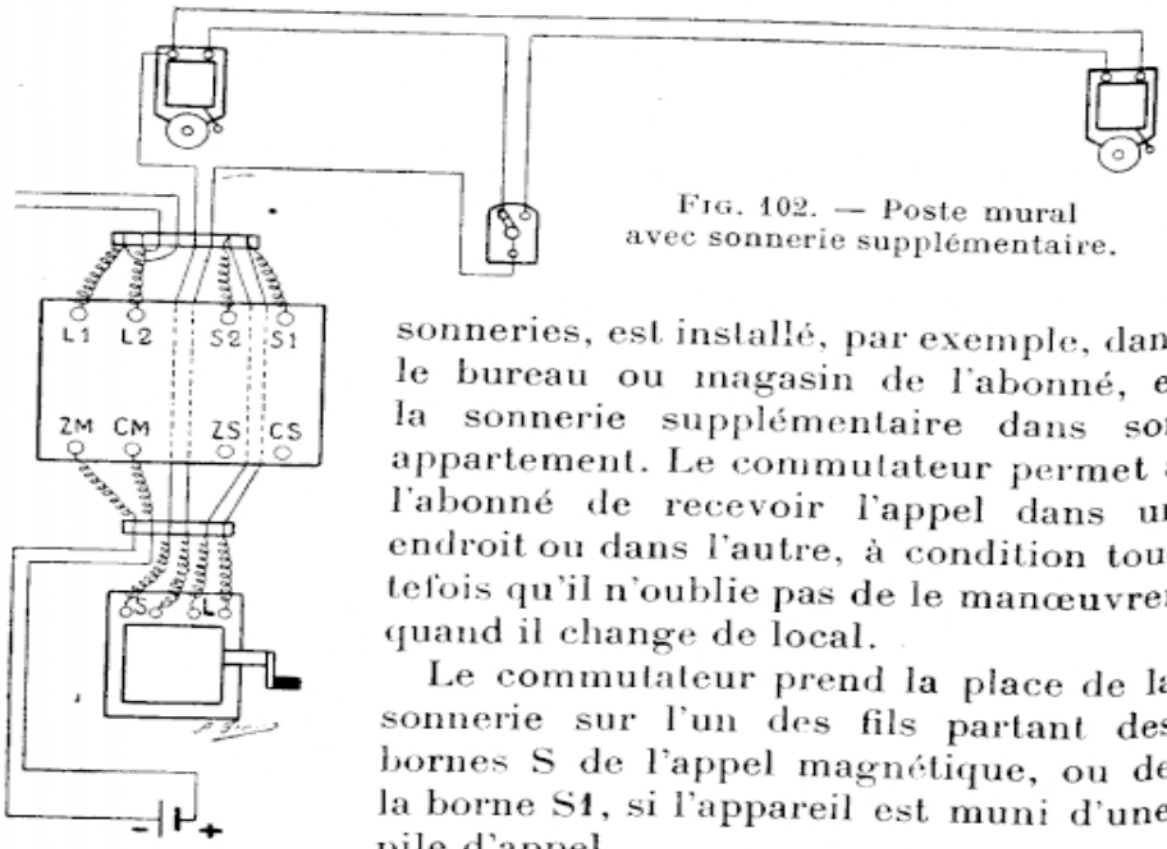


FIG. 102. — Poste mural avec sonnerie supplémentaire.

sonneries, est installé, par exemple, dans le bureau ou magasin de l'abonné, et la sonnerie supplémentaire dans son appartement. Le commutateur permet à l'abonné de recevoir l'appel dans un endroit ou dans l'autre, à condition toutefois qu'il n'oublie pas de le manœuvrer quand il change de local.

Le commutateur prend la place de la sonnerie sur l'un des fils partant des bornes S de l'appel magnétique, ou de la borne S1, si l'appareil est muni d'une pile d'appel.

Le poste mural peut être évidemment remplacé par un appareil mobile. Dans ce cas, le commutateur est placé sur le fil partant de la borne S1 de la planchette de raccordement.

96. Montage de sonneries en série et en dérivation. — L'installation suivante comportant deux sonneries à actionner en même temps, ou même davantage si l'abonné le désire, il est nécessaire d'examiner d'abord les conditions dans lesquelles pourront fonctionner ces sonneries.

Quand on installe différents appareils dans un même circuit, on peut placer les appareils les uns à la suite des autres, c'est-à-dire en *série* (*fig.* 103).

On peut aussi faire entrer le courant dans tous les appareils à la fois (*fig.* 104) et l'en faire sortir, par un fil commun, pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

revenir au pôle négatif : les appareils sont en *dérivation* sur le circuit. Nous avons déjà vu l'application de ces deux systèmes dans le montage des deux téléphones d'un poste.

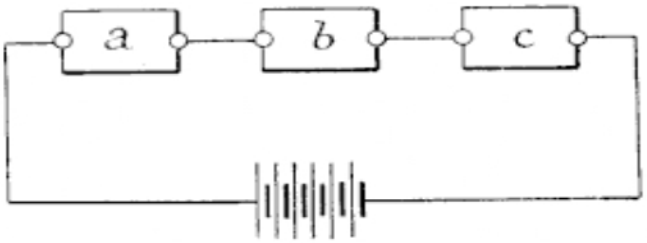


FIG. 103.

Dans le premier cas, les résistances des appareils s'ajoutent ; on a donc, comme résistance du circuit, la résistance du conducteur, plus la résistance totale des appareils.

Dans le deuxième cas, nous avons l'application des courants dérivés, c'est-à-dire que le courant, rencontrant plusieurs chemins, trouve un écoulement plus facile ; il rencontre évidemment moins de résistance que dans le premier cas ; il en rencontre même moins que s'il n'avait qu'un appareil à traverser, puisque, par le fait, nous augmentons la section du conducteur.

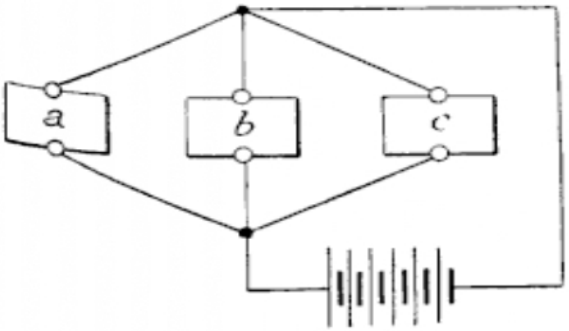


FIG 104.

L'intensité du courant est donc plus grande, mais il faut observer que ce courant se divise et qu'il n'en passe qu'une partie dans chaque appareil. Il résulte de ceci qu'il faut éviter de mettre en dérivation des appareils de résistances très différentes, car la majeure partie du courant s'écoulerait par celui qui est le moins résistant, et l'intensité pourrait ne pas être suffisante pour faire fonctionner les autres.

C'est d'ailleurs l'expérience, à défaut du calcul, qui doit guider l'agent chargé d'une installation, si aucune indication précise ne lui a été donnée. Il y a en effet, dans le cas d'appareils en dérivation, à tenir compte non seulement de l'intensité du courant qui passe dans chacune des dérivations, mais aussi du *nombre de tours* de fil des électro-aimants et, dans certaines conditions dont l'étude nous entraînerait trop

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loin, ce serait précisément l'appareil le *plus résistant* qui fonctionnerait le mieux.

Quand on place plusieurs sonneries snr un circuit, on les monte suivant les prescriptions de l'Administration, c'est-à-dire en *dérivation*. Cependant, si les sonneries sont de résistances très différentes, on comprend, d'après ce que nous venons de voir, qu'il peut être plus avantageux de les monter en série.

Il se présente alors un inconvénient : c'est qu'il est rare de disposer de deux sonneries donnant exactement le même nombre d'interruptions dans le même temps ; autrement dit, il n'y a pas *synchronisme* entre les marteaux. En effet, l'ensemble des pièces de l'armature constitue une sorte de tige vibrante dont le nombre de vibrations dépend : de la longueur et de la rigidité du ressort antagoniste, du poids de la palette, de la longueur et du poids du marteau. Si l'on considère deux sonneries, même d'une fabrication identique, la moindre différence dans le montage des pièces peut faire varier le nombre des vibrations.

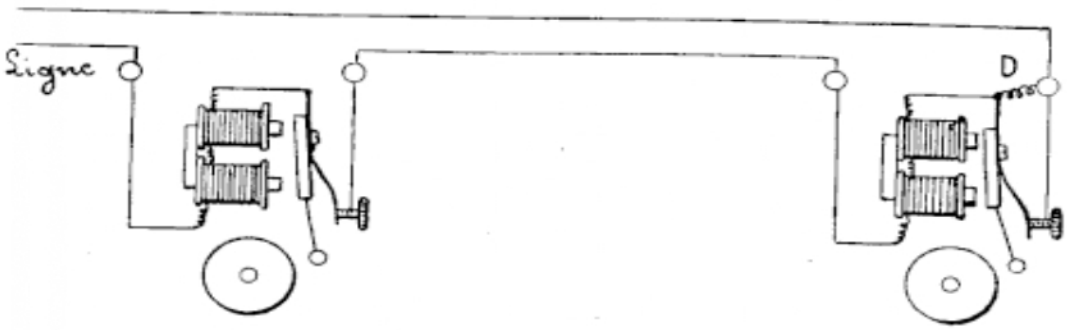


FIG. 105.

Il en résulte que, si les deux armatures partent ensemble au moment de l'émission du courant, elles ne reviennent pas au repos au même instant : le circuit est alors refermé par l'une et encore ouvert dans l'autre ; le courant ne peut donc passer. La deuxième revient presque aussitôt au repos ; mais, en vertu de l'élasticité du ressort antagoniste, la première tend à quitter de nouveau la vis de réglage, et son contact est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mauvais : le courant éprouve donc une certaine résistance, et le même effet se reproduit jusqu'au moment où les deux armatures reviennent franchement ensemble au repos. En somme, les deux sonneries fonctionnent irrégulièrement, et le marteau de l'une d'elles peut même ne jamais toucher le timbre.

On évite cet inconvénient en laissant une des sonneries montée normalement et en supprimant, dans l'autre, ou les autres, l'interruption automatique du circuit : il suffit d'établir une dérivation D (*fig.* 105) entre le massif et la borne de droite. De cette façon la première sonnerie ouvre seule le circuit et commande le mouvement des autres.

97. Poste mobile avec relais et deux sonneries. — Cette installation est établie quand l'abonné désire recevoir l'appel dans deux endroits, ou même plus, à la fois. Dans ce cas, si la ligne est un peu longue et surtout si les sonneries sont nombreuses, un relais est presque toujours nécessaire (*fig.* 106).

Le relais est installé à la place de la sonnerie, c'est-à-dire ses bornes LT reliées aux bornes S de la planchette. La pile d'appel servant de pile locale, des dérivations prises sur la planchette relient le plot CS à la borne P, et le plot ZS à l'une des bornes de la première sonnerie, dont l'autre borne est reliée à la borne S du relais. Enfin, la ou les sonneries supplémentaires sont mises en dérivation sur la première.

Une installation neuve est toujours montée avec des sonneries du type administratif de 200 ohms ; toutefois, quand un abonné fait modifier une installation déjà ancienne et fournit, à l'agent chargé du travail, des appareils admis antérieurement, celui-ci peut se trouver en présence de sonneries de modèles différents : d'anciennes sonneries n'ont, par exemple, que 50 ohms. Il peut alors y avoir intérêt à adopter le montage en série et à prendre les dispositions que nous venons d'indiquer.

L'appareil mobile peut être remplacé par un poste mural. Dans ce cas, si le poste est muni d'un appel magnétique, une pile locale est affectée spécialement au relais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'abonné veut avoir la possibilité d'empêcher l'une des sonneries de fonctionner, un commutateur est placé sur l'un des fils de cette sonnerie à l'endroit désigné au monteur par l'intéressé.

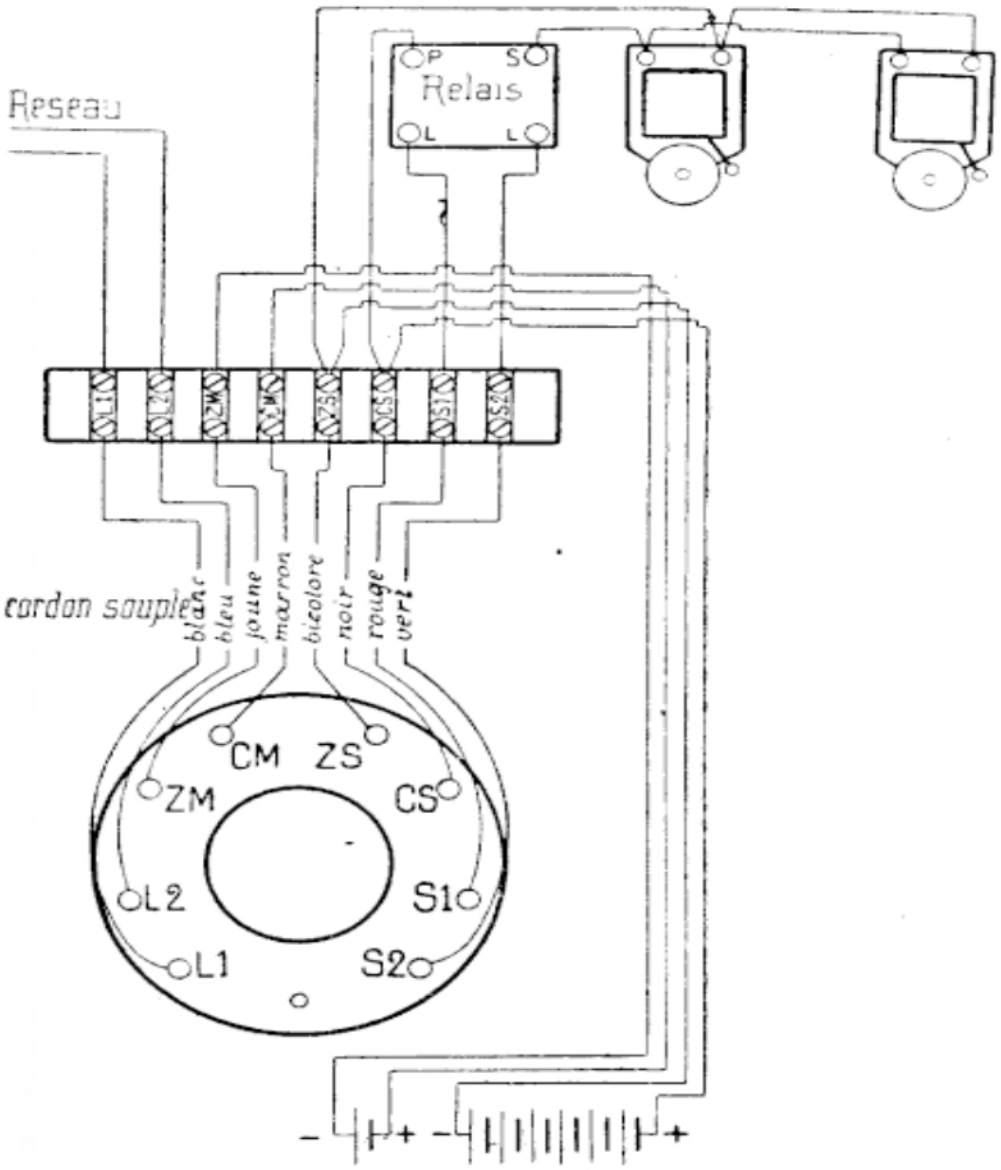


FIG. 106. — Poste mobile avec relais et deux sonneries.

98. Installations comportant des conjoncteurs. — Ces installations permettent de communiquer avec le réseau de deux ou trois endroits différents et de n'utiliser qu'un seul appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mobile. Dans ces conditions, le cordon souple à huit conducteurs de l'appareil se termine par une fiche à huit ressorts. En chacun des points où peut être branché l'appareil se trouve un conjoncteur, sorte de jack à multiples ressorts, dans lequel on peut enfoncer la fiche de l'appareil ; ces conjoncteurs se présentent sous la forme de planchettes rondes ou ovales au centre desquelles se trouve une sorte de mâchoire constituée par les ressorts de contact et qui porte à sa périphérie les bornes de raccordement. Les anciens conjoncteurs ne comportaient que huit ressorts comme les fiches, mais dans ces conditions lorsqu'aucune fiche n'est en

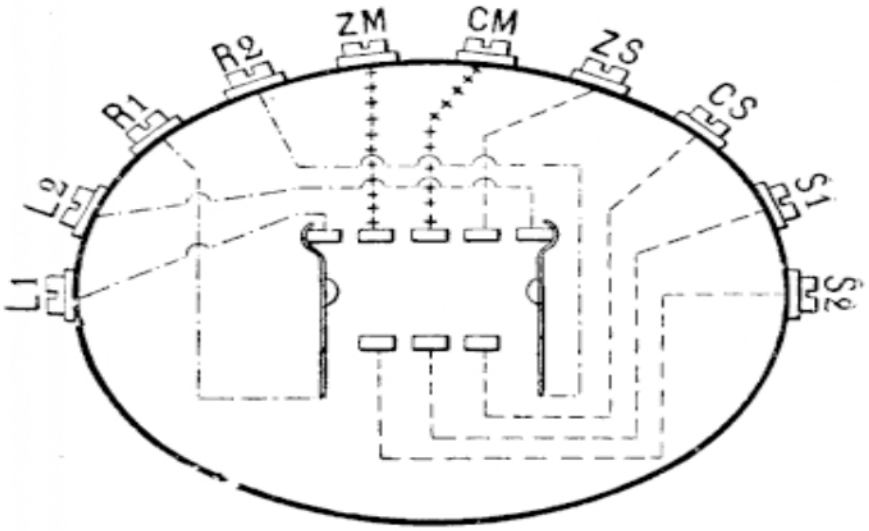


FIG. 107. — Conjoncteur à 10 bornes.

prise la sonnerie (ou les sonneries) se trouve isolée. On n'utilise plus aujourd'hui que les conjoncteurs à dix bornes permettant l'embrochage des divers conjoncteurs grâce à des ressorts supplémentaires, ce qui évite l'inconvénient que nous venons de signaler. Quand la fiche n'est pas dans la mâchoire, les deux fils de ligne sont en communication avec les bornes R1 et R2 par l'intermédiaire de deux ressorts (*fig.* 107). De ces bornes, on passe aux bornes similaires de la planchette, puis aux bornes L1 et L2 du deuxième poste (*fig.* 108), sur lequel on retrouve le même dispositif de renvoi vers le troisième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

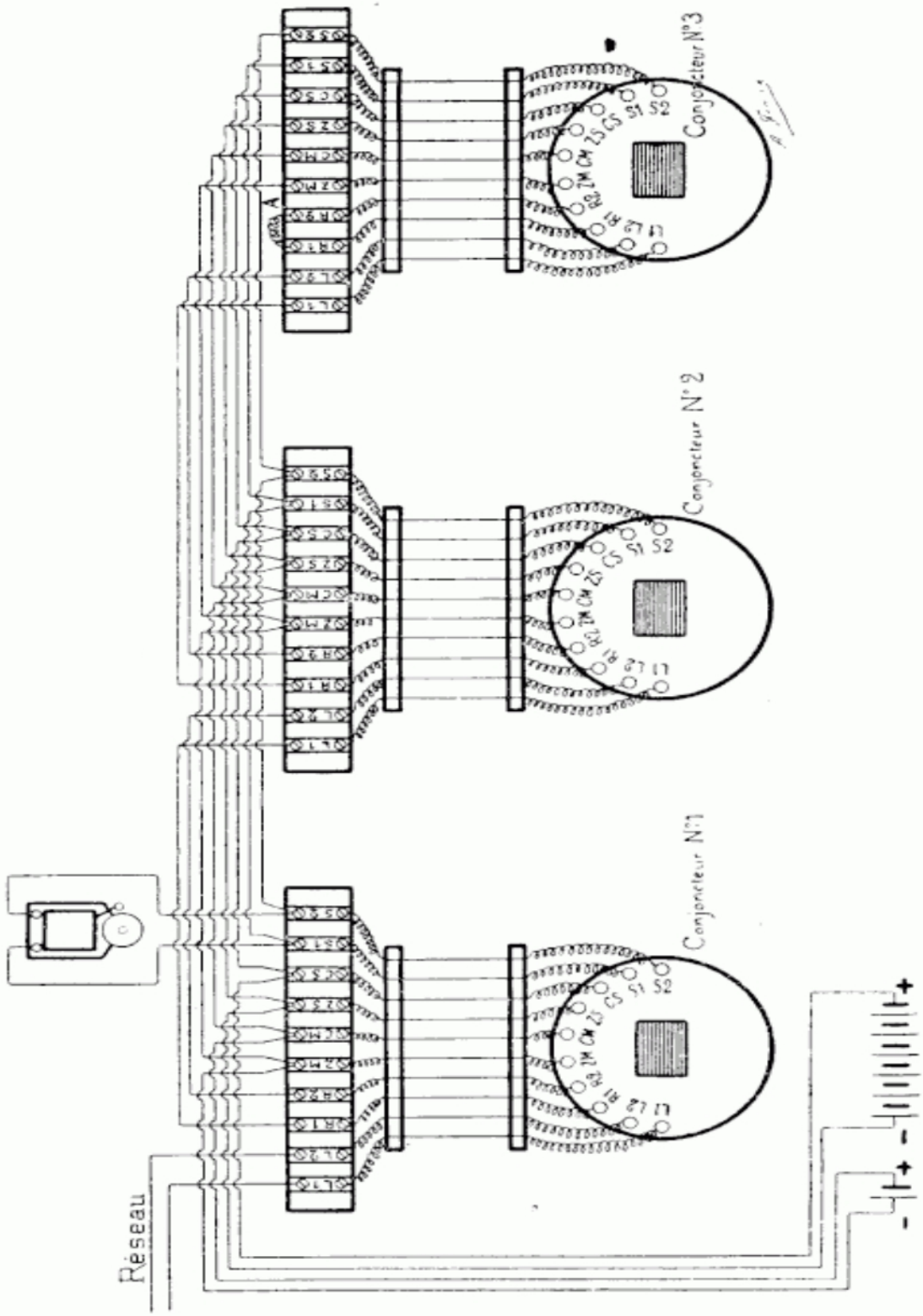


FIG. 108. — Installation de conjoncteurs à 10 bornes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste. En mettant la fiche dans la mâchoire, on écarte les ressorts qui coupent la communication de la ligne avec les conjoncteurs suivants.

Si, comme le dessin l'indique, il n'y a qu'une sonnerie, elle est placée en dérivation sur tous les postes ; puis, pour éviter que le poste central soupçonne une rupture de la ligne si la fiche n'est pas en prise avec l'une des mâchoires, on établit la boucle A entre les deux bornes de renvoi du dernier conjoncteur.

Cependant, si la fiche n'est pas en prise, l'abonné ne peut encore recevoir d'appel : il suffit alors, ou de mettre une sonnerie supplémentaire dans l'endroit désigné par l'intéressé et de la relier aux bornes à la place de la boucle ; ou bien de relier ces bornes à la première, ou plutôt à l'unique sonnerie, si l'abonné ne veut pas faire d'autre dépense.

99. — L'emploi des conjoncteurs, dont le nombre est limité à trois pour éviter la présence de plus de quatre contacts à rupture supplémentaires, permet un grand nombre d'autres combinaisons parmi lesquelles nous indiquerons seulement les suivantes.

L'abonné peut demander, comme l'une des planches du carnet de montage l'indique, une sonnerie dans deux des postes. ou même dans tous les postes ; il peut alors choisir entre deux systèmes d'appel : ou bien les sonneries doivent fonctionner toutes à la fois, quand, bien entendu, la fiche de l'appareil est dans l'une des mâchoires ; ou bien la sonnerie située près du conjoncteur occupé doit seule fonctionner.

Dans le premier cas, un relais est nécessaire : ses bornes de ligne sont en dérivation sur toutes les planchettes comme la sonnerie de l'installation précédente. Toutes les sonneries sont alors placées en dérivation sur le circuit local du relais.

Dans le second cas, les bornes S1 et S2 de toutes les planchettes ne sont pas conjuguées : chaque sonnerie est indépendante et reliée, sur chaque planchette, à ces deux bornes.

Si, enfin, l'un des postes peut se passer de sonnerie, les bornes S1 et S2 de sa planchette sont reliées à celles du poste le plus rapproché.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

100. Installation de deux postes en dérivation sur un commutateur à deux directions. — Les deux postes, mobiles ou muraux, sont indépendants (*fig.* 109) ; le commutateur permet de relier le réseau à l'un ou à l'autre. L'abonné peut ainsi quitter le premier poste, après avoir tourné le commutateur, et se rendre dans le local où est situé le second. Pour parer à l'oubli de la manœuvre du commutateur, le poste principal, ou même les deux postes, peuvent être munis d'une sonnerie supplémentaire mise en dérivation sur celle de l'autre.

Quand une même ligne dessert plusieurs postes complets, le poste placé près de l'entrée de la ligne, et susceptible de commander les autres, est le *poste principal ;* les autres sont des *postes supplémentaires* ou *postes accessoires.*

101. Installation d'un poste principal embroché sur un poste accessoire (*fig.* 110). — Les appareils sont muraux ou mobiles. Dans le premier poste, deux fils partent des bornes S1 et S2 et, au lieu de se rendre à la sonnerie, se dirigent sur les bornes L1 et L2 du second poste; celui-ci est monté normalement. Le premier poste est donc *embroché* par la ligne qui dessert le second, et sa sonnerie est mise en dérivation sur celle de ce dernier.

Quand on décroche les téléphones du poste principal, celui-ci n'a plus aucun rapport avec le second, puisque le circuit de reception d'appel est coupé par le crochet-commutateur.

En plaçant un interrupteur sur l'un des fils de la sonnerie du premier poste, on donne à l'abonné la faculté de couper le circuit de cette sonnerie quand il quitte le local où se trouve ce poste.

Ce système de montage évite l'emploi du commutateur double de l'installation précédente et supprime du même coup l'inconvénient d'oublier de manœuvrer cet organe.

102. Installation des postes dans les cabines publiques. — Indépendamment des postes particuliers installés chez les abonnés, des cabines pourvues d'un poste téléphonique sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

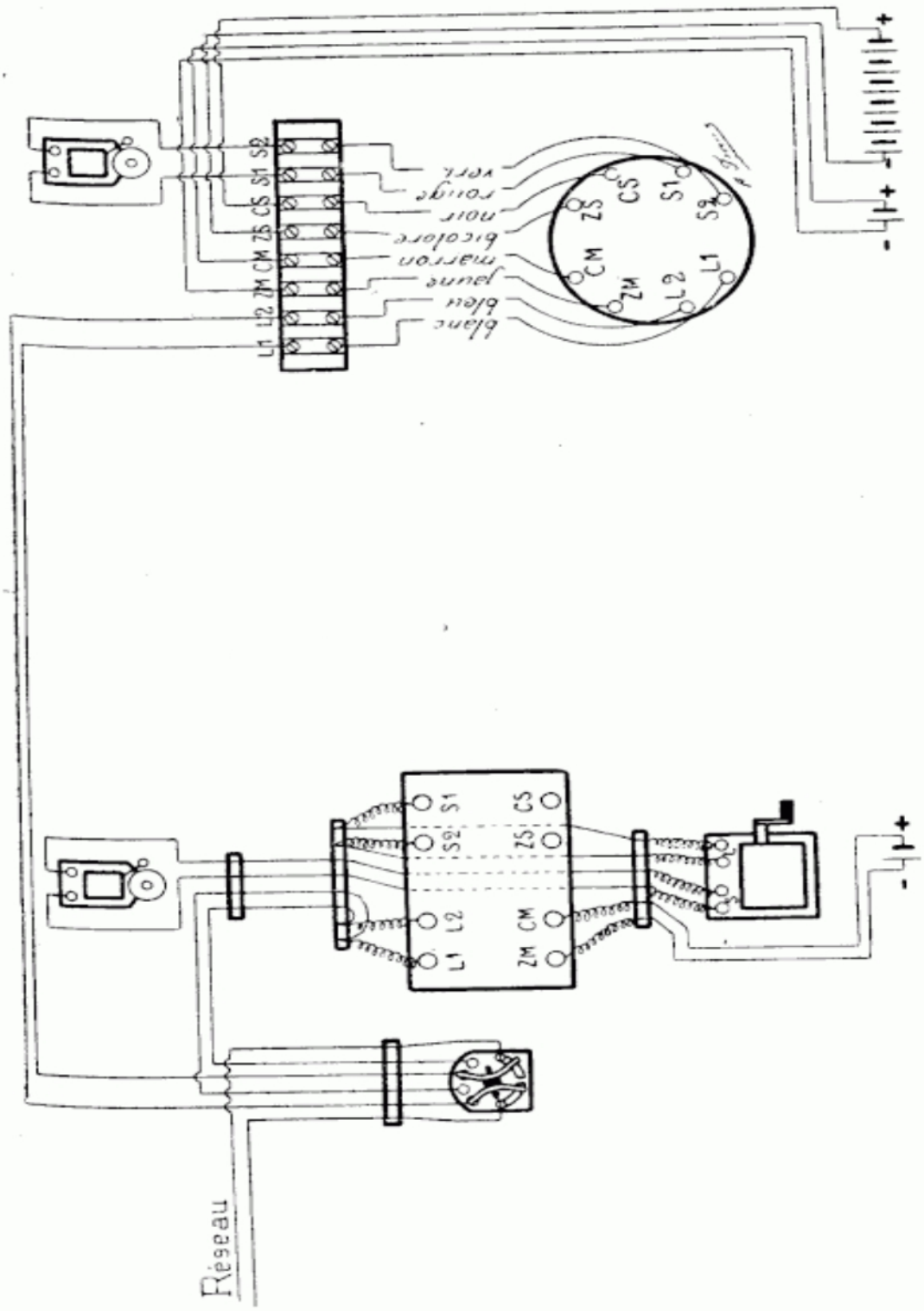


FIG. 109. — Installation de deux postes en dérivation sur un commutateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

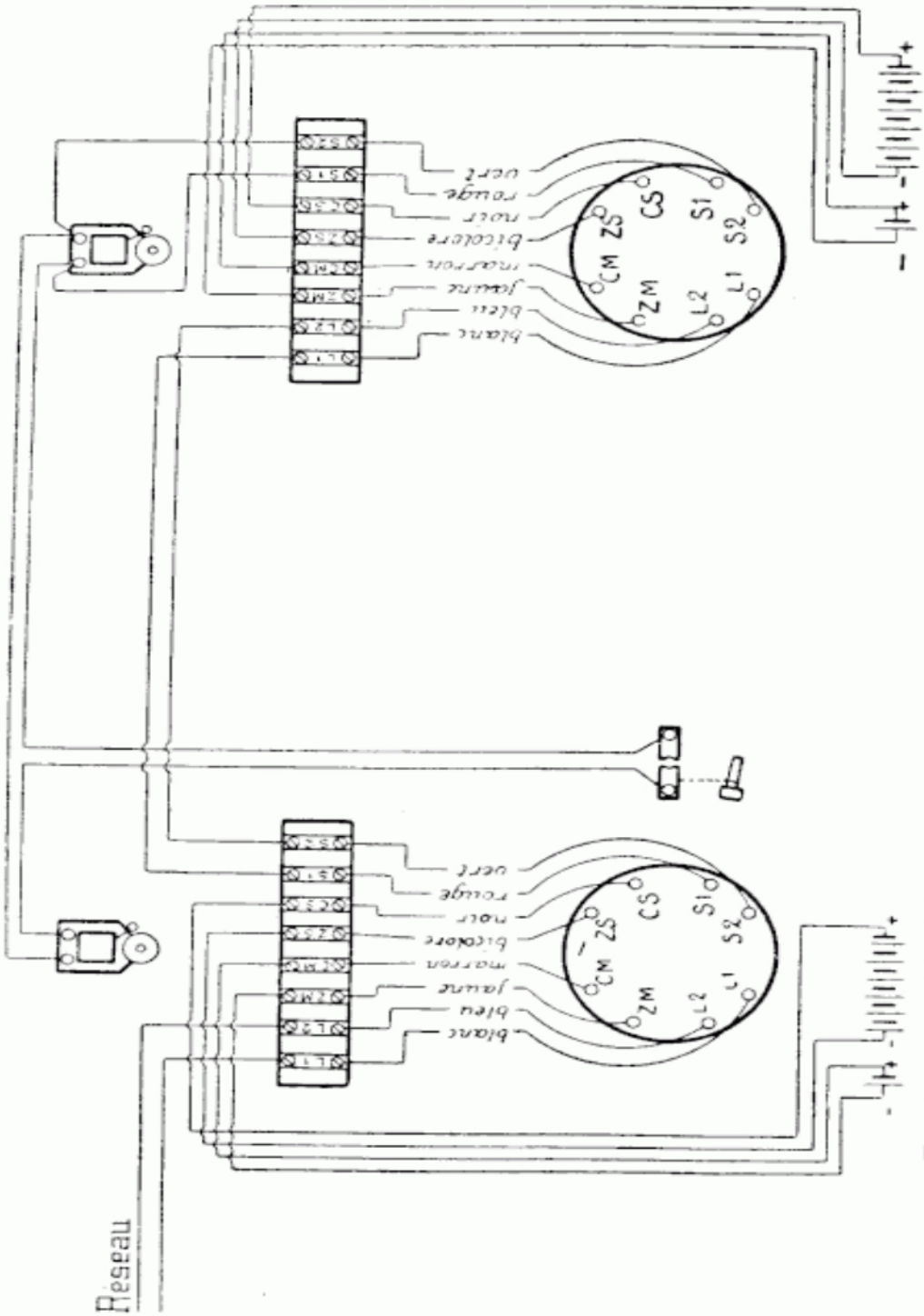


FIG. 110. — Installation d'un poste principal embroché sur un poste accessoire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mises à la disposition du public. Ces cabines peuvent se trouver :

1° Dans la salle d'attente des différents établissements des Postes et des Télégraphes d'une même ville. Dans ce cas, les cabines sont reliées, comme des postes d'abonnés, au bureau central téléphonique de la ville ;

2° Dans la salle d'attente de l'unique bureau d'une ville possédant un réseau urbain. La cabine est reliée au poste central du bureau même ;

3° Dans une localité ne possédant pas de réseau urbain. La cabine est reliée à un bureau par un *circuit interurbain*. L'installation comportant alors des dispositifs spéciaux, nous l'étudierons plus loin.

103. Installation d'une cabine dans un établissement relié à un bureau central téléphonique. — Dans les établissements très peu importants, comme les bureaux de poste auxiliaires, par exemple, l'installation se réduit à un poste simple, c'est-à-dire à un appareil avec appel magnétique, monté dans la cabine, et à une sonnerie placée dans la salle. Mais, quand le service est plus important, l'installation est complétée par un *poste de guichet* (*fig.* 111).

L'appareil de ce poste est placé, soit sur la tablette d'un guichet, soit sur une table près de laquelle se tient la personne chargée du service téléphonique.

Embroché sur la ligne qui aboutit à la cabine, le poste de guichet est pourvu d'un appel magnétique. Le préposé attaque le bureau central et transmet la demande du client ; dès que la communication est donnée, il raccroche son récepteur pour rendre la ligne à la cabine ; enfin, quand la conversation est terminée, il donne le signal de fin.

Dans les installations établies antérieurement à 1911, le poste de la cabine était pourvu d'un moyen d'appel (pile ou appel magnétique) qui n'existe plus dans le montage indiqué ici.

104. Installation d'une cabine dans un bureau de poste central. — Si la salle d'attente n'est séparée du local où se trouve le poste central que par les guichets, la cabine est munie sim-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plement d'un appareil avec sa pile microphonique. Il n'y a,

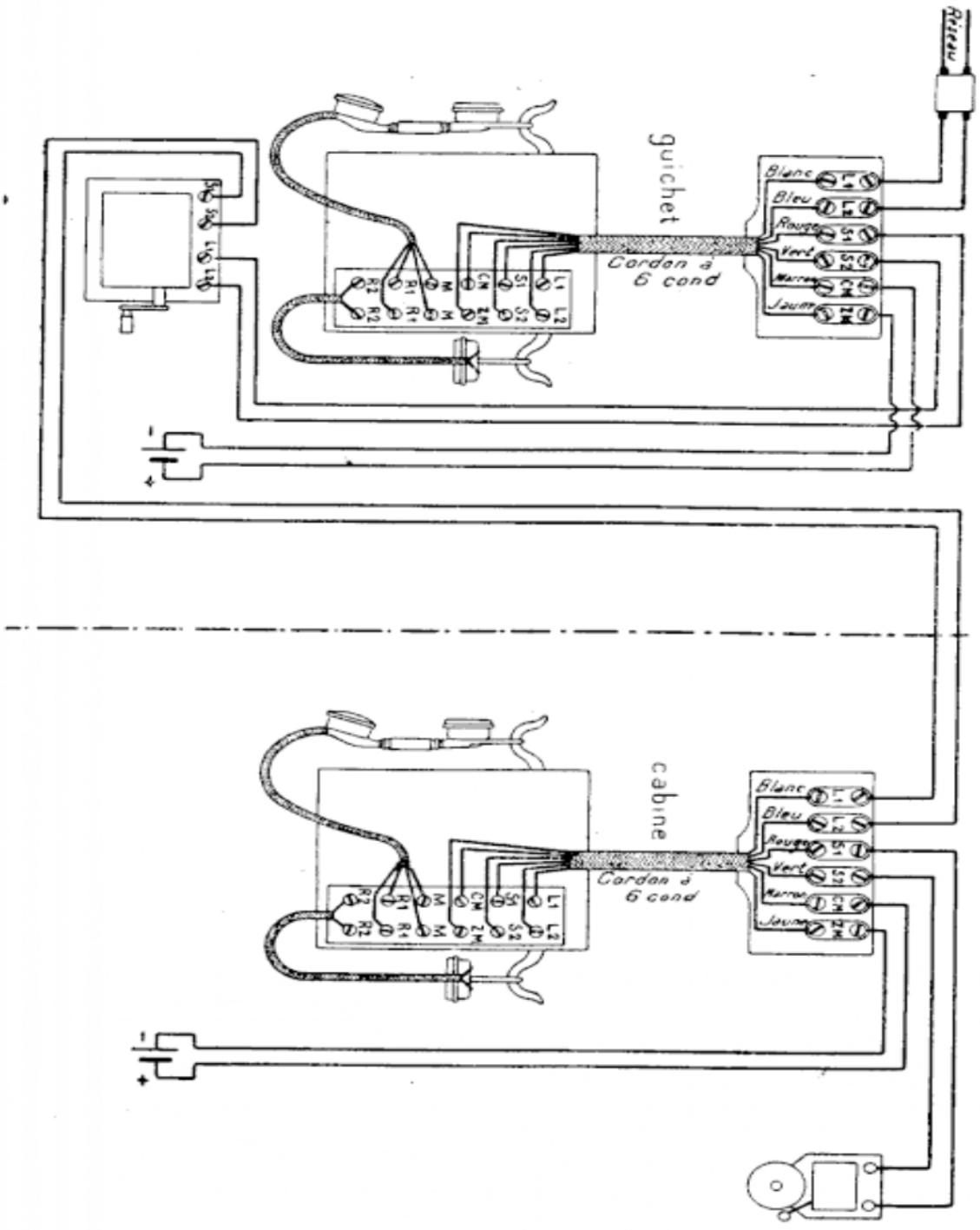


Fig. 111. — Installation d'un poste de cabine et d'un poste de guichet.

en effet, nul besoin d'organes de transmission ou de réception

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

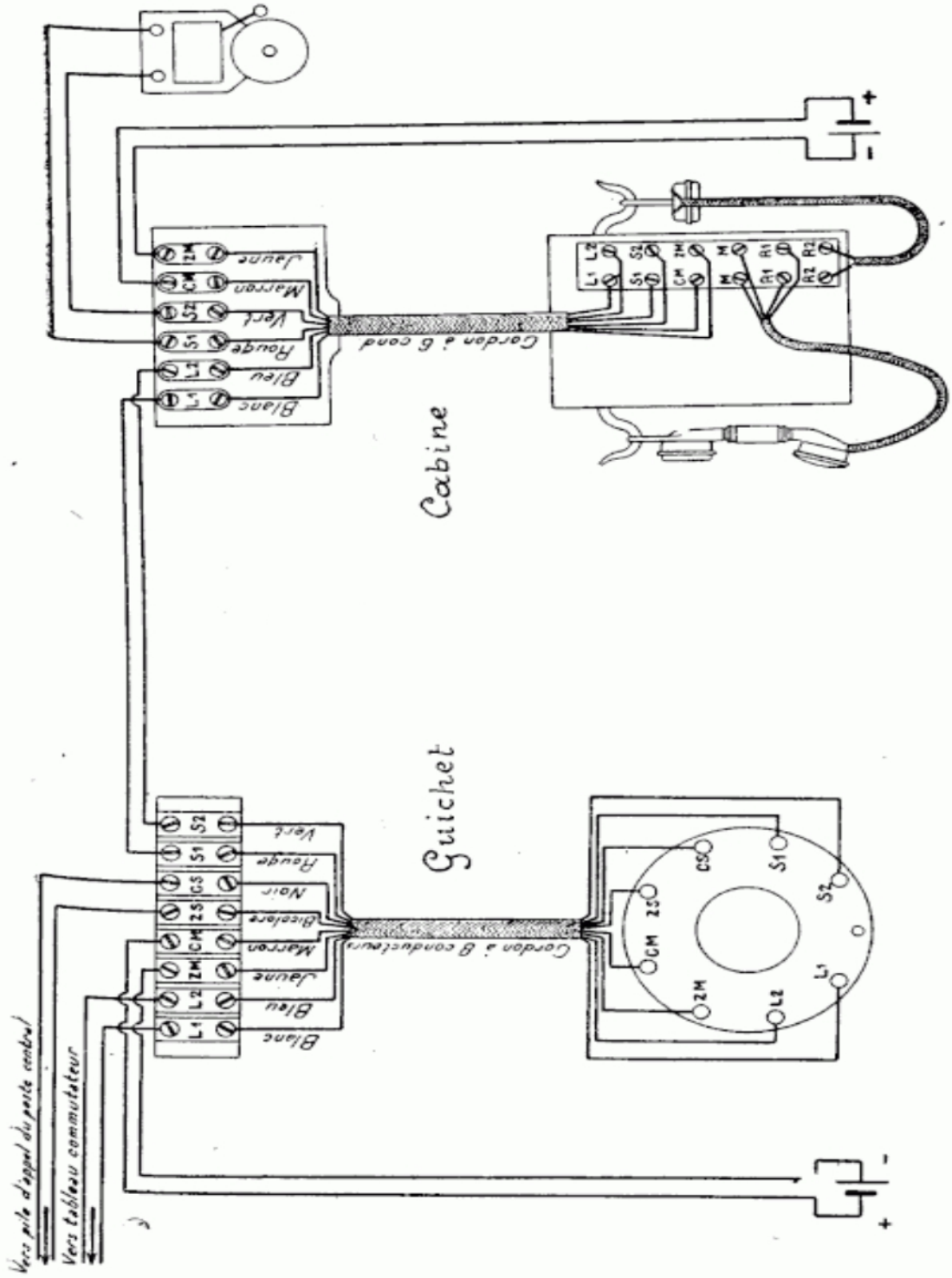


FIG. 112. — Installation d'une cabine et du poste de guichet d'un bureau poste central.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'appel, puisque la communication entre la cabine et une ligne quelconque est établie sur le tableau-commutateur au moment voulu.

Si le poste central est installé dans une salle complètement séparée des guichets, une ligne locale, sur laquelle est embroché un poste de guichet, est établie entre le poste central et la cabine (*fig.* 112).

Pour constituer la pile d'appel du poste de guichet, on prend le nombre nécessaires d'éléments sur la pile d'appel du poste central.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

POSTES D'ABONNÉS RELIÉS AUX BUREAUX A BATTERIE CENTRALE OU AUTOMATIQUES

105. Principe de la batterie centrale. — Les appareils d'abonnés que nous avons étudiés jusqu'alors comportent une source de courant d'appel et une source de courant microphonique. Dans les premiers appareils construits, la source de courant d'appel était constituée par une batterie de piles à liquide et nous avons vu que par son humidité et, par suite, son mauvais isolement, elle pouvait amener des perturbations dans les communications telles que friture et affaiblissement. Dans les appareils plus récents, en vue de s'affranchir de ces inconvénients, la source de courant d'appel a été constituée par une magnéto et a permis de recourir à des schémas plus simples, commutation par court-circuit au lieu de commutation par double rupture ; mais bien que la magnéto constitue un progrès considérable, elle coûte relativement cher.

La source de courant microphonique est, dans tous ces appareils, constituée par une pile à liquide immobilisé qui est d'un prix élevé, surtout si on le rapporte à la capacité en ampère-heure de la pile, c'est-à-dire, plus simplement, au nombre d'heures de service qu'elle est capable de fournir avant mise au rebut. De plus, dès que la pile commence à s'user, sa résistance intérieure croît lentement et, par suite, le courant d'alimentation du microphone diminue et il en résulte une baisse progressive de l'efficacité à la transmission du poste de l'abonné, donc de la qualité des communications ; pour éviter cet inconvénient, les piles exigent des vérifica-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions fréquentes, donc des déplacements de monteurs et on conçoit que, dans les réseaux importants, par suite du grand nombre de piles en service chez les abonnés, l'entretien en soit très onéreux.

Enfin, les postes à batterie locale obligent l'abonné à faire une manœuvre spéciale pour appeler le bureau et pour le prévenir de la fin d'une communication. Il est fréquent que l'abonné oublie cette seconde manœuvre, d'où nécessité pour l'opératrice du bureau de se porter en écoute, ce qui lui fait perdre du temps et diminue son rendement.

On a donc recherché pour les réseaux importants un système qui permette de s'affranchir de ces multiples inconvénients.

Si, en particulier, au lieu de disposer comme sources de courant microphonique des piles placées chez les abonnés, nous utilisons une source unique placée au bureau central, *une batterie centrale*, la surveillance de cette batterie unique sera facile. De plus, puisqu'elle doit servir pour tous les abonnés, elle devra avoir un grand débit et son importance permettra de la constituer avec des accumulateurs dont les frais d'entretien sont considérablement plus faibles que pour des piles puisqu'ils sont régénérables, c'est-à-dire peuvent être rechargés. On aura une alimentation constante des microphones. Par contre, il y a lieu de remarquer que, pour que l'alimentation du microphone soit suffisante malgré la résistance de la ligne, il y a lieu d'utiliser des tensions assez élevées, 24 ou 48 volts.

Si la tension de la batterie est appliquée en permanence sur la ligne de l'abonné, le courant ne devra néanmoins passer que lorsque l'abonné est à l'appareil et nous obtiendrons ce résultat en fermant la ligne par l'intermédiaire du crochet commutateur; si nous intercalons au bureau central un relais entre la batterie et la ligne, ce relais ne sera parcouru par du courant et, par suite, n'attirera son armature que quand l'appareil sera décroché; nous pouvons utiliser l'attraction de l'armature pour fermer le circuit d'une lampe qui s'allumera par suite au moment du décrochage, signalant ainsi l'appel de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'abonné, sans imposer à ce dernier une manœuvre spéciale (*fig.* **113**).

De même, pendant la durée de la communication, des relais convenablement placés au bureau sur les lignes des deux correspondants ou sur le dicorde et commandant des lampes, permettront de se rendre compte de la position des récepteurs, donc de la marche de la communication sans que l'opératrice ait à se porter en écoute. Lorsque, la communication terminée, les deux abonnés raccrochent, les relais de surveillance (dits encore relais de supervision) reviennent au repos et donnent le signal de fin, sans manœuvre spéciale des abonnés et par suite sans oubli possible. La ligne de l'abonné doit être ouverte tant que le récepteur est accroché, c'est-à-dire que le courant continu de la batterie ne peut pas passer, mais il faut cependant que l'abonné puisse être appelé et on se servira à cet effet de courant alternatif. On placera en dérivation sur la ligne de l'abonné une sonnerie magnétique en série avec un condensateur, ce dernier organe possédant la propriété de laisser passer le courant alternatif et non le courant continu. Si la sonnerie utilisée a une grande résistance, on n'aura d'ailleurs pas besoin de supprimer la dérivation ainsi mise sur le poste pendant la conversation,

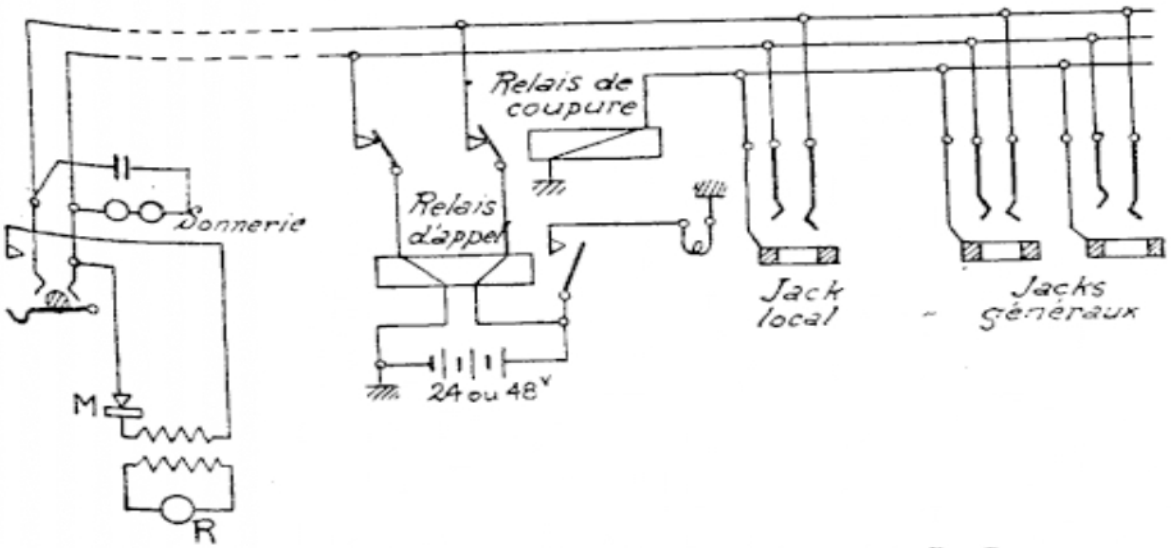


FIG. 113. — Principe d'une ligne d'abonné à B. C.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

car pour les fréquences téléphoniques, la forte self-induction de la sonnerie s'opposera à ce que le courant dérivé par ce chemin soit appréciable et on n'affaiblira pas de façon notable la communication. Cette considération explique pourquoi les sonneries magnétiques ont une résistance de 1.000 ohms.

Pour la même raison, lorsque plusieurs sonneries seront utilisées simultanément, elles seront montées en série.

On voit que la batterie centrale présente des avantages considérables qui peuvent se résumer comme suit :

1° Simplification des postes d'abonnés en ce qui concerne la commutation et les organes d'appel, donc prix moins élevé, grande robustesse et par suite frais d'entretien beaucoup plus faibles ;

2° Simplification des manœuvres à faire par l'abonné, donc moins grandes chances d'erreur ou d'oubli ;

3° Possibilité de donner aux opératrices du bureau la signalisation des manœuvres faites par les abonnés, facilitant par suite la surveillance des communications et la libération des lignes en fin de conversation.

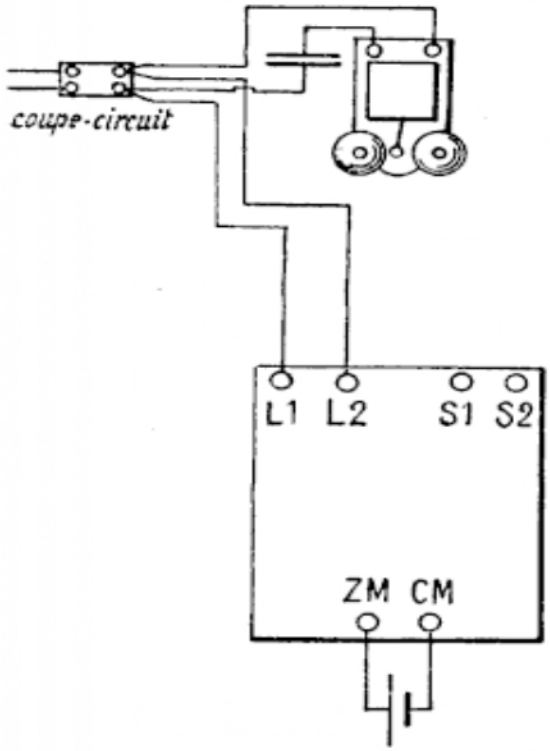


FIG. 114. — Poste simple, avec appareil mural, relié à un bureau à batterie central.

106. Montage des postes simples. — Pour adapter la batterie centrale aux anciens appareils, on plaça la sonnerie magnétique et son condensateur, comme la sonnerie ordinaire, entre les bornes S1 et S2 des appareils ; mais, pour permettre au bureau de rappeler un abonné qui oublie de raccrocher son récepteur, ces organes ont ensuite été montés en *dérivation* sur les bornes de ligne ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La règle actuelle, quand l'appareil est mural, est de mettre la sonnerie et son condensateur en dérivation sur le coupe-circuit-paratonnerre (*fig.* 114). Toutefois, si celui-ci est trop éloigné du poste, la dérivation est encore prise sur les bornes de ligne; quelquefois même, si la distance est trop grande et si la sonnerie se trouve sur le parcours, on peut, *exceptionnellement*, prendre la dérivation sur les fils au moyen de ligatures faites avec soin.

Si le poste est pourvu d'un appareil mobile, la sonnerie condensée est mise en dérivation sur les plots de ligne de la planchette de raccordement.

Quand plusieurs sonneries doivent fonctionner séparément, deux par exemple, un condensateur seulement est placé en avant du commutateur qui commande ces sonneries.

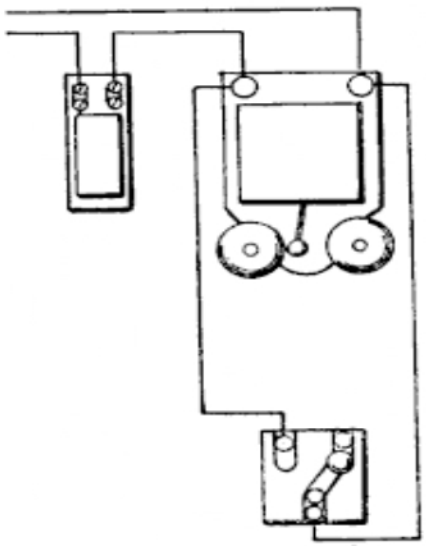


FIG. 115.

Enfin, qu'il n'y en ait qu'une, ou plusieurs montées en série, toutes les fois que l'abonné veut empêcher une sonnerie de fonctionner, cet organe doit être, non coupé, mais court-circuité (nous en verrons plus loin la raison). A cet effet, un commutateur permet de réunir métalliquement, au moment voulu, les deux bornes de la sonnerie intéressée (*fig.* 115).

107. Postes à B. C. I. — Toutefois, l'utilisation d'appareils à batterie locale ne permet pas la suppression de la pile microphonique, suppression qui est cependant d'un gros intérêt comme nous l'avons vu et, de plus, le courant de la batterie centrale passe en permanenee dans les récepteurs de l'abonné durant les conversations. Ce courant continu tend à désaimanter ou à suraimanter l'aimant permanent, c'est-à-dire à désensibiliser ou à faire « coller » les membranes. Divers montages ont été proposés pour obvier à cet inconvénient, mais ils ne sont pas très efficaces, ou bien ils compliquent l'installation du poste.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

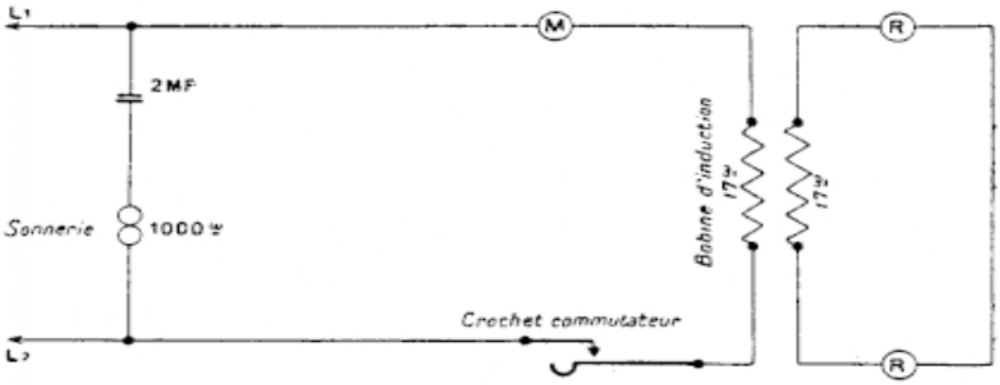


FIG. 116. — Schéma de principe de l'appareil pour réseaux A. B. C. Type de l'administration modèle 1918.

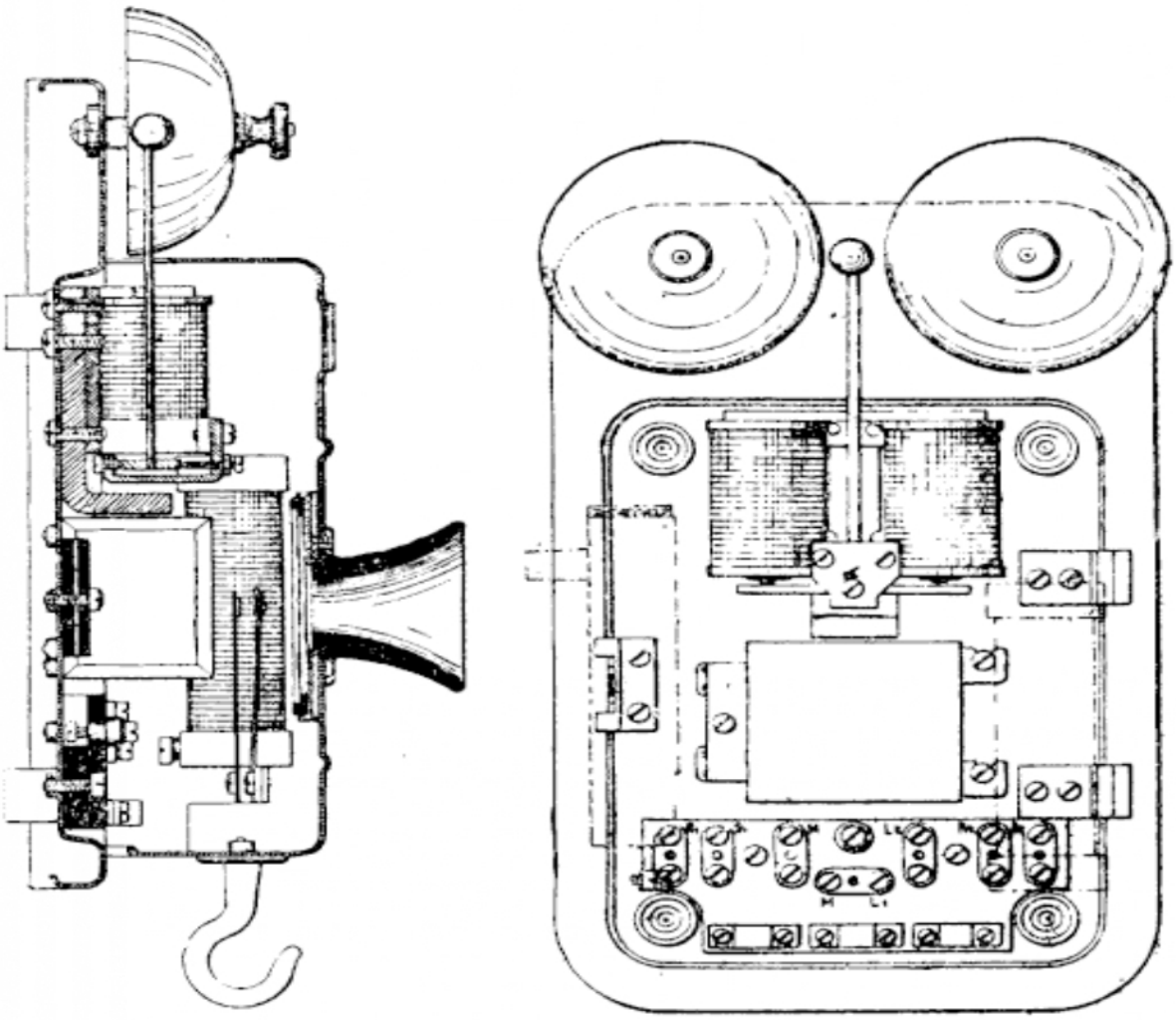


FIG. 117.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est pourquoi tous les appareils nouvellement installés sont montés en *batterie centrale intégrale* (B. C. I.)

Les postes d'abonnés sont simplifiés au maximum; il n'y a plus qu'un ou deux contacts mobiles. Les dérangements et l'entretien s'en trouvent extrêmement réduits (*fig.* 116).

108. Poste mural à B. C. I. modèle 1918. — Le même boîtier contient le microphone, le crochet commutateur, la sonnerie magnétique et son condensateur (*fig.* 117). Les récepteurs sont raccordés aux bornes R_1R_1 et R_2R_2, la ligne aux bornes L_1L_2 (*fig.* 118). On voit que la sonnerie condensée est constamment en dérivation sur la ligne, et que le microphone

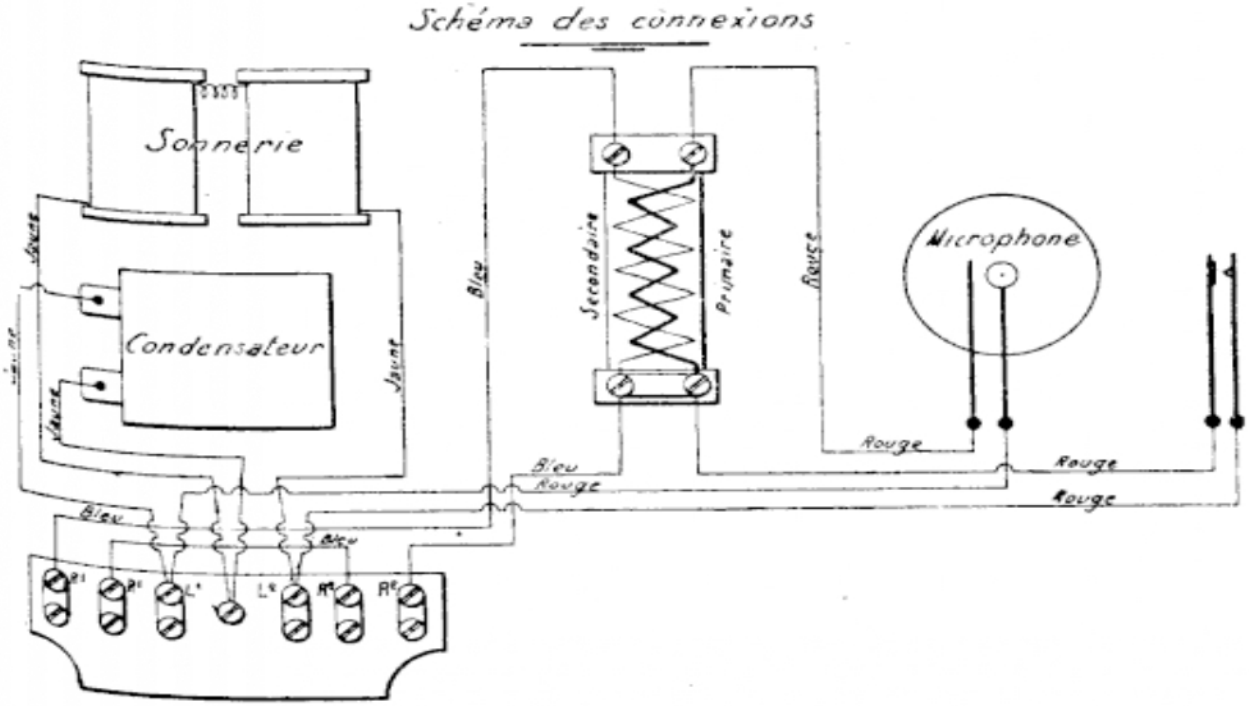


FIG. 118. — Transmetteur mural à batterie centrale intégrale, modèle 1918.

en série sur le primaire de la bobine d'induction boucle la ligne lorsque le crochet commutateur, libéré du poids du récepteur, ferme le contact de droite. Quant aux récepteurs, ils sont sur le circuit local du secondaire de la bobine d'induction, à l'abri du courant continu de la batterie centrale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La bobine d'induction possède, comme nous l'avons vu, deux enroulements identiques de 17 ohms de résistance et la capsule microphonique présente une résistance d'environ 50 ohms.

109. Applique murale à B. C. I., modèle 1918. — La construction est tout à fait la même que pour le précédent appareil ; mais le microphone est *combiné* avec un récepteur et est suspendu au crochet-commutateur (*fig.* 117). Le principe du montage, identique au précédent, résulte immédiatement de la figure 119.

110. Appareil mobile à B. C. I., modèle 1918 (*fig.* 120). — Cet appareil comporte un combiné, et son montage est identique à celui du précédent (*fig.* 119).

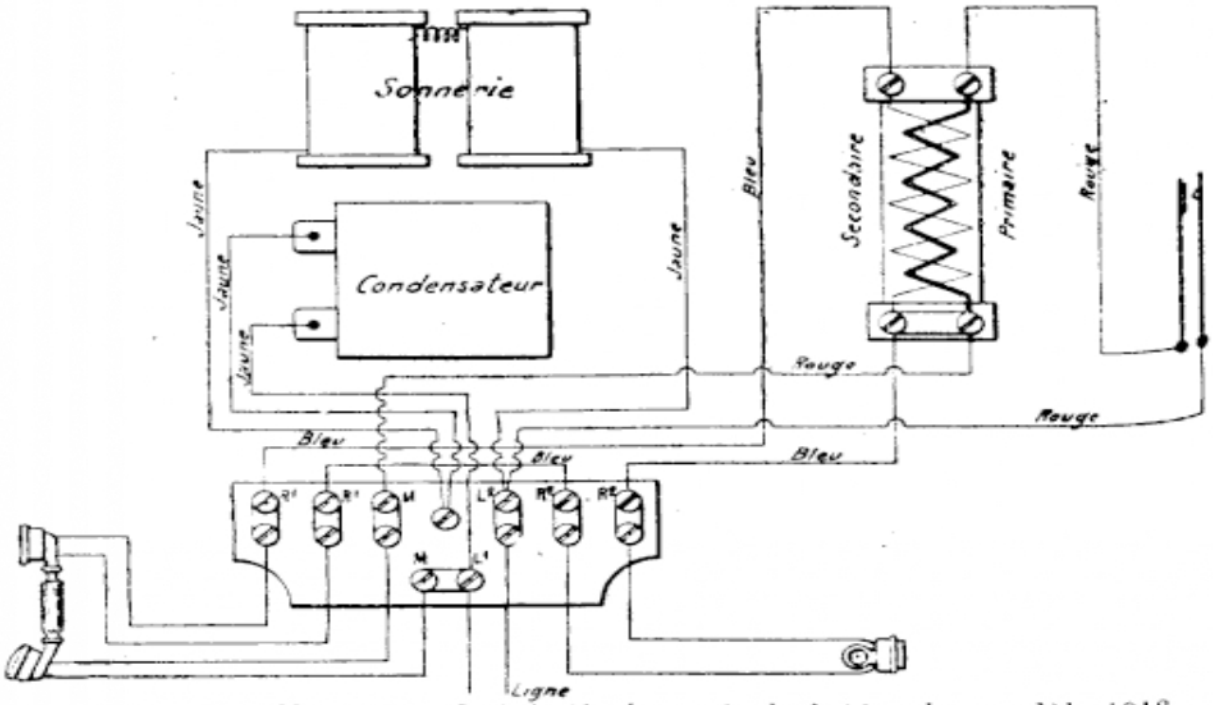


FIG. 119. — Applique murale à batterie centrale intégrale, modèle 1918, pour combiné.

111. Disque d'appel administratif modèle 1927 pour réseaux automatiques. — Un disque ou cadran d'appel pour réseaux automatiques est un appareil qui sert à provoquer sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne un nombre d'interruptions (impulsions) égal au chiffre

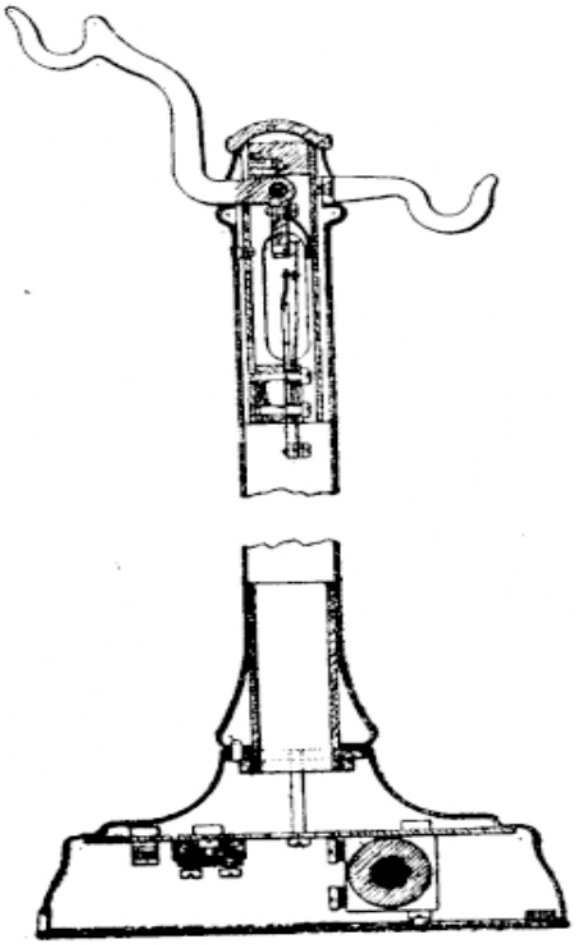
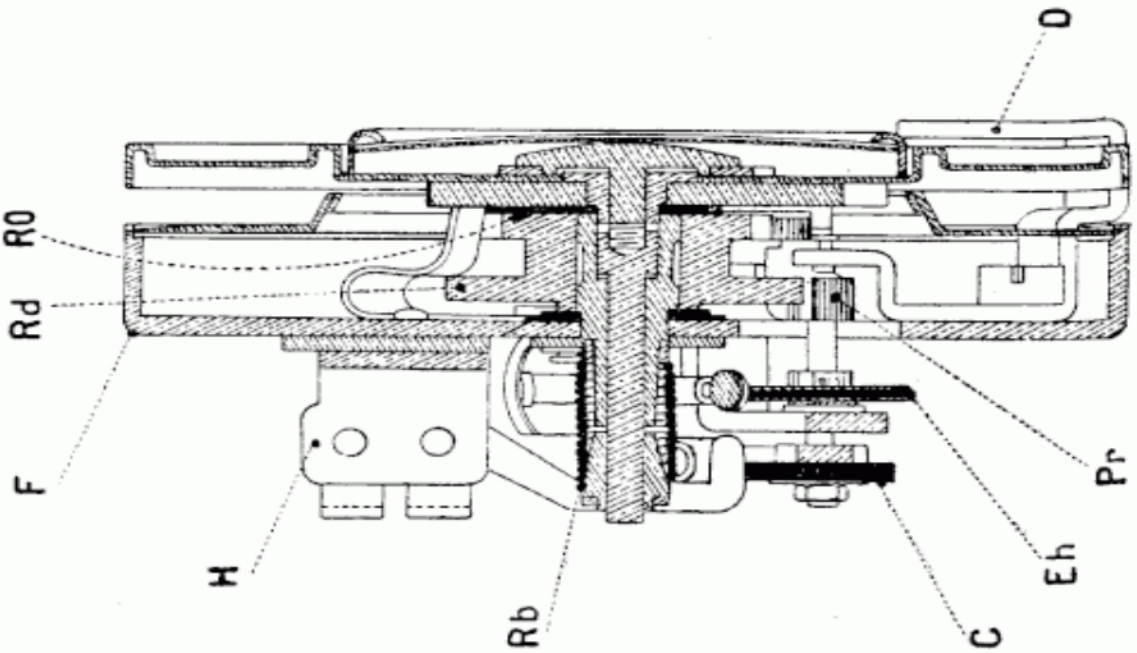


FIG. 120.

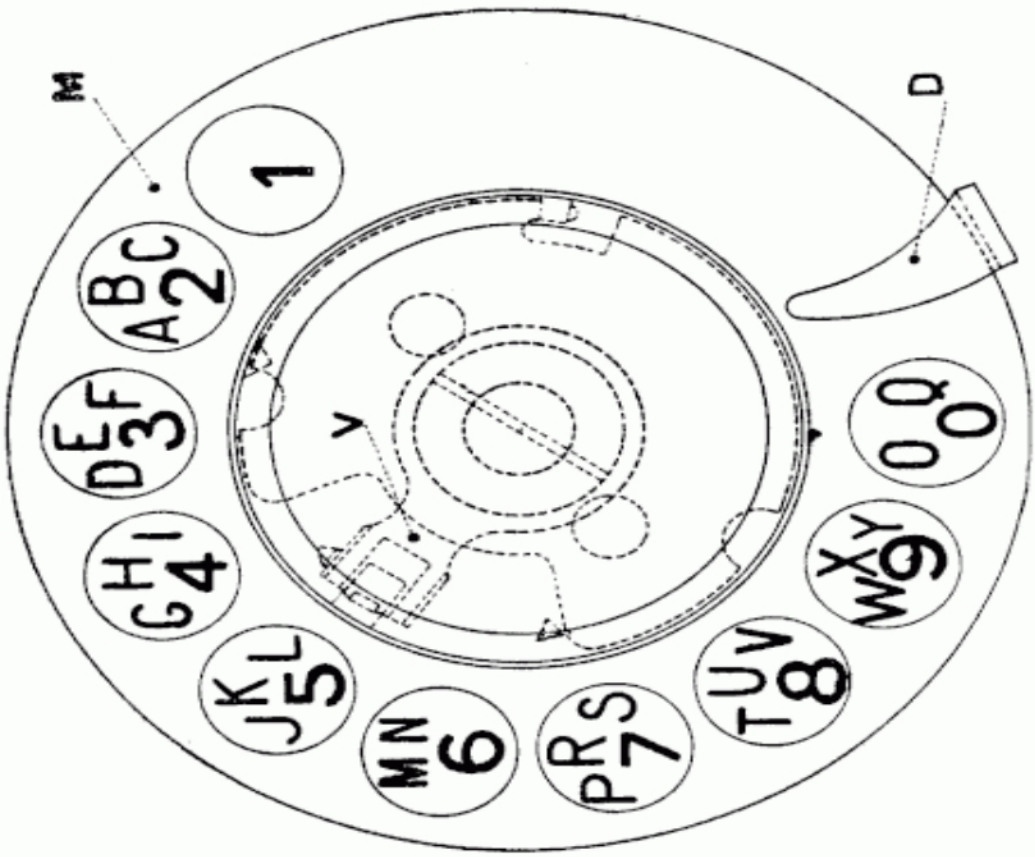
envoyé, c'est-à-dire dépendant de l'angle dont a tourné le disque. Ces interruptions doivent être franches et se faire sur des circuits sans self et, d'autre part, ne doivent provoquer aucun toc désagréable dans le récepteur. Nous trouverons donc, en principe, deux contacts d'impulsion (interruption) et deux contacts auxiliaires qui court-circuitent les récepteurs, ou la bobine d'induction, pendant tout le temps que dure l'envoi des impulsions, c'est-à-dire tant que le disque a quitté sa position de repos. La durée des impulsions devant être constante, 0ˢ,66 d'interruption pour 0ˢ,33 de passage du courant, il est indispensable que l'envoi soit indépendant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CADRAN MODÈLE ADMINISTRATIF 1927

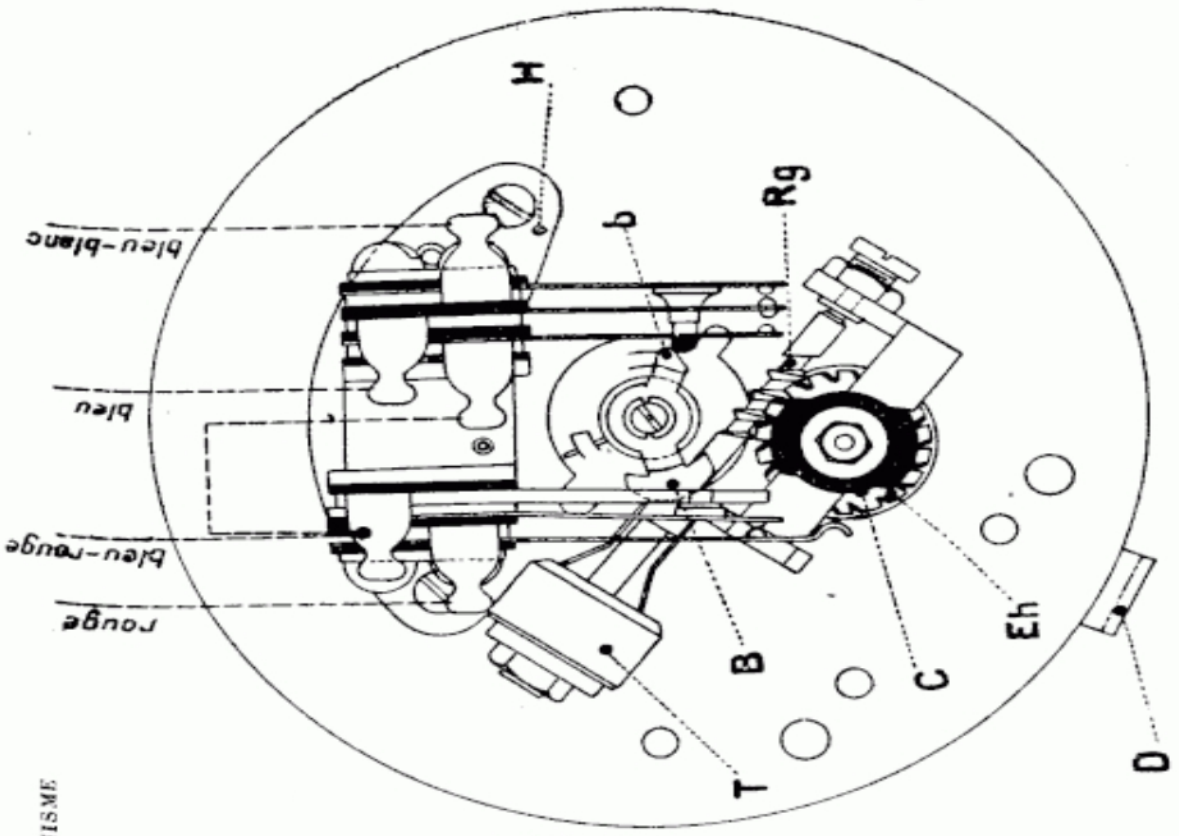


Coupe.
Fig. 122.

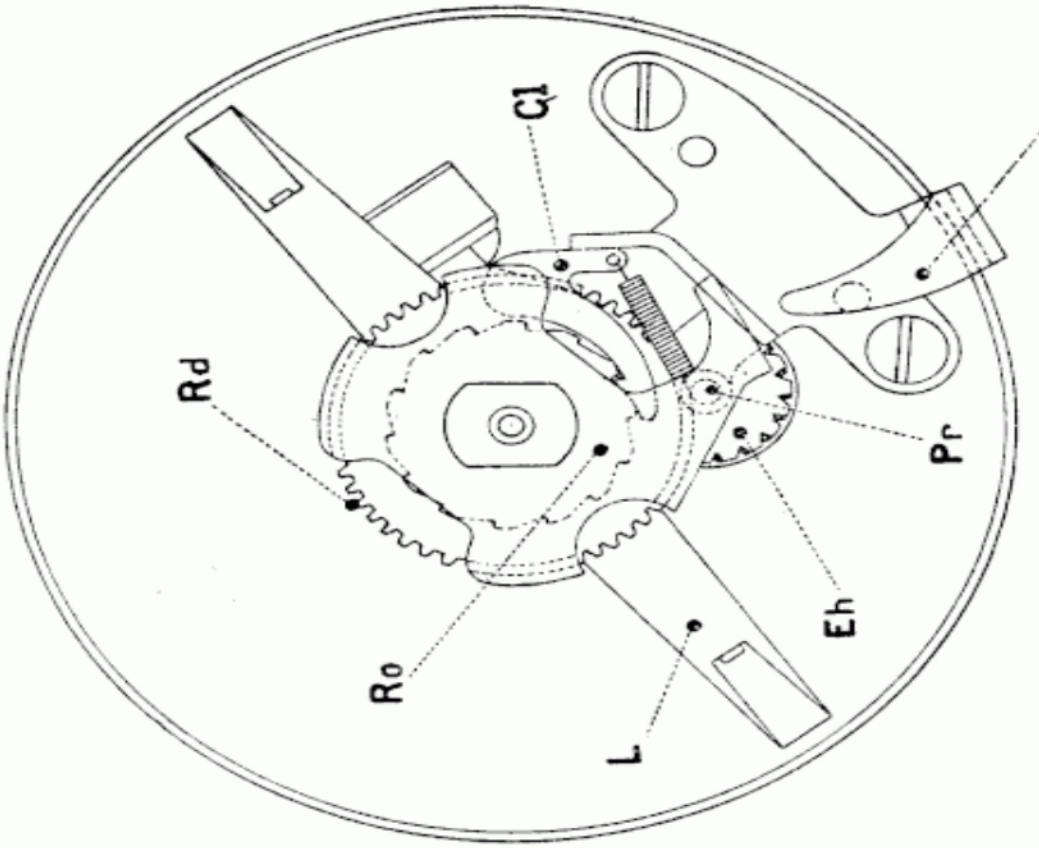


Plan.
Fig. 121.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Vue disque mobile enlevé.
FIG. 124.



Vue arrière.
FIG. 123.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la rapidité apportée par l'abonné dans la manœuvre du disque ; il se fera donc pendant le retour au repos de ce dernier et la vitesse de ce retour sera maintenue constante par un régulateur.

Sur l'axe principal sont fixés, d'avant en arrière (*fig.* 121 à 124) :

1° Un disque mobile M percé de dix trous qui, au repos, découvrent les chiffres numérotés de 1 à 9 et 0 et des lettres. En engageant le doigt dans l'un de ces trous, on peut faire tourner ce disque jusqu'à ce qu'une butée fixe D arrête le doigt et limite ainsi l'angle de rotation à une valeur correspondant à chaque chiffre ;

2° Une sorte d'étoile à quatre branches qui porte un cliquet Cl armé par un ressort à boudin dont nous verrons le rôle plus loin ;

3° Un ressort à boudin R*b* fixé d'une part sur l'extrémité de l'axe et d'autre part sur le boîtier fixe. Ce ressort armé par la rotation du disque tend à le ramener au repos ;

4° Un système comportant deux butées B et *b*. La butée *b* s'appuie au repos sur un poussoir isolant et maintient séparés les trois contacts de droite, mais tant que le disque n'est pas au repos, les trois ressorts sont en contact : ce seront donc les ressorts de court-circuit.

Nous verrons plus loin le rôle de B.

5° Une roue à rochet R_0 et une grande roue dentée sont montées sur le même axe, mais à frottement doux, et peuvent par suite tourner librement. Lorsqu'on arme le disque, le cliquet Cl glisse sur les dents de la roue à rochet sans l'entraîner et, au contraire, pendant le retour au repos, il entraîne les roues R_0 et R*d* dans son mouvement.

Un axe secondaire porte d'avant en arrière :

1° Un pignon denté P*r* qui engrène avec la roue R*d* précédente ;

2° Un engrenage hélicoïdal qui engrène avec une vis sans fin R*g* portée par le régulateur de vitesse :

3° Une came en matière isolante C qui, dans sa rotation, viendra rompre le contact des deux ressorts de gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le régulateur est constitué par deux masselottes fixées à des ressorts portés par l'arbre de la vis sans fin. Sous l'action de la force centrifuge pendant la rotation, ces masselottes s'écartent et viennent frotter sur la paroi intérieur d'un tambour cylindrique. Le frottement limite la vitesse de rotation.

Il y a lieu de noter que l'utilisation d'une vis sans fin présente deux avantages : 1° on obtient ainsi une grande multiplication de vitesse, puisque à un déplacement d'une dent de E*h* correspond un tour entier de la vis sans fin et, grâce à cette vitesse, on a ainsi une régularité plus grande de la rotation ; 2° la vis sans fin est irréversible, c'est-à-dire qu'elle ne peut tourner que dans un seul sens; par suite, pendant qu'on arme le disque, on ne risque pas que le cliquet C*l* par frottement entraîne la roue à rochet R_0 et par suite la came C. La came C ne peut donc tourner que pendant le retour au repos du disque.

La came C effectue un demi-tour chaque fois que le disque tourne d'un angle tel qu'un trou se substitue au précédent et ce résultat est obtenu par le rapport du nombre de dents de P*r* et R*d* qui est de 1 à 7.

Or, l'angle entre le trou 1 et la butée fixe D étant égal à celui qui sépare quatre trous, on voit que le retour au repos, lorsqu'on a fait le chiffre 1, se traduiraitpar l'envoi de quatre impulsions ; de même l'envoi d'un autre chiffre se traduirait par l'envoi de trois impulsions supplémentaires. Mais ces trois interruptions ne seproduisent pas, car la butée B dans le retour au repos vient écarter les ressorts d'impulsion et empêche par suite la came C, qui continue à tourner, de séparer les ressorts.

On a ainsi nécessairement *un temps mort* de trois impulsions qui sépare l'envoi d'un chiffre de l'envoi du chiffre suivant et ceci pour créer un intervalle indispensable entre l'envoi des différents chiffres.

Pratiquement, quatre fils sont nécessaires pour connecter le cadran sur un poste et l'un des ressorts d'impulsion est raccordé directement au premier ressort de court-circuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

112. Appareils modèle 1924. — Les progrès de la technique téléphonique ont conduit l'Administration des P. T. T. à adopter un nouveau type d'appareils destinés à remplacer les appareils modèle 1918 dans tous les réseaux à batterie centrale ou réseaux automatiques. Les directives qui ont guidé le choix de cet appareil sont les suivantes :

1° Avec la généralisation des communications à grande distance, il est indispensable que les appareils aient une efficacité à la transmission et à la réception aussi grande que possible ;

2° Ces appareils doivent être préparés pour recevoir un disque d'appel qui est, comme nous venons de le voir, l'organe qui, dans les réseaux automatiques, permet aux abonnés de composer eux-mêmes le numéro demandé ;

3° Dans les réseaux automatiques, l'envoi du numéro se traduisant par des interruptions de courant sur la ligne, aucune interruption du circuit ne doit être possible en dehors de la manœuvre du disque ou du raccrochage du récepteur sous peine de fausser le numérotage. Il convient en particulier que le microphone n'introduise pas de telles ruptures du circuit de ligne, quelle que soit sa position pendant la conversation. On peut d'ailleurs noter que si l'interruption se produit après l'envoi complet du numéro demandé, elle a pour résultat de déconnecter l'abonné demandeur, c'est-à-dire de couper la communication.

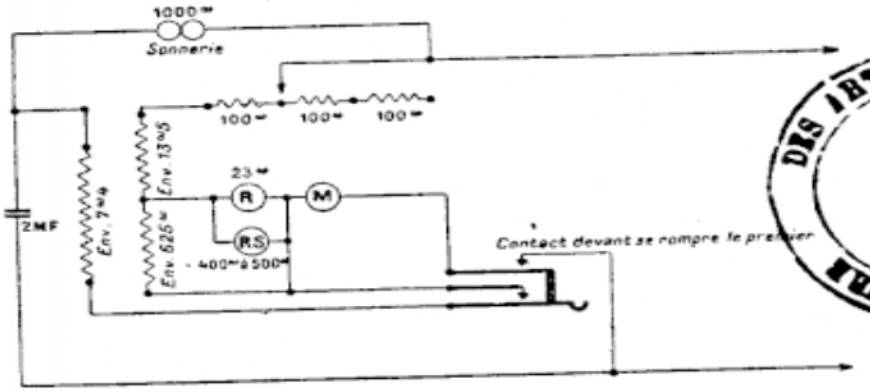
Les impulsions du numérotage ne doivent pas faire tinter la sonnerie, ce qui se produirait à coup sûr si celle-ci était montée simplement en dérivation sur les deux fils ; ces impulsions ne doivent pas davantage provoquer des tocs désagréables dans les récepteurs qui, à cet effet, seront court-circuités pendant l'envoi des impulsions.

On voit que ces diverses considérations imposent un mode de construction ou de montage qui n'était pas prévu pour les appareils, modèle 1918, et que, malgré les qualités de ce type, il était nécessaire d'en créer un nouveau.

Le schéma de principe de l'appareil, modèle 1924, est conforme à la figure 125.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au moment du décrochage, le crochet-commutateur ferme deux contacts ; ces contacts sont échelonnés de façon à éviter la production de tocs dans le récepteur. Le contact supérieur boucle la ligne sur le microphone M, le récepteur R, l'enroulement de 13w,5 de la bobine d'induction et suivant la position d'une connexion mobile à travers une résistance de 300, 200, 100 ohms ou nulle, ce qui permet de régler l'intensité dans le microphone et surtout dans le récepteur électromagnétique qui, comme nous l'avons vu, se trouve dans les



BIBLIOTHÈQUE DES ARTS ET MÉTIERS CONSERVATOIRE

FIG. 125. — Schéma de principe de l'appareil avec combiné pour réseaux à B. C. type de l'Administration, modèle 1924.

meilleures conditions lorsqu'il est traversé par un courant de 50 à 60 milliampères. En dérivation sur le récepteur électromagnétique de 23 ohms sont montés un récepteur supplémentaire magnétique dont la résistance varie entre 400 et 500 ohms et le secondaire de la bobine d'induction de 625 ohms de résistance. Dans ces conditions, la presque totalité du courant continu traverse le récepteur électromagnétique.

Le deuxième contact du crochet-commutateur met en dérivation sur le microphone le troisième enroulement de 7w,4 de la bobine d'induction en série avec le condensateur de 2 microfarads :

Lorsque le crochet-commutateur est abaissé, ce même condensateur se trouve en série avec la sonnerie magnétique de 1.000 ohms. On peut noter d'ailleurs que, si le deuxième con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tact du crochet n'est pas rompu au raccrochage, la sonnerie se trouve shuntée par $7^{w},4$, récepteur de 23 ohms — $13^{w},5$ et résistance additionnelle si le poste en comporte une intercalée. Par suite, la sonnerie pourra ne pas fonctionner.

La présence d'un troisième enroulement sur la bobine permet d'obtenir un effet antilocal à la transmission en même temps qu'un effet de renforcement à la réception (Voir 32, bobine d'induction).

Examinons maintenant le cas où l'appareil sera pourvu d'un disque d'appel. Cet organe comporte quatre ressorts dont deux établissant un contact de repos sont intercalés entre le microphone et le crochet-commutateur et les deux autres par un contact de travail court-circuitent les récepteurs pendant l'envoi d'un train d'impulsions correspondant

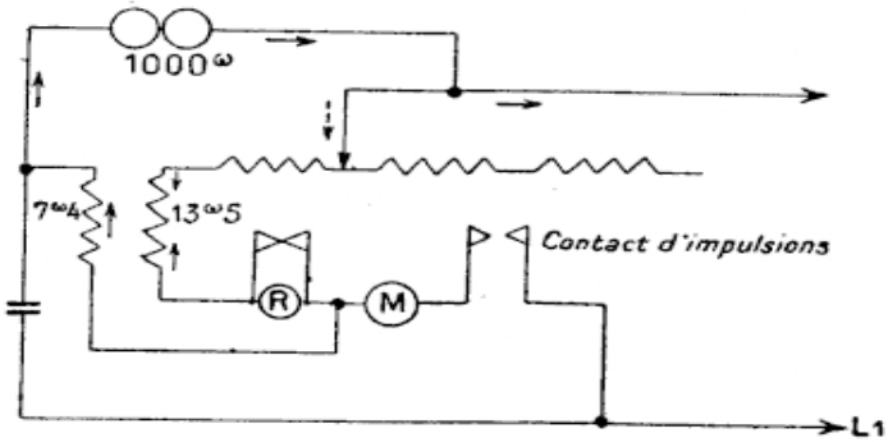


FIG. 126.

à un chiffre. On peut donc représenter schématiquement le circuit d'impulsions (*fig.* 126).

On voit que la sonnerie est shuntée par $13^{w},5 + 7^{w},4$ et la résistance additionnelle mise en circuit (s'il y a lieu) ; par conséquent, quand le contact d'impulsions s'ouvre, l'énergie magnétique emmagasinée dans la sonnerie de 1.000 ohms (qui a une forte impédance, donc emmagasine une forte énergie) tendra à se dépenser dans le circuit local ainsi constitué sous forme d'un courant dans le même sens que celui qui parcourait la sonnerie avant la rupture et, par suite, la polarité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des noyaux n'étant pas changée, l'armature ne vibrera pas.

Le condensateur et l'enroulement de 7ᵂ,4 constituent le circuit de choc (ou pare-étincelle).

113. Appareil mural, modèle 1924, à combiné. — Cet appareil est constitué par un coffret en tôle émaillée noire dont le fond peut être fixé au mur et supporte une réglette de connexion à quatre bornes L et S, le condensateur et la bobine d'induction (*fig.* 127). Les trois résistances de 100 ohms servant pour le réglage de l'intensité sont fixées sur cette même

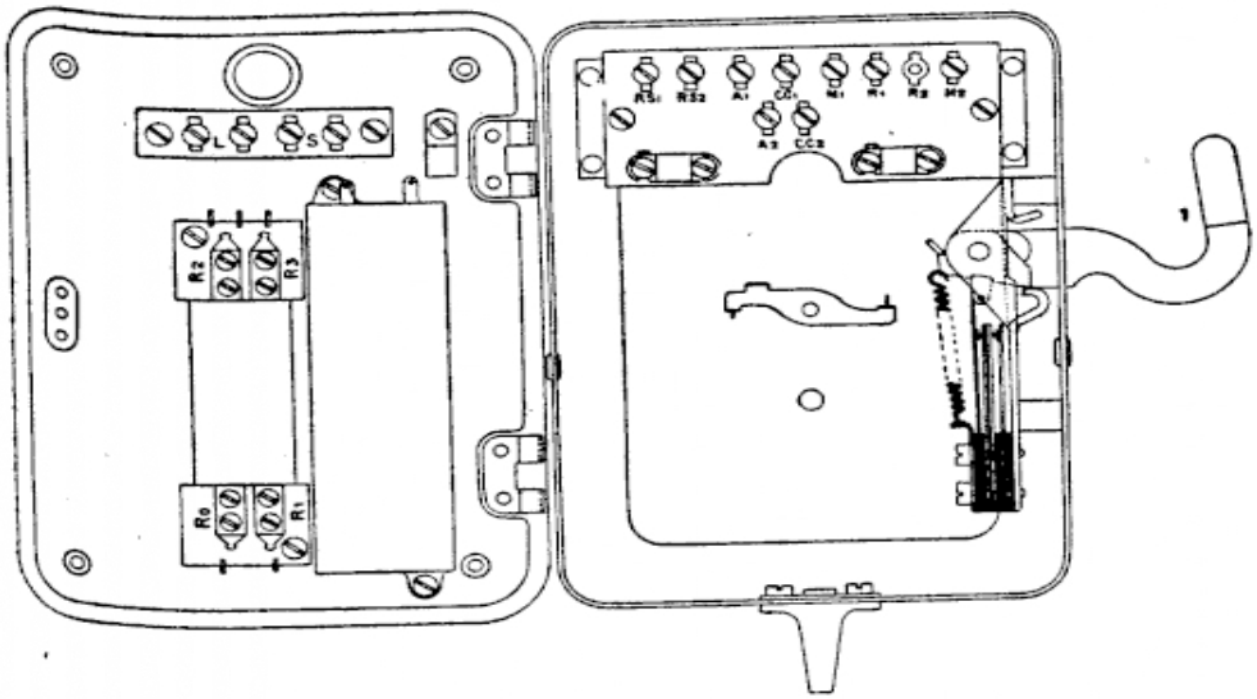


FIG. 127.

bobine et quatre bornes R_0, R_1, R_2 et R_3 permettent de fixer le fil de connexion mobile terminé par une cosse.

La partie avant mobile sur charnière comprend le crochet-commutateur, un crochet pour le deuxième récepteur et une réglette de connexion sur laquelle se raccordent les trois conducteurs du cordon du combiné, les deux conducteurs du cordon du deuxième récepteur et éventuellement les quatre conducteurs aboutissant aux ressorts du disque d'appel fixé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la face avant du boîtier. Lorsque l'appareil est utilisé dans un réseau non pourvu d'un commutateur automatique, le trou permettant la fixation du cadran est obturé.

Toutes les connexions du poste autres que celles mentionnées ci-dessus sont soudées (*fig.* 128), ce qui diminue les risques de mauvais contacts ; somme toute, les seules connexions établies par cosses et vis correspondent aux organes dont le remplacement peut être nécessité par détérioration : combiné, deuxième récepteur et disque ainsi que les fils de ligne et de sonnerie pour permettre le montage sans utiliser

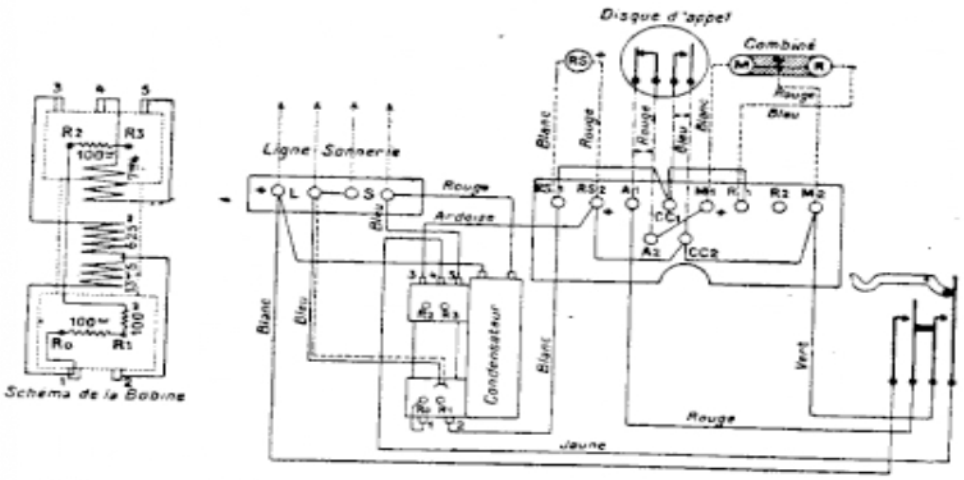


FIG. 128. — Câblage de poste murale avec combiné, type 1924.

de fer à souder. Lorsque le coffret est ouvert, tous les organes sont facilement accessibles.

114. Appareil mobile, modèle 1924, à combiné. — La bobine d'induction, le condensateur et les réglettes de raccordement sont fixés à l'intérieur du socle en tôle émaillée (*fig.* 129). A la partie supérieure d'une colonne également en tôle émaillée qui surmonte le socle se trouve fixé le crochet-commutateur dont les ressorts sont logés dans la colonne. Le crochet-commutateur a la forme d'un T dont chacune des branches est terminée par une fourche. Le combiné se pose à plat dans les deux fourches. Le disque d'appel peut se fixer sur le socle dans un trou ménagé à cet effet et qui est obturé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le cas où le disque n'est pas utilisé. La base est fixée

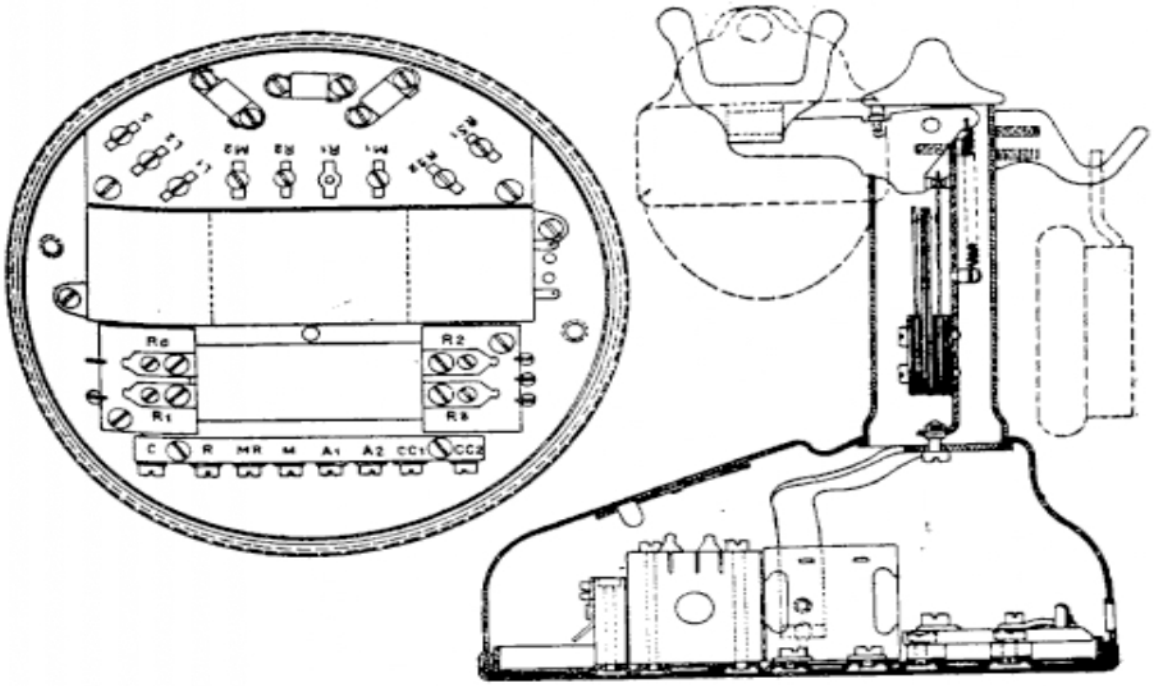


FIG. 129. — Appareil mobile avec combiné pour réseaux B. C. I. Type de l'Administration, modèle 1924.

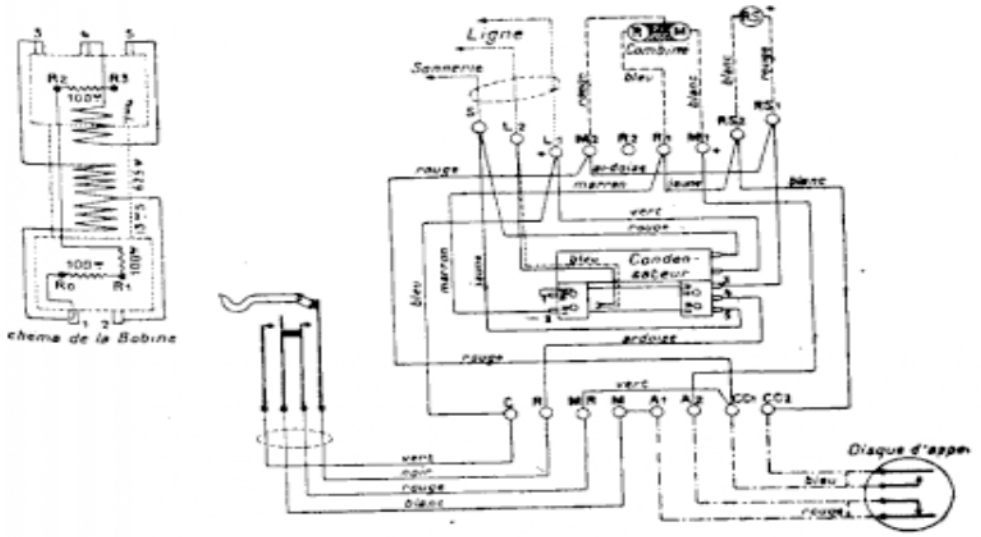


FIG. 130. — Câblage de poste mobile avec combiné, type 1924.

au socle par trois vis qu'il suffit de dévisser pour pouvoir vérifier tous les organes du poste.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En dehors de ces dispositions matérielles, les remarques faites sur l'appareil mural s'appliquent également à l'appareil mobile (*fig.* 130).

Un cordon souple à trois conducteurs permet de relier l'appareil mobile à une rosace de raccordement sur laquelle arrivent d'autre part les fils de ligne et de sonnerie.

115. Appareils, modèle 1924, à microphone Solid-Back et récepteur Bell. — Il existe un appareil mural et un appareil mobile de ce type.

Le schéma de principe est représenté figure 131. Ils comprennent un microphone Solid-Back fixé sur le boîtier dans le modèle rural et sur une genouillère placée en haut de la colonne dans le modèle mobile. La bobine d'induction ne

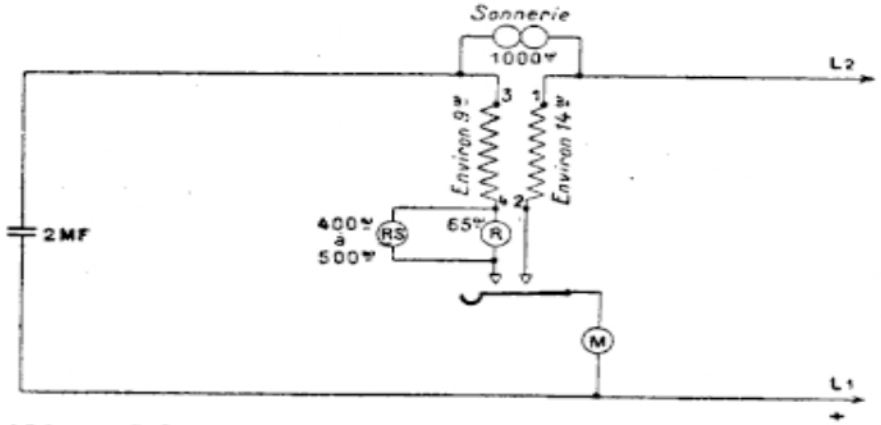


FIG. 131. — Schéma de principe des appareils avec microphone Solid. Back et récepteur Bell, mural et mobile, types de l'Administration. Modèle 1924.

comporte que deux enroulements de 14 ohms et de 9 ohms. Les deux récepteurs sont du type magnétique, l'un d'eux est constitué par un récepteur Bell, l'autre est le récepteur-montre qui existe également dans les types précédemment étudiés.

On voit qu'une partie négligeable du courant continu traverse les récepteurs puisque la sonnerie de 1.000 ohms est montée en série avec eux et que l'ensemble est shunté par 14 ohms. Les courants émis par le microphone trouvent deux chemins : l'un par l'enroulement de 14 ohms et la ligne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre traverse les récepteurs, l'enroulement de 9 ohms et le condensateur; en outre, par l'action du courant qui traverse le premier enroulement, les courants induits dans le deuxième circuit considéré peuvent, si le sens des enroulements est convenable, réaliser un effet antilocal comme dans le type 1924 à combiné.

Les appareils de ce type sont excellents au point de vue de la qualité des communications qu'ils permettent, la fixité du microphone assurant sa constance et le récepteur Bell possédant un aimant puissant et très stable. Par contre, ils sont d'un emploi beaucoup moins pratique que les appareils à combiné.

Les dispositions des organes : condensateur, bobine d'induction et réglettes de raccordement à l'intérieur du boîtier de ces appareils sont les mêmes que pour les appareils à combiné.

116. Installations diverses réalisées avec les postes, modèle 1924. — 1° Un seul appareil avec deux sonneries fonction-

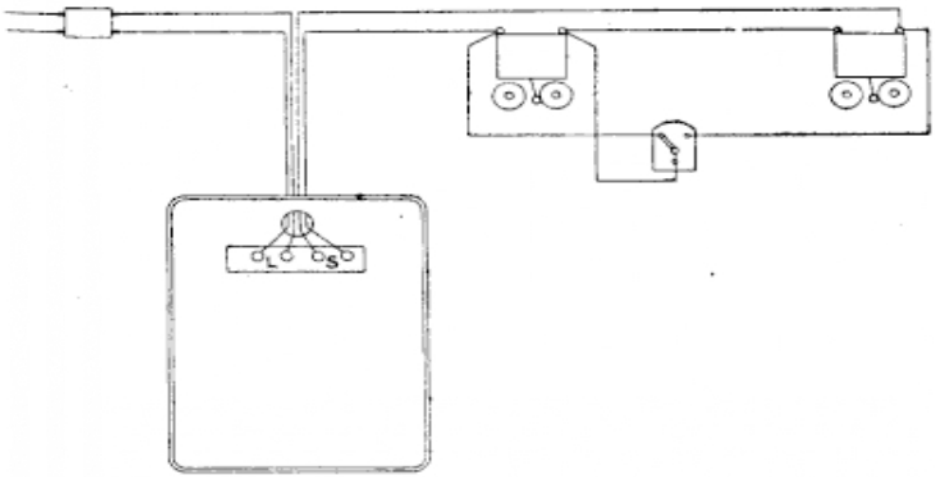


FIG. 132. — Installation d'un poste mural, type 1924, avec sonnerie supplémentaire commandée par un commutateur.

N. B. — Même disposition du commutateur et des sonneries quand l'installation comporte un poste mobile.

nant simultanément, les deux sonneries sont montées en série.

Si l'on désire mettre en service l'une ou l'autre des deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sonneries seulement par un commutateur, il suffit de monter ce commutateur pour court-circuiter l'une ou l'autre des sonneries (*fig.* 132);

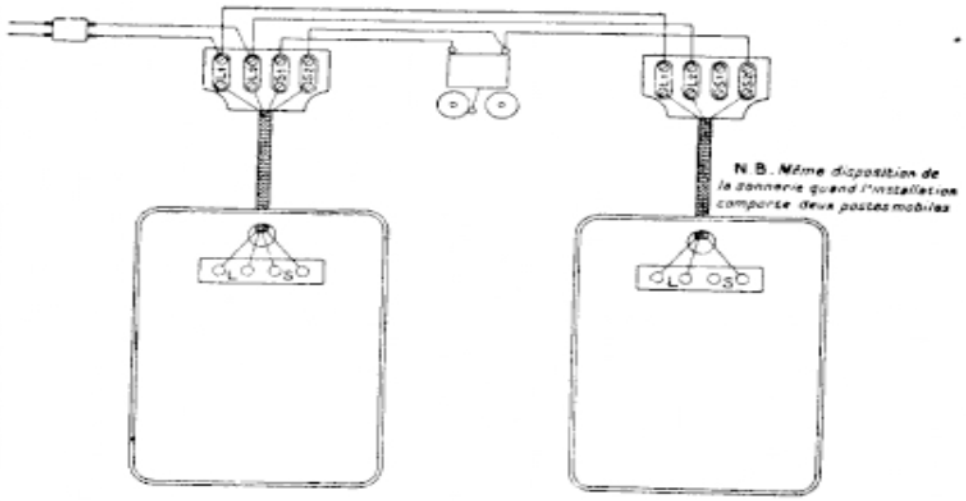


FIG. 133. — Installation de deux postes muraux, type 1924, en dérivation permanente avec une seule sonnerie.

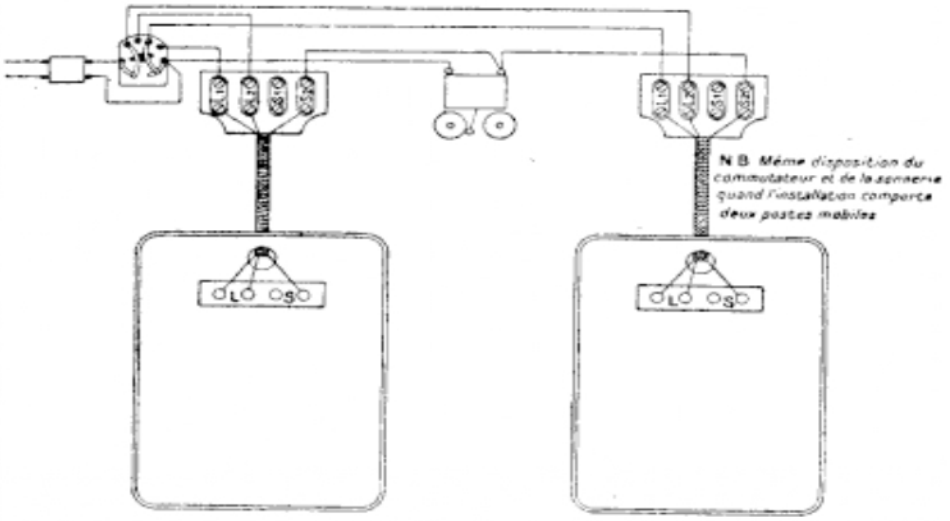


FIG. 134. — Installation de deux postes muraux, type 1924, montés sur commutateur avec une seule sonnerie.

2° Deux appareils en dérivation permanente avec une seule sonnerie; les bornes L des deux appareils sont montées en dérivation sur la ligne et la sonnerie reliée aux bornes S de l'un d'eux (*fig.* 133); on relie en outre les bornes S_2 des deux appareils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Deux appareils en dérivation permanente avec deux sonneries : l'installation est analogue à la précédente, mais les deux sonneries sont montées en série ;

4° Deux appareils sur commutateur avec une seule sonnerie (*fig.* 134).

117. Conjoncteurs, type 1924, pour appareils à batterie centrale. — Nous avons étudié précédemment les conjoncteurs à dix bornes utilisés avec les appareils à batterie locale ; les appareils à batterie centrale étant beaucoup plus simples que les précédents, les conjoncteurs utilisés ne comporteront que cinq bornes.

La mâchoire, type 1924, est constituée par un bloc de bakélite moulée, percé de trois trous dans lesquels peut s'engager une fiche triple ; ces trois trous sont disposés aux sommets d'un triangle isocèle ne permettant ainsi qu'une seule position pour la fiche.

Un ressort en maillechort R_1 muni d'un goujon rivé G en maillechort est fixé par son extrémité recourbée sous un écrou et le goujon déborde à l'intérieur du trou de façon à être écarté lors de l'enfoncement de la fiche. Un second ressort en maillechort R_3 muni d'une goutte d'alliage or-argent est fixé sur le socle comme R_1 par un écrou et vient au repos s'appuyer sur R_1 ; ce contact sera rompu lors de l'enfoncement d'une fiche ; deux écrous marqués L_1 et L_3 permettent de connecter les fils à ces deux ressorts.

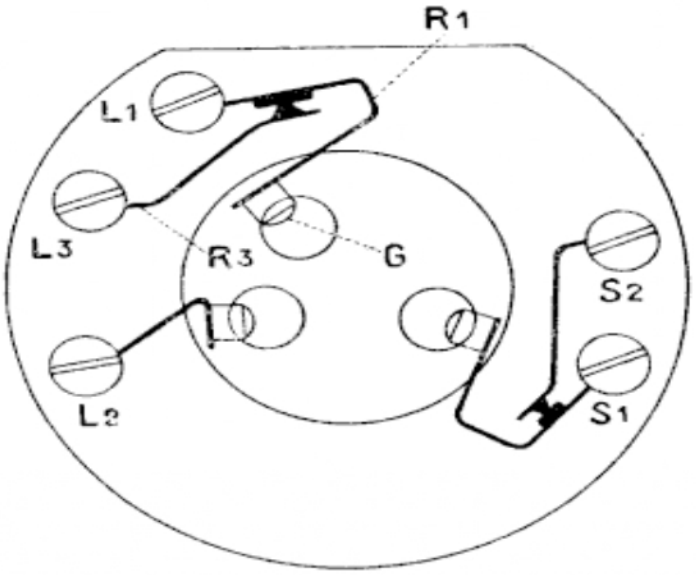


FIG. 135. — Schéma des connexions d'une mâchoire, type 1924, pour appareil A. B. C. I.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La borne L_2 est reliée à un ressort analogue au précédent R_1, mais ne comporte pas de contact à rupture. Le support est enfermé dans un boîtier muni d'un couvercle dont le centre est évidé pour laisser passer les fiches; ces deux pièces sont en laiton émaillé noir.

Les connexions de la mâchoire sont représentées schématiquement sur la figure 135.

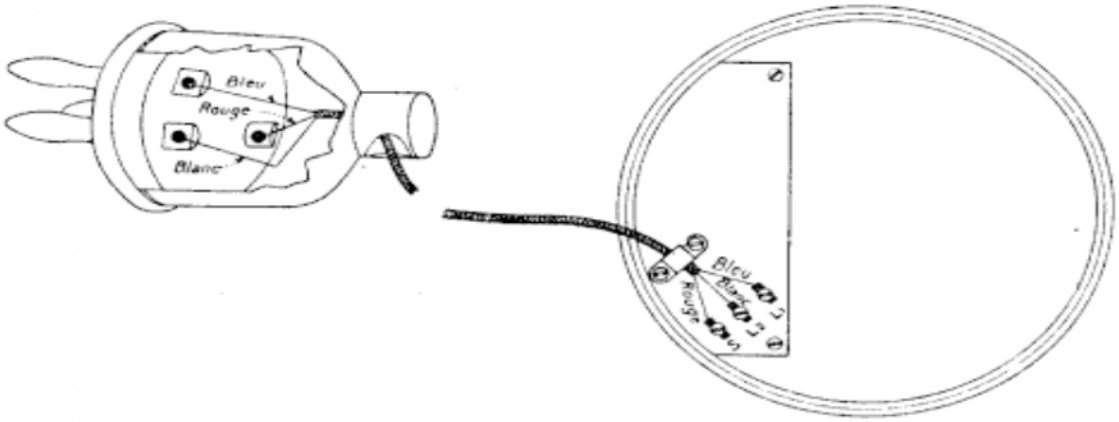


FIG. 136. — Schéma de raccordement d'un poste mobile à B. C. I., type 1924, et d'une fiche pour mâchoire, type 1924.

La fiche triple comporte trois broches en laiton fixées sur une pièce en bakélite; des vis permettent de serrer sur les broches les brins d'un cordon souple à trois conducteurs (*fig.* 136).

Un couvercle émaillé protège les connexions et à l'intérieur se trouve une barrette qui bloque l'extrémité du cordon de façon à ce que les efforts de traction soient supportés par la tresse et non par les brins conducteurs.

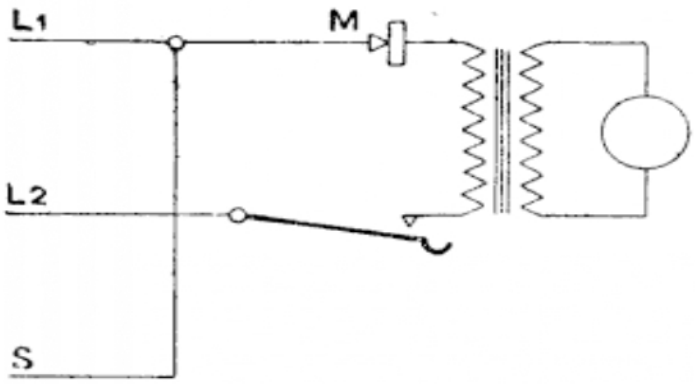


FIG. 137. — Montage d'un appareil mobile 1918 sur une fiche pour conjoncteur 1924.

118. Installation de postes mobiles, modèle 1918, avec conjoncteurs, modèle 1924. — Les deux bornes L de l'appareil sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHOIRES TYPE 1924 ET POSTE A B. C. 1918.

(Figures 138 à 142.)

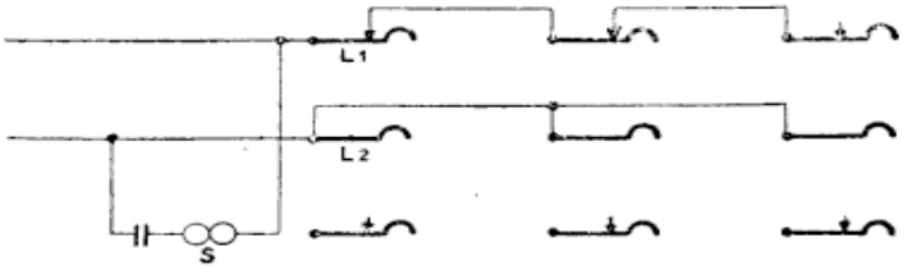


FIG. 138.

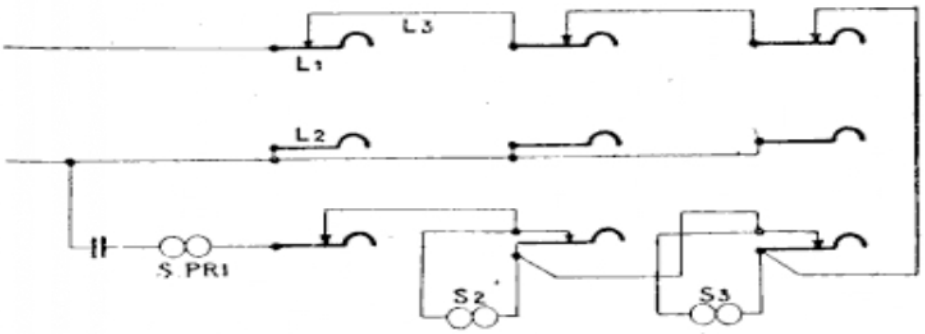


FIG. 139.

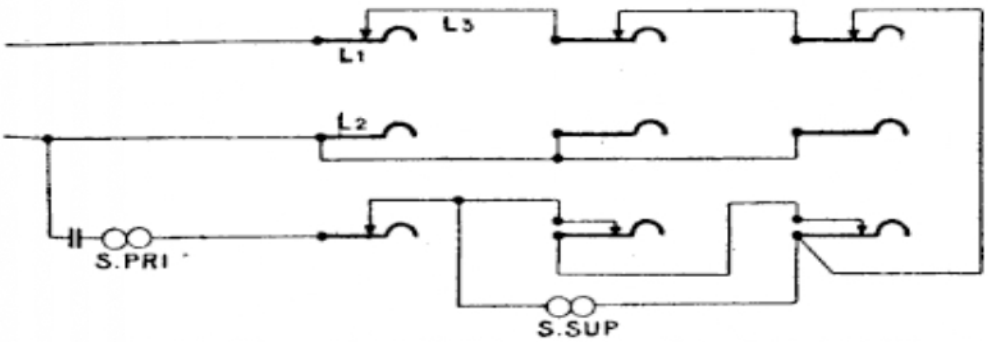


FIG. 140.

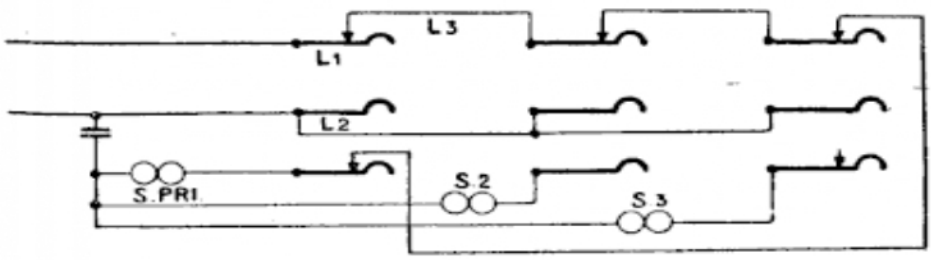


FIG. 141.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reliées aux deux bornes L de la fiche, la borne S de la fiche étant reliée dans l'intérieur de celle-ci à la borne L_1 (*fig.* 137).

1° Cas d'une seule sonnerie (Voir *fig.* 138);

2e Cas de trois sonneries : la sonnerie principale est toujours en circuit et éventuellement celle correspondant au jack dans laquelle la fiche est en prise (*fig.* 139);

3° Cas de deux sonneries : la sonnerie principale est toujours en circuit et la sonnerie supplémentaire quand une fiche est enfoncée dans un des jacks 2 ou 3 (*fig.* 140);

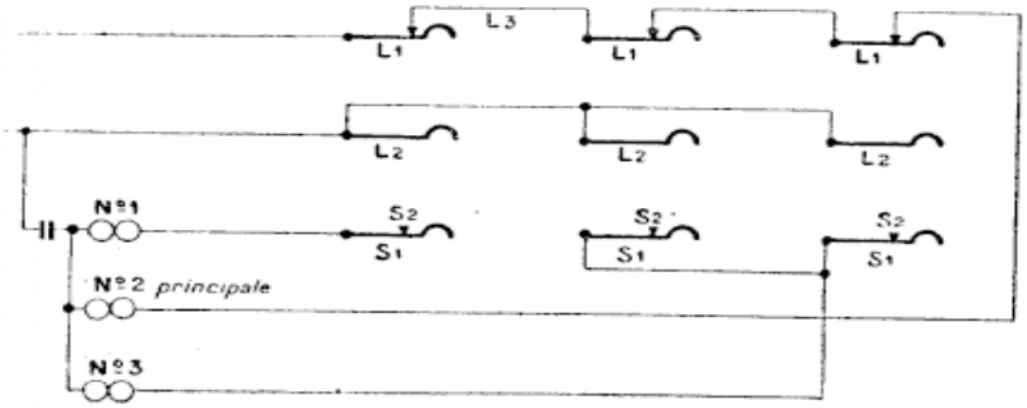


FIG. 142.

4° Cas de trois sonneries : la sonnerie correspondant au jack utilisé est seule en circuit. Quand aucune fiche n'est en prise, la première sonnerie est utilisée (*fig.* 141);

5° Cas de trois sonneries : la sonnerie principale est en service quand aucune fiche n'est en prise. La sonnerie n° 1 est utilisée quand la fiche est enfoncée dans le jack n° 1, la sonnerie n° 3 quand la fiche est enfoncée dans les jacks n°s 2 ou 3 (*fig.* 142).

119. Installation de postes mobiles, modèle 1924, avec conjoncteurs, modèle 1924. — Les trois bornes L_1L_2 et S de l'appareil mobile sont réunies aux trois bornes correspondantes de la fiche (*fig.* 143). Le condensateur étant à l'intérieur des postes, on est conduit, dans ces installations, à mettre un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MACHOIRES ET POSTES A. B. C. Type 1924.

(Figures 143 à 148).

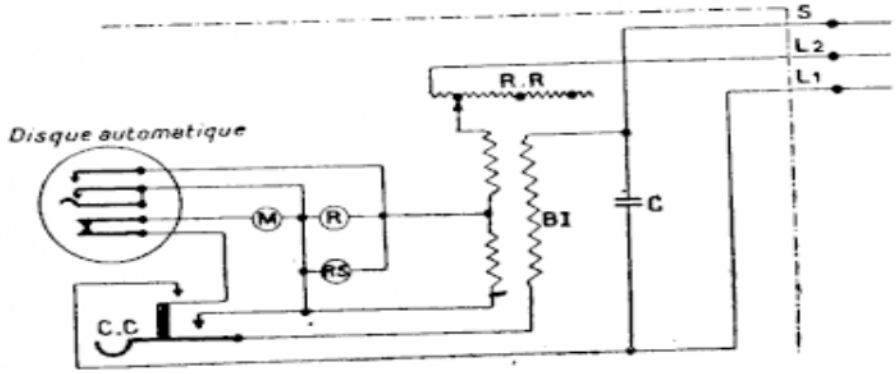


FIG. 143.

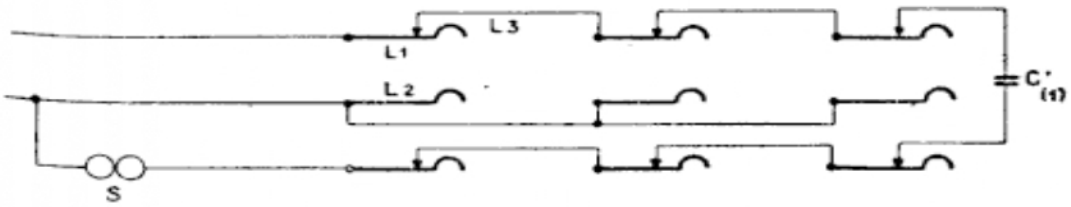


FIG. 144.

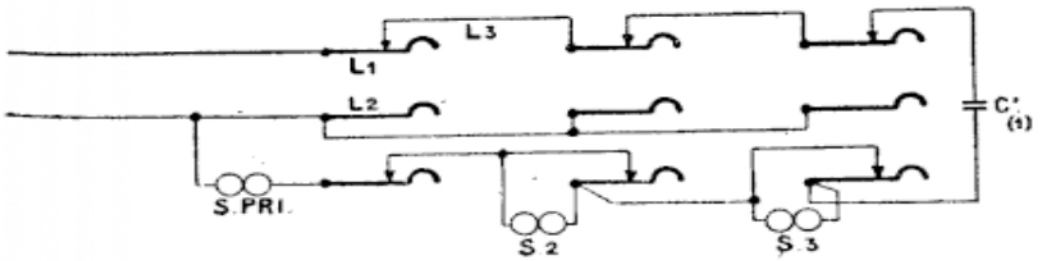


FIG. 145.

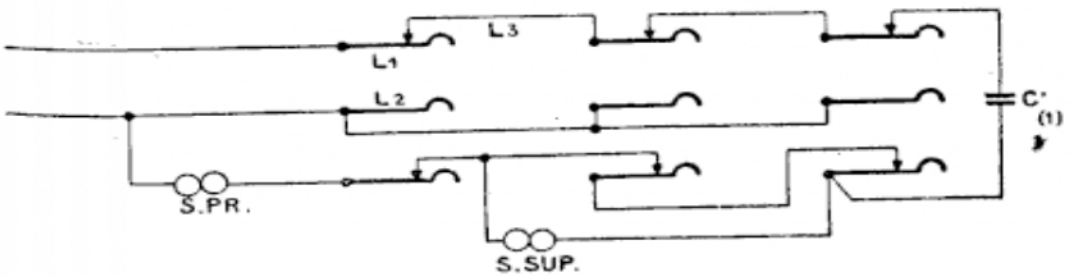


FIG. 146.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

condensateur supplémentaire sur les jacks pour éviter que le ligne soit ouverte lorsque la fiche n'est pas en prise.

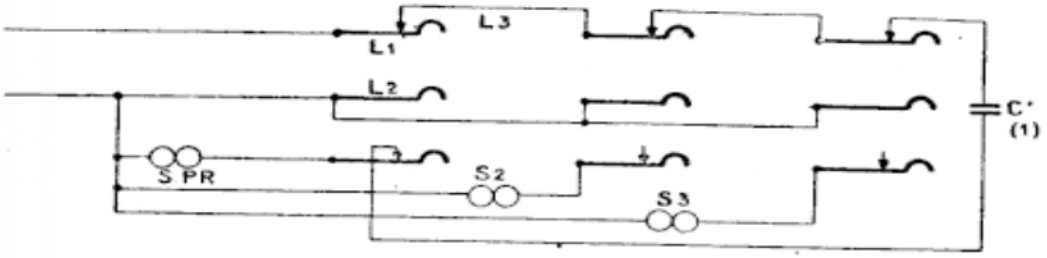


FIG. 147.

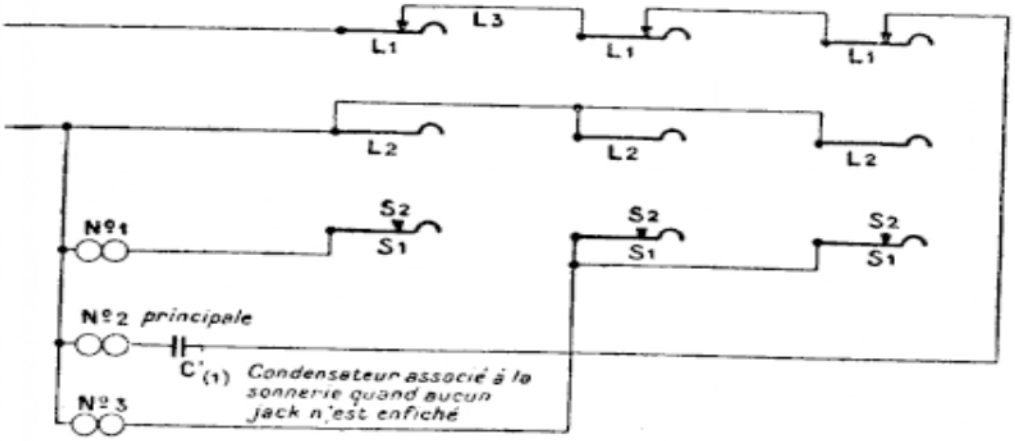


FIG. 148.

Les figures 144 à 148 donnent les schémas de principe des installations à réaliser dans les cinq cas déjà étudiés avec l'appareil 1918.

120. Installation de postes à B. C. avec conjoncteurs à dix bornes. — Avant la création des conjoncteurs, modèle 1924, on utilisait pour le montage des postes, modèle 1918, à B. C., des conjoncteurs à dix bornes dont seules les bornes L, R et S étaient utilisées.

On peut citer, à titre d'exemple, deux types d'installations réalisées avec ces conjoncteurs en admettant que chaque conjoncteur est pourvu d'une sonnerie condensée.

1° *L'abonné veut recevoir l'appel, même si la fiche de son*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareil n'est pas engagée dans la mâchoire. Les bornes de renvoi du dernier conjoncteur sont reliées à une sonnerie condensée qui peut être celle de ce conjoncteur, ou une autre sonnerie indiquée par l'abonné ;

2° *L'abonné ne veut pas recevoir l'appel quand la fiche n'est pas en prise*. On a vu précédemment que, pour éviter de laisser une ligne ouverte, on boucle les bornes de renvoi du dernier conjoncteur dans le cas où l'abonné ne veut pas de sonnerie d'oubli. Or, en batterie centrale, la ligne étant normalement ouverte, il paraît ne pas y avoir d'inconvénient à laisser ces deux bornes sans emploi ; toutefois, la capacité de 2 microfarads d'un condensateur pouvant être constatée par les appareils de mesure du bureau central, et indiquer ainsi que la non-réponse d'un abonné n'est pas due à une interruption de la ligne, on a jugé préférable, quand l'abonné ne veut pas recevoir l'appel, de mettre un condensateur entre ces bornes (*fig.* 149). Ce condensateur peut être celui de la sonnerie la plus rapprochée; mais si l'utilisation de celui-ci nécessite une trop grande longueur de fil, on pose un condensateur supplémentaire près de la planchette de raccordement.

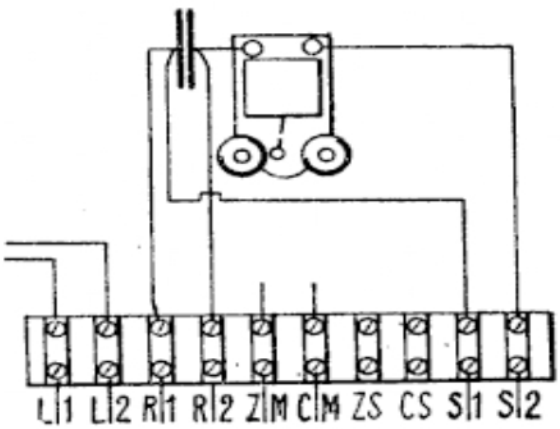


FIG. 149.

121. Appareil à prépaiement pour réseau B. C. (le taxiphone). — Au repos, la ligne est bouclée sur un condensateur ; si l'on doit pouvoir appeler la cabine, une sonnerie magnétique se trouve intercalée en série avec le condensateur (*fig.* 150).

Au décrochage, la ligne se trouve bouclée sur une self à deux enroulements (500-500 ohms), mais la terre du relais d'appel au bureau central ayant été supprimée, ce dernier ne fonctionne pas. Si le demandeur introduit une pièce de valeur correspondant à la taxe urbaine, cette pièce, si son poids est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisant, tombe et ferme les contacts 1-2 et 3-4; le contact 1-2 met une terre sur les deux fils de ligne en parallèle et provoque l'allumage de la lampe au central. L'opératrice répond en enfonçant la fiche d'un dicorde modifié pour inverser le courant à la réponse du demandé. L'abonné peut formuler sa demande dans le microphone M, le sens du courant dans le relais polarisé R ne le faisant pas fonctionner. Le

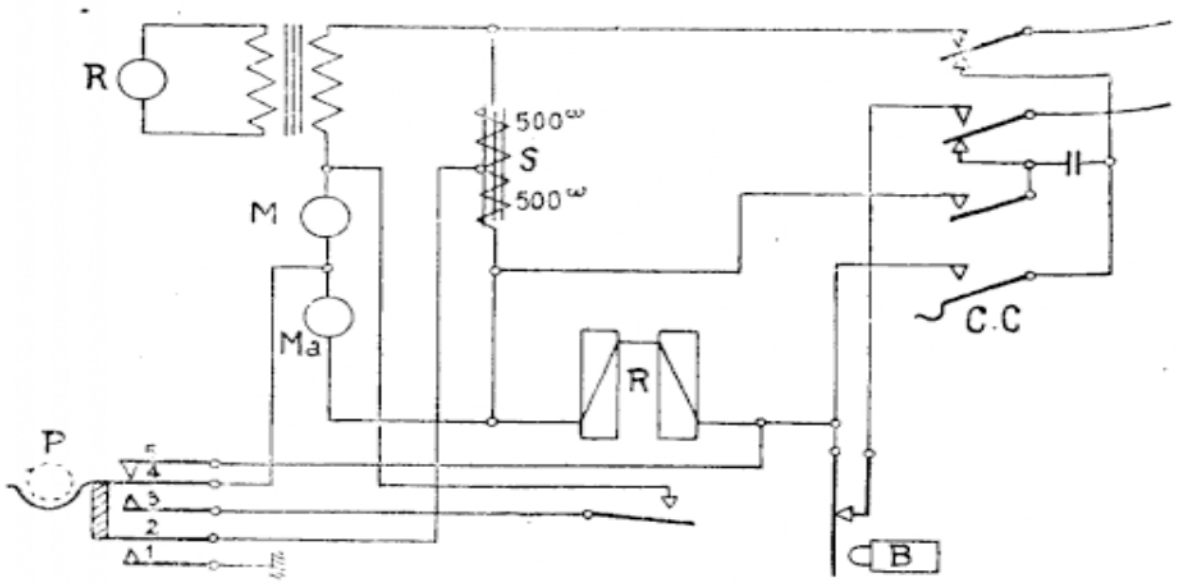


FIG. 150.

relais R, dont l'impédance est élevée, est shunté par le condensateur C. Dès que l'abonné demandé répond, le courant étant inversé sur la ligne du demandeur par le fonctionnement du relais de supervision de la fiche d'appel, le relais R fonctionne et le microphone M est court-circuité par 3-4 et l'armature du relais R. En pressant sur un bouton A (non représenté), la pièce P tombe dans la caisse, le microphone auxiliaire *Ma* est impressionné par le bruit de la chute qui peut alors être perçu par l'opératrice; le court-circuit de M est ouvert en 3-4 et, par contre, le contact 4-5 établi court-circuite le microphone auxiliaire *Ma* et le relais R devenus inutiles et qui pourraient affaiblir la communication; en même temps, le contact 1-2 s'ouvre et supprime la terre mise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au milieu de la self S. L'encaissement de la pièce provoque le fonctionnement d'un compteur dans l'appareil même.

En cas de non-réponse ou d'occupation, si l'abonné appuie sur le bouton B, il provoque le remboursement de la pièce qui tombe dans une sébille extérieure ; le contact 1-2 est ouvert et supprime la terre comme ci-dessus, mais les contacts 3-4 restent établis, empêchant l'usage du poste si le remboursement a été provoqué en entendant le correspondant répondre.

122. Appareil à prépaiement et encaissement automatique pour réseau B. C. ou automatique (le taxiphone). — Cet appareil a l'avantage de ne nécessiter aucune modification du relais

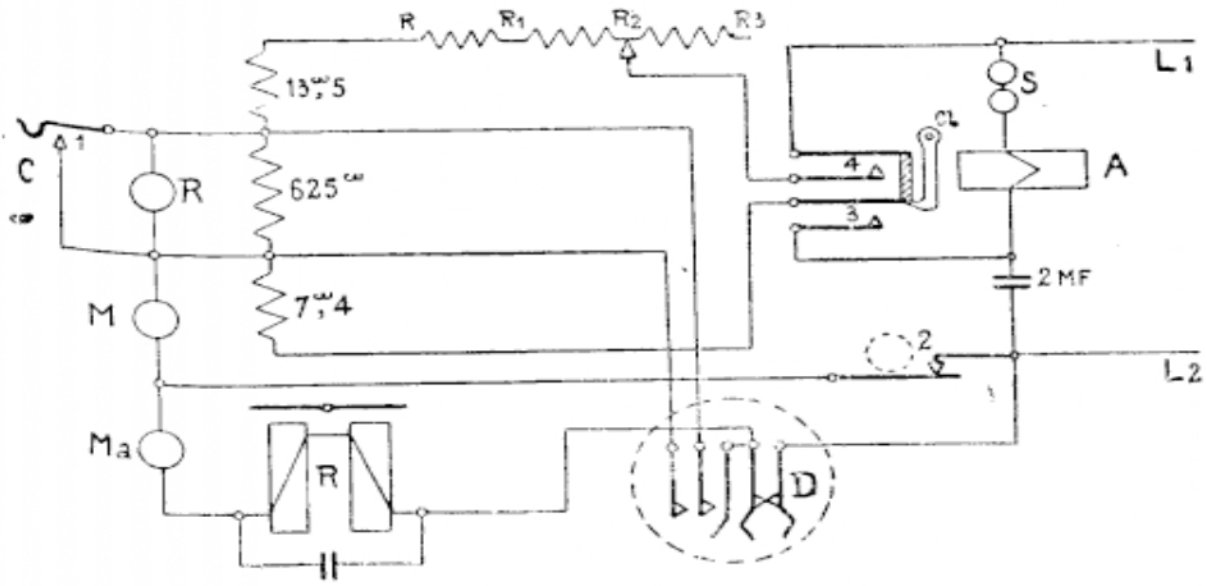


FIG. 151.

d'appel ni orientation de la ligne et fonctionne dans tout réseau à inversion de courant à la réponse du demandé. Il ne nécessite aucune manœuvre spéciale autre que le décrochage du combiné et l'introduction de la pièce de monnaie convenable (ou des pièces).

Nous examinerons son fonctionnement dans le cas d'un réseau automatique (*fig.* 151). Le décrochage du combiné libère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le crochet-commutateur C et ouvre le contact 1 ; l'introduction d'une pièce de monnaie et la chute de cette pièce dans la balance ouvrent le contact 2 et libèrent le cliquet *Cl* qui permet aux contacts 3 et 4 déjà libérés par le crochet-commutateur de s'établir. Dans ces conditions, la ligne est bouclée sur le poste, qui est du modèle 1924, à la manière habituelle (sauf l'introduction en série du relais polarisé R et du microphone auxiliaire M*a*). Le passage du courant d'alimentation dans R fait basculer l'armature dans un sens et libère un cliquet de garde qui fait passer la glissière de la balance en position d'attente. L'usager reçoit le signal de numérotage et compose sur son disque le numéro de son correspondant.

A la réponse du demandé, l'inversion de courant fait basculer le relais polarisé R en sens inverse, ce qui libère un deuxième cliquet de garde de la glissière qui passe en position d'encaissement ; la pièce tombe dans la caisse, le compteur de l'appareil fonctionne et le contact 2 rétabli court-circuite le disque d'appel, le relais R et le microphone auxiliaire M*a*. La conversation a lieu comme avec un poste modèle 1924 ordinaire. Au raccrochage du combiné, la glissière de la balance revient en position de repos et le crochet-commutateur réenclenche les contacts 3 et 4 qui ouvrent la ligne.

Si le demandé n'a pas répondu ou n'est pas libre, la glissière est restée en position d'attente et le raccrochage la fait passer en position de remboursement (qui est la position normale de repos) et réenclenche les contacts 3 et 4 comme ci-dessus.

Si la cabine est demandée, la sonnerie S fonctionne, le relais A parcouru par le courant d'appel libère *Cl* et au décrochage du combiné, les contacts 3 et 4 se ferment ; la communication s'établit donc sans introduction de pièce de monnaie.

Le microphone auxiliaire M*a* permet de contrôler l'introduction d'une deuxième pièce dans le cas d'une communication suburbaine à taxe double ; le relais polarisé R est un relais lent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TROISIÈME PARTIE

POSTES CENTRAUX

CHAPITRE I

TABLEAUX-COMMUTATEURS

123. Principes généraux. — Les postes centraux sont destinés à établir les communications entre différents postes téléphoniques distribués dans un même établissement, dans une même ville ou dans des villes différentes.

Les lignes d'un même établissement qui peuvent être reliées à une ligne de l'État aboutissant également au poste central sont appelées lignes supplémentaires ; l'appellation lignes privées est réservée plus particulièrement aux lignes qui ne peuvent pas être mises en relation avec le réseau de l'État. L'installation téléphonique réalisée chez un particulier peut donc être :

1° Privée si elle ne comporte que des postes privés ;

2° Mixte si elle comporte sur le même tableau-commutateur des lignes privées et des postes supplémentaires. Dans ce cas des précautions spéciales doivent être prises pour empêcher la mise en relation des postes privés avec le réseau tout en permettant la communication entre ces postes et les postes supplémentaires et entre ces derniers et le réseau ;

3° Toute au réseau, si elle ne comporte aucun poste privé.

L'ensemble des lignes d'une même ville constitue un réseau *urbain*.

Les lignes reliant plusieurs villes entre elles forment un réseau *interurbain*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les postes centraux desservant moins de 500 lignes sont pourvus de tableaux-commutateurs de divers systèmes; les postes centraux plus importants sont dotés en principe de commutateurs multiples ou de commutateurs automatiques qui feront l'objet d'une autre partie de cet ouvrage. Cette délimitation ne s'applique bien entendu qu'aux bureaux centraux de l'État.

Toutefois, la limite n'est pas absolument nette entre ces deux catégories, car l'extension de certaines stations a fait dépasser le chiffre de 500 lignes sans que, pour cela, le système ait été changé. Par contre, des réinstallations de bureaux, dont le nombre de lignes n'avait pas encore atteint le chiffre de 500, ont été effectuées avec des commutateurs multiples.

Un poste central doit recevoir les ordres des abonnés et les relier entre eux : chaque ligne doit donc être pourvue d'un organe de réception d'appel et d'un organe de jonction. L'opérateur qui dessert le poste central, devant pouvoir entrer en relation avec les abonnés pour établir les communications, disposera lui-même d'un poste téléphonique et d'organes de jonction.

L'organe de réception d'appel utilisé est un annonciateur choisi en raison de son faible encombrement. Les organes de jonction utilisés seront de deux classes différentes :

1° A jacks et fiches (ou cordons) ;

2° A leviers (ou à clés).

Quel que soit le type de la jonction utilisé, un organe de fin en dérivation permettra de recevoir le signal de fin de conversation. Ce sera également un annonciateur (qui pourra d'ailleurs être celui équipant une des lignes, celui de la deuxième ligne étant mis hors circuit pour ne pas créer un affaiblissement inutile de la conversation).

Tous les organes, annonciateurs, jacks ou clés et éventuellement les cordons sont groupés sur le même meuble qui prend le nom de tableau-commutateur.

124. Tableaux à cordons. — Dans la classe des tableaux à cordons, nous trouvons deux systèmes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Le système monocorde.* — Chaque ligne est pourvue d'un jack, d'un annonciateur et d'un cordon souple terminé par

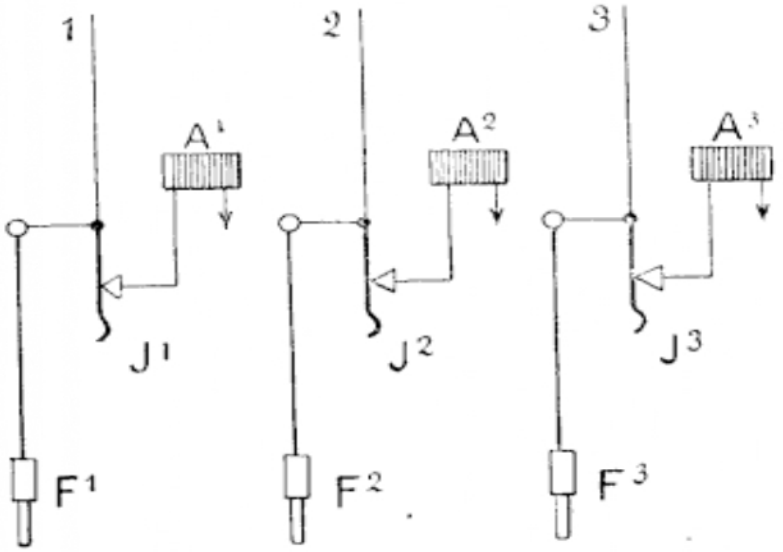


Fig. 152.

une fiche. Pour relier un abonné *demandeur* à un abonné *demandé*, il suffit de prendre la fiche du premier et de l'introduire dans le jack du second, par exemple F^1 dans J^3 (pour simplifier les schémas, les lignes sont supposées être à simple fil) (*fig.* 152).

L'annonciateur d'appel de l'abonné demandeur reste dans ce cas en dérivation sur la ligne et servira pour recevoir le signal de fin.

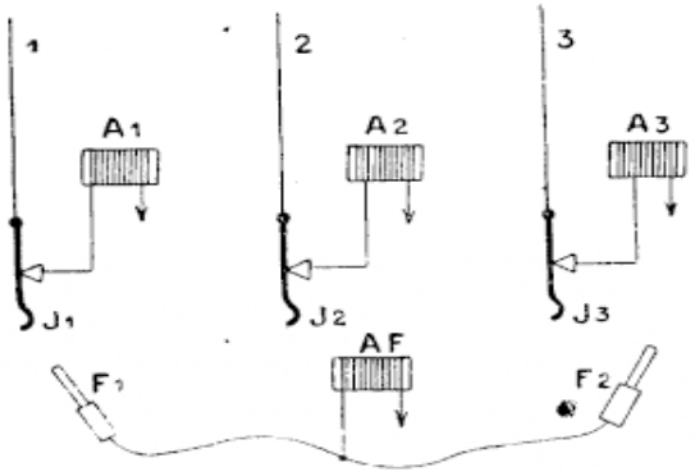


Fig. 153.

2° *Le système dicorde* (*fig.* 153). — Chaque ligne comporte seulement un jack et un annonciateur. Un nombre suffisant de cordons à deux fiches est mis à la disposition de l'opérateur. Pour relier deux lignes, il suffit d'introduire les deux fiches d'un cordon dans les jacks des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lignes en question. Ce qui a fait donner le nom de *dicorde* à ce système, c'est que chacune des fiches peut, en réalité, être pourvue d'un cordon et les cordons réunis par paires.

Dans ce cas, un annonciateur de fin doit être monté en dérivation sur chaque dicorde pour recevoir le signal de fin, les annonciateurs d'appel des deux abonnés étant tous deux mis hors du circuit.

Chacun de ces deux systèmes a ses avantages et ses inconvénients. Avec le premier, la jonction entre deux lignes s'opère à l'aide d'une seule fiche, mais il nécessite autant de fiches qu'il y a de lignes. Cette condition a fait restreindre l'application du monocorde aux tableaux-commutateurs peu importants.

Le dicorde est plus simple au point de vue de l'équipement de chaque ligne; mais la liaison de deux postes nécessite la manœuvre de deux fiches. Cependant, en raison de l'indépendance de ces organes, indépendance qui permet d'utiliser une paire de fiches quelconque, d'abandonner au besoin un cordon défectueux, ce système a prévalu pour l'installation des stations centrales d'une certaine importance. Il faut également tenir compte de ce que 10 paires de fiches suffisent généralement pour desservir 100 lignes.

125. Tableaux à leviers. — Le principe des tableaux à leviers est celui-ci : deux lignes bifilaires arrivent chacune à une paire de ressorts qui constitue une sorte de double clé dont les contacts de repos sont reliés à un annonciateur (*fig.* **154**). Au moyen d'un levier qui agit sur une tige, on peut abaisser les deux ressorts qui prennent alors contact avec des butées reliées aux bornes L1 et L2 d'un poste micro-téléphonique quelconque. Dans ces conditions, quand les leviers sont au repos, chacune des lignes est en relation avec son annonciateur respectif; en abaissant l'un des leviers seulement, on met la ligne correspondante en communication avec le poste. Pour mettre les deux lignes en relation, il suffit d'abaisser les deux leviers : en effet, les deux paires de ressorts sont reliées ensemble, puisque leurs butoirs de travail sont conju-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gués deux à deux sur les bornes du poste. Celui-ci est alors en dérivation sur la jonction et sa sonnerie, ou un annonciateur AF, placé dans le tableau et relié aux bornes S1 et S2, peut recevoir le signal de fin.

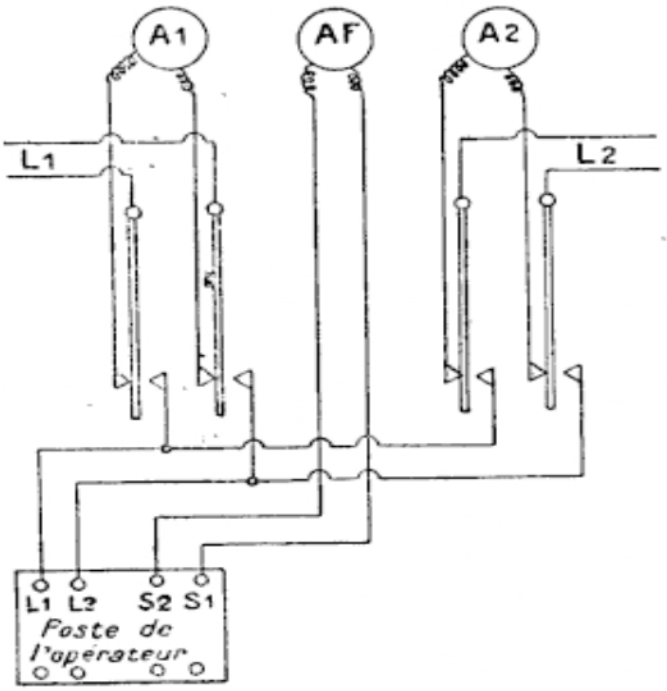


FIG. 154.

Si le tableau dessert plus de deux lignes et doit permettre, par conséquent, d'établir par exemple deux communications simultanées, le problème pourra être résolu en utilisant des leviers ou clés à trois positions (*fig.* 155). Lorsque la clé correspondant à la ligne 1 est au repos, cette ligne est en relation avec son annonciateur A_1. Si cette clé est manœuvrée vers le haut, la ligne 1 sera mise

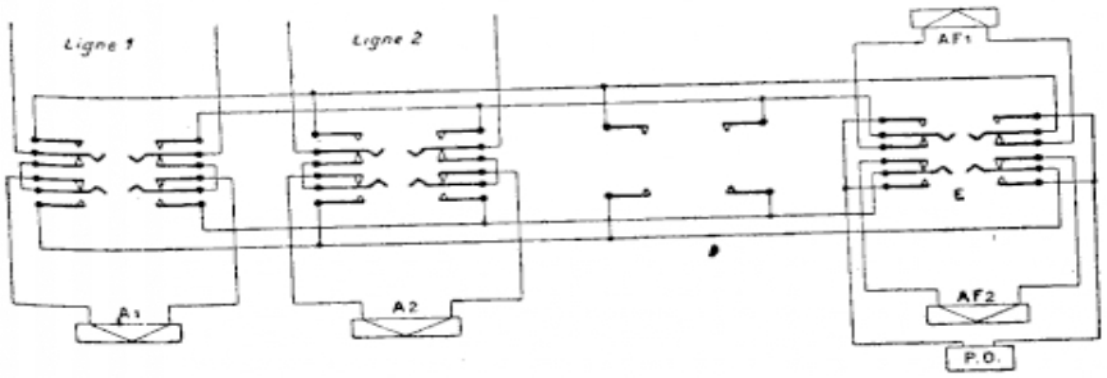


FIG. 155.

en relation avec un circuit de connexion pourvu d'un annonciateur de fin AF_1. Si l'opérateur manœuvre sa clé d'écoute E vers le haut, il coupe l'annonciateur de fin AF_1 et son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste se trouve relié au circuit de connexion et par suite à la ligne 1. Pour mettre deux lignes en relation, il suffit de manœuvrer les clés de ces deux lignes pour les brancher sur le même circuit de connexion, après avoir appelé le poste demandé, soit en utilisant le dispositif d'appel du poste d'opérateur, soit en manœuvrant une clé d'appel placée sur chaque ligne (non représentée sur la figure 155).

Si les clés sont manœuvrées vers le bas, c'est le deuxième circuit de connexion et son annonciateur AF_2 qui sont utilisés.

On voit que la présence de deux circuits de jonction permettant l'établissement de deux communications simultanées complique déjà beaucoup le tableau à leviers et lui fait perdre par conséquent son principal avantage qui était la simplicité et, par suite, la facilité de manœuvre.

L'emploi des tableaux à leviers doit donc être réservé à des postes centraux ne desservant qu'un faible nombre de lignes et ne permettant, par suite, qu'un très faible nombre de communications simultanées (au delà de deux, la complication s'accroît encore et, par suite, les risques de fausse manœuvre).

Les tableaux à leviers présentent toutefois l'avantage d'une plus grande robustesse que les tableaux à cordons.

126. Sources d'appel. — Nous avons vu que l'Administration a prescrit la suppression progressive des piles d'appel chez les abonnés. Elle a également prescrit la même mesure dans les bureaux centraux, et le remplacement des piles d'appel par des magnétos, malgré la légère complication de manœuvre ainsi imposée aux opérateurs.

Cependant, dans les localités qui possèdent un réseau d'éclairage électrique en courant alternatif à 110 volts, et dont le bureau central téléphonique dispose d'un tableau à 50 directions au moins, on préférera l'utilisation du courant du secteur, comme nous allons le voir, tout en maintenant à titre de secours une magnéto d'appel.

On branche sur le réseau un transformateur du type toroïdal dont le primaire constitué par les enroulements 2-1 et 6-5 en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

série est lui-même en série avec une lampe à filament métallique de 16 bougies, ou à filament de charbon de 5 bougies (*fig.* 156). C'est aux bornes du secondaire du transformateur, constitué par les enroulements 7-8 et 3-4 en série, que l'on recueille le courant destiné à l'appel des abonnés.

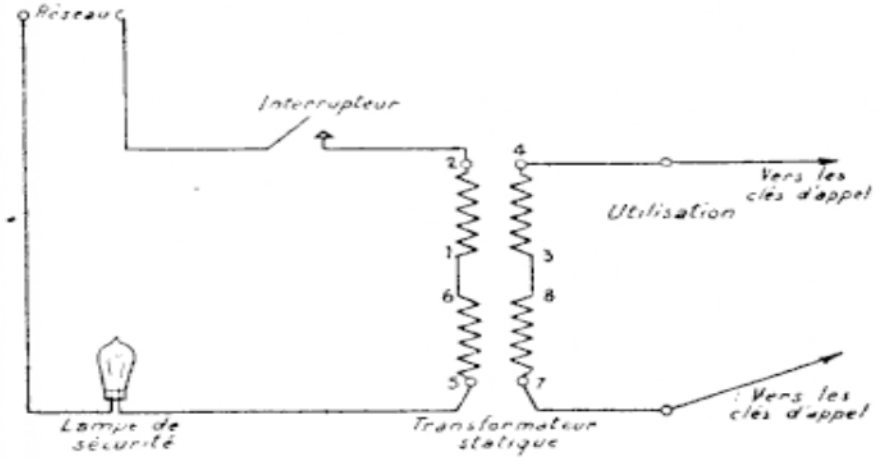


FIG. 156. — Dispositif d'utilisation du courant alternatif d'éclairage pour les appels.

L'utilisation de bobines toroïdales pour constituer ainsi des transformateurs de courant d'appel prête à de nombreuses critiques :

1° Ces bobines toroïdales, en raison de leur construction délicate, coûtent très cher et il serait possible d'utiliser des transformateurs tels que ceux utilisés dans le commerce pour les sonneries d'appartement dont le prix de revient serait environ quatre à cinq fois moindre ;

2° Les bobines toroïdales sont étudiées spécialement en vue de leur utilisation comme transformateurs téléphoniques et elles ont un rendement beaucoup moins bon pour les fréquences industrielles. Il peut en résulter que le courant d'appel n'a pas toujours une intensité suffisante, surtout si plusieurs appels se produisent simultanément. Ces inconvénients seraient évités avec des transformateurs spécialement étudiés, du type mentionné ci-dessus ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° Le passage permanent du courant dans le primaire et non pas seulement pendant les appels fait chauffer la bobine, peut fondre la résine et les détériore assez rapidement. Des transformateurs spéciaux pourraient supporter sans danger ce courant à vide.

Il est donc intéressant d'étudier et d'adopter un type de transformateurs spéciaux pour cet usage. Un concours en préparation prévoit des transformateurs dont le primaire comporterait deux enroulements identiques qui seraient montés en parallèle dans les réseaux à 110 volts et en série dans les réseaux à 220 volts de façon à obtenir dans les deux cas la même tension secondaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

INSTALLATION D'UN POSTE CENTRAL D'ABONNÉ AVEC UN TABLEAU-COMMUTATEUR

127. La figure 157 donne l'installation d'un poste principal et deux postes supplémentaires. Le premier est pourvu d'un tableau-commutateur qui lui permet de relier les postes entre eux ou avec le réseau.

Les fils de ligne du réseau, ainsi que ceux des autres postes sont attachés à trois groupes de bornes L. Le tableau figuré étant à quatre directions, un des groupes reste disponible ; il est d'ailleurs toujours prudent, ne serait-ce que pour remplacer sans délai un organe défectueux, de prendre, pour une installation nouvelle, un tableau comportant un nombre d'annonciateurs supérieur à celui des lignes à desservir immédiatement.

La sonnerie locale est placée entre les bornes S, et sa pile est reliée aux bornes ZS, CS. Si le poste, qui peut être mural ou mobile, n'a pas d'appel magnétique, sa pile d'appel est utilisée comme pile locale. L'appareil est enfin relié, par ses bornes L^1 et L^2 aux bornes semblables situées à la base du tableau.

Malgré son rôle de poste d'opérateur, l'appareil du poste principal est pourvu d'une sonnerie. Cette sonnerie est destinée à recevoir l'appel ou le signal de fin dans le cas où la personne chargée de desservir ce poste oublie de rompre la communication entre celui-ci et le jack du réseau. On a constaté, en effet, que cet oubli est fréquent, et l'on avait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

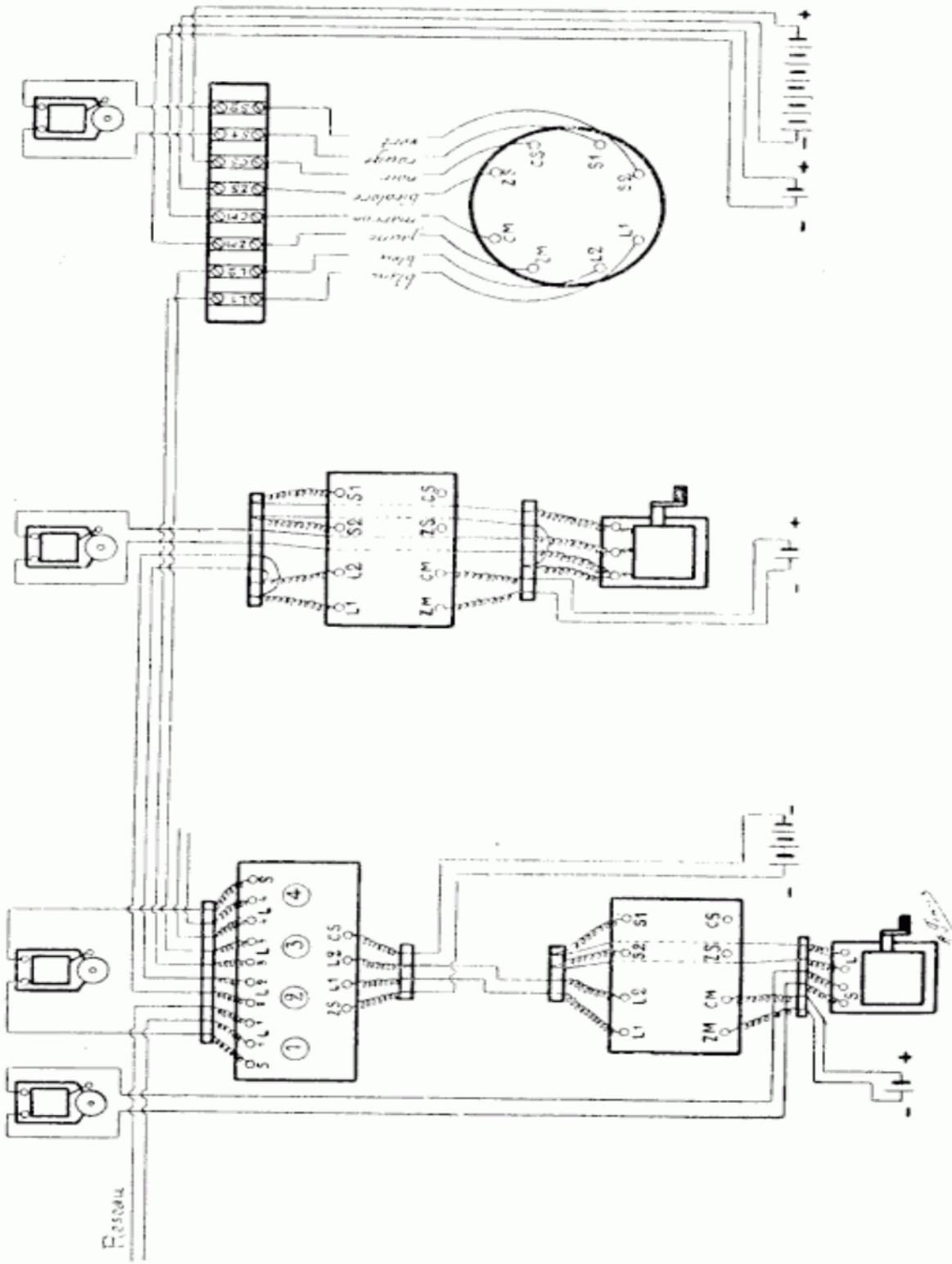


FIG. 157. — Installation d'un poste central d'abonné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déjà songé à y remédier en mettant les bornes de sonnerie de l'appareil en dérivation sur la sonnerie locale.

Cette installation permet de faire l'économie d'une sonnerie, mais elle a un grand inconvénient, car la sonnerie se trouve à la fois sur le circuit local des annonciateurs et sur celui de la ligne avec laquelle le poste reste par oubli en communication, c'est-à-dire généralement celle du réseau. Or, grâce à la sonnerie, cet oubli n'empêche pas l'opérateur de recevoir un appel, même si l'annonciateur est coupé ; mais, si l'un des postes supplémentaires vient à appeler, le volet ferme le circuit de la sonnerie et, au moment de chacune des interruptions de celle-ci, le courant est entièrement dérivé vers le bureau central qui reçoit indûment un appel.

Il est donc préférable de mettre une deuxième sonnerie. Toutefois, si le tableau-commutateur est pourvu d'annonciateurs spéciaux pour la fin de conversation, la deuxième sonnerie devient inutile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

TABLEAUX STANDARDS A 25, 50 OU 100 DIRECTIONS

128. Dispositions générales. — D'origine américaine, les premiers tableaux commutateurs qui ont servi de modèle à ceux que nous désignons maintenant sous le nom de *standards*, étaient formés d'un meuble qui, indépendamment des jacks et des annonciateurs, contenait un poste d'opérateur et présentait une tablette supportant des groupes de fiches et de clés destinés à établir les communications.

Le mot *standard* (*modèle étalon*), employé par le constructeur d'un tableau, indiquait que, du moins pour le moment, ce tableau constituait le meilleur type. Pris pour un nom, ce mot a été appliqué à tous les tableaux du même genre et, comme beaucoup d'expressions anglaises consacrées par l'usage, nous sommes contraints de le conserver.

Les standards ont d'abord été établis librement par les constructeurs ; mais, pour les types destinés à ses bureaux centraux, l'Administration a bientôt établi un programme pour déterminer la forme des meubles, leurs dimensions, la disposition des circuits et le modèle de la fiche. Ce programme a naturellement été modifié chaque fois que des perfectionnements ont été jugés utiles et les cahiers des charges des adjudications imposent maintenant aux industriels des conditions que nous ne pouvons détailler ici ; nous nous contenterons d'ailleurs de donner le principe des organes et les connexions des tableaux actuels, en y ajoutant les perfectionnements adoptés tout récemment, et en rappelant quelquefois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des dispositions abandonnées, mais qu'on trouve sur d'anciens modèles encore en service.

Les standards sont à 25, 50 et 100 directions. Les trois types sont pourvus d'organes spéciaux pour les installations d'*embrochage*.

Il existait également un standard à dix directions du type mural qui est actuellement remplacé dans les bureaux de l'État par le tableau extensible.

Le meuble présente deux parties (*fig.* 158) :

1° Un panneau vertical qui constitue la partie supérieure et qui est divisé en deux cadres dont celui du haut supporte les annonciateurs et celui du bas les jacks. Sur les côtés de ce panneau sont placés divers accessoires qui entrent dans la composition du poste d'opérateur ;

2° Une tablette supportant des fiches et des clés. Les fiches sont groupées par paire pour constituer un dicorde, chacun d'eux étant muni d'une clé d'écoute et de deux clés d'appel correspondant par conséquent aux deux fiches.

Les divers modèles de tableaux standards qui se sont succédé ne diffèrent que par des détails. Les types de clés et de mâchoires ont varié ainsi que la disposition des organes. Mais comme l'appel par piles a été supprimé et remplacé par l'appel magnétique ou par l'utilisation du courant du secteur d'éclairage, les anciens meubles transformés ressemblent beaucoup comme communications électriques au dernier modèle actuellement adopté. C'est pourquoi nous ne décrirons que ce dernier.

D'autre part les standards des diverses capacités (25, 50 ou 100 numéros) ne présentent aucune différence essentielle. Seuls les standards à 25 directions n'ayant jamais à assurer un service assez intense pour exiger le concours de deux opérateurs simultanément, ne disposent pas des organes du poste de secours (jack quadruple et clé). Le nombre des organes change seul quand on passe d'un tableau à un autre de plus grande capacité.

Pour ces raisons nous ne parlerons que du standard à 50 directions du dernier modèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

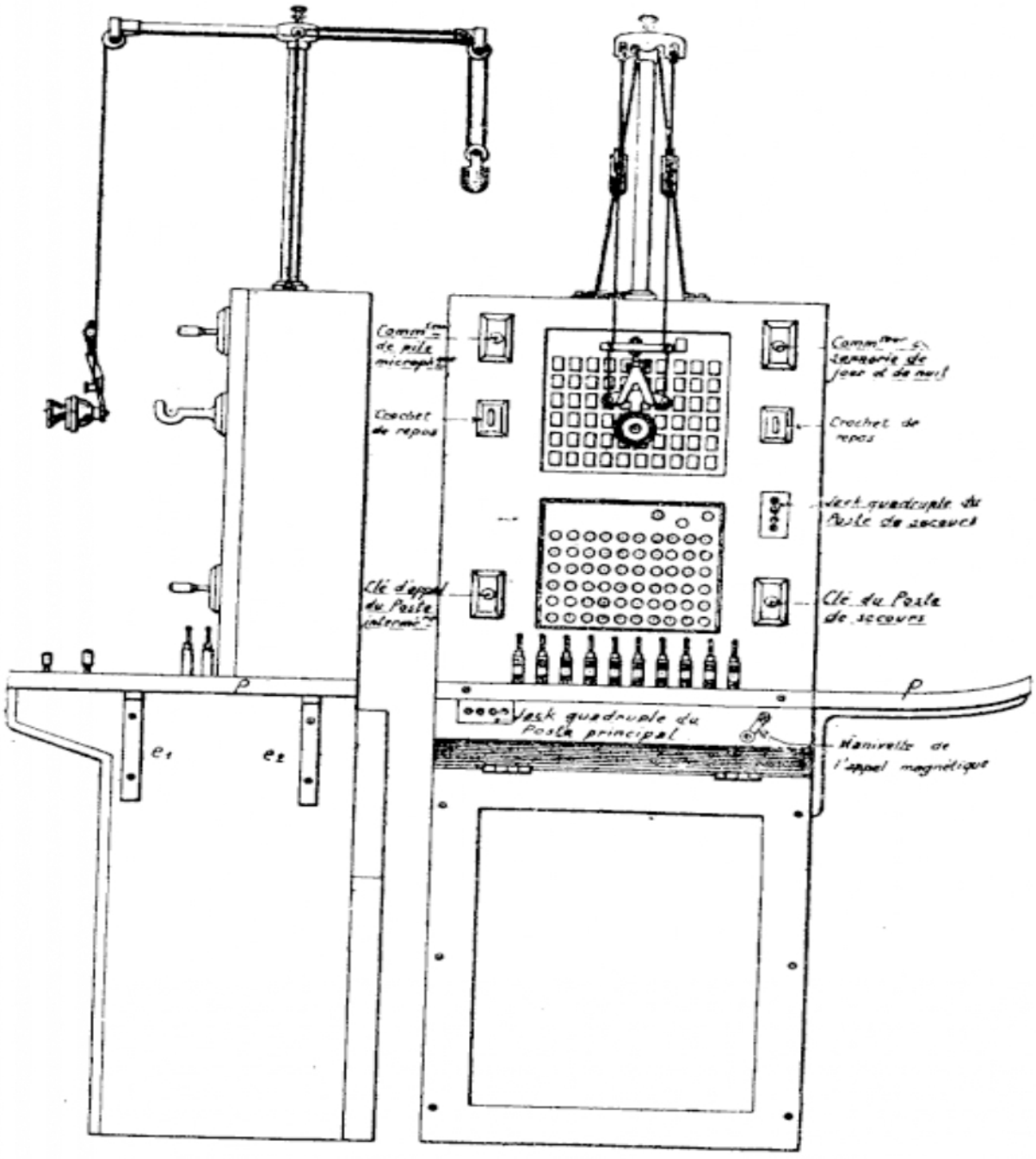


FIG. 158. — Tableau commutateur à 50 directions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

129. Composition du tableau à 50 directions. — Il est pourvu des organes suivants (*fig.* 158) :

Sur le panneau vertical, de haut en bas :

1 bobine différentielle avec son annonciateur conjugué ;
50 annonciateurs d'appel d'abonné ;
10 annonciateurs de fin de conversation ;
1 groupe de 3 jacks spéciaux ;
50 jacks d'abonné ;
10 jacks de service.

A gauche des cadres se trouvent des organes nécessaires à l'opérateur normal ou opérateur du poste principal :

1 commutateur de piles microphoniques ;
1 crochet de repos, fixe ;
1 clé d'appel de poste intermédiaire ;
1 jack quadruple ;

On trouve à droite :

1 commutateur de sonneries de jour et de nuit ;
1 crochet de repos, fixe ;
1 jack quadruple pour l'opérateur éventuel du poste de secours ;
1 clé du poste de secours.

Le *keyboard* ou tablette des clés porte 10 groupes de fiches et clés.

130. Annonciateurs. — Les annonciateurs d'appel sont du type décrit précédemment, ils sont montés par rangées horizontales sur des règles métalliques fixées par leurs extrémités dans le cadre supérieur du panneau vertical. Leur enroulement a une résistance de 200 ohms et se trouve relié aux ressorts intérieurs des jacks qui sont à double rupture. Les annonciateurs d'appel sont donc éliminés pendant la conversation et ne peuvent par conséquent servir à recevoir le signal de fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des annonciateurs de fin de conversation sont prévus à raison d'un par dicorde et sont montés comme les annonciateurs d'appel et en dessous de ceux-ci. Ces organes sont construits de la même façon, toutefois les annonciateurs de fin ont une résistance de 1.000 ohms de façon à présenter une impédance élevée et à ne pas affaiblir les courants de conversation puisqu'ils sont branchés en dérivation sur la ligne. De plus, leur bobine est recouverte d'une chemise métallique formant écran magnétique. En effet, par suite du petit espace qui sépare les annonciateurs les uns des autres, l'induction mutuelle entre deux annonciateurs de fin pourrait troubler l'audition chaque fois que deux groupes de fiches voisins sont en service simultanément.

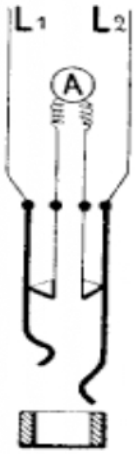


FIG. 159.

131. Jack. — Le jack est à double rupture. Il est formé de deux ressorts de longueurs inégales, recevant les fils de ligne (*fig.* 159) et s'appuyant sur deux contacts reliés à l'annonciateur. Les ressorts et leurs contacts sont supportés par une douille fixée derrière le panneau du cadre inférieur et prolongée, à travers ce panneau, par un canon qui sert au passage de la fiche.

Au repos, les deux fils de ligne sont donc en communication avec l'annonciateur ; quand on enfonce la fiche dans le jack, les deux ressorts s'écartent, quittent leurs contacts, et l'annonciateur est isolé des deux côtés, tandis que les fils de ligne sont mis en relation avec les deux parties de la fiche.

132. Fiche. — La fiche du standard a déjà été décrite précédemment. Elle est à deux conducteurs (56).

Les cordons traversent la tablette et leur extrémité est reliée à des plots de raccordement. Un contrepoids fixé à une poulie est suspendu sur le cordon pour le tendre et ramener la fiche au repos en fin de conversation. A cet effet, une petite alvéole ménagée dans une plaque de cuir qui recouvre la tablette sert

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de *repos de fiche* et le cuir amortit le choc qui se produit lorsque le contrepoids ramène le cordon à sa place (*fig.* 160).



FIG. 160.

133. **Clé d'appel.** — En principe, la clé d'appel est un double commutateur à deux directions, comme, d'ailleurs, les clés d'appel des appareils 1900. Si nous considérons l'un des groupes de la tablette (*fig.* 161), nous avons

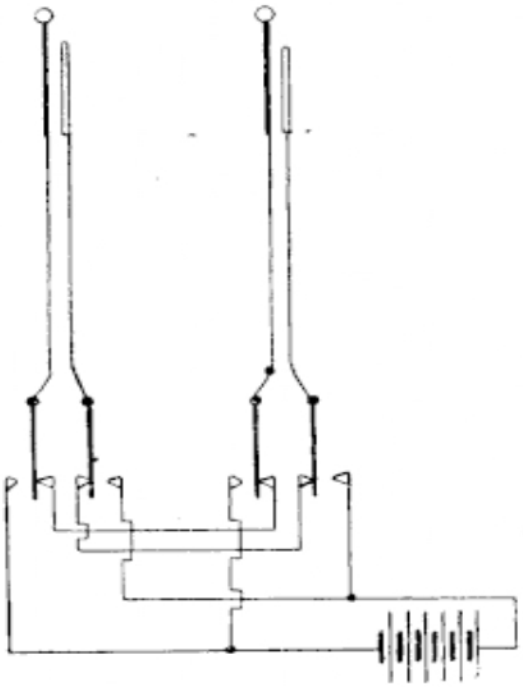


FIG. 161.

deux fiches dont les fils sont reliés aux deux ressorts de chacune des clés. Les contacts de repos de celles-ci étant conjugués, les deux fiches se trouvent, par le fait, reliées entre elles. Les contacts de travail sont naturellement reliés à la source d'appel. En pressant sur un bouton qui provoque l'écartement des ressorts, les pôles de la source sont mis en relation avec la tête et le corps de la fiche correspondante, et la jonction avec l'autre fiche est coupée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

134. Clé d'écoute. — C'est, comme la clé d'appel, un double commutateur à deux directions ; mais les communications qu'elle établit devant avoir une certaine durée, la tige qui actionne les ressorts est maintenue dans la position qui lui est donnée, soit au moyen d'un excentrique porté par le levier de manœuvre, soit par un système d'accrochage.

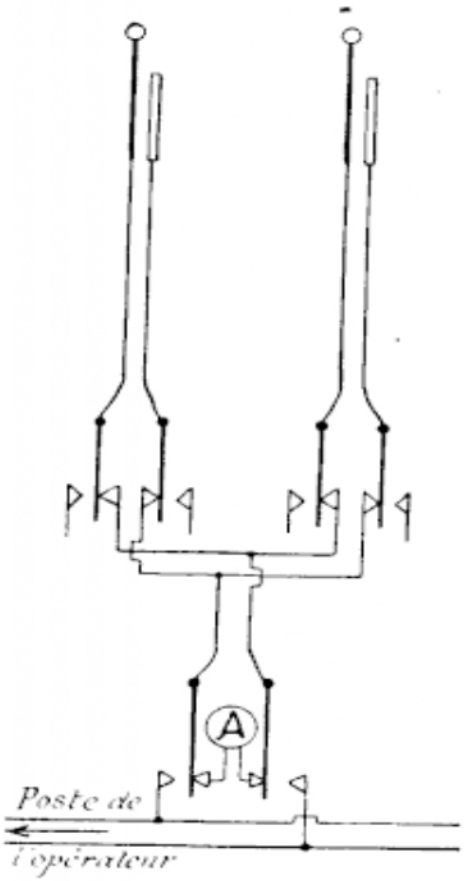


FIG. 162.

Les ressorts sont mis en dérivation sur la jonction des contacts de repos des deux clés d'appel du groupe. Au repos, ces ressorts s'appuient sur des contacts reliés à un annonciateur de fin A (*fig.* 162).

On voit que lorsque les trois clés sont au repos, la liaison est métallique entre les deux fiches et l'annonciateur de fin est en dérivation sur la ligne. La manœuvre de la clé d'appel relie la fiche correspondante à la source d'appel par les deux contacts de travail après que les deux contacts de repos ont été rompus. La manœuvre de la clé d'écoute isole l'annonciateur de fin A relié aux deux contacts de repos de cette clé et relie le dicorde au poste d'opérateur.

135. Groupe de clés d'appel et d'écoute, modèle 1911. — Les différents types de clés portés jusqu'ici par les standards ont tous donné lieu à des critiques: entre autres, au sujet de la sûreté des contacts, de la facilité d'entretien et de la fatigue imposée aux opératrices pour la manœuvre de certains modèles. Le groupe de clés que l'Administration a fait établir en 1911 paraît supérieur à tous les points de vue ; ses jeux de ressorts sont, à peu de chose près, disposés et actionnés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme ceux du commutateur des appareils administratifs 1910.

Une platine P (*fig.* 163) supporte, par l'intermédiaire

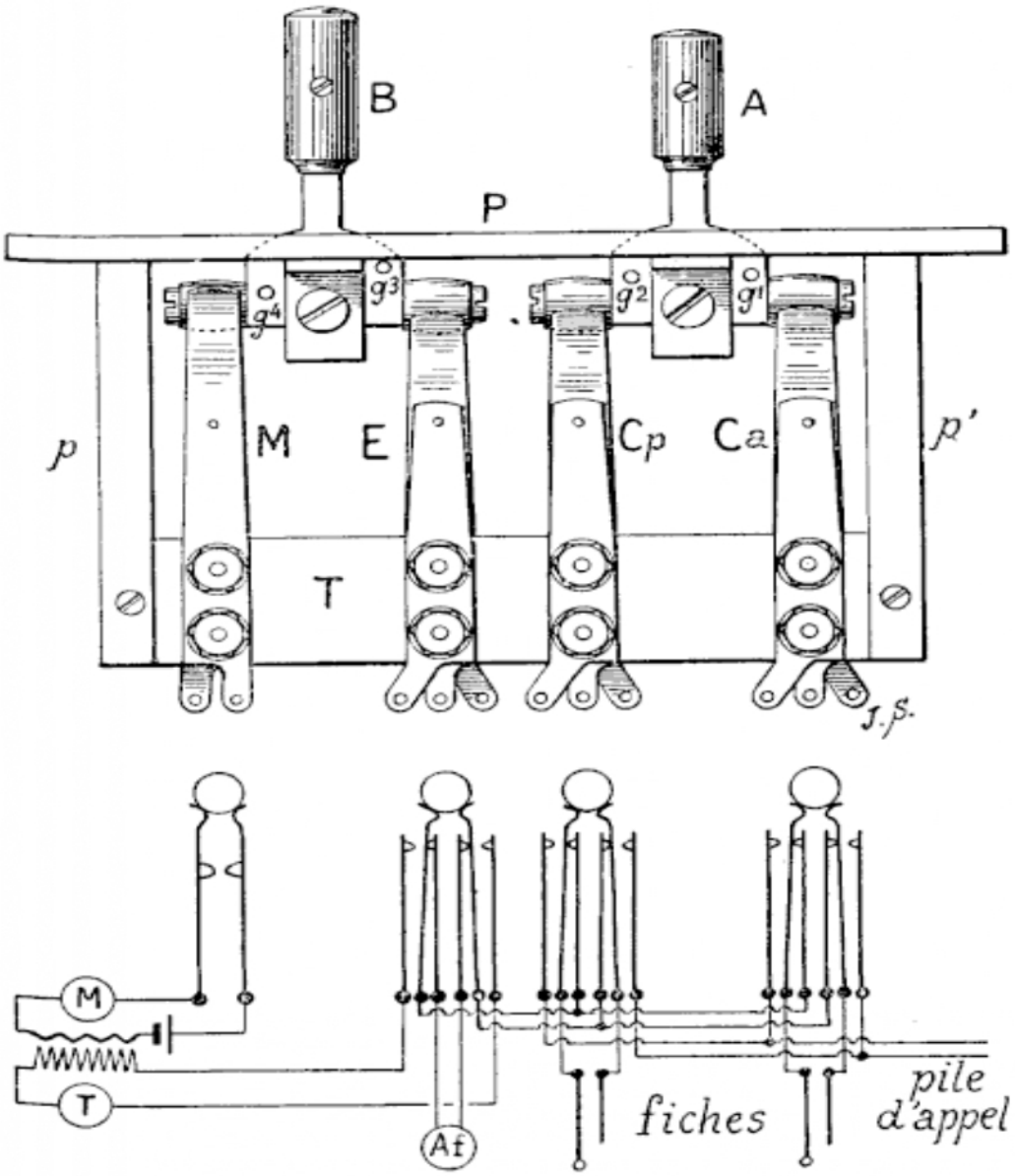


FIG. 163. — Groupe de clés d'appel et d'écoute, modèle 1911.

de piliers p, p', une plaque de laiton T, sur laquelle sont fixés quatre groupes de ressorts isolés les uns des autres par des plaquettes d'ébonite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme l'indique le schéma placé sous le dessin, trois de ces groupes constituent des commutateurs doubles à deux directions et le quatrième un interrupteur. Les groupes *Ca* et *Cp* sont les clés d'appel (avant et arrière) ; le groupe E, la clé d'écoute ; les deux ressorts M forment l'interrupteur du circuit microphonique.

Les deux clés d'appel sont actionnées au moyen d'un levier A. En effet, ce levier commande une sorte de fléau portant deux galets en ébonite qui peuvent attaquer les grands ressorts des clés : suivant que l'opérateur tire le levier en avant ou le pousse en arrière, il actionne la clé avant *Ca* ou la clé arrière *Cp*. Les goupilles, g^1 et g^2, limitent ces mouvements de telle sorte que les galets écartent suffisamment ces ressorts sans venir s'engager au-dessous de leur courbure ; la pression des ressorts suffit alors pour ramener le levier dans la position verticale.

Le fonctionnement de la clé d'écoute est opéré d'une manière analogue ; mais la goupille g^3 s'oppose à la poussée du levier en arrière. Quand on le tire en avant, la goupille g^4 lui permet de s'incliner suffisamment pour que le galet dépasse légèrement la courbure des grands ressorts et reste en prise avec eux. En prenant cette position, qu'il garde jusqu'au moment où une poussée dégagera le galet antérieur, le levier a permis au galet postérieur d'abandonner les ressorts M qui se sont rejoints pour fermer le circuit microphonique. Cette disposition permet de ne faire débiter la pile microphonique que pendant le temps utile quand l'opératrice est en écoute, c'est-à-dire en dérivation sur la ligne et peut parler à l'un ou l'autre des abonnés.

136. Poste de l'opérateur. — Quelques-uns des organes constituant le poste de l'opérateur sont installés à demeure dans le meuble ; les autres sont indépendants. En laissant de côté quelques accessoires que nous retrouverons en examinant séparément chacun des types, la bobine d'induction et une *mâchoire* sont les organes fixes essentiels ; les organes amovibles sont les piles, le microphone et le téléphone. Ces deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

derniers instruments sont, ou séparés, ou réunis en un *combiné;* en principe, par raison d'hygiène, il en est confié à chacune des téléphonistes des bureaux centraux ; des dispositifs permettent donc aux opérateurs de relier leurs appareils aux tableaux au moment de la prise de service.

Quand le téléphone et le microphone sont séparés, celui-ci est accroché à une fourche suspendue, par les cordons de jonction, à une potence montée sur le meuble ; le téléphone est fixé sur un *serre-tête*, c'est-à-dire sur des ressorts que l'opérateur se place snr la tête de manière à appliquer le récepteur sur l'une des oreilles : il conserve ainsi les deux mains libres. Le téléphone seul, ainsi d'ailleurs que le combiné, est pourvu d'un câble souple terminé par une *fiche* à quatre branches que l'opérateur introduit dans un jack quadruple.

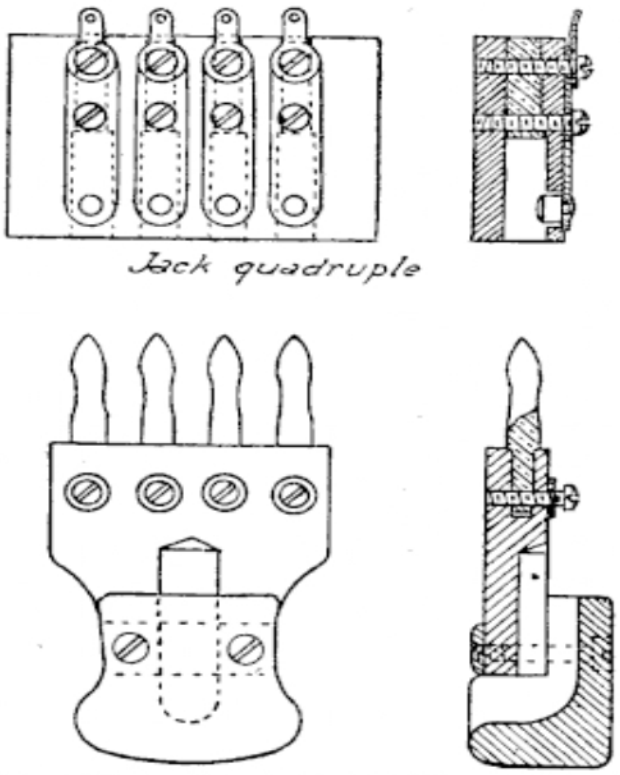


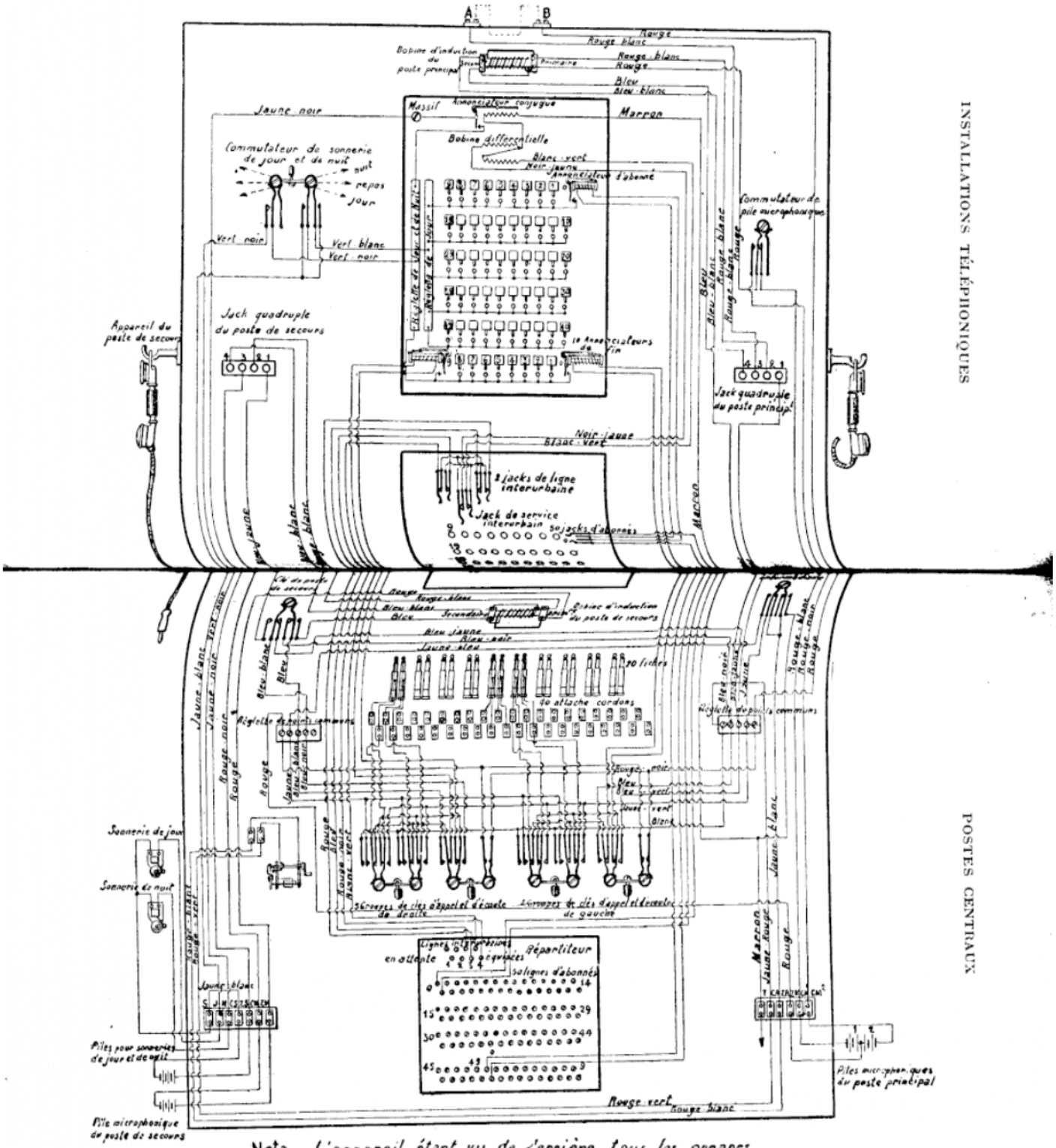
FIG. 164. — Fiche quadruple.

La pratique a fait reconnaître que l'emploi du combiné était préférable sur les standards à vingt-cinq et cinquante directions, car le service de ces tableaux exige rarement la présence continue d'un opérateur. L'Administration a sanctionné cet usage et, désormais, les standards à 100 numéros seront seuls pourvus du dispositif de suspension du microphone. Les standards à 25 et 50 numéros pourront toutefois, en cas de besoin, recevoir ce dispositif.

Nous supposerons, pour le moment, que l'appareil d'opérateur est un combiné pourvu d'une fiche conforme au modèle de la figure 164. On voit, sur la figure 167, que l'intro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau commutateur à 50 Directions



Nota — L'appareil étant vu de derrière, tous les organes sont placés du côté inverse de celui qu'ils occupent quand le tableau est vu de face

FIG. 165. — Tableau commutateur à 50 directions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duction de la fiche dans la mâchoire relie le téléphone aux contacts de travail de toutes les clés d'écoute, le fil secondaire de la bobine d'induction étant intercalé sur l'une des communications. En même temps, le microphone est relié au fil primaire et à la pile.

137. Poste de l'opérateur principal. — Si l'on n'utilise pas de combiné, le microphone, un solid-back, est suspendu à la potence (*fig.* 166) par ses cordons conducteurs. Ceux-ci passent

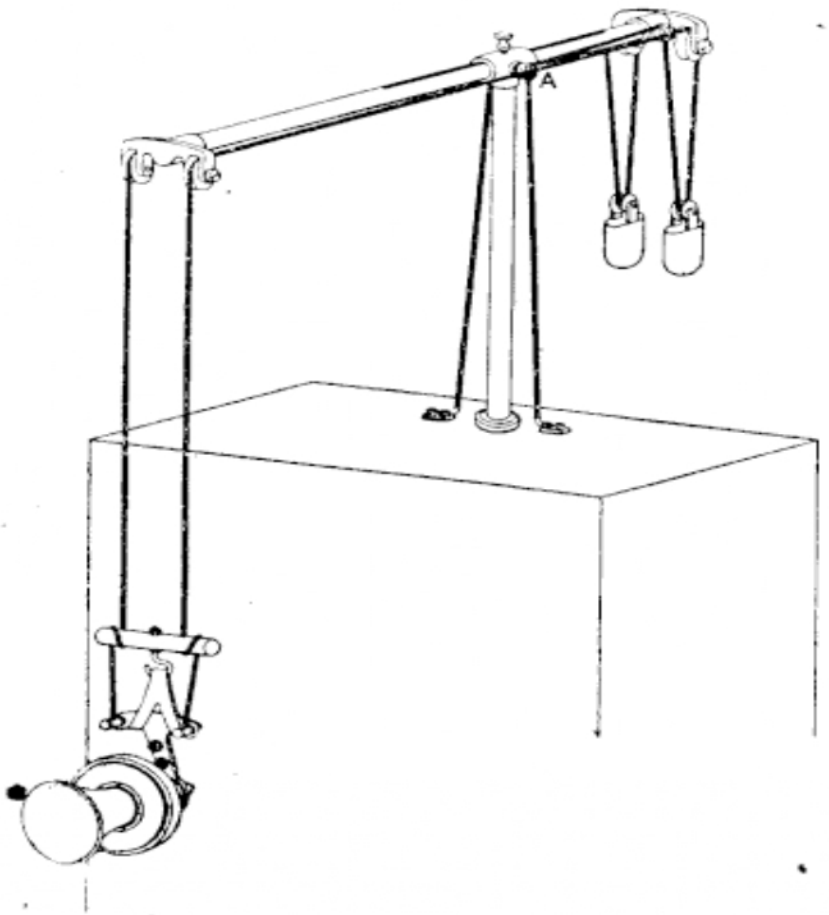


FIG. 166. — Tableaux commutateurs. Installation du transmetteur amovible.

sur des poulies et supportent des contrepoids qui permettent à l'opérateur de placer son transmetteur à la hauteur qui lui convient le mieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est évidemment très important qu'aucune traction ne puisse s'exercer sur les ferrets de connexion de ces conduc-

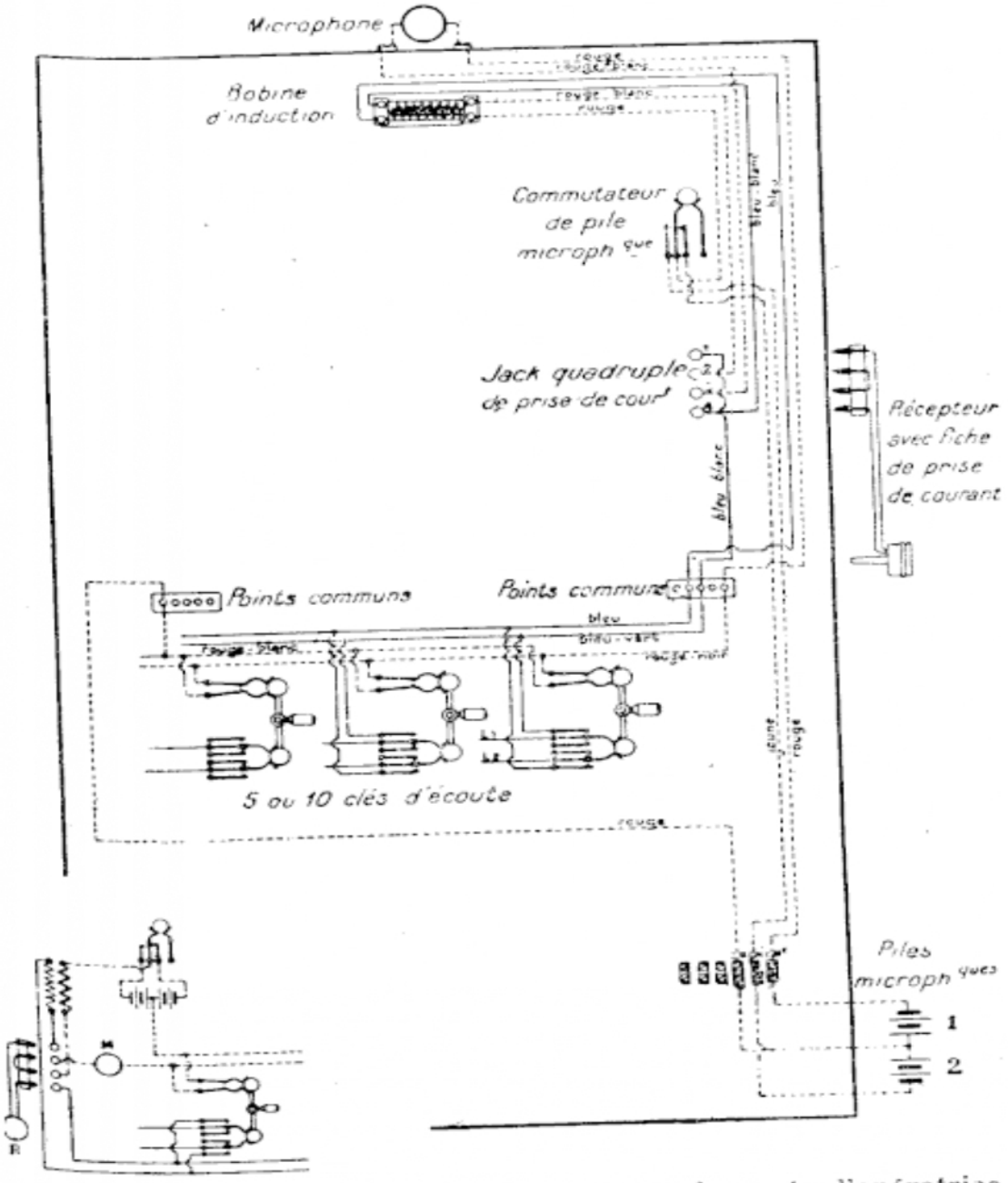


FIG. 167. — Tableaux commutateurs. Schéma du poste d'opératrice.

teurs au meuble. Il suffit pour cela d'enrouler le cordon partant du ferret autour de la poulie A, en faisant un nœud avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le cordon. On peut encore l'arrêter à cette poulie par une ligature en ficelle.

On peut suivre sur le schéma général (*fig.* 163) les circuits ordinaires du poste d'opératrice qui sont plus apparents sur la figure 167. Nous retrouvons encore ici les dispositions déjà vues sur le schéma de la figure 163 d'un groupe de clés d'appel et d'écoute.

Si l'on doit faire le service avec un combiné, il suffit, comme l'indique la figure 165, de boucler les plots de raccordement du microphone en haut du meuble, puisque dans ce cas le microphone se trouve intercalé entre deux broches de la fiche quadruple (*fig.* 168).

138. Poste de secours (*fig.* 168). — Nous avons vu jusqu'ici que les contacts de travail de toutes les clés d'écoute sont conjugués sur le poste d'opérateur. Or, sur les tableaux à 50 et à 100 numéros, les dix clés d'écoute sont séparées en deux groupes : les cinq clés de droite et les cinq clés de gauche. Les contacts de travail des cinq clés de gauche sont alors reliés au secondaire du poste principal et ceux des cinq clés de droite aux grands ressorts de la *clé du poste de secours* P.

Quand celle-ci est au repos, les clés de droite sont reliées, comme les autres, au poste principal ; l'opérateur peut donc utiliser indifféremment l'une des dix clés. Mais, quand un deuxième opérateur est nécessaire, celui-ci enfonce la fiche de son combiné dans la mâchoire de droite et abaisse la clé P : les cinq clés de droite sont alors en communication avec son poste et le premier opérateur n'a plus que les cinq groupes de gauche à sa disposition.

Dans les anciens modèles de standards, l'appareil combiné du poste de secours était relié à une fiche triple, et l'enfoncement de cette fiche dans une mâchoire composée de trois jacks effectuait la répartition des clés d'écoute, toutes normalement à la disposition de l'opérateur principal.

A cet effet les contacts d'écoute des cinq clés de droite n'étaient reliés au circuit secondaire du poste principal qu'à travers les petits ressorts et les contacts de rupture de deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des jacks de la mâchoire triple. Quand la fiche du poste de secours était insérée dans cette mâchoire, les cinq clés de

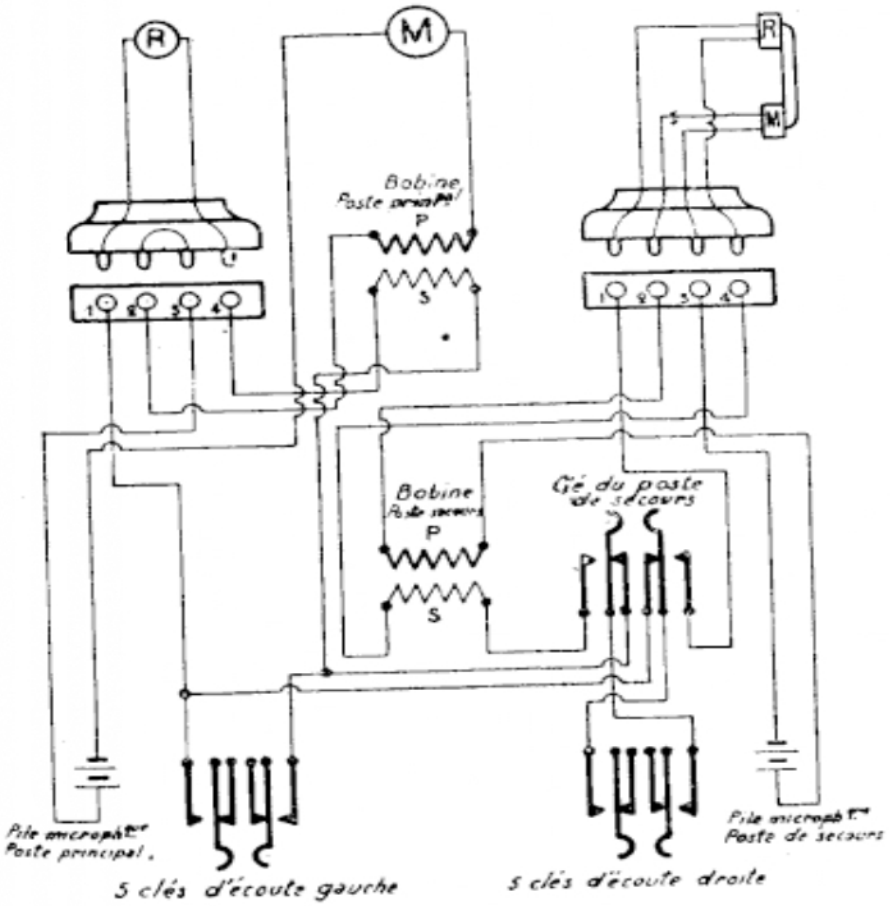


FIG. 168. — Tableaux à 50 et 100 directions. Connexions du jack quadruple.

droite se trouvaient donc coupées du poste principal et introduites dans le circuit du poste auxiliaire.

139. Commutateur de sonneries de jour et de nuit. — On peut voir sur la figure 169, que, d'une part, les contacts des annonciateurs interurbains et de fin sont reliés à une *réglette de jour et de nuit* et que, d'autre part, ceux des annonciateurs d'abonnés le sont à une *réglette de jour*. Le pôle positif de la pile est en relation avec les deux parties du commutateur à travers les deux sonneries. Dans la position *jour*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la sonnerie de jour serait reliée avec les deux réglettes ; par conséquent, tous les annonciateurs actionneraient cette sonnerie. En portant la manette à gauche, la sonnerie de nuit sera reliée à la réglette de jour et de nuit : seuls, les annonciateurs reliés à cette réglette actionneront la sonnerie.

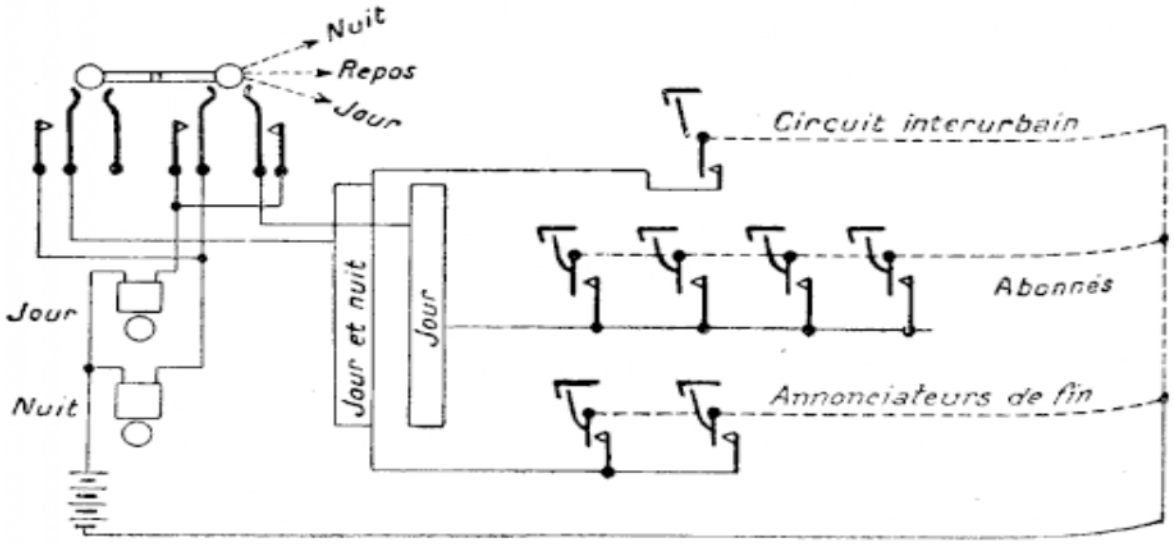


FIG. 169.

Quand un abonné est autorisé à appeler la nuit, le contact de son annonciateur est séparé des autres et relié, par un fil volant, à la réglette de jour et de nuit.

Les annonciateurs sont reliés par le massif au pôle négatif. Si le standard est desservi en permanence, on peut laisser le commutateur dans la position repos qui isole les deux sonneries de jour et de nuit. L'opérateur est prévenu uniquement par la chute des volets des annonciateurs.

140. — Nous verrons ultérieurement le rôle de la bobine différentielle, de son annonciateur conjugué, du groupe de trois jacks spéciaux et de la clé d'appel de poste intermédiaire, ces organes étant utilisés dans les installations d'embrochage.

141. Commutateur de piles microphoniques. — Pour éviter toute interruption dans le service, du fait d'un élément mi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crophonique défectueux, les standards sont pourvus de deux piles. Le commutateur permet d'introduire l'une ou l'autre dans le circuit primaire du poste. Les mots « matin » et « soir », portés sur des étiquettes situées de part et d'autre du commutateur, indiquent que les deux piles doivent être utilisées alternativement. Si, à un certain moment, la pile en service vient à manquer, un simple coup de commutateur permet de lui substituer l'autre.

142. Crochet de repos. — Le crochet de repos sert à suspendre l'appareil combiné quand l'opérateur n'est pas occupé.

Dans les tableaux qui ont précédé le type que nous avons pris comme exemple, cet organe porte le nom de *crochet interrupteur* ; sa fonction est, en effet, analogue à celle qui est remplie, dans les appareils d'abonnés, par la partie du crochet-commutateur qui réunit ou sépare les deux contacts de microphone ; c'est-à-dire qu'il permet à l'opérateur qui s'absente momentanément, ou qui attend les appels, de couper le circuit microphonique sans être obligé de retirer la fiche à quatre lames de la mâchoire. Cette fonction est remplie maintenant par deux ressorts ajoutés à chacune des clés d'écoute. De cette façon, la pile du microphone est fermée pendant un laps de temps aussi court que possible, c'est-à-dire pendant les quelques secondes que met l'opérateur à établir une communication.

143. Plots de raccordement et câblages. — Les plots de raccordement sont situés derrière le tableau, en tête de conduits, qui servent de passage aux fils et aux câbles (*fig.* 170). Dans certains modèles, les plots de lignes sont remplacés par des petites plaques en cuivre étamé enfilées sur des tiges de fer et séparées les unes des autres et de la tige par des rondelles en ébonite. Ces plaques, appelées *étoiles de raccordement*, présentent deux branches ; sur l'une de ces branches est *soudé* le fil qui vient du jack et, sur l'autre, on *soude* le fil de ligne au moment du montage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des panneaux verrouillés ou vissés protègent les organes intérieurs et les prises de communications extérieures.

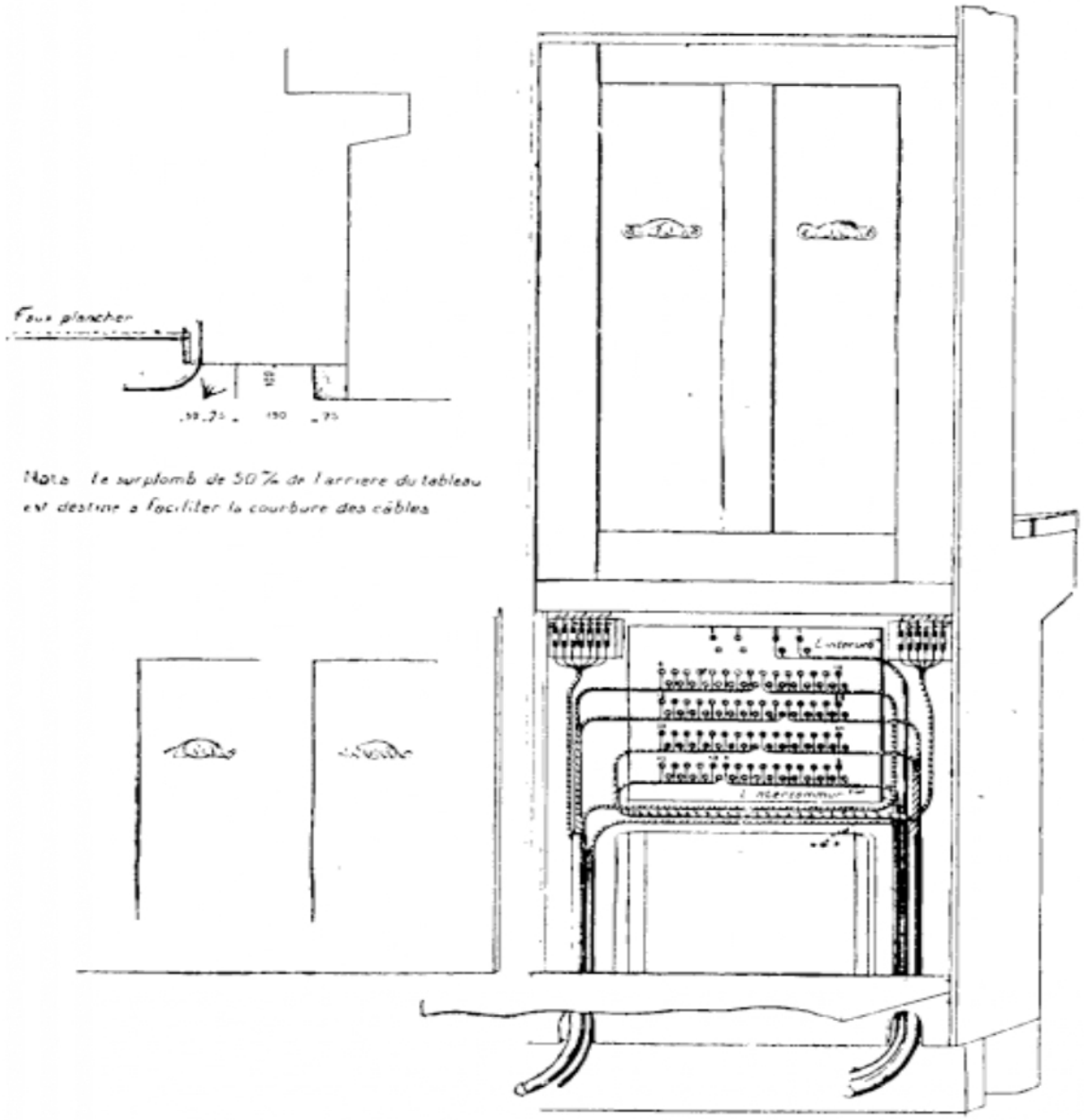
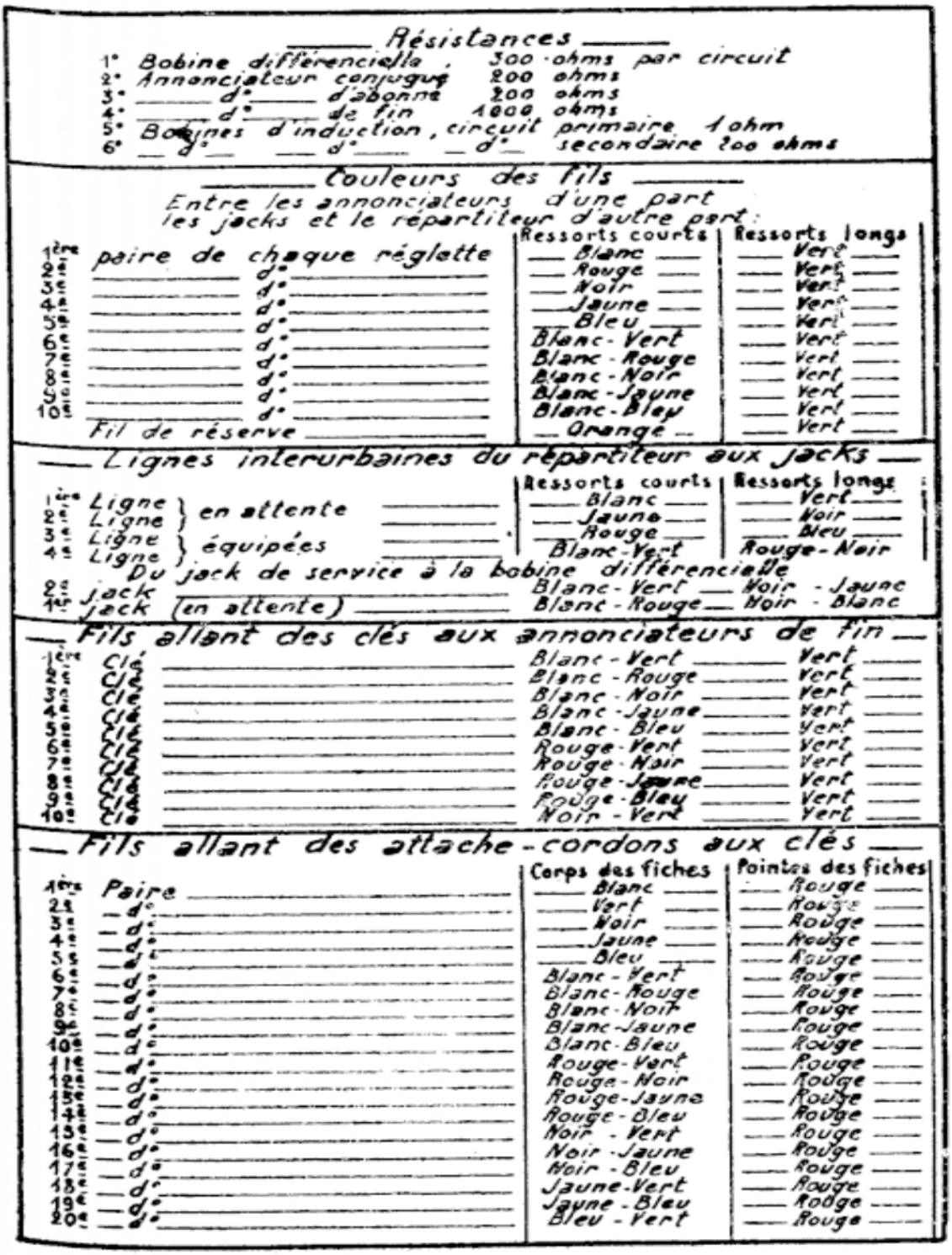


FIG. 170. — Vue arrière d'un tableau commutateur.

La figure 171 montre les dispositions de câblage prises pour l'amenée au tableau des sources de courant extérieure au meuble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAUX COMMUTATEURS A 25 ET 50 DIRECTIONS



Résistances

1° Bobine différencielle, 300 ohms par circuit
2° Annonciateur conjugué 200 ohms
3° d° d'abonné 200 ohms
4° d° de fin 1000 ohms
5° Bobines d'induction, circuit primaire 1 ohm
6° d° d° d° secondaire 200 ohms

Couleurs des fils

Entre les annonciateurs d'une part les jacks et le répartiteur d'autre part :

		Ressorts courts	Ressorts longs
1ère	paire de chaque réglette	Blanc	Vert
2e	d°	Rouge	Vert
3e	d°	Noir	Vert
4e	d°	Jaune	Vert
5e	d°	Bleu	Vert
6e	d°	Blanc-Vert	Vert
7e	d°	Blanc-Rouge	Vert
8e	d°	Blanc-Noir	Vert
9e	d°	Blanc-Jaune	Vert
10e	d°	Blanc-Bleu	Vert
	Fil de réserve	Orange	Vert

Lignes interurbaines du répartiteur aux jacks

			Ressorts courts	Ressorts longs
1ère	Ligne	en attente	Blanc	Vert
2e	Ligne	en attente	Jaune	Noir
3e	Ligne	équipées	Rouge	Bleu
4e	Ligne	équipées	Blanc-Vert	Rouge-Noir

Du jack de service à la bobine différencielle

2e	jack	Blanc-Vert	Noir-Jaune
1er	jack (en attente)	Blanc-Rouge	Noir-Blanc

Fils allant des clés aux annonciateurs de fin

1ère	Clé	Blanc-Vert	Vert
2e	Clé	Blanc-Rouge	Vert
3e	Clé	Blanc-Noir	Vert
4e	Clé	Blanc-Jaune	Vert
5e	Clé	Blanc-Bleu	Vert
6e	Clé	Rouge-Vert	Vert
7e	Clé	Rouge-Noir	Vert
8e	Clé	Rouge-Jaune	Vert
9e	Clé	Rouge-Bleu	Vert
10e	Clé	Noir-Vert	Vert

Fils allant des attache-cordons aux clés

		Corps des fiches	Pointes des fiches
1ère	Paire	Blanc	Rouge
2e	d°	Vert	Rouge
3e	d°	Noir	Rouge
4e	d°	Jaune	Rouge
5e	d°	Bleu	Rouge
6e	d°	Blanc-Vert	Rouge
7e	d°	Blanc-Rouge	Rouge
8e	d°	Blanc-Noir	Rouge
9e	d°	Blanc-Jaune	Rouge
10e	d°	Blanc-Bleu	Rouge
11e	d°	Rouge-Vert	Rouge
12e	d°	Rouge-Noir	Rouge
13e	d°	Rouge-Jaune	Rouge
14e	d°	Rouge-Bleu	Rouge
15e	d°	Noir-Vert	Rouge
16e	d°	Noir-Jaune	Rouge
17e	d°	Noir-Bleu	Rouge
18e	d°	Jaune-Vert	Rouge
19e	d°	Jaune-Bleu	Rouge
20e	d°	Bleu-Vert	Rouge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau ci-dessus donnera aux monteurs des indications utiles sur le câblage à adopter.

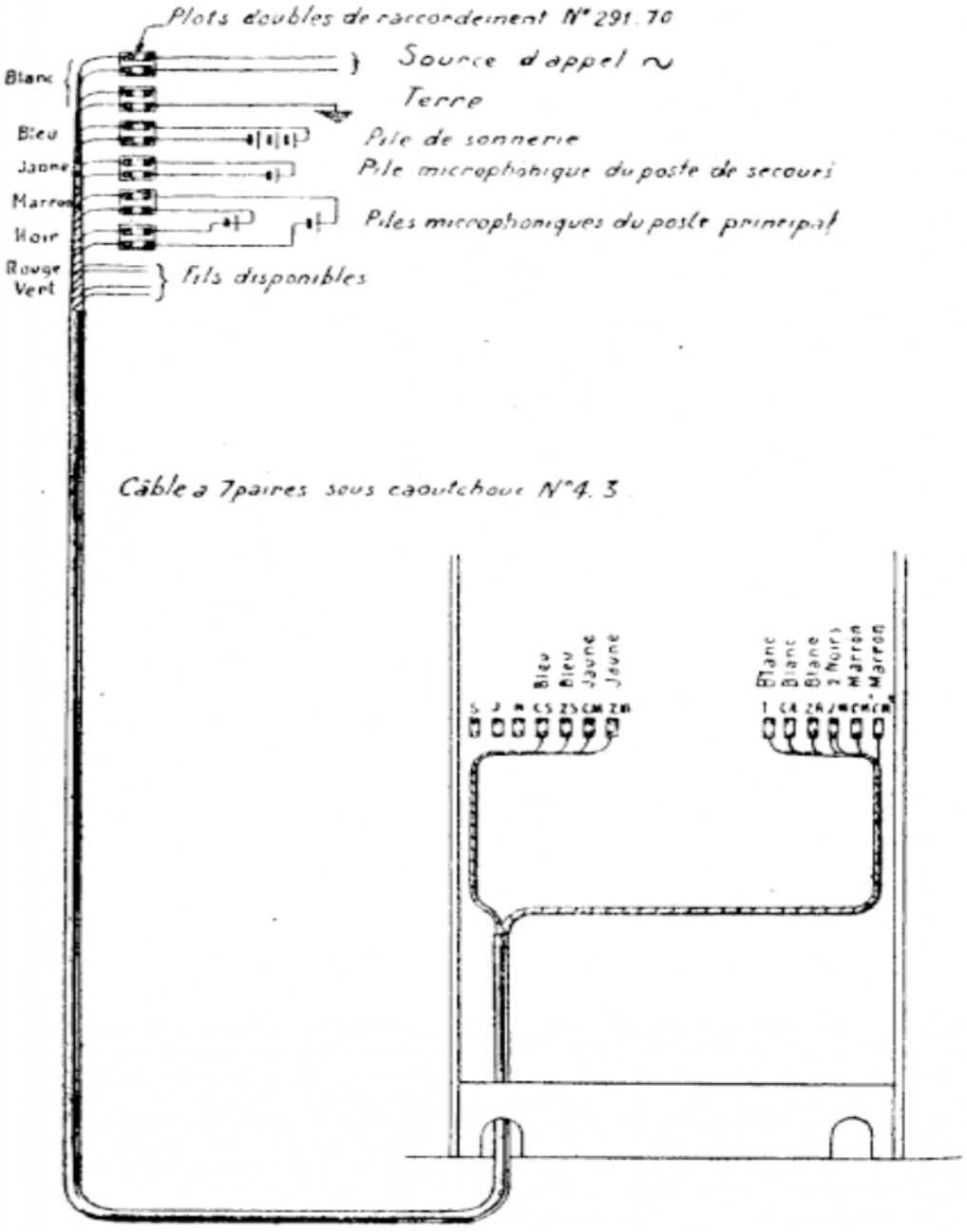


FIG. 171. — Tableaux commutateurs. Disposition des câbles de piles.

144. Tablette. — Une tablette en bois commandée sur place peut être montée, à l'aide d'équerres en fer, à droite ou à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gauche du tableau, au même niveau que la tablette des clés. La situation de cet accessoire est réglée par la disposition des locaux ou la convenance du personnel appelé à l'utiliser pour des écritures.

Les équerres, ainsi que les boulons et vis de fixation, sont expédiés avec le tableau sur les côtés duquel les trous pour le passage des boulons sont percés à l'avance.

145. Manœuvre du tableau. — Quand un abonné appelle, le volet de son annonciateur tombe. L'opérateur prend la fiche *arrière* d'un groupe libre et l'enfonce dans le jack correspondant. Par le fait, les fils de ligne, reliés précédemment à l'annonciateur, sont maintenant reliés à la clé d'appel *arrière*. L'opérateur abaisse la clé d'écoute : les fils sont alors renvoyés de la clé d'appel à la clé d'écoute et, par celle-ci, au circuit secondaire du poste.

L'opérateur relève le volet, reçoit les ordres de l'abonné, prend la deuxième fiche et, si l'abonné demandé est libre, introduit cette fiche dans son jack et l'appelle en appuyant sur la clé *avant*. Dès que l'abonné répond, l'opérateur relève sa clé d'écoute, et l'annonciateur de fin prend la place du poste sur la jonction des deux clés d'appel.

La résistance donnée à l'annonciateur de fin (1 000ω) ainsi que la self-induction qui résulte du grand nombre de spires de fil, s'opposent au passage des courants de conversation dans la dérivation.

Quand l'annonciateur de fin fonctionne, l'opérateur rentre un instant, avec sa clé d'écoute, pour écouter si la conversation est bien terminée, puis il relève le volet et retire les deux fiches.

Il est à remarquer que nous n'avons pas vu l'utilisation de la clé d'appel *arrière*. Nous avons supposé, en effet, que l'opérateur, comme il doit toujours le faire, est entré immédiatement en relation avec l'abonné appelant, en lui répondant par l'expression habituelle : « J'écoute ». De son côté, l'abonné, après avoir appelé, avait décroché son téléphone pour le porter à l'oreille : il était donc inutile de lui envoyer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant de pile. Mais, si l'opérateur ne répond pas immédiatement, comme cela peut se présenter dans un petit bureau où une seule personne est chargée de plusieurs fonctions, l'abonné, ne recevant pas de réponse immédiate, raccroche quelquefois son téléphone ; l'opérateur est donc obligé, dans ce cas, de l'appeler avec la clé arrière pour se mettre à sa disposition.

146. Intercommunications. — Les jacks d'intercommunication sont destinés à relier des abonnés qui ne sont pas desservis par le même tableau. Si, en effet, un tableau installé depuis un certain temps devient insuffisant, on lui adjoint un deuxième tableau semblable, et les jacks d'intercommunication portant le même numéro sont reliés entre eux, c'est-à-dire 0 avec 0, 1 avec 1, etc.

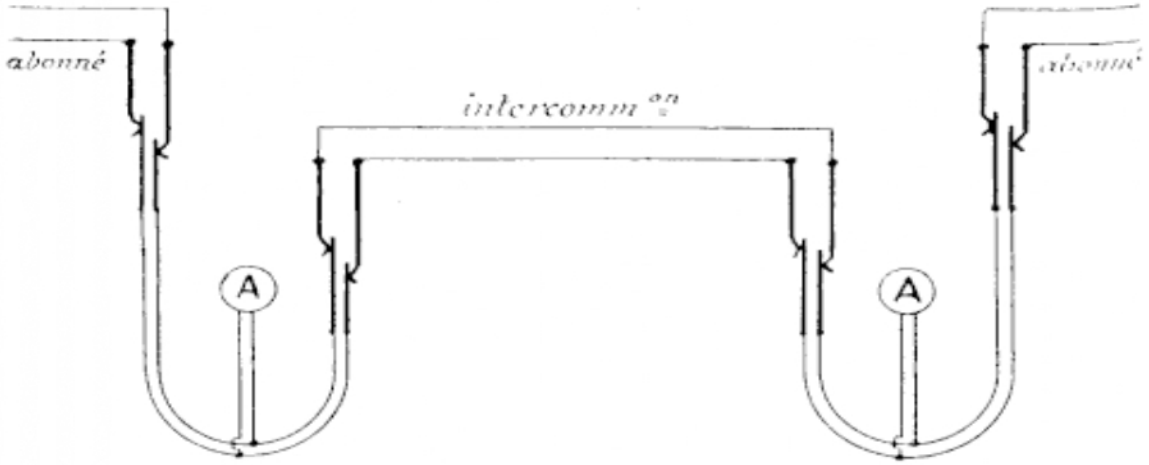


FIG. 172.

Quand le jack de l'abonné demandé ne se trouve pas sur le même tableau que le jack de l'abonné demandeur, on relie ce dernier avec un jack d'intercommunication (*fig.* 172) ; puis, sur l'autre tableau, on relie le jack de même numéro avec le jack de l'abonné demandé.

Toutefois, à moins que la distance qui sépare les tableaux ne soit trop grande, la longueur des cordons est suffisante pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mettre la deuxième fiche dans le jack de l'abonné demandé : la manœuvre est plus simple, et l'on évite de placer deux annonciateurs de fin sur la jonction.

D'ailleurs, quand un tableau à 25 numéros devient insuffisant, on le remplace presque toujours, du moins dans les bureaux de l'État, par un commutateur d'un type supérieur, par un tableau à 100 numéros même, si l'on prévoit une extension rapide du réseau. Les intercommunications ne deviennent donc réellement utiles qu'à partir du moment où le nombre des abonnés exige l'emploi de plus de deux tableaux à 100 numéros. Deux opératrices doivent alors nécessairement intervenir pour réaliser l'intercommunication entre abonnés reliés à des tableaux non contigus. Si elles se transmettent à voix haute les indications de service indispensables pour convenir du numéro de la ligne d'intercommunication choisie, l'exploitation devient bruyante et incommode. On prend alors des dispositions que nous verrons plus loin.

147. Numérotage des organes. — Les jacks des tableaux-commutateurs des modèles actuels sont numérotés en commençant par le chiffre 0. Ce système, emprunté aux commutateurs multiples, présente d'abord l'avantage de n'avoir que deux chiffres pour numéroter le 100e jack, soit 99. La chose semble avoir peu d'importance quand il s'agit de tableaux d'un petit nombre de numéros ; mais on a tenu à généraliser un système qui simplifie le numérotage des lignes quand plusieurs tableaux sont installés dans un même bureau.

En effet, supposons une station centrale desservie par un certain nombre de tableaux à 100 numéros, c'est-à-dire dont les jacks porteront les numéros 0 à 99. Le premier tableau dessert donc les lignes 0 à 99 et prend lui-même le numéro 0. On désigne le deuxième tableau sous le numéro 1, et l'on suppose ce chiffre placé devant les numéros des jacks qui représentent alors les lignes 100 à 199. Et ainsi de suite pour les autres tableaux.

En résumé, par cette simple modification dans la manière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de numéroter, le numéro du tableau est indiqué, s'il y a lieu, par le chiffre des centaines du numéro d'un abonné ; par exemple, l'abonné 387 est relié au jack 87 du tableau n° 3. C'est pourquoi les demandes de communications sont faites en sectionnant le numéro, c'est-à-dire en énonçant : trois, quatre-vingt-sept.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

TABLEAU EXTENSIBLE

148. Objet et composition du tableau. — Quand on aura étudié le montage des circuits d'embrochage, on remarquera, qu'indépendamment de jacks et d'annonciateurs qui peuvent rester sans emploi, les standards sont pourvus de dispositifs, spéciaux aux circuits interurbains, qui ne sont pas toujours utilisés. La dépense résultant de ces organes est peu importante, si l'on considère la valeur des tableaux à 100, 50 et même 25 numéros ; elle est d'ailleurs compensée par l'avantage d'avoir des modèles uniformes se prêtant à divers genres d'installation ; mais on comprendra qu'il n'en est pas de même quand il s'agit d'un tableau ne comportant que 10 numéros. En créant le *tableau extensible*, on a donc voulu disposer d'un système permettant de n'installer que les organes nécessaires à chaque genre de circuit, et au fur et à mesure de l'établissement de ces circuits.

Le tableau est composé d'une boîte en bois, dont le pourtour est garni d'un cadre en fer pouvant recevoir, au plus, neuf plaques de zinc appelées *réglettes* (*fig.* 173). Ce sont ces réglettes qui sont munies des organes nécessaires à chaque ligne, ou des organes servant à l'établissement des jonctions entre les lignes.

Indépendamment des *réglettes d'attente*, simples plaques destinées à boucher les places encore disponibles, il y a quatre types de réglettes :

1° *Réglette intermédiaire*. Elle est munie de deux coupe-circuit et d'un groupe composé de trois jacks et d'un annon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

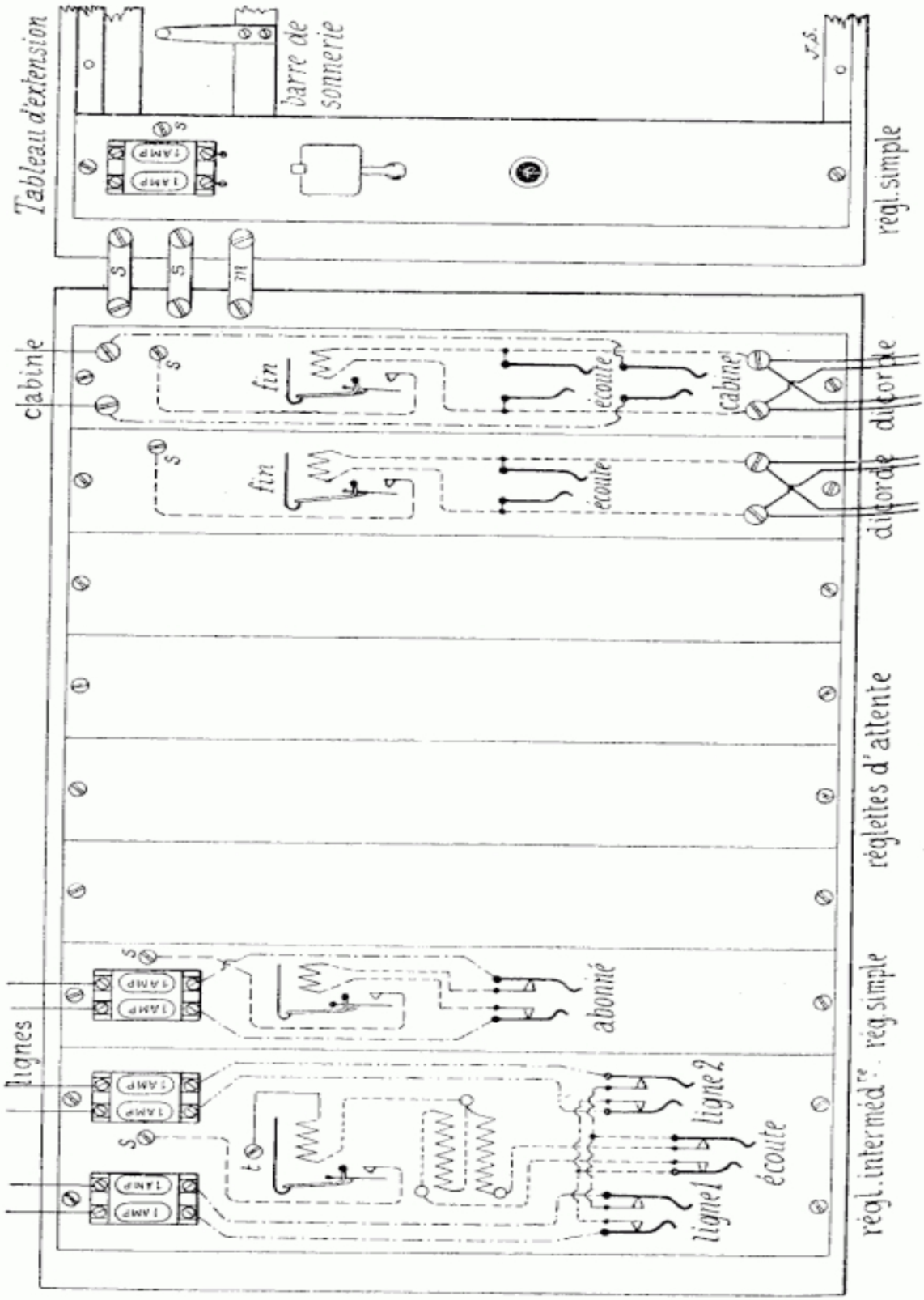


FIG. 173. — Tableau extensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciateur conjugué avec une bobine différentielle. Ce groupe d'organes, que nous avons déjà vu sur le standard à 50 numéros, est destiné à une installation de poste intermédiaire d'embrochage.

2° *Réglette simple*. Cette réglette supporte un coupe-circuit, un jack et un annonciateur. Elle est destinée à recevoir une ligne d'abonné; elle peut également desservir un circuit interurbain, si ce circuit est direct, ou si le tableau est poste extrême.

3° *Réglette dicorde ordinaire*. Elle est munie d'une paire de fiches, d'un annonciateur de fin et d'un jack d'écoute. Les deux fiches sont conjuguées sur les deux bornes de serrage des conducteurs et les deux autres organes sont en dérivation sur ces bornes. Cette réglette remplit le rôle d'un groupe de fiches et clés de standard.

4° *Réglette dicorde de cabine*. Cette réglette est équipée comme la précédente; mais elle porte, de plus, un *jack de cabine* relié à deux bornes destinées à recevoir la ligne de la cabine publique du bureau. Le dicorde sert à établir les communications entre cette cabine et l'une des lignes desservies par le tableau; il peut, en outre, si la cabine n'est pas utilisée, tenir lieu de dicorde ordinaire.

Un panneau fixé au mur supporte le tableau, ainsi qu'un appareil mural 1910 avec appel magnétique, qui constitue le poste d'opérateur.

Dans la boîte et sur les côtés du tableau sont disposés des organes qui seront communs aux diverses réglettes. Sur le côté gauche, se trouvent les plots de raccordement pour le fil de terre, les sonneries et les piles (*fig.* 174). Au-dessous, sont des bornes qui servent d'attache aux conducteurs d'un câble relié, d'autre part, à l'appareil d'opérateur. Deux *lames de connexions*, reliées aux bornes L1[1] et L2 et, par suite, au poste d'opérateur, sont munies d'un cordon terminé par une fiche (monocorde).

1. Quand le tableau ne comporte pas de clé d'appel de poste intermédiaire (C), la lame de connexion 1 est reliée directement à la borne L1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

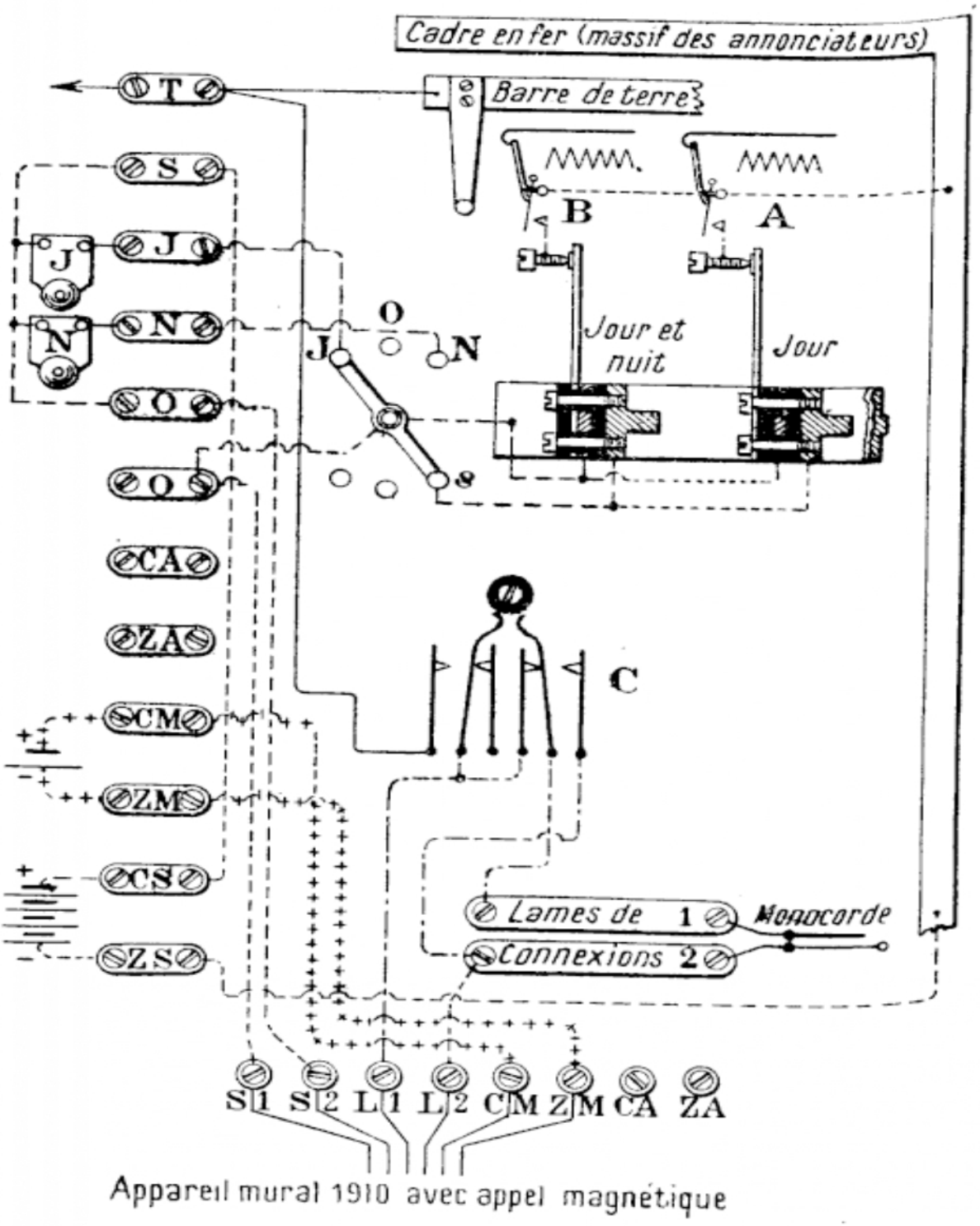


FIG. 174. — Schéma des connexions d'un tableau extensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le côté gauche se trouve encore un commutateur de sonneries de jour et de nuit et une ouverture qui est garnie, suivant l'affectation du tableau, soit d'une plaque de fermeture, soit d'une *clé d'appel de poste intermédiaire*.

A l'intérieur du tableau se trouvent deux barres transversales. La première est la *barre de terre*. Reliée au plot de raccordement T, cette barre est munie de ressorts par lesquels, le cas échéant, l'annonciateur porté par une réglette intermédiaire pourra prendre communication avec la terre. La deuxième est la *barre de sonnerie* dont il sera question plus loin.

149. Installation du tableau. — De même que les standards isolés, le tableau extensible dessert généralement une ligne d'embrochage; il est donc *poste intermédiaire* ou *poste extrême*. Dans le premier cas, le tableau sera muni d'une réglette intermédiaire destinée à recevoir les deux sections du circuit, et il restera sept places disponibles pour des réglettes des autres types; par exemple, comme l'indique la figure 173, une réglette simple, une réglette dicorde ordinaire, une réglette de cabine et quatre réglettes d'attente.

Quand le tableau est poste extrême, le circuit interurbain aboutit à une réglette simple; on peut donc, dans ce cas, monter six autres réglettes simples; soit, en tout, neuf réglettes.

Si la ligne interurbaine embroche un poste intermédiaire, le tableau est muni de la clé d'appel de poste intermédiaire dont nous nous occuperons plus tard.

Comme pour les standards, l'installation de l'entrée des lignes dans le bureau est effectuée sur des châssis de coupe-circuit-paratonnerres de trois ampères. Ces derniers sont ensuite reliés au tableau par un câble à sept paires, dont les conducteurs seront attachés aux coupe-circuit de un ampère, portés par les réglettes, au fur et à mesure de la pose de celles-ci.

La capacité du bureau peut être augmentée par l'installation du *tableau d'extension* amorcé à la droite du dessin. Le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cadre de ce tableau peut recevoir, au maximum, sept réglettes dont les types seront naturellement déterminés par les exigences du service. Trois bornes de jonction permettent de relier les deux règles de sonnerie et le massif du tableau d'extension au tableau principal.

150. Sonneries de jour et de nuit. — La chute du volet de *tous* les annonciateurs du tableau doit provoquer le fonctionnement de la sonnerie de jour; mais le personnel ne devant pas être dérangé par les abonnés en dehors des vacations réglementaires, les annonciateurs des circuits interurbains et de fin de conversation doivent seuls actionner la sonnerie de nuit. Toutefois, par convention spéciale, un abonné peut être admis à effectuer des appels à toute heure de nuit. Les connexions permettant d'obtenir ce résultat sont établies de la manière suivante.

Le pôle positif de la pile locale est relié aux deux sonneries qui sont, d'autre part, en communication, celle de jour avec le plot J, et celle de nuit avec le plot N du commutateur de sonneries.

La *barre de sonnerie* est, en réalité, composée de deux règles métalliques séparées l'une de l'autre par une bande d'ébonite. La règle supérieure est reliée à l'axe du levier du commutateur et la règle inférieure au plot *s*. La barre porte des ressorts qui, suivant la position occupée par une petite plaque d'ébonite, communiquent à une règle ou à l'autre : quand la plaque est placée sur le ressort (annonciateur B, *fig.* 174), celui-ci est serré directement sur la règle supérieure ; les vis de fixation pénètrent dans la règle inférieure, mais elles sont isolées du ressort par la plaque et des canons. Si la plaque est sous le ressort, celui-ci est isolé de la règle supérieure, mais il communique avec la règle inférieure par ses vis de fixation (annonciateur A).

Quand on met une réglette en place, son massif métallique et, par conséquent, le massif de l'annonciateur est mis en communication avec le cadre de la boîte qui est relié lui-même avec le pôle négatif de la pile locale. En même temps, le con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tact de sonnerie du volet se met en relation avec l'un des ressorts portés par la barre de sonnerie ; il en résulte que, suivant le mode de montage de ce ressort, le contact est relié à l'axe du commutateur ou au plot *s*.

Si, comme l'indique le dessin, le commutateur est en prise avec le plot J, les deux règles sont reliées ensemble par le levier et le plot *s*, et le pôle positif de la pile est en communication avec tous les contacts de volets, en passant par la sonnerie de jour, le commutateur et les deux règles. La sonnerie de jour pourra donc être actionnée par l'un quelconque des annonciateurs, quand la chute du volet fermera le circuit par le contact, le ressort, le massif et le pôle négatif.

Si le commutateur est en prise avec le plot N, le pôle positif de la pile communique seulement, à travers la sonnerie de nuit, avec les contacts de volets en relation avec la règle supérieure ; la sonnerie de nuit ne sera donc actionnée que par les annonciateurs correspondants.

Si le monocorde d'opérateur est enfiché dans un jack, les bornes S_1 et S_2 du poste d'opérateur étant reliées aux bornes O d'oubli, comme l'indique la figure 174, on peut donc recevoir les signaux d'appel de la ligne correspondante (d'où le nom de sonnerie d'oubli). Mais, par contre, si une autre ligne appelle, la chute de son volet actionne la sonnerie et par l'intermédiaire du monocorde et du circuit d'oubli envoie en même temps du courant sur la ligne enfichée. On voit donc que l'économie d'une sonnerie présente de sérieux inconvénients.

151. Manœuvre du tableau. — Quand le volet d'un annonciateur tombe, l'opérateur met son poste en relation avec l'appelant en enfonçant la fiche du monocorde dans le jack de celui-ci et reçoit la demande de communication. Il retire sa fiche du jack, l'enfonce dans celui de la ligne demandée et, tout en effectuant l'appel, remplace sa fiche dans le premier jack par l'une des fiches d'un dicorde. Dès que l'abonné répond, il retire sa fiche et la remplace par la deuxième fiche du dicorde. Quand l'annonciateur de fin de celui-ci fonc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionne, l'opérateur s'assure que la communication est bien terminée en portant sa fiche dans le jack d'écoute et, s'il y a lieu, retire toutes les fiches. Il est bien entendu que les volets tombés sont relevés au cours de la manœuvre.

On voit que le tableau extensible dérive des standards puisqu'il comporte, comme ces derniers, des dicordes munis d'annonciateurs de fin pour l'établissement des communications. Toutefois ces dicordes ne comportent aucune clé et tous les organes d'appel sont ceux du poste d'opérateur lui-même qui est constitué par un poste mural, modèle 1910. Cette simplification des organes du tableau entraîne une économie d'installation et de moindres chances de dérangements qui compensent largement la complication apportée dans les manœuvres pour l'établissement des communications.

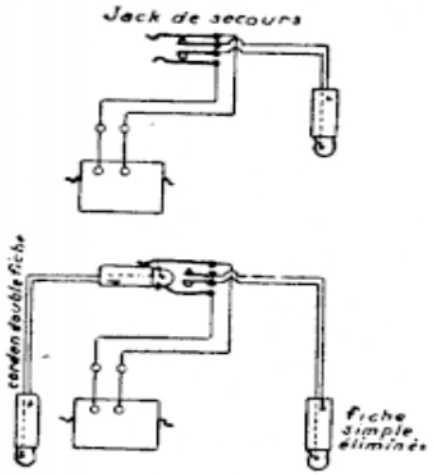


FIG. 175.

Par contre, si le monocorde devient défectueux à la suite d'un long usage, le poste de l'opérateur et le tableau sont mis temporairement hors de service.

Pour remédier d'avance à cet inconvénient, il suffit d'intercaler sur le monocorde un jack de secours sur monocorde à double rupture, ce qui permet d'exploiter provisoirement le tableau, le cas échéant, au moyen d'un cordon à double fiche (*fig.* 175).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

DISPOSITIONS COMMUNES AUX DIVERS TABLEAUX COMMUTATEURS

152. Communications directes. — Dans les bureaux dont le service n'est pas permanent, certains abonnés peuvent obtenir, moyennant une redevance, la faculté d'être reliés, pendant les heures de fermeture, à un autre bureau à service, sinon permanent, du moins plus complet.

On établit à cet effet, au bureau à service *limité*, la communication directe entre la ligne de l'abonné et le circuit relié à l'autre bureau. Cette communication est effectuée, soit au moyen d'un cordon à deux fiches, soit en utilisant l'un des dicordes du tableau si celui-ci est un standard. Il suffit, dans ce cas, de mettre les deux fiches dans les jacks voulus, et la clé d'écoute sur conversation afin d'éliminer l'annonciateur de fin ; puis l'appareil d'opérateur est retiré du service. Bien entendu, cette dernière solution n'est applicable que pour une seule communication directe par tableau, puisque toutes les clés d'écoute ont leurs contacts de travail reliés entre eux.

Sur un standard à 50 ou à 100 directions il est cependant possible d'établir deux communications directes en utilisant un dicorde dans le groupe de gauche et un dicorde dans le groupe de droite ; il suffit dans ce cas de mettre la clé du poste de secours sur position de travail et de retirer, s'il y a lieu, la fiche quadruple du combiné de la mâchoire correspondante.

Bien entendu, il ne peut être donné satisfaction qu'à une seule demande pour un même circuit interurbain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

153. Sonneries de suppléants. — La personne chargée d'un bureau peut être autorisée à se faire suppléer pour répondre aux appels effectués en dehors des vacations normales. Dans ce cas, une sonnerie est installée chez le suppléant et un commutateur permet de diriger le courant provoqué par la chute d'un volet, soit sur la sonnerie de nuit du bureau, soit sur celle du suppléant ; le retour étant effectué, suivant la distance, par un second fil ou par la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

TABLEAUX INTERURBAINS

154. Circuits interurbains. — On appelle circuit interurbain une ligne reliant deux localités A et B, c'est-à-dire deux bureaux. Un circuit interurbain sert à écouler les communications demandées par les abonnés de l'une de ces localités A à destination des abonnés de l'autre B ; il écoule également les communications des abonnés ou d'autres circuits reliés au bureau A à destination d'une localité C reliée à B par un circuit interurbain ; dans ce cas, les communications transitent donc par le bureau B (ou par les bureaux A et B si trois circuits sont en relation).

Les circuits interurbains sont donc plus longs et par suite plus coûteux que les lignes d'abonnés, et puisque leur construction immobilise un capital important, il y a intérêt à éviter sur les circuits des pertes de temps entre les communications et d'autant plus que les circuits seront plus longs. Les communications interurbaines devront donc faire l'objet d'une surveillance spéciale ; aussi, lorsque le nombre des circuits aboutissant à un bureau central devient important, les concentre-t-on sur des tableaux spéciaux.

155. Emploi des transformateurs sur les circuits interurbains. — Des transformateurs doivent être intercalés sur les circuits interurbains dans les cas suivants :

1° Pour relier une ligne à double fil à une ligne à simple fil. Nous verrons ultérieurement que les lignes à simple fil sont à peu près complètement abandonnées en téléphonie ; toutefois, il en existe encore dans certaines régions et, pour ne pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perdre le bénéfice des lignes à double fil, la jonction entre celles-ci et les lignes à simple fil s'effectue à travers un transformateur. Le transformateur peut être intercalé soit sur un dicorde spécial, soit au contraire être associé à un jack spécial (jack de transformation) du circuit bifilaire ;

2° Dans le cas de communications de transit entre deux circuits bifilaires qui présentent des défauts d'isolement, il peut en résulter des bruits de friture qui gênent les conversations ou les rendent impossibles si la liaison entre les circuits est métallique ; la friture est au contraire atténuée ou disparaît complètement si la communication est établie à travers un transformateur. Ce dernier est alors intercalé comme dans le cas précédent.

La présence d'une perte à la terre en un point ne présente, en effet, aucun inconvénient pour l'échange des communications téléphoniques si le reste du circuit est parfaitement isolé, mais s'il existe un deuxième défaut d'isolement et si le potentiel du sol en chacun de ces deux points n'est pas identiquement le même, il y aura passage d'un courant dans le circuit. Or, les potentiels du point du sol peuvent différer d'autant plus que ces points sont plus éloignés et comme, d'autre part, ces différences de potentiel ne sont pas constantes mais varient à chaque instant, on comprend que les longs circuits soient parfois affectés de friture. Si on intercale un transformateur entre les deux pertes, on supprime du même coup ces courants dits « courants telluriques » et la friture. On n'intercale généralement ces transformateurs qui causent toujours un certain affaiblissement que si la friture est constatée et c'est le plus généralement lorsqu'il s'agit de communications de transit utilisant deux circuits.

3° Les circuits bifilaires peuvent être utilisés simultanément pour le téléphone et le télégraphe ou encore deux circuits peuvent être combinés entre eux pour en constituer un troisième, ainsi que nous le verrons dans le chapitre relatif aux lignes téléphoniques.

Les transformateurs utilisés sur les circuits interurbains sont du type toroïdal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

156. Jack de transformation. — Chaque ligne interurbaine à double fil est pourvue de deux jacks. L'un, *Js*, est un jack ordinaire qui reçoit la ligne sur ses deux ressorts et la renvoie, par les contacts de rupture, sur un autre jack *Jt* (*fig.* 176).

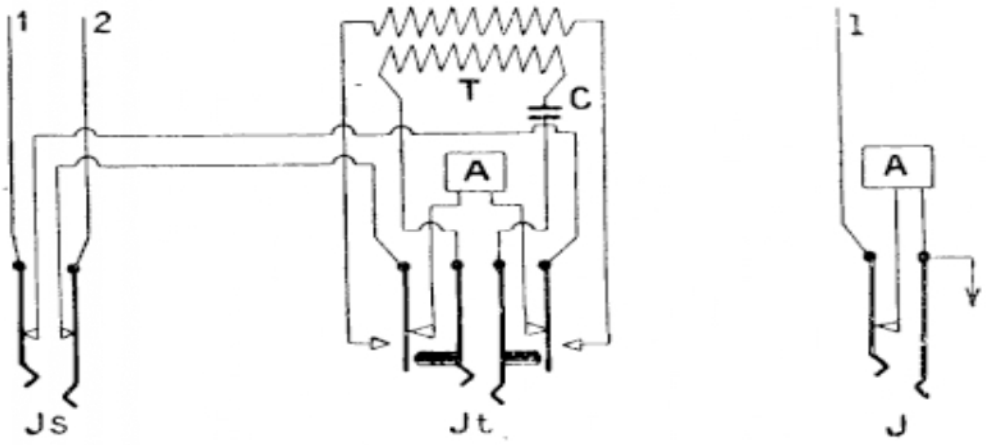


FIG. 176.

Le jack *Js* permet d'appeler ou de mettre la ligne en communication métallique avec une autre ligne bifilaire. Le jack *Jt*, par des ressorts auxiliaires, met la ligne du premier jack en communication avec l'annonciateur d'appel. Quand on y enfonce une fiche, la ligne est reliée au premier circuit du transformateur T dont le deuxième circuit est relié aux ressorts ordinaires.

Dans ces conditions, chaque fois que le circuit interurbain doit être relié avec une ligne qui pourrait y apporter du trouble, la jonction est effectuée par le jack *Jt* : la ligne interurbaine aboutit alors au premier enroulement du transformateur et l'autre ligne se trouve reliée, par le groupe de fiches, avec le deuxième enroulement. Le signal de fin est reçu par l'annonciateur du groupe. Un condensateur est intercalé entre le jack *Jt* et le transformateur pour augmenter l'impédance du shunt de l'annonciateur de fin du dicorde par le transformateur.

Si des lignes à simple fil aboutissent sur le même tableau que des lignes à double fil, elles aboutissent sur un jack à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rupture pourvu d'un annonciateur comme l'indique la figure 176.

157. Tableau, modèle 1911. — Lorsque le nombre des circuits interurbains aboutissant dans le même bureau central devient important, il est intéressant de les concentrer sur un

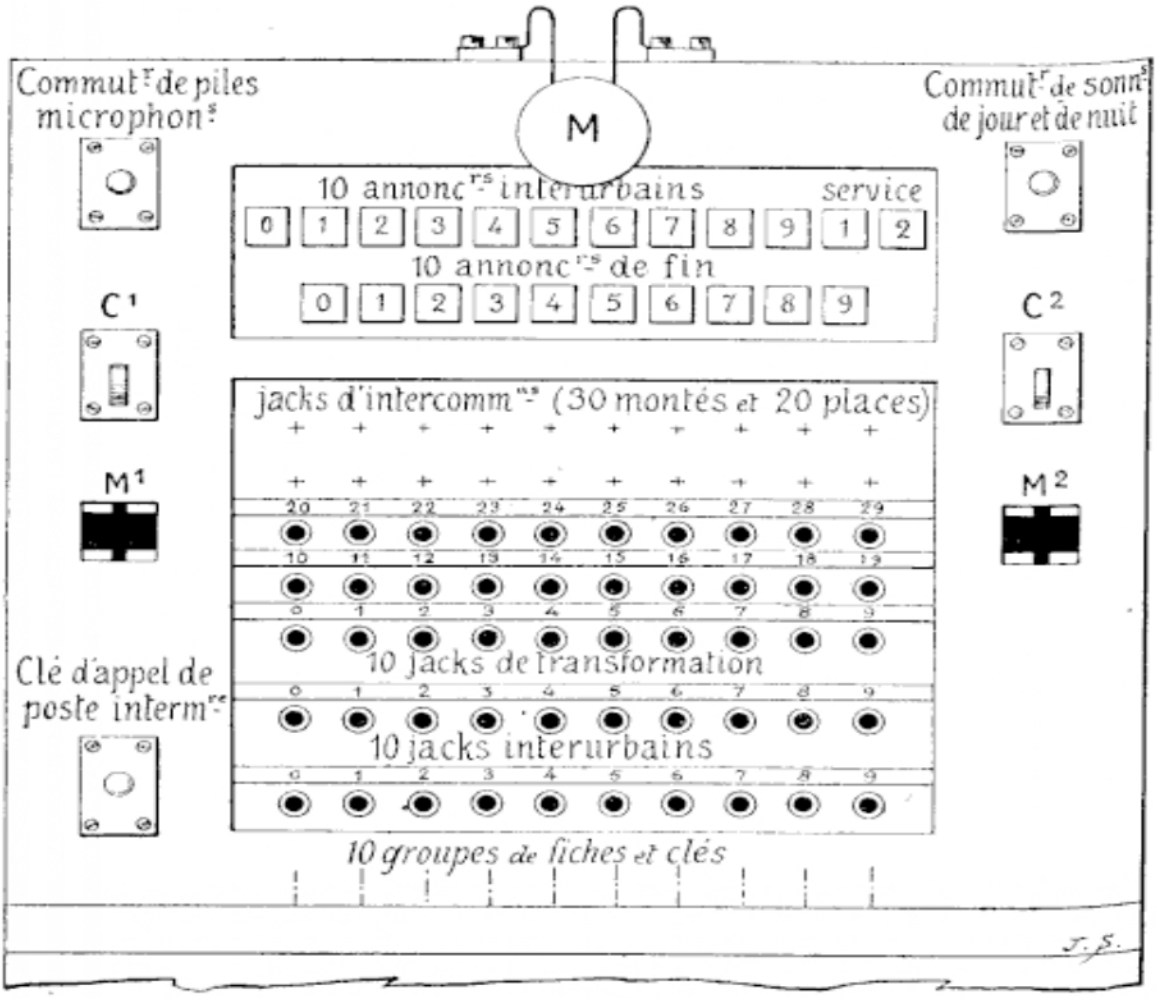


FIG. 177. — Tableau interurbain.

ou plusieurs tableaux spéciaux. Les opérateurs peuvent ainsi se consacrer complètement à la surveillance de leurs circuits et en obtenir un meilleur rendement et, d'autre part, l'équipement de ces tableaux peut comporter tous les dispositifs utiles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'établissement des communications interurbaines ordinaires ou de transit.

Le tableau interurbain représenté schématiquement par la figure 177 comprend, indépendamment des organes du poste d'opérateur qui sont identiques à ceux des tableaux ordinaires :

10 annonciateurs de lignes interurbaines :
2 annonciateurs de lignes de service ;
10 annonciateurs de fin ;
30 jacks d'intercommunication (place prévue pour 50) ;
2 jacks de lignes de service sont pris parmi les précédents ;
10 jacks de lignes interurbaines, doublés par 10 jacks reliés à des transformateurs ;
10 groupes (fiches et clés).

Les deux lignes de service qui aboutissent aux deux jacks et aux deux annonciateurs peuvent servir à relier l'opérateur à ceux des tableaux ordinaires ; elles permettent aussi de le relier au poste du guichet qui dessert la cabine publique.

Les jacks d'intercommunication sont divisés par groupes et reliés en nombre suffisant à des jacks de même sorte des différents tableaux ordinaires et, s'il y a lieu, à des jacks d'intercommunication d'un autre tableau interurbain. Le chapitre suivant est d'ailleurs consacré à l'installation des lignes de service et des intercommunications.

158. Tableau, modèle 1921. — Comme aspect il diffère à peine du précédent. Il comporte des jacks quadruples conjugués au lieu des mâchoires, ancien modèle, pour les postes d'opérateur.

La différence essentielle réside dans la suppression des jacks de transformation pour les circuits interurbains. On passe de la liaison directe à la liaison par transformateur en utilisant un groupe de fiches équipé spécialement avec une clé supplémentaire (*fig.* 178). Sur les dix groupes de fiches et clés, trois sont équipés de cette manière.

Quand la clé de mise sur transformateur est au repos, on a la liaison métallique directe entre les deux fiches ; l'annon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciateur de fin, intercalé sur le primaire du transformateur, est mis par celui-ci en dérivation sur la ligne ; quant au secondaire, il est mis en court-circuit.

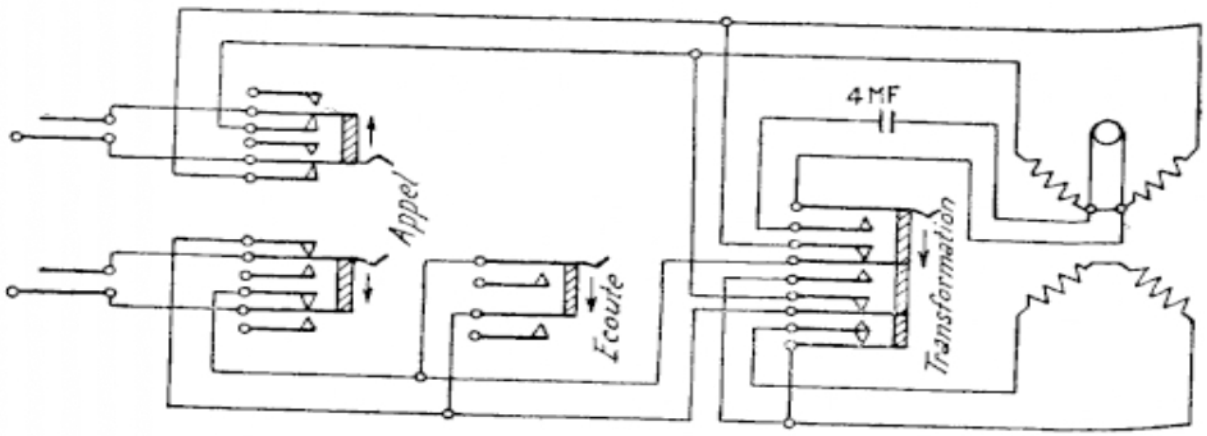


FIG. 178. — Dicorde interurbain avec clé de mise sur transformateur.

Lorsqu'on abaisse la clé, la fiche « ligne » se ferme sur le primaire du transformateur ; l'autre fiche sur le secondaire ; et les deux fiches se trouvent métalliquement séparées. Quant à l'annonciateur de fin, il reste intercalé sur le primaire, mais il se trouve shunté par un condensateur afin de ne pas affaiblir les courants de conversation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII

INTERCOMMUNICATIONS

159. Poste central comportant moins de cinq tableaux. — Nous avons déjà vu, à propos de l'installation possible de deux tableaux à 25 numéros dans le même poste central, que les intercommunications entre deux tableaux contigus étaient inutiles, en raison de la longueur des cordons des fiches. C'est en se basant sur cette disposition que se fait l'installation des lignes d'intercommunication dans un bureau comportant l'emploi de plusieurs tableaux-commutateurs; autrement dit, des intercommunications sont établies entre les tableaux qui ne sont pas voisins.

Par conséquent, si le bureau comporte trois tableaux, les numéros 1 et 3 sont reliés entre eux (*fig.* 179). S'il y a quatre tableaux, des intercommunications relient les numéros 1 avec 3 et 4, et 2 avec 4 (*fig.* 180).

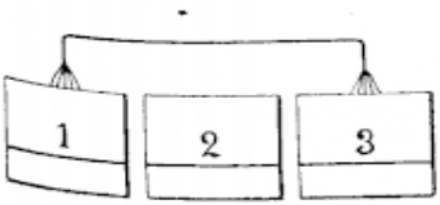


FIG. 179.

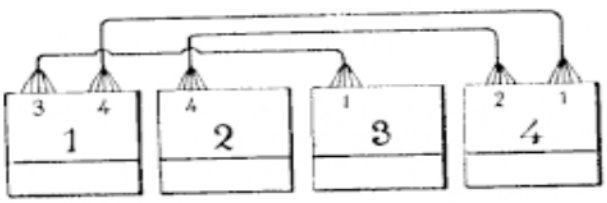


FIG. 180.

Les tableaux étant ainsi agencés, la jonction entre deux abonnés qui sont desservis par deux tableaux non contigus est établie en utilisant une intercommunication, c'est-à-dire en reliant l'abonné demandeur à la première intercommuni-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation libre et en réunissant, dans l'autre tableau, le jack de service correspondant avec celui de l'abonné demandé. La double manœuvre peut être effectuée par l'opérateur qui a reçu la demande, ou bien, sans se déranger, celui-ci indique, à haute voix, à son collègue, le numéro de l'intercommunication à utiliser et le numéro de l'abonné demandé. Il est aisé de comprendre que, quelle que soit celle des deux manières employée pour opérer la jonction, ce système devient impraticable quand le nombre de quatre tableaux est dépassé. On installe alors des lignes de service qui permettent aux opérateurs de donner *téléphoniquement* à leurs collègues les indications nécessaires aux intercommunications.

160. Poste central desservi par plus de quatre tableaux. — Nous prendrons comme exemple l'installation représentée par la figure 181 ; c'est-à-dire le cas du bureau comportant six tableaux d'abonnés et sept tableaux interurbains.

On voit que, conformément au principe qui vient d'être indiqué, chaque tableau urbain ou interurbain est relié, par des *intercommunications*, à chacun des autres tableaux, sauf à ceux qui lui sont contigus. Le nombre des lignes est déterminé d'après l'intensité du trafic : chacun des traits du dessin peut donc représenter trois, quatre ou cinq intercommunications. D'ailleurs, lorsque toutes les lignes reliant deux tableaux sont occupées, les téléphonistes desservant ces tableaux peuvent, au besoin, et si elles sont libres, utiliser les intercommunications des deux tableaux voisins du leur.

Tous les tableaux sont reliés par des *lignes de service* de manière que chacun des opérateurs puisse être appelé par tous les autres, sauf par ses deux voisins (ou son voisin s'il s'agit de ceux des tableaux placés aux extrémités des rangées). A cet effet, chacune de ces lignes, la cinquième par exemple, est *multiplée* sur les organes suivants : un jack avec annonciateur dans le tableau urbain 5 et un jack simple dans les tableaux 1, 2, 3, ainsi que dans les sept interurbains. L'opérateur du tableau 5 peut donc être appelé par les dix opérateurs qui ont un jack en dérivation sur cette ligne, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

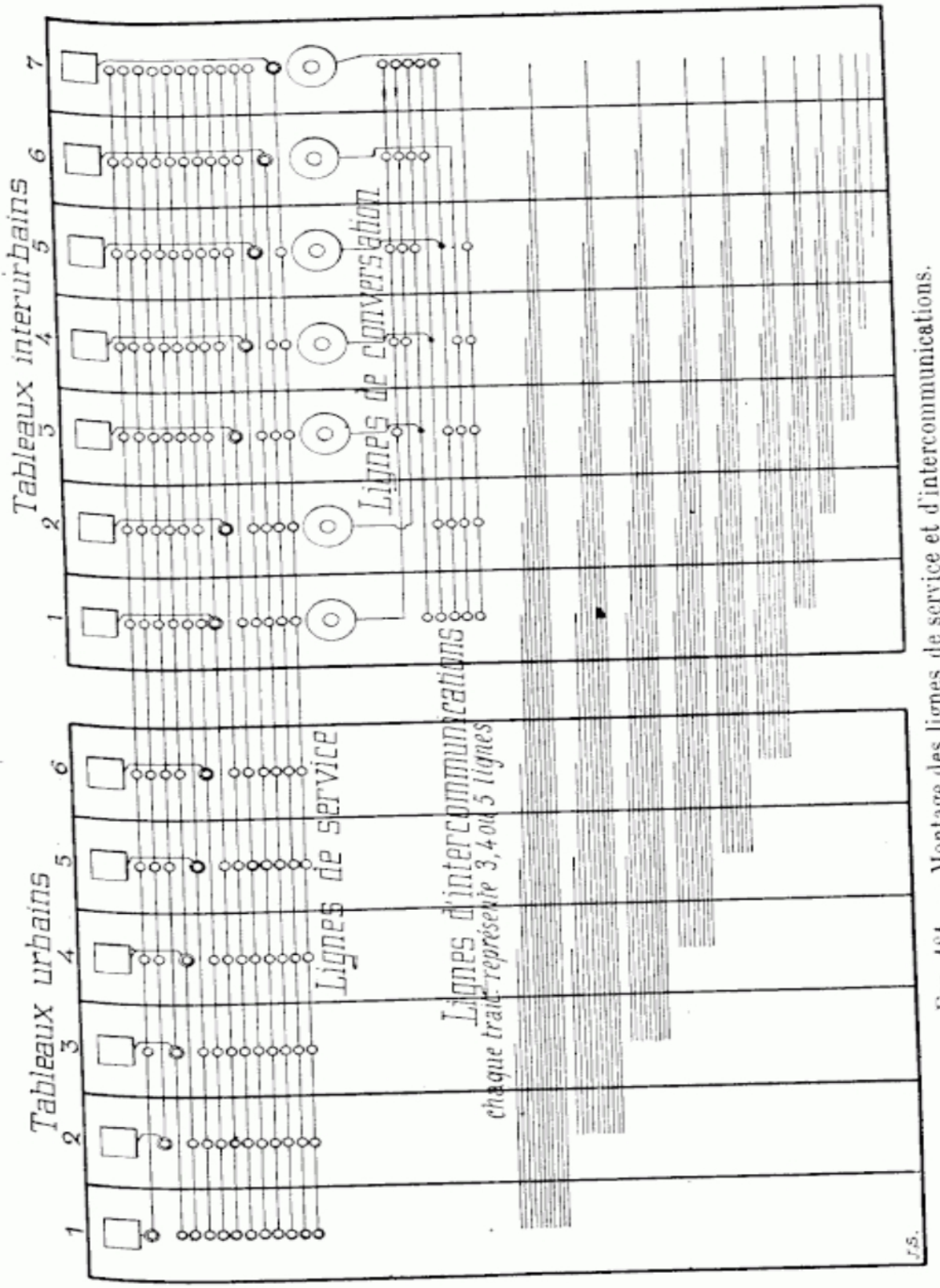


FIG. 181. — Montage des lignes de service et d'intercommunications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même qu'il peut appeler ceux-ci par les dix jacks qui sont en dérivation sur leurs lignes.

Les tableaux interurbains sont, en outre, reliés entre eux par des *lignes de conversation*. Comme les précédentes et suivant le même principe, ces lignes sont multiplées sur des jacks simples ; mais chacune d'elles est reliée directement au secondaire du poste d'opérateur de l'un des tableaux. Comme nous le verrons en étudiant l'usage des intercommunications, un appel préalable n'est pas nécessaire pour donner des ordres par ces lignes.

161. Établissement des communications. — Nous laisserons de côté la manœuvre, déjà connue, qu'un opérateur effectue pour répondre à l'appel d'un abonné ainsi que les communications à établir sur un même tableau ou entre tableaux voisins. Il en sera de même de certains détails d'exploitation, entre autres ceux relatifs aux circuits interurbains.

a) Un abonné demande un autre abonné. — Aussitôt la demande reçue, l'opérateur relève la clé d'écoute et enfonce la deuxième fiche dans le jack d'une intercommunication libre reliant son tableau à celui qui dessert l'abonné demandé Puis, à l'aide d'une fiche et des clés d'un autre groupe, il se porte sur la ligne de service de ce tableau et, après avoir attendu, le cas échéant, la fin d'un ordre donné par un autre opérateur, il appelle son collègue et lui indique le numéro de l'abonné demandé ainsi que le numéro de l'intercommunication à utiliser ; par exemple : « 480 sur 6 ».

b) Quand l'*abonné appelant demande un circuit interurbain*, l'opérateur appelle le tableau desservant ce circuit en mettant, dans le jack de service, la deuxième fiche du groupe déjà utilisé pour répondre à l'appelant : l'opérateur interurbain se trouvant alors en relation directe avec l'intéressé, lui indique le moment où la communication lui sera donnée. Dès que ce moment est venu, l'interurbain indique au tableau urbain, par la ligne de service, l'intercommunication à utiliser pour relier l'abonné demandeur au circuit désiré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c) *Un circuit interurbain demande un abonné.* — La communication est établie comme au paragraphe *a*), mais c'est le tableau qui dessert le circuit qui est évidemment le point de départ de la manœuvre.

d) *Communication entre circuits interurbains.* — L'opérateur interurbain qui reçoit la demande d'un autre circuit desservi par un autre tableau que le sien ou ses voisins, met une fiche d'un groupe libre dans le jack de la ligne de conversation reliée au tableau intéressé, attend au besoin la fin d'un ordre en cours, formule sa demande à l'opérateur de ce tableau et, dès que le circuit est libre, lui indique le numéro de l'intercommunication à utiliser pour mettre, des deux côtés, les deux circuits en relation.

On peut remarquer que l'échange des conversations de service entre les tableaux interurbains peut s'effectuer aussi par les lignes de service. En effet, les lignes de conversation n'ont été établies qu'à titre d'essai, et elles ne seront utilisées que si l'expérience démontre que leur emploi est préférable à celui des autres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VII

TABLEAUX D'ABONNÉS POUR BATTERIE CENTRALE

162. Généralités. — Nous avons vu que la batterie centrale présente entre autres avantages celui de donner automatiquement la signalisation (ou supervision) à l'opératrice du bureau de la situation du poste des correspondants. Il suffit de rappeler ici que toute ligne d'abonné qui a décroché son récepteur est parcourue par un courant, et qu'au contraire, lorsque le récepteur est accroché, la ligne ne permet pas le passage du courant continu, mais peut recevoir les appels du central en courant alternatif.

Le même principe, en raison des facilités d'exploitation qu'il permet, doit évidemment s'appliquer aux lignes aboutissant sur un tableau et susceptibles d'être mises en relation avec des postes supplémentaires rattachés sur ce même tableau.

Il y a lieu de distinguer deux cas :

La signalisation transmise peut être celle de l'occupation de la ligne réseau par l'abonné du poste supplémentaire, mis en relation avec elle ou, au contraire, celle des manœuvres effectuées par l'opérateur du tableau.

Si le tableau est bien desservi, c'est-à-dire si l'opérateur de ce tableau est présent en permanence, il n'y aura aucune difficulté à appliquer la deuxième solution. Dans ce cas, le simple enfoncement de la fiche dans le jack-réseau doit boucler cette ligne et le signal de fin ne sera donné que lors du retrait de cette fiche par l'opérateur qui coupe dès que le poste supplémentaire l'avise de la fin de la communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette solution exigeant la présence permanente d'un opérateur au tableau ne sera évidemment applicable qu'aux installations d'abonnés importantes ainsi qu'aux bureaux de l'État comportant des standards à B. L. en relation avec d'autres bureaux à B. C.

Dans les installations de moindre importance, le trafic ne justifie pas la présence permanente de l'opérateur au tableau qui sera alors du type mal desservi. Dans ces conditions, l'adoption de la méthode précédente risquerait de faire tarder la libération de la ligne-réseau ; de plus, en cas d'incident quelconque, l'abonné du poste supplémentaire n'ayant de signalisation qu'avec son tableau serait dans l'impossibilité de prévenir l'opératrice du réseau sans l'intervention, qui peut être tardive, de l'opératrice de son propre tableau. Ces difficultés ont conduit à adopter pour les tableaux mal desservis le principe que la signalisation (supervision) serait donnée au bureau central par le poste supplémentaire lui-même. Il faudra donc que les postes supplémentaires soient équipés eux-mêmes comme des postes à batterie centrale tout au moins en ce qui concerne la signalisation et que la liaison entre leur ligne et la ligne-réseau soit métallique.

163. Tableaux bien desservis. — Sur les standards ou tableaux bien desservis, la ligne réseau (ou les lignes réseau) seule, doit recevoir un équipement spécial. Elle doit comporter en dérivation un annonciateur condensé ; l'annonciateur devant avoir une grande impédance, sa résistance sera de 1.000 ohms. Il faut que l'enfoncement d'une fiche dans le jack boucle la ligne et pour que les courants de conversation puissent passer de la ligne-réseau sur le dicorde, cette boucle sera constituée par le primaire d'un transformateur dont le secondaire sera branché sur le dicorde.

Le transformateur utilisé est un translateur téléphonique à deux enroulements de 46 ohms chacun et l'installation est réalisée conformément à la figure 182.

Les deux ressorts du jack sont reliés à l'un des enroulements du transformateur et la ligne du réseau est reliée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre (*fig.* 182) ; mais le circuit de la batterie centrale devant être ouvert au repos, l'une des connexions passe par deux lames que le grand ressort du jack met en contact, par l'intermédiaire d'une pièce isolante *i*, lorsqu'on enfonce une fiche. Quand une communication est établie entre le réseau et un poste supplémentaire, on voit que le transformateur est intercalé entre les deux lignes ; le poste supplémentaire ne peut donc pas donner automatiquement le signal de fin au bureau, mais il doit le donner manuellement au poste principal ; apercevant ce signal, l'opérateur le transmet alors au bureau par le simple enlèvement de la fiche.

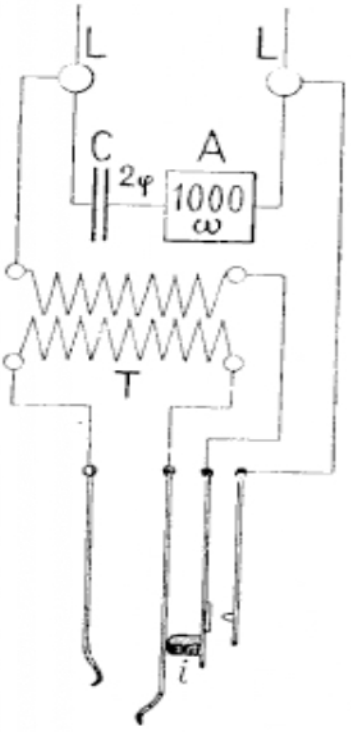


FIG. 182.

Une autre solution, admise par l'Administration comme la précédente, pour la transformation d'anciens tableaux, consiste à transformer un groupe de fiches au lieu du jack du réseau. Le groupe ainsi équipé sera dès lors réservé pour les jonctions à opérer entre le réseau et les postes supplémentaires, tandis que les autres groupes ne serviront qu'à relier ces derniers entre eux. Le transformateur est intercalé entre les plots d'attache du cordon de l'une des fiches et la clé d'appel correspondante (*fig.* 183).

Ce système a l'inconvénient de nécessiter un changement de groupe de fiches, si le poste auquel l'opérateur répond en employant un groupe non transformé demande à communiquer avec le réseau.

Si, dans les deux solutions, on examine une communication établie par le transformateur, on remarque que la ligne supplémentaire est terminée par deux dérivations de résistances très inégales : l'annonciateur de fin et l'enroulement du transformateur, c'est-à-dire 1.000 ω et 46 ω. C'est donc ce dernier qui absorbe la majeure partie du courant envoyé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour le signal de fin. Un réglage approprié de l'annonciateur lui permet de fonctionner convenablement ; mais on est quelquefois obligé de couper encore une fois le circuit au moyen d'un condensateur. Celui-ci est alors monté, dans la première

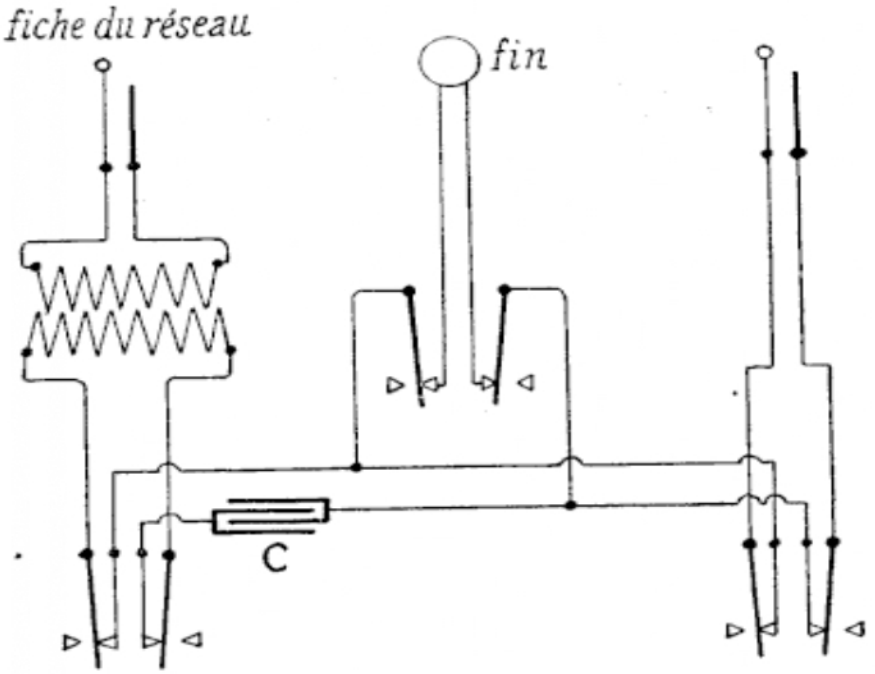


FIG. 183.

solution (*fig.* 182), entre le jack et le transformateur, et dans la seconde (*fig.* 183), sur la jonction des clés d'appel.

Avec les tableaux bien desservis, les postes d'abonnés ne subissent aucune modification d'équipement.

TABLEAUX MAL DESSERVIS

164. Tableaux à lignes supplémentaires trifilaires. (*fig.* 184). — Dans ces tableaux, comme dans les précédents, la ligne-réseau doit comporter un annonciateur condensé de grande impédance (1.000 ohms).

Lorsque l'opérateur du tableau répond à un appel, il doit encore boucler la ligne pour provoquer l'arrêt de l'appel (qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme nous le verrons, est automatique ou demi-automatique) et donner au bureau à B. C. la signalisation de sa réponse ; toutefois cette signalisation ne devant pas dépendre de l'enfoncement de la fiche, mais seulement de la situation de l'abonné du poste supplémentaire ou du poste d'opérateur lui-même, c'est donc la manœuvre d'écoute faite par l'opérateur qui doit boucler la ligne-réseau sur le secondaire de son poste.

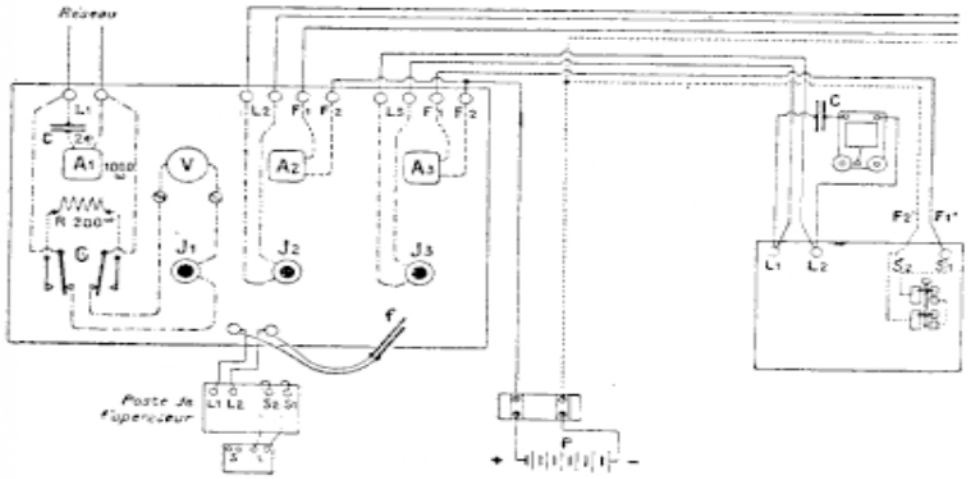


FIG. 184. — Tableau à lignes supplémentaires tripolaires.

Puis l'opérateur doit pouvoir appeler le poste supplémentaire demandé et lui parler, donc se porter en écoute sur cette ligne sans supprimer cependant la boucle de la ligne-réseau, ce qui donnerait le signal de fin au bureau à B. C. Une clé de garde est donc nécessaire pour garder la ligne réseau en la bouclant sur une résistance de l'ordre de 200 ohms pendant que l'opérateur parle au poste supplémentaire.

Puis la communication est établie entre la ligne-réseau et le poste supplémentaire, et c'est ce dernier qui doit produire la boucle de façon qu'à son raccrochage le réseau reçoive le signal de fin. La clé de garde doit donc être relevée pendant la communication et les postes supplémentaires doivent être équipés comme les postes à B. C., tout au moins en ce qui concerne la signalisation. Nous trouverons donc deux classes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parmi ces tableaux : ceux dans lesquels les postes supplémentaires seront alimentés directement par le réseau en courant microphonique pendant leurs communications avec lui et ceux dans lesquels subsistent des piles microphoniques (Postes à B. L. adaptés à la batterie centrale). Dans l'un et l'autre type, une sonnerie condensée équipera chaque ligne supplémentaire, permettant ainsi le rappel par le réseau.

Pendant la durée d'une communication entre le poste supplémentaire et le réseau, l'opérateur doit pouvoir contrôler l'occupation de la ligne-réseau et, à cet un effet, un voyant équipe cette ligne. Le voyant est constitué par un électro-aimant monté en série avec la ligne ; quand le courant le parcourt, c'est-à-dire tant que la ligne réseau est occupée par une communication, il attire son armature qui déplace alors un écran devant une ouverture pratiquée dans le tableau. Pour que cet électro-aimant n'affaiblisse pas, par son impédance, les courants de conversation, celle-ci peut être diminuée par plusieurs procédés :

a) Résistance en dérivation sur le relais : l'impédance devient négligeable, mais une partie seulement du courant continu traverse le relais et sa sécurité de fonctionnement est par suite diminuée ;

b) Condensateur en dérivation sur le relais : la totalité du courant continu est utilisée, mais la self du relais et le condensateur peuvent former bouchon pour certaines fréquences des courants téléphoniques et, par suite, aggraver les inconvénients pour ces fréquences ;

c) Utilisation de relais à chemise de cuivre : ces relais ne présentent qu'une faible impédance pour les courants alternatifs et par suite téléphoniques, si leur construction est soignée.

L'utilisation d'un voyant permet donc de donner automatiquement, par son effacement, le signal de fin au tableau en même temps qu'au bureau central, au simple raccrochage du poste supplémentaire.

Nous voyons toutefois que ce procédé ne permet pas au poste supplémentaire, au cours d'une communication avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le réseau, de rappeler l'opérateur sans, en même temps, alerter le bureau à B. C. On est donc conduit à équiper entre les postes supplémentaires et le tableau une ligne spéciale pour appeler le tableau ; cette ligne aboutit à un annonciateur indépendant de la ligne supplémentaire proprement dite et sur le poste supplémentaire à une clé d'appel ; une seule pile d'appel, placée au tableau, est d'ailleurs nécessaire pour tous les postes supplémentaires ; les lignes de signalisation sont à deux fils ou à un seul fil, si on constitue le retour par le plomb du câble ou la terre. Les lignes supplémentaires sont donc en fin de compte à trois fils.

L'opérateur appelle les postes supplémentaires à l'aide d'une magnéto. Les dicordes sont métalliques, sans annonciateur de fin, les abonnés pouvant donner la fin par leur bouton d'appel et leur annonciateur en cas de communication entre deux postes supplémentaires.

165. Tableaux à ligne-réseau terminée par un monocorde. — Les tableaux à lignes trifilaires que nous venons d'étudier conduisent cependant à de grandes dépenses d'installation lorsque certains postes supplémentaires sont éloignés du tableau et si, en particulier, ils sont situés dans des immeubles et des quartiers différents. Dans ce cas, on est obligé de construire des lignes longues à trois fils qui passent nécessairement dans les câbles du réseau général où toutes les lignes sont à deux fils. Il peut donc y avoir intérêt, dans ce cas, à rechercher une solution permettant de n'emprunter que des lignes bifilaires et d'utiliser les deux fils de conversation pour les appels entre les postes supplémentaires et le tableau.

Il suffit pour cela de faire aboutir les lignes des postes supplémentaires sur des jacks à rupture comportant un annonciateur d'appel. L'appel du tableau se produira par simple décrochage comme en B. C. et, dans ce but, l'annonciateur d'appel sera alimenté par la batterie d'appel comme dans les tableaux précédents (*fig.* 185).

Mais il faut encore que, dans le cas d'une communication entre deux postes supplémentaires, le signal de fin soit reçu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au tableau; or, les postes ne disposent d'aucun organe d'appel susceptible de faire fonctionner un annonciateur de fin manuel, aussi l'annonciateur de fin monté sur le discorde est-il constitué, en réalité, par un relais alimenté commandant un voyant qui ne revient au repos que lorsque les deux postes ont raccroché.

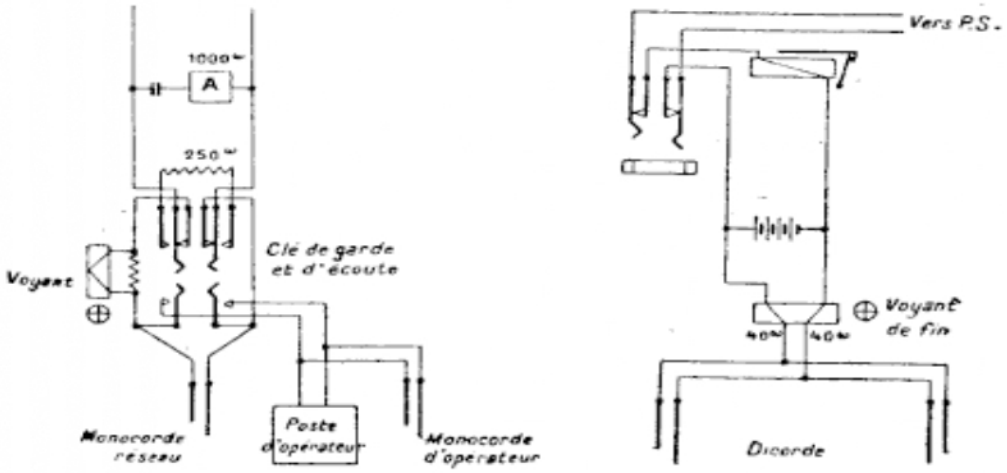


FIG. 185. — Tableau à ligne-réseau monocorde.

Dans une communication d'un poste supplémentaire avec le réseau, la liaison établie ne devant pas comporter d'autre circuit continu en dérivation que le poste supplémentaire lui-même, pour que ce soit celui-ci qui commande la signalisation au bureau, le même dicorde ne peut servir. Pour éviter la présence de dicordes différents, donc des sources d'erreur, la ligne-réseau se termine par un monocorde; elle comporte, comme dans le tableau précédent, un voyant et une clé de garde.

Dans ce tableau, un poste supplémentaire en communication avec le réseau ne peut pas rappeler le poste d'opérateur sans gêner le réseau et, d'autre part, les voyants du réseau et des dicordes ne peuvent, sans grosses difficultés, actionner des sonneries; la libération sera donc moins rapide, le tableau étant par définition mal desservi et le retour au repos des voyants n'étant pas suffisant pour alerter l'opérateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On pourrait remédier à ces difficultés en munissant les postes supplémentaires de magnétos et en utilisant un dicorde à annonciateur de fin manuel, mais condensé susceptible par suite de servir également pour le réseau. Cette solution est onéreuse ; de plus, l'envoi de courant alternatif sur la ligne-réseau est un inconvénient et enfin la présence de l'annonciateur condensé en dérivation sur la communication où se trouve déjà la sonnerie condensée de l'abonné est une cause supplémentaire d'affaiblissement et peut présenter une gêne dans certains cas. Aussi cette solution est-elle généralement rejetée.

166. Tableaux à leviers pour réseaux à B. C. — Nous avons déjà vu le principe des tableaux à leviers à B. L. Pour transformer ceux-ci ou pour construire des tableaux à leviers pour les réseaux à B. C., il suffit d'équiper la direction-réseau avec un annonciateur d'appel condensé et une clé de garde. Chaque poste supplémentaire appellera le tableau comme dans le type précédent par simple décrochage et, dans ce but, sa ligne comporte un annonciateur d'appel alimenté par une batterie de piles.

Chaque ligne de renvoi correspondant à un dicorde sera pourvu d'un voyant qui sera alimenté dorénavant par le réseau dans le cas d'une communication avec celui-ci et par la batterie d'appel dans le cas d'une communication entre deux postes supplémentaires.

167. Tableaux pour réseaux automatiques. — Les tableaux pour réseaux automatiques ne diffèrent pas en principe des tableaux pour réseaux à B. C., mais certaines précautions spéciales doivent être prises :

1° La commande des organes automatiques du bureau étant faite par les interruptions courtes du courant qui traverse la ligne sous l'action du disque d'appel (impulsions), il est indispensable que, pendant la mise en communication, aucune interruption de cette nature ne se produise puisqu'elle fausserait la sélection, c'est-à-dire la recherche du numéro

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désiré. De plus, si cette interruption avait une durée supérieure à celle des impulsions, elle se traduirait par la déconnexion de l'abonné, la libération des organes empruntés par la communication au bureau automatique se faisant au raccrochage de l'abonné demandeur. On conçoit, par suite, l'importance d'assurer la garde de la ligne-réseau pendant les manœuvres que fait l'opératrice pour appeler le poste supplémentaire ; il faut que cette garde soit maintenue jusqu'à ce que le poste supplémentaire soit effectivement en ligne et, dans ce but. la garde, est parfois assurée automatiquement ;

2° Dans la plupart des cas, le disque d'appel sera placé sur le tableau lui-même et manœuvré par l'opérateur. L'agencement des divers organes doit être tel que les impulsions ou interruptions du circuit ne soient pas troublées. En particulier, le condensateur de l'annonciateur d'appel pouvant, par ses charges et décharges, déformer ces interruptions, doit être supprimé pendant la manœuvre du disque. Dans le cas où le poste supplémentaire fait lui-même l'appel, son appareil sera muni d'un disque d'appel et, de plus, la liaison entre la ligne-réseau et le poste supplémentaire sera telle que, aucun organe présentant de la self-induction ou de la capacité ne soit interposé.

168. Tableau d'abonnés, modèle 1924, pour réseaux à B. C. ou automatique (1 ligne-réseau, 2 postes supplémentaires). — Ce tableau est du type à leviers et à secret ; les deux postes supplémentaires et le poste d'opérateur ont des appareils à batterie centrale qui sont alimentés directement par le réseau dans le cas de communication extérieure, et par une batterie spéciale dans le cas de communication entre l'opérateur et un poste supplémentaire ou entre les deux postes supplémentaires ; cette batterie sert en outre pour la signalisation.

Ce tableau permet l'établissement simultané d'une communication avec le réseau et d'une communication locale.

On voit sur le schéma de ce tableau (*fig.* 186) que le poste d'opérateur et les deux postes supplémentaires sont embrochés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

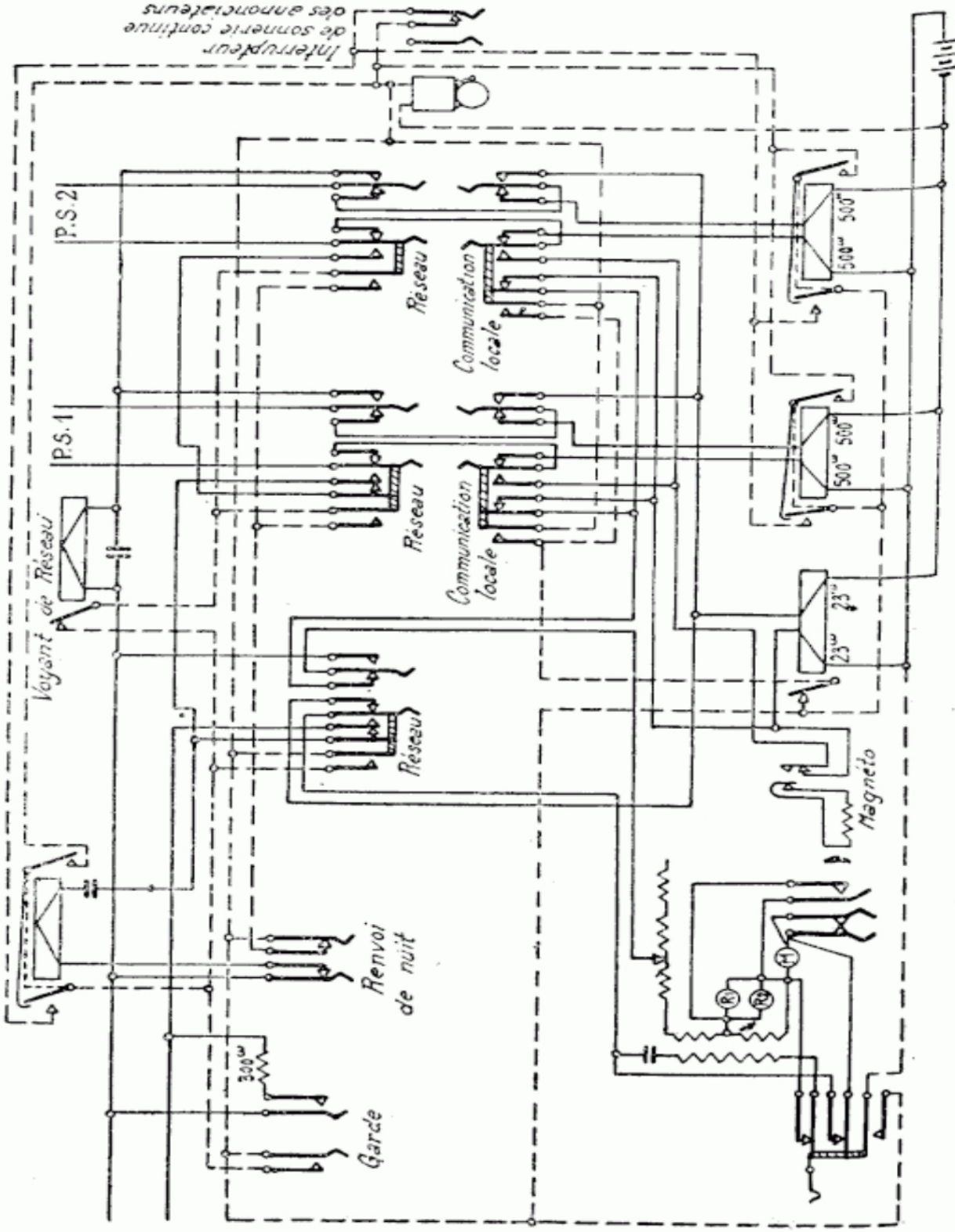


FIG. 186. — Tableau administratif à leviers, modèle 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la ligne-réseau (sur un seul fil) ou, en d'autres termes, que l'un des fils de la ligne-réseau passe successivement en coupure sur chacune des clés-réseau, l'autre fil pouvant être pris en dérivation. Cette solution impose évidemment le secret puisqu'un poste ne peut être branché sur le réseau sans couper le (ou les) suivant.

L'annonciateur d'appel condensé est éliminé (par un fil) quand la clé de l'opérateur est sur un réseau, de façon à permettre le numérotage comme nous l'avons vu précédemment.

Une clé de garde permet de boucler la ligne sur une résistance de 300 ohms.

Un voyant permet de constater l'occupation de la ligne-réseau et d'actionner une sonnerie en fin de communication ; cette possibilité exige quelques précautions, car il faut que le retour au repos du voyant ferme le circuit de la sonnerie et cependant, quand aucune communication n'est établie, le voyant est au repos et le circuit de sonnerie ne doit pas être fermé. On voit sur le schéma que la sonnerie ne peut fonctionner que si l'une des clés-réseau des postes supplémentaires a été manœuvrée.

Les communications locales sont établies par des barres qui permettent en même temps l'alimentation des postes en courant microphonique à travers un relais à deux enroulements qui joue, par rapport aux communications locales, le même rôle que le voyant de réseau pour les communications extérieures.

Quand toutes les clés sont au repos, le poste d'opérateur est branché directement sur ces barres et les postes supplémentaires le sont par la manœuvre des clés « communication locale ». Pour permettre le secret de ces communications quand les clés des deux postes supplémentaires sont manœuvrées, le poste d'opérateur est isolé des barres communes.

Pour permettre l'appel des postes supplémentaires, l'opérateur dispose d'une magnéto qui se substitue au relais d'alimentation, la commutation se faisant sur un seul fil.

Le poste d'opérateur est équipé avec un appareil mo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dèle 1924 renfermé dans le tableau lui-même. Ce poste est muni d'un cadran d'appel si le réseau est automatique.

Le crochet-commutateur est muni d'un contact supplémentaire ne fermant le circuit de sonnerie que si l'appareil de l'opérateur est accroché.

Des circuits de signalisation de fausse manœuvre actionnent la sonnerie quand :

L'opérateur a raccroché en laissant la clé-réseau sur écoute ou la clé de garde enclenchée.

Une clé de renvoi de nuit isole l'annonciateur pour permettre au poste supplémentaire de numéroter lui-même (le voyant ne constitue pas une gêne). De plus, elle coupe le circuit de signalisation de fin constitué par le voyant au repos et une clé abaissée sur un poste supplémentaire ; elle permet la signalisation de fausse manœuvre dans le cas où les deux clés-réseau des postes supplémentaires sont abaissées en même temps que la clé de renvoi de nuit.

Quand leur clé est au repos, les postes supplémentaires sont reliés à un annonciateur d'appel alimenté par la batterie spéciale ; l'appel se fait donc par simple décrochage.

La manœuvre du tableau est la suivante :

1° Réception d'un appel du réseau : l'opérateur met sa clé-réseau sur écoute et décroche ; si la communication est destinée à un des postes supplémentaires, il met la ligne en garde, ramène sa clé d'écoute au repos et abaisse la clé communication locale du P. S. qu'il sonne avec la magnéto, et il peut l'informer de la communication. Il met alors la clé de ce poste supplémentaire sur réseau et ramène au repos sa clé de garde ; quand le voyant reviendra au repos et actionnera la sonnerie, l'opérateur coupera en ramenant au repos la clé du poste supplémentaire ;

2° Appel du réseau par un poste supplémentaire :

Par simple décrochage le poste supplémentaire fait tomber le volet de son annonciateur ; l'opérateur répond en abaissant la clé « communication locale » du poste supplémentaire. Si le réseau est à batterie centrale, il peut passer directement le réseau en mettant la clé du poste supplémentaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur réseau et il raccroche. Si le réseau est automatique, l'opérateur abaisse sa clé-réseau et numérote lui-même, met en garde ; en ramenant sa clé d'écoute au repos, il peut prévenir le poste supplémentaire (ou le rappeler), puis le mettre sur réseau. Quand le voyant fonctionne, il remet au repos la clé de garde et raccroche.

3° Appel d'un poste supplémentaire par l'autre poste supplémentaire :

Après avoir répondu comme précédemment à l'appel du P. S. demandeur, il remet la clé au repos et actionne la clé du P.S. demandé pour le sonner ; à sa réponse, il remet la première clé sur communication locale (ce qui isole l'opérateur d'ailleurs) et raccroche.

On voit combien les manœuvres imposées par un tableau à leviers et à secret sont compliquées et par suite l'utilité d'avoir des circuits de signalisation de fausse manœuvre.

169. Tableau à jacks et dicorde pour lignes-réseau automatiques. — Nous décrirons sommairement, à titre d'exemple, un tableau Thomson-Houston à une ligne-réseau automatique et plusieurs postes supplémentaires. Ces derniers ont des lignes à quatre fils (ou trois fils en utilisant la terre ou l'enveloppe du câble comme conducteur de retour), permettant ainsi de donner le signal de fin au tableau ou de rappeler l'opérateur sans donner la fin au réseau (*fig.* 187).

L'équipement de ces postes est identique à celui étudié pour les réseaux à B.C.

La ligne-réseau aboutit sur un annonciateur condensé à travers un contact à rupture du jack. Elle comporte en outre une clé de garde et un voyant.

Le poste d'opérateur est à batterie locale et comporte un monocorde ; l'enfoncement de celui-ci dans le jack-réseau boucle la ligne par le circuit : L_1, grand ressort du jack, nuque du monocorde, contacts d'impulsions du disque, récepteurs et secondaire de la bobine d'induction (montage antilocal), crochet-commutateur, pointe du monocorde, ressort court du jack, voyant et L_2 par la clé de garde au repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

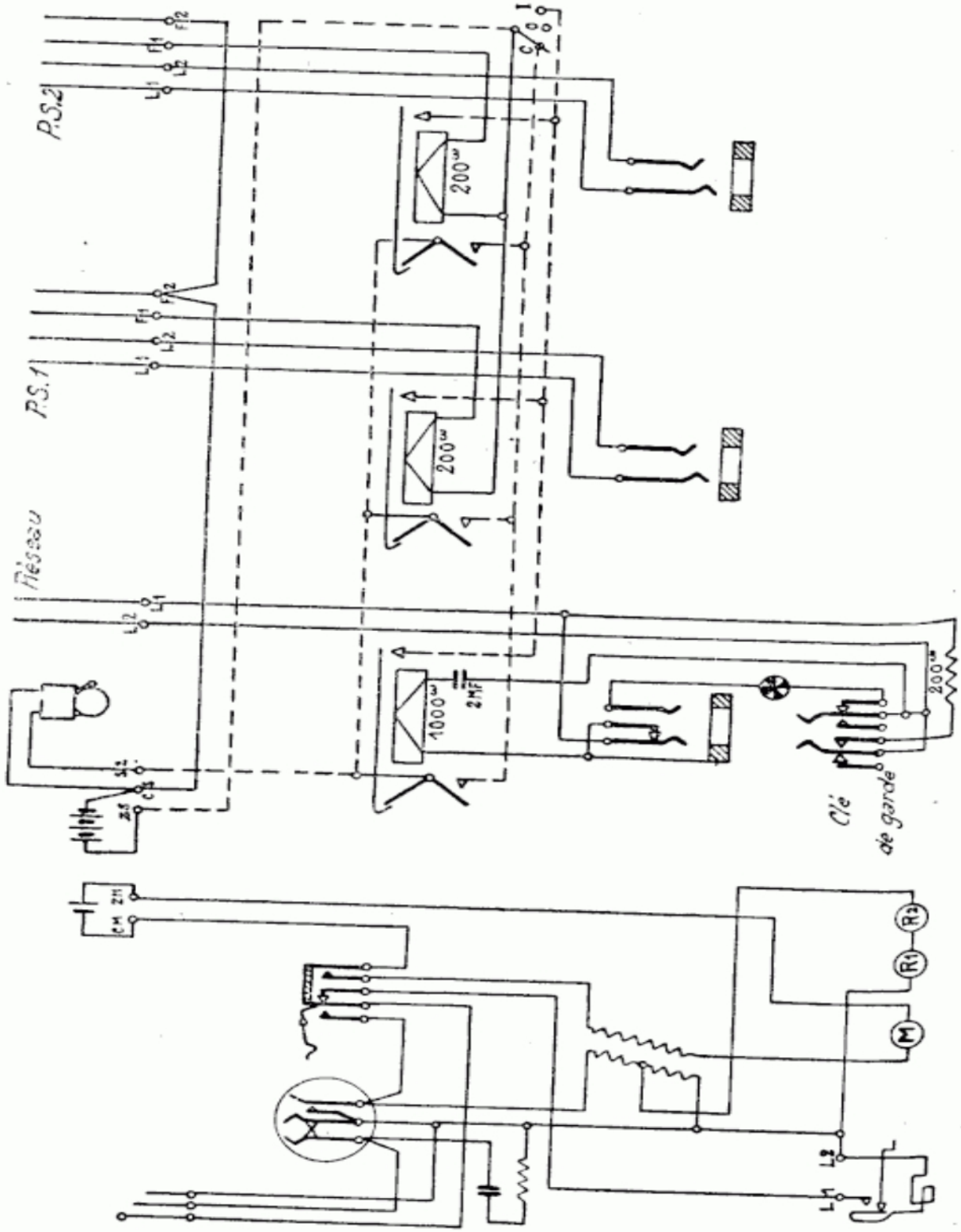


FIG. 187. — Tableau à fiches pour lignes réseau automatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'annonciateur reste en dérivation sur la ligne bien que coupé au contact à rupture du jack, car il est établi par : douille du jack, corps de la fiche et contact d'impulsion ; mais cette solution permet d'une part de le court-circuiter pendant l'envoi des impulsions, ainsi d'ailleurs que tous les organes du poste d'opérateur, et d'autre part, rend possible le rappel par le réseau en cas d'oubli du monocorde d'opérateur dans le jack,

En manœuvrant la clé de garde, l'opérateur boucle directement la ligne-réseau sur la résistance de garde de 200 ohms, et peut retirer son monocorde du jack : l'opérateur peut appeler un poste supplémentaire avec sa magnéto après avoir enfoncé son monocorde dans le jack correspondant.

La liaison entre le réseau et un poste supplémentaire se fait par un dicorde métallique dont les fiches ne comportent que deux conducteurs et sont telles que lorsqu'elles sont enfoncées dans le jack-réseau, le grand ressort et la douille de ce jack sont réunis : l'annonciateur d'appel reste donc en dérivation sur la ligne.

La clé de garde doit ensuite être ramenée au repos.

Le voyant permet à l'opérateur de se rendre compte de l'occupation de la ligne-réseau : il revient au repos au raccrochage du poste supplémentaire en même temps que le réseau reçoit le signal de fin. L'opérateur peut d'ailleurs être prévenu par la chute du volet de l'annonciateur du poste supplémentaire si ce dernier n'oublie pas d'appuyer sur le bouton d'appel de son poste.

170. Tableaux auxiliaires. — Nous avons vu que dans les tableaux destinés à des réseaux automatiques, des précautions spéciales doivent être prises pour assurer la garde des lignes-réseau, éviter toute interruption de circuit lors de la mise en communication et permettre l'envoi d'impulsions sans déformations (pas de décharge de condensateur). Ces conditions imposeraient par suite une transformation complète des anciens tableaux ; aussi, dans un but de simplification et d'économie, se contente-t-on, dans un grand nombre de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cas, de leur adjoindre un tableau auxiliaire. Le tableau auxiliaire ne servira qu'à l'établissement des communications entre le réseau et les postes supplémentaires, l'ancien tableau étant uniquement utilisé pour les communications entre postes supplémentaires.

Lorsque les postes supplémentaires sont mis en relation avec le réseau automatique, puisque nous ne devons trouver aucun organe susceptible de gêner la signalisation, leur annonciateur d'appel sera éliminé. Dans ces conditions, les lignes snpplémentaires passent d'abord en coupure sur les organes de jonction du tableau auxiliaire avant d'être raccordées sur l'ancien tableau et les lignes-réseau sont déconnectées de ce dernier pour recevoir un équipement complet. On voit que cette solution est assez économique puisque les organes des postes supplémentaires sont maintenus (jacks, annonciateurs).

Les modèles de tableaux auxiliaires diffèrent légèrement suivant les constructeurs ; ils sont généralement à leviers. Nous décrirons ici, à titre d'exemple, le tableau auxiliaire de la Société industrielle des téléphones pour deux lignes-réseau et plusieurs postes supplémentaires (*fig.* 188).

Chaque ligne-réseau est équipée avec une clé d'écoute et de garde, un voyant d'occupation de la ligne, une clé de renvoi de nuit et un annonciateur condensé.

Chaque ligne supplémentaire est équipée avec une clé à trois positions : au repos, elle assure la liaison métallique entre le poste supplémentaire et l'ancien tableau ; dans chacune de ses positions de travail, elle branche la ligne supplémentaire en dérivation sur la ligne-réseau correspondante en isolant la liaison vers l'ancien tableau.

Le fonctionnement du tableau auxiliaire est d'ailleurs identique à celui du tableau administratif, modèle 1924, précédemment étudié pour les communications avec le réseau.

Toutefois il comporte une particularité intéressante : la garde est assurée automatiquement à partir du moment où l'opérateur s'est mis en relation avec le réseau jusqu'au dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

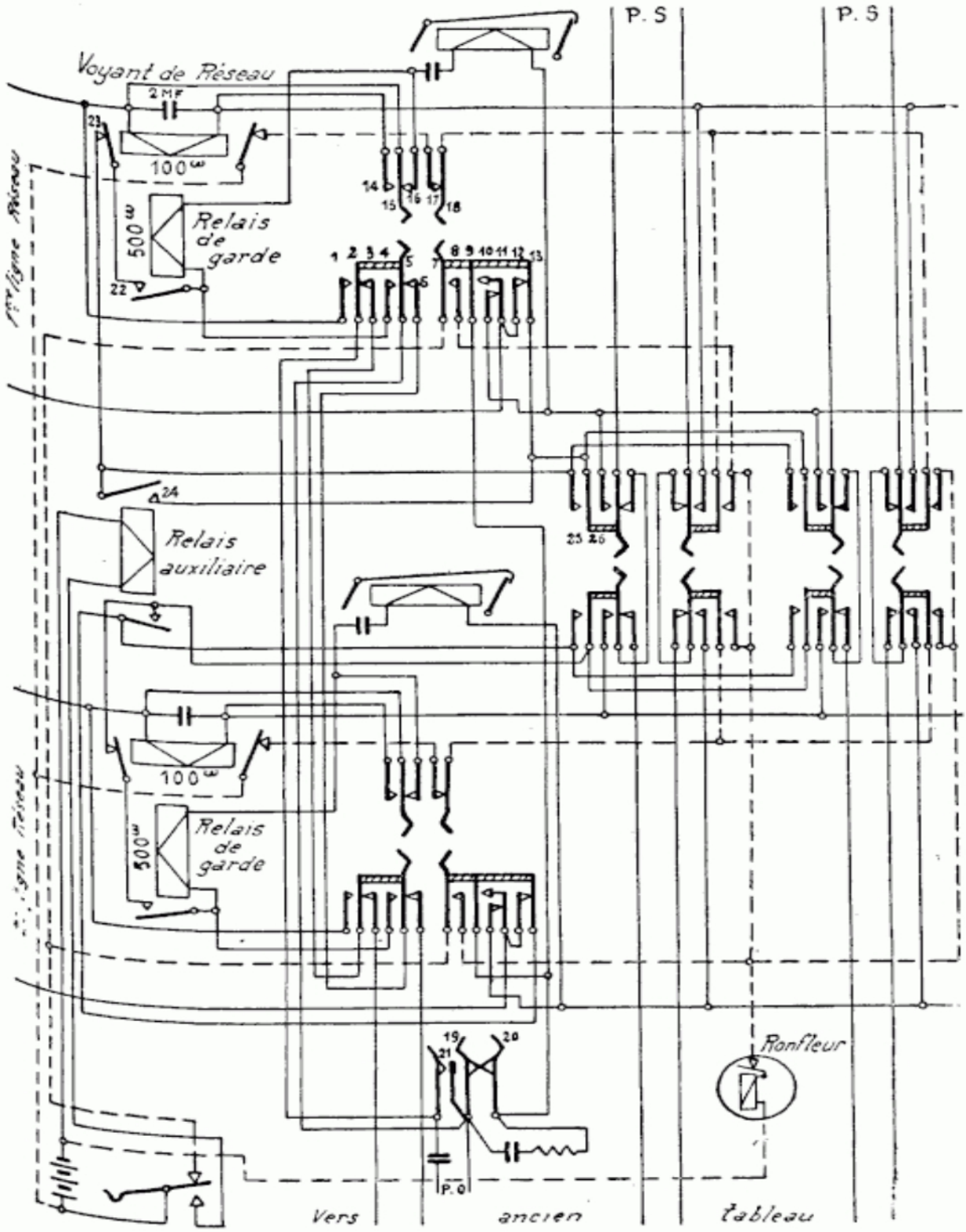


Fig. 188. — Tableau auxiliaire pour 2 lignes réseau.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crochage du poste supplémentaire pour cesser à cet instant seulement.

Dès que l'opérateur abaisse sa clé d'écoute, la ligne-réseau est bouclée par le circuit suivant : fil L_1, contact 15-16, relais de garde de 500 ohms, contact 4-5, contact d'impulsion 19-20 du disque d'appel, contact 9-11, fil L_2. En même temps, l'opérateur est en écoute par le circuit : fil L_1, contact 1-2, contact 21, condensateur, poste d'opérateur, contact 19 ; l'opérateur est donc en dérivation sur le relais de garde, mais cette dérivation comportant un condensateur ne laisse pas passer le courant continu. Si l'opérateur manœuvre son disque, pendant toute la durée de rotation de celui-ci, le contact 24-19 étant établi, on voit que les deux fils L_1 et L_2 sont bouclés par court-circuit, ce qui entraîne plusieurs conclusions :

1° L'envoi des impulsions (ruptures 19-20) se fait sur un circuit sans self (l'annonciateur condensé est coupé en 10-11) ;

2° Le poste d'opérateur est court-circuité en 21-19, donc il ne reçoit pas de tocs dus à l'envoi des impulsions.

Dès que l'envoi des impulsions est terminé, les circuits de garde et d'écoute sont rétablis comme précédemment et le relais de garde attire son armature.

Si l'opérateur ramène sa clé d'écoute au repos, la garde reste assurée par le circuit : fil L_1, 15-16, relais de garde, contact 22 fermé, contact 23 (voyant au repos), contact 24 (relais auxiliaire au travail tant que l'opérateur a décroché son récepteur), contact 13-12 et L_2. Pour éviter d'ailleurs une rupture de ce circuit, le contact 12-13 est établi avant que les contacts 4-5 et 9-11 ne soient rompus. Si l'opérateur appelle un poste supplémentaire (par l'ancien tableau), puis manœuvre la clé correspondant à ce poste et à la ligne-réseau utilisée sur le tableau auxiliaire, le circuit de garde est assuré par les contacts 25-26 de la clé ; l'opérateur peut raccrocher et, par suite, le relais auxiliaire peut revenir au repos sans risques.

Au moment où le poste supplémentaire décroche, le voyant de réseau fonctionne et coupe le contact 23, le circuit de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

garde est ouvert, et c'est le poste supplémentaire lui-même qui garde la ligne. A son raccrochage, en même temps qu'il donne automatiquement la fin au réseau, le voyant revient au repos et actionne un ronfleur.

Les circuits du ronfleur sont représentés en traits pointillés. On voit que le ronfleur fonctionne :

1° Quand une clé de poste supplémentaire est sur réseau et que l'appareil est accroché (voyant au repos) ;

3° Quand la clé d'écoute de l'opérateur est abaissée, et que ce dernier a raccroché.

La clé de renvoi de nuit, comme dans le tableau précédent, coupe un fil de l'annonciateur et le circuit du ronfleur ; elle court-circuite en outre le voyant pour ne maintenir aucun organe en série sur la ligne.

Les circuits de sonnerie des annonciateurs du réseau n'ont pas été représentés ; ils ne diffèrent d'ailleurs pas des tableaux ordinaires.

Au point de vue du montage de ce tableau auxiliaire, on voit que toutes les lignes-réseaux ou supplémentaires aboutissent directement sur ce tableau et que les liaisons entre les deux tableaux comprennent :

1° Deux fils par ligne supplémentaire à raccorder sur les bornes de ligne correspondantes ;

2° Deux fils vers le poste d'opérateur ;

3° Deux fils vers le monocorde d'opérateur, (qui est déconnecté préalablement du poste ;

4° Deux fils vers le crochet-commutateur (pour le ronfleur et le relais auxiliaire) ;

5° Deux fils vers la pile de sonnerie de l'ancien tableau.

Il y a lieu de noter que l'ancien tableau peut garder les lignes supplémentaires à trois fils avec les avantages qu'elles comportent.

171. Boîtes de coupure. — Les boîtes de coupure sont des installations qui permettent à un poste privilégié (poste de directeur par exemple) de surveiller sans les troubler les communications écoulées par toutes les lignes (ou une partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seulement suivant le désir) de l'installation et de les couper à volonté pour les prendre pour son propre compte. Dans ce but, toutes ces lignes passent dans le poste et sont munies d'une clé à deux positions : écoute et coupure avec, en outre, une clé de garde pour les lignes-réseau B. C. ou automatiques.

Nous décrirons, à titre d'exemple, une boîte de coupure Ericsson pour une ligne-réseau automatique, une ligne avec le tableau de l'installation et deux lignes supplémentaires en coupure sans écoute (*fig.* 189).

La clé d'écoute branche le poste de la boîte de coupure en dérivation sur la ligne-réseau, mais à travers un condensateur, afin de ne pas troubler les signalisations ou l'envoi des impulsions: en effet, si ce condensateur n'existait pas, la ligne-réseau serait bouclée à travers le poste et il serait impossible au tableau de numéroter puisqu'il ne pourrait créer aucune interruption du circuit; de plus, au raccrochage du poste supplémentaire, le réseau ne recevrait pas la fin. Dans l'exemple choisi, le poste, possédant une pile microphonique, pourra également prendre part à la communication en cours.

La clé de coupure isole la ligne-réseau du tableau pour la raccorder sur le poste de la boîte de coupure en passant par la clé de garde au repos ; la ligne-réseau est alors bouclée sur le circuit : contact de disque au repos, secondaire de la bobine d'induction, et les récepteurs. Si le disque est manœuvré, le secondaire et les récepteurs sont court-circuités pour que l'envoi des impulsions se fasse sans déformations.

La clé de garde permet de maintenir la ligne-réseau bouclée quand, la clé de coupure étant déjà manœuvrée, l'abonné désire appeler un des postes supplémentaires.

La clé de tableau permet les communications entre le poste et le tableau et la ligne supplémentaire correspondante est à quatre fils (trois en utilisant la terre comme nous l'avons vu précédemment) avec un bouton d'appel.

Les lignes des postes supplémentaires passent en coupure dans la boîte, permettant ainsi l'appel de ces postes sans l'intermédiaire de l'opérateur du tableau. A cet effet, une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

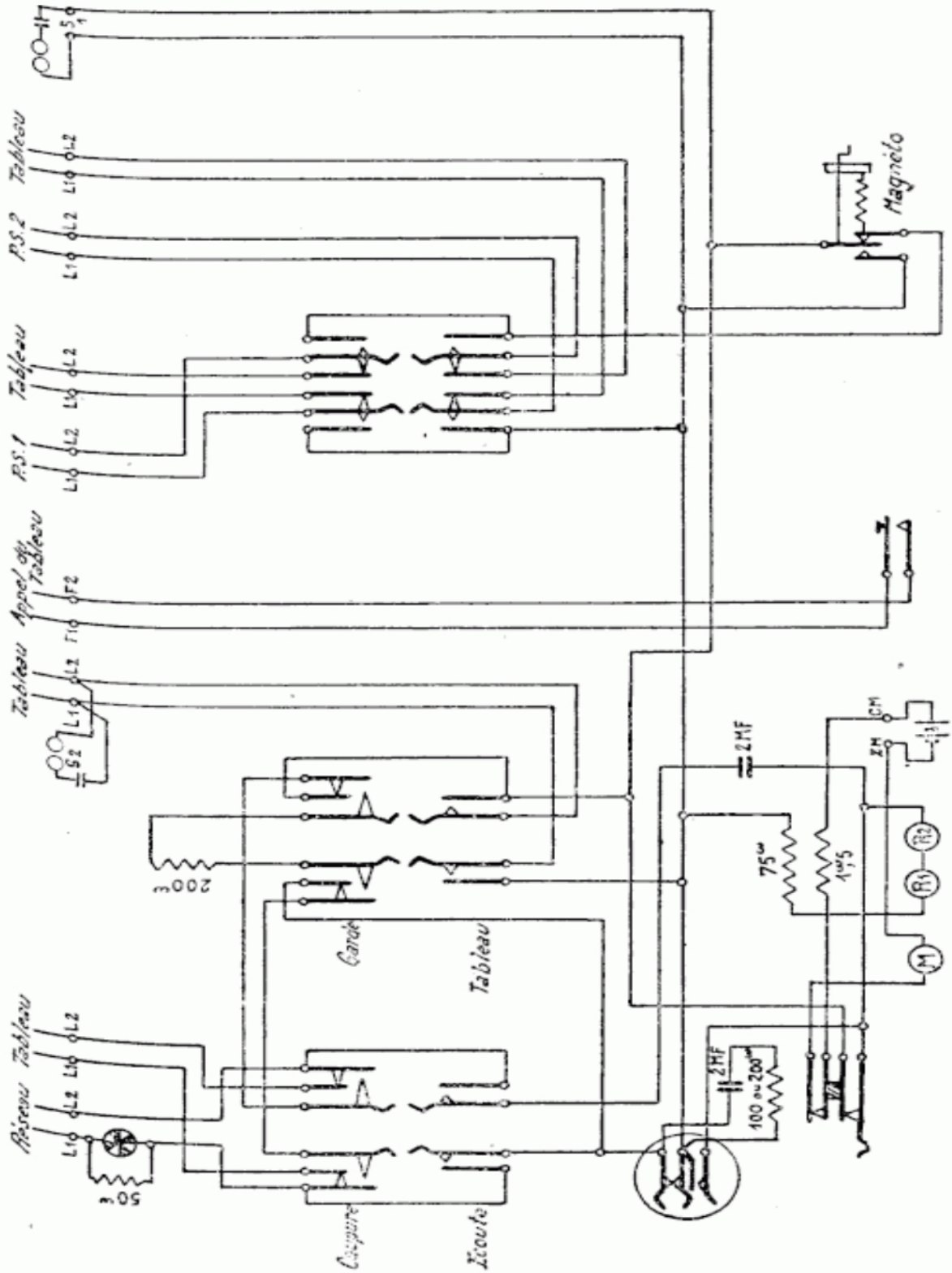


FIG. 189. — Boîte de coupure à une ligne réseau-automatique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

magnéto d'appel est donc nécessaire. La clé est à trois positions : au repos, la continuité des lignes est assurée entre chacun des postes et le tableau, dans une des positions de travail, un des postes se trouve coupé du tableau et renvoyé sur le poste de la boîte de coupure et, dans la troisième position, c'est le deuxième poste qui est renvoyé.

En résumé, cette boîte de coupure permet :

1° L'écoute et la conversation sur la ligne-réseau déjà occupée par l'opérateur du tableau ou un poste supplémentaire ;

2° Les relations dans les deux sens avec le tableau ;

3° D'appeler directement les postes supplémentaires ou le réseau ;

4° Tous les appels à destination de la boîte de coupure venant soit du réseau, soit du poste supplémentaire, doivent transiter par le tableau ;

5° Le secret des communications avec le réseau ou les postes supplémentaires est assuré.

INTERCOMMUNICATION

172. — On appelle ainsi des installations dans lesquelles les communications entre les postes supplémentaires sont établies sans l'aide d'aucun opérateur, mais directement par les postes eux-mêmes. Les communications des postes supplémentaires vers le réseau peuvent être établies directement ou avec l'intermédiaire d'un opérateur ; celles provenant du réseau nécessitent toujours un opérateur (ou un poste de service), par suite de l'obligation de les aiguiller sur le poste supplémentaire désiré.

Les installations à intercommunication peuvent se classer en deux catégories :

1° Intercommunication par boutons ;

2° Intercommunications automatiques.

173. Intercommunication par boutons. — Ces installations sont remarquablement simples dans leur construction et leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

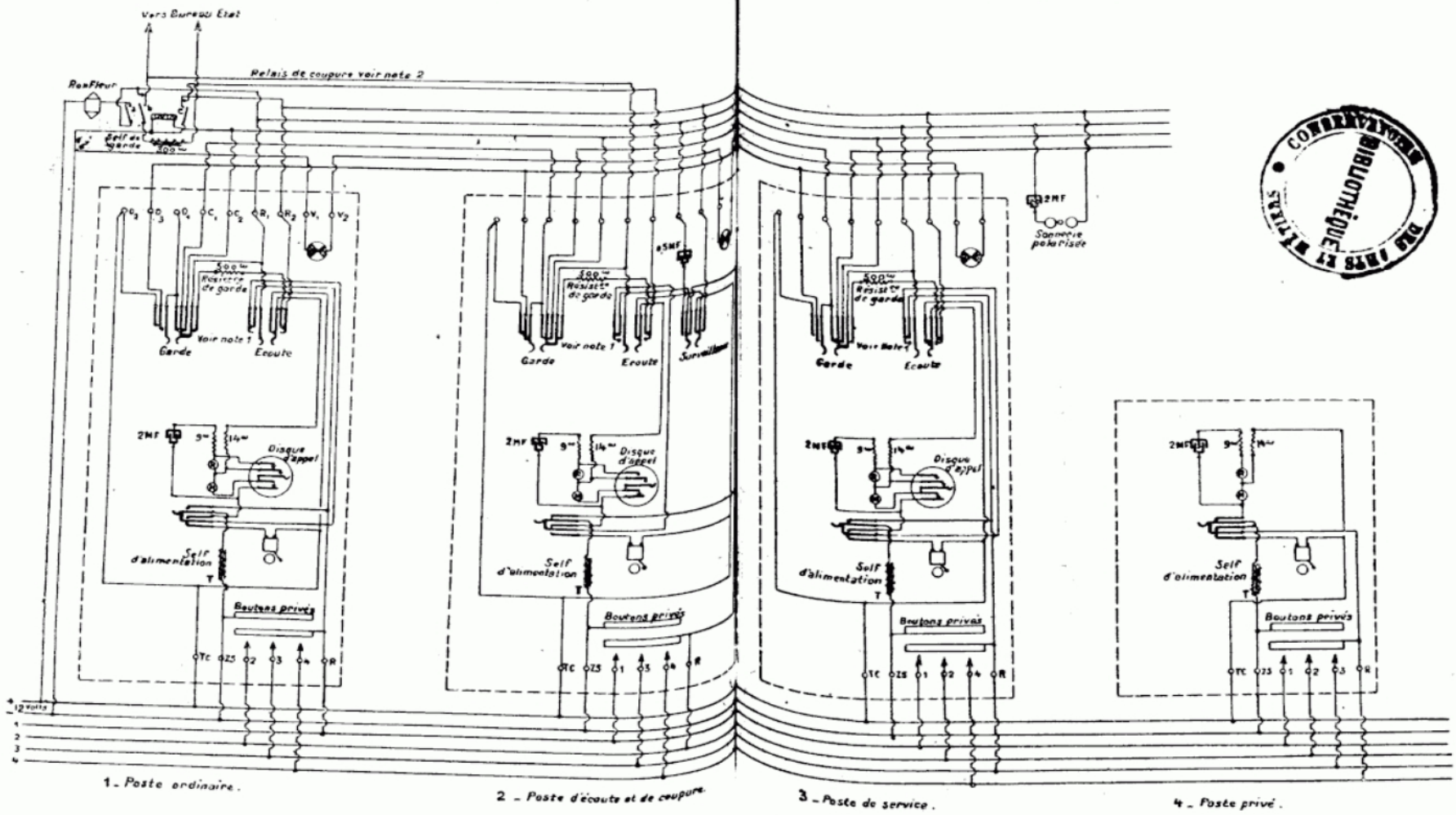
fonctionnement. Elles n'exigent, pour l'établissement d'une communication, que le décrochage du récepteur et l'enfoncement d'un bouton correspondant au poste (ou à la ligne-réseau) désiré et par suite leur manœuvre est aisée; par contre, chaque poste doit comporter autant de boutons moins un que l'installation comporte de postes supplémentaires (ou privés) et de lignes au réseau et, d'autre part, le nombre de fils à raccorder à chaque poste croît également avec l'importance de l'installation. Aussi, les grosses installations deviendront-elles très onéreuses et les postes très encombrants et, en général, on ne trouve guère d'intercommunication par boutons au delà de trois lignes-réseaux et quinze postes supplémentaires; mais les installations de plus faible importance trouvent auprès du public un accueil très justifié.

Il existe de nombreux systèmes d'intercommunication par boutons, aussi nous bornerons-nous à décrire l'un d'eux (système Télic) pour en faire comprendre le principe et le fonctionnement.

La figure 190 représente une installation comportant une ligne-réseau, trois postes supplémentaires et un poste privé, ce dernier caractérisé par le fait qu'il peut communiquer avec les trois précédents, mais pas avec la ligne-réseau. L'un des postes supplémentaires joue le rôle de poste de service, c'est-à-dire que c'est lui qui reçoit les appels du réseau et les aiguille s'il y a lieu (comme le fait l'opérateur d'un tableau); dans l'exemple choisi, un des postes a la faculté de se porter en écoute sur une communication entre le réseau et l'un des autres postes et éventuellement de se substituer à ce dernier (installation analogue aux boîtes d'écoute et de coupure). A l'exception du poste ainsi privilégié, les communications entre un poste et le réseau sont à secret et les communications des postes entre eux sont sans secret. (D'autres systèmes comportent également le secret pour ces communications.)

Chaque poste comporte, en dehors de l'appareil téléphonique et de sa bobine d'induction, un disque d'appel (si le réseau est automatique), un organe de réception d'appel (sonnerie ou ronfleur), une self d'alimentation, trois boutons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Note. 1°. Les clés de garde et d'écoute ont un levier commun.
Lorsque la clé d'écoute est dans la position de travail, la clé de garde est dans la position de travail
Si dans ce cas un bouton privé est manœuvré, la clé d'écoute revient à la position de garde restent dans la position de travail.
2°. Les ressorts du relais doivent être réglés de telle façon que le contact a ... les contacts b et c

FIG. 190. — Installation à intercommunication par bouton (système Télic).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

privés (puisqu'il y a quatre postes) et un bouton-réseau avec un voyant de réseau. Lorsqu'on enclenche le bouton-réseau, on agit simultanément sur les deux clés marquées garde et écoute, mais si, dans ces conditions, on enclenche un bouton privé, le bouton-réseau remonte à moitié, ne maintenant actionnée que la clé de garde; si on l'enclenche de nouveau à fond, le bouton privé déclenche complètement. Comme on le voit, les dispositions mécaniques des boutons sont telles que les fausses manœuvres sont pratiquement impossibles.

Communication entre deux postes. — La demandeur (1) par exemple décroche puis enfonce à fond le bouton correspondant au demandé (3) et met par suite le bouton 3 en contact avec les deux barres des boutons privés de son poste; le poste 3 est appelé par le circuit suivant : pôle —, barre supérieure des boutons, bouton et ligne 3, borne R du poste 3, clé d'écoute au repos, crochet-commutateur au repos, sonnerie (ou ronfleur) et barre +; en même temps, le demandeur qui est en dérivation à travers la self T sur les bornes + et — entend les interruptions du circuit de sonnerie. Dès que le demandeur cesse d'appuyer, l'appel cesse, mais le bouton reste enclenché et en contact avec la barre de communication,

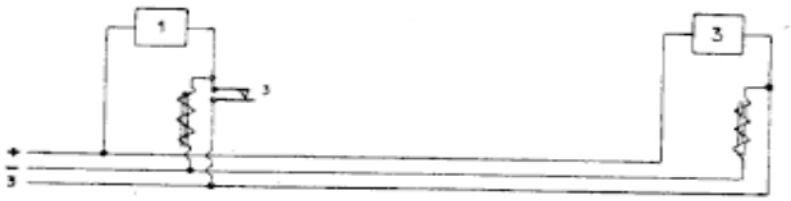


FIG. 191.

et quand le poste 3 décroche, les deux postes sont en relation par le circuit : barre + commune, ligne d'intercommunication du poste 3, le poste 3 est directement en dérivation sur ces bornes, et le poste 1, directement relié à la borne +, est connecté à la barre 3 par son bouton 3 enclenché et la barre inférieure des boutons privés; en même temps, les deux postes sont alimentés en courant microphonique chacun à travers leur self T. Le schéma simplifié de la communication

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est représenté figure 191, qui montre bien que les courants de conversation se ferment par les barres positives et 3, les selfs empêchant leur passage par la barre négative.

Quand le demandeur raccroche, le bouton 3 revient au repos.

Appel du réseau par un poste de l'installation. — Le demandeur (1 par exemple) décroche et enclenche son bouton réseau, ce qui manœuvre simultanément les ressorts des deux clés écoute et garde. Dans ces conditions, il est connecté à la ligne-réseau : R_1, clé d'écoute au travail, crochet-commutateur, disque d'appel et appareil téléphonique, clé d'écoute et R_2; en même temps, d'ailleurs, la clé d'écoute isole le poste des barres privées. Le poste est alimenté par le réseau et peut numéroter (ou faire son appel si le réseau est à B. C.). La résistance de garde de 500 ohms est reliée par la clé de garde à R_1, mais coupée de R_2 par la clé d'écoute; de plus, tous les voyants sont actionnés : borne +, O_2, clé de garde au travail, O_3, tous les voyants en série et borne —. Si, malgré l'indication d'occupation donnée par le voyant, le poste 3 enclenche son bouton-réseau, la communication est coupée et la ligne-réseau mise en garde sur une self de 500 ohms par le relais de coupure : borne —, relais de coupure, borne C_2 du poste 1, clé de garde au travail, borne C_1, borne O_2 du poste 2, clé de garde au repos et borne C_1, borne O_2 du troisième poste, clé de garde au travail, borne O_1 et borne +. En même temps, qu'il coupe et met en garde la ligne-réseau, le relais de coupure branche un ronfleur sur les bornes-réseau, les deux postes sont ainsi prévenus de la coupure et le poste 3 n'a qu'à raccrocher pour rendre la ligne au poste 1.

Le poste 2 peut, en abaissant sa clé de surveillance, se mettre en dérivation sur la conversation des postes 1 ou 3 avec le réseau; il coupe sa liaison avec ses barres privées et ne peut qu'écouter; de plus, un condensateur, placé sur la clé de surveillance, est destiné à empêcher la mise en surveillance de troubler la signalisation au réseau, soit pour le numérotage, soit pour le signal de fin. En enclenchant son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bouton-réseau, le poste 2 actionne encore le relais de coupure comme précédemment et le poste 1 reçoit le ronfleur, mais le poste 2 reste connecté au réseau, la dérivation de la clé d'écoute vers le réseau étant connectée au delà des contacts du relais de coupure. On voit donc bien le rôle particulier de ce poste : écoute et coupure à son profit, ce dont ne disposent pas les autres.

Appel par le réseau d'un poste de l'installation. — L'appel aboutit sur le poste de service qui dispose à cet effet soit d'une sonnerie condensée, soit d'un annonciateur condensé. En décrochant et en enclenchant son bouton-réseau, ce poste se met en relation avec le réseau et, s'il y a lieu d'aiguiller l'appel vers l'un des autres postes, il n'a qu'à enclencher le bouton privé correspondant pour se trouver mis en relation avec lui comme nous l'avons vu précédemment ; mais l'enclenchement d'un bouton privé fait remonter à demi le bouton-réseau, la clé de garde restant au travail, la clé d'écoute revenant au repos : la résistance de garde est donc connectée sur la ligne-réseau pendant la conversation entre les deux postes. Si le poste appelé enclenche son réseau, il actionne le relais de coupure qui lui envoie le ronfleur jusqu'au raccrochage du poste de service qui fait remonter complètement le bouton-réseau de ce dernier.

Si pendant une communication avec le réseau, un poste quelconque a besoin d'un renseignement auprès d'un autre poste, il opère comme précédemment et peut ensuite reprendre le réseau mis en garde en réenclenchant à fond son bouton-réseau.

Dans le cas où l'installation comporte plusieurs lignes-réseau, il est même possible, par ce procédé, de mettre une ligne en garde pendant qu'on prend une autre ligne pour demander un renseignement à l'extérieur.

Cette description qui, à part des modifications de réalisation ou de secret des communications entre postes supplémentaires ou privés, est valable pour tous les systèmes de postes à intercommunications par boutons montre combien l'exploitation en est simple, rapide et à l'abri de toute fausse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manœuvre et explique la grande vogue dont ils sont l'objet. On voit par contre que, dans l'exemple choisi, le nombre de fils à raccorder à chaque poste ordinaire est de quatorze et qu'il s'accroît d'un fil par chaque poste en plus de quatre, et de six fils par ligne-réseau.

174. Installations à intercommunication par automatique. — Ces installations nécessitent un matériel beaucoup plus onéreux que l'intercommunication par boutons, mais en revanche les lignes entre les postes supplémentaires et l'installation sont à deux fils et les appareils des postes eux-mêmes sont d'un type courant (appareils à B.C. munis d'un disque d'appel). On conçoit par suite que pour les installations de moyenne et grosse importance, elles puissent l'emporter sur les précédentes. Nous ne décrirons pas les nombreux types d'automatiques qui sont utilisés, mais nous donnerons simplement le principe de ces installations.

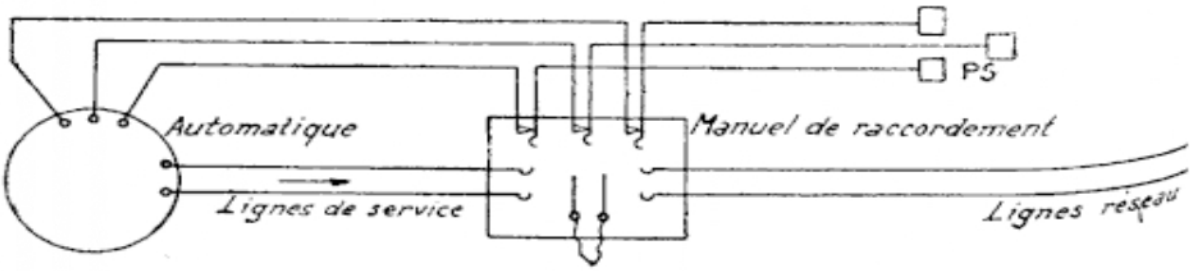
Toutes les relations intérieures à l'installation sont écoulées par un commutateur automatique, chacun des postes supplémentaires ou privés étant muni d'un disque d'appel et possédant un numéro d'appel ; nous verrons ultérieurement, dans l'étude des communications automatiques des bureaux de l'État, comment sont acheminées les communications, ou, en d'autres termes, comment se fait la sélection du poste demandé à partir du poste du demandeur.

En ce qui concerne plus particulièrement les relations de l'installation avec le réseau général, il faut distinguer deux cas :

1° Les communications en provenance du réseau à destination d'un des postes supplémentaires ont nécessairement besoin d'être aiguillées et par suite, parviennent sur une (ou plusieurs) position manuelle équipée avec des jacks et des annonciateurs (ceux-ci sont généralement remplacés par des relais qui commandent l'allumage d'une lampe remplaçant par suite la chute du volet). L'opératrice qui dessert cette position dispose de dicordes qui lui permettent de répondre d'une part, et d'autre part, d'appeler le poste supplémentaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

désiré ; à cet effet, les lignes de tous les postes intérieurs aboutissent sur des jacks devant elle. Les jacks du meuble manuel de raccordement peuvent être, soit en dérivation sur la ligne supplémentaire, soit à rupture, de façon à isoler le poste de l'automatique pendant ses communications avec le réseau (*fig.* 192) ;



Meuble manuel à rupture.

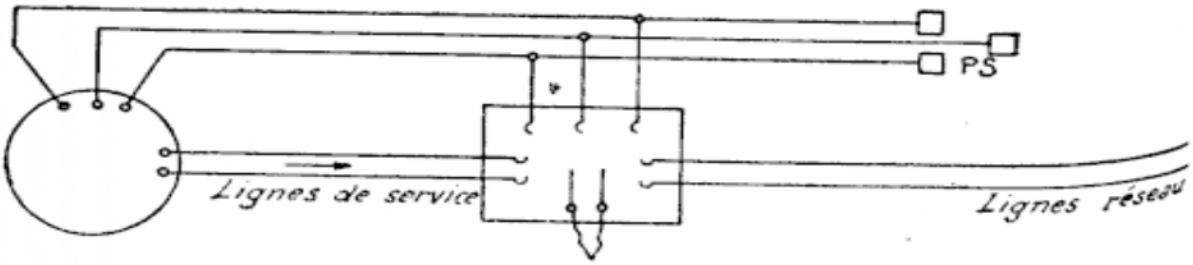


FIG. 192. — Schéma des liaisons d'une installation à intercommunication par automatique avec meuble manuel de raccordement en dérivation.

2° Communications en provenance d'un poste supplémentaire à destination du réseau : le poste demandeur, par l'envoi d'un numéro spécial, est aiguillé sur des lignes de service pourvues de signaux d'appel et placées devant l'opératrice du meuble de raccordement ; celle-ci peut alors appeler elle-même le réseau et rappeler ensuite le demandeur par son jack, comme dans le cas précédent.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire, dans ce sens, de faire intervenir l'opératrice, il suffit que les lignes du réseau puissent être atteintes automatiquement par l'envoi d'un chiffre spécial qui aiguille le demandeur sur ces lignes; le sélecteur doit boucler la ligne-réseau prise pour provoquer l'appel au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bureau de l'État. Ces installations sont dites à prise directe du réseau (*fig.* 193). Si le réseau est lui-même automatique, le poste demandeur a, en outre, la possibilité d'envoyer lui-même le numéro désiré sur le réseau, un répétiteur assurant la retransmission des impulsions de son disque sur la ligne-réseau. Dans certaines installations, la généralisation de cette méthode de prise directe du réseau peut même permettre de supprimer les jacks du manuel de raccordement. Les appels du réseau parviennent bien sur cette position et l'opératrice

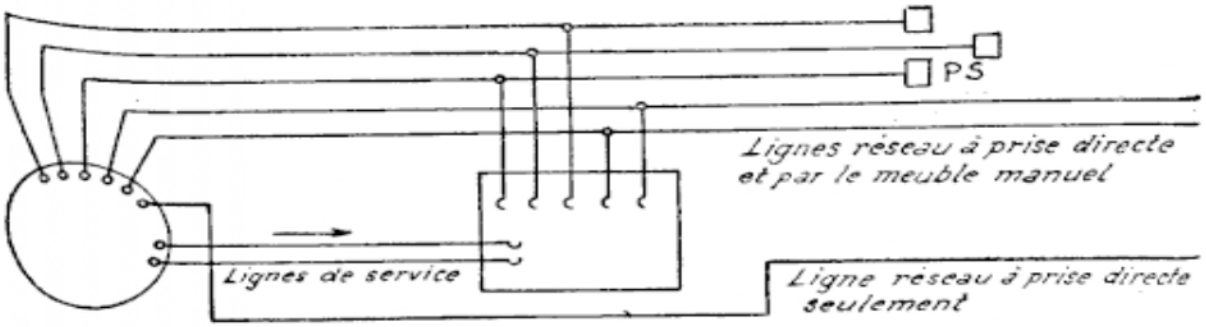


FIG. 193. — Prise directe du réseau (Sens P. S. vers réseau seulement).

dispose sur chacune de ces lignes d'une clé d'écoute et d'une clé de garde; elle appelle le poste demandé par l'automatique et celui-ci, prévenu de la communication, rappelle le réseau, mais l'installation comportant généralement plusieurs lignes-réseau, l'opératrice marque de façon spéciale par sa clé la ligne-réseau sur laquelle doit être connecté le poste qui rappelle (*fig.* 194).

La prise directe du réseau comporte donc des avantages notables, surtout dans le cas où le réseau est automatique, mais en revanche, elle ne permet pas au poste supplémentaire engagé dans une communication avec le réseau, de mettre cette ligne en garde pour obtenir un renseignement d'un autre poste ou de faire intervenir l'opératrice du meuble de raccordement pour rectifier une fausse direction. Pour donner ces facilités aux postes les plus importants, on les équipe avec des appareils dits à double appel; ce sont des postes à deux lignes dont l'une est raccordée sur l'automatique et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre aboutit soit sur un jack spécial du meuble manuel de raccordement, soit sur l'automatique également, si l'installation est à prise directe du réseau dans les deux sens; l'utili-

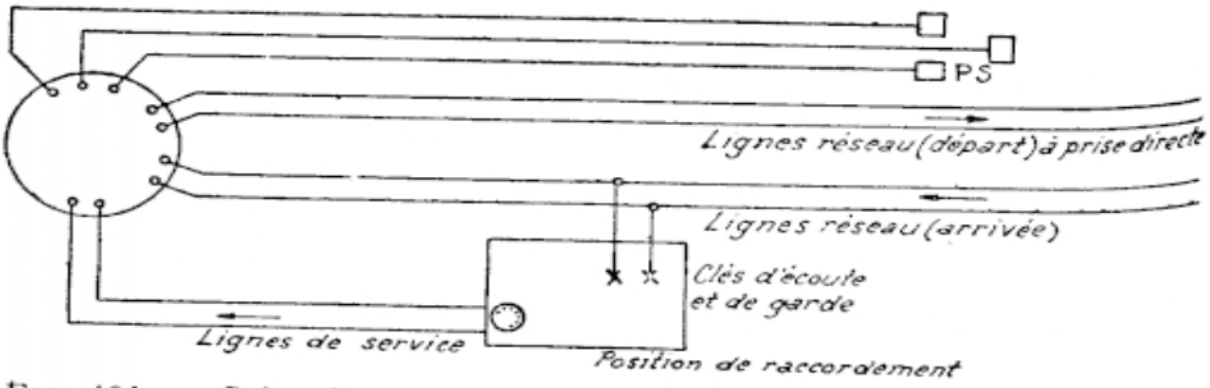


FIG. 194. — Prise directe du réseau (dans les 2 sens). — L'opératrice marque de façon spéciale la ligne réseau d'arrivée que doit prendre le poste supplémentaire.

sation de cette deuxième ligne met automatiquement la première ligne en garde.

TABLEAUX DE CABINES

175. Tableau extensible à B.C. pour cabines publiques. — On installe maintenant à Paris dans les bureaux de quartier ou de banlieue à batterie centrale un tableau extensible, dû à M. Carrelet, pour les préposés chargés de donner au public les communications entre les cabines et le réseau.

Il y a autant de lignes de réseau que de cabines, et il est logique d'affecter sur une boîte spéciale une réglette pour chaque groupe avec tous les organes nécessaires, en suivant des principes d'assemblage analogues à ceux déjà vus dans les tableaux extensibles (148).

Il peut y avoir jusqu'à cinq réglettes par tableau. Chaque groupe comporte sur sa réglette un voyant, un annonciateur d'appel condensé, avec son contact de sonnerie, un jack à double rupture et un jack simple d'écoute (*fig.* 195).

Le tableau porte en outre des organes communs : un com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mutateur de sonneries; un ou deux jacks quadruples sur lesquels un ou deux opérateurs viendront brancher leur poste de service, et un ou deux jeux de doubles monocordes avec leurs fiches. Les deux monocordes de chaque jeu sont montés en dérivation ; leur doublement est simplement prévu pour que le service ne soit pas interrompu en cas de coupure sur l'un d'eux. Chaque double monocorde est relié à sa bobine d'induction et à son jack quadruple.

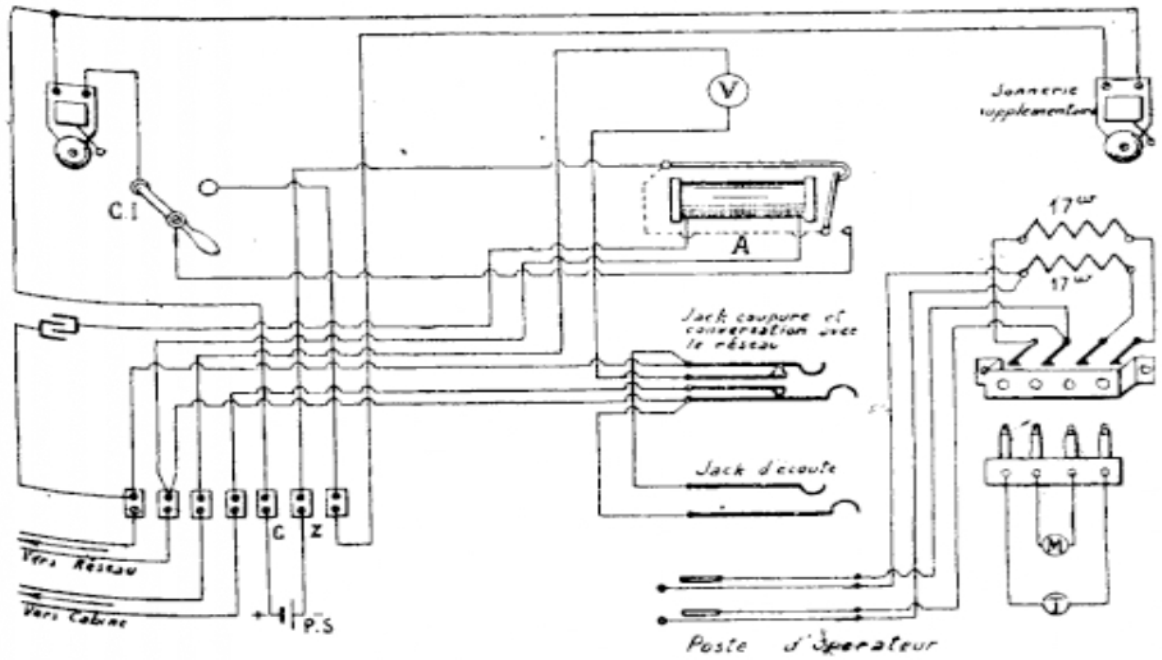


FIG. 195. — Tableau de cabines à batterie centrale.

Au repos le réseau peut appeler le préposé sur son annonciateur condensé. La cabine est bien en dérivation sur le réseau par le jack à double rupture et le voyant, mais celui-ci ne fonctionne pas, car le crochet-commutateur du poste de cabine n'est pas soulevé.

Pour donner une communication, l'opérateur qui a enfoncé la fiche quadruple de son poste de service, n'a qu'à mettre son monocorde dans le jack d'écoute, car il boucle ainsi la ligne de réseau par son microphone et le primaire de sa bobine, et donne donc le signal d'appel au central.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une fois qu'il a obtenu de celui-ci l'abonné demandé, il avertit le demandeur en lui indiquant le numéro de la cabine. Dès que le demandeur a décroché le récepteur de la cabine, le voyant apparaît sur le tableau, et les abonnés peuvent converser. L'opérateur peut alors retirer sa fiche du jack d'écoute; la chute du voyant le préviendra de la fin de conversation.

Le jack à double rupture a pour objet de permettre au préposé, en cas de contestation, d'isoler le demandeur du réseau par simple enfoncement du monocorde dans ce jack. Cette manœuvre ne donne cependant pas au central le signal de fin et l'opérateur conserve sur son poste la liaison avec le bureau.

Le tableau est amovible et prend ses communications avec son socle par des contacts à ressorts. On peut donc le transporter aisément sur un autre socle (de guichet par exemple) où sont dérivées les diverses connexions de l'installation.

176. Tableau de cabines avec renvoi vers les messages (système Roussote). — Lorsque le trafic téléphonique d'un groupe de cabines devient important, il n'est pas possible que l'opérateur du tableau soit distrait de la préparation et de la surveillance de ses communications pour prendre note des messages. Ceux-ci doivent donc être pris par un poste spécial; mais comme chaque ligne peut être utilisée, il importe de pouvoir renvoyer facilement l'une quelconque des lignes du tableau sur le poste des messages. C'est le principe du tableau représenté figure 196.

Chaque ligne comporte : 1° une clé de coupure permettant d'isoler la cabine correspondante et de renvoyer la ligne sur le poste de message; 2° une clé d'écoute à deux positions mettant en dérivation l'un ou l'autre des deux opérateurs sur la ligne ; 3° un annonciateur de 1.000 ohms condensé connecté en dérivation sur la ligne par un contact de repos de chacun des groupes de ressorts de la clé d'écoute ; 4° un voyant de cabine qui restera actionné tant que l'appareil de la cabine sera décroché.

La ligne des messages comporte également un voyant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

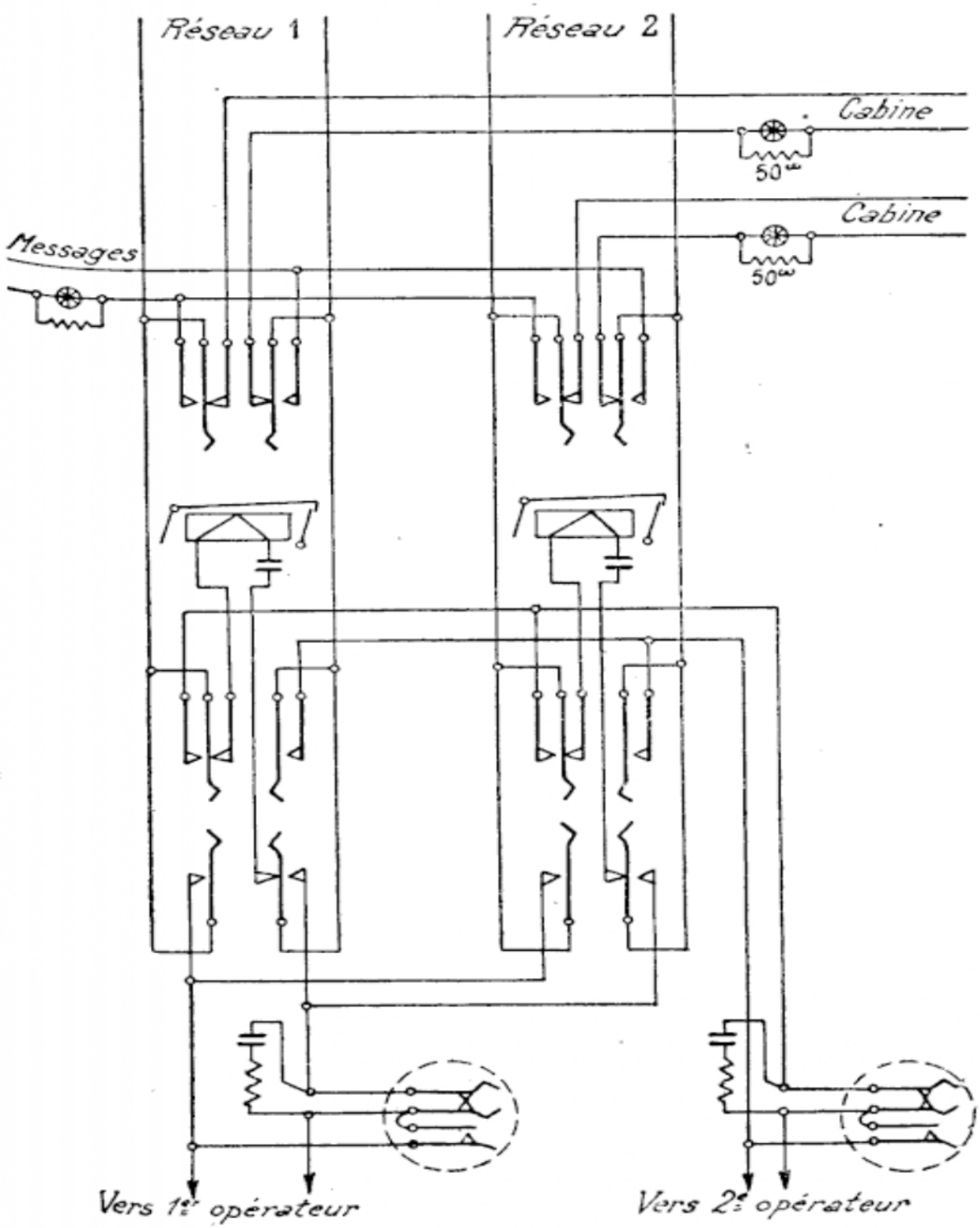


FIG. 196. — Tableau des cabines avec renvoi vers les messages.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque poste d'opérateur est pourvu d'un cadran d'appel dans les réseaux automatiques.

177. Tableau de cabines à permutation. — Dans les types de tableaux précédents, chaque ligne est affectée à une cabine donnée et il peut en résulter dans certains cas par suite d'immobilisation des lignes (pour la préparation des communications interurbaines par exemple) que des cabines restent momentanément inutilisées. Si le trafic à écouler est important et si, d'autre part, il est matériellement impossible d'augmenter le nombre des cabines, on peut remédier à ces difficultés en reliant sur le tableau un nombre de lignes supérieur au nombre des cabines et en permettant d'affecter n'importe quelle cabine à n'importe quelle ligne.

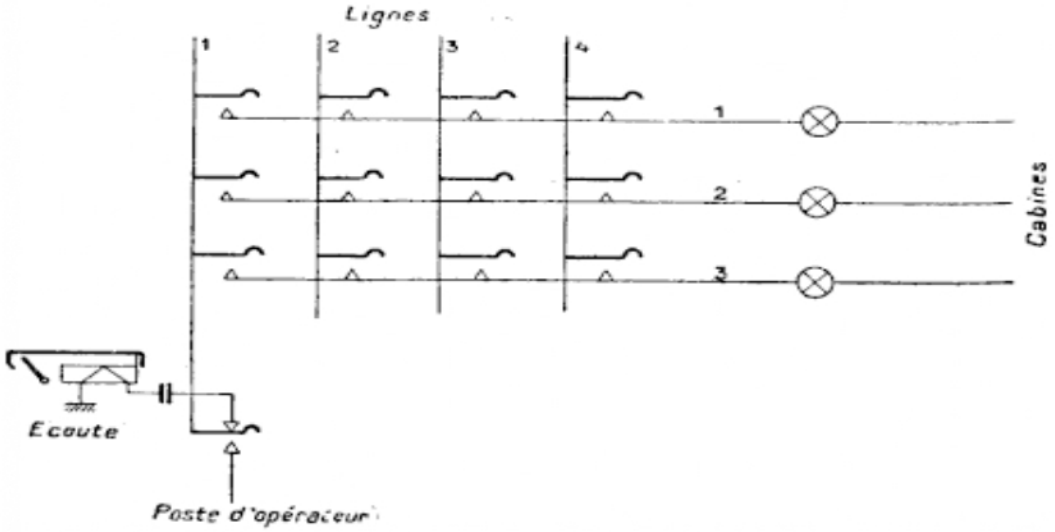


FIG. 197. — Schéma de principe d'un tableau de cabines à permutation.

Dans ce but on peut équiper chaque ligne-réseau en outre des clés d'écoute et de l'annonciateur avec une réglette de boutons à enclenchement ; il y a autant de boutons que de directions de cabines et messages et chacune de ces directions comporte un voyant d'occupation.

Dans ces conditions, la renvoi d'une ligne sur une cabine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se fait en enclenchant le bouton correspondant (comme dans les postes à intercommunications), ce qui, d'ailleurs, libère le bouton précédemment enclenché.

On voit que cette solution permet de préparer les communications sur les lignes en excédent et de diminuer par suite le temps d'inutilisation des cabines. La figure 197 donne schématiquement le principe de ces liaisons.

Toutefois la manœuvre de tels tableaux étant assez compliquée et leur prix élevé, les mêmes facilités peuvent être obtenues en équipant chaque ligne-réseau avec un jack (au lieu de boutons), les cabines et le poste des messages aboutissant sur des monocordes munis de voyants d'occupation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME PARTIE

LES LIGNES TÉLÉPHONIQUES

CHAPITRE I

CONSTITUTION DES LIGNES

178. Lignes à simple fil et à double fil. — Au début de la téléphonie, on a utilisé comme en télégraphie des lignes à simple fil, le retour du courant étant assuré par la terre, mais cette disposition a dû être abandonnée parce qu'elle présentait plusieurs inconvénients. Tout d'abord, supposons que le potentiel du sol ne soit pas le même en chacun des points A et B (*fig.* 198), la différence de potentiel $V_A - V_B$ va donner naissance à des courants qui vont traverser les appareils et si, en particulier, cette différence de potentiel, est variable, il en résultera des bruits, de la friture. Or, on constate que pratiquement il en est bien ainsi et que tous les points du sol ne sont pas rigoureusement au même potentiel bien que le potentiel moyen du sol soit pris comme base pour définir le potentiel zéro ; le sol est parcouru par des courants variables appelés courants telluriques, et nous voyons qu'ils provoquent des bruits sur la ligne téléphonique, les récepteurs étant des appareils extrêmement sensibles capables de déceler des variations de courant extrêmement faibles. Si

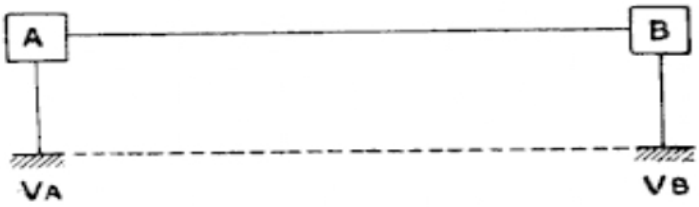


FIG. 198.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on utilise des lignes à double fil bien isolées du sol, on s'affranchira donc des courants telluriques.

D'autre part, considérons deux communications établies simultanément et empruntant le sol comme conducteur de retour dans une partie commune du parcours (*fig.* 199). Dans ces conditions, le sol sera parcouru par les courants de conversation i des postes A et B par exemple; mais comme le sol n'est pas un conducteur parfait et que la résistance entre les points C et D est très faible, mais non négligeable et égale à r, nous voyons que la résistance r du sol et la résistance R de la ligne CD seront parcourues en parallèle par le courant i

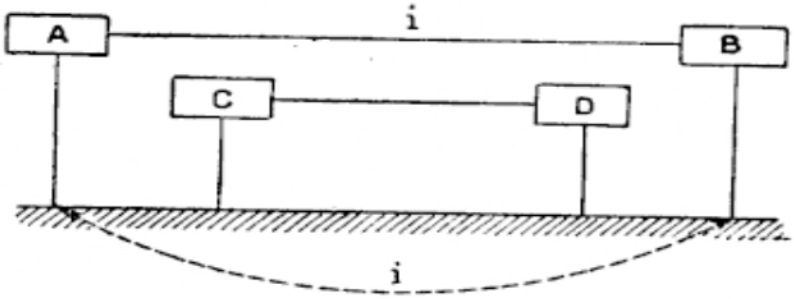


FIG. 199.

qui se partagera entre ces deux chemins en raison inverse de r et de R. La faible portion qui traversera les appareils C et D sera cependant suffisante pour les influencer et il y aura par suite mélange des conversations. On s'affranchira également de ce mélange par des lignes à deux fils bien isolées.

Enfin, considérons l'induction mutuelle des deux circuits. Quand un courant i parcourt la ligne AB et se ferme par le sol, il en résulte un champ magnétique dans l'espace environnant ou encore un certain flux magnétique qui traversera les circuits voisins; nous pouvons remarquer que le système de nos deux circuits est en réalité un transformateur sans fer et dont chaque enroulement n'a qu'une seule spire. Le flux émis par le circuit AB et qui traversera CD sera d'autant plus grand que les circuits seront plus voisins et que la surface du circuit CD — sol sera plus grande; or, la distance des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux fils pourra être faible s'ils appartiennent à la même artère placée sur les mêmes supports et leur parallélisme peut être long. Pour diminuer l'induction mutuelle, nous ne pouvons donc agir que sur une dimension de la surface CD — sol et constituer le retour par un fil aussi voisin que possible de CD. Le raisonnement que nous avons fait pour CD peut être repris pour AB et nous serons donc conduit à constituer tous nos circuits à deux fils aussi voisins que possible l'un de l'autre. Il faut toutefois remarquer que cette solution n'est pas complète, car la surface des circuits ne peut pas être annulée et qu'il resterait ainsi des phénomènes d'induction mutuelle entre les circuits.

179. Anti-induction des circuits. — Pour faire disparaître complètement l'induction entre circuits, nous serons alors obligés de prendre des dispositions complémentaires : croisements ou rotations.

Considérons par exemple (*fig.* 200) un circuit AB de lon-

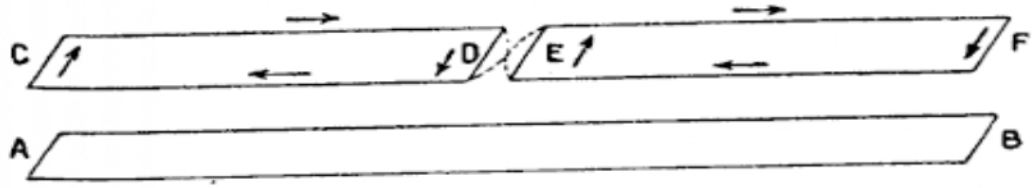


FIG. 200. — Anti-induction de 2 circuits.

gueur 2L, parallèle à deux circuits CD et EF de longueur L, moitié de la précédente. Par suite des courants téléphoniques i qui circulent dans le circuit AB, nous aurons une force électromotrice d'induction dans chacun des circuits CD et EF et puisque ces circuits sont égaux comme longueur et placés au même écartement du circuit AB, ces deux forces électromotrices d'induction seront égales et provoqueront le passage de courants induits égaux dans le même sens, qui sera par exemple celui des aiguilles d'une montre si nous regardons les circuits par leur face supérieure, pour une variation donnée du courant i. Si nous réunissons fil à fil les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circuits CD et EF de façon à n'en constituer qu'un seul de longueur égale à AB, les courants induits vont se superposer, mais si nous réunissons les fils opposés de CD et EF, les courants induits étant opposés s'annulent et il n'y aura pas d'effet d'induction de AB sur CF ni inversement. Pratiquement, cette inversion des fils constitue un croisement.

Le même résultat sera obtenu si, au lieu de croiser les circuits, on les place perpendiculairement l'un à l'autre, c'est-à-dire si les quatre fils sont disposés aux sommets d'un carré, les deux fils appartenant au même circuit étant placés en diagonale (*fig.* 201) ; en effet, le flux émis par le circuit 1,1′ est sensiblement perpendiculaire au plan des deux fils, donc parallèle à 2,2′ qui ne se trouve ainsi traversé par aucun flux et par suite ne subit aucune induction.

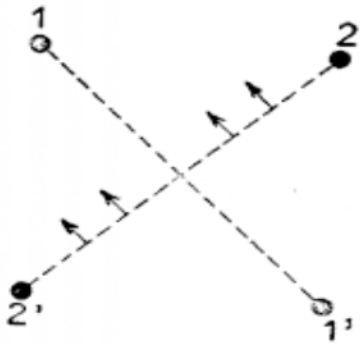


FIG. 201.

S'il y a sur les mêmes supports plus de deux circuits, on pourra, dans le cas de croisements, faire au troisième circuit des croisements régulièrement espacés, etc... Pratiquement, on fait les croisements aux distances suivantes :

1er circuit.....	0		1.000		2.000		3.000		4.000
2e —		500		1.500		2.500		3.500	
3e —	0	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000
4e —			1.000		2.000		3.000		
5e —	0	500		1.500		2.500		3.500	4.000
6e —		500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	

Dans le cas où ayant déjà un groupe de deux circuits qui, par leur montage en diagonale, sont anti-inductés et qu'on constitue un deuxième groupe, on fera subir des croisements à un des groupes par rapport à l'autre; mais comme il en résulterait nécessairement un mélange des fils au point de croisement, on le décompose en deux rotations d'un demi-tour, chaque rotation étant elle-même réalisée sur un poteau intermédiaire. On a donc la disposition de la figure 202.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les rotations sont faites à des distances régulières dont l'espacement dépend du groupe de circuits :

1er	groupe.....	rotation tous les	250 mètres
2e	—	— —	250 mètres (sauf aux points kilométriques
3e	—	— —	500 mètres
4e	—	— —	1.000 mètres

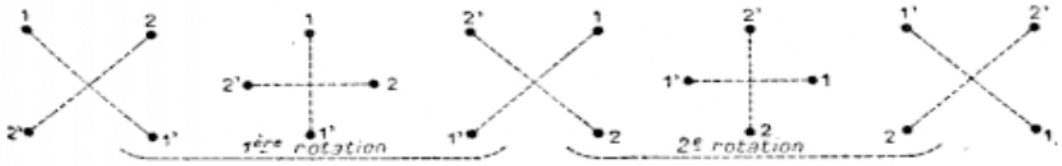


FIG. 202. — Rotation des circuits.

Dans les câbles téléphoniques qui contiennent de nombreux circuits ou lignes d'abonnés, l'anti-induction se trouve réalisée également parce que les deux fils d'une même paire sont torsadés ensemble en hélice, ce qui constitue par suite une rotation régulière des paires les unes par rapport aux autres et d'autre part, avec cette disposition les deux fils étant très voisins, la surface du circuit est très faible et l'on pourrait conclure que l'induction serait très atténuée, même sans rotation, mais il faut tenir compte que les deux circuits sont également très près l'un de l'autre.

CONSTRUCTION DES LIGNES

180. — Nous ne donnerons que des notions très sommaires sur la construction des lignes, cet ouvrage étant plus spécialement consacré aux installations téléphoniques.

181. Lignes aériennes. — Les artères de faible importance sont construites en fixant les consoles munies de leurs isolateurs directement sur les poteaux et en plaçant de part et d'autre de ce dernier les deux fils d'un même circuit. L'emploi de deux types de consoles, longues et courtes, permet en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les alternant d'éviter les mélanges entre les lignes par suite des variations de tension des fils sous l'action de la chaleur ou du givre (*fig.* 203).

Aux points où se fait le croisement d'une ligne, deux consoles courtes sont placées du même côté du poteau.

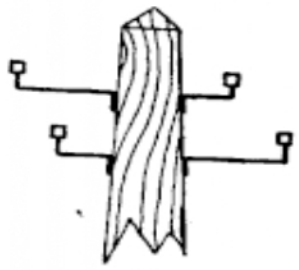


FIG. 203.

Les artères importantes sont construites sur traverses, ce qui permet d'augmenter leur capacité. Dans ce but, les traverses qui sont des tubes de fer de section carrée sont fixées par leur milieu (ligne simple) ou en deux points espacés (lignes doubles utilisant des traverses plus longues) sur les poteaux. Les consoles d'une forme spéciale portent deux isolateurs et sont fixées sur la traverse ; les consoles sont généralement groupées par deux et, dans ce cas, les circuits sont constitués par les deux fils placés aux extrémités des diagonales du carré (*fig.* 204).

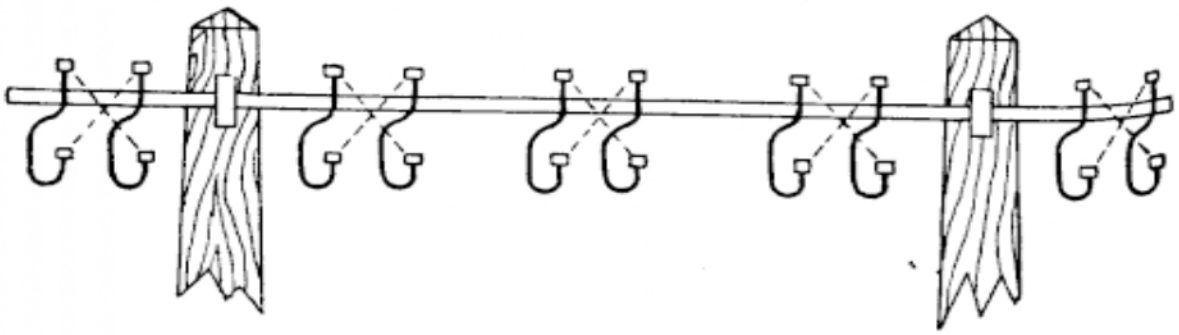


FIG. 204. — Ligne double à cinq groupes de circuits par traverse.

On peut placer sur les mêmes poteaux jusqu'à six traverses superposées, ce qui donne une capacité de 120 fils.

Lorsque des artères aériennes assez importantes doivent traverser une agglomération, le faible encombrement possible oblige à adopter un armement spécial. Ces lignes sont alors construites sur poteaux ou sur potelets qui sont des tubes en fer verticaux supportés par des tiges horizontales scellées dans les murs. Dans ce cas, quatre isolateurs sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placés sur la même ligne horizontale et l'écartement entre deux fils se trouve réduit (*fig.* 205).

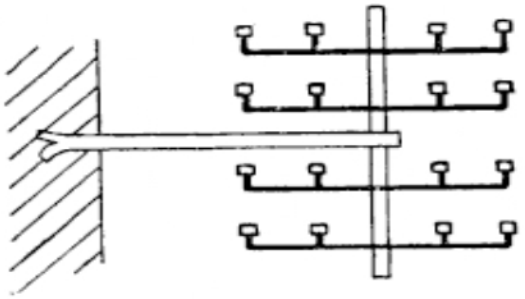


FIG. 205.

182. Câbles souterrains. — Les artères aériennes se heurtent à des difficultés de construction surtout lorsqu'elles comprennent un grand nombre de fils, et nous avons vu que la capacité limite d'une artère double en traverses est de 120 fils, aussi est-on conduit dans les villes ou pour les artères interurbaines importantes à envisager l'emploi de câbles souterrains.

Les câbles urbains sont constitués par des fils de cuivre de 1 millimètre ou de $0^{mm},6$ de diamètre isolés au papier ; les fils sont torsadés par paires et les diverses paires du câble sont enroulées en hélice suivant des pas différents pour les anti-inducter entre elles. La capacité des câbles urbains varie de 1 paire à 7, 28, 56, 112, 224, 448 ou 900 paires. Une enveloppe de plomb protège le câble contre l'humidité. Ces câbles sont posés dans des conduites en grès ou en ciment, dans des égouts ou des galeries dans lesquelles on ménage des herses pour supporter chaque couche. Lorsque les câbles sont posés directement sur le sol, ils sont en outre armés par un feuillard d'acier qui les protège contre les détériorations accidentelles.

Les câbles interurbains sont construits sur le même principe, mais on groupe encore deux paires ensemble ; deux procédés peuvent être employés : les deux paires d'un même groupe, après avoir été torsadées en hélice séparément, sont ensuite torsadées ensemble ou, au contraire, les quatre fils placés aux quatre sommets d'un carré comme dans les lignes aériennes sont câblés ensemble en hélice (câblage en étoile, *fig.* 206). Des dispositions spéciales sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement, doivent être prises sur les lignes interurbaines à



FIG. 206. Câblage en étoile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande distance pour contrebattre l'affaiblissement considérable des courants téléphoniques.

183. Dispositions propres à accroître l'utilisation des circuits. — Les circuits téléphoniques interurbains représentant une dépense de construction très importante par suite de leur longueur, il est tout indiqué de rechercher les dispositions propres à accroître leur utilisation, soit en raccordant sur le même circuit plusieurs postes dont le trafic individuel est trop faible pour utiliser le circuit en permanence, soit en permettant l'établissement de communications télégraphiques ou téléphoniques supplémentaires sans pose de nouveaux fils.

Les installations de la première espèce qui sont limitées en France à deux postes, sont dites installations d'embrochage ; celles de la deuxième catégorie constituent l'appropriation des circuits téléphoniques au télégraphe, ou la combinaison des circuits téléphoniques pour permettre plusieurs conversations simultanées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

INSTALLATION D'EMBROCHAGE

184. Principe. — L'installation d'embrochage a pour but d'utiliser une ligne partant d'un bureau central, pour desservir deux postes. Le premier poste est traversé par la ligne qui aboutit au second : d'où le nom d'*embrochage* ; mais ce terme ne s'applique qu'à l'ensemble du poste intermédiaire qui est embroché, en effet, puisque la ligne pénètre dans le bureau jusqu'à l'appareil et en sort pour rejoindre le poste extrême ; toutefois, en réalité, les organes de réception sont en *dérivation* sur la ligne et non *embrochés*. Il y a là une nuance qu'il faut saisir pour se rendre compte de la situation du poste intermédiaire vis-à-vis des deux autres.

Ces installations sont utilisées pour le rattachement à un bureau central des cabines téléphoniques publiques installées dans beaucoup de localités qui n'ont pas encore le réseau urbain. Le même circuit dessert deux cabines et chacune d'elles est pourvue d'un petit tableau comportant les dispositifs nécessaires pour communiquer soit avec l'autre, soit avec le bureau auquel se trouve relié le circuit ; il existe par suite un modèle de tableau pour cabine intermédiaire et un modèle pour cabine extrême. Le bureau d'attache jouant le même rôle que la cabine extrême, les tableaux standards ou les tableaux extensibles doivent comporter les mêmes organes que cette dernière, et nous avons vu d'ailleurs que certains organes figuraient dans leur équipement dont on comprendra aisément l'utilisation après l'étude des installations d'embrochage. Ces tableaux peuvent également être postes intermédiaires dans certains cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici donc le principe de ce montage (*fig.* 207). Les trois postes sont pourvus d'annonciateurs d'appel ordinaires. Ceux des postes extrêmes sont montés normalement ; celui du poste intermédiaire est accouplé avec une *bobine différentielle*. Cette bobine est formée de deux enroulements de chacun 300 ω dont deux extrémités inverses sont reliées ensemble à l'annonciateur, qui communique d'autre part avec la terre ; les autres extrémités sont mises en dérivation sur la ligne.

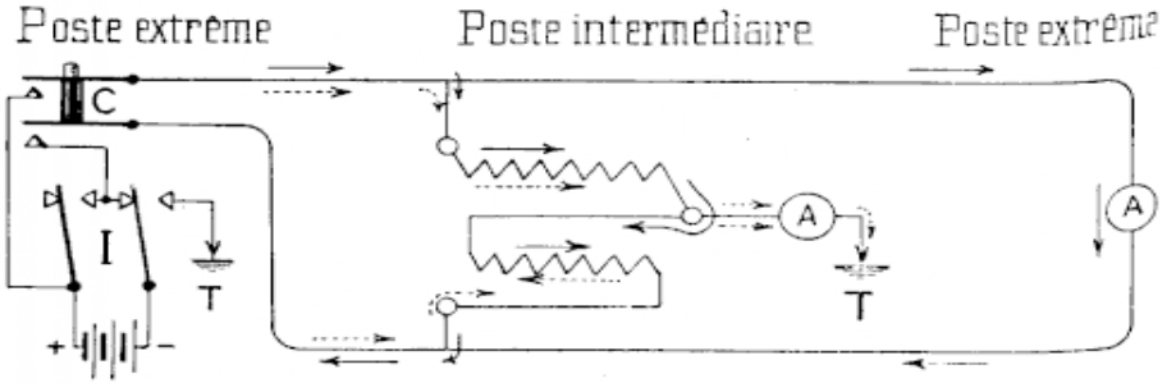


FIG. 207.

Aux postes extrêmes, une clé spéciale I, dite *clé d'appel de poste intermédiaire*, est intercalée entre la clé d'appel C et la pile [ou entre la ligne et l'appel magnétique (*fig.* 208)].

Si l'opérateur effectue l'appel sans toucher à cette clé spéciale, le courant est envoyé comme d'habitude, c'est-à-dire sur les deux fils *en tension*. Par conséquent, une partie du courant passe par l'annonciateur de l'autre poste extrême et l'actionne ; l'annonciateur intermédiaire ne reçoit rien, car l'autre partie passe d'un fil à l'autre par la bobine différentielle (flèches en traits pleins). Il faut alors remarquer que, prenant successivement les deux enroulements dans le même sens, cette partie du courant détermine un champ magnétique, d'où self-induction qui vient s'ajouter à une résistance de 600 ω pour s'opposer à son passage dans la dérivation (surtout si le signal est envoyé au moyen d'un appel magnétique).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En appelant pendant que l'on presse sur la clé spéciale, le pôle positif est mis en relation avec les deux fils et le pôle négatif à la terre. Le courant prend donc les deux fils *en quantité* : il ne peut traverser l'annonciateur extrême, puisque les deux fils sont bouclés sur cet organe ; il passe alors, en même temps, par les deux enroulements de la bobine différentielle, puis par l'annonciateur intermédiaire pour revenir au pôle négatif par la terre. Or, cette fois, il n'y a pas de self-induction

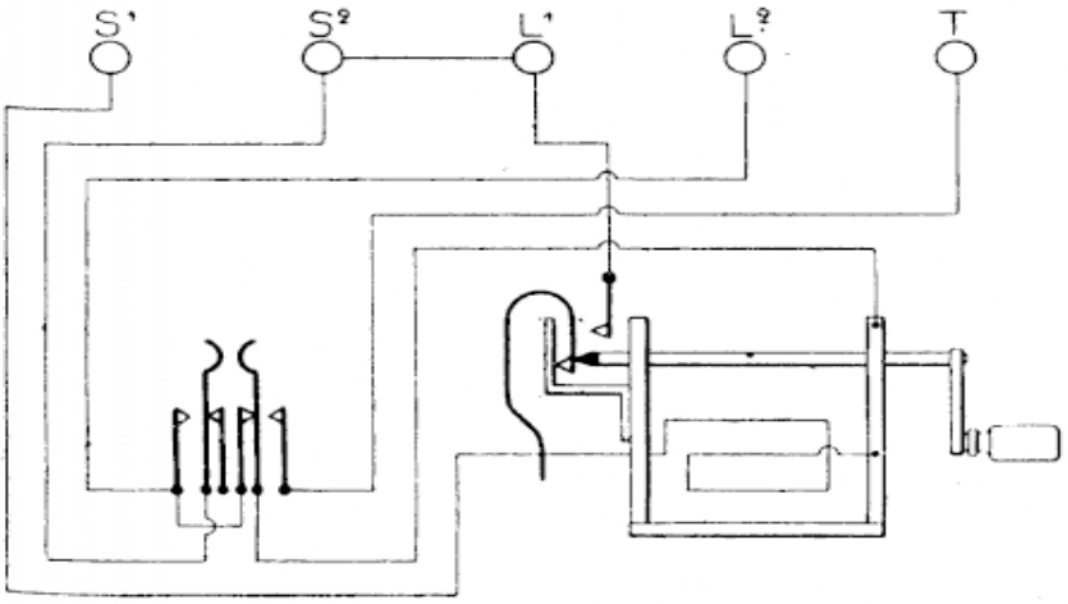


Fig. 208. — Appel magnétique avec clé d'appel de poste intermédiaire.

puisque les deux enroulements sont parcourus en sens inverses (flèches pointillées) ; de plus la résistance totale de la bobine est réduite à 150 ω.

Les piles d'appel étant partout supprimées, on les remplace par des magnétos d'appel à cinq bornes (la cinquième borne devant être reliée à la terre) munies de la clé d'appel du poste intermédiaire (*fig.* 208).

185. Poste-cabine intermédiaire. — Sur une planche munie de bornes est montée sur charnière une petite boîte contenant quatre jacks et une bobine différentielle (*fig.* 209). Comme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

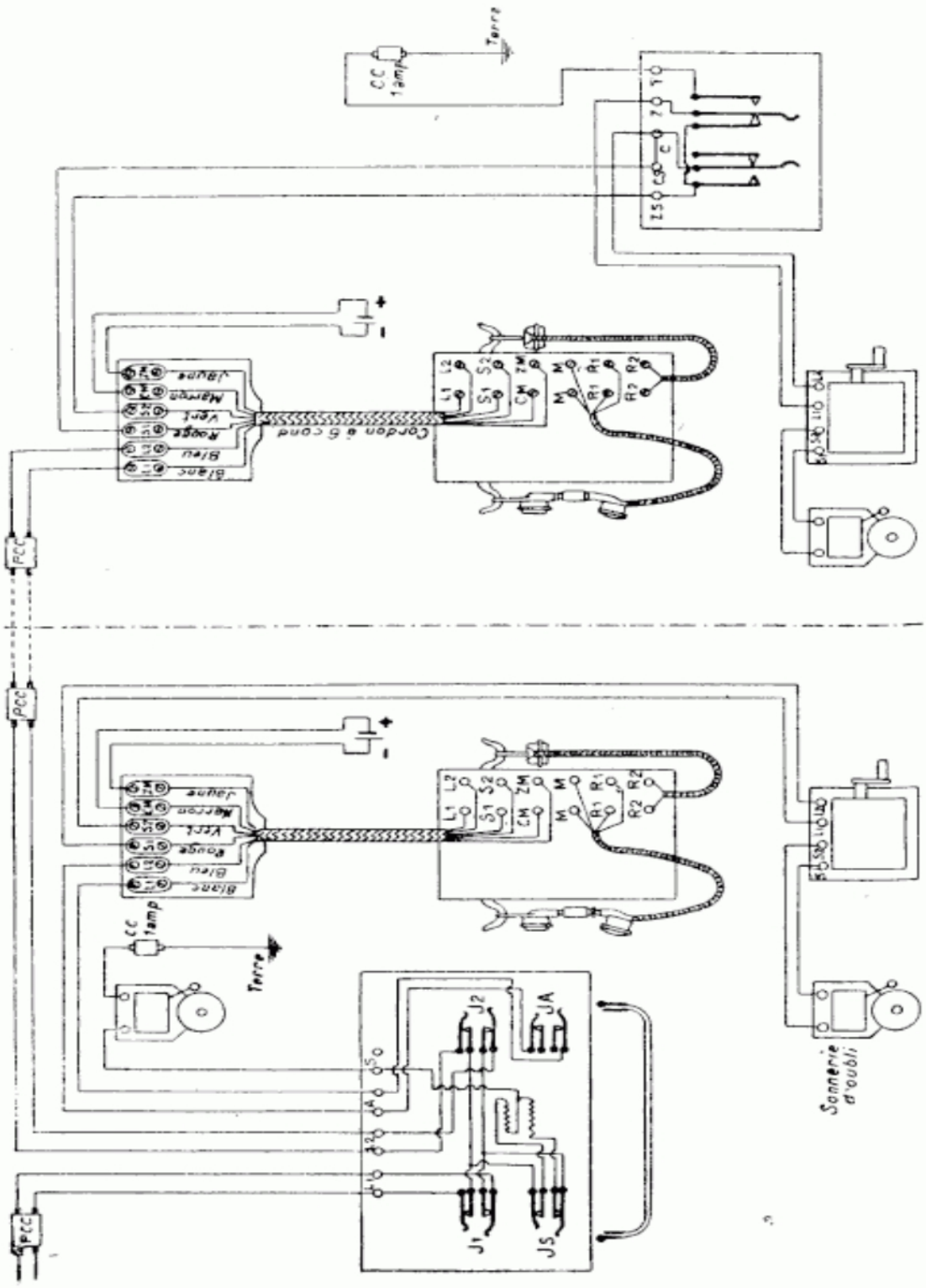


FIG. 209. — Postes-cabines intermédiaire et extrême.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'indiquent les figures 165 et 173, les tableaux portent la bobine accouplée avec un annonciateur ; mais afin de simplifier l'installation des cabines, la sonnerie locale remplace ici cet organe.

Les jacks J^1 et J^2, reliés aux bornes L1 et L2, reçoivent les deux sections de la ligne et, par leurs contacts de rupture conjugués, mettent ces deux sections en communication directe. Le jack JS en dérivation sur cette communication, a ses contacts de rupture reliés à la bobine différentielle, dont la sortie communique avec la borne S, la sonnerie, puis la terre. Le quatrième jack, JA, est relié, par les bornes A, avec l'appareil fixé dans la cabine. Cet appareil est muni d'un appel magnétique dont les bornes S sont reliées à une sonnerie placée dans la salle.

Un cordon à deux fiches, dont l'une est en prise avec le jack JA, permet d'établir les communications demandées. Quand la personne chargée du service veut appeler, elle introduit la seconde fiche dans le jack d'écoute JS afin de s'assurer qu'aucune conversation n'est engagée entre les postes extrêmes, puis elle conjugue JA avec le jack de la section qu'elle veut appeler.

Sur les tableaux standards, on opère avec le groupe des trois jacks spéciaux d'une manière identique.

C'est afin de pouvoir recevoir l'appel, dans le cas où la sonnerie du tableau serait coupée par une fiche oubliée dans un jack de ligne, que l'appareil de la cabine est pourvu d'une sonnerie dite d'oubli.

186. Poste-cabine extrême. — La ligne se termine ici au poste complet monté dans la cabine. Une clé d'appel de poste intermédiaire sous ébénisterie est intercalée entre l'appel magnétique et l'appareil si la magnéto est du type normal à quatre bornes (*fig.* 209) ; dans les magnétos à cinq bornes, la clé fait partie de cette dernière.

L'exposé du principe indique suffisamment la manœuvre à effectuer pour appeler ; mais il y a lieu d'observer qu'il faut avoir soin, pour ne pas déranger inutilement l'autre poste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

extrême, quand on attaque l'intermédiaire, de maintenir la clé spéciale abaissée pendant toute la durée de l'appel ; c'est un petit inconvénient du système. Enfin on remarquera que des coupe-circuit sont placés aussi bien sur les prises de terre qu'aux entrées de la ligne dans les deux postes.

187. Postes de guichet pour cabines intermédiaire et extrême. — Quand la localité qu'il doit desservir ne possède pas de bureau de Poste et Télégraphe, un poste-cabine peut être géré par une personne tenant, par exemple, un petit commerce; son montage est alors effectué comme il vient d'être dit. Mais si la cabine est située dans un bureau, son installation peut comporter un poste-guichet.

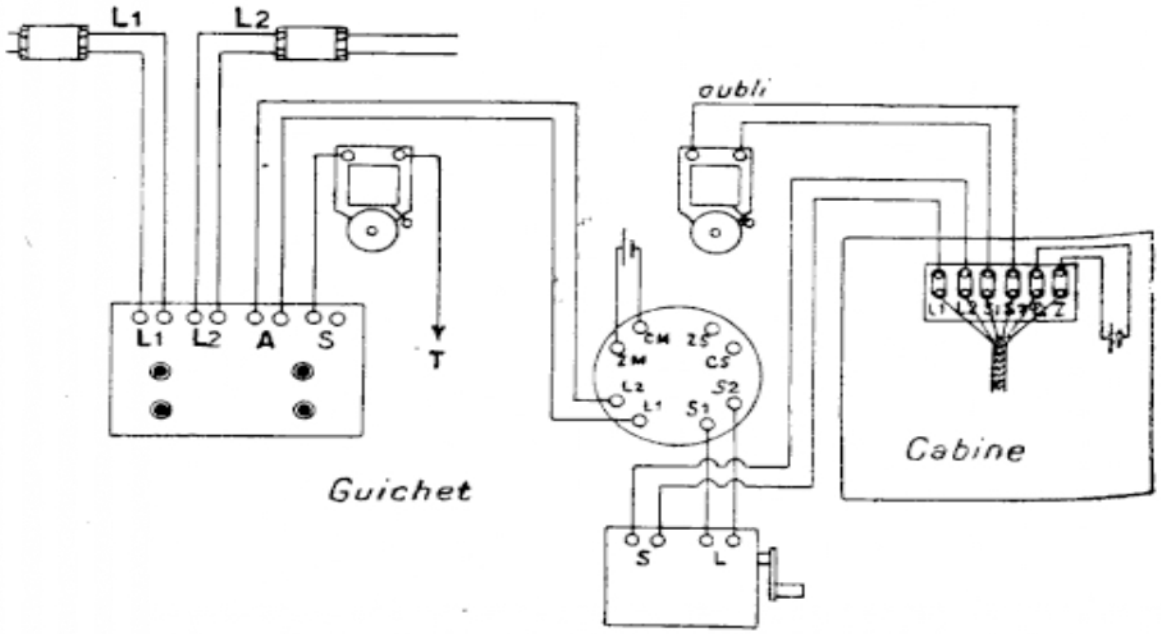


FIG. 210. — Poste de guichet pour cabine intermédiaire.

Pour une cabine intermédiaire, le petit tableau est alors installé à proximité du guichet et l'appareil, avec son appel magnétique, est embroché sur la ligne de la cabine (*fig.* 210).

Pour une cabine extrême, l'installation est analogue : c'est-à-dire que le guichet est muni des appareils indiqués par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la figure 209 et, au lieu de se terminer à la sonnerie, les fils

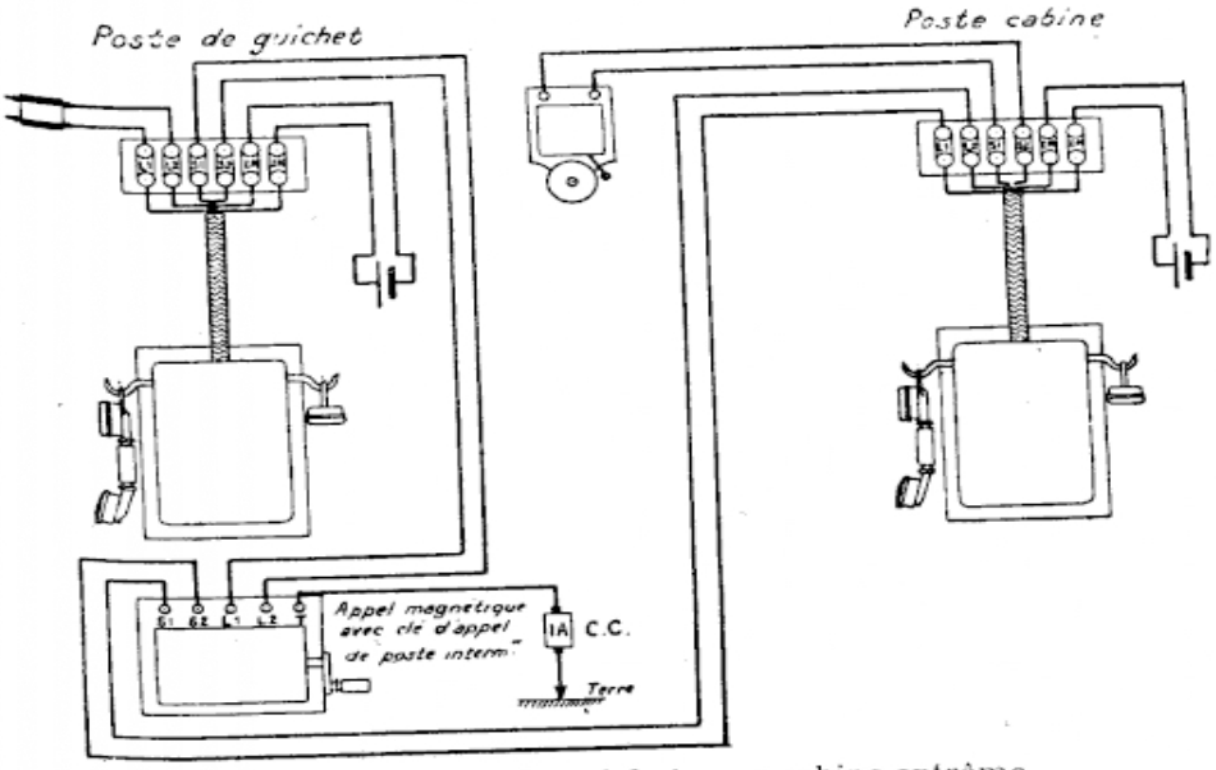


FIG. 211. — Poste de guichet pour cabine extrême.

qui partent de l'appel magnétique se prolongent jusqu'à l'appareil de la cabine (*fig.* 211).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES

188. Appropriation des circuits. — L'utilisation de transformateurs téléphoniques ou bobines toroïdales sur un circuit permet de superposer à une communication téléphonique une transmission télégraphique, sans qu'il en résulte aucune gêne pour l'une ou pour l'autre. Cette disposition est très intéressante puisqu'elle n'entraîne aucune autre dépense supplémentaire d'installation que la pose des transformateurs.

Avant l'utilisation des transformateurs pour l'appropriation d'un circuit au télégraphe, divers dispositifs ont été successivement employés ; il convient de citer le système Cailho qui utilisait dans chacun des postes une bobine différentielle analogue à celle que nous avons décrite pour les postes intermédiaires des installations d'embrochage ; l'installation télégraphique était alors reliée au milieu de la bobine comme l'annonciateur d'appel du poste intermédiaire. Toutefois, avec les installations de ce système, les défauts d'isolement de l'installation téléphonique et en particulier de la source d'appel sont susceptibles de troubler les transmissions télégraphiques.

En vue de remédier à cet inconvénient, le système P. Picard utilisé ensuite comprenait un transformateur différentiel, et c'est le système qui est encore employé, mais on a remplacé les transformateurs cylindriques par des transformateurs toroïdaux ou ovoïdaux dont le circuit magnétique est parfaitement fermé et dont le rendement est par suite bien supérieur, les fuites étant négligeables.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme nous l'avons vu (69), les bobines toroïdales comprennent quatre bobines de 23 ohms de résistance que l'on assemble deux par deux pour constituer les enroulements primaire et secondaire du transformateur. L'équilibrage parfait des quatre enroulements au point de vue résistance et self étant très difficile à obtenir, il n'est bien assuré que pour deux des enroulements par rapport aux deux autres, et c'est pourquoi il est indispensable de respecter l'ordre des connexions indiquées par les schémas.

Le poste télégraphique est monté en différentiel sur le milieu des enroulements 4-3 et 8-7 et les extrémités de ceux-ci sont reliées aux fils de ligne (*fig.* 212) ; les autres enroulements sont placés dans le circuit secondaire du poste téléphonique. Il en

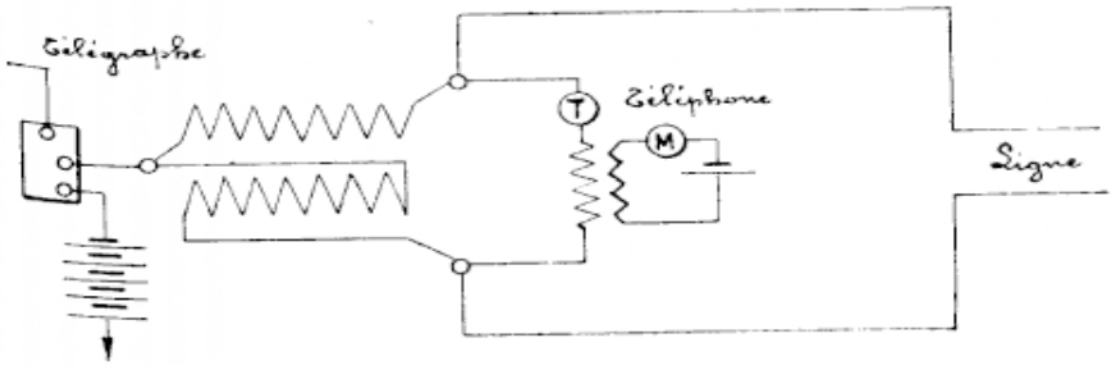


FIG. 212.

résulte que le courant télégraphique se divise, traverse les deux premiers enroulements en sens contraire, passe sur les fils qu'il parcourt parallèlement, et les deux portions du courant se combinent à l'arrivée pour agir sur l'appareil correspondant.

L'action du courant sur les autres enroulements est nulle au départ et à l'arrivée puisque les effets inducteurs produits par chacune des deux parties se combattent. Les deux postes téléphoniques ne sont donc aucunement influencés ; mais, à une condition, c'est que l'équilibre des deux fils de ligne, au point de vue de la résistance et de la capacité, soit tel que l'intensité du courant soit la même des deux côtés ; c'est dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces conditions seulement que les effets inducteurs des deux parties du premier enroulement se compensent exactement.

Quant aux courants d'induction du circuit secondaire téléphonique, leur action sur les premiers enroulements détermine des courants induits qui circulent dans les deux fils, accouplés cette fois en série, et induisent, à leur tour, le circuit secondaire du poste téléphonique correspondant.

189. — La disposition pratique du poste téléphonique est la suivante : deux jacks sont pris sur le tableau-commutateur (*fig.* 213) ; le premier J^1, est relié directement aux fils de ligne qu'il met, en relation avec la bobine d'appropriation et le télégraphe ; le second J_2 est relié au second circuit de la bobine toroïdale et est fermé sur l'annonciateur d'appel. Le courant d'appel utilisé est du courant alternatif produit par une magnéto, courant qui peut passer par transformation à travers la bobine d'appropriation. Lors de l'enfoncement d'une fiche dans le jack J_2, l'annonciateur est éliminé. Le jack J_1 permet de prendre les communications directement en éliminant le transformateur dans le cas où, par exemple, un déséquilibre sur le circuit serait cause que les courants télégraphiques amènent des perturbations dans les communications téléphoniques. Un condensateur intercalé entre J_2 et le transformateur permet de recevoir les signaux de fin ; sans cette précaution, l'annonciateur de fin de résistance 1.000 ohms serait trop shunté pour les enroulements de la bobine toroïdale

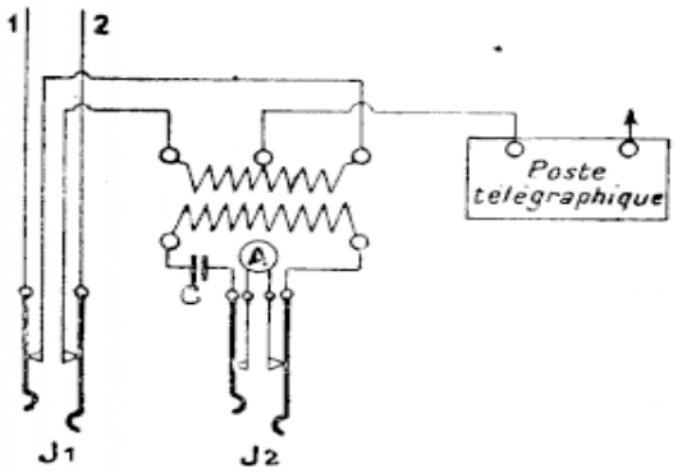


FIG. 213.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont la résistance n'est que de 46 ohms. La figure 214 montre l'ordre de connexion sur la bobine toroïdale.

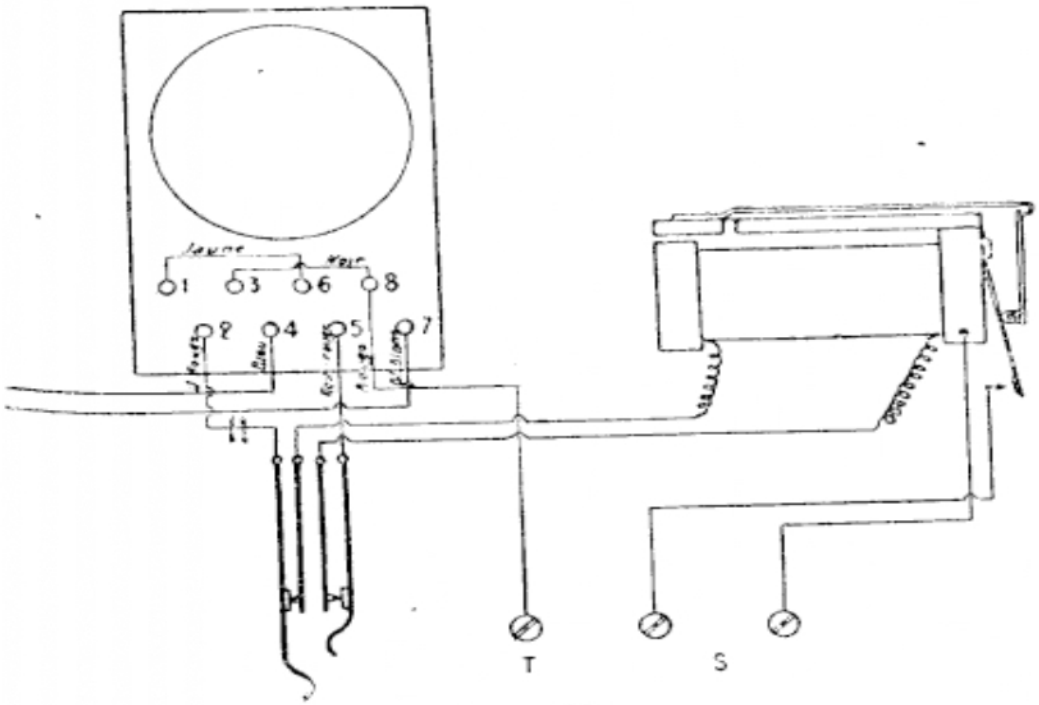


FIG. 214.

190. Préparation télégraphique des communications. — Quand un circuit interurbain important est très chargé, il y a intérêt pour l'exploitation à en tirer le meilleur parti possible en ne l'utilisant que pour les conversations réellement productives et payantes. Il faut que les opérateurs aient le moyen de préparer pendant une communicaton la communication suivante, qui pourra ainsi lui succéder sans délai. Les opérateurs prépareront les communications télégraphiquement sur le circuit lui-même sans gêner les conversations en cours, en se servant du circuit approprié.

Les ateliers de l'Administration ont réalisé le dispositif suivant qui est réglementaire (*fig.* 215).

Il se compose:

1° D'un manipulateur Morse assourdi;

2° D'un relais de 500 ohms excité par les émissions de courant reçues du poste correspondant;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° D'un ronfleur actionné par un circuit local fermé par l'armature du relais de 500 ω et donnant des courants vibrés susceptibles d'être reçus dans le récepteur de l'opératrice à travers un condensateur de 2 microfards.

4° D'un bouton-commutateur assurant :

a) Dans la position de repos, l'arrivée des courants télégraphiques dans un organe d'appel ;

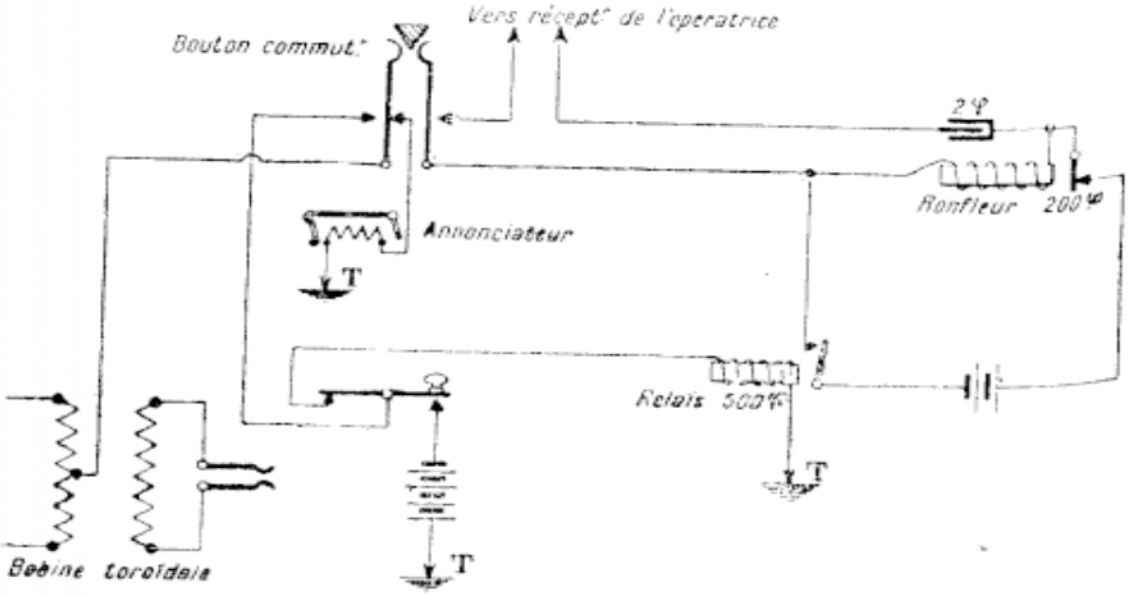


FIG. 215. — Préparation d'une communication téléphonique sur le circuit approprié.

b) Dans la position du travail, la liaison électrique du poste correspondant avec la chape du manipulateur et la mise en écoute du poste d'opératrice.

Le dispositif ne comprend ni la bobine toroïdale nécessaire pour l'appropriation du circuit ni l'organe de réception des appels télégraphiques, cet organe pouvant être un annonciateur, soit un signal lumineux dans le cas où le poste central téléphonique est pourvu d'un multiple.

Le relais de 500 ω, le ronfleur et le condensateur sont réunis dans une boîte ; seuls le manipulateur et le bouton interrupteur doivent être fixés sur le keyboard de la table ou du tableau interurbain.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

191. Circuits combinés. — Le système des circuits combinés consiste à utiliser deux circuits téléphoniques bifilaires pour en constituer un troisième : chacun des conducteurs de celui-ci est alors formé des deux fils d'un circuit accouplés en quantité.

Dans ce but, les deux circuits combinants sont munis à chacune de leurs extrémités d'un transformateur toroïdal comme dans une installation d'appropriation et les deux conducteurs constitués par les deux fils pris en parallèle de chaque circuit constituent le circuit combiné, ou circuit fantôme. On a alors la disposition représentée par la figure 216.

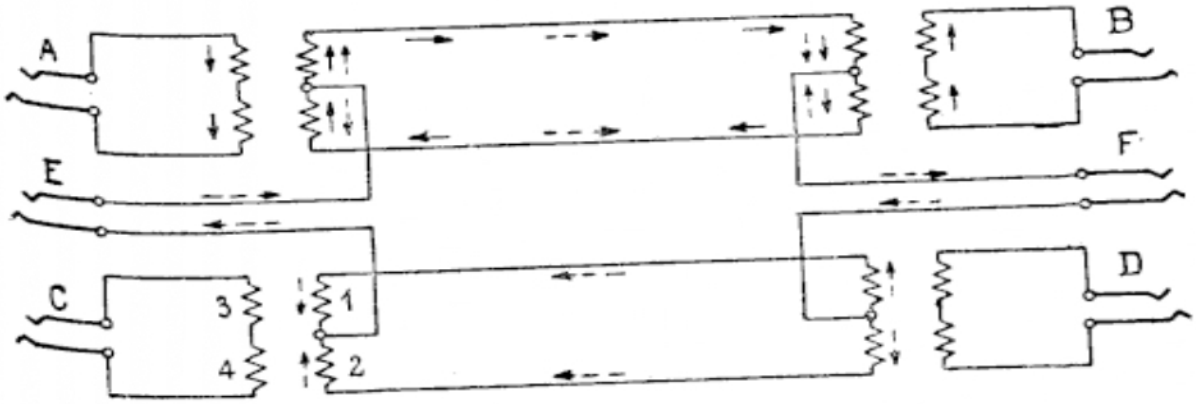


FIG. 216. — Combinaison de deux circuits.

Le fonctionnement de l'installation est le suivant : les courants téléphoniques provenant du poste A parcourent le primaire du transformateur et induisent dans le secondaire des courants induits qui se ferment à travers les deux fils de ligne en série et l'enroulement secondaire du transformateur B, d'où, par induction, ils parviennent au poste B (flèches en traits pleins). Ces courants sont sans influence sur les autres postes si l'isolement des lignes et leur anti-induction sont bien réalisés.

Les courants téléphoniques du poste E traversent en sens inverse (flèches en pointillé) les deux enroulements identiques des tranformateurs et sont, par suite, sans effet sur les quatre postes A, B, C, D, puisque les actions de chacun des enroule-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments 1 et 2 par exemple sur les enroulements 3 et 4 sont égales et opposées (il faut donc que les enroulements 1 et 2 soient parfaitement équilibrés), puis elles empruntent les deux fils en parallèle de chaque circuit combinant. On voit donc que cette disposition permet de réaliser trois communications simultanées complètement indépendantes.

Les courants d'appel utilisés étant des courants alternatifs produits par une magnéto, ils circulent exactement comme les courants téléphoniques.

Le circuit combiné ainsi obtenu peut être lui-même approprié au télégraphe ou combiné avec un deuxième circuit combiné permettant ainsi de réaliser sept communications téléphoniques avec huit fils (4 combinants, 2 combinés et un troisième combiné établi sur les deux précédents (*fig.* 217).

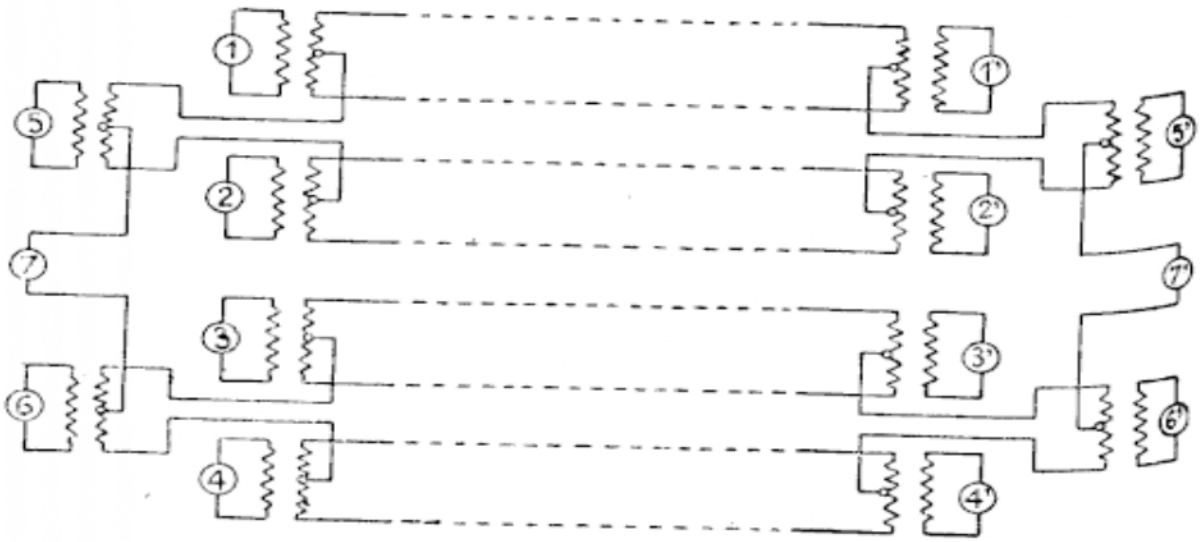


FIG. 217.

Mais cette disposition présente des difficultés pratiques, car nous avons vu que pour le bon fonctionnement de l'installation, il est indispensable que les circuits soient parfaitement équilibrés et anti-inductés et on conçoit que ces conditions soient plus difficilement réalisables si le nombre des circuits croît. Pratiquement, on se limite donc à la combinaison de deux circuits avec l'appropriation du combiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

192. — Nous avons supposé que les trois circuits ainsi constitués servent à établir des communications entre les abonnés de deux bureaux ; mais les circuits combinés peuvent également servir à échelonner des communications entre trois localités.

La figure 218 représente par exemple une installation réalisée pendant la guerre entre Vesoul, Gray et Dijon, au moyen

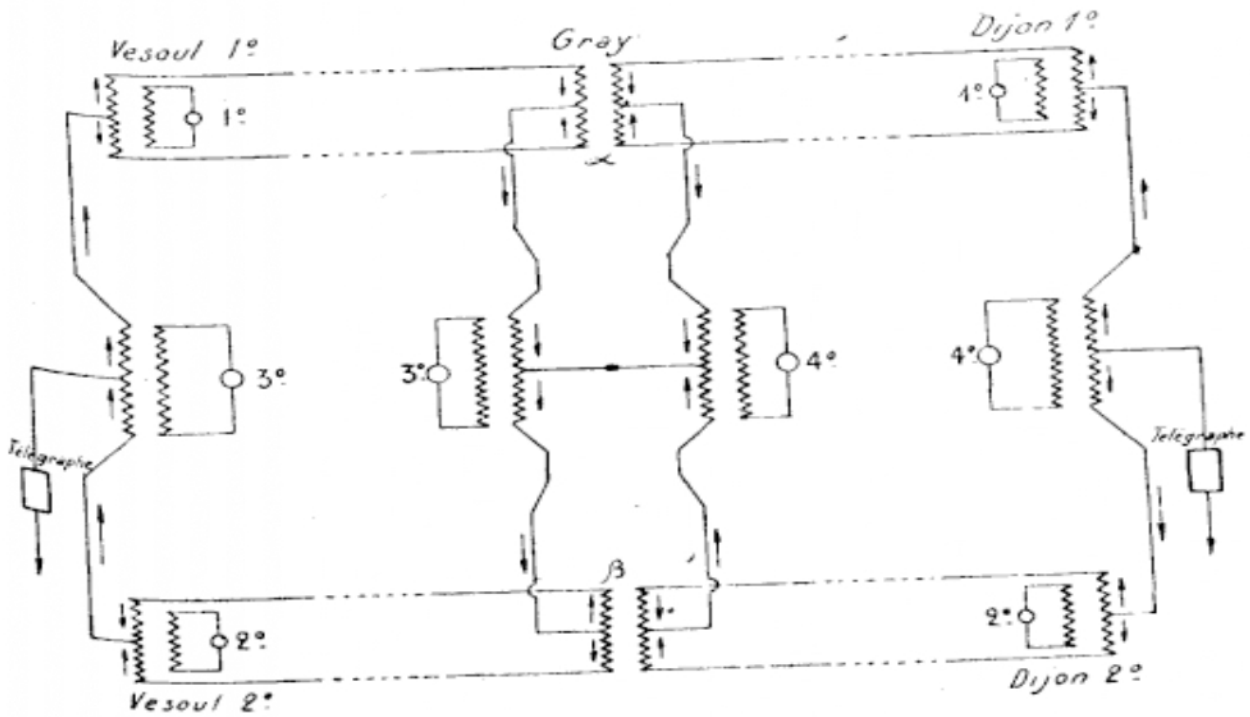


FIG. 218.

des deux circuits combinables Vesoul-Dijon 1° et Vesoul-Dijon 2°.

Elle permettait simultanément en temps normal :

2 communications téléphoniques Vesoul-Dijon ;

1 communication téléphonique fantôme Vesoul-Gray ;

1 communication téléphonique fantôme Gray-Dijon ;

1 communication télégraphique appropriée Vesoul-Dijon.

Il faut remarquer que si un dérangement se produit sur l'un des combinants (perte à la terre par exemple), les troubles qui se manifestent rendent en même temps impraticable

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

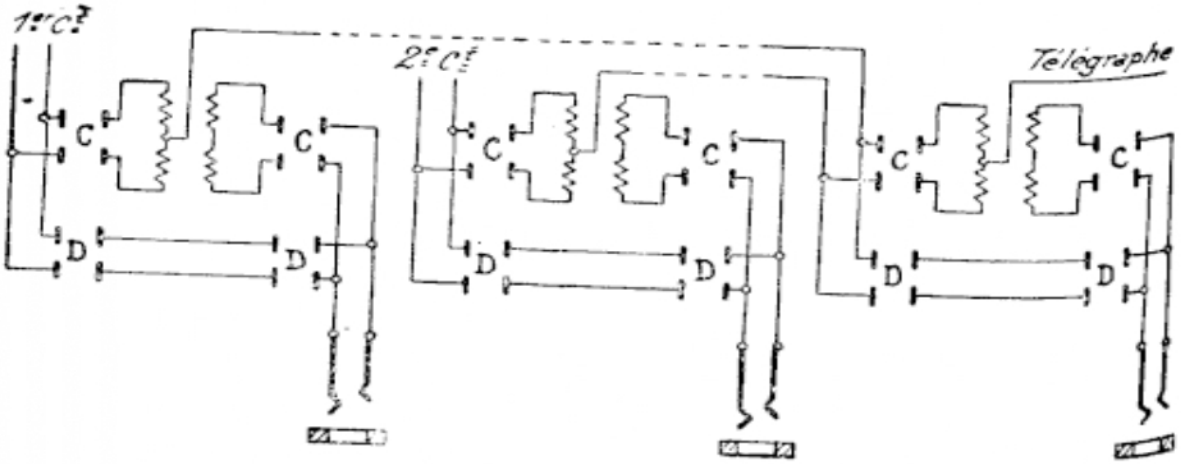


FIG. 219.

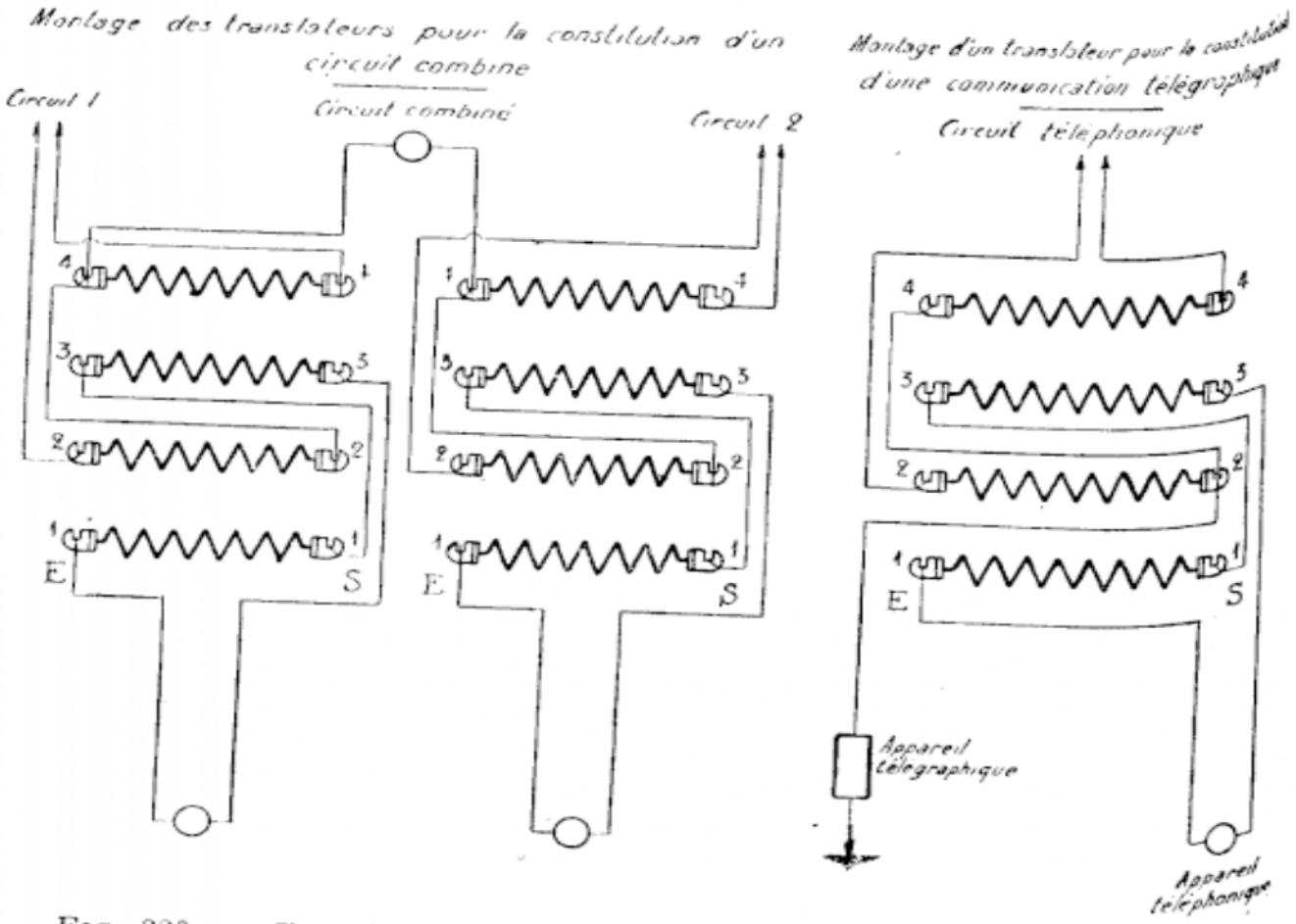


FIG. 220. — Transformateurs téléphoniques séparateurs dits ovoïdaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre combinant et le combiné. Aussi, prévoit-on l'installation de commutateurs Blanchon qui permettent de supprimer les combinaisons et appropriations dans le cas de dérangement. La figure 219 indique le montage de ces commutateurs pour une installation comportant un combiné approprié au télégraphe.

La figure 220 montre le montage de transformateurs ovoïdaux pour la combinaison et l'appropriation des circuits téléphoniques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

AMÉLIORATION DE LA PROPAGATION DES COURANTS TÉLÉPHONIQUES

193. Réflexions. — Les courants téléphoniques se propagent sur les lignes à la manière des ondes liquides sur la surface d'une nappe d'eau que la chute d'une pierre a troublée. Quand ces ondes rencontrent un obstacle, elles se trouvent renvoyées en arrière, réfléchies, au moins partiellement.

Cette réflexion s'opère aussi pour les ondes électriques téléphoniques sur les transformateurs intercalés, et ceci contribue à diminuer la portion d'énergie transmise à travers l'appareil et à affaiblir les courants.

C'est pour la même raison que l'on évite le plus possible en téléphonie à grande distance toutes les causes de réflexion des ondes électriques, et notamment les changements de calibre du fil, l'introduction de sections souterraines dont la capacité n'est pas la même, etc.

La self-induction et la capacité des lignes et des appareils divers qui entrent dans la constitution d'une communication jouent du reste un rôle très important dans la propagation des courants téléphoniques, ainsi que nous allons le voir.

194. Effet de la résistance. — Nous savons que la résistance d'une ligne donne lieu à un dégagement de chaleur Joule quand un courant la traverse. Voici donc une première cause de dissipation d'énergie qui viendra affaiblir la propagation des courants.

On la diminuera en augmentant le calibre des fils; mais on est vite arrêté dans cette voie par le prix élevé du cuivre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

195. Effet des pertes. — Les pertes à la terre ou entre fils donnent lieu à des dérivations du courant, et c'est autant de moins que recevra le poste avec lequel on veut communiquer. On n'y peut guère remédier que par un soin extrême apporté dans la construction et l'entretien des lignes, des tableaux et par l'utilisation d'isolateurs et d'isolants excellents. L'usage des fils isolés au papier et à l'air sec dans des câbles sous gaine étanche de plomb offre à ce point de vue de très bonnes garanties d'isolement.

Mais les fils sont alors beaucoup plus rapprochés que dans les lignes aériennes, et la présence de l'armature de plomb toujours en relation avec la terre contribue à augmenter la capacité du condensateur formé par ces fils.

196. Effet de la capacité. — Or la capacité est un ennemi en téléphonie à grande distance ; c'est elle qui a longtemps nui aux longues lignes en câbles etqui rend encore impossibles les grandes communications téléphoniques sous-marines.

La capacité que présentent les fils d'un même circuit entre eux se laisse traverser par les courants alternatifs, et d'autant mieux qu'elle est plus grande et que ces courants ont une fréquence plus élevée. C'est le cas des courants téléphoniques dont la fréquence pour les différents sons de la voix humaine varie de 100 à 3.000 périodes par seconde environ. La capacité joue donc le rôle d'une perte d'autant plus importante que la fréquence est plus élevée. Le courant à l'arrivée s'en trouve affaibli, et les sons aigus seront plus étouffés par la capacité de la ligne que les sons graves de fréquence plus basse.

Le mélange des sons de différentes fréquences dans une syllabe est tel que leur affaiblissement différent peut donner dans le téléphone récepteur un son complexe totalement différent de la syllable transmise et la rendre absolument méconnaissable et incompréhensible.

Il est donc nécessaire pour obtenir de bonnes communications à très longue distance non seulement de lutter contre l'affaiblissement, mais encore de le rendre aussi indépendant que possible de la fréquence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On y est arrivé en renforçant convenablement la self-induction de la ligne. Mais, pour nous rendre compte de ceci, il nous faut revenir sur les notions de self-induction et de capacité.

197. Circuits oscillants. — Tout objet matériel est susceptible d'entrer en vibration et possède alors un régime d'oscillation qui lui est propre et qui dépend uniquement de sa masse ou inertie et de son élasticité. Un ressort-lame encastré à un bout et dont l'autre extrémité est alourdie par une masse se met à vibrer quand on l'écarte de sa position de repos et qu'on l'abandonne à lui-même. Le nombre d'oscillations qu'il effectue alors par seconde, la fréquence de la vibration, est bien déterminé et dépend de la grandeur de la masse et aussi de l'élasticité du ressort.

Si l'on cherche à faire osciller cet ensemble avec la main à une vitesse, à un régime différents, on éprouvera de sa part une résistance d'autant plus grande que ce régime sera plus éloigné de son régime normal de vibration. Au contraire il suffira d'un effort insignifiant pour entretenir cette vibration propre du ressort, si on l'accompagne avec le même rythme ou un rythme très voisin, parce que les efforts de la main seront en concordance ou presque avec les mouvements naturels du système oscillant. C'est le phénomène bien connu de la *résonance*, que l'on rencontre à chaque pas dans la nature.

Il en est de même des mouvements d'oscillation de l'électricité dans un système doué de capacité et de self-induction. La capacité d'un circuit joue le rôle de l'élasticité du précédent phénomène, la self joue le rôle de l'inertie ou de la masse. Tout circuit a un régime propre d'oscillations électriques naturelles. Et en T. S. F. on fait appel à chaque instant à cette propriété des systèmes self-condensateurs d'entrer en vibration électrique lorsqu'ils sont soumis au choc électrique d'une décharge, d'une étincelle.

Si l'on cherche à les faire vibrer à un régime différent de leur régime propre d'oscillation, autrement dit si on cherche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à les faire traverser par un courant alternatif ou oscillant d'une fréquence différente de leur fréquence normale, ils opposeront une résistance, une *impédance* considérable à la source alternative d'énergie électrique, en l'espèce le transmetteur. Au contraire ces circuits laisseront passer avec la plus grande facilité les courants d'une fréquence voisine de leur fréquence propre.

En d'autres termes un circuit étouffe d'autant plus les courants alternatifs que sa fréquence propre diffère davantage de celle de la source électrique.

Si l'on proportionne convenablement la self et la capacité du circuit, il étouffera peu le courant alternatif de fréquence connue que l'on se propose d'y faire circuler.

198. Pupinisation. — Un circuit téléphonique peut être considéré comme une suite de petits circuits identiques (*fig.* 221) doués de self et de capacité, et possédant la même fréquence propre d'oscillation. Chacun contribue à affaiblir l'intensité du courant transmis au suivant ; et l'affaiblissement résultant au bout de la ligne dépend de l'étouffement qu'ils produisent individuellement.

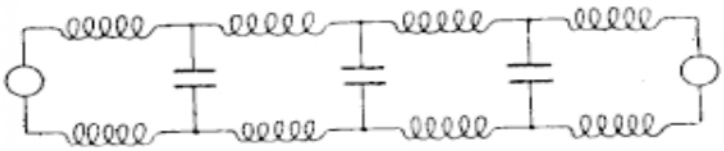


FIG. 221.

Cet affaiblissement sera minimum si le courant à propager a une fréquence voisine de la fréquence propre de ces circuits élémentaires. On sera donc dans les meilleures conditions possibles si l'on parvient à proportionner self et capacité de manière que la fréquence propre de ces circuits soit égale à la fréquence de ceux des courants téléphoniques qui ont tendance à être le plus affaiblis par la ligne dans la propagation. Or, nous avons vu (196) que ce sont les harmoniques les plus élevés de la voix qui sont le plus étouffés par la ca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pacité des lignes. On devra donc chercher à rendre la fréquence propre des circuits élémentaires aussi voisine que possible de la fréquence de ces harmoniques, c'est-à-dire 2.500 à 3.000 périodes par seconde.

On arrive à ce résultat en renforçant convenablement la self soit uniformément, soit au moyen de bobines suffisamment nombreuses et rapprochées.

Le premier procédé a été imaginé par M. Barbarat et appliqué par Krarup principalement sur les câbles téléphoniques sous-marins. Il consiste à renforcer la self en augmentant la perméabilité magnétique du milieu qui entoure les conducteurs. A cet effet chaque fil est pourvu d'une gaine de fer; mais afin d'éviter les courants de Foucault dans ce fer, on cloisonne la gaine en la constituant par un fil de fer très fin enroulé en spires très serrées autour du conducteur. Sans cette précaution, les courants de Foucault seraient importants, produiraient une perte d'énergie notable sous forme de chaleur Joule, et contribueraient à diminuer l'énergie transmise, c'est-à-dire augmenteraient l'affaiblissement contre lequel il s'agit précisément de lutter.

Le deuxième procédé est dû à Pupin. C'est le plus employé sur les lignes aériennes et souterraines. C'est aussi le plus efficace. Tandis que le procédé Krarup permet seulement d'améliorer la propagation, car la self ne peut être augmentée qu'un peu de cette manière, le procédé Pupin permet, au contraire, de renforcer la self dans les proportions désirées, qu'il est facile de calculer pour chaque type de ligne en égalant à 2.500 ou 3.000 la fréquence des oscillations propres des circuits élémentaires précédemment envisagés.

199. Amplificateurs. — Un procédé récent et surtout mis au point pendant la guerre de 1914 pour les besoins de la radiotélégraphie militaire, est employé concurremment avec les précédents sur les lignes à grande distance, aériennes ou en câble.

Il consiste à intercaler de loin en loin sur la ligne des lampes spéciales à trois électrodes qui transmettront les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courants extrêmement affaiblis qu'elles recevront, en les amplifiant considérablement sans les déformer.

L'ampoule dans laquelle le vide a été poussé très loin contient comme toutes les lampes à incandescence, un filament chauffé par une batterie d'accumulateurs. Mais elle renferme aussi deux autres électrodes, dont l'une est constituée par une petite plaque ; l'autre électrode, en forme de grille ou d'hélice, sépare le filament de la plaque (*fig.* 222).

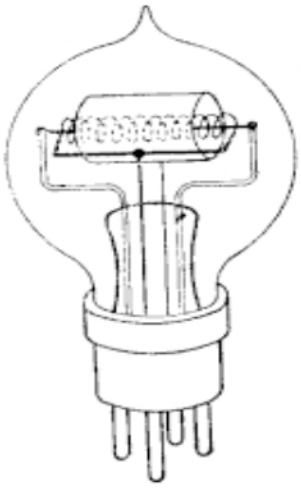


FIG. 222.

Les découvertes modernes de la physique sur la constitution de la matière font supposer que les courants électriques ne seraient autre chose que des déplacements de petits corpuscules chargés d'électricité négative nommés *électrons*, et que les atomes matériels seraient formés par des électrons gravitant comme des planètes autour du noyau central de l'atome.

Quand on chauffe un corps on accélère le mouvement de gravitation de ces électrons, et si l'on élève suffisamment la température, certains de ces électrons finissent par être projetés hors du champ d'attraction de l'atome ; les corps chauds émettent sous forme d'électrons de l'électricité négative.

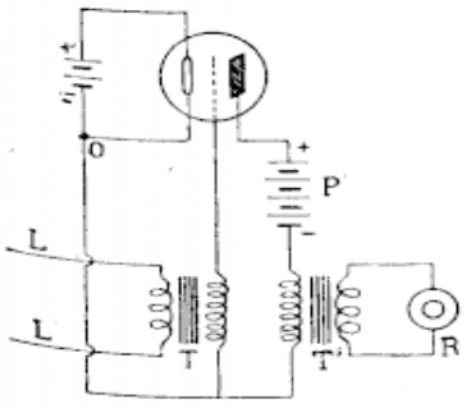


FIG. 223.

Or, comme les masses magnétiques, les masses électriques s'attirent ou se repoussent suivant qu'elles sont de signes contraires ou de même signe. Si donc on charge positivement la plaque de la lampe à trois électrodes, au moyen d'une forte batterie d'accumulateurs (*fig.* 223), les électrons chargés d'électricité négativement seront attirés par la plaque, et cette circulation d'électrons donnera lieu à un courant entre la plaque et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le filament à l'intérieur de la lampe. Ce courant circule à l'extérieur de la lampe dans le circuit O. P.

On conçoit maintenant que si l'on charge la grille positivement ou négativement, elle renforcera ou affaiblira l'attraction des électrons par la plaque. Des variations de la tension de la grille auront une répercussion sur le courant filament-plaque; et, en se plaçant dans certaines conditions de réglage, on constate que des variations infimes de tension de la grille produisent des variations considérables de ce courant de plaque, mais qui les reproduisent avec une grande fidélité.

On n'aura donc qu'à faire agir les courants à amplifier sur la grille au moyen d'un transformateur T par exemple, et l'on recueillera les courants sur le circuit de plaque au moyen du transformateur T, T'.

Pratiquement il faut pouvoir amplifier les courants aussi bien dans un sens que dans l'autre, aussi bien ceux émis par l'un des correspondants que ceux émis par l'autre. Or, la lampe à trois électrodes n'est pas réversible. On utilise alors deux lampes qui serviront chacune à amplifier les courants se propageant dans un sens déterminé ; des transformateurs spéciaux et des lignes artificielles sont en outre nécessaires. Le principe du montage d'un amplificateur téléphonique ou relais est le suivant (*fig.* 224).

La ligne ouest traverse quatre des enroulements d'un transformateur spécial à six enroulements équilibrés avant de se fermer sur une ligne artificielle construite avec des résistances, des condensateurs et des selfs et telle qu'elle présente la même impédance que la ligne ouest elle-même pour toutes les fréquences téléphoniques. Dans ces conditions, les courants venant de la ligne ouest vont se fermer dans le sens indiqué par les flèches. Les quatre enroulements traversés agissent dans le même sens sur les deux derniers et, par suite, la force électromotrice induite dans ceux-ci est appliquée entre la grille et le filament de la lampe ouest et des courants amplifiés traversent le primaire du transformateur du circuit de plaque de cette lampe. Les courants in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

duits dans le secondaire de ce transformateur se partagent aux points A et B entre la ligne est et la ligne artificielle est, et comme elles ont la même impédance, des courants égaux et opposés traversent les quatre enroulements deux à deux ; par suite, aucune induction ne sera exercée sur les deux derniers enroulements du transformateur est et aucune force électromotrice appliquée à la grille de la lampe correspondante.

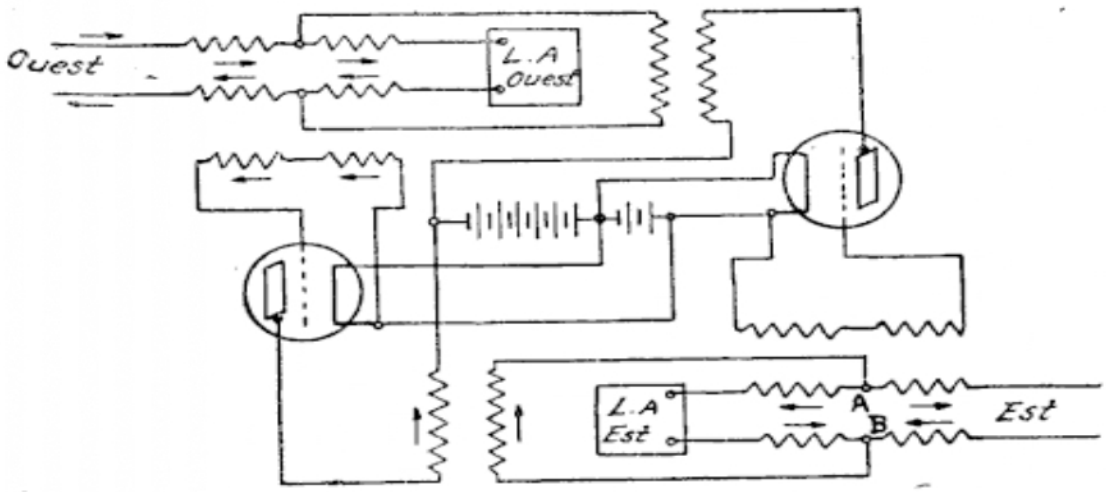


FIG. 224.

Si les courants ne se partageaient pas en deux parties égales, la lampe est serait influencée par les courants amplifiés et les renverrait à la ligne ouest, donc à la lampe ouest qui les amplifierait de nouveau et ainsi de suite, engendrant ainsi des sifflements continus rendant toute conversation impossible.

On voit, par suite, que ce dispositif nécessite l'équilibre rigoureux des lignes artificielles avec les lignes correspondantes. On peut remarquer d'autre part que la moitié du courant amplifiée seule est utilisée, l'autre moitié se perdant dans la ligne artificielle.

200. Circuits à quatre fils. — On peut simplifier le montage des amplificateurs et utiliser tout leur pouvoir d'amplification en utilisant des circuits à quatre fils dont deux sont uti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sés dans un sens, et les deux autres dans l'autre sens, et cette méthode peut devenir aussi économique que l'emploi de circuits à deux fils, car les gains d'amplification peuvent être compensés par l'emploi de fils de calibre inférieur, si bien qu'en fin de compte, le poids de cuivre utilisé reste sensiblement le même. D'autre part, les circuits à quatre fils sont d'un réglage plus facile et d'une stabilité beaucoup plus grande que ceux à deux fils. Aux deux extrémités des circuits à quatre fils des dispositifs spéciaux constitués par des transformateurs différentiels doivent être utilisés pour les raccorder aux lignes à deux fils. Le principe du fonctionnement de ces dispositifs est le même que celui des transformateurs d'amplificateurs étudiés ci-dessus (*fig.* 225).

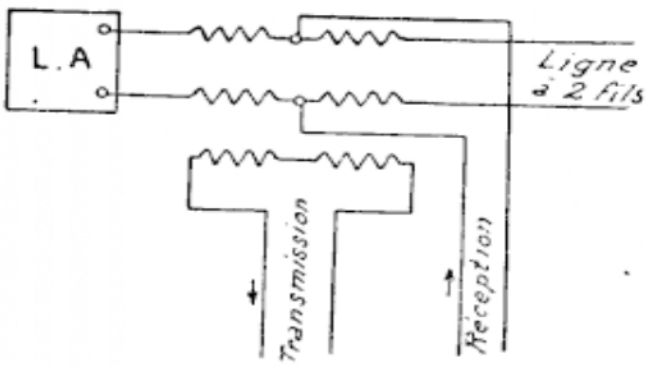


FIG. 225.

201. Liaisons radiotéléphoniques. — Les lignes à grande distance nécessitent l'emploi de bobines de charge et de stations d'amplificateurs (stations de relais) régulièrement espacées pour contrebattre l'affaiblissement. Dans la pratique courante, les stations-relais sont échelonnées tous les 150 kilomètres environ. On conçoit que la portée des communications téléphoniques avec l'utilisation de ces moyens atteigne couramment 3 à 4.000 kilomètres et avec les progrès de la technique et de la construction on peut prévoir la réalisation prochaine des communications à des distances illimitées.

Mais en ce qui concerne les communications transocéaniques l'impossibilité d'installer les stations-relais a fait recourir à des liaisons radiotéléphoniques et les dernières années ont vu la réalisation de communications entre l'Europe et l'Amérique du Nord, et l'Europe et l'Amérique du Sud.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En principe, ces liaisons utilisent deux stations à chaque terminus (*fig.* 226) : une station d'émission et une station de réception. A chacune de ces stations aboutit un circuit à deux fils et le système complet comporte alors quatre fils qui sont traités comme dans le cas précédemment envisagé des circuits à grande distance. La station d'émission module, à l'aide des courants téléphoniques reçus, à des courants haute fréquence qui sont rayonnés par l'antenne (ou dirigés dans certains dispositifs) sous forme d'ondes hertziennes ; ces ondes sont cap-

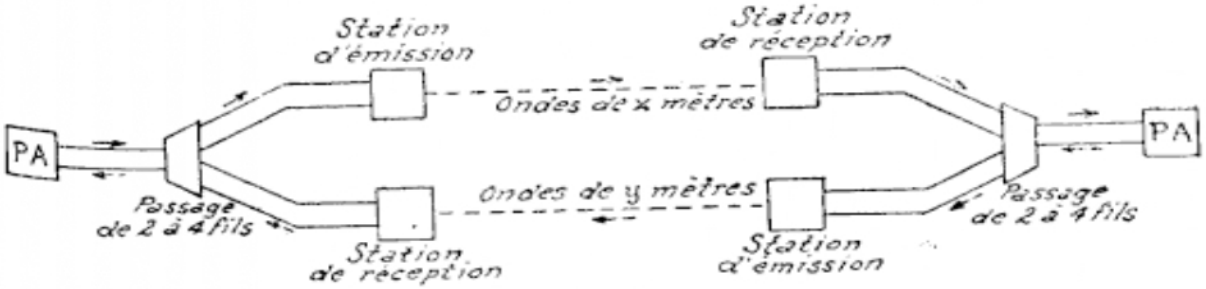


FIG. 226.

tées par la station réceptrice et détectées, c'est-à-dire qu'elles subissent la transformation inverse de la modulation pour restituer des courants de fréquence téléphonique, et parviennent alors par fil au poste destinataire. La longueur d'onde dépend de la fréquence du courant modulé ; elle est d'autant plus courte que cette fréquence est plus grande, le produit de ces deux quantités étant égal à 3×10^8 mètres (vitesse de la lumière).

Ainsi une onde de 30 mètres correspond à une fréquence de 10^7 (soit 10 millions de vibrations par seconde alors que les courants téléphoniques ont des fréquences comprises entre 100 et 3.000 périodes par seconde). Pratiquement, une communication radiotéléphonique bilatérale nécessite deux longueurs d'onde différentes (une pour chaque sens) pour éviter des réactions comparables à celles que nous avons étudiées dans les amplificateurs à lampes ; de plus les stations d'émission et de réception à chaque terminus ne sont pas voisines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

202. Téléphonie par courants porteurs à haute fréquence. — Des dispositions analogues sont également employées pour augmenter le rendement des circuits. En utilisant les fils d'un circuit pour la propagation simultanée de courants de fréquences différentes et en disposant à l'extrémité des détecteurs accordés captant chacun une de ces fréquences employées, on peut réaliser un nombre important de communications téléphoniques ou télégraphiques simultanées sur le même circuit. Mais ce système ne se prête pas à un développement considérable, car il est à peu près impossible de l'utiliser sur deux circuits voisins par suite des effets d'induction entre circuits qui se manifestent de façon considérable pour les fréquences élevées.

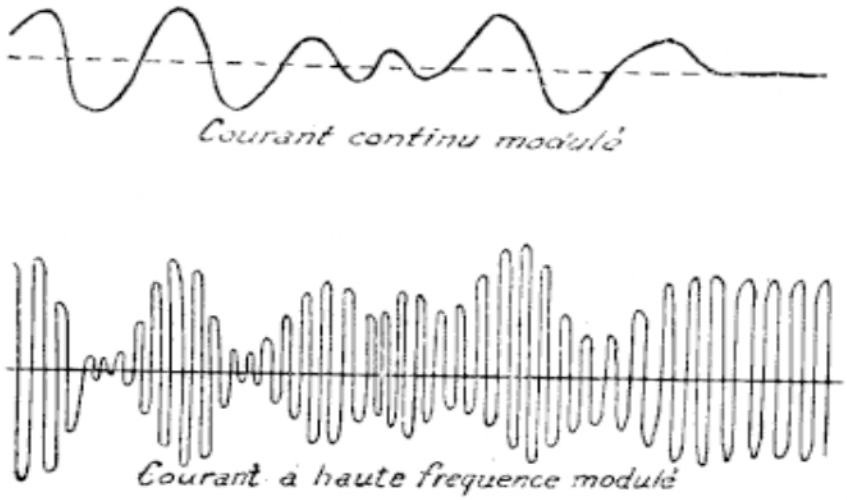


FIG. 227.

A propos de la modulation des courants de haute fréquence par les courants téléphoniques, nous pouvons remarquer que cette transformation est identique à celle effectuée par le microphone qui module un courant continu.

Les deux courbes ci-dessous montrent comment le courant porteur (continu ou à haute fréquence) est modulé à des fréquences téléphoniques (*fig.* 227).

On voit, d'après cet exemple, que la fréquence du courant porteur reste constante, mais que c'est son intensité qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve modifiée par le courant téléphonique. Ces hautes fréquences n'étant pas audibles, si, à la réception, nous supprimons les parties négatives du courant à haute fréquence (détection), les parties positives agissent sur le récepteur comme le ferait le courant moyen qui se trouve être alors à fréquence téléphonique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

ENTRÉES DE POSTES

203. Dans la plupart des réseaux de province les entrées de poste se font aériennement. Elles sont souterraines dans les grandes villes.

Toute entrée de poste aérienne doit être protégée par un paratonnerre et un coupe-circuit combinés.

Toute entrée de poste souterraine doit être protégée par un coupe-circuit de 3 ampères.

Toute ligne reliant un poste supplémentaire à un poste principal doit, si elle sort de l'immeuble, être protégée à ses deux extrémités.

L'amenée des fils dans l'immeuble s'opère toujours en câbles sous plomb. Or ceux-ci présentent toujours une capacité notable entre les fils conducteurs et l'enveloppe de plomb ; si donc il s'agit d'une entrée aérienne, les décharges atmosphériques à haute fréquence ont tendance à foudroyer le câble au voisinage même du point de raccord des fils aériens avec le câble dont l'enveloppe est toujours plus ou moins en liaison électrique avec le sol. Il est donc nécessaire de protéger le câble aussi près que possible de son raccord aérien.

204. Entrées de poste d'abonné. — Le câble sous caoutchouc et plomb peut être relié directement aux fils aériens, après que le câble a effectué entre les deux isolateurs (*fig.* 228) un col de cygne à la suite duquel le plomb est enlevé, et les deux conducteurs sont séparés pour se rendre à leurs isolateurs respectifs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une autre disposition consiste (*fig.* 229) à faire la séparation des deux brins sous la cloche de l'un des deux isolateurs, pour les protéger contre l'humidité.

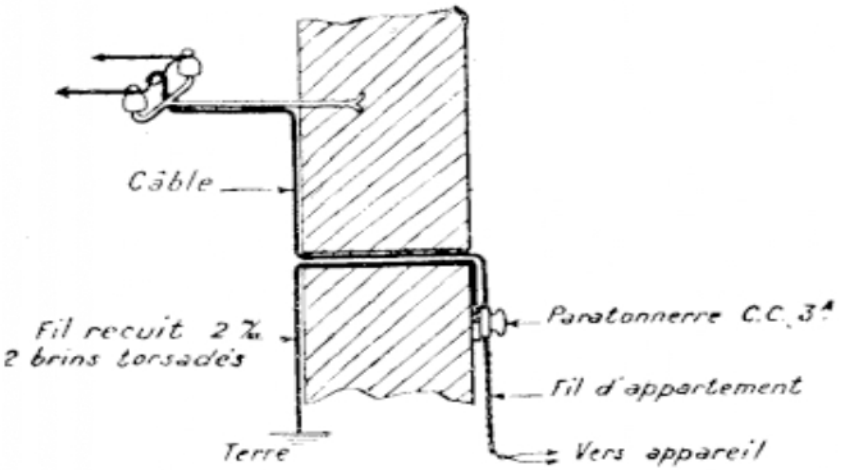


FIG. 228.

Dès leur entrée dans l'immeuble les deux conducteurs sont reliés à un paratonnerre-coupe-circuit de 3 ampères, d'où partent les fils d'appartement, et dont la plaque de terre est reliée le plus directement possible et très soigneusement au sol, en évitant les coudes brusques.

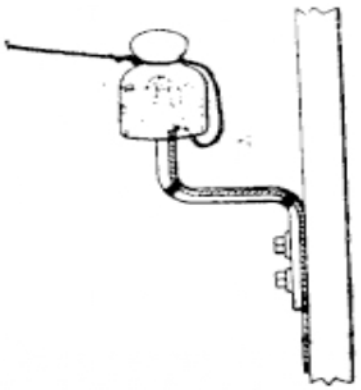


FIG. 229.

Tels sont les dispositifs réglementaires. Mais la tendance actuelle, surtout si la ligne aérienne est un peu longue et en terrain découvert, est de fixer sur le potelet entre les deux isolateurs une petite boîte de raccordement bien étanche, dont les parois latérales sont pourvues de pipes en porcelaine (*fig.* 230). Dans la boîte sont disposés soit des plots de raccordement, soit des paratonnerres à pointes de petit modèle (*fig.* 41). Les fils aériens, après avoir été arrêtés sur les isolateurs, pénètrent par les pipes et sont fixés aux paratonnerres dont les plaques de terre sont soigneusement reliées au sol. Le câble d'entrée de poste qui pénètre par le fond de la boîte est également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relié au paratonnerre. De cette façon la protection est placée avant le câble, et l'on évite presque complètement les coudes et leur self du côté aérien. Le coupecircuit reste installé dans l'immeuble.

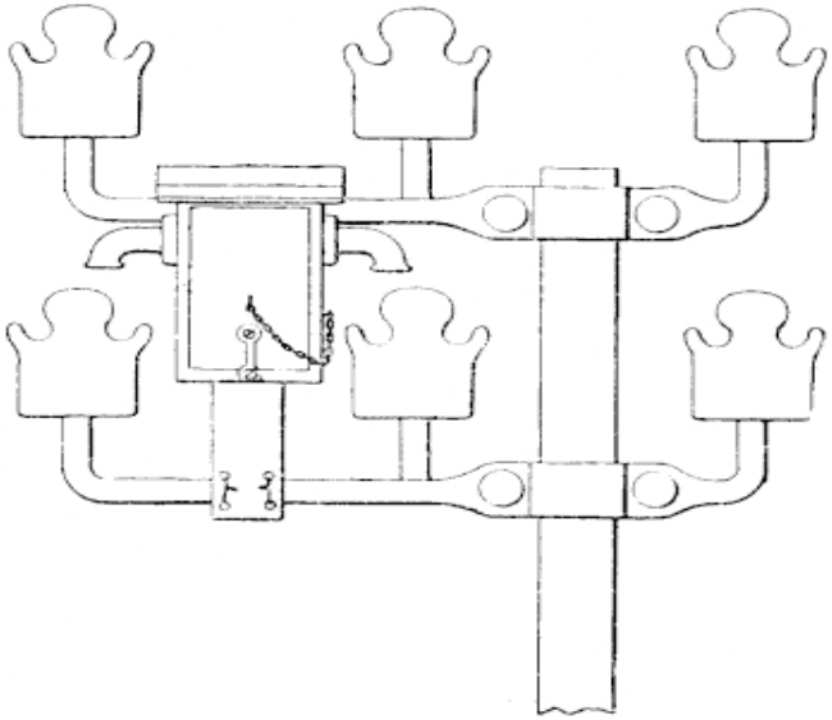


FIG. 230. — Installation d'une boite d'entrée de poste.

205. Entrées de poste de bureaux. — Le raccord des fils aériens aux panneaux de paratonnerres-coupe-circuit de 3 ampères se fait toujours en câbles sous caoutchouc et plomb à sept paires de conducteurs,

Ancien dispositif de raccordement. — Chaque câble est fixé sur l'une des faces du potelet et se recourbe à son sommet pour descendre sur l'autre face où il s'épanouit à l'aide d'une pièce de division spéciale, la *culotte*, en 14 câbles sous caoutchouc et plomb à un conducteur, raccordés chacun à un fil de ligne en faisant un col de cygne sous la cloche de l'isolateur.

On conçoit que les câbles à un seul conducteur sous plomb présentent une capacité plus grande que les autres à cause du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus faible intervalle qui sépare le cuivre du plomb. Ils sont donc plus sujets à être foudroyés. D'autre part la culotte de division est évidemment par sa constitution même un point délicat en ce qui concerne l'isolement. C'est pourquoi de nombreux dérangements se produisaient avec ce dispositif qui a été rejeté.

Dispositif réglementaire. — Le câble, après avoir été recourbé comme précédemment au sommet du potelet, est dénudé de son enveloppe de plomb dans sa partie en descente à la hauteur des isolateurs de tête. Les conducteurs sous caoutchouc sont épanouis en un peigne protégé par une enveloppe de ruban tanné, deux couches de toile goudronnée et une dernière couche de ruban tanné, pour aller se raccorder aux fils aériens dans l'ordre des couleurs : blanc, bleu, jaune, marron, noir, rouge et vert.

La dernière couche de ruban tanné n'est pas imposée par le règlement, mais elle est utile pour éviter que le ruban goudronné se gondole en se desséchant.

Le dernier enroulement goudronné et le dernier ruban tanné doivent être posés à partir de l'extrémité du peigne, en remontant vers le plomb qu'ils doivent recouvrir un peu, pour mieux assurer l'étanchéité.

Il est bon que chaque câble à sept paires soit numéroté à ses deux bouts et reste classé dans le même ordre sur tout son trajet pour qu'il puisse facilement être retrouvé parmi les autres en un point quelconque.

Disposition nouvelle. — Le procédé réglementaire n'est pas à l'abri de critiques. Par sa constitution même il ne présente pas de garanties d'uniformité au point de vue de l'isolement et de la durée. De plus, pour des lignes exposées, l'entrée n'est protégée qu'après le câble.

On tend à y substituer une disposition analogue à celle déjà décrite pour les entrées de poste d'abonné. Une longue boîte étanche de la longueur du potelet est fixée sur celui-ci entre les isolateurs à desservir. Elle est pourvue sur ses faces latérales de pipes en porcelaine à la hauteur de chaque rang d'isolateurs, et intérieurement de plots de raccordement ou de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

paratonnerres à pointes, accolés par leurs plaques de terre. Les fils aériens et sous câble sont amenés dans la boîte comme nous l'avons dit.

206. **Réseaux souterrains.** — Lorsque les lignes sont souterraines dans leur totalité le câble sous papier et plomb à une paire arrive jusque chez l'abonné à un coupe-circuit de 3 ampères qui, outre son rôle de protection sert de point de coupure entre la ligne et l'installation intérieure, en particulier pour la localisation des dérangements.

Au bureau les câbles pénètrent directement jusqu'au répartiteur, ou sont prolongés jusqu'à ce dernier par des câbles de même capacité sous soie, coton et plomb se prêtant mieux que les câbles sous papier à la confection des peignes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

RÉPARTITEURS

207. Principe. — La ligne d'un abonné donné doit pouvoir subir des modifications d'itinéraire (par suite, par exemple, de changement d'adresse de l'abonné, ou de modifications du réseau) sans que pour cela, le numéro d'appel de cet abonné soit changé ; aussi devons-nous interposer entre les lignes et les tableaux un dispositif permettant de raccorder une ligne quelconque à un jack quelconque par l'intermédiaire de fils souples. Tel est le rôle du répartiteur.

D'autre part, les organes de protection, paratonnerres et coupe-circuit doivent être placés aussi près que possible de l'entrée des lignes dans le bureau. Ces organes seront fixés sur un panneau spécial ou sur le répartiteur lui-même. Dans les petits bureaux, seuls les coupe-circuit de 1A. sont fixés sur le répartiteur, les coupe-circuit-paratonnerres combinés étant placés sur des châssis spéciaux.

En principe, le répartiteur est constitué par un bâti métallique sur lequel arrivent, d'une part, les câbles de ligne qui sont distribués sur des coupe-circuit et, d'autre part, les câbles venant des tableaux qui se termineut sur des raccordements. La liaison entre les coupe-circuit et les plots de raccordement se fait au moyen de conducteurs souples torsadés par paire ; chaque conducteur est constitué par un fil de cuivre étamé recouvert d'une couche de caoutchouc, une couche de soie et une tresse de ramie ; ces isolants sont ingifugés. Des anneaux, convenablement disposés, permettent de guider les fils dans leur trajet des coupe-circuit aux plots de raccordement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outre son rôle de répartition le répartiteur constitue un point de coupure des lignes permettant de localiser les défauts intérieurs et extérieurs au bureau.

En principe, suivant que le réseau est aérien ou souterrain, le répartiteur est installé dans les combles ou au rez-de-chaussée ; mais la disposition des lieux nécessite parfois son installation dans une autre pièce et même dans la salle où se trouve le tableau-commutateur.

208. Ancien répartiteur. — Destiné à des bureaux de capacité très diverses, le répartiteur est extensible. Le modèle

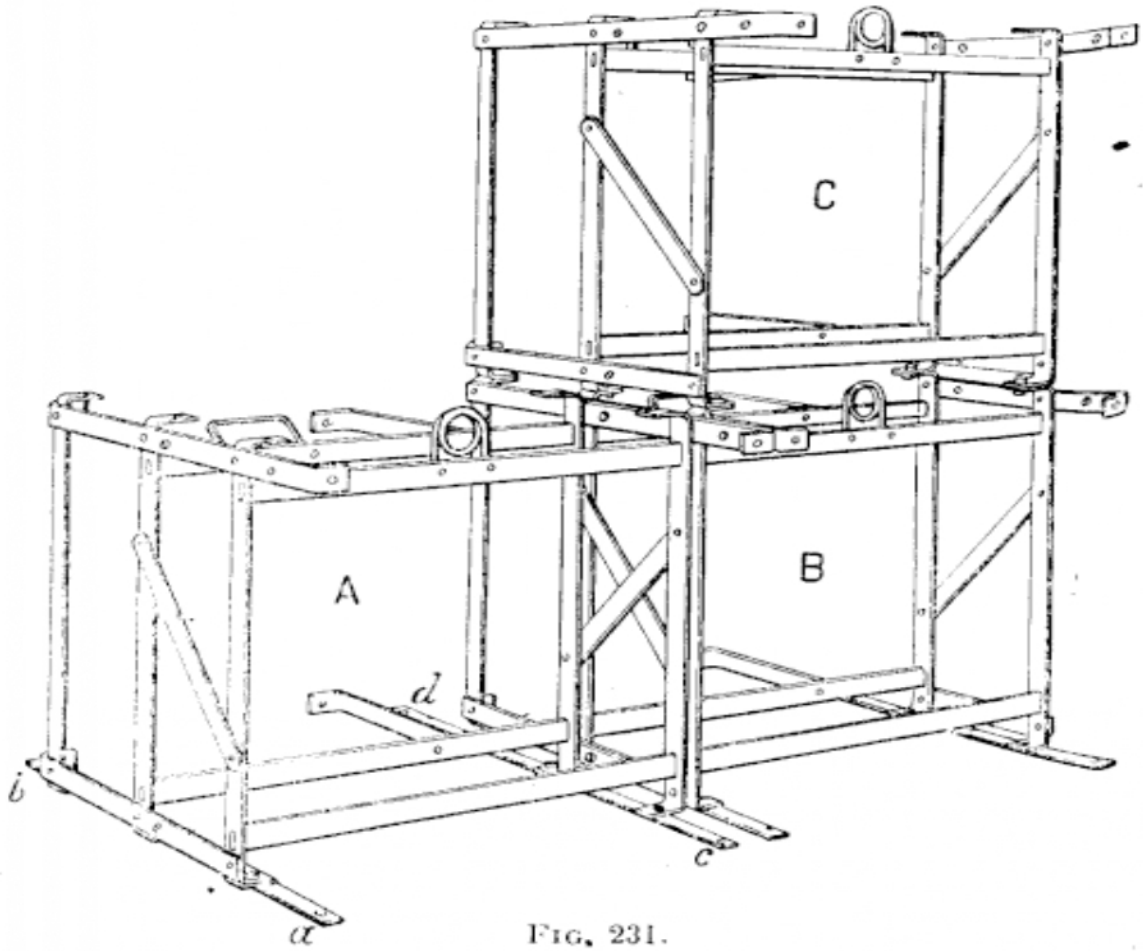


FIG. 231.

ancien est formé d'un ou plusieurs *blocs*. On appelle ainsi un châssis constitué par des bandes de fer plat assemblées par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des rivets. Comme le montre la figure 231, les blocs peuvent se superposer (par quatre au maximum) ou se juxtaposer.

Chaque bloc est destiné à un groupe de vingt-cinq abon-

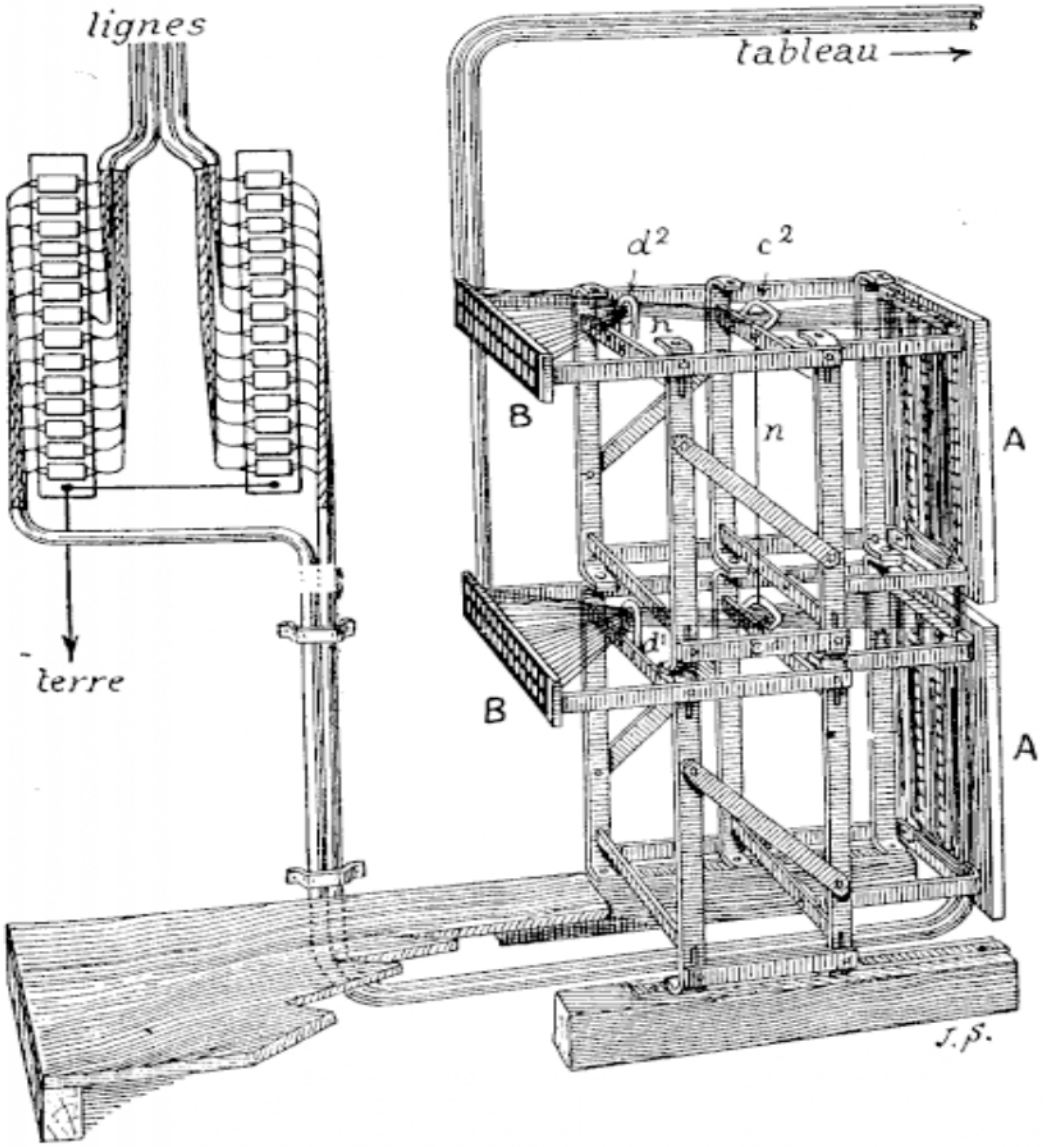


FIG 232.

nés : un répartiteur est donc formé d'autant de blocs qu'il y a de fois 25 abonnés ; ou, si l'on veut, d'autant de piles de quatre blocs que le bureau comporte de tableaux à 100 numéros.

La liaison entre les blocs est faite au moyen de boulons qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passent dans des trous percés à l'avance aux endroits voulus. Les blocs inférieurs sont fixés sur le sol par l'intermédiaire de règles en fer plat *ab*, *cd*, vissées sur des semelles en bois.

Une semelle, placée transversalement à 60 centimètres environ des autres permet de poser un faux plancher sous lequel on fait passer les câbles (*fig.* 232).

On doit se procurer toutes ces pièces de bois sur place et, dans ce but, on choisit des dimensions courantes dans le commerce. Ces dimensions sont les suivantes :

Semelles : longueur, 48 centimètres ; hauteur, 11 ; largeur, 8. Ces deux dernières dimensions sont, en somme, celles des *chevrons*.

Plancher : il est formé de planches de 30 millimètres d'épaisseur ; sa longueur est de 77 centimètres environ, et sa largeur dépend du nombre de piles de blocs, comme d'ailleurs la longueur de la semelle transversale.

Les deux faces de chaque bloc sont pourvues, l'une d'un panneau supportant 28 coupe-circuit de 1 ampère (A), l'autre d'une planche portant 25 paires de plots de raccordement pour lignes d'abonnés et 6 paires pour lignes interurbaines (B).

209. Montage des communications. — Afin de diminuer les risques d'incendie, les circuits supportant chacun 14 coupe-circuit-paratonnerre de 3 ampères sont placés aussi près que possible de la pénétration des lignes dans l'immeuble. La liaison entre les conducteurs extérieurs et ces châssis est effectuée au moyen de câbles à sept paires sous caoutchouc et plomb. Le massif métallique des châssis est relié à la terre.

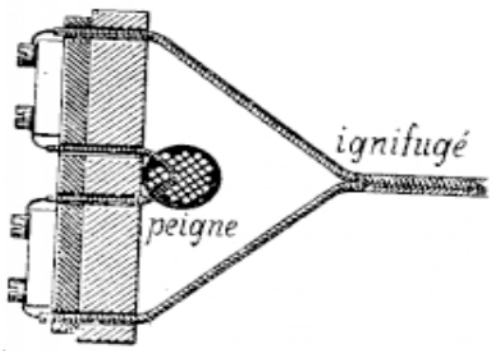


FIG. 233.

D'autres câbles, à quatorze paires sous soie, coton et plomb, portent des châssis pour rejoindre le répartiteur. Ces câbles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passent sous le faux plancher et se terminent sur les coupe-circuit de 1 ampère.

On voit que la protection de l'installation du bureau se trouve réalisée dans les conditions suivantes : sur chaque fil, nous trouvons d'abord un fusible de 3 ampères, puis le paratonnerre en dérivation et enfin le fusible de 1 ampère. Dans le cas d'un courant dangereux, le fusible de 1 ampère en fondant coupe la ligne ; dans le cas d'une surtension, le paratonnerre fonctionne et, si la surtension persiste, l'arc qui s'amorce au paratonnerre constituerait un risque grave d'incendie, mais cet arc fond alors le fusible de 3 ampères qui isole la ligne. On voit la nécessité de placer le paratonnerre entre les deux fusibles. La figure 234 représente schématiquement la protection d'une ligne :

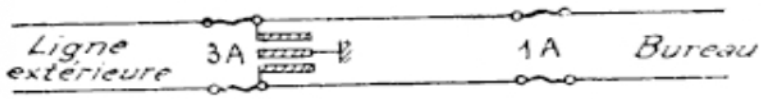


FIG. 234.

Les tableaux sont reliés au répartiteur au moyen de câbles à vingt-sept paires sous coton et plomb. Chacun de ces câbles aboutit derrière la planchette B de son bloc et les fils passent par des trous (les plus rapprochés de l'axe) pour venir s'attacher aux plots de raccordement.

Les deux extrémités de tous les câbles dont il vient d'être question sont préparées à l'avance de manière à former des *peignes* de conducteurs dans lesquels les paires de fils se présentent toujours dans le même ordre.

Les conducteurs doubles sous coton ignifugé destinés à relier les coupe-circuit aux plots montent derrière le panneau (*fig.* 232), passent dans les trous d'une réglette, puis par les anneaux c^1 et d^1. En sortant de ce dernier, le faisceau s'épanouit et chacun des ignifugés rejoint la planchette en ligne droite : les deux fils sont alors séparés, passés par les trous les plus rapprochés des bords et attachés à la paire de plots qui leur est affectée (*fig.* 233).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand on monte une installation, les coupe-circuit sont reliés aux paires de plots au fur et à mesure des demandes: les deux organes, coupe-circuit et jack, sont donc de même rang, comme on l'a vu dans l'installation primitive du tableau à 10 numéros ; mais, quand un abonné change de ligne, les plots qui représentent le jack de cet abonné sont reliés au coupe-circuit de la nouvelle ligne. Cette jonction peut être effectuée, soit à l'aide de l'ignifugé détaché de l'ancien coupe-circuit, soit au moyen d'un nouveau câble si le premier est trop court.

Si la permutation nécessite le passage dans un autre bloc, l'ignifugé n, partant de la planchette, passe par les anneaux d^2 et c^2, rejoint l'anneau c^1 du bloc visé et s'attache au nouveau coupe-circuit.

210. Les anciens répartiteurs-blocs en usage dans les postes centraux téléphoniques de petite et de moyenne importance présentaient l'inconvénient d'avoir un encombrement considérable alors que, dans les locaux où ils doivent être installés, la place qui peut leur être attribuée est souvent très exiguë.

En vue de remédier à cet état de choses, l'Administration a adopté un matériel nouveau caractérisé par la disposition des fils intérieurs de liaison dans des plans verticaux, et comprenant deux types de répartiteur.

211. Élément de répartiteur extensible. — L'élément de répartiteur extensible se compose d'un bâti en fer revêtu d'une peinture isolante.

Ce bâti supporte sur la face arrière ou « face ligne « deux réglettes métalliques ou têtes destinées à recevoir chacune 112 coupe-circuit à un ampère (*fig.* 235).

Les coupe-circuit reposent sur le plat extérieur de la tête par l'intermédiaire de semelles en amiantine. Ils sont, sur chaque tête, répartis en groupes de 7, séparés par un intervalle suffisant pour recevoir des étiquettes de numérotation.

Le plat intérieur de la tête est destiné au cheminement des câbles d'ascension qui s'épanouissent en peignes et dont les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

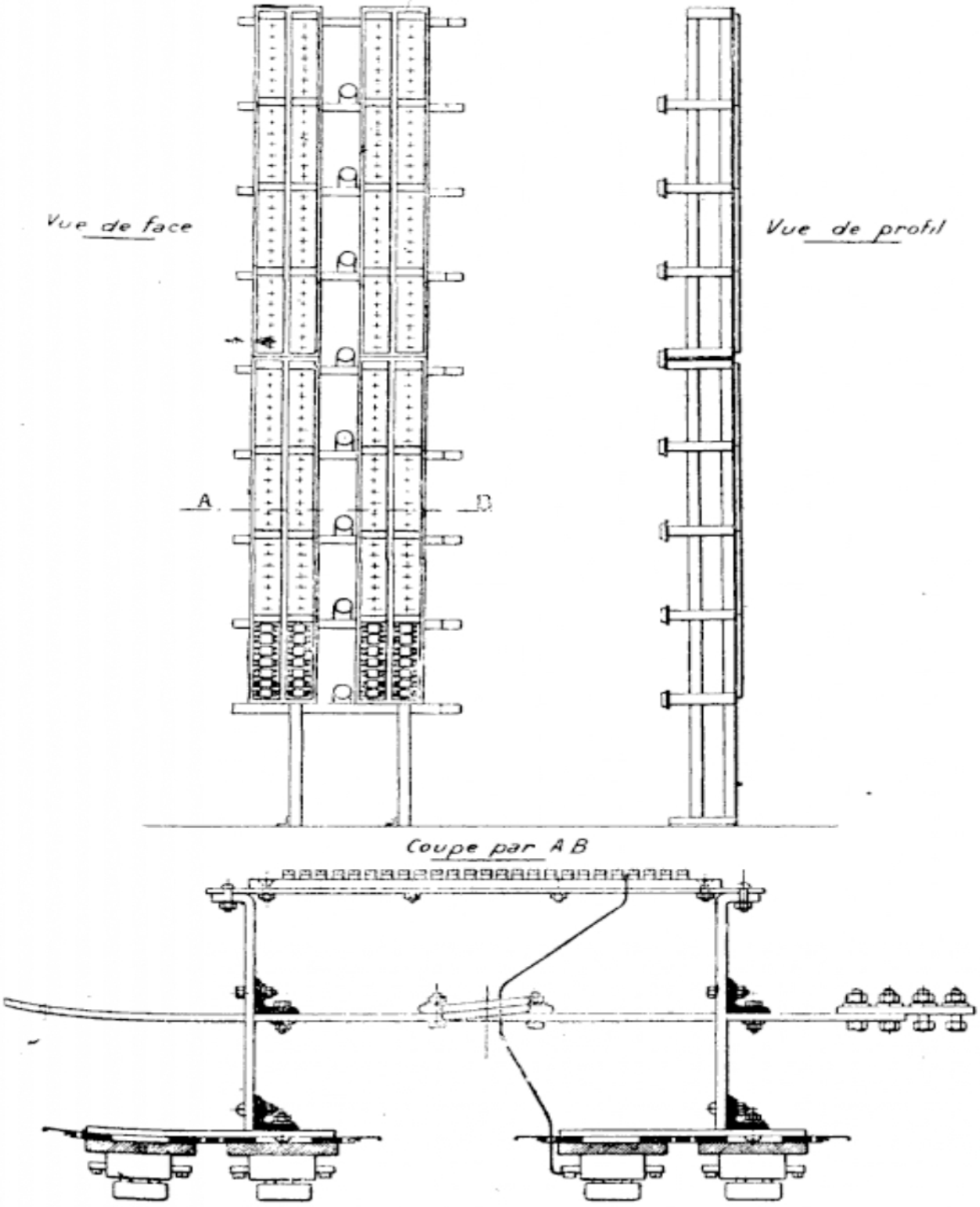


FIG. 235. — Répartiteur extensible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

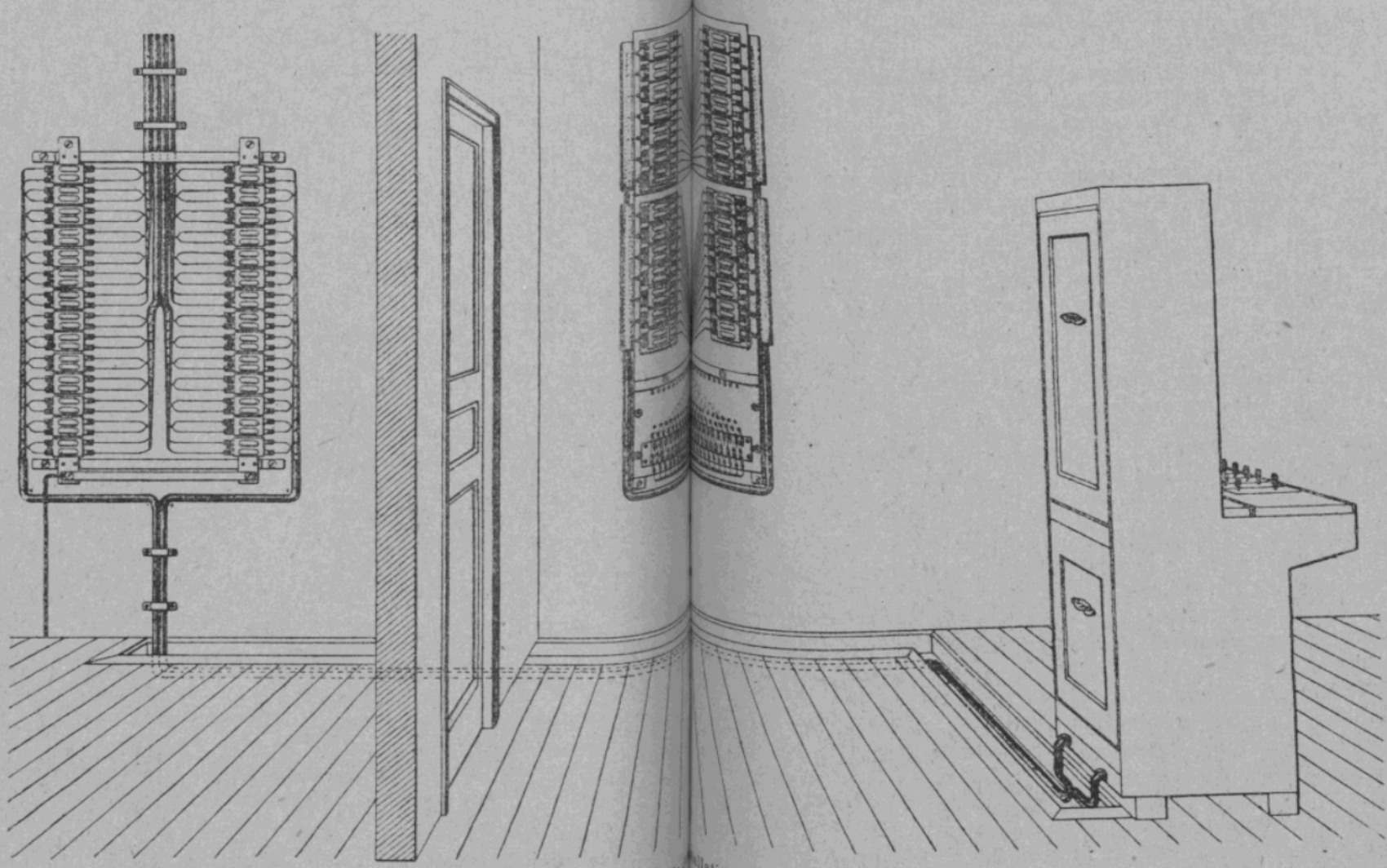


FIG. 236. — Ensemble [illegible]allation pour 25 abonnés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fils sont raccordés aux bornes « côté ligne » des coupe-circuit. La réglette métallique constituant la tête est percée de trous permettant :

1° Le passage des fils des peignes à travers la tête ;

2° Le passage des conducteurs de liaison allant des bornes « côté appareils » des coupe-circuit à la face avant de l'élément.

Cette face « avant » ou face « appareils » porte des réglettes horizontales de plots doubles placées sur des bandes en amiantine et disposées en 8 groupes de 25 paires de plots.

Chaque élément, appelé encore travée, comporte des anneaux de guidage pour les fils intérieurs de liaison.

Il peut en outre être divisé dans le sens de la hauteur en deux parties équipées chacune pour 112 paires de conducteurs.

Les dimensions d'un élément susceptible de recevoir 224 paires de conducteurs sont :

Longueur	$0^{m},62$
Épaisseur	$0^{m},276$
Hauteur	$2^{m},98$

Les éléments de répartiteurs extensibles sont utilisés dans les installations de moyenne importance comportant au moins un standard à 100 directions.

212. Panneau mural de répartition. — Ce panneau est destiné à être fixé verticalement sur un mur et peut recevoir 56 paires de conducteurs.

Il se compose d'un bâti en fer supportant deux rangées verticales de 28 coupe-circuit; sur la partie inférieure, décalée de 6 centimètres vers l'avant, se trouvent les plots doubles de raccordement disposés par réglettes de 14 paires (*fig.* 236).

Des anneaux de guidage placés dans la partie médiane du panneau reçoivent les fils intérieurs de liaison qui arrivent sur les plots à travers des trous percés en regard de ceux-ci dans la partie inférieure du panneau.

Le panneau mural de répartition peut être installé en deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parties d'une capacité de 28 paires chacune, la partie extension se plaçant au-dessus de la partie primitivement installée.

Les dimensions du panneau mural sont :

Hauteur	1m,55
Largeur	0m,400
Épaisseur de la partie inférieure	0m,134

213. Emploi du nouveau matériel. — Le panneau mural de répartition doit être employé dans les nouvelles installations devant comporter au plus un tableau standard à 100 directions.

Dans les petits postes centraux comportant un standard à 25 directions, il est fait usage du panneau de première installation (capacité, 28 paires), mais la place est toujours réservée pour le panneau d'extension. Celui-ci sera demandé lorsque l'insuffisance du standard à 25 directions entraînera la substitution à ce tableau d'un standard à 50 directions.

L'élément de répartiteur extensible est utilisé dans les postes centraux téléphoniques plus importants.

214. Répartiteurs des bureaux importants. — Dans les réseaux importants, les lignes d'abonnés sont souterraines ou aéro-souterraines ; dans ce dernier cas, les câbles qui partent du bureau se terminent dans des boîtes de raccordement fixées sur poteaux ou des potelets (points de concentration d'où partent les lignes aériennes qui sont alors de longueur relativement courte. Dans l'un et l'autre cas, l'arrivée au bureau se fait par des câbles à grande capacité, 112 paires, 224 paires, etc.

Ces câbles aboutissent directement sur une des faces du répartiteur à des têtes de câbles qui supportent les dispositifs de protection, fusibles, bobines thermiques et paratonnerres ; ces derniers organes ne sont pas employés dans les réseaux souterrains ; d'autre part les fusibles de 3 ampères n'ayant pour rôle que de couper les arcs qui peuvent se produire, on envisage également leur suppression ; les têtes de câble des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réseaux souterrains ne comporteraient dans ces conditions que des bobines thermiques. Les têtes de câble de lignes auxiliaires (lignes de jonction entre deux bureaux) ne comportent aucun organe de protection mais uniquement des barrettes métalliques permettant de sectionner facilement les lignes pour faciliter la localisation des dérangements.

Le peigne qui termine le câble est généralement enfermé dans une gaine en tôle qui se trouve à la partie arrière de la tête, et les conducteurs, après s'être échappés par des trous, sont soudés sur des broches de raccordement solidaires du bloc des organes de protection ; d'autres broches raccordées à la sortie de ces organes permettent de souder le fil ignifugé pour raccorder la ligne à l'autre face du répartiteur. Les fusibles et les bobines thermiques utilisés sont du type à signalisation. La figure 43 montre les paillettes a et a' qui sont mises en contact avec la barre de signalisation l lorsque le fusible ou la bobine thermique a fonctionné.

La seconde face du répartiteur porte des réglettes de raccordement à broches assemblées par paires sur lesquelles on soude, d'une part, les deux conducteurs ignifugés et, d'autre part, les paires du câble de raccordement avec le multiple. Il faut noter en passant que, pour faciliter les soudures, les broches et les fils employés sont étamés à la construction et qu'en outre chaque broche porte autant d'encoches que de fils à souder. Les réglettes de raccordement, généralement à 20 paires, sont fixées sur des bandes métalliques horizontales et sont classées dans l'ordre des numéros d'appel. Comme dans les répartiteurs précédents, des anneaux émaillés sont prévus pour guider les fils ignifugés dans leur trajet de la tête verticale à la réglette horizontale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CINQUIÈME PARTIE

DÉRANGEMENTS

CHAPITRE I

ESSAI DES CIRCUITS

215. Généralités. — C'est surtout par la pratique que l'on acquiert les aptitudes nécessaires pour relever rapidement les dérangements ; on ne peut prévoir, en effet, tous les accidents, isolés ou combinés, qui peuvent atteindre les lignes, les appareils et les fils des installations. En ce qui concerne les deux derniers points surtout, les dérangements proviennent d'une foule de causes : défauts de construction des appareils, installation défectueuse, locaux humides, appareils brutalisés, conducteurs détériorés, etc., enfin, bien entendu, usure normale des différentes parties de l'installation. Nous n'avons donc pas la prétention de prévoir tous les cas ; nous donnerons simplement des indications générales sur la manière de déterminer la nature des dérangements et de rechercher leur situation afin d'y porter remède.

Nous verrons d'abord comment on essaie un circuit local et un circuit de ligne. Pour effectuer ces essais, les agents ont à leur disposition un *voltmètre* et, au besoin, certains organes de l'installation même, ou se trouvant à leur portée (téléphone, sonnerie).

Le poste d'essais dont nous allons faire usage est formé par un voltmètre et une pile.

216. Essai d'un circuit local. — Les essais s'appliquant à un circuit quelconque, les points qui figurent sur les dessins re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

présentent aussi bien des bornes d'entrée et de sortie de divers organes que des contacts de commutateurs.

Deux dérangements peuvent se produire dans un circuit local : ou bien il y a un mélange, c'est-à-dire une communication directe entre deux points du circuit qui ne devraient avoir de relation qu'à travers certains organes; ou bien une interruption provoquée, soit par la rupture d'un fil, soit par un contact défectueux. Il faut donc commencer par déterminer s'il y a rupture ou mélange. Pour cela, on isole les extrémités du circuit (autrement dit, on retire de ce circuit l'appareil qui le termine), puis on place le poste d'essais entre l'entrée et la sortie (*fig.* 237). Si le courant passe, il y a un mélange ; si le courant ne passe pas, on boucle les deux extrémités dont on avait détaché les fils : si le courant ne passe pas encore, il y a un fil coupé. La nature du dérangement étant déterminée, il reste à chercher où il réside.

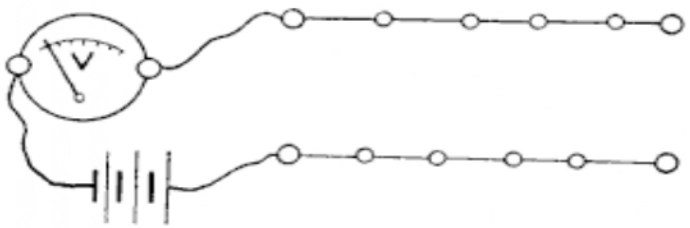


FIG. 237.

Recherche du point où réside un mélange. — Laisser le poste d'essais dans la même situation, les deux extrémités du circuit étant toujours isolées ; puis rompre successivement les connexions sur l'un des côtés du circuit.

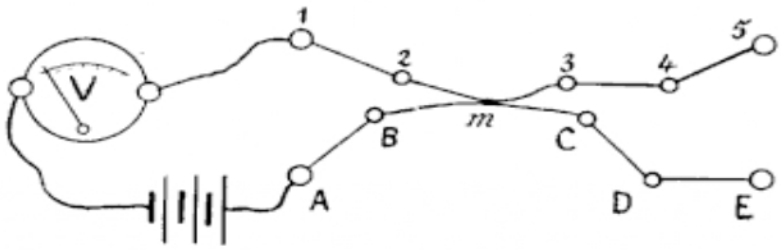


FIG. 238.

On coupe, par exemple, au point 4, et le courant passe (*fig.* 238) ; donc le mélange est en deçà de 4 ; et ainsi de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite. Si, après avoir détaché le fil de 2, le courant ne passe plus, c'est que le mélange est établi entre 2 et 3.

On peut se contenter de cette indication si les fils sont facilement accessibles ; sinon il est préférable d'essayer de même l'autre côté du circuit ; on reconnaît alors, ainsi que l'indique la figure, que le mélange est entre B et C.

Circuit coupé. — Suivant la nature des organes placés sur le circuit, trois cas se présentent :

Premier cas. — Le circuit ne contient ni pile, ni sonnerie, ni appareil récepteur (*fig.* 239). Le circuit reste bouclé ; on

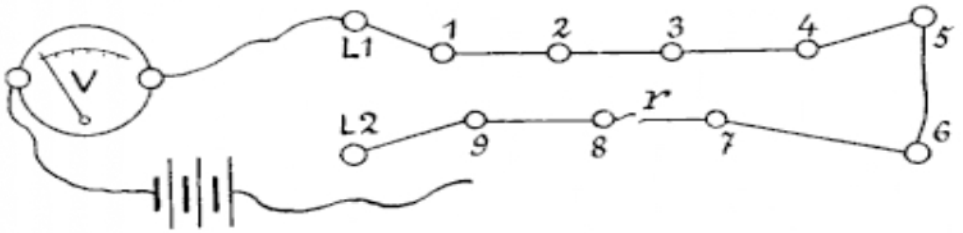


Fig. 239.

relie l'une des extrémités du poste d'essais à l'une des bornes d'entrée du circuit et, avec l'autre fil volant, on touche successivement tous les points de jonction en commençant de l'autre côté (L2). Le passage du courant indique que la rupture *r* existe entre les deux derniers points touchés (*7* et *8*).

Deuxième cas. — Le circuit contient une pile. On relie une borne de l'appareil d'essais à B (*fig.* 240) ; puis, avec un fil volant relié à l'autre borne, on touche successivement les points A, 1, 2, 3. Si, par exemple, ayant touché 2, on a constaté un isolement et que sur 3 le courant passe, le défaut est entre 2 et 3. Si, arrivé à la borne C, le défaut n'est pas relevé, on fixe le fil à cette borne et l'on détache l'autre fil de B pour répéter la même

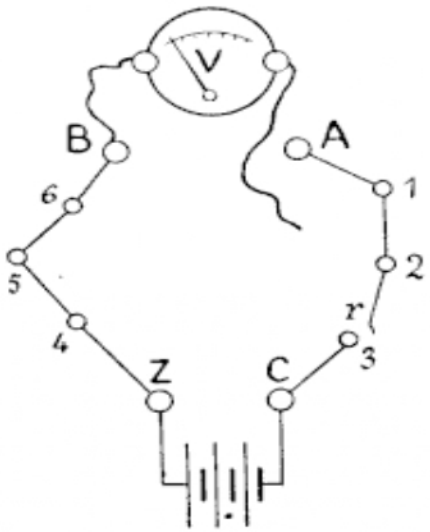


Fig. 240.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opération de l'autre côté jusqu'au point qui décélera le dérangement.

Troisième cas. — Le circuit contient des récepteurs. Une pile est munie de deux fils volants, et l'un des fils est relié à L2 (*fig.* 241). Les essais sont effectués à l'aide du deuxième fil volant en se servant, comme appareil de contrôle, du téléphone le plus éloigné du point de départ (T^2); mais, pour supprimer la résistance du deuxième téléphone, on l'élimine en bouclant ses deux bornes (4 et 5). On touche donc successivement 1, 2, 3, etc., jusqu'à ce que le bruit produit dans le récepteur par le passage du courant indique que la rupture se trouve en arrière du dernier point touché.

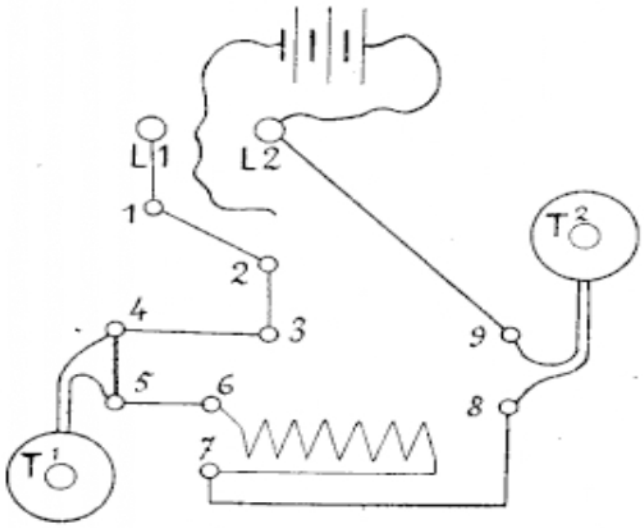


Fig. 241.

Dans tous les cas, dès qu'un défaut est relevé et réparé, on doit de nouveau vérifier le circuit pour s'assurer qu'il n'en existe pas d'autre.

217. Essai d'une ligne. — Les dérangements des lignes peuvent provenir de mélanges, de ruptures, de mises à la terre.

Quand tout porte à croire qu'une ligne est mauvaise, on procède aux essais que nous allons indiquer : nous verrons un peu plus loin de quelle façon on fait opérer, en temps utile, à l'autre extrémité de la ligne, certaines manœuvres qui sont nécessaires pour effectuer ces essais.

Bien entendu, il n'est question ici que d'essais sommaires en vue de déterminer la nature du dérangement ; ces essais peuvent d'ailleurs se borner à cette détermination quand on a affaire à une ligne aérienne d'abonné ou à un petit circuit in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terurbain ; mais, quand il s'agit de rechercher la situation aussi exacte que possible de dérangements affectant des grands circuits ou des lignes souterraines, des expériences précises sont effectuées, dans les laboratoires des grands bureaux, au moyen d'appareils spéciaux.

Pour déterminer la nature du dérangement, on fait isoler les deux extrémités de la ligne, puis on relie les connexions du poste d'essais aux deux fils (*fig.* 242).

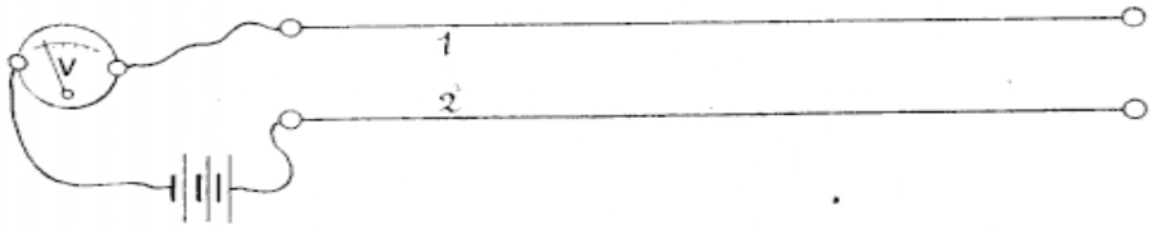


FIG. 242.

Si le voltmètre accuse le passage du courant, il y a un mélange, ou bien les deux fils sont à la terre. Le praticien peut apprécier avec quelque certitude, par la façon dont l'aiguille de l'instrument dévie, si le défaut est plus ou moins éloigné de son poste : plus la déviation est grande, plus le dérangement est proche, car, évidemment, la résistance du reste de la ligne est supprimée. Mais tout dépend de la résistance du défaut.

Si l'aiguille ne dévie pas, il peut y avoir une rupture, ou une terre sur l'un des fils seulement.

Dans le cas des deux fils à la terre, toute communication est impossible ; mais, si l'un des fils seulement touche le sol, on peut communiquer ; toutefois, nous le savons déjà, des courants dont les causes sont diverses viennent s'ajouter à ceux produits par le transmetteur, et l'audition est défectueuse : il y a de la *friture*. Il faut donc relever le dérangement le plus tôt possible dès que les essais ont déterminé une perte à la terre.

Recherche de la mise à la terre. — Les fils étant toujours isolés au poste extrême, on peut voir si les deux fils sont mêlés ou tous deux à la terre ; ou bien, si aucune déviation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

n'avait été constatée pendant l'essai précédent, si l'un des fils seulement est à la terre. A cet effet, une extrémité du poste d'essais est mis à la terre et, avec l'autre, on touche successivement les deux fils : une terre sur la ligne est signalée par la déviation de l'aiguille, puisque le courant peut revenir au pôle négatif de la pile par le sol (*fig.* 243).

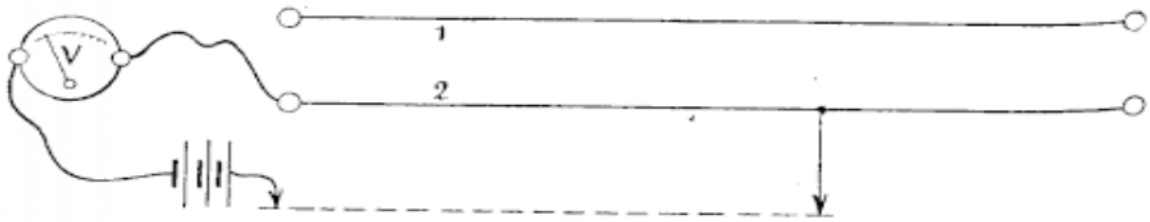


FIG. 243.

Recherche d'une rupture. — Pour chercher si un fil est coupé, on fait boucler les fils au poste extrême et l'on ferme le circuit sur le poste d'essais. Si la ligne était bonne, le courant devrait évidemment passer; l'isolement indique donc une rupture; mais on peut avoir intérêt à savoir si l'un des fils seulement est coupé et quel est ce fil. En effet, si l'un des fils est en bon état, on peut, provisoirement, rendre la communication possible en mettant des prises de terre, dans chaque poste, sur les bornes reliées au fil coupé.

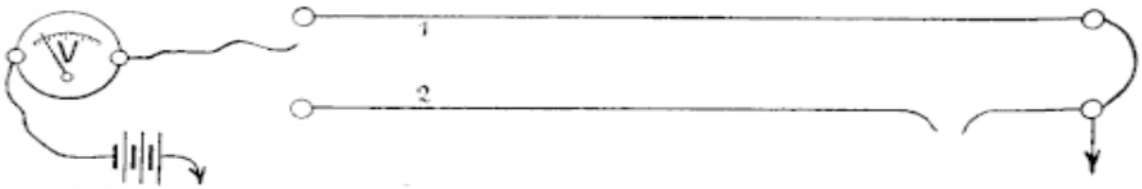


FIG. 244.

Pour effectuer l'essai, on fait mettre les deux fils à la terre, (*fig.* 244) et, le poste d'essais étant muni d'une prise de terre, on vérifie successivement les deux fils : l'immobilité de l'aiguille du voltmètre indique une rupture.

218. Dispositions à prendre quand un dérangement est signalé. — Les dérangements peuvent être signalés, soit par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le personnel des bureaux, soit par les abonnés intéressés.

Premier cas. — Un opérateur voulant, par exemple, répondre à un appel, ne peut entrer en conversation avec l'appelant. Si, supposant d'abord le mauvais état du groupe utilisé, l'opérateur change sans succès de clé d'écoute et de fiche, le fait est immédiatement signalé au personnel compétent.

L'agent chargé du service technique prend alors la ligne sur le répartiteur, la renvoie sur un tableau spécial, si le bureau en est pourvu, et procède aux essais. Si, de ce point, la communication est possible avec la ligne, le dérangement se trouve localisé dans le bureau et c'est là qu'il faut le rechercher; si la communication est absolument impossible du côté ligne, on peut soupçonner le dérangement de celle-ci ; mais, si l'on reçoit des appels et que le correspondant paraisse ne pas recevoir ceux qu'on lui envoie, c'est que le dérangement est chez lui.

Dans certains cas, la pratique permet à l'agent qui essaye une ligne de se rendre compte de l'état de celle-ci, même si aucun signal ne lui parvient : on peut, en effet, en plaçant, par exemple, un téléphone sur le circuit d'une pile mise en relation avec la ligne, entendre le ronflement produit par l'interruption automatique de la sonnerie du correspondant : c'est donc un dérangement du poste de celui-ci qui l'empêche de répondre aux appels. D'autre part, une déviation anormale de l'aiguille d'un appareil d'essai indique immédiatement que la résistance de la ligne est trop faible et que c'est, par conséquent, sur celle-ci que réside le dérangement.

Le poste central mis hors de cause, que le dérangement soit sur la ligne ou dans le poste correspondant, il faut se rendre à ce dernier pour continuer les recherches ; à moins, toutefois, que ce poste soit un autre bureau; auquel cas on peut donner des ordres téléphoniques ou télégraphiques pour que des dispositions soient prises en vue de déterminer si le dérangement est sur la ligne ou dans le poste.

Deuxième cas. — Le dérangement est signalé par un abonné ; il y a, cette fois, deux manières de procéder :

1° Si l'abonné est relié à un grand bureau central pourvu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un personnel technique, celui-ci opère comme dans le cas précédent, c'est-à-dire en essayant, dans le bureau même, le côté de la ligne et celui du tableau-commutateur.

2° Si l'abonné est relié à un petit bureau, à un *municipal*, par exemple, l'agent est envoyé directement chez l'abonné, et c'est de ce point que les recherches sont faites, quitte à se rendre ensuite au bureau intéressé si le poste est en bon état. Nous verrons plus loin quelles sont, dans ce cas, les dispositions que doit prendre l'agent avant de quitter le domicile de l'abonné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

RECHERCHE D'UN DÉRANGEMENT DANS UN POSTE TÉLÉPHONIQUE

219. — Si le dérangement a été suffisamment caractérisé par la manière dont il a révélé son existence, les recherches doivent porter immédiatement sur la partie de l'installation qui paraît en cause; mais, si aucune indication n'est fournie à cet égard, on procédera comme il suit, en remarquant qu'aussitôt le dérangement localisé dans telle ou telle partie de l'installation, il n'y aura qu'à effectuer les essais indiqués dans le chapitre précédent pour préciser, s'il y a lieu, son emplacement exact.

La première chose à faire est de vérifier *s'il y a du microphone*, c'est-à-dire si on entend dans les récepteurs les sons émis devant le microphone.

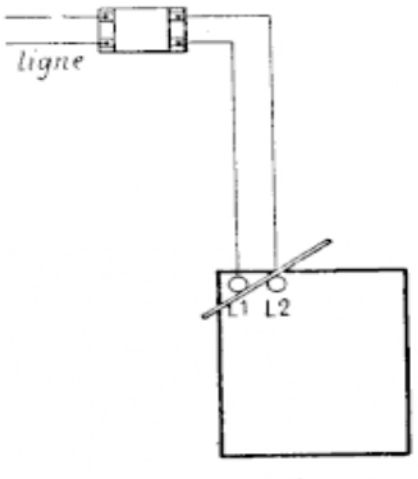


FIG. 245.

1° S'il n'y en a pas, boucler la ligne aux bornes de l'appareil (*fig.* 245). S'il y a maintenant du microphone, c'est que *le circuit est coupé au delà du poste;* s'il n'y en a pas, *le dérangement est dans l'appareil*. En effet, dans le premier cas, puisque les courants induits circulent dans le secondaire dès que l'on boucle ce circuit sur les bornes, c'est qu'il y a une interruption au delà de ces bornes; dans le second cas, étant donné qu'en dehors de l'appareil, une coupure seule peut

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

empêcher les courants induits de se produire, si ces courants ne se manifestent pas dès qu'on ferme le circuit, c'est qu'il y a un dérangement dans l'appareil même.

Il importe de remarquer que, dans les postes à montage antilocal et en particulier dans le poste à batterie centrale modèle 1924, on n'entend normalement dans les récepteurs aucun des bruits émis devant le microphone; il est par suite impossible avec ces postes de reconnaître par ce procédé le bon fonctionnement du microphone ou des récepteurs.

2° Si, au début, il y a du microphone, on attaque le poste central et l'on décroche le récepteur.

Ici, une remarque : si l'appel est effectué au moyen d'un appel magnétique, le fonctionnement de cet appareil peut donner des indications. On sait, en effet, que le champ produit par les courants induits s'oppose au mouvement de la bobine (loi de Lenz). Or, la réaction est évidemment proportionnelle à l'intensité de ces courants, et cette intensité est inversement proportionnelle à la résistance du circuit. Donc, une difficulté anormale pour tourner la manivelle indique une résistance extérieure très faible ou même nulle (mélange sur la ligne ou terre très rapprochée). Au contraire, une absence de réaction indique que les courants induits ne se forment pas (interruption).

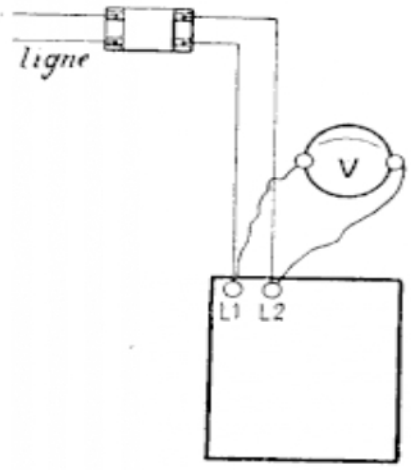


FIG. 246.

a) Si le bureau ne répond pas, on s'assure qu'on envoie du courant en mettant un voltmètre en dérivation sur les bornes de la ligne (*fig.* 246). Si l'aiguille dévie, *le dérangement n'est pas dans l'appareil ;* autrement dit, celui-ci est en bon état, mais les courants ne peuvent circuler dans le circuit extérieur par suite d'une interruption sur la ligne ou chez le correspondant. Si l'aiguille ne dévie pas, on continue les essais ;

b) On détache un fil de ligne (*fig.* 247). Si le voltmètre ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionne pas encore, *le dérangement est dans le générateur d'appel ou dans une autre partie de l'appareil*, puisque tout circuit extérieur, susceptible d'absorber le courant aux dépens du voltmètre, est éliminé par l'enlèvement du fil. Si l'aiguille dévie, *le dérangement n'est pas dans l'appareil* et l'on peut, cette fois, supposer qu'il existe un mélange au delà de celui-ci, ou une terre sur les deux fils de ligne. Il s'agit alors de savoir si le dérangement est en deçà ou au delà de l'entrée de poste ;

c) On intercale le voltmètre entre le fil détaché et sa borne et l'on coupe le côté extérieur de la ligne au dispositif de protection (*fig.* 248). Si l'aiguille dévie, *il y a un mélange entre*

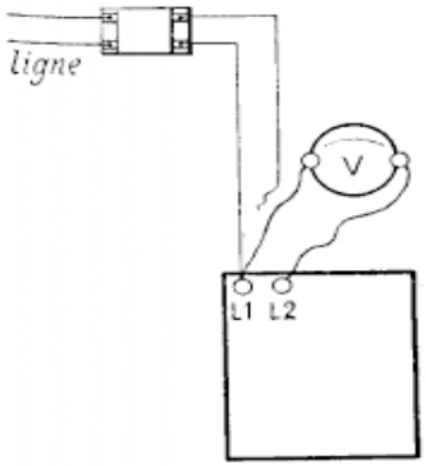


FIG. 247.

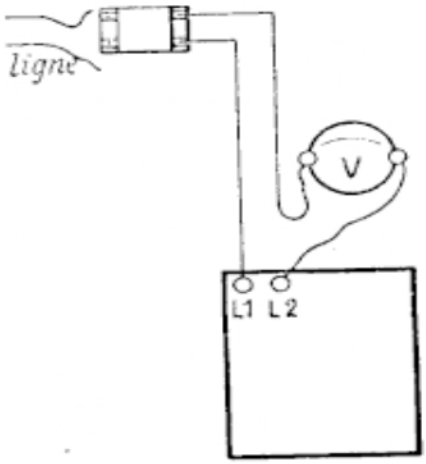


FIG. 248.

l'appareil et l'entrée de poste. Si le voltmètre ne fonctionne pas, le dérangement est sur la ligne ou dans le poste central ;

d) Si le bureau répond à l'appel prévu au paragraphe (2°), il est inutile, bien entendu, de procéder aux épreuves indiquées par les paragraphes suivants; on prie l'opérateur de faire des appels et, si la sonnerie ne fonctionne pas, on vérifie son circuit.

Enfin, si les essais ont démontré que le poste est en bon état jusqu'à l'entrée de ligne, les recherches doivent continuer au delà. A cet effet, si le poste est relié à un bureau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

central ne possédant pas de personnel technique, l'agent n'a plus qu'à se rendre à ce bureau. Toutefois, si le résultat de ses essais lui permet de supposer que c'est la ligne et non l'installation du bureau qui est défectueuse, il pourra, avant de partir, préparer l'extrémité de la ligne en vue des essais à effectuer au poste central. L'agent peut d'ailleurs suivre le parcours de cette ligne et découvrir le dérangement. Dans ce cas, si les moyens dont il dispose ne lui permettent pas d'y remédier lui-même, au moins provisoirement, il signale la situation au service compétent.

220. Essai des postes d'abonnés à B. C. — On sait que dans les réseaux à B. C., les lignes d'abonnés sont alimentées en permanence par la batterie centrale du bureau ; nous avons donc un des fils relié à la batterie et le second à la terre à travers les enroulements du relais d'appel.

Deux cas sont à considérer :

1° En branchant le voltmètre aux bornes du coupe-circuit (côté ligne), celui-ci accuse une déviation. Dans ce cas, tous les essais de mélange ou d'isolement du poste pourront être conduits de la même façon que nous avons indiquée précédemment, le poste d'essai étant constitué par la batterie dont un pôle est à la terre et le voltmètre. S'il s'agit par exemple d'une ligne ouverte (coupure), on commencera par s'assurer du bon état des fusibles en branchant le voltmètre à la sortie des fusibles côté installation ; si l'aiguille dévie, les fusibles sont bons ; si l'aiguille ne dévie pas, un au moins des fusibles est mauvais et on déterminera lequel en plaçant un fil du voltmètre sur un fil côté ligne et l'autre sur l'autre fil côté installation. Si les deux fusibles sont bons, on intercalera le voltmètre à la place d'un des bouchons et, à l'aide d'un fil volant fixé par une de ses extrémités à la terre (ou à l'autre bouchon), on pourra localiser la rupture.

On procédera de la même façon pour localiser un mélange en sectionnant les diverses parties de l'installation jusqu'à ce que la déviation cesse.

2° Le voltmètre branché aux bornes du coupe-circuit côté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne n'accuse aucune déviation. Il s'agit alors d'un dérangement de ligne : un fil coupé ou un mélange des deux fils. Des essais complémentaires peuvent d'ailleurs permettre de reconnaître ces divers cas.

Réunissant une borne de notre voltmètre à la terre, nous touchons successivement les deux bornes côté ligne du coupe-circuit avec le fil relié à l'autre borne :

1° Aucune déviation n'est constatée : le fil de ligne réuni à la batterie est coupé (ou les deux fils) ;

2° Une déviation est constatée sur l'un des fils de ligne : l'autre fil (relié à la terre) est coupé ;

3° Une déviation est constatée sur les deux fils : les deux fils de ligne sont mélangés. Il y a lieu de noter d'ailleurs que si le mélange est résistant, la déviation sera inégale quand on touche les deux fils et que ce cas aurait déjà été décelé par une petite déviation en branchant notre voltmètre aux bornes du coupe-circuit.

Les essais sont d'ailleurs entrepris d'abord par la table d'essais du bureau central dont le cordon d'essais comprenant un voltmètre de grande résistance (100.000 ohms) et une pile de 40 volts constitue un poste d'essai analogue à celui que nous avons constitué pour vérifier une installation d'abonné à batterie locale. La présence d'une sonnerie condensée en dérivation permanente sur la ligne permet d'observer les courants de charge et de décharge du condensateur par les déviations de l'aiguille du voltmètre quand on branche la batterie ou quand on l'inverse si les fils de ligne ne sont pas coupés. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les commutateurs de sonnerie doivent court-circuiter cette dernière et non la couper pour laisser le condensateur en dérivation.

Les essais simultanés par la table d'essais et par l'agent des installations chez l'abonné permettent de préciser les dérangements de ligne ou de poursuivre plus sûrement la localisation d'un dérangement dans l'intérieur même de l'installation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

ESSAIS DANS LES BUREAUX. — MESURES

221. Tableau d'essais. — Dans les bureaux un peu importants, le poste d'essais de fortune, que nous avons vu formé d'un voltmètre et d'une pile, est remplacé par une installation fixe disposée sur un *tableau* situé près du répartiteur.

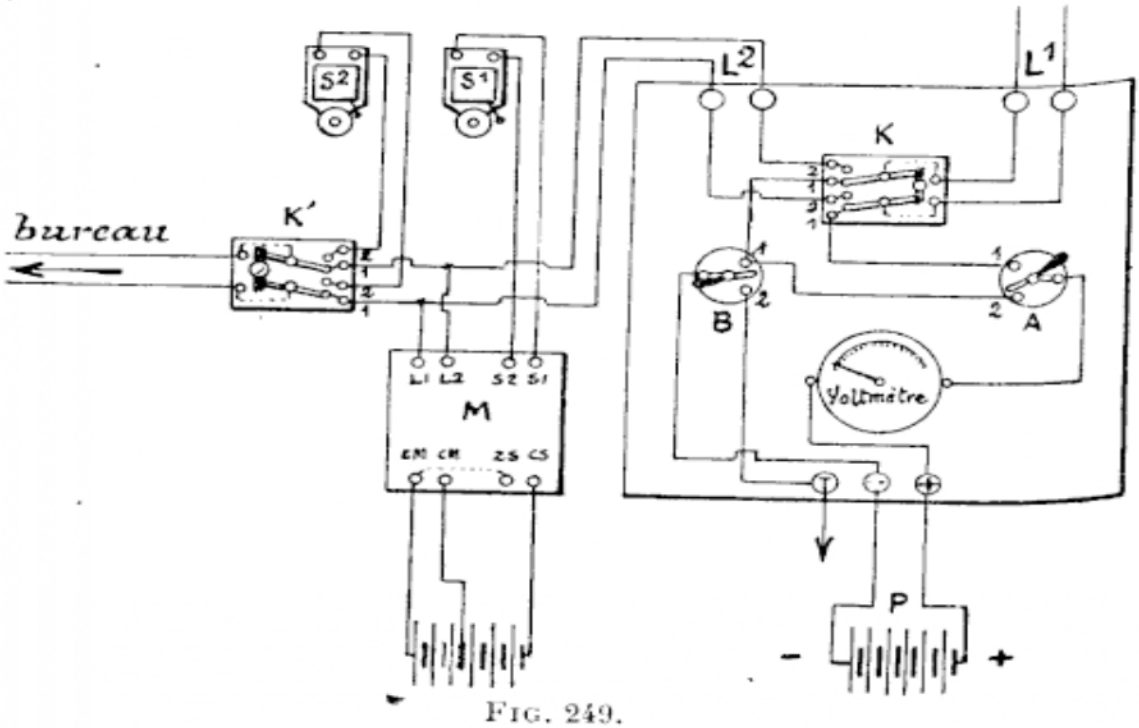


FIG. 249.

Le tableau est formé d'un panneau en chêne (*fig.* 249), sur lequel sont montés les organes suivants : deux bornes, L^1, pour recevoir les fils de la ligne à essayer ; deux autres bornes, L^2, reliées à un appareil téléphonique ; un commutateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

double à deux directions, K, qui permet de relier la ligne soit à deux commutateurs A et B, soit à l'appareil ; un voltmètre deux bornes reliées aux pôles d'une pile et enfin uue borne reliée à la terre. Les communications entre ces divers organes sont indiquées sur le dessin. Un commutateur K′ et deux sonneries, dont nous verrons plus loin l'utilité, figurent également sur le dessin, mais n'existent pas sur tous les tableaux d'essais.

222. Essais avec le tableau. — Les bornes de ligne L^1 du tableau sont reliées à la ligne à essayer au moyen d'une *jarretière* terminée par une fourchette dont les deux lames sont serrées sous les vis des plots de raccordement du répartiteur. En mettant le commutateur A sur 2 et le commutateur B sur 1, on peut essayer le voltage de la pile. Au repos les commutateurs K, A et B sont placés sur les plots 1. Les deux pôles de la pile se trouvent ainsi reliés à chacun des fils de ligne : le positif, par le voltmètre, A1, K1 et fil 1 ; le négatif, par B1, K1 et fil 2. Cette disposition est la répétition de ce que nous avions fait avec un poste d'essais de fortune pour effectuer la première expérience (*fig.* 242). Pour continuer la série des opérations, nous pourrons, en plaçant la manette du commutateur B sur le plot 2, mettre le pôle négatif de la pile à la terre et, avec le commutateur A, essayer successivement les deux fils en passant du plot 1 au plot 2.

Le tableau d'essais, comme d'ailleurs un poste d'essais quelconque, peut être utilisé pour essayer également le côté tableau-commutateur.

Dès que les deux côtés ont été reconnus en bon état par suite de la réparation du dérangement, on peut, avant de rétablir la jonction normale au répartiteur, essayer successivement les deux côtés sur le poste, en tournant le commutateur K sur les plots 2. Dans cette situation, ce commutateur met les bornes de ligne du tableau en relation avec les bornes L1 et L2 de l'appareil.

Dans les bureaux où le répartiteur est situé dans un autre local que les tableaux-commutateurs, le poste téléphonique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est relié au bureau par une ligne de service qui aboutit à l'appareil par l'intermédiaire du commutateur K'. L'appareil est alors muni d'une sonnerie S^1, et les plots 2 du commutateur d'une sonnerie S^2.

Le commutateur K' étant sur les plots 1, l'agent préposé aux essais peut recevoir les appels du bureau par la sonnerie S^1; puis, par l'appareil dont il décroche le récepteur, il reçoit les instructions nécessaires pour effectuer les essais sur tel ou tel circuit. Si, pendant le cours de ses expériences, l'agent veut utiliser l'appareil, il place alors le commutateur K' sur les plots 2, de manière à recevoir, dans la sonnerie S^2, les appels qui pourraient lui venir du bureau pendant ce temps.

223. Boîte et panneau d'essais. — A l'exemple des dernières dispositions prises dans les postes centraux desservis par des

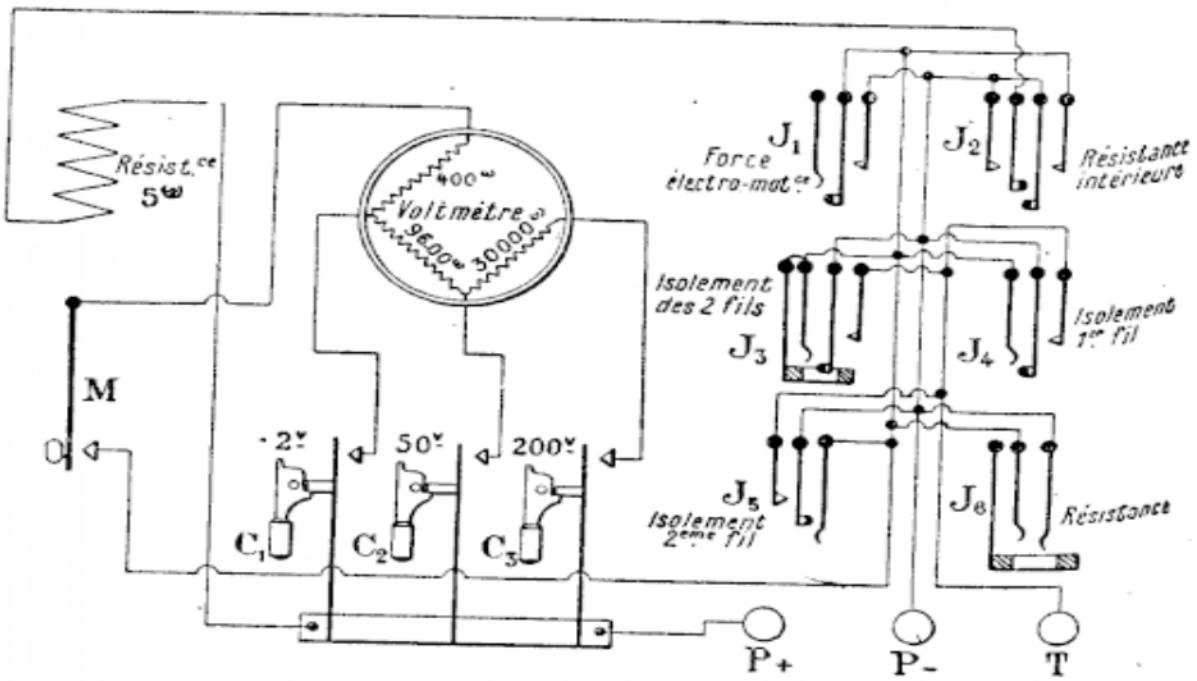


FIG. 250. — Boîte d'essai. — Schéma des connexions.

multiples, le tableau d'essais est déjà remplacé, dans un certain nombre de bureaux, par une installation pouvant être montée dans la même salle que les tableaux-commutateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette installation est composée d'une *boite d'essais* et d'un panneau de commutation.

Sous une autre forme, la boîte d'essais contient les mêmes organes que le tableau dont il vient d'être question, c'est-à-dire un voltmètre, des jacks et des fiches de jonction, et des clés pour effectuer les divers essais (*fig.* 250).

Le panneau est relié aux divers tableaux par des lignes de service, pourvues de jacks avec annonciateurs, et par des lignes d'intercommunication aboutissant à des jacks dits de renvoi. Les premières permettent aux opérateurs d'appeler le préposé aux essais pour lui signaler un dérangement ; inversement, celui-ci peut appeler les opérateurs pour leur indiquer les jonctions à effectuer avec les lignes de renvoi afin de lui passer les circuits à essayer.

L'installation est complétée par une *boite de mesures* contenant des jacks de jonction et les appareils utiles aux mesures prescrites par les règlements.

224. Tables d'essais. — Les bureaux comportant des multiples disposent généralement d'une table d'essais sur laquelle les lignes à essayer sont renvoyées soit à partir du multiple sur un jack en dérivation sur la ligne, soit à partir du répar-

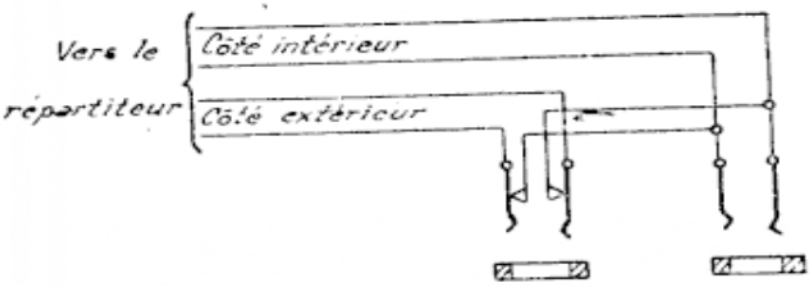


FIG. 251.

titeur sur deux jacks correspondant alors l'un au côté extérieur au bureau et l'autre au côté intérieur. Dans ce cas d'ailleurs, l'un des jacks est à double rupture de façon à assurer la continuité de la ligne en dehors des essais (*fig.* 251).

En outre, cette table comporte un certain nombre de jacks

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ayant un équipement spécial et permettant de mettre en observation les lignes d'abonnés en dérangements pour que les opérateurs soient alertés dès la disparition du dérangement. Éventuellement, l'équipement de ces jacks peut permettre d'écouler les communications des abonnés malgré le défaut qui affecte leur ligne.

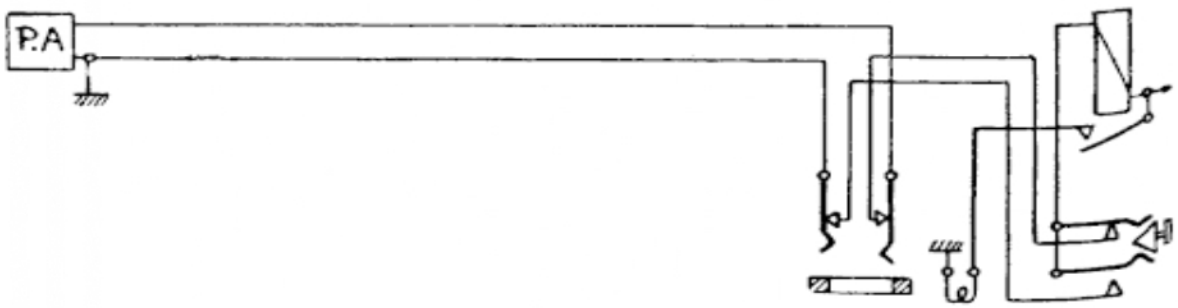


FIG. 252.

Si par exemple une ligne est coupée sur un fil en mettant sur le fil bon un relais relié à la batterie et en reliant l'autre fil à la terre chez l'abonné, ce dernier aura la possibilité d'appeler le bureau par l'allumage de sa lampe d'appel et par simple décrochage (*fig.* 252). Un bouton permettra de relier un fil (ou l'autre) au relais. Si une ligne d'abonné est bouclée,

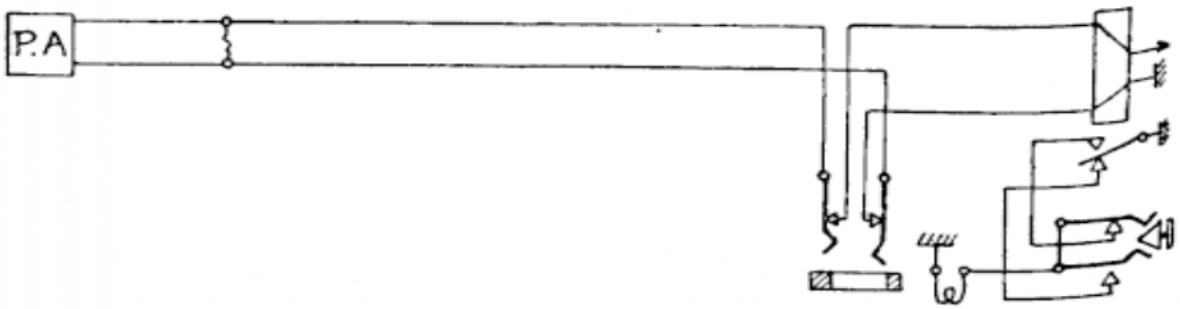


FIG. 253.

la lampe d'appel reste allumée en permanence au bureau ; pour l'éviter, la ligne sera reliée sur la table d'observation suivant le schéma représenté ci-dessous (*fig.* 253).

Si le bouton n'est pas enfoncé, la lampe reste allumée si la ligne est bouclée ; si le bouton est enfoncé, la lampe ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'allumera que lorsque le mélange des deux fils disparaîtra. Ce dispositif peut donc, suivant le cas, servir à signaler la relève d'une rupture de fil ou d'un mélange.

On peut également relier les deux fils d'une ligne ouverte à la batterie à travers un relais. La mise d'une terre sur le fil sain chez l'abonné permettra un monteur d'appeler la table et de faire ses essais avec elle.

Ces quelques indications montrent tout le parti qu'on peut tirer de ces jacks d'observation pour faciliter la recherche des dérangements ou pour maintenir aux lignes en dérangement un service partiel.

Les essais proprement dite sont faits à l'aide d'un cordon d'essais qui comprend :

Un voltmètre de grande résistance (100.000 ohms) permettant par suite de faire des essais d'isolement. Des clés permettent d'ailleurs, pour des essais de résistance, de shunter le voltmètre pour ramener sa résistance propre à 10.000 ohms ou 1.000 ohms;

Une pile de 40 volts ;

Une pile de 4 volts exclusivement employée avec la sensibilité 1.000 ohms du voltmètre;

Une série de clefs dont le rôle est indiqué par la figure 254 et qui permettent de faire sur la ligne tous les essais de résistance et d'isolement ou de conversation.

225. Mesures au voltmètre. — On peut rappeler d'ailleurs que le voltmètre permet de faire non seulement des essais, mais encore des mesures, la déviation de l'aiguille permettant de chiffrer la résistance extérieure. En effet, ces déviations sont proportionnelles à l'intensité qui traverse le voltmètre. Dans ces conditions, si la pile d'essais branchée aux bornes du voltmètre de résistance V accuse une force électromotrice E, l'intensité est $I = \frac{E}{V}$.

Si maintenant le voltmètre et la pile sont mis en série avec une résistance extérieure R, l'intensité est $i = \frac{E}{V + R}$ et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

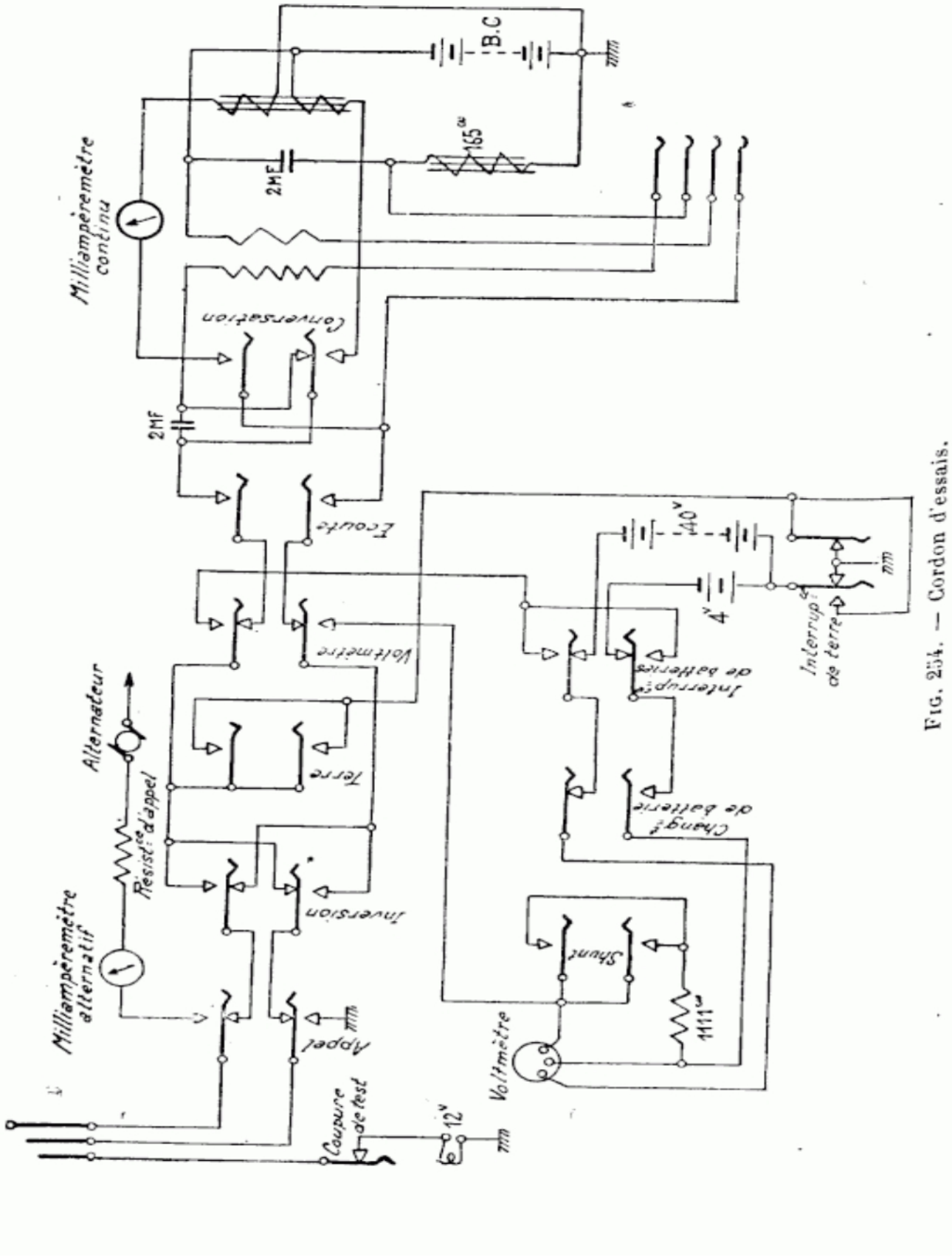


FIG. 254. — Cordon d'essais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'aiguille du voltmètre indique la différence de potentiel $e = i \times V$ qui existe à ses bornes.

Nous avons donc $e = \frac{V \times E}{V + R}$ d'où nous pouvons tirer :

$$R = \frac{V(E - e)}{e}.$$

Pratiquement, ce calcul est fait une fois pour toutes, connaissant la résistance du voltmètre et la force électromotrice de la pile employée, et un tableau de correspondance indique pour chaque valeur de e la résistance R.

Il serait facile de montrer, d'après la formule ci-dessus, que les mesures sont d'autant plus précises que R est plus voisin de la résistance V du voltmètre. C'est la raison pour laquelle les voltmètres utilisés comportent trois sensibilités : 100.000, 10.000 et 1.000 ohms, de façon à pouvoir utiliser dans chaque cas la sensibilité maxima.

226. Voltmètre, modèle 1911. — Le principe de l'instrument est le suivant : un cadre galvanométrique est placé dans la champ magnétique d'un aimant fixe. Le cadre est monté sur un axe muni d'une aiguille indicatrice placée devant un secteur gradué. Un ressort spiral maintient l'aiguille sur une butée de repos ; le cadre, et par suite l'aiguille, ne pouvant alors dévier que de gauche à droite, le courant doit être dirigé à travers l'instrument en reliant le pôle positif de la source à la borne de gauche.

La figure 253 représente schématiquement le voltmètre adopté par l'Administration en 1911. La résistance du cadre G est de 20 à 21 ω. Une résistance additionnelle R, de 3.000 à 6.000 ω, est destinée à augmenter la résistance totale de l'instrument. Un poussoir P permet d'introduire un *shunt* de 5 ω entre les deux bornes,

Enfin, grâce à une résistance r (300 à 600 ω), qui peut être mise en dérivation sur R en poussant le bouton C vers la gauche, le voltmètre est à deux sensibilités. En effet, si le bouton est à droite, le courant traverse la résistance totale G + R : les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

divisions du secteur indiquent alors des volts. En poussant le bouton vers la gauche (position indiquée par la figure), le courant trouve une résistance combinée à la suite du

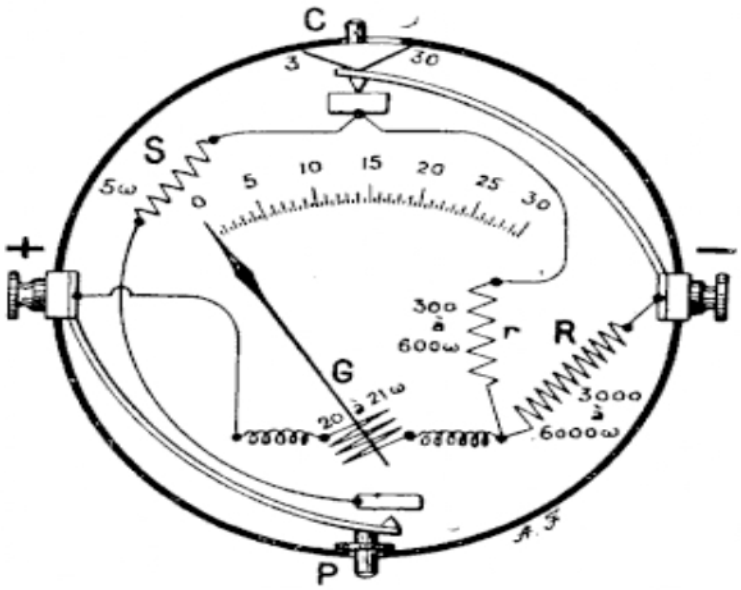


FIG. 255.

cadre, et l'instrument est étalonné de telle sorte que la résistance $G + \frac{R \times r}{R + r}$ est égale au dixième de $G + R$: l'intensité se trouvant décuplée, les divisions représentent maintenant des dixièmes de volt.

227. Mesure de la force électromotrice. — Si le générateur a une force supérieure à 3 volts, le bouton est poussé vers la droite : les divisions représentent des volts et l'on peut mesurer jusqu'à 30 volts.

Quand on veut mesurer un seul élément, le bouton est poussé à gauche : chaque division représente un dixième de volts.

228. Mesure de la résistance intérieure d'un élément de pile. — Le bouton est poussé à gauche. On mesure la force électromotrice de l'élément; après avoir pris note du chiffre obtenu, on presse sur le poussoir P pour mettre le shunt en dérivation et l'on note une nouvelle déviation que nous appellerons U. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne reste plus qu'à opérer les calculs indiqués par la formule suivante :

$$R = \frac{(E - U) \times 5}{U};$$

autrement dit, on multiplie la différence entre les deux déviations par la résistance du shunt, et l'on divise le résultat par la valeur de la deuxième déviation.

Exemple : un élément donne une force électromotrice de 1,7 volt; puis avec le shunt, 1,2; la différence entre ces deux chiffres est 0,5; donc la résistance intérieure est égale à :

$$\frac{0.5 \times 5}{1,2} = 2,08 \text{ ohms.}$$

229. Mesure de la résistance d'une ligne ou d'un appareil. — On détermine d'abord la force électromotrice de la pile qui sert à opérer la mesure, puis on intercale le conducteur à mesurer entre la pile et la borne du voltmètre, et l'on note la nouvelle déviation. On applique alors la formule précédente, mais en remplaçant la résistance du shunt par la résistance totale du voltmètre, soit :

$$R = \frac{(E - U) \times (G + R)}{U}.$$

Si le conducteur à mesurer est une ligne à simple fil, on en fait mettre l'extrémité à la terre et le poste d'essais est mis également à la terre.

Comme on le voit, cette mesure exige la connaissance de la résistance exacte du voltmètre dont on fait usage. Cette résistance est quelquefois marquée sur le cadran; car, ainsi que le montrent les chiffres donnés plus haut, elle peut varier avec chaque appareil.

230. — Dans les réseaux à B. C. ou automatiques dont la batterie d'alimentation est à 48 volts les voltmètres utilisés sont du type précédent, mais de sensibilité 6 volts-60 volts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

231. Mesures au pont de Wheastone. — Lorsqu'un dérangement affecte un circuit interurbain, il est indispensable de localiser sa distance aussi exactement que possible de façon à prendre les dispositions les plus propres à en assurer la relève rapide. Pour obtenir ce résultat, des essais ou des mesures sommaires ne sont pas suffisants et les laboratoires interurbains disposent de boîtes de mesures constituées en principe par un pont de Wheastone.

Rappelons brièvement la constitution de ce pont, et nous indiquerons ensuite les principales applications à la relève des dérangements.

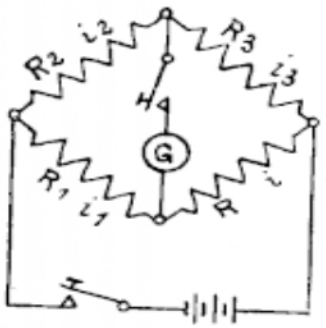


FIG. 256.

Un pont de Wheastone est constitué par trois résistances variables R_1, R_2 et R_3, montées comme l'indique la figure 256, et par la résistance inconnue R à mesurer. Un galvanomètre et une pile sont branchés dans les diagonales du pont par des clés. L'aiguille du galvanomètre restera au zéro si la différence de potentiel aux bornes du galvanomètre est nulle, donc si :

$$R_2 i_2 = R_1 i_1,$$

ou encore :

$$R_3 i_3 = R i,$$

mais de plus, l'intensité dans le galvanomètre étant nulle, on a :

$$i_2 = i_3 \qquad \text{et} \qquad i_1 = i,$$

d'où :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{i_3}{i} = \frac{R}{R_3} \qquad \text{et} \qquad R = R_3 \times \frac{R_1}{R_2}.$$

Pratiquement, les deux résistances R_1 et R_2 peuvent prendre chacune trois valeurs : 10, 100 et 1.000 ohms permettant de donner au rapport $\frac{R_1}{R_2}$ les valeurs $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{10}$, 1, 10 et 100 et la résistance R_3 peut varier de 1 ohm à environ 10.000 ohms. On peut donc mesurer des résistances R comprises entre $\frac{1}{100}$ watts et 1 mégohm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A titre d'application, soit une ligne présentant une perte à la terre. Appelons R et R′ la résistance des deux tronçons de ligne jusqu'au défaut et r la résistance de ce défaut. Une première mesure (*fig.* 257) nous donnera, par la méthode précédente :

$$A = R + R'.$$

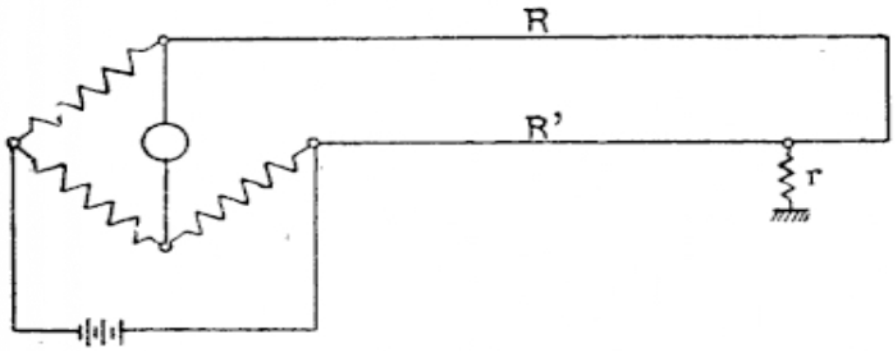


FIG. 257

Une deuxième mesure (*fig.* 258) donne :

$$B = R + r.$$

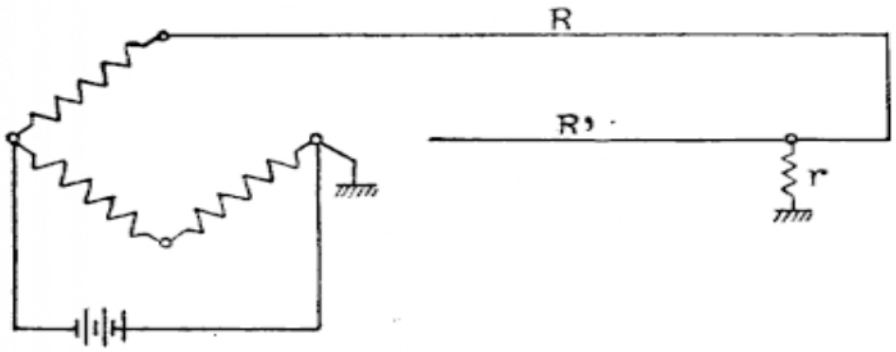


FIG. 258.

Une troisième mesure, en inversant les deux fils, donne :

$$C = R' + r.$$

Nous aurons donc :

$$B + C - A = 2r.$$

Puis :

$$R = \frac{A + B}{2} - \frac{C}{2} \qquad \text{et} \qquad R' = \frac{A + C}{2} - \frac{B}{2}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si les fils sont homogènes, nous avons ainsi la possibilité de déterminer la distance du défaut. les résistances étant proportionnelles aux longueurs.

On peut d'ailleurs, par une autre méthode, déterminer cette distance par une seule mesure. Soit le montage de la figure 259.

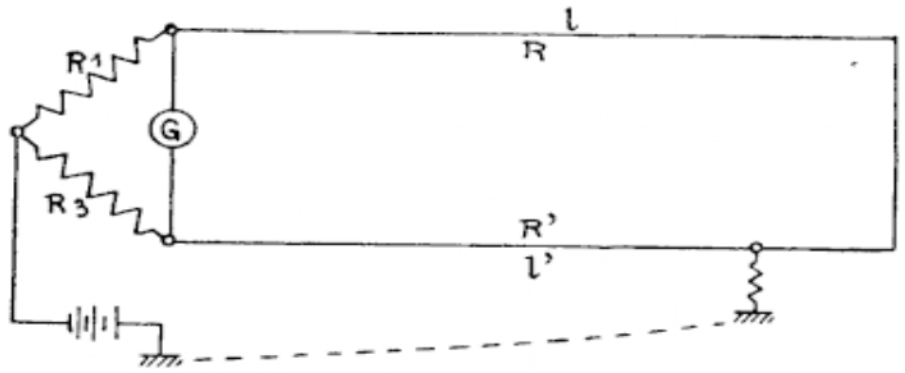


FIG. 259.

On voit que le pont est constitué par les quatre résistances R_1, R_3, R et R', la pile étant toujours placée dans une diagonale qui est fermée ici par la terre. La résistance r du défaut n'intervient donc dans la mesure que pour diminuer la sensibilité, le courant fourni par la pile étant faible si r est grand.

Lorsque l'équilibre est réalisé, on a :

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R}{R'} = \frac{l}{l'}.$$

Si la ligne est ouverte avec la mise à la terre des deux tronçons, on peut faire des essais analogues ; mais si les deux fils restent isolés, il faut recourir à des mesures de capacité qui peuvent être faites avec un pont de Wheastone dans lequel la pile est remplacée par un générateur de courants alternatifs de fréquence téléphonique et le galvanomètre par un récepteur ; d'autres procédés peuvent également être employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

DISPOSITIFS POUR LES MANŒUVRES D'ESSAIS DE LIGNES

232. Généralités. — L'essai d'un circuit de ligne nécessitant l'isolement, le bouclage ou la mise à la terre de l'extrémité opposée de ce circuit, on a dû prendre des dispositions pour que le personnel, souvent inexpérimenté, des petits bureaux puisse exécuter ces manœuvres sans avoir à détacher de connexions.

A cet effet, un commutateur spécial a d'abord été intercalé sur le circuit interurbain ; mais l'extension du service téléphonique a nécessité l'adoption d'un système permettant d'effectuer les manœuvres en question, aussi bien sur le ou les circuits aboutissant au bureau que sur les circuits le traversant. Ce système est constitué par un jeu de fiches dont on fait usage suivant les indications données par le bureau central où s'effectuent les essais ou les mesures.

233. Fiches d'essais. — Au nombre de cinq, ces fiches sont disposées de la façon suivante :

1° Deux fiches sont montées sur un même cordon bifilaire. Elles permettent, soit de mettre deux circuits en communication directe, soit, en enfonçant une seule des fiches dans un jack, d'isoler les extrémités du circuit aboutissant à ce jack ;

2° Une fiche d'une seule pièce ou, à défaut, une fiche ordinaire dont on réunit métalliquement les deux parties. Enfoncée dans un jack, elle boucle les deux extrémités du circuit ;

3° Une fiche dont le corps est isolé et la tête en relation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec la terre. Quand elle est enfoncée dans un jack, l'un des fils est isolé et l'autre mis à la terre ;

4° Une fiche dont la tête est isolée et le corps relié à la terre. Elle permet d'effectuer la même opération que la précédente, mais en inversant les fils.

234. Relais de coupure à distance. — D'après ce qui précède on voit que, pour pouvoir localiser rapidement les dérangements sur les circuits interurbains, il est utile de pouvoir les couper facilement en divers points de leur parcours; on pourra ainsi trouver la section défectueuse et faire sur elle des mesures qui seront plus précises, la section étant plus courte.

Pour faire ces mesures commodément et vite, il faudra pouvoir amener aisément le circuit jusqu'à l'installation d'essais. Aussi les grands circuits pénétraient-ils autrefois *en coupure* dans les principaux bureaux situés sur leur parcours. La ligne se trouvait allongée par l'aller et retour depuis la route ou la voie ferrée. Mais le plus gros inconvénient était que cet aller et retour en pleine ville se faisait le plus souvent en câble souterrain ou en fil aérien de faible diamètre; et nous avons noté (193) que l'intercalation de sections hétérogènes est nuisible et affaiblit la propagation (196).

Le relais de coupure à distance permet de ne faire entrer un circuit au bureau intéressé que momentanément et uniquement pour les essais. La figure 260 en montre le principe.

Le circuit passe normalement en direct suivant le tracé en gros traits interrompus. Remarquons que le double contact à ressorts sur chaque fil du circuit a été prévu pour obvier à la défaillance éventuelle de l'un des contacts.

Si le bureau veut faire rentrer le circuit en coupure, il enfonce la fiche spéciale dans le jack RR′ et appuie sur la clé du cordon intercalée sur la pointe de la fiche. Le relais de coupure se trouve actionné et ses ressorts déplacés. Dès lors le côté que nous appellerons EST du circuit est amené des bornes LE sur les bornes CE et renvoyé ainsi sur le jack de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

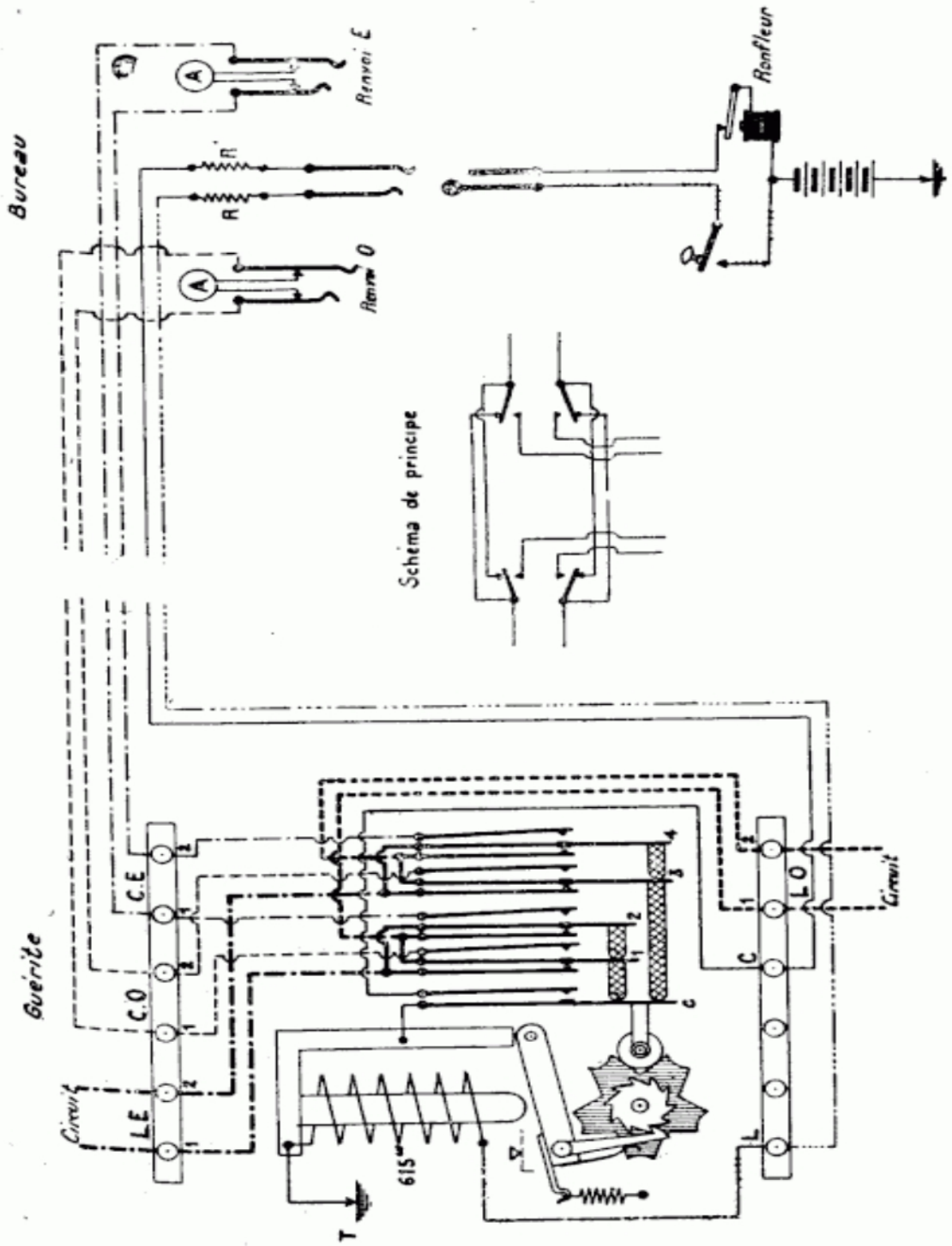


FIG. 260. — Relais de coupure à distance. — Schéma d'installation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renvoi E au bureau. De même le côté OUEST du circuit est amené sur le jack de renvoi O.

Enfin le ronfleur intercalé sur le corps de la fiche spéciale permet le contrôle du relais par l'agent du bureau. Selon que le relais de coupure est dans la position de renvoi ou dans celle de mise en direct, le circuit de ce ronfleur est fermé ou ouvert par le ressort *c* du jeu de contacts ; et l'agent reconnait à distance la position du relais de coupure selon que le ronfleur fonctionne ou non.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SIXIÈME PARTIE

COMMUTATEURS MULTIPLES

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LES MULTIPLES

235. Dans les postes centraux desservis par plusieurs tableaux commutateurs, chaque téléphoniste dessert une centaine d'abonnés et, sauf le cas où le jack de l'abonné demandé se trouve sur un tableau adjacent, l'opérateur ne peut relier ses abonnés avec ceux desservis par ses collègues qu'à l'aide d'*intercommunications* (160). Il y a donc une perte de temps chaque fois qu'il y a double manœuvre ; toutefois, dans un poste central desservant moins de 500 lignes, cette perte de temps n'est pas considérable, car l'emplacement occupé par l'ensemble des tableaux n'étant pas très étendu, l'opérateur qui a reçu l'appel peut demander verbalement, à son collègue de l'autre tableau, la communication avec le deuxième abonné. A la rigueur, le premier opérateur peut se déplacer pour effectuer lui-même toute la manœuvre.

Mais, quand le nombre des abonnés et, par suite, le nombre des tableaux, devient plus important, les demandes verbales ou les déplacements des opérateurs deviennent évidemment impraticables, soit à cause de la distance qui sépare ceux-ci, soit en raison du nombre des demandes d'intercommunications. On installe alors des lignes de service entre les tableaux, et les demandes sont faites téléphoniquement par ces lignes.

Quel que soit le mode d'opérer, il a toujours l'inconvénient d'avoir deux annonciateurs de fin en dérivation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

236. Principe du commutateur-multiple. — Le système multiple supprime les inconvénients que nous venons de rappeler en mettant à la disposition de chacun des opérateurs des jacks spéciaux, appelés *jacks généraux*, placés en dérivation sur *toutes* les lignes d'abonnés desservies par le bureau.

En principe, le commutateur-multiple est formé d'un certain nombre de *groupes*, desservis chacun par un opérateur. Le *groupe* comporte d'abord des *jacks individuels* avec leurs annonciateurs : c'est par ces jacks, au nombre d'une centaine environ, que l'opérateur reçoit les appels et les ordres de ce groupe d'abonnés. L'opérateur a, de plus, à sa portée, un nombre de *jacks généraux* au moins égal au nombre des lignes d'abonnés reliées au bureau : c'est sur ces jacks qu'il prendra les communications demandées par ses clients. Mais la totalité des jacks généraux ne se répète pas devant chaque opérateur : on sait en effet qu'un opérateur de tableau ordinaire peut prendre des communications dans les deux tableaux adjacents au sien ; l'ensemble des jacks généraux est donc réparti sur trois groupes et la réunion de ces trois groupes prend le nom de *section*.

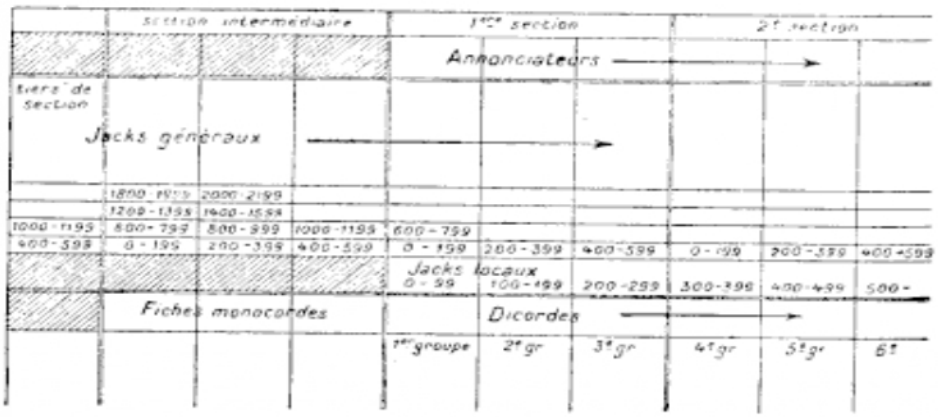


FIG. 261. — Dispositions générales d'un multiple.

Dans ces conditions, chaque opérateur n'a en face de lui qu'un tiers des jacks généraux et les deux autres tiers sur les deux groupes voisins (*fig.* 261).

Afin de compléter la totalité des jacks généraux pour les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opérateurs du premier et du dernier groupe, à qui il manquerait en effet, à gauche ou à droite, un tiers de ces jacks, les tiers de section supplémentaires sont ajoutés aux deux bouts du multiple.

Si l'on considère alors une ligne d'abonné, on voit que cette ligne doit traverser tout le multiple, s'attacher, dans chaque section, à un jack général et, en outre, à un jack individuel.



DISPOSITIONS GÉNÉRALES D'UN MULTIPLE

237. — Pour étudier l'ensemble d'un multiple, nous supposerons qu'un bureau est appelé à recevoir 6.000 lignes d'abonnés et que chaque téléphoniste peut en desservir 100.

Le commutateur est constitué par un meuble formé de parties juxtaposées. Chacune de ces parties prend le nom de *table* ou plutôt de *section*.

Une tablette supportant des fiches et des clés est placée devant le panneau des jacks et des annonciateurs.

La tablette correspondant à une section porte trois groupes distincts de clés comportant chacun un poste d'opérateur et seize paires de fiches en général. Chaque groupe de clés, monté sur une planchette à charnières, est quelquefois désigné par sa dénomination anglaise : keyboard (planche à clés).

Comme pour la manœuvre des tableaux-commutateurs ordinaires, l'opérateur utilise une *fiche arrière* ou *fiche de réponse*, pour prendre communication avec l'abonné *appelant* sur son jack individuel. Il prend ensuite la *fiche avant* ou *fiche d'appel*, pour attaquer l'abonné *demandé* sur son jack général.

Chaque section comporte 6.000 jacks généraux, et chaque groupe 100 jacks individuels ou jacks locaux avec leurs annonciateurs. Ces derniers sont situés à la partie supérieure du meuble ; dans les multiples les plus récents, ils sont remplacés par de petites lampes à incandescence actionnées par des relais d'appel. Dans ce cas, les lampes sont placées près de leurs jacks respectifs et les relais sont disposés sur un bâti spécial situé derrière le multiple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

238. Jacks généraux. — Les jacks généraux sont montés, par deux dizaines légèrement séparées, sur des réglettes en ébonite placées les unes sur les autres (55) ; cinq réglettes forment un groupe de 100 jacks séparé du suivant par une mince planchette de bois blanc ; chaque centaine est désignée par un numéro porté par une étiquette latérale (*fig.* 262). Il est ainsi relativement facile de trouver le jack de l'abonné demandé parmi les 6.000 jacks généraux ; en effet, le numéro 1325, par exemple, est situé, dans la 13e centaine, sur le jack n° 5 de la première dizaine de la deuxième rangée ; avec de la pratique la recherche se fait très rapidement.

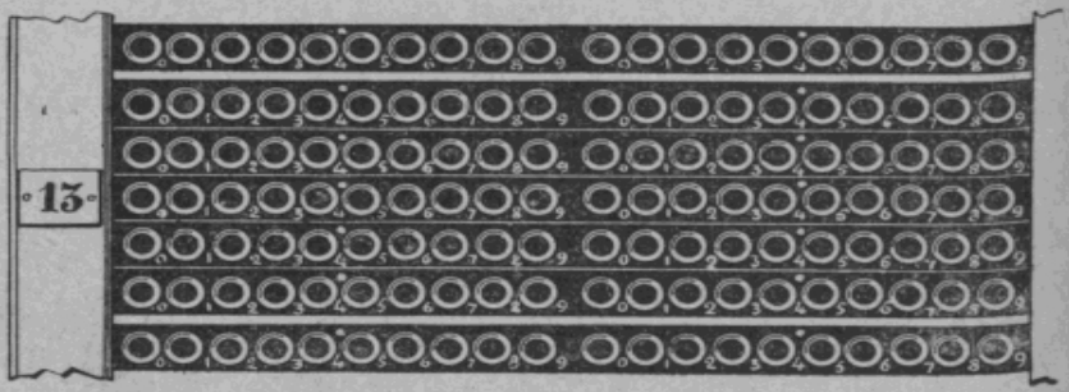


FIG. 262. — Jacks généraux.

Toutes les lignes d'abonnés passent dans des câbles qui courent derrière les panneaux des jacks. Nous avons déjà dit que, sur chacune de ces lignes, un jack général était mis en dérivation dans chaque section ; cette disposition, qui constitue le *multipliage*, peut être prise de deux manières : les jacks sont montés en *série* ou en *dérivation*.

Le second système est maintenant le seul vraiment usité.

239. Multipliage en dérivation. — Les lignes vont toujours d'un bout à l'autre du multiple. Tous les jacks sont sans rupture et formés simplement de deux ressorts d'inégales longueurs. Les jacks généraux et le jack local de chacune des lignes sont montés en dérivation sur celle-ci (*fig.* 263).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec ce système, les causes de pertes dans le câblage qui suit le jack dans lequel la communication est prise ne sont pas éliminées ; par contre, il n'y a plus à craindre de contacts défectueux dans les jacks précédents.

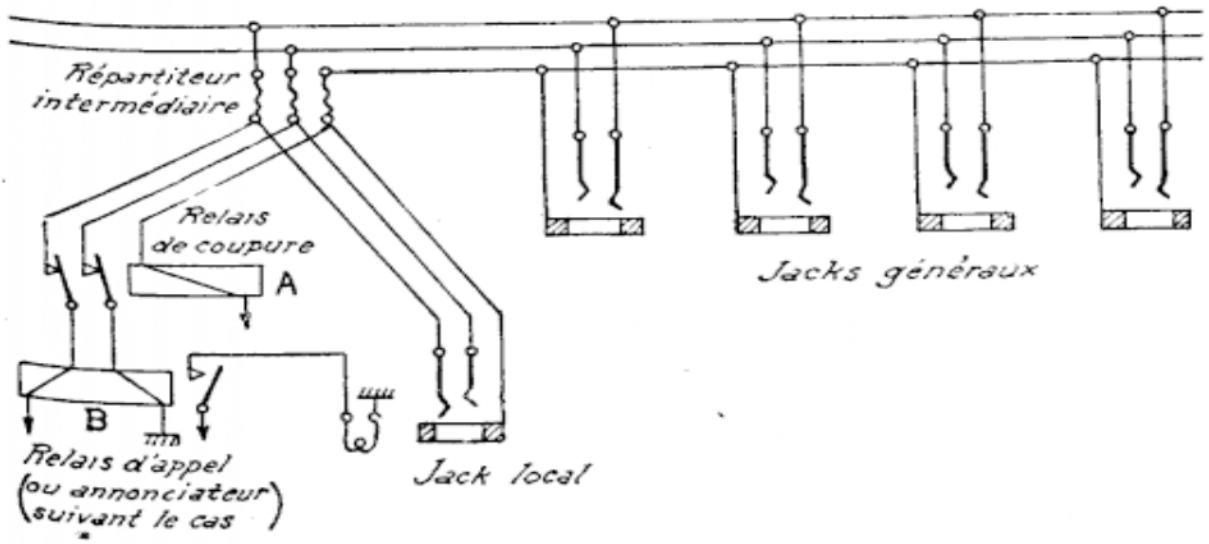


FIG. 263.

240. **Jacks locaux.** — Les jacks locaux sont montés sur des réglettes comme les jacks généraux, mais, afin de faciliter le travail des opérateurs en espaçant davantage les jacks les uns des autres, les réglettes ne sont généralement qu'à 10 ou 15 jacks. Les jacks locaux sont placés à la partie inférieure du panneau vertical. Dans les anciens multiples, les annonciateurs d'appel et les annonciateurs de fin étaient placés au contraire à la partie supérieure et, pour faciliter la recherche du jack correspondant à un annonciateur appelant, ces deux catégories d'organes portaient des numéros correspondants.

Dans les multiples modernes, les lampes d'appel allumées par des relais d'appel situés sur des bâtis spéciaux sont placées immédiatement au-dessus des jacks correspondants. Ces lampes sont fixées sur des réglettes porte-lampes de même dimension que les réglettes de jacks.

De même, les signaux de fin sont reçus sur des lampes placées près des clés d'écoute du dicorde employé pour la communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

241. Blocage des lignes et test. — Le multiplage des lignes, les mettant à la disposition de toutes les opératrices, impose plusieurs conditions :

1° La prise d'une ligne par un jack quelconque et l'appel de cet abonné par l'opératrice doit empêcher son relais d'appel de fonctionner (ou son annonciateur) et, par suite, sa lampe d'appel de s'allumer ;

2° L'enfoncement d'une fiche dans le jack local pour répondre à un appel de l'abonné doit éteindre la lampe d'appel (ou provoquer le relèvement du volet de l'annonciateur) ;

3° Quand une ligne est en communication soit par son jack local, soit par l'un quelconque de ses jacks généraux, elle doit être marquée de façon spéciale pour permettre à une autre opératrice de reconnaître que cette ligne est occupée.

Pour remplir ces trois conditions, toutes les lignes sont à trois fils à l'intérieur du bureau, les deux premiers fils raccordés à la ligne de chaque abonné et le troisième fil servant aux fonctions de signalisation imposées ci-dessus ; dans ce but, le troisième fil est multiplié sur les douilles des jacks, c'est-à-dire sur le canon cylindrique qui guide les fiches lors de leur enfoncement ; ce troisième fil aboutit à un relais de coupure. Les fiches elles-mêmes seront à trois conducteurs : la tête ou pointe, la nuque et le corps, concentriques et isolées par des canons en ébonite comme dans la fiche à deux conducteurs de standards. L'enfoncement d'une fiche dans un jack quelconque fera fonctionner le relais de coupure qui isole le relais d'appel de la ligne (ou bloque l'annonciateur) et, de plus, modifie le potentiel de la douille du jack.

L'épreuve de la ligne demandée ou *test* utilisera précisément cette variation de potentiel pour permettre de reconnaître les lignes occupées des lignes libres. Tant que la fiche n'est pas enfoncée, la pointe de cette fiche est reliée au poste de l'opératrice de groupe (soit directement à son récepteur, soit à un enroulement spécial de la bobine d'induction) et se trouve au même potentiel qu'une ligne libre. Si une ligne est occupée, par suite du courant qui circule dans le troisième fil, le potentiel des douilles des jacks est modifié et le contact de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pointe avec l'une d'elles provoquera un toc dans le récepteur.

242. Répartiteur intermédiaire. — Les jacks locaux n'étant utilisés que pour répondre aux appels des abonnés, il n'est pas indispensable qu'ils soient classés par ordre de numéro d'appel et l'opératrice peut ignorer les numéros des jacks qu'elle dessert, sous réserve que certaines indications de service lui soient indiquées ou sur ces jacks eux-mêmes ou sur les lampes correspondantes.

D'autre part, la nécessité d'équilibrer le travail des opératrices, ou leur charge, oblige à faire des mutations entre les jacks locaux pour reporter sur un groupe peu chargé des abonnés à fort trafic d'un groupe trop chargé et inversement. Il est d'ailleurs impossible de prévoir cette répartition dès la construction d'un multiple, car les besoins des abonnés peuvent changer et, de toute façon, l'équilibre serait rompu par les nouveaux abonnés dont le trafic est inconnu d'avance. Il faut donc que la liaison entre les jacks locaux et les jacks généraux puisse être modifiée quand des pointages en font reconnaître la nécessité et, dans ce but, cette liaison est réalisée par des fils souples dans un répartiteur intermédiaire.

Le répartiteur intermédiaire dérive comme principe des répartiteurs d'entrée que nous avons déjà étudiés (**214**). Sur l'une des faces, des réglettes de broches à 20 tierces sont raccordées d'une part au répartiteur d'entrée, et d'autre part aux jacks généraux. Sur l'autre face, d'autres réglettes à 20 tierces sont raccordées aux jacks locaux, dans le cas des multiples à batterie locale ; dans le cas des multiples comportant des relais d'appel au lieu d'annonciateurs, ces réglettes sont raccordées également aux relais d'appel et de coupure situés sur des bâtis spéciaux et comportant en général une quatrième broche pour le fil de lampe du jack local et du relais d'appel. La liaison est établie entre les jacks généraux et les jacks locaux par des jarretières à trois conducteurs de longueur voulue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

MULTIPLES A BATTERIE LOCALE

243. — Nous prendrons comme exemple d'ancien multiple à batterie locale, un commutateur Aboilard à effacement automatique.

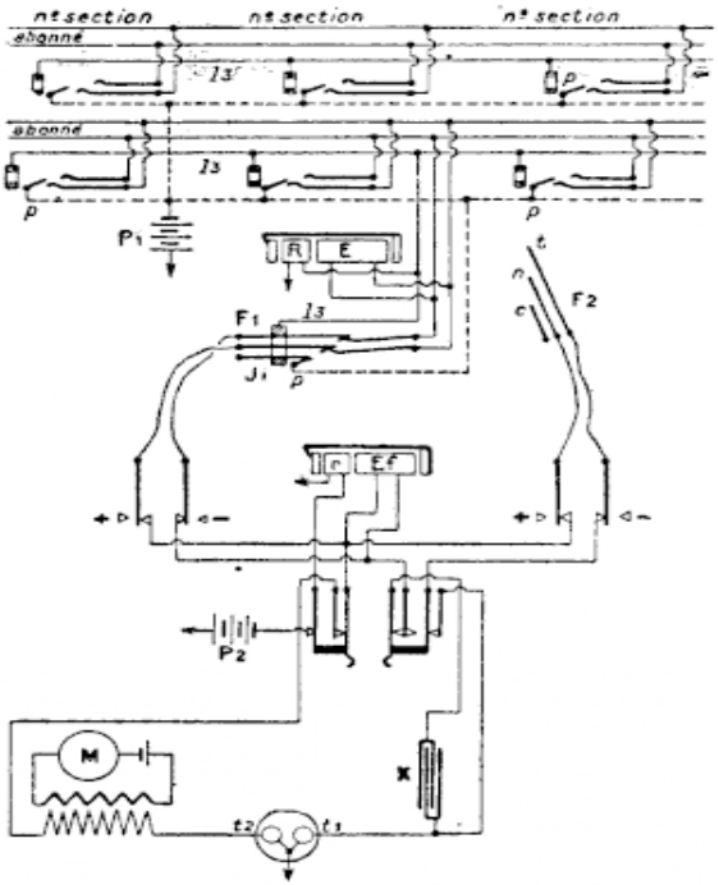


FIG. 264.

Toutes les réglettes de jacks sont munies, entre les ressorts de ligne et les bagues, d'une bande de laiton présentant en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

regard de chaque jack une languette formant un troisième ressort (*fig.* 264, *p*). Ces bandes, appelées *peignes*, sont toutes réunies entre elles et mises en communication avec le pôle positif d'une pile P^1 dont le pôle négatif est à la terre. D'autre part, les bagues de tous les jacks placés en dérivation *sur une même ligne* sont reliées par un conducteur l^3, qui constitue le troisième fil et qui est relié à la terre à travers l'enroulement R de l'annonciateur. Une prise de terre est établie sur la jonction des deux bobines du téléphone de l'opérateur.

Le corps de la fiche n'a aucune communication ; lorsque la fiche est insérée dans un jack, il réunit métalliquement la bague au ressort faisant partie du peigne.

Dans ces conditions, examinons ce qui se passe quand une communication est demandée.

244. Établissement d'une communication. — Dès que la chute du volet signale l'appel, l'opérateur enfonce la fiche de réponse (fiche arrière F^1) dans le jack individuel de la ligne appelante et abaisse sa clé d'écoute (position indiquée sur le dessin). Aussitôt la fiche enfoncée dans le jack J*i*, le corps réunit la bague au ressort du peigne ; cette bague est mise, par conséquent, en communication avec le pôle positif de la pile P^1 et il en est de même pour toutes les bagues des jacks généraux de la ligne.

L'opérateur reçoit la demande de l'abonné, puis tâte la ligne demandée en touchant, comme nous l'avons dit, la bague du jack général voulu avec la tête de sa fiche d'appel (fiche avant F^2) ; si une fiche se trouve déjà sur cette ligne, soit dans le jack individuel, soit dans un jack général, le pôle positif de la pile P^1, qui aboutit alors à la bague touchée, se trouve en relation avec la terre par l'intermédiaire de la tête de la fiche F^2 et de la bobine t^1 du téléphone (en passant par la clé d'appel et le ressort *z* de la clé d'écoute) : un *toc* dans le récepteur avertit l'opérateur que la ligne est occupée ; il ne lui reste qu'à prévenir l'appelant et à se retirer. Si le silence du téléphone indique que la ligne est libre, l'opérateur enfonce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa fiche et la ligne du demandé se trouve bloquée à son tour par suite de la réunion de la bague du jack général avec le peigne.

Le condensateur K ne se trouve placé sur la communication qui relie les têtes des deux fiches que si la clé d'écoute est abaissée (position de la figure) : il a pour effet d'empêcher le courant de test de passer du côté de l'abonné appelant (dans le jack duquel la fiche F^1 se trouve insérée) ; autrement dit, le condensateur permet de faire passer la totalité du courant par l'enroulement t^1 du téléphone. Quand la clé d'écoute est relevée, la communication directe est rétablie par les ressorts y et z, qui reprennent contact.

245. Effacement automatique des signaux. — Avec les annonciateurs que nous avons étudiés sur les tableaux-commutateurs, l'opérateur est tenu de relever le volet à la main ; il en était de même sur les premiers multiples ; d'où la nécessité de placer ces organes à la portée de la main. Mais, étant donné le nombre des jacks à mettre à la disposition de l'opérateur pour la réalisation de multiples desservant jusqu'à dix mille abonnés, on a dû rechercher un moyen de se débarrasser des annonciateurs. Nous avons dit qu'on remplace maintenant ces organes par des lampes situées près des jacks ; mais le premier moyen adopté a été de reporter tous les annonciateurs à la partie supérieure du meuble et d'opérer automatiquement l'effacement des signaux d'appel et de fin ; cet effet est obtenu au moment de l'introduction des fiches de réponse dans les jacks et par le jeu des clés d'écoute. Cette disposition a donné une place relativement grande pour y loger des jacks généraux et a supprimé en même temps le relèvement à la main.

Comme pour le *test*, les constructeurs ont imaginé différents systèmes d'effacement automatique ; nous ne nous occuperons que de celui du multiple que nous avons pris comme type.

L'annonciateur comporte deux électro-aimants. Le premier E (*fig.* 265), relié à la ligne, peut actionner une armature A dont le crochet soutient, au repos, l'armature du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième électro-aimant R. Un écran en aluminium Al, suspendu devant cette deuxième armature, masque le numéro qui y est inscrit.

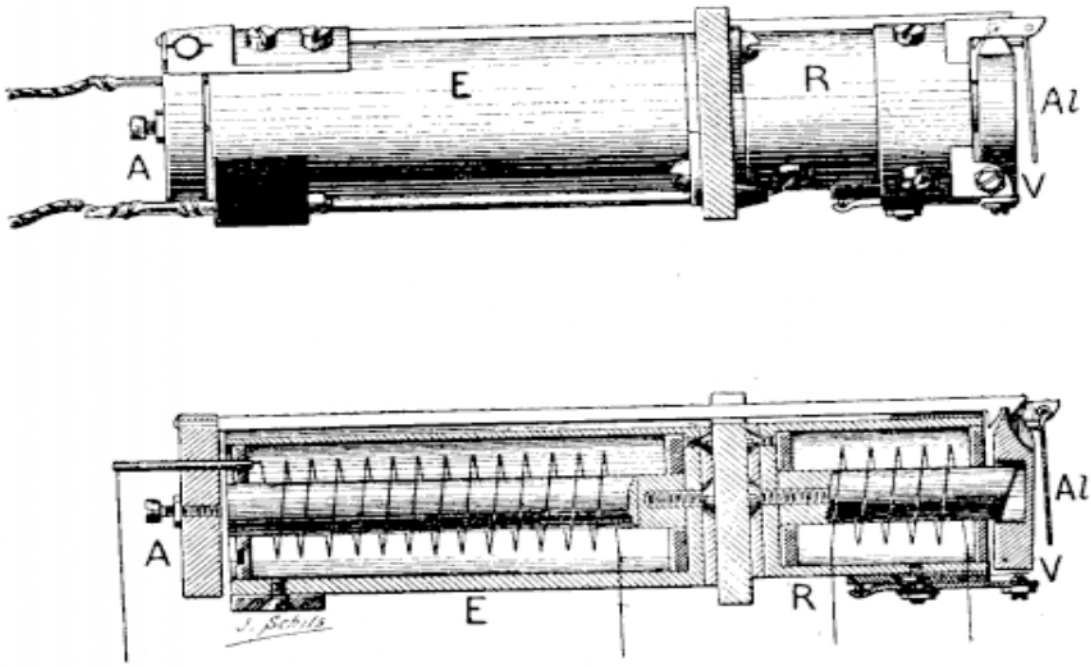


FIG. 265. — Annonciateur à effacement automatique.

Quand l'armature A est attirée, son crochet abandonne l'armature V qui fait seulement un très petit mouvement en avant et soulève l'écran. Dès que l'électro-aimant de relèvement R est excité, l'armature T est attirée et l'écran reprend sa place.

Le circuit de la sonnerie locale n'est utilisé que pendant le service de nuit, et, pour permettre au personnel, alors très restreint, de reconnaître à distance la section dans laquelle se produit un appel, chacune des sections est munie d'une lampe pilote à verre rouge dont l'allumage est commandé, comme la sonnerie locale, par l'annonciateur actionné.

La bobine R est mise en dérivation sur le troisième fil qui réunit toutes les bagues de la ligne reliée à l'annonciateur (*fig.* 264). Cette disposition donne deux résultats :

1° Quand, pour répondre à l'abonné appelant, l'opérateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfonce une fiche dans le jack individuel, le courant du peigne est envoyé dans l'électro-aimant R et le signal d'appel est effacé ;

2° Quand l'opérateur enfonce la deuxième fiche dans le jack général de la ligne demandée, il envoie également le courant du peigne dans l'électro-aimant d'effacement de l'annonciateur de cette ligne ; il en résulte que cet annonciateur ne peut pas fonctionner quand l'opérateur attaque l'abonné demandé ou, ultérieurement, quand les abonnés envoient les signaux de fin. Le fonctionnement de l'annonciateur amènerait, mal à propos, l'intervention de l'opérateur qui verrait tomber le volet. Dans certains multiples, au lieu d'empêcher le volet de tomber, l'attraction de l'armature de l'électro-aimant d'effacement a pour effet, en écartant un ressort, de couper l'une des connexions de l'électro-aimant de l'annonciateur ; on évite ainsi l'envoi, dans cet électro-aimant, d'une partie du courant destiné à l'appel de l'abonné demandé ; par contre, ce procédé introduit, sur le circuit de l'annonciateur, un contact qui peut compromettre la réception de l'appel, s'il est défectueux.

246. — L'effacement du signal de fin est effectué par la clé d'écoute au moment où l'opérateur rentre un instant sur le circuit pour s'assurer que la conversation est bien terminée. A cet effet, la clé d'écoute est munie d'un ressort *v* qui met le pôle positif d'une pile P^2 en relation avec l'électro-aimant d'effacement de l'annonciateur correspondant ; le circuit est fermé par la terre.

SERVICE INTERURBAIN

247. Principe de l'installation. — Comme nous l'avons dit à propos de l'installation des tableaux interurbains, le service des circuits interurbains, quand leur nombre est important, nécessite une organisation particulière pour plusieurs raisons : ces circuits doivent être mis, avec le moins de pertes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps possible, non seulement à la disposition des abonnés du bureau où ils aboutissent, mais aussi à celle des abonnés des autres bureaux. Soumises à des taxes diverses, les conversations doivent être enregistrées avec soin par l'opérateur, et leur durée rigoureusement limitée: voilà pour l'exploitation. Au point de vue technique, les circuits interurbains doivent presque toujours être reliés à d'autres circuits par l'intermédiaire de transformateurs: d'où dispositifs spéciaux.

Les lignes interurbaines sont donc réparties sur des tables spéciales dont l'agencement répond aux exigences dont nous venons de parler. Les *tables interurbaines* reçoivent chacune cinq circuits environ et sont desservies par une ou quelquefois par deux téléphonistes. Ces tables sont mises en relation avec les sections du multiple au moyen de *lignes de service* multiplées sur tous les groupes et utilisées exclusivement par ceux-ci pour demander les circuits. Les communications avec les abonnés sont établies par des *lignes de renvoi* aboutissant à une *section intermédiaire* placée en tête du multiple. Quant aux communications entre circuits, elles sont établies par des lignes d'intercommunications qui relient toutes les tables interurbaines entre elles.

D'autre part, l'installation des circuits interurbains peut comporter certains dispositifs tels que les systèmes pour télégraphie et téléphonie simultanées; ils nécessitent, en cas de dérangement, des manœuvres spéciales pour les *essais;* les lignes interurbaines sont enfin soumises à des *mesures* périodiques. Pour toutes ces raisons, les circuits interurbains d'un bureau important sont amenés à un répartiteur qui leur est exclusivement réservé et près duquel sont montées les installations nécessaires.

248. Table interurbaine. — La table interurbaine a beaucoup d'analogie avec le tableau interurbain déjà étudié [1]; elle comprend :

50 jacks d'intercommunications;

1. La table interurbaine dont nous donnons ici un aperçu est un modèle administratif pouvant s'adapter à tous les systèmes de multiples.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10 jacks de lignes (à double rupture) ;
10 jacks de transformation accouplés avec les précédents (voir 157 et 158) ;
12 jacks de renvoi ;
7 jacks de conversation ;
1 jack de service ;
10 annonciateurs d'appel (reliés aux jacks de transformation) ;
12 annonciateurs de fin ;
1 annonciateur de service ;
12 groupes de fiches et clés ;
1 clé de conversation ;
1 commutateur inverseur.

Aux 50 jacks d'intercommunications dont le nombre peut être porté à 120, aboutissent les lignes reliant entre elles toutes les tables interurbaines.

Sur les groupes *jacks de lignes* et *jacks de transformation* sont montés, suivant les besoins du service, de cinq à dix circuits.

Les 12 jacks de renvoi reçoivent des lignes aboutissant à des fiches monocordes portées par la tablette de la *section intermédiaire* dont nous verrons l'agencement plus loin.

Les 7 jacks de conversation sont reliés par des lignes de service aux postes d'opérateurs des autres tables interurbaines ; leur nombre peut être porté à 10.

Le jack de service et son annonciateur sont reliés à une ligne multiplée sur tous les groupes du multiple, de manière à permettre aux opérateurs de ces groupes de demander des communications avec les circuits desservis par la table.

La clé de conversation est reliée à une ligne qui aboutit à l'un des postes d'opérateur de la table intermédiaire.

249. Section intermédiaire. — La section ou table intermédiaire, désignée aussi sous le nom américain de *switching*, est destinée à l'établissement des communications entre les abonnés du multiple et les tables interurbaines, elle est placée en tête du multiple, c'est-à-dire à l'entrée des lignes dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le meuble; elle comporte, comme les autres sections, les jacks généraux des abonnés.

La tablette supporte simplement des fiches monocordes auxquelles aboutissent les lignes partant des *jacks de renvoi* de toutes les tables interurbaines. La section porte trois postes d'opérateurs reliés, chacun, par une ligne de service, à une table interurbaine, ou à un groupe de ces tables si leur nombre est plus élevé que trois. Nous venons de voir que ces lignes aboutissent aux clés de conversation; par conséquent, si le groupe intermédiaire doit recevoir les ordres de plusieurs tables interurbaines, la ligne de service est multiplée sur les clés de conversation de celles-ci.

La section intermédiaire se trouvant en tête du multiple, c'est donc en avant de cette section que se trouve le tiers de section supplémentaire qui complète la totalité des jacks généraux pour l'opératrice du premier groupe.

250. Établissement d'une communication interurbaine. — Trois cas peuvent se présenter:

1° Un abonné du multiple demande un circuit interurbain;

2° Un circuit interurbain demande un abonné du multiple;

3° Un circuit demande un autre circuit.

Premier cas. — Un abonné du multiple demande un circuit; le 23.75, par exemple demande le 46 de Lille: l'opératrice appelle la table interurbaine qui dessert ce circuit en enfonçant sa fiche d'appel dans le jack d'une ligne locale qui se termine au jack et à l'annonciateur de service de la table visée (cette ligne locale étant multiplée sur tous les groupes, l'opératrice doit attendre un instant si elle entend une dè ses collègues demander une communication); l'opératrice interurbaine appelée met une fiche dans le jack de service, reçoit la demande avec l'indication du numéro de l'abonné demandeur et l'enregistre. L'opératrice du groupe peut se retirer, son rôle est terminé; car ce sont maintenant les opératrices interurbaine et intermédiaire qui vont établir la communication demandée. A cet effet, la première attaque Lille à l'aide d'une fiche-arrière, demande le 46, puis, avec la fiche avant,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relie le circuit avec un jack de renvoi, le numéro 4 par exemple ; elle abaisse sa clé de conversation et indique à l'opératrice intermédiaire le numéro de la fiche monocorde à insérer dans le jack général de l'abonné demandeur : « Donnez 23.75 par 4. » Quand l'opératrice interurbaine reçoit le signal de fin, ordre est donné à l'opératrice intermédiaire de rompre la communication.

Si le circuit demandé n'est pas libre, on indique à l'abonné le délai approximatif au bout duquel la communication lui sera donnée. Au moment voulu, l'opératrice interurbaine fera établir la liaison comme il vient d'être dit.

Deuxième cas. — Un circuit demande un abonné du multiple : l'opératrice interurbaine qui reçoit la demande fait établir la communication par l'opératrice intermédiaire comme dans le cas précédent. Si le test du jack général indique que l'abonné demandé n'est pas libre, avis en est donné au correspondant.

Troisième cas. — Un circuit demande un autre circuit : l'opératrice interurbaine, qui a répondu à l'appel avec une fiche arrière et reçu la demande, met la fiche avant correspondante dans le jack de conversation relié à la table qui dessert le circuit demandé, attaque cette table et demande la communication. Si le circuit est libre, la deuxième opératrice le prend avec une fiche arrière, enfonce la fiche-avant dans l'un des jacks d'intercommunications reliés à la première table et indique à celui-ci le numéro de l'intercommunication à utiliser ; la première opératrice reporte alors sa fiche-avant du jack de conversation au jack désigné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

MULTIPLES A BATTERIE CENTRALE

251. Constitution de la batterie centrale. — La batterie centrale est constituée par des accumulateurs ; sa force électromotrice est de 24 volts ou 48 volts ; elle comprend donc 12 ou 24 bacs en série. On utilise surtout des tensions de 48 volts dans le cas où les communications interurbaines sont nombreuses par rapport aux communications urbaines. La capacité de la batterie en ampères-heures dépend de l'importance du bureau et de son trafic ; elle est calculée pour que le débit de l'heure la plus chargée corresponde au dixième de sa capacité en ampères-heures ou, en d'autres termes, pour que la batterie puisse assurer pendant dix heures un service correspondant à l'intensité maxima. A titre d'indication, pour un bureau de 10.000 abonnés à Paris, la capacité de la batterie est d'environ 4.000 à 5.000 ampères-heures.

On prévoit généralement deux batteries dont l'une est en charge pendant que l'autre est en décharge sur le multiple.

252. Atelier d'énergie. — Pour assurer la charge des batteries, on utilise des groupes convertisseurs constitués par un moteur actionné par le secteur électrique couplé avec une génératrice à courant continu ; la puissance du groupe est déterminée par la capacité de la batterie dont le régime normal de charge est égal au dixième de sa capacité.

En outre, le courant d'appel est fourni par un groupe d'appel constitué par un moteur et un alternateur ; on prévoit généralement deux groupes dont l'un marche sur le secteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et l'autre sur la batterie centrale elle-même pour parer aux pannes du secteur. La fréquence du courant alternatif utilisé pour l'appel est généralement comprise entre 16 et 25 périodes par seconde ; la force électromotrice aux bornes de l'alternateur varie entre 75 et 90 volts.

Les machines d'appel actionnent un certain nombre de cames par l'intermédiaire d'une vis tangente utilisée comme réducteur de vitesse. Ces cames servent en particulier à débiter en tranches le courant alternatif d'appel de façon à actionner les sonneries d'abonnés par phases coupées par des périodes de silence.

253. Avantages des systèmes à batterie centrale. — Nous allons rappeler rapidement les avantages des systèmes à batterie centrale que nous avons déjà exposés au cours de cet ouvrage :

1° Suppression des organes d'appel (piles ou magnétos) chez l'abonné, l'appel se produisant par simple décrochage du récepteur ;

2° Suppression de la pile microphonique, l'alimentation étant réalisée directement par la batterie centrale à travers la ligne ;

3° Signalisation automatique des manœuvres des deux abonnés demandeur et demandé et en particulier des fins de communication par allumage des deux lampes de supervision au raccrochage de ces deux abonnés sans autre manœuvre de la part de ces derniers.

Les avantages énumérés dans les deux premiers cas se traduisent par une simplification du poste de l'abonné, donc par sa robustesse et par des frais d'entretien beaucoup moins onéreux. Les avantages signalés dans le dernier cas entraînent une exploitation plus sûre à l'abri des fausses manœuvres ou des oublis, et la libération plus rapide des lignes utilisées pour la communication, lignes des abonnés et lignes auxiliaires entre bureaux dans le cas d'un réseau comportant plusieurs bureaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

254. Lignes d'abonné. — Nous prendrons comme exemple un multiple à batterie centrale du système Thomson-Houston, mais à part des différences de schémas, les mêmes avantages et les mêmes méthodes d'exploitation se retrouvent dans tous les systèmes utilisés.

Nous savons que le poste d'abonné a son circuit microphonique branché directement sur la ligne lorsque l'appareil est décroché et que la sonnerie condensée est en permanence en dérivation sur la ligne.

Au bureau central, la ligne aboutit aux deux armatures d'un *relais de coupure* A (*fig.* 263) dont les contacts de repos sont en relation avec la batterie centrale à travers un *relais d'appel* B. L'armature de celui ci peut fermer le circuit de la *batterie centrale* sur la *lampe d'appel* située près du jack local de l'abonné.

Dans ces conditions, le circuit de la batterie centrale étant coupé par le condensateur, ni la sonnerie de l'abonné, ni son relais d'appel ne fonctionnent.

255. L'abonné appelle. — Pour appeler, l'abonné décroche simplement le récepteur suspendu au crochet-commutateur et attend que la téléphoniste se mette à sa disposition. Le circuit de la batterie se trouve fermé à travers le primaire de la bobine d'induction et le microphone; le relais d'appel fonctionne et allume la lampe d'appel.

256. Dicorde. — Examinons maintenant l'agencement du poste de l'opérateur et de l'un des groupes de fiches et clés qui va servir à établir la communication entre deux abonnés (*fig.* 266).

Les deux fiches sont reliées à des boutons d'appel. Celui de la *fiche de réponse* est analogue aux clés d'appel des multiples ordinaires; ses contacts de travail sont reliés à la source de courant alternatif. Le bouton de la *fiche d'appel* est automatique, c'est-à-dire qu'une fois enfoncé, il conserve cette position jusqu'à ce que l'abonné appelé décroche son récepteur pour répondre. Cet effet est obtenu au moyen d'un électro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

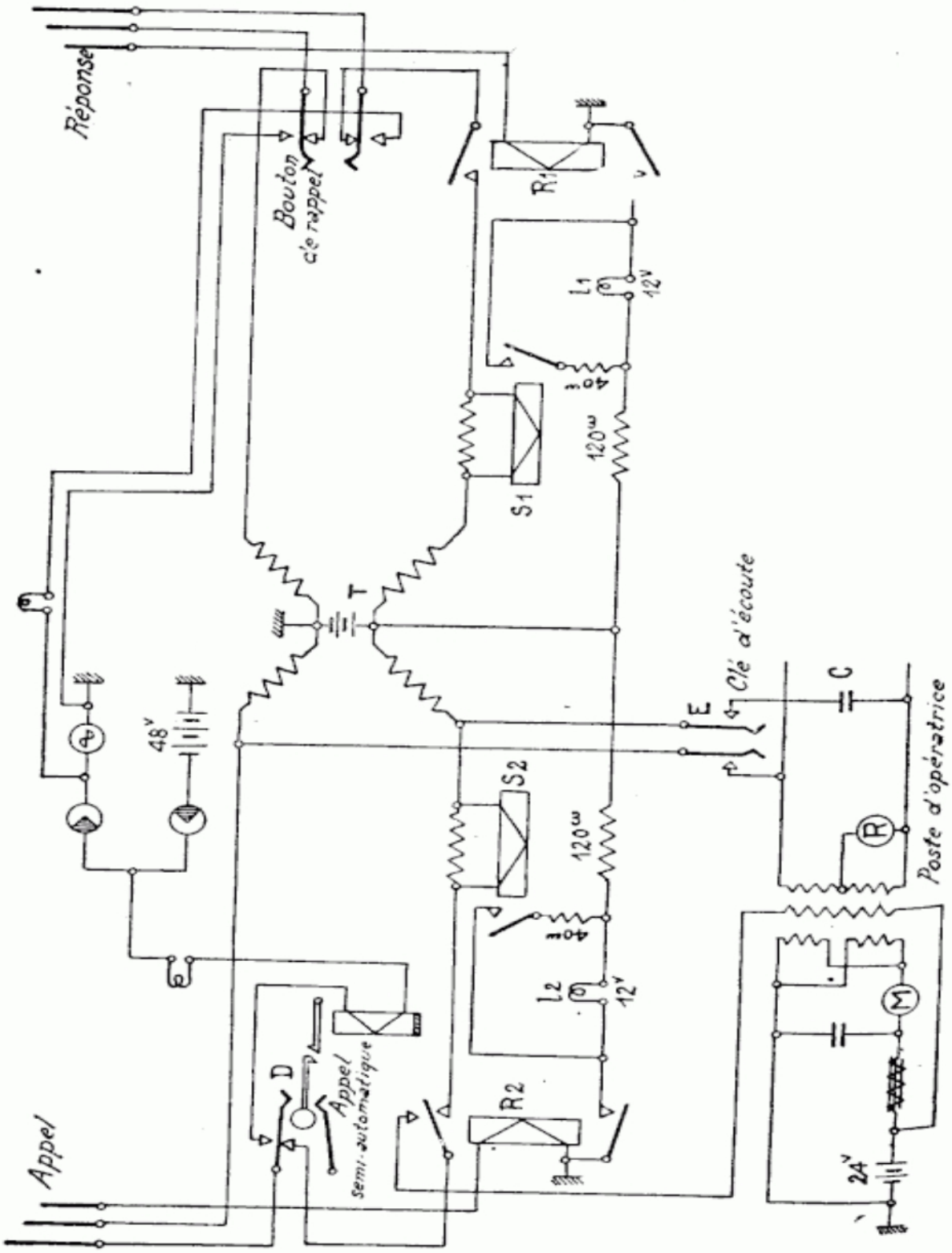


FIG. 266.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aimant dont l'armature porte un crochet qui enclenche la tige du bouton. Dans cette position, des émissions successives de courant continu et courant alternatif, fournies grâce aux cames de la machine d'appel, sont envoyées sur la ligne de l'abonné à travers l'électro-aimant du bouton ; le courant alternatif actionne la sonnerie de l'abonné, mais n'agit pas sur le bouton ; le courant continu n'agit pas davantage sur celui-ci, puisque le circuit est ouvert ; mais, dès que l'abonné décroche son récepteur et, par suite, ferme le circuit, le courant continu excite l'électro-aimant et le crochet abandonne la tige du bouton.

Au repos, la communication entre les contacts des clés d'appel, autrement dit entre les cordons des deux fiches, n'est pas complète ; la jonction n'est établie qu'au moment de l'introduction des fiches dans des jacks, au moyen de deux relais actionnés par cette manœuvre même : le *relais de rupture de fin* R^1 pour la fiche de réponse et le *relais de test et de rupture de fin* R^2 pour la fiche d'appel. La jonction n'est pas métallique, mais effectuée par l'intermédiaire d'un *translateur* T^1. Les deux enroulements de cet organe sont divisés en deux parties, entre lesquelles la batterie centrale est intercalée. Cette batterie se trouvera ainsi en communication avec les deux lignes des abonnés, et ceux-ci causeront par translation et à travers la batterie.

Deux relais, dits de *supervision* S_1 et S_2 sont placés sur la jonction des cordons ; enfin deux *lampes de supervision* l^1 et l^2 indiqueront, par leur allumage, la fin de conversation.

C'est en suivant la manœuvre pour l'établissement d'une communication que nous allons étudier le fonctionnement de ces divers organes.

257. Réponse à l'abonné appelant. — Les douilles de tous les jacks d'une ligne sont reliées au négatif de la batterie à travers le relais de coupure (*fig.* 263) ; d'autre part, si nous considérons une paire de fiches, le corps de celles-ci est relié au positif de la batterie à travers le relais de rupture de fin. Donc, quand l'opérateur, pour répondre à l'abonné, enfonce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa fiche de réponse dans le jack local de celui-ci, les deux relais précités sont excités; le premier, A, coupe la communication qui existait entre la batterie et la ligne de l'abonné, le relais d'appel revient au repos et sa lampe s'éteint.

L'armature du relais de rupture de fin R^1 commande deux ressorts : le premier, relie de nouveau le négatif de la batterie à l'un des fils de l'abonné, mais cette fois à travers le translateur, le relais de supervision et la pointe de la fiche. L'autre ressort ferme le circuit de la batterie sur la lampe de supervision ; S_1 ayant fonctionné, son armature shunte cette lampe dont l'éclat se trouve très atténué.

Il faut remarquer que les relais de supervision sont placés en dérivation sur une résistance sans self-induction ; ils ne fonctionnent donc qu'avec une partie du courant ; mais on évite ainsi de mettre en série, sur la jonction des abonnés, un électro-aimant dont la self-induction serait nuisible aux courants de conversation.

258. Test. — La clé d'écoute E, placée en dérivation entre le translateur et la fiche d'appel, est abaissée pour recevoir les ordres de l'appelant, auquel l'opérateur parle ainsi à travers le translateur. On procède alors au test de la ligne demandée.

Tant qu'une ligne est libre, les douilles de tous ses jacks sont au potentiel de la batterie centrale — 24 volts; dès qu'une fiche est enfoncée dans l'un quelconque des jacks par suite du courant qui parcourt les relais de coupure et de rupture de fin, ce potentiel prend une valeur intermédiaire entre 0 et — 24 volts ; pratiquement, ces deux relais ayant des résistances égales de 200 ohms, le potentiel des douilles d'une ligne occupée sera de — 12 volts. D'autre part la pointe de la fiche d'appel est reliée, au repos, avec le négatif à travers un troisième enroulement de la bobine d'induction ; il en résulte que si l'opératrice touche la douille d'un jack général d'une ligne occupée avec la pointe de la fiche d'appel, le courant de la batterie passe dans cet enroulement et, par induction dans le secondaire, produit un toc dans le récepteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, au contraire, la ligne est libre, le potentiel de ses douilles étant de — 24 volts, aucun toc n'est perçu dans le récepteur.

Afin d'éviter de mettre les deux pôles de la batterie en communication à travers le secondaire, ce circuit est coupé par le condensateur C.

259. Appel de l'abonné demandé. — Si l'abonné est libre, on enfonce la fiche dans le jack général : le corps ferme le circuit du relais d'essai et de rupture de fin R^2, ainsi que celui du relais de coupure de la ligne de l'abonné ; celui-ci n'actionnera donc pas son relais d'appel quand il répondra.

L'armature du relais R^2 commande deux ressorts : le premier ferme le circuit de la lampe de supervision l^2 qui s'allume, le deuxième substitue le relais de supervision au troisième enroulement de la bobine ; la batterie se trouve en communication avec la ligne de l'abonné : le positif par le translateur et la nuque, le négatif par la pointe à travers le translateur et le relais de supervision ; toutefois le circuit de la batterie n'étant pas fermé, puisque le récepteur de l'abonné est accroché, le relais de supervision ne fonctionne pas.

On appuie sur le bouton d'appel D dont le levier s'enclenche et pousse les ressorts qui substituent la machine d'appel à la batterie. Dès que l'abonné répond en décrochant son récepteur, la fermeture du circuit provoque le déclenchement du bouton d'appel, et la ligne est mise de nouveau en relation avec la batterie ; le relais de supervision S_2 fonctionne et shunte la lampe l_2 ; l'opérateur n'a plus qu'à relever sa clé d'écoute et laisser causer les abonnés. La communication a lieu par l'intermédiaire du translateur et se trouve ainsi établie.

260. Fin de conversation. — Quand l'un des deux abonnés ouvre le circuit en raccrochant son récepteur, le relais de supervision revient au repos et la lampe s'allume ; toutefois, la conversation ne peut être considérée comme terminée que si les deux lampes de supervision d'une paire de fiches s'allument ; car l'un des abonnés a pu raccrocher momentanément son ré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cepteur pour se procurer un renseignement demandé par son correspondant.

INTERCOMMUNICATIONS ENTRE MULTIPLES

261. Principe. — Les communications entre les abonnés des différents multiples de Paris s'effectuent par des *lignes auxiliaires* qui relient chacun des bureaux avec tous les autres. Pour plus de clarté, nous considérerons deux bureaux seulement : les lignes auxiliaires reliant ces deux bureaux sont divisées en deux groupes servant chacun uniquement dans un seul sens.

Les lignes de l'un des groupes sont multiplées devant toutes les opératrices ordinaires du bureau X appelées opératrices A et se terminent dans le bureau Y sur des monocordes placés devant une ou plusieurs opératrices B qui n'ont devant elles que le multiplage des abonnés du bureau Y sans avoir à desservir de jacks locaux ; réciproquement, le second groupe de lignes auxiliaires multiplé devant les opératrices A du bureau Y aboutit sur des monocordes devant une ou plusieurs opératrices B du bureau X.

On voit que chaque groupe sert de lignes de départ pour un bureau et de lignes d'arrivée pour l'autre.

A chaque faisceau de lignes auxiliaires aboutissant sur un groupe B est associée, en outre, une ligne de conversation, ou ligne d'ordres, qui aboutit directement sur le poste d'opératrice B correspondant et est multiplée, d'autre part, sur des boutons de conversation des opératrices A qui ont devant elles le multiplage de ces mêmes lignes auxiliaires. Nous aurons donc en définitive de X vers Y autant de sectionnements de lignes auxiliaires avec chacun leur ligne de conversation que nous avons dans le bureau Y d'opératrices B affectées au trafic d'arrivée de X ; dans le bureau X, chaque opératrice A aura un bouton de conversation vers chacune des opératrices B de Y à laquelle elle peut avoir accès avec,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devant elle, le multiplage des lignes auxiliaires correspondantes.

Dans le cas d'ailleurs où le trafic est inverse de X sur Y et nécessite plusieurs opératrices B pour éviter la dépense et l'encombrement du multiplage de toutes lignes auxiliaires, certains sectionnements peuvent n'être à la disposition que d'une partie des opératrices A. La figure 267 ci-dessous illustre le cas de 3 sectionnements de X vers Y dont un est général, c'est-à-dire à la disposition de toutes les opératrices A et les deux autres particuliers, chacun à la disposition de la moitié de ces opératrices.



FIG. 267.

Le trait plein représente un faisceau de lignes auxiliaires multiplé devant les opératrices A et se terminant sur les monocordes d'une opératrice B; le trait pointillé représente la ligne de conversation correspondante multiplée sur les boutons des opératrices A et qui se termine directement sur le poste de l'opératrice B correspondante.

Supposons dans ces conditions qu'un abonné desservi par l'opératrice A.20 du bureau X demande le numéro Y. 46-23; l'opératrice A.20 choisit un des deux boutons de conversation vers Y qui sont à sa disposition, et s'adresse par exemple à B.3; le seul fait d'enfoncer le bouton la met en relation avec l'opératrice B.3 à laquelle elle demande 46-24; cette dernière collationne le numéro et indique le numéro de la ligne auxiliaire à utiliser, 45 par exemple. A.20 abandonne le bouton dès qu'elle a reçu la désignation de la ligne et enfonce la fiche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre du dicorde avec lequel elle a répondu à l'abonné demandeur dans le jack de la ligne auxiliaire 45. Pendant ce temps d'ailleurs l'opératrice B.3 prend le monocorde 45, fait le test de l'abonné 46-24 et, s'il est libre, enfiche dans ce jack et sonne.

262. Agencement de la ligne auxiliaire et du monocorde. — Pour éviter que l'alimentation de l'abonné demandé en courant microphonique ne varie avec la distance, cette alimentation est réalisée à travers un translateur placé sur le monocorde du bureau d'arrivée.

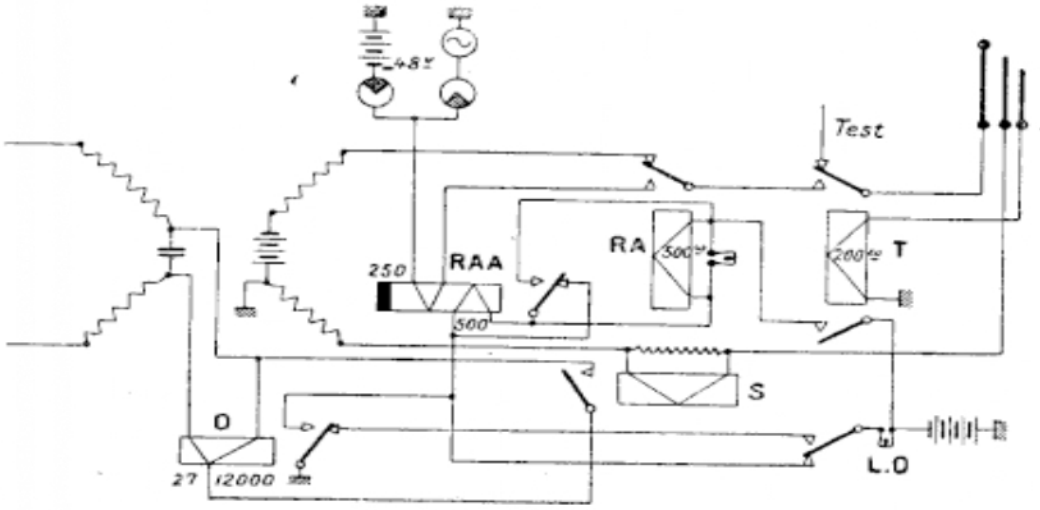


FIG. 268.

En outre, l'opératrice A devant garder le contrôle de la communication, doit encore avoir la supervision des deux abonnés demandeur et demandé ; la supervision de ce dernier doit donc lui être retransmise par un équipement convenable du monocorde.

Enfin, l'opératrice B doit être avisée de la libération de ses monocordes par l'allumage d'une lampe d'occupation et de fin.

Pour sonner l'abonné demandé, on peut prévoir un bouton d'appel à enclenchement identique à celui décrit sur la fiche d'appel du dicorde. On peut également, pour simplifier les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manœuvres de l'opératrice B, avoir un appel automatique par simple enfoncement de la fiche. Nous décrirons un monocorde pourvu de ce perfectionnement (*fig.* 268).

La ligne auxiliaire venant du bureau de départ aboutit à deux enroulements de 23 ohms d'un translateur entre lesquels se trouve branché un relais d'occupation O à deux enroulements de 27 ohms et 12.000 ohms ; un condensateur monté en dérivation sur ce relais laisse passer les courants de conversation, mais le courant continu doit traverser le relais. Les deux autres enroulements du translateur branchés sur la batterie centrale comme ceux d'un dicorde sont reliés à la pointe et à la nuque du monocorde à travers l'armature au repos d'un relais d'envoi d'appel R.A. et l'armature au travail du relais de test T d'une part et à travers le relais de supervision S shunté par une résistance, d'autre part.

263. Établissement de la communication. — Dès que l'opératrice B a désigné la ligne à utiliser, elle saisit le monocorde correspondant et peut faire le test de la ligne de l'abonné demandé, la pointe se trouvant reliée par l'armature encore au repos du relais de test T, à l'enroulement spécial de test de sa bobine d'induction.

Dès que l'opératrice A a enfoncé la fiche de son dicorde dans un des jacks de la ligne auxiliaire désignée, celle-ci est alimentée et le relais d'occupation traversé par le courant vient au travail et allume la lampe L.O. d'occupation et de fin, indiquant à l'opératrice B la prise de la ligne. En raison de la grande résistance 12.000 + 27 ohms du relais O, le relais de supervision du dicorde parcouru par un courant trop faible ne fonctionne pas et la lampe correspondante reste allumée.

Si l'abonné demandé est reconnu libre, l'opératrice B enfonce la fiche du monocorde dans le jack et fait fonctionner le relais de coupure de l'abonné en série avec le relais de test T ; ce dernier : 1° isole la pointe de l'enroulement de test et la relie au côté translateur ; 2° éteint la lampe L.O. ; 3° fait fonctionner le relais d'envoi d'appel R.A. et la lampe de con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trôle d'appel fonctionne par le circuit suivant : batterie, armature du relais T au travail, relais R.A. et lampe de contrôle en parallèle, armature du relais R.A.A. au repos et terre à travers l'armature au travail du relais.

Dans ces conditions, la machine d'appel et son distributeur envoient sur la ligne du demandé des phases de courant alternatif et de courant continu à travers le relais R.A.A. insensible au courant alternatif. La sonnerie fonctionne et le courant alternatif se ferme à la terre à travers l'enroulement du translateur relié à la nuque. Par induction, l'abonné demandeur entend *le retour d'appel*. Le courant continu ne peut passer à travers le condensateur de la sonnerie mais dès que l'abonné décroche, ce courant peut circuler et fait fonctionner le relais d'arrêt d'appel R.A.A. ; ce dernier court-circuite la lampe de contrôle qui s'éteint et le relais d'envoi d'appel R.A. qui revient au repos, établissant la continuité entre le translateur et la ligne de l'abonné. Le relais R.A.A. reste actionné par son deuxième enroulement qui se substitue à celui du relais R. A.

Le relais de supervision S fonctionne et court-circuite l'enroulement de 12.000 ohms du relais O ; ce dernier reste attiré par l'enroulement de 27 ohms, mais l'augmentation de l'intensité dans la ligne auxiliaire et dans le dicorde côté appel fait fonctionner le relais de supervision du dicorde et éteint la lampe de supervision correspondante. L'opératrice A est donc avisée du décrochage de l'abonné demandé.

Quand le demandé raccroche en fin de communication, le relais S revient au repos et décourt-circuite les 12.000 ohms et fait par suite revenir au repos le relais de supervision du dicorde et allumer la lampe de supervision du demandé exactement comme dans le cas d'une communication prise directement dans le multiplage devant l'opératrice A. Lorsque cette opératrice coupe, le relais d'occupation O n'est plus alimenté et revient au repos. Le relais R.A.A. revient au repos et la lampe d'occupation et de fin L.O. s'allume indiquant à l'opératrice B qu'elle doit couper. Lorsque le monocorde est désenfiché, tous les relais sont revenus au repos et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la ligne auxiliaire peut écouler une nouvelle communication.

264. L'abonné demandé ne répond pas. — L'abonné demandeur entendant le retour d'appel est avisé que son correspondant est bien sonné et il n'a qu'à raccrocher lorsqu'il estime qu'il n'y a pas lieu d'attendre davantage.

265. L'abonné demandé n'est pas libre. — Si le test indique à l'opératrice B que l'abonné demandé est occupé, elle enfonce son monocorde dans un des cinq jacks d'occupation qui sont placés devant elle.

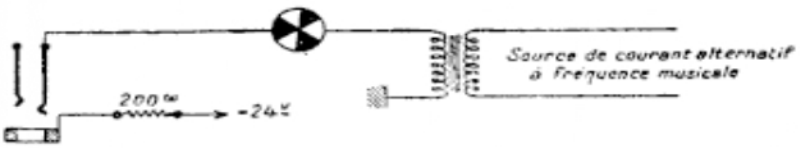


FIG. 269.

Ces jacks comportent une simple résistance reliée à la batterie sur la douille pour faire fonctionner le relais de test du monocorde (*fig.* 269). Le ressort de pointe est isolé et, par suite, le courant d'appel envoyé par le relais R.A. ne pourra pas se fermer. Le fil de nuque est relié à travers un interrupteur à un transformateur dont le primaire est parcouru par du courant à fréquence musicale. Le courant induit dans le secondaire se ferme à travers la nuque du monocorde, l'enroulement du translateur et la terre et l'abonné demandeur l'entend par transformation à travers le translateur. L'interrupteur donne des cadences d'une demi-seconde de signal suivie d'une demi-seconde de silence.

Si le transformateur utilisé après le distributeur est relié à la batterie au lieu d'être relié à la terre, la lampe de supervision battra à la même cadence et, de cette façon, l'opératrice A sera avisée en même temps que l'abonné demandeur perçoit le signal audible.

266. Jacks spéciaux de renseignements. — Dans certains cas, et en particulier à la suite du dénumérotage d'un grand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre d'abonnés pour l'ouverture d'un nouveau bureau, les demandeurs qui demandent encore l'ancien numéro (le nouveau figurant à l'annuaire) doivent être renseignés. On utilise dans ce cas des jacks équipés comme les jacks d'occupation, mais sans interrupteur et dont le transformateur est relié à un microphone placé devant un phonographe qui répète sans interruption l'avis donné aux abonnés, par exemple: « Le numéro de votre correspondant a été changé ; veuillez consulter le nouvel annuaire. »

267. Compteurs de communications. — Dans les multiples à batterie centrale modernes, les lignes d'abonnés sont munies en outre de compteurs des coumunications. Ces compteurs sont des électro-aimants dont l'armature entraîne a chaque attraction un tambour portant des chiffres qui avance ainsi d'un pas. Ces compteurs sont branchés en général sur le troisième fil, mais l'enfoncement d'une fiche ne suffit pas à les faire fonctionner, l'intensité qui les parcourt alors étant trop faible. Par contre, lorsque les deux relais de supervision sont au travail : demandeur et demandé, tous deux à l'appareil et par suite en communication, grâce à des relais spéciaux de comptage équipés sur chaque dicorde, le troisième fil se trouve parcouru pendant un instant par un courant plus intense qui fait fonctionner le compteur. Les relais de comptage restent bloqués ensuite jusqu'à la fin de la communication, empêchant le compteur d'enregistrer une nouvelle communication même si les relais de supervision, après être revenus au repos, sont de nouveau attirés. Nous nous bornerons à ces indications générales sur le comptage automatique dans l'impossibilité de le décrire en détail dans cet ouvrage plus spécialement destiné aux installations d'abonnés.

268. Service interurbain. — Dans les réseaux de faible importance, les tables interurbaines peuvent disposer du multiplage de tous les abonnés ; dans ce cas, les dicordes comportent l'alimentation d'un côté avec relais de supervision et de l'autre côté sont équipés avec des relais de fin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand le nombre d'abonnés est trop important ou s'il existe plusieurs bureaux urbains, le meuble interurbain possède des lignes auxiliaires de départ vers tous les bureaux urbains et dans ces derniers des groupes intermédiaires reçoivent les monocordes correspondants. L'exploitation est alors identique à celle prévue entre groupe A et groupe B avec ligne de conversation. L'équipement diffère toutefois, les lignes auxiliaires étant en général à trois fils et l'appel étant à la commande de l'opératrice interurbaine, et non pas de l'opératrice intermédiaire ni automatique par simple enfoncement de la fiche. L'utilisation d'un troisième fil sur lequel se trouve placé le relais de supervision à l'interurbain et le relais d'occupation au groupe intermédiaire permet d'éviter en particulier d'intercaler un translateur sur le dicode interurbain et diminue par suite les causes d'affaiblissement.

Les tables interurbaines disposent en outre du multiplage des circuits, ce qui permet d'écouler facilement les communications de transit. Toutefois, pour éviter l'affaiblissement qui résulterait d'un isolement imparfait du multiplage, ou plus simplement de sa capacité, le jack local de chaque circuit est pourvu d'une clé de renvoi dans le multiplage ne mettant les jacks généraux en dérivation que pendant les communications de transit. Des lignes d'appel entre tables sont multiplées sur tout le meuble pour permettre aux opératrices de demander le renvoi d'un circuit dans le multiplage pour une communication de transit.

Les dicordes utilisés pour le transit comportent des clés de mise sur transformateur comme ceux que nous avons précédemment étudiés (158).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SEPTIÈME PARTIE

TÉLÉPHONE AUTOMATIQUE

---

269. Principe. — Si nous reprenons l'établissement d'une communication en batterie centrale, nous remarquons les phases suivantes :

1° L'abonné décroche et attend que la téléphoniste soit libre et réponde « J'écoute » ;

2° L'abonné énonce son appel et la téléphoniste doit retenir le bureau et le numéro demandés ;

3° La téléphoniste recherche alors la ligne de l'abonné demandé si cette ligne figure dans le multiplage devant elle, sinon elle s'adresse à une autre opératrice au bureau demandé qui termine la recherche ;

4° La ligne demandée est testée, prise et le courant d'appel envoyé (Dans le cas d'une ligne reconnue occupée. c'est le signal d'occupation qui est envoyé au demandeur) ;

5° Lorsque la communication est terminée, les opératrices libèrent des lignes les deux abonnés, les dicordes et monocordes utilisés ainsi que la ligne auxiliaire.

En téléphonie automatique, toutes ces fonctions sont accomplies sans aucun intermédiaire humain et nous avons déjà cité des exemples de remplacement des manœuvres telles que le fonctionnement du comptage ou l'appel automatique par simple enfoncement de la fiche, qui font entrevoir la possibilité de réaliser automatiquement des manœuvres plus compliquées.

A la base de la téléphonie automatique se trouve la nécessité pour l'abonné d'actionner à distance les organes de re-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cherche ou sélecteurs pour les aiguiller sur la ligne qu'il désire obtenir. Par conséquent, ce qui constitue, pour les abonnés, la caractéristique de l'automatique, c'est le dispositif numéroteur dont est muni leur appareil. Le numéroteur universellement employé est le disque d'appel. Nous avons décrit précédemment le disque du modèle administratif, mais tous les disques qui peuvent être utilisés sont conçus sur le même principe (**111**). L'abonné manœuvre son disque autant de fois que le numéro demandé comporte de chiffres (et de lettres-indicatrices du bureau) et chaque manœuvre se traduit par un nombre d'interruptions (impulsions) égal au chiffre envoyé : 1 impulsion pour le chiffre 1, 2 impulsions pour 2, ..., 10 impulsions pour O. Les lettres sont d'ailleurs traduites par un nombre d'impulsions égal au chiffre qui figure dans le même trou du disque. Les différents trains d'impulsions sont séparés par un intervalle pendant lequel l'abonné prépare l'envoi du chiffre suivant. Somme toute, l'abonné télégraphie son numéro au lieu de l'énoncer. Il ne reste plus qu'à disposer au bureau les organes propres à enregistrer ce numéro et à commander la sélection.

Les systèmes de téléphonie automatique actuellement utilisés diffèrent surtout par leur réalisation mécanique. Dans certains, la sélection est réalisée entièrement par des relais ; dans d'autres, et ce sont les plus nombreux, nous trouvons des organes mobiles généralement tournants qui peuvent prendre des positions ou des orientations diverses suivant le nombre d'impulsions qui a commandé leur mouvement. Il n'est pas possible dans le cadre de cet ouvrage de décrire en détail les divers systèmes et nous nous bornerons à donner quelques principes généraux qui sont d'ailleurs communs aux divers systèmes à organes tournants (sélecteurs).

270. Enregistreurs. — On conçoit parfaitement que si l'armature d'un relais porte un cliquet qui agit sur une roue à rochet, chaque retombée de l'armature fera avancer cette roue d'un pas. Si nous utilisons le temps qui sépare l'envoi des impulsions correspondant à deux chiffres différents pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substituer électriquement un second appareil identique au premier, nous pourrons de même enregistrer le second chiffre et ainsi de suite. Nous aurons donc en fin de compte matérialisé ou enregistré les chiffres envoyés par le disque d'appel. On peut également concevoir l'enregistrement des chiffres par des relais qui seront actionnés en plus ou moins grand nombre suivant le nombre d'impulsions reçues. Les divers systèmes se classent à ce point de vue en deux catégories :

1° Ceux dans lesquels nous avons un enregistreur proprement dit, basé sur l'un des principes ci-dessus ; cet enregistreur commandera ou contrôlera ensuite par des circuits électriques appropriés le déplacement des sélecteurs ;

2° Ceux dans lesquels chaque appareil sélecteur enregistre lui-même directement le chiffre reçu réalisant en une seule fois l'enregistrement et la sélection correspondant à ce chiffre. Le chiffre suivant est ensuite reçu par le sélecteur suivant, etc.

271. Présélection. — Pour que l'abonné puisse efficacement commencer le numérotage sur son disque d'appel, il faut que sa ligne soit reliée à un enregistreur ou à un sélecteur. Or, quel que soit le système employé, il ne saurait être question d'affecter un de ces appareils à chaque ligne d'abonné. Ces appareils sont, en effet, coûteux et, d'autre part, même dans un réseau où le trafic est intense comme à Paris, on constate qu'en moyenne, chaque ligne d'abonné ne demande guère plus de deux communications à l'heure la plus active et que la durée de chaque communication est d'environ deux minutes et demie. Dans ces conditions, la ligne n'est utilisée que pendant cinq à six minutes dans l'heure alors qu'il y a intérêt à utiliser les appareils sélecteurs pendant la majeure partie de l'heure en les mettant à la disposition d'un certain groupe d'abonnés. S'il s'agit d'enregistreurs, leur rôle est encore plus bref puisqu'ils se bornent à enregistrer l'appel et à contrôler la sélection, c'est-à-dire que chaque communication écoulée ne les immobilisera que pendant un temps très court. On s'attache donc à calculer le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nombre d'enregistreurs et de premiers sélecteurs pour qu'il soit juste suffisant pour écouler le trafic le plus intense qui se présente pratiquement et que, cependant, le nombre d'appels d'abonnés qui ne peuvent recevoir satisfaction faute d'appareils soit très faible (de l'ordre de 1 0/00).

Remarquons que ces dispositions sont analogues à celles prises dans le service manuel (où on ne prévoit que 16 à 18 dicordes pour 100 abonnés).

Il faudra donc que lorsque l'abonné décroche son appareil sa ligne se trouve mise en relation avec un sélecteur (et un enregistreur libre). Cette connexion, qui s'effectue avant que l'abonné ne numérote, doit être automatique et constitue une présélection. On peut la réaliser de deux façons : par présélecteurs ou par chercheurs.

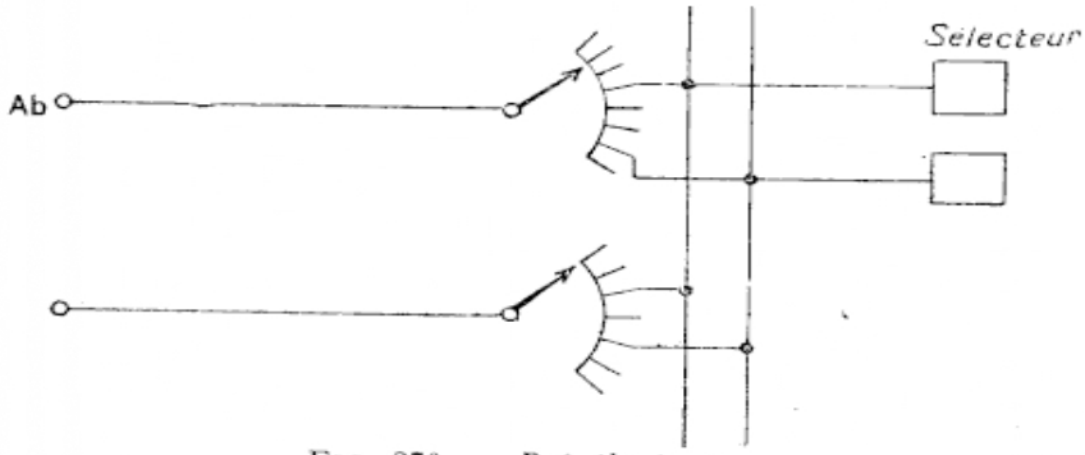


FIG. 270. — Présélecteurs.

Les présélecteurs et les chercheurs sont généralement des organes tournants dans lesquels des bras mobiles ou balais viennent explorer des rangées de plots fixes ou broches disposées circulairement. Dans le cas des présélecteurs (*fig.* 270), les balais sont reliés à la ligne de chaque abonné et explorent des broches reliées aux sélecteurs. Lorsque l'abonne décroche, le relais d'appel fonctionne et au lieu d'allumer une lampe comme dans un multiple manuel, il met en rotation les balais qui explorent simultanément plusieurs broches dont deux correspondent aux fils de ligne et dont une troisième est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reliée au fil de test des sélecteurs. Quand ces appareils sont occupés, la rotation continue ; elle s'arrête dès que le balai de test rencontre un fil dont la polarité indique que le sélecteur est libre. En même temps que le présélecteur s'arrête, le relais de coupure fonctionne.

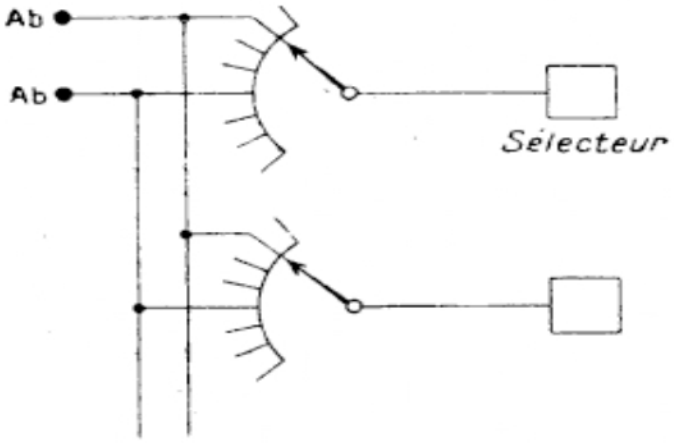


FIG. 271. — Chercheurs.

A l'inverse des présélecteurs, chaque chercheur a ses balais reliés à un sélecteur et explore des broches connectées aux lignes d'abonnés (*fig.* 271). Plusieurs sélecteurs pouvant être pris par une ligne d'abonnés, les chercheurs correspondants se mettent en marche dès qu'un abonné décroche, et le premier qui rencontre la ligne appelante s'y connecte et la bloque.

La première solution conduit à effectuer un présélecteur à chaque ligne d'abonné, mais ces organes sont relativement peu coûteux. La deuxième solution utilise des chercheurs en nombre égal aux sélecteurs, mais pour augmenter le champ d'action de ces derniers en les mettant à la disposition d'un plus grand nombre d'abonnés, on intercale généralement deux étages de chercheurs (chercheurs primaires et chercheurs secondaires).

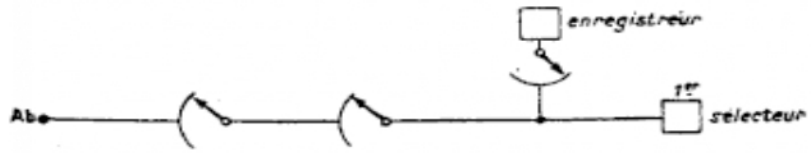


FIG. 272. — Présélection par chercheurs primaires et secondaires et chercheur d'enregistreur.

Dans le cas où on utilise des enregistreurs, ceux-ci étant en nombre plus faible que les premiers sélecteurs puisque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur utilisation est plus courte, des chercheurs d'enregistreurs sont également mis en marche (*fig.* 272).

Toute cette présélection est comparable à l'enfoncement par l'opératrice de la fiche du dicorde qui servira à établir la communication. Dès qu'elle est terminée, l'abonné peut manœuvrer son disque et il en est prévenu par le signal de numérotage (bourdonnement continu) qui remplace le « j'écoute » de la téléphoniste.

271. Sélecteurs. — Les impulsions envoyées par le disque sont reçues par l'enregistreur qui contrôle ensuite la sélection soit qu'il envoie à son tour les impulsions de commande aux sélecteurs, soit qu'au contraire, chaque pas de ces derniers renvoie une impulsion de contrôle vers l'enregistreur (impulsions inverses) qui ramène au repos l'enregistreur lorsque la sélection est achevée.

Dans les systèmes qui ne comportent pas d'enregistreur, chaque sélecteur est actionné directement par les impulsions envoyées par le disque de l'abonné ; le train d'impulsions suivant agit ensuite sur le sélecteur suivant et ainsi de proche en proche. Ces systèmes sont dits « pas à pas ».

Quel que soit le système employé, nous avons en définitive un sélecteur qui doit être aiguillé vers d'autres sélecteurs susceptibles de recevoir le chiffre suivant. Pour la même raison qui nous a obligés à donner accès à un abonné à plusieurs premiers sélecteurs, le premier sélecteur employé aura accès à plusieurs seconds sélecteurs et devra choisir le premier libre qu'il trouvera. Une recherche automatique d'un appareil libre (ou sélection libre par opposition) doit donc suivre immédiatement la sélection numérique.

En principe, les sélecteurs seront donc animés de deux mouvements, l'un qui est commandé par les impulsions (directement ou par l'enregistreur), l'autre qui s'effectue comme la présélection.

A titre d'exemple, nous signalerons que certains types de sélecteurs possèdent un champ de broches réparties sur la surface d'un demi-cylindre ; chaque ligne comprend plusieurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fils représentés par un nombre égal de broches situées sur une même verticale et qui seront explorées simultanément par un nombre égal de balais ; les différentes lignes dont les broches sont situées à la même hauteur constituent un niveau et le champ de broches sera ainsi constitué par plusieurs niveaux superposés, en général 10. Un sélecteur à 200 lignes ayant chacune trois fils par exemple présenterait donc 600 broches réparties suivant 20 génératrices et 30 rangées horizontales associées trois par trois pour constituer 10 niveaux. Les trois balais d'un tel sélecteur pourront, sous l'action des impulsions, monter à l'étage correspondant au niveau désiré et explorer ensuite en sélection libre les vingt lignes jusqu'à ce qu'il en rencontre une libre. On peut également avoir autant de jeux de balais que de niveaux et ne déclancher que ceux correspondant au niveau sélectionné.

Dans d'autres systèmes, le champ de sélection pourra être disposé autrement, mais le principe de la sélection reste le même.

Supposons que nous demandions dans un bureau automatique le numéro 46-24. Le premier chiffre envoyé soit 4, aiguillera les balais vers le quatrième niveau dont toutes les lignes aboutissent à des sélecteurs secondaires affectés au millier 4 (abonnés compris entre 4.000 et 4.999), et le premier de ces appareils libre sera alors pris pour l'établissement de la communication. Le chiffre 6 aiguillera ensuite de la même façon les balais de ce sélecteur secondaire sur des lignes affectées à la centaine 46 (abonnés de 46-00 à 46-99).

273. Connecteurs. — Les deux derniers chiffres sont généralement reçus sur un sélecteur unique appelé connecteur ou sélecteur final qui, contrairement aux précédents, a deux sélections numériques. Dans l'exemple choisi, le chiffre 2 aiguillera les balais sur le deuxième niveau et le chiffre 4 reçu ensuite les orientera sur la quatrième ligne de ce deuxième niveau. On aura donc atteint ainsi la ligne 46-24.

274. Relais de contrôle. — Combineurs. — A chaque sélecteur ou connecteur sont adjoints un certain nombre de relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui commandent les différentes sélections et bloquent les appareils jusqu'à leur libération qui intervient à la fin de la communication. Des relais envoient automatiquement l'appel chez l'abonné demandé dès que la sélection est terminée ou, au contraire, le signal d'occupation au demandeur si la ligne demandée est occupée ; le comptage des communications se produit automatiquement dès la réponse de l'abonné demandé. La libération de tous les organes utilisés pour une communication (et par suite leur retour au repos) se produit au raccrochage de l'abonné demandeur. On conçoit, par suite, l'importance des interruptions qui peuvent se produire sur une ligne pendant ou après la sélection et par suite la nécessité d'avoir sur toutes les clés des contacts échelonnés pour n'introduire aucune coupure lors de leur manœuvre et également le rôle primordial des circuits de garde automatique dans les tableaux.

Dans certains systèmes, des organes spéciaux, appelés combineurs, sont adjoints à chaque sélecteur ou connecteur; ils comprennent généralement différentes cames qui ferment de proche en proche certains circuits au cours de la sélection et ils permettent par suite d'économiser le nombre des relais affectés à chaque sélecteur.

275. **Traduction.** — Dans l'exemple que nous avons pris ci-dessus la sélection est décimale, c'est-à-dire qu'à chaque étage l'aiguillage se trouve fait entre 10 niveaux correspondant respectivement aux chiffres 1 à 9 et 0 et pour le connecteur en particulier, nous avons deux sélections décimales successives : dizaine et unité. Il en résulte d'une part que le nombre des étages de sélection est égal au nombre de chiffres (ou indicatifs) envoyés, moins un, puisque les deux derniers chiffres sont reçus par le même appareil. Un bureau de 10.000 abonnés de (00-00 à 99-99) comportera donc pour l'établissement d'une communication deux sélecteurs et un connecteur. Il faudra trois sélecteurs et un connecteur dans un réseau comportant au plus dix bureaux de 10.000 abonnés. Pratiquement, d'ailleurs, certains services spéciaux tels que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Interurbain, les Réclamations, les Renseignements, etc..), en utilisant un étage du premier sélecteur viennent diminuer cette capacité.

D'autre part, les connecteurs étant affectés à une centaine, il en faudra au moins autant que de communications établies simultanément à destination de cette centaine, et comme ce nombre est variable, on sera conduit à en prévoir suffisamment pour que, par exemple, on n'en manque qu'une fois, sur cinq cents par exemple, ce qui revient à dire que sur cinq cents communications, une communication n'aboutira pas faute de connecteurs mais que, pour les autres, le nombre de connecteurs sera suffisant et que, pour la plupart même, il sera surabondant. Or, à l'instant précis où une centaine est saturée, la centaine voisine peut avoir des organes inutilisés. Il en résulte par suite que si on disposait de connecteurs à deux cents lignes, leur nombre pourrait être inférieur à la somme des connecteurs nécessaires pour deux centaines distinctes. En d'autres termes, le nombre des organes nécessaires pour assurer le service décroît lorsque leur capacité de sélection augmente. Il est évident que le prix de ces appareils augmente, mais les broches constituant la partie la plus simple, par suite la moins chère, on a généralement avantage à choisir cette solution de connecteurs à grande capacité. Le raisonnement que nous avons fait pour les connecteurs peut d'ailleurs se répéter pour tous les étages de sélection et, de plus, le nombre des étages de sélection peut se trouver réduit.

Voyons quelles sont les conséquences de ce principe et supposons par exemple que le champ des appareils comprenne 500 lignes réparties en 20 niveaux de 25 lignes. Notre bureau de 10.000 abonnés serait ainsi divisé en 20 groupes de 500 et la sélection n'emprunterait plus que deux appareils au lieu de 3 : le premier sélecteur qui nous aiguillerait sur le groupe de 500 désiré et le connecteur à 500 lignes. Mais dans un tel système qui n'est plus décimal, la sélection ne s'effectue plus aussi simplement. Le numéro 46-24 choisi précédemment va se trouver dans le groupe 45-00 à 49-99, soit le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dixième (si 00-00 à 04-99 est le premier) et, dans ce groupe, il occupera le cinquième niveau et la vingt-cinquième ligne de ce niveau (le premier niveau étant 45-00 à 45-24, le deuxième 45-25 à 45-49, etc...). Le numéro 46-24 deviendrait donc dans ce système 10-5-25. (Pratiquement d'ailleurs le fait que le chiffre 0 correspond à l'envoi de dix impulsions complique encore davantage la numérotation.) Les chiffres reçus par l'enregistreur devront donc être traduits pour commander les sélecteurs ; cette traduction peut se faire grâce à une deuxième rangée de broches portée par les organes d'enregistrement correspondant au système de numérotation employé, et qui commandent la sélection, la première rangée recevant les impulsions et étant décimale.

276. Alimentation des lignes pendant la conversation. — Les lignes d'abonnés des bureaux automatiques sont généralement alimentées à travers des systèmes comprenant des selfs et des condensateurs au lieu des translateurs utilisés dans les bureaux manuels à batterie centrale.

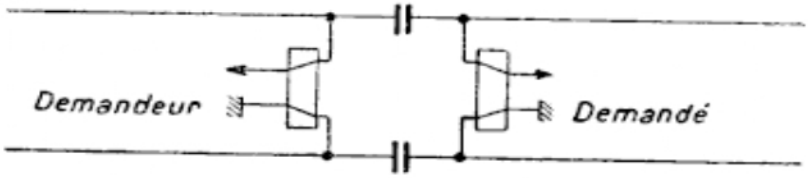


FIG. 273.

Sur chaque fil de ligne se trouve un condensateur de 2 microfarads et de part et d'autre sont placés des relais d'alimentation qui fournissent à chaque ligne le courant continu nécessaire pour le microphone et la signalisation (*fig.* 273). Ces relais jouent le rôle de relais de supervision, mais par leur grande impédance, ils s'opposent au passage des courants de conversation qui traversent au contraire facilement les condensateurs. La batterie centrale utilisée a généralement 48 volts et les relais d'alimentation possèdent deux enroulements égaux dont chacun a une résistance variable entre 125 et 250 ohms suivant les constructeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la plupart des systèmes, la réponse de l'abonné demandé et par suite le fonctionnement de son relais de supervision provoque l'inversion du courant sur la ligne du demandeur (*fig.* 274).

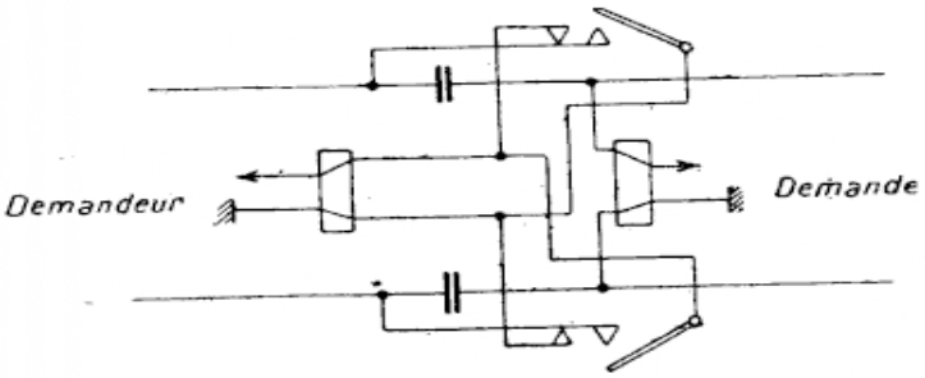


FIG. 274.

Cette disposition permet en particulier le fonctionnement simple de l'encaissement dans les appareils à prépaiement.

277. Dispositions pratiques. — Les lignes des abonnés doivent être multiplées à la fois sur les broches des connecteurs et sur les broches des chercheurs (ou des présélecteurs) qui leur correspondent, ces catégories d'organes correspondant respectivement aux jacks généraux et aux jacks locaux. Dans la pratique, tous les connecteurs d'un même groupe sont rassemblés sur le même bâti et le bâti des chercheurs correspondant au même groupe d'abonnés sera placé à proximité ainsi que les relais d'appel et de coupure, de façon à diminuer la longueur des câbles de multiplage. De même, tous les sélecteurs appartenant au même groupe seront fixés sur le même bâti.

278. Bureaux satellites. — Rien ne s'oppose en principe à ce qu'un (ou plusieurs) groupes de connecteurs et les chercheurs (ou les présélecteurs) correspondants ainsi que les relais d'appel et de coupure se trouvant placés dans un local différent de celui de l'installation principale et constituent ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un bureau satellite relié au bureau principal par deux faisceaux de lignes spécialisés chacun dans un sens.

Naturellement ces lignes devraient avoir autant de fils qu'il en existe dans l'installation même du bureau entre les sélecteurs et les connecteurs d'une part, les chercheurs et les connecteurs d'autre part. Pour utiliser des lignes à deux fils, on intercale à chaque extrémité de ces lignes des organes spéciaux appelés répétiteurs, l'une de leurs fonctions consistant en particulier à répéter les impulsions de sélection.

Le bureau satellite doit avoir son installation d'énergie propre.

279. Automatique rural. — Nous voyons, d'après ce qui précède, que l'automatique permet l'établissement de toutes les communications sans l'intermédiaire d'aucune opératrice et assure un service permanent sans frais d'exploitation supplémentaires pour la nuit. Toutefois il faut remarquer que les communications interurbaines soumises à une surveillance spéciale et taxées à la durée et d'après leur distance nécessitent encore l'intermédiaire d'une opératrice.

Dans les grands réseaux qui ont, en conséquence, un trafic interurbain important, nous aurons un bureau interurbain spécial dont le trafic de nuit sera suffisant pour occuper un ou plusieurs opérateurs.

Dans les réseaux de faible importance, le même personnel peut assurer simultanément le trafic de jour et à plus forte raison un seul opérateur sera suffisant la nuit pour le trafic interurbain et local. De plus, dans ces réseaux, le trafic local est toujours faible et, par suite, l'installation d'un automatique coûteux et délicat ne se justifie pas.

Dans les localités de très faible importance qui ne comportent que quelques abonnés, le trafic total devient tellement faible qu'il ne saurait être question de prévoir la présence permanente d'une opératrice et ces réseaux sont, par suite, à service limité aux seules heures de jour. Il peut être intéressant de s'adresser alors à l'automatique pour leur donner un service permanent mais, dans ce cas, la conception

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être entièrement différente puisque tout le trafic est un trafic interurbain. Pour des raisons d'économie de remplacement du matériel des postes d'abonnés et par suite de la difficulté de maintenir en bon état d'isolement des lignes aériennes parcourant la campagne (branches d'arbres qui touchent les fils par exemple), il est désirable de maintenir les postes d'abonnés en batterie locale. D'autre part, les circuits desservant ces localités sont généralement des circuits embrochés. On voit que toutes les conditions imposées à un automatique rural sont essentiellement différentes de celles rencontrées dans un grand réseau.

Pratiquement, chaque circuit interurbain se trouve relié directement à un meuble manuel placé dans une localité plus importante et qui aura par suite un service permanent et les autres localités environnantes seront en quelque sorte des bureaux automatiques, satellites de ce bureau manuel principal.

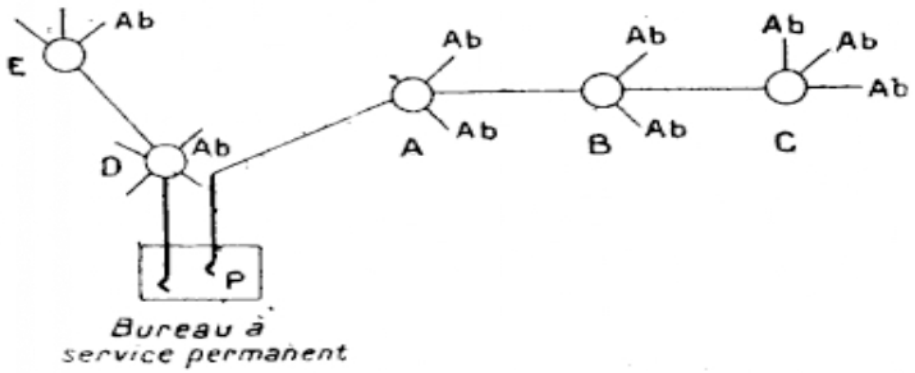


FIG. 275.

Représentons schématiquement un tel réseau (*fig.* 275) : A, B, C, D, E représentent cinq localités desservies par deux circuits qui aboutissent sur une position manuelle du bureau principal P. A chacune de ces localités sont raccordés des abonnés.

Si un abonné de C par exemple désire une communication, il appelle à l'aide de sa magnéto comme dans un réseau à batterie locale et cette manœuvre va avoir deux résultats :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° elle connecte sa ligne à travers des chercheurs situés dans les bureaux C, B et A au circuit P.A.; 2° elle provoque l'allumage d'une lampe devant l'opératrice en P.

L'opératrice de P répond en enfonçant un dicorde à la manière habituelle et peut sonner pour rappeler l'abonné qui est resté connecté au circuit. Après avoir pris connaissance de sa demande, deux cas peuvent se présenter : 1° l'abonné demandé est desservi par un autre circuit que le demandeur, un abonné de E par exemple. L'opératrice enfonce la deuxième fiche de son dicorde dans le jack du circuit vers D.E. ; en D, le circuit D.E. est traité comme un abonné; elle peut, par suite, en envoyant un numéro convenable sur son disque d'appel, actionner le sélecteur placé en D et atteindre le bureau E; une nouvelle sélection dans ce bureau lui donne l'abonné demandé et la communication est établie; l'opératrice en a le contrôle et peut taxer ; elle a d'ailleurs la faculté de contrôler l'identité de l'abonné demandeur en le rappelant de la même façon. Le signal de fin envoyé par les abonnés est reçu sur une lampe devant l'opératrice. La libération des organes intervient au retrait des fiches; 2° l'abonné demandeur et l'abonné demandé sont desservis par le même circuit, abonné de B par exemple. Dans ce cas, après avoir pris note de la demande de l'abonné de C, l'opératrice laissant sa fiche de réponse enfoncée dans le jack du circuit P.A., compose sur son cadran le numéro de l'abonné demandé et peut ensuite le sonner; pendant le numérotage et l'appel du demandé, la ligne de l'abonné demandeur se trouve court-circuitée. A la réponse du demandé, la communication s'établit dans le bureau B et la téléphoniste reste en écoute par les circuits P.A. et A.B. Si elle retire sa fiche, ces deux circuits et les organes automatiques empruntés sont libérés, cependant que la communication reste établie entre les abonnés de B et C immobilisant les seuls organes utiles de ces bureaux et le circuit B.C. A la réception du signal de fin, tous ces organes sont eux-mêmes libérés automatiquement; en cas d'oubli, un thermostat coupe la communication six minutes après son établissement. Si la téléphoniste désire rentrer en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

écoute, elle n'a qu'à prendre le circuit P.A. et composer le numéro soit de l'abonné de B, soit du circuit B.C.

Il faut noter que les circuits A.B. et P.A. étant inutilisés par la communication précédente, ils peuvent servir à l'établissement d'autres communications.

Si un abonné appelle, c'est-à-dire manœuvre sa magnéto et qu'il n'y ait aucun circuit disponible vers P dans un tronçon quelconque du parcours, son appel reste enregistré et la lampe d'appel s'allumera devant l'opératrice de P lorsque les circuits seront devenus disponibles. On voit que cette méthode n'oblige pas les abonnés à renouveler leur appel mais diffère simplement celui qu'ils ont fait en attendant la possibilité d'y donner suite.

Grâce à cette conception de l'automatique rural, il devient possible d'assurer un service permanent dans le centre manuel de rattachement, de réduire au minimum les dépenses de personnel ainsi que celles de premier établissement, les seuls organes automatiques étant ceux des petits bureaux, les appareils des abonnés restant en batterie locale. De plus, la signalisation automatique n'empruntant que les circuits et non pas les lignes des abonnés, les frais d'entretien pour maintenir les lignes en bon état d'isolement sont donc réduits au minimum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

AVERTISSEMENT V

PREMIÈRE PARTIE

RÉCEPTEUR ET MICROPHONE. — ORGANES ACCESSOIRES

CHAPITRE I

Le récepteur téléphonique

1. But de la téléphonie 1
2. Historique 2
3. Principe du téléphone 2
4. Téléphone Bell 7
5. Récepteurs divers 8
6. Récepteur Ader 10
7. Récepteurs Aubry et d'Arsonval 11
8. Récepteur moindre, modèle 1924 12
9. Récepteur électromagnétique 13

CHAPITRE II

Le Microphone

10. Principe 16
11. Microphone Hughes 18
12. Microphone Edison 19
13. Inconvénients du microphone Hughes 19
14. Microphone Ader 20
15. Microphone P. Bert et d'Arsonval 21
16. Microphone Solid-Back 21
17. Microphone de l'Administration, 1902 25

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

18. Capsule microphonique 1910 26
19. Microphones pour batterie centrale intégrale 27
20. Capsule microphonique 1918 28
21. Capsule microphonique 1924 29
22. Variation de résistance des microphones avec l'intensité 32
23. Fixation du microphone et du récepteur 34
24. Appareil combiné 36

CHAPITRE III

La bobine d'induction

25. Circuit microphonique 38
26. Principe du transformateur 38
27. Rapport de transformation 39
28. Bobine d'induction 41
29. Constitution du circuit microphonique 42
30. Bobine d'induction des potes à B.C. 43
31. Montage antilocal 45
32. Bobine d'induction, modèle 1924 46

CHAPITRE IV

Appareils accessoires des installations téléphoniques

Piles 49
33. Emploi des piles 49
Pile Leclanché 50
34. Description 50
35. Fonctionnement 51
36. Entretien 52
Piles à liquide immobilisé 53
37. Principe 53
38. Pile Delafon 53
39. Pile Leclanché 54
Pile Callaud 54
40. Description 54
41. Fonctionnement 55
42. Pile Féry 56
Moyen de reconnaître les pôles d'une pile à distance 57
Appareils de protection 58
44. Généralités 58
45. Paratonnerres à pointes 59

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
46. Paratonnerres à lames de de charbon..... 61
47. Paratonnerres à vide..... 63
48. Coupe-circuit..... 63
49. Bobines thermiques..... 65
Commutateurs..... 67
51. Commutateur bavarois..... 67
52. Commutateur double à deux directions..... 68
53. Commutateur double des Ateliers et commutateur Blanchon.. 68
54. Boutons et clés..... 69
55. Jacks..... 71
56. Fiches..... 73
57. Cordons..... 74
Appareils d'appel..... 75
58. Sonnerie trembleuse..... 75
59. Sonnerie polarisée..... 77
60. Appel magnéto-électrique..... 79
61. Fonctionnement..... 82
62. Appels magnétiques types A et B..... 85
Relais..... 86
63. Principe..... 86
64. Constitution d'un relais..... 87
65. Relais polarisés..... 90
66. Rappel par inversion..... 90
67. Annonciateur d'appel..... 91
68. Condensateurs..... 93
69. Translateur et bobines toroïdales..... 95

DEUXIÈME PARTIE

LES POSTES D'ABONNÉS

CHAPITRE I

Constitution des postes téléphoniques à batterie locale

70. Constitution théorique d'un poste d'abonné..... 99
71. Commutation par simple rupture..... 100
72. Inconvénients de la simple rupture..... 101
73. Commutation par double rupture..... 101
74. Poste mobile 1902..... 102
75. Poste mural 1902..... 105
76. Applique murale 1902..... 105

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.

77. Montage des récepteurs en dérivation 105
78. Appareils de l'Administration 1910 106
79. Applique murale 1910 106
80. Appareil mural 1910 107
81. Appareil mobile 1910 108
82. Commutation par court-circuit 110
83 à 86. Appareils Pasquet modifiés 111

CHAPITRE II

Installations pratiques des postes d'abonnés à batterie locale

87. Dispositions générales 116
Installations du carnet de montage 116
88. Poste mural avec appel magnétique 118
89. Poste mural administratif 120
90. Poste complet, modèle 1905 121
91. Poste complet, modèle 1910 122
92. Poste avec applique 1910 et appel magnétique 122
93. Poste mobile 123
94. Poste avec appareil mobile 1910 125
95. Poste mural avec sonnerie supplémentaire commandée par un commutateur 126
96. Sonneries en série et en dérivation 126
97. Poste mobile avec relais et deux sonneries 129
98 et 99. Installation de conjecteurs à dix bornes ..... 130 et 133
100. Installation de deux postes en dérivation sur un commutateur .. 134
101. Installation d'un poste principal embroché sur un poste accessoire 134
102. Installation des cabines publiques 134
103. Cabine d'un bureau non poste central 137
104. Cabine d'un bureau poste central 137

CHAPITRE III

Postes d'abonnés reliés aux bureaux à batterie centrale ou automatiques

105. Principe de la batterie centrale 141
106. Postes simples 144
107. Postes à B. C. I. 145
108. Postes mural à B. C. I., 1918 147
109. Applique murale à B. C. I 148
110. Appareil mobile à B. C. I 148
111. Disque d'appel 1927 pour réseaux automatiques 148
112. Appareil 1924 154
113. Appareil mural 1924 à combiné 157

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
114. Appareil mobile 1924 à combiné..... 158
115. Appareils 1924 à microphone Solid-Back et récepteur Bell..... 160
116. Installations diverses réalisées avec des postes 1924..... 161
117. Conjoncteurs 1924 pour appareils à B. C..... 163
118. Installation de postes 1918 avec conjoncteurs 1924..... 164
119. — 1924 — — 166
120. Installation de postes à B. C. avec conjoncteurs à 10 bornes... 168
121. Appareil à prépaiement pour réseau B. C..... 169
122. Appareil à prépaiement et encaissement automatique pour réseau B. C. ou automatique..... 171



TROISIÈME PARTIE

POSTES CENTRAUX

CHAPITRE I

Tableaux commutateurs

123. Principes généraux..... 173
124. Systèmes monocorde et dicorde..... 174
125. Tableaux à leviers..... 176
126. Sources d'appel..... 178

CHAPITRE II

Installation d'un poste central d'abonné avec un tableau commutateur

127. 181

CHAPITRE III

Tableaux standards

128. Dispositions générales..... 184
129. Composition du tableau..... 187
130. Annonciateurs..... 187
131. Jack..... 188
132. Fiche..... 188
133. Clé d'appel..... 189
134. Clé d'écoute..... 190
135. Groupe de clés, modèle 1911..... 190
136. Poste de l'opérateur..... 192

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
137. Poste de l'opérateur principal..... 196
138. Poste de secours..... 198
139. Commutateur de sonnerie..... 199
140. 200
141. Commutateur de piles..... 200
142. Crochet de repos..... 201
143. Plots de raccordement et câblages..... 201
144. Tablette..... 204
145. Manœuvre du tableau..... 205
146. Intercommunications..... 206
147. Numérotage des organes..... 207

CHAPITRE IV

Tableau extensible

148. Objet et composition du tableau..... 209
149. Installation..... 213
150. Sonneries de jour et de nuit..... 214
151. Manœuvre du tableau..... 215

CHAPITRE V

Dispositions communes aux divers tableaux commutateurs

152. Communications directes..... 217
153. Sonneries de suppléants..... 218

CHAPITRE VI

Tableaux interurbains

154. Circuits interurbains..... 219
155. Emploi des transformateurs sur les circuits interurbains..... 219
156. Jack de transformation..... 221
157. Tableau, modèle 1911..... 222
158. Tableau, modèle 1921..... 223

CHAPITRE VII

Intercommunications

159. Poste central comportant moins de 5 tableaux..... 225
160. Poste central desservi par plus de 4 tableaux..... 226
161. Établissement des communications..... 228

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII

Tableaux d'abonnés pour batterie centrale

	Pages.
162. Généralités	230
163. Tableaux bien desservis	231
Tableaux mal desservis	233
164. Tableaux à lignes supplémentaires trifilaires	233
165. Tableaux à ligne réseau monocorde	236
166. Tableaux à leviers pour B. C.	238
167. Tableaux pour réseaux automatiques	238
168. Tableau 1924 (1 ligne réseau, 2 P. S.)	239
169. Tableaux à jacks et dicordes pour réseau automatique	243
170. Tableaux auxiliaires	245
171. Boites de coupure	249
Intercommunication	252
173. Intercommunication par boutons	252
174. Intercommunication par automatique	259
Tableaux de cabines	262
175. Tableau extensible à B. C. pour cabines publiques	262
176. Tableau avec renvoi pour les messages	264
177. Tableau à permutation	266

QUATRIÈME PARTIE

LES LIGNES TÉLÉPHONIQUES

CHAPITRE I

Constitution des lignes

178. Lignes à simple fil et à double fil	269
179. Anti-induction des circuits	271
Construction des lignes	273
181. Lignes aériennes	273
182. Câbles souterrains	275
183. Amélioration de l'utilisation des circuits	276

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

Installation d'embrochage

	Pages.
184. Principe	277
185. Poste-cabine intermédiaire	279
186. Poste-cabine extrême	281
187. Postes de guichet pour cabines intermédiaire et extrême	282

CHAPITRE III

Télégraphie et Téléphonie simultanées

188. Appropriation des circuits	284
189.	286
190. Préparation télégraphique des communications	287
191. Circuits combinés	289

CHAPITRE IV

Amélioration de la propagation des courants téléphoniques

193. Réflexions	294
194. Effet de la résistance	294
195. Effet des pertes	295
196. Effet de la capacité	295
197. Circuits oscillants	296
198. Pupinisation	297
199. Amplificateurs	298
200. Circuits à 4 fils	301
201. Liaisons radiotéléphoniques	302
202. Téléphonie par courants porteurs à haute fréquence	304

CHAPITRE V

Entrées de postes

203.	306
204. Entrées de poste d'abonné	306
205. Entrées de poste de bureaux	308
206. Réseaux souterrains	310

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

Répartiteurs

		Pages.
207.	Principe	311
208.	Ancien répartiteur	312
209.	Montage des communications	314
211.	Élément de répartiteur extensible	316
212.	Panneau mural	320
213.	Emploi du nouveau matériel	321
214.	Répartiteurs des bureaux importants	321

CINQUIÈME PARTIE

DÉRANGEMENTS

CHAPITRE I

Essai des circuits

215.	Généralités	323
216.	Essai d'un circuit local	323
217.	Essai d'une ligne	326
218.	Dispositions à prendre quand un dérangement est signalé	328

CHAPITRE II

Recherche d'un dérangement dans un poste téléphonique

219.	Recherches	331
220.	Essai des postes d'abonnés à B.C.	334

CHAPITRE III

Essais dans les bureaux. Mesures

221.	Tableau d'essais	336
222.	Essais avec le tableau	337
223.	Boîte et panneau d'essais	338
224.	Tables d'essais	339
225.	Mesures au voltmètre	341
226.	Voltmètre, modèle 1911	343

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pages.
227. Mesure de la F. E. M. 344
228. Mesure de la résistance intérieure d'une pile 344
229. Mesure de la résistance d'une ligne ou d'un appareil 345
231. Mesures au pont de Wheastone 346

CHAPITRE IV

Dispositifs pour les manœuvres d'essais de lignes

232. Généralites 349
233. Fiches d'essais 349
234. Relais de coupure à distance 350

SIXIÈME PARTIE

COMMUTATEURS MULTIPLES

CHAPITRE I

Géuéralités sur les multiples

236. Principe du commutateur multiple 354
Dispositions générales d'un multiple 355
238. Jacks généraux 356
239. Multiplage en dérivation 356
240. Jacks locaux 357
241. Blocage des lignes et test 358
242. Répartiteur intermédiaire 359

CHAPITRE II

Multiples à batterie locale

244. Établissement d'une communication 361
245. Effacement du signal d'appel 362
246. Effacement du signal de fin 364
Service interurbain 364
247. Principe de l'installation 364
248. Table interurbaine 365
249. Section intermédiaire 366
250. Établissement d'une communication interurbaine 367

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

Multiples à batterie centrale

Pages.
251. Constitution de la batterie centrale 369
252. Atelier d'énergie 369
253. Avantages des systèmes à batterie centrale 370
254. Ligne d'abonné 371
255. L'abonné appelle 371
256. Dicorde 371
257. Réponse à l'abonné appelant 373
258. Test 374
259. Appel de l'abonné demandé 375
260. Fin de conversation 375
Intercommunications entre multiples 376
261. Principe 376
262. Agencement de la ligne auxiliaire et du monocorde 378
263. Établissement d'une communication 379
264. L'abonné demandé ne répond pas 381
265. L'abonné demandé n'est pas libre 381
266. Jacks spéciaux de renseignements 381
267. Compteurs 382
268. Service interurbain 382

SEPTIÈME PARTIE

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

---

269. Principe 385
270. Enregistreurs 386
271. Présélection 387
272. Sélecteurs 390
273. Connecteurs 391
274. Relais de contrôle. Combineurs 391
275. Traduction 392
276. Alimentation des lignes pendant la conversation 394
277. Dispositions pratiques 395
278. Bureaux satellites 395
279. Automatique rural 396

TOURS. — IMPRIMERIE RENÉ ET PAUL DESLIS. — 3-2-1930

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires