

Le système Crossbar

Au début des années 1950, les télécommunications françaises disposaient de moyens techniques modernes, tout au moins en transmission, car, en commutation, le problème de l'adoption d'un nouveau système devait bientôt se poser ; il apparaissait, en effet, que le système « L43 » avait des possibilités limitées et que le Rotary « 7 B I » ne pouvait pas généraliser.

Une mission d'ingénieurs français se rendit en Suède, à la fin de l'année 1949, puis, quelques mois après aux Etats-Unis.

Les ingénieurs français firent alors connaissance avec ce que l'on appelait le matériel « crossbar » ; dans ce matériel, sans organes rotatifs, la connexion s'effectue en actionnant une barre horizontale de sélection correspondant à une ligne puis une barre verticale correspondant à une autre ligne, afin d'assurer au point de croisement de ces deux barres les contacts nécessaires entre les deux lignes (d'où le nom de « crossbar » ou « barres croisées »).

Historique : avec le concepteur suédois Betulander ([vu à la page Betulander](#))

En 1900, G. A. [Betulander](#) conçut un commutateur avec des sélecteurs rotatifs, qui a été exposé et démontré à l'exposition universelle, exposition universelle à Paris en 1900, où il a reçu une médaille d'or.

Après l'exposition, Betulander a installé l'interrupteur à **Järla Nacka** qui a été utilisé pendant de nombreuses années.

En 1905 [Ericsson](#), compatriote suédois de [Betulander](#) et de [Palmgren](#), leur proposa la création d'un **système à relais**, une proposition qui était bien en avance sur son temps. Ces études ne furent pas appliquées en pratique mais ils sont devenus la base de tous les systèmes à barres croisées qui suivirent.

Vers 1910, G.A. Betulander obtint un congé du Telegraph Administration, et créa sa propre société, **AB Autotelefon Betulander**, avec une usine à [Stockholm Suède](#).

Son compatriote [Palmgren](#), a travaillé sur des conceptions de sélecteur mécanique et il a été jugé souhaitable de les transformer en petits sélecteurs de capacité limitée et de construction simple pour assurer un fonctionnement suffisamment bon et fiable.

Afin de pouvoir les employer dans de grands systèmes, il y avait développé un principe entièrement nouveau, qui était important pour l'avenir, un système avec des commutateurs primaires et secondaires et des relais pour mettre en liaison.

Grâce au principe du système de liaisons par relais, la compagnie Betulander s'est rapidement consacrée uniquement à la construction de tels systèmes.

Le principe de la commutation croisée [US1234610](#) a été déposé et breveté en 1917 par [Palmgren](#) et [Betulander](#).

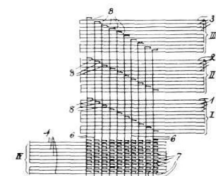
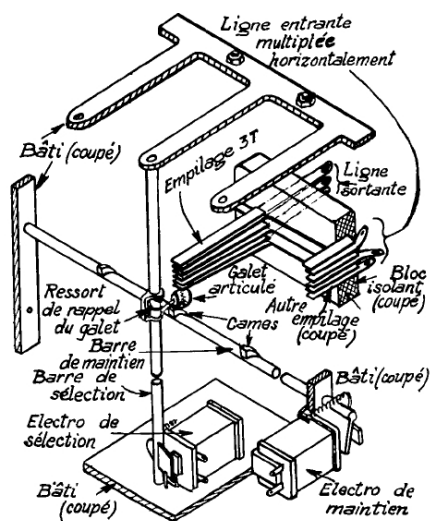


Fig. 5
Betulander-Palmgren link system principle,
as in Swedish patent 38514
This principle is of fundamental importance for
all modern marker systems.



Commutateur W. E. Co.

Parallèlement en Amérique, en Mai 1913, l'Américain **John Reynolds** déposait une demande de brevet du commutateur de barre transversale

La caractéristique de l'appareil est un système électromagnétique qui, par l'action des barres horizontales et verticales, actionnées par des relais de façon directe et rapide, réalise une série de contacts aux points d'intersection.

Les raisons pour lesquelles le concept de Reynolds quand il est apparu ne rencontrait pas beaucoup d'intérêt sont :

- De gros capitaux ont été investis dans le développement et la fabrication de sélecteurs mécaniques type Strowger et Rotary.
- le sélecteur Reynolds, selon les spécifications de brevets, était plutôt compliqué et probablement coûteux à fabriquer, comparé aux sélecteurs mécaniques.
- La vitesse de fonctionnement ne semble pas avoir été excellente.

Reynolds a conçu son « interrupteur crossbar » comme un sélecteur et il ne semble pas avoir eu accès à tous les moyens avec lequel il était possible économiquement d'exploiter ce commutateur.

Toutefois en 1915 pour la Western Electric, Reynolds dépose un brevet [1306124](#).

Il n'y eut pas de suite, le sélecteur s'est avéré trop coûteux à cette époque pour être utilisé.

A peu près au même moment, [Gotthief A. Betulander](#) de Televerket en [Suède](#) a commencé à travailler sur un commutateur entièrement à relais. Comme le commutateur [Panel](#) américain, il disposait de circuits séparés pour la sélection et la connexion.

En 1917, Betulander apprit l'existence du brevet de Reynold. Découvrant qu'il nécessitait moins de relais, il l'a combiné avec la section de connexion de sa conception, inventant ainsi le commutateur crossbar.

Il vendit son invention à la société suédoise [L. M. Ericsson](#), qui disposait des ressources nécessaires pour la préparer à la fabrication.

En 1921, Televerket choisit ce commutateur pour l'utiliser dans les villes suédoises.

Par la suite Palmgren a été employé par Ericsson, où il a travaillé jusqu'à sa retraite à des postes qui comprenaient le directeur du laboratoire de la station téléphonique.

Palmgren reçut plusieurs récompenses pour ses contributions, dont le bronze en 1941 et la médaille d'or en 1946.

En 1950, il reçut la médaille d'or de la Société suédoise d'ingénierie et cinq ans plus tard le prix d'argent, la plus haute distinction d'Ericsson.

Nils Palmgren était une personne calme qui trouvait facile de travailler avec les autres.

Sa timidité le rendait réticent à parler de ses propres contributions. Il est décédé en janvier 1975 à l'âge de 75 ans.

La nouvelle technique dite « **crossbar** » est très prometteuse. Cette fois, ce ne sont plus des organes tournants comme sur le Rotary qui assurent les connexions, mais des barres croisées, d'où le nom de crossbar.

Le sélecteur est constitué de barres verticales associées aux lignes entrantes et de barres horizontales associées aux lignes sortantes.

Les barres, actionnées par des électro-aimants en fonction de l'appel, établissent le contact à leur intersection.

Cette nouvelle technique est plus souple d'exploitation, notamment en ce qui concerne le montage des multisélecteurs, ce qui permet de réaliser, par groupement et multiplexage, le raccordement de nombreuses lignes entrantes à un nombre important de lignes sortantes.

Sa simplicité permet une diminution des coûts d'entretien.

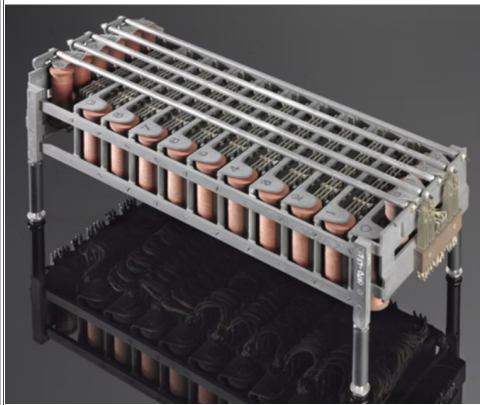
Betulander fut aussi parmi les premiers à formuler le concept de commande indirecte avec l'utilisation du traducteur.

Déjà en 1919, la **Betulander Company** construisait quelques petites stations automatiques à barres croisées, qui se firent une bonne réputation.

C'est à cette époque-là que la première station téléphonique automatique à barres croisées fut ouverte à **Göteborg**, en honneur de 300e anniversaire de la ville.

À la fin de 1919, la petite entreprise **Nay Autotelefon Betulander** a été rachetée par [Ericsson](#), en échange d'un paiement en espèces et d'un accord de redevances sur les ventes à la Televerket, indépendamment du fait que les systèmes proposés par Ericsson soient basés sur le système Betulander et Palmgren.

Alors l'année suivante, la Televerket : ptt suédois a choisi le **commutateur 500** pour équiper **Stockholm** et **Göteborg**.



Commutateur crossbar à 100 points, LM Ericsson, Suède, 1921

Après la vente de son entreprise, GA **Betulander** a repris son emploi à la Televerket, où il a été chargé de concevoir une station pour **Sundsvall** sur la **base de son commutateur crossbar, en 1926**. La station de **Sundsvall** a été mise en service avec 3500 abonnés.



Sundsvall

Ce premier système crossbar utilisé dans ces installations est appelé le système **standard 41** du type commandé par cadran comme dans un système pas à pas. Il est particulièrement adapté pour les échanges ruraux et semi-ruraux, mais son coût restait assez élevé.

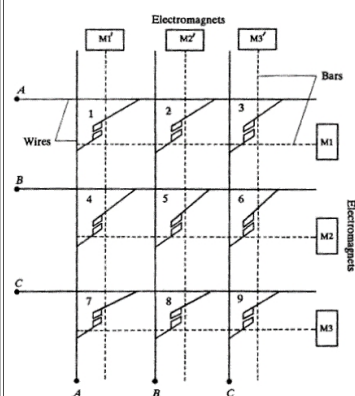
En 1930, W. R. Mathies, de la division de recherche et développement d'AT&T, maintenant connue sous le nom de Bell Telephone Laboratories, s'est rendu en Suède et y a vu les sélecteurs crossbar utilisés dans les centraux ruraux. Convaincu que de tels sélecteurs pouvaient être adaptés à de gros interrupteurs, Mathies fit reprendre les travaux à son groupe. Après avoir rejeté l'idée de simplement remplacer les sélecteurs sur le modèle de panneau existant, ils développèrent, **à partir de 1934**, un tout nouveau commutateur destiné à un usage urbain. Le nouveau commutateur utilisait la barre transversale ainsi que certains de leurs travaux du début de la décennie.

En 1938 Le système **Crossbar N°1** ou **IXB** était la principale technologie utilisée par les centraux téléphoniques urbains desservis par le Bell System au milieu du XXe siècle. Sa structure de commutation utilisait le commutateur crossbar électromécanique pour mettre en œuvre la topologie du système de commutation Panel des années 1920. Le premier Crossbar numéro 1 a été installé dans le bureau central President-2 de Troy Avenue à Brooklyn, **New York**, qui est devenu opérationnel en février 1938. La barre transversale n°1 a été conçue pour être utilisée dans les grandes zones métropolitaines telles que New York, Chicago, Pittsburgh, Boston, Washington DC, etc. Souvent, la barre transversale n°1 était utilisée conjointement avec les commutateurs Panel existants dans le même bâtiment.

Le commutateur à barre transversale avait atteint son objectif de réduction des coûts de fabrication et de maintenance, et il possédait de nombreuses fonctionnalités innovantes qui lui conféraient une conception plus flexible et adaptable que les commutateurs Panel ou Strowger.

Revenons sur l'idée de base du CROSSBAR : un commutateur connectant plusieurs entrées à plusieurs sorties de manière matricielle

Commutateur matriciel contrôlé par une grille de barres métalliques croisées, matrice de $n \times n$ contacts.



Il y a un réseau de fils horizontaux et verticaux représentés par des lignes continues.

Un ensemble de points de contact verticaux et horizontaux est connecté à ces fils.

Les points de contact forment des paires, chaque paire consistant en une banque de trois ou quatre horizontales et une banque correspondante de points de contact verticaux.

Une paire de points de contact agit comme un commutateur de point de croisement et reste séparée ou ouverte lorsqu'elle n'est pas utilisée.

Les points de contact sont montés mécaniquement (et isolés électriquement) sur un ensemble de barres horizontales et verticales représentées en pointillés.

Les barres, quant à elles, sont attachées à un ensemble d'électroaimants.

Lorsqu'un électro-aimant, par exemple dans le sens horizontal, est alimenté, la barre qui lui est attachée tourne légèrement de telle manière que les points de contact attachés à la barre se rapprochent des points de contact en regard mais ne créent aucun contact.

Maintenant, si un électro-aimant dans la direction verticale est alimenté, la barre correspondante tourne, provoquant la fermeture des points de contact à l'intersection des deux barres.

Cela se produit parce que les points de contact se rapprochent.

A titre d'exemple, si des électroaimants M2 et M3 sont alimentés, un contact est établi au point de croisement 6 de telle sorte que l'abonné B est connecté à l'abonné C.

Afin de bien comprendre le fonctionnement de la commutation crossbar, considérons un schéma croisé de 6×6

Considérons maintenant l'établissement des connexions suivantes dans l'ordre : A à C et B à E. D'abord, la barre horizontale A est activée. Ensuite, la barre verticale C est alimentée.

Le point de connexion AC est verrouillé et la conversation entre A et C peut maintenant se poursuivre.

Supposons que nous activions maintenant la barre horizontale de B pour établir la connexion B-E, le point de convergence BC pouvant être verrouillé et B sera amené dans le circuit de A-C. Cela est empêché en introduisant une séquence énergisante pour verrouiller les points de connexion.

Un point de connexion ne se verrouille que si la barre horizontale est alimentée en premier, puis la barre verticale. (La séquence peut bien être que la barre verticale est activée en premier, puis la barre horizontale).

Par conséquent, le point de croisement BC ne se verrouille pas même si la barre verticale C est excitée car la séquence correcte n'est pas maintenue.

Pour établir la connexion B-E, la barre verticale E doit être mise sous tension après la mise sous tension de la barre horizontale.

Dans ce cas, le point de connexion AE peut se verrouiller car la barre horizontale A a déjà été mise sous tension pour établir la connexion A-C.

Ce cas doit également être évité en effectuant une mise hors tension de la barre horizontale A après le verrouillage du point de croisement et en réalisant un agencement approprié tel que le verrouillage soit maintenu même si la mise sous tension dans le sens horizontal est effectuée par minute.

Le point de croisement reste verrouillé tant que la barre verticale E reste sous tension.

Comme la barre horizontale A est désactivée immédiatement après le verrouillage du point de connexion AC, le point de connexion AE ne se bloque pas lorsque la barre verticale E est alimentée.

Inlets	A	AA	AB	AC	AD	AE	AF
	B	BA	BB	BC	BD	BE	
	C	CA	CB	CC	CD	CE	CF
	D	DA	DB	DC	DD	DE	DF
	E	EA	EB	EC	ED	EE	EF
	F	FA	FB	FC	FD	FE	FF
		A	B	C	D	E	F
		Outlets					

pigé ?

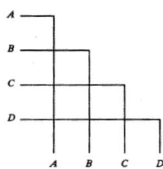
Cela se corse : On peut observer dans la première matrice de commutation que différents points de commutation sont utilisés pour établir une connexion entre deux abonnés, en fonction de qui initie l'appel.

Par exemple, lorsque l'abonné C souhaite appeler l'abonné B, le point d'interconnexion CB est mis sous tension.

Par contre, lorsque B lance l'appel pour contacter C, le commutateur BC est utilisé.

En concevant un mécanisme de contrôle approprié, un seul commutateur peut être utilisé pour établir une connexion entre deux abonnés, quel que soit celui qui lance l'appel.

Dans ce cas, la matrice de points croisés se réduit à une matrice diagonale avec des commutateurs $N^2 / 2$, comme le schéma suivant :



Les points de croisement dans la diagonale relient les entrées et la sortie du même abonné.

Ceci n'est pas pertinent. Par conséquent, ceux-ci sont éliminés.

Le nombre de points de croisement se réduit alors à $N(N-1) / 2$.

On peut rappeler que la quantité $N(N-1) / 2$ représente le nombre de liens dans un réseau entièrement connecté.

Ainsi, la matrice de points de croisement diagonaux est entièrement connectée.

La procédure d'établissement d'appel dépend ici des abonnés source et de destination.

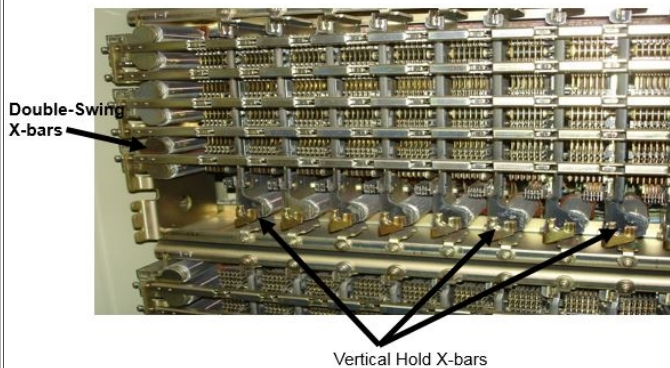
Lorsque l'abonné D lance un appel, sa barre horizontale est activée en premier, puis la barre verticale appropriée.

Si l'abonné A lance un appel, la barre horizontale de l'appelé est activée en premier, puis la barre verticale de A.

Une matrice croisée diagonale est une configuration non bloquante. Même $N(N-1) / 2$ commutateurs de point de croisement peuvent être un très grand nombre à gérer dans la pratique.

Le nombre de commutateurs de points de connexion peut être réduit de manière significative en concevant des configurations de blocage.

Ces configurations peuvent être des réseaux de commutation à un ou plusieurs étages.



Le Double-Swing Bars : Mécaniquement la barre transversale peut être optimale en connectant deux abonnés à une seule barre et en laissant la barre tourner à la fois dans le sens des aiguilles d'une montre et dans le sens inverse, fermant ainsi deux contacts différents.

Avec un tel arrangement, le nombre de barres transversales diminue, alors que le nombre de commutateurs de points de connexion reste le même.

Le nombre de barres verticales est inférieur au nombre d'abonnés et détermine le nombre d'appels **simultanés** pouvant être passés via le commutateur. C'est pas fini ça se complique quand on va devoir dimensionner le centre fonction du trafic à écouler, laissons cette partie pour les spécialistes. A consulter un support de cours [CROSSBAR](#) ,

Par rapport aux anciens systèmes rotatifs, seules les ressources strictement nécessaires sont mobilisées par les organes nobles du commutateur. Il y a en fait moins de gaspillage de ressource dans les systèmes crossbar car il est très souple : une bonne partie des ressources peut être utilisée tant qu'il reste suffisamment de points de connexions disponibles à chaque étage d'un commutateur ; ce qui n'était pas le cas dans les systèmes rotatifs, car dans ces anciens systèmes, dès qu'un contact du sélecteur rotatif était mobilisé pour un abonné, c'était alors l'ensemble du sélecteur qui était bloqué, et qui ne pouvait plus servir à quiconque d'autre !

- C'est pour cette raison que l'on doit vraiment parler de Multisélecteur dans le cas des systèmes crossbar, car chaque Multisélecteur peut successivement et/ou simultanément établir plusieurs connexions à la fois, au contraire des sélecteurs des systèmes rotatifs qui ne sont que des sélecteurs simples (qu'ils soient à une seule mouvement rotatif, ou à deux mouvements : rotatifs et ascensionnels) et qui ne peuvent établir et maintenir, pour chaque sélecteur rotatif, qu'une seule connexion à la fois !

- Les capacités d'établissement et d'écoulement de trafic sont donc bien plus souples et bien plus importantes dans les systèmes à barres croisées que dans les systèmes rotatifs.

- Les communications sont aussi bien plus rapides à établir car les multisélecteurs n'ont pas à « balayer » les positions inutiles, tels que les systèmes rotatifs sont contraints de le faire...

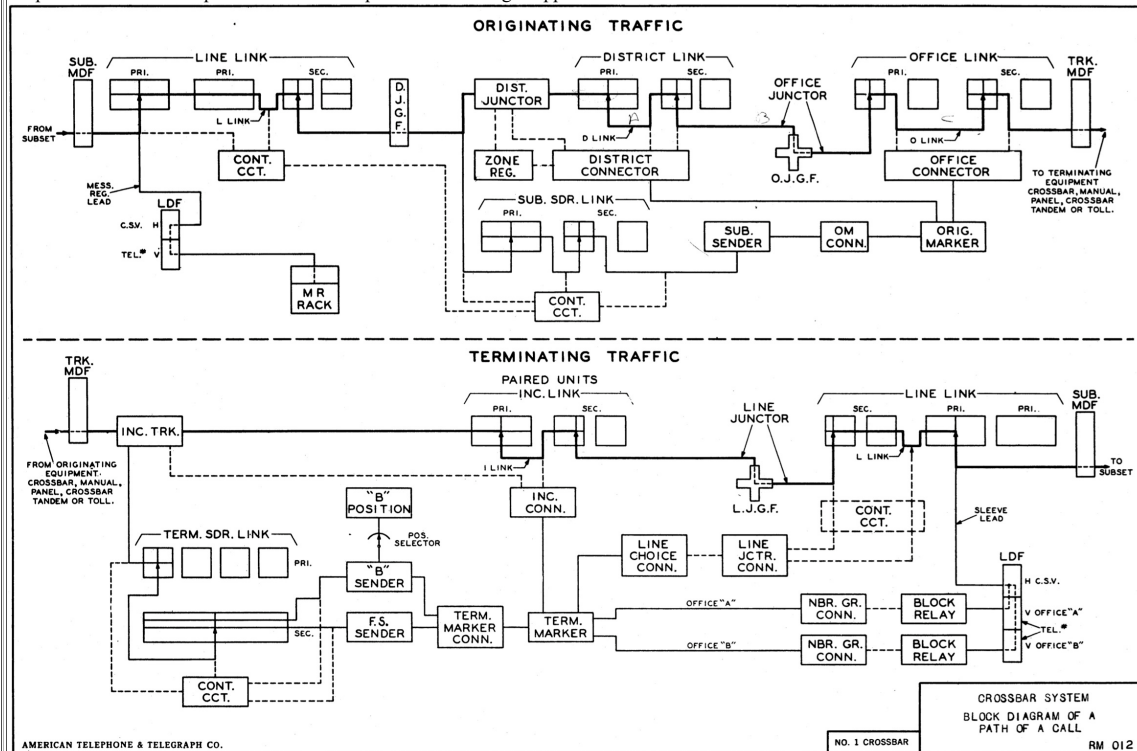
Les abonnés sont connectés sur des Équipements de Sélection de Lignes (ESL), tout comme le sont les abonnés reliés aux commutateurs rotatifs. Mais désormais, avec l'avènement des commutateurs électromécaniques à barres croisées, ces équipements peuvent être déportés jusqu'à quelques kilomètres du cœur de chaîne du commutateur.

- Il s'agit là d'un autre progrès permettant de procéder au retrait progressif des concentrateurs de lignes des zones éloignées des villes importantes, en les remplaçant par des Équipements de Sélection de Lignes Éclatés (ELE), permettant de relier ces abonnés éloignés à un véritable commutateur téléphonique ayant les mêmes capacités d'écoulement de trafic que le service offert aux abonnés des grandes métropoles.

La disposition du Crossbar N°1 sépare le trafic entrant et sortant en sections distinctes. Chaque section avait ses propres éléments de contrôle centraux appelés marqueurs .

Le marqueur d'origine gérait le routage des appels jusqu'à la ligne sortante, et le marqueur de terminaison acheminait les appels depuis la ligne entrante jusqu'au point de terminaison au niveau de la trame de liaison de ligne (LLF). Notamment, cette conception signifiait que les appels inter-bureaux étaient traités de la même manière que les appels intra-bureaux. Aucune distinction n'était faite entre les appels aboutissant dans le même bureau ou dans un autre bureau Crossbar. Tout appel d'origine qui devait aboutir sur la même machine passait par toute la section d'origine, puis une ligne était sélectionnée vers la section de terminaison, où les 4 ou 5 derniers chiffres du numéro de

|| téléphone étaient utilisés pour déterminer l'emplacement de la ligne appelée.



L'architecture Crossbar n° 1 se compose d'une moitié d'origine et d'une moitié de terminaison. Un appel intra-bureau (depuis et vers le même bureau) s'étendra du début du côté d'origine jusqu'à la fin du côté de terminaison.

Malgré la division du système en deux moitiés logiques, le Crossbar n° 1 plaçait toutes les lignes d'abonnés sur l'une des plusieurs trames de liaison de ligne, qui étaient utilisées à la fois pour l'origine et la terminaison. Cela simplifiait l'administration et réduisait le nombre de trames nécessaires, par rapport au système de panneau précédent, où les lignes d'abonnés étaient réparties entre des trames distinctes.

En plus du cadre de liaison de ligne, le 1XB était constitué d'une série de cadres de barre transversale et de joncteurs supplémentaires qui étaient utilisés pour l'achèvement des appels. Les cadres « de liaison », y compris la liaison de district, la liaison de bureau et la liaison entrante, fournissaient la véritable structure de commutation qui connectait les appels via la machine. D'autres cadres étaient attachés aux cadres de liaison selon les besoins et fournissaient des fonctions telles que la supervision, la signalisation et le contrôle. Parmi ces cadres, on trouve notamment les joncteurs de district, les émetteurs d'abonnés et les marqueurs d'origine et de terminaison.

Les Marqueurs

Contrairement aux sélecteurs Panel à entraînement par moteur et à embrayage, les commutateurs crossbar utilisant le principe de liaison nécessitaient des *marqueurs d'origine et de terminaison* pour trouver un chemin de repos et configurer le train de commutation pour chaque appel.

Un marqueur, étant un instrument de contrôle complexe avec un temps de maintien court, avait pour tâche de décoder les chiffres du numéro de téléphone à sept chiffres pour déterminer le routage requis pour configurer la matrice de commutation pour l'achèvement de l'appel. Les premiers centraux crossbar utilisaient le commutateur crossbar selon le principe du sélecteur, avec une entrée et généralement 100 ou 200 sorties, semblable à un commutateur pas à pas. Le Crossbar n° 1 a été le pionnier du principe de liaison, chaque commutateur individuel étant capable de gérer autant d'appels téléphoniques qu'il avait d'entrées ou de sorties, généralement dix. Cette innovation a diminué le coût des commutateurs, au détriment de commandes plus complexes. La complexité des circuits a mis au défi l'art des dessins de circuits, conduisant au développement de dessins de contacts détachés, qui à leur tour ont conduit à l'application de l'algèbre booléenne et des cartes de Karnaugh.

Dans un marqueur d'origine, un champ de connexion croisée comportait un terminal pour chaque code de bureau à deux ou trois chiffres. Un terminal de code de bureau particulier était connecté à la bobine d'un relais de route. Lorsque le point de code de bureau était mis à la terre, il actionnait le relais de route, dont les contacts étaient câblés dans un autre champ de connexion croisée ou de données. Ces connexions croisées étaient à leur tour utilisées pour activer les relais dans le marqueur qui contrôlait le traitement ou la gestion du code de bureau composé. À l'aide de la sortie fournie par son étage de décodage, le marqueur d'origine pouvait sélectionner deux trames de liaison de bureau pour rechercher des lignes inactives vers la destination. Une fois que le marqueur d'origine avait établi un chemin vers le bureau appelé, il renvoyait des informations pulsées à l'expéditeur de l'abonné. L'expéditeur envoyait ensuite les chiffres restants du numéro de téléphone appelé au bureau de terminaison distant.

Dans un marqueur de terminaison, il y avait également un champ de connexion croisée qui était utilisé pour déclarer à quelles trames le marqueur devait accéder afin de terminer l'appel vers la ligne souhaitée. Les lignes d'abonnés étaient terminées à des emplacements arbitraires sur la trame de liaison de ligne, et il incombait au marqueur de terminaison de localiser la ligne et de fermer les points de croisement requis pour connecter l'appel à sa destination.

Lorsqu'un bureau était construit, fermé ou modifié, le personnel des autres bureaux recevait une lettre d'acheminement, ordonnant que les champs de connexion croisée soient modifiés à une date et une heure particulières, généralement après minuit, pour s'adapter au changement du réseau. Les champs de connexion croisée de traduction tels que ceux-ci ont été parmi les premiers à être convertis des bornes soudées aux bornes à enroulement de fil.

L'une des caractéristiques remarquables du marqueur d'origine était l'avance de l'itinéraire : si toutes les lignes étaient occupées, le marqueur actionnait un relais d'itinéraire différent pour sélectionner un itinéraire alternatif via un tandem. Cette fonction permettait de maintenir des groupes de lignes de petite taille et de les charger davantage en trafic, ce qui permettait de réduire les coûts des installations extérieures.

Les Expéditeurs

Les centraux de Crossbar numéro 1 utilisaient des émetteurs et des récepteurs complexes et polyvalents pour communiquer entre eux et avec d'autres centraux de commutation. Lorsqu'un abonné décrochait son téléphone, il était connecté à un émetteur d'origine (également appelé émetteur de l'abonné). Cet émetteur recevait et enregistrtrait les chiffres composés, communiquait avec un marqueur d'origine pour établir le chemin de l'appel, puis transmettait les chiffres composés au central de terminaison dans le format requis. Dans de nombreux cas, les centraux de Crossbar numéro 1 pouvaient avoir plus de 100 émetteurs d'abonnés, car chaque émetteur ne traitait qu'un seul appel à la fois. Une fois l'étape de configuration de l'appel terminée, l'émetteur revenait à la normale et attendait d'être pris en charge par un autre appelant.

Dans la moitié terminale du bureau crossbar, un circuit de liaison d'émetteur terminal connectait un émetteur terminal au tronc, afin de recevoir les informations de l'émetteur d'origine. Cela se faisait généralement à l'aide d'impulsions réversibles, comme dans le commutateur Panel. Les émetteurs terminaux multifréquences ont été introduits dans les années 1950 dans le cadre de la numérotation directe à distance, et également utilisés pour le trafic entrant en provenance de certains centraux crossbar locaux. Une fois que l'émetteur terminal avait reçu et stocké les chiffres du numéro de téléphone appelé, il activait un marqueur de terminaison, qui utilisait ensuite un circuit de groupe de numéros pour trouver la ligne, marquant un chemin inactif et actionnait les commutateurs crossbar pour utiliser les liaisons pour connecter le tronc entrant à la ligne.

Le système d'impulsions réversibles utilisé dans 1XB avait une fonction « High Five » grâce à laquelle la sélection de « incoming brush » pouvait être incrémentée de cinq. Ainsi, les nouveaux numéros IB 6 à 10 désignaient un deuxième groupe de dix mille numéros de téléphone, appelé bureau « B ». Cela permettait à chaque section entrante 1XB de gérer vingt mille lignes, tandis qu'un bureau Panel utilisant le système d'impulsions réversibles pouvait gérer un maximum de 10 000 lignes par bureau.

Les émetteurs à terminaison multifréquences ont atteint le même objectif en acceptant un cinquième chiffre pour distinguer les codes de bureau desservis par le même bureau. Le marqueur d'origine a indiqué à l'expéditeur de supprimer les deux premiers des sept chiffres dans ces cas. Parfois, les deux codes de bureau avaient le même troisième chiffre, auquel cas les trois premiers chiffres du bureau « B » étaient supprimés et remplacés par un seul chiffre, indiqué par AR pour Arbitrary, généralement un zéro. Le potentiel de cinq chiffres entrants pour adresser un bureau de 100 000 lignes n'a pas été exploité.

XBT Une version **tandem** du 1XB omettait la section entrante et les cadres de liaison de ligne et remplaçait les circuits de jonction par des lignes entrantes, ne laissant que la possibilité de connecter ces lignes entrantes aux lignes sortantes. Dans de nombreux cas, le commutateur tandem Crossbar (XBT) résultant remplaçait un tandem Panel Sender, car ses émetteurs multifréquences pouvaient recevoir sept chiffres et certains étaient modifiés pour en accepter dix. Parfois, il remplaçait également un tandem Office Select, car ses émetteurs Revertive Pulse pouvaient accepter les paramètres Office Brush et Group. Dans les grandes villes, certains XBT étaient strictement des commutateurs téléphoniques entrants de classe 4, certains sortants, quelques-uns bidirectionnels et certains uniquement pour le trafic tandem dans la zone métropolitaine. La spécialité était moins marquée dans les zones moins denses. Les XBT ont servi les compagnies de téléphone locales jusqu'à la fin du 20e siècle, date à laquelle ils ont été remplacés par des commutateurs 4ESS ou d'autres commutateurs numériques.

Il subsistera deux systèmes Crossbar nettement distincts : le système Suédois et le système Américain.

Par la suite en Suède :

Lorsque les suédois furent informés sur les avantages du **système crossbar américain de Reynolds**, les travaux reprirent pour concevoir un système **suédois similaire**. Un effort a été fait pour concevoir une nouveau système qui aurait un faible coût, peu d'entretien

Cet effort s'est matérialisé dans un nouveau système crossbar dénommé **A204**.

De 1930 jusqu'aux années 1880, les centraux téléphoniques automatiques furent construits en Suède par ERICSSON sur la base de cette technique.

Plus de mille stations de ce type ont été fabriquées et installées par Televerket au cours décennies suivantes.

La technologie de commutation crossbar a donc survécu en tant que système pour les stations téléphoniques en Suède, car elle est devenue la norme établie pour les stations de petite et moyenne capacité . Ce fut de même dans beaucoup de pays.

Le sélecteur à barre transversale dans sa forme moderne est une invention suédoise datant de 1917-1918. Il a été conçu à l'origine pour réduire le coût du système de relais alors en vigueur. Lors d'un centre test sur le système de relais à Stockholm pour 400 abonnés, des sélecteurs **crossbar** ont été installés pour certaines fonctions de connexion. Les résultats de cette opération expérimentale ont été encourageants à bien des égards. L'administration télégraphique suédoise a consacré un travail considérable au développement de systèmes à sélecteurs à barres transversales. Le sélecteur crossbar a été utilisé dans une large mesure comme sélecteur décimal piloté pas à pas. De plus, les sélecteurs ont trouvé un excellent emploi comme dispositifs d'enregistrement dans les registres. Cependant, comme le sélecteur a pris une nouvelle importance en tant qu'élément de connexion dans les centraux téléphoniques avec des systèmes de circuits de dérivation, une étude sera faite ici des installations de connexion les plus courantes sur ces principes.

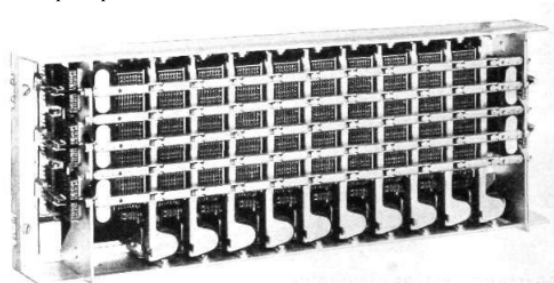


Fig. 1 Sélecteur Crossbar avec 10 ponts et 5 barres

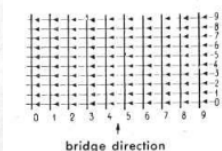


Fig. 2 Diagram of the connecting field of the crossbar selector

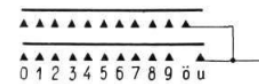


Fig. 3 Contact devices in bridge for 20 lines (selector with 6 bars)

La figure 2 montre sous forme de diagramme la banque de contacts dans un sélecteur à barres transversales à 10 ponts. Les lignes verticales représentent les ressorts de contact fixes sur les ponts. Pour chaque pont, 10 ressorts de contact mobiles sont représentés. Ainsi, pour actionner le 6ème groupe de contacts sur le 3ème pont, la barre aimantée 6 est d'abord excitée et la 3ème barre tourne dans un sens. Son fil indicateur 6 se trouvera alors sous le 6ème groupe de ressorts sur tous les ponts. Lorsque le pont magnétique 3 est excité, le fil indicateur est fermement saisi sous le groupe de ressorts qui est actionné.

La barre magnétique peut alors se libérer, après quoi la barre revient à sa position d'origine.

Le fil indicateur est toujours maintenu par l'aimant du pont excité et le groupe de contacts 36 reste actionné tant que l'aimant du pont est excité.

Le sélecteur à barres transversales est donc constitué d'un certain nombre d'unités de sélection de relais, les ponts, qui sont mis en place par un dispositif commun, les barres avec leurs aimants. Le fonctionnement d'un groupe de contacts dans le sélecteur est très rapide car il suffit d'exciter un barreau magnétique suivi de l'excitation d'un aimant en pont.

Pour chaque pont, jusqu'à 5 groupes de contacts peuvent être actionnés simultanément. La limitation est due au fait que de chaque paire de groupes de contacts, seul un groupe peut être actionné, car le même fil indicateur (dans les deux positions de la barre) est utilisé pour les deux groupes de contacts. Toutefois, en général, un seul groupe de contacts par pont est alimenté dans le sélecteur.

Un pont comportant 10 groupes de contacts fonctionne comme un sélecteur à 10 lignes. En augmentant le nombre de groupes de contacts à 12 et en les doublant du nombre de contacts établis, le pont peut fonctionner comme un sélecteur de 20 lignes. Le sélecteur crossbar aura alors six barres. En actionnant l'une des cinq barres ordinaires du sélecteur, on sélectionne la paire de lignes à laquelle appartient la ligne à laquelle le sélecteur doit être connecté. Au moyen de la 6ème barre, la partie supérieure ou inférieure des groupes de contacts du sélecteur est connectée. La ligne souhaitée dans la paire sélectionnée sera ainsi connectée. La 6ème barre sélectionne ainsi les dizaines dans le sélecteur 20. On peut donc dire qu'il sélectionne le niveau du sol, voir Fig. 3. La barre supplémentaire peut être remplacée par un relais pour chaque pont, qui commute entre l'ensemble de contacts inférieur et supérieur.

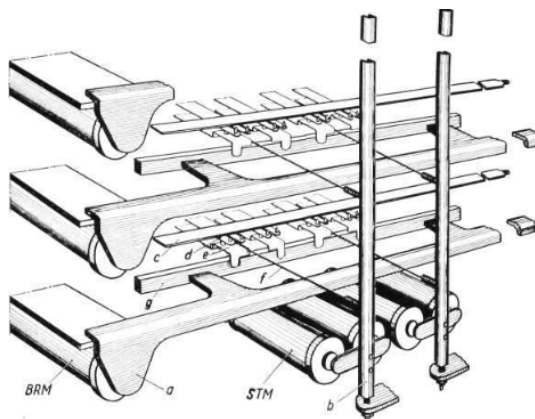


Fig. 1 a Detailed sketch of crossbar selectors (selector made single-pole)

BRM bridge magnet
STM bar magnet
a bridge armature
b bar
c fixed contact springs common to the bridge
d mobile contact springs
e lifting spring
f assignment wire
g rod on bridge armature, which actuates lifting spring

Principes généraux de connexion

Dans les échanges avec des systèmes de circuits shuntés, le réglage des sélecteurs est vérifié par des dispositifs communs à un ou plusieurs étages de sélecteur, appelés marqueurs. Les parties numériques et non numériques du réglage du sélecteur se réfèrent entièrement aux marqueurs. Les marqueurs traitent une connexion à la fois.

Ils tiennent compte des voies de connexion libres disponibles pour la connexion concernée, sélectionnent l'une d'entre elles, la sélection s'effectuant selon certaines règles définies, et effectuent la connexion en actionnant les aimants du barreau et du pont des boîtiers sélecteurs sur lesquels la connexion à acheminer, est effectuée. Les sélecteurs n'effectuent ainsi aucune sélection ni chasse lorsqu'ils travaillent.

Comme les dispositifs de réglage des sélecteurs sont entièrement concentrés sur les marqueurs, seuls ces équipements peuvent être reliés à la voie de connexion nécessaire aux fonctions intervenant après le réglage des sélecteurs, telles que l'alimentation en courant, la sonnerie, la comptabilisation des appels, etc. Cet équipement peut être situé à

l'endroit de la voie de contact où la meilleure utilisation des appareils est assurée.

Principes de base du regroupement de sélecteurs

Dans un sélecteur de barre transversale 10-bridge ordinaire où la multiplication entre les ponts dans le sens de la barre est effectuée, chacun des ponts peut être connecté à l'une quelconque des lignes, comme dans la figure ci dessous.

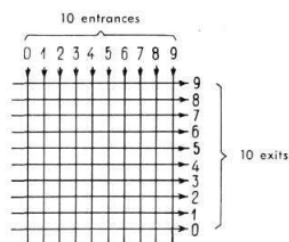


Fig. 4.

La barre transversale fonctionne donc dans ce cas comme dix 10 sélecteurs de ligne. Le banc de liaison représenté par les sélecteurs à barres transversales peut évidemment prendre n'importe quelle forme souhaitée, par exemple en allongeant les entrées, lorsque plusieurs ponts sur une même entrée sont connectés en parallèle. La capacité du sélecteur sera alors un multiple de 10. De même les sorties (multiples) seront communes pour tout nombre souhaité de ponts. Dans le cas extrême, on obtiendrait 10 ponts par entrée et 100 sorties et on disposerait alors d'un sélecteur directement utilisable dans un système décimal.

En connectant deux sélecteurs de pièces (ponts) en série selon le principe de base utilisé dans les connexions décrites ci-dessus, on forme un système de sélection avec une capacité de ligne égale au carré de la capacité des sélecteurs de pièces utilisés.

Avec des ponts à 10 lignes, on obtiendrait alors une capacité de 100 lignes et avec des ponts à 20 lignes, une capacité de 400 lignes dans le système de sélection.

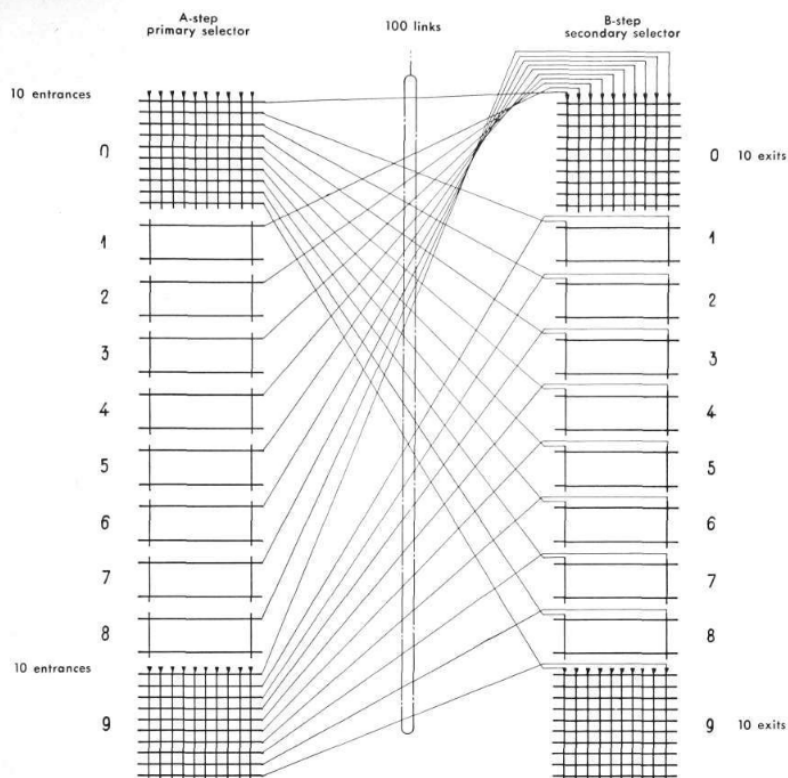


Fig. 5

La figure 5 montre comment les sélecteurs sont regroupés dans une telle connexion ; Les sélecteurs 10 sont ici utilisés comme unités.

Les sélecteurs sont divisés en deux groupes, les sélecteurs primaires et les sélecteurs secondaires.

La connexion est donc établie par deux étapes de sélection,

Étape A et étape B. Le pas A (comme le pas B) est constitué de 100 sélecteurs d'unités qui sont assemblés 10 et 10 avec un multiplicateur commun. Dans les deux étapes, on obtient donc dix sélecteurs crossbar à 10 ponts. Les entrées sont reliées aux verticales (ponts) sur les sélecteurs à barres transversales et les sorties aux horizontales. Les sorties se poursuivent en liens jusqu'à la 5ème étape où elles rentrent sur les verticales dans les sélecteurs. La connexion entre les étapes A et B est donc effectuée de telle manière qu'à partir de chaque sélecteur de l'étape A, un lien va vers chaque sélecteur de l'étape B. Du sélecteur A 0 donc un lien mène à B 0, un à B 1 et ainsi de suite ; du sélecteur A 1 un lien vers B 0, un vers B 1 et ainsi de suite. Du point de vue de l'ordre et de l'accessibilité, mais sans signification autrement, il est pratique d'avoir les liens de A 0 se trouvant sur les verticales 0 dans les sélecteurs de l'étape B, les liens de A 1 vers les verticales 1 dans l'étape B. étape et ainsi de suite. Les sorties de l'étape B constituent les sorties de tout le processus de connexion.

Il est évidemment possible de relier chacune des entrées du système de sélection à chacune des sorties. On prend alors le lien qui mène du sélecteur primaire concerné au sélecteur secondaire où se situe la sortie. Le système de sélection aura alors une capacité correspondant à 100 sélecteurs décimaux de 100 lignes. Si le sélecteur crossbar est utilisé comme sélecteur décimal à 100 lignes, il faudra donc dans ce cas $10 \times 100 = 1000$ ponts. Dans le système de sélection selon la figure 5, seuls $10 \times 10 \times 2 = 200$ ponts sont nécessaires. Avec le processus de connexion proposé, le nombre de sélecteurs de pièces a donc été réduit à 1/5. Il faut cependant noter que ces sélecteurs ne sont pas indépendants les uns des autres mais on obtient un blocage interne au système dû aux liaisons entre les étages A et 5 permettant une seule connexion entre chacun des sélecteurs primaires et chaque étage. des sélecteurs secondaires.

Le processus de connexion représenté sur la figure 5 est symétrique pour chaque sélecteur en ce qui concerne les entrées et les sorties. On peut donc permettre aux entrées et aux sorties de changer de place sans aucune altération dans la nature du processus de connexion.

Le procédé de connexion décrit permet un multiplication traversante sur respectivement 10 et 20 ponts. Des connexions par fil nu peuvent être utilisées ici, ce qui n'est pas possible dans les systèmes de sélection à barre transversale dans les systèmes à entraînement direct lorsque les multiples contacts des ponts dans un sélecteur à barre transversale ont des sorties connectées individuellement.

La véritable nature du processus de connexion de base apparaîtra peut-être plus clairement si chaque sélecteur de pièces est désigné par les symboles habituels des sélecteurs.

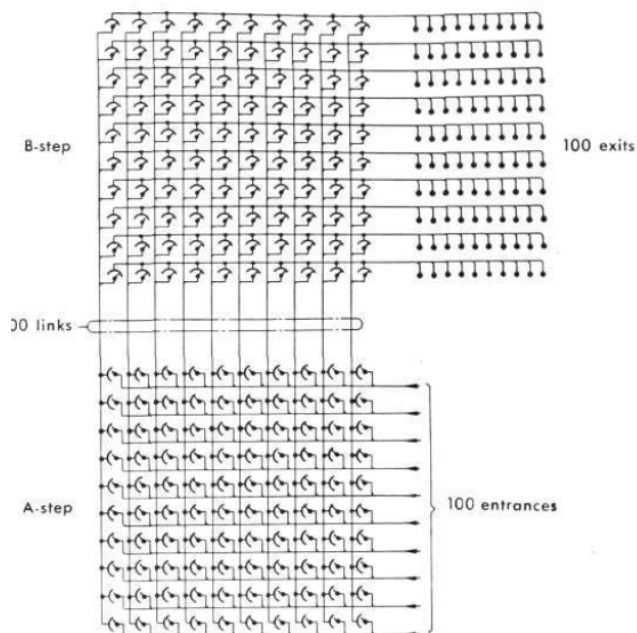


Fig 6 a

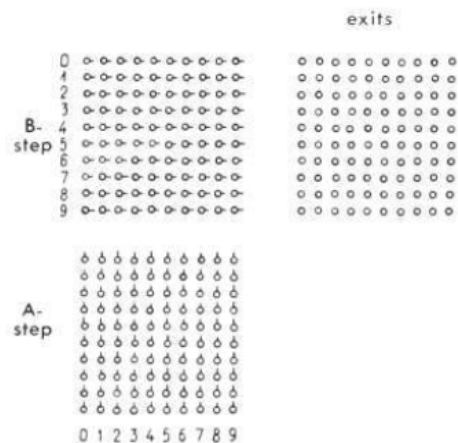


Fig. 6 b

Le processus de connexion représenté sur la figure 5 aura alors l'apparence représentée sur la figure 6a.

On notera qu'une certaine entrée qui est connectée à un sélecteur de partie dans l'étape A sur son multiple peut obtenir une connexion avec l'un quelconque des 10 sélecteurs dans une ligne verticale dans l'étape B. Chacun de ces sélecteurs a accès à 10 sorties. De cette manière, chaque sortie a la possibilité d'accéder à l'une des 100 sorties.

Néanmoins, le lien entre les marches A et B, par lequel une sortie libre peut être atteinte, peut être bloqué par une connexion prolongée et il se produira alors un blocage interne. Il est donc important que le processus de connexion soit exécuté de manière à ce que le risque d'un tel blocage soit faible. La sélection dans les étapes A et B est donc effectuée comme sélection restreinte, ce qui signifie qu'un sélecteur A ne peut être connecté qu'à un sélecteur B ayant accès à une sortie libre. Comme on le verra dans ce qui suit, d'autres mesures sont également prises pour réduire le blocage interne afin que son influence soit légère. Néanmoins, il est incontestable qu'un tel processus de connexion n'atteint pas la même efficacité qu'une sélection ordinaire avec une accessibilité totale et qu'il faut augmenter légèrement le nombre de dispositifs de connexion pour arriver à la capacité du sélecteur ordinaire à gérer le trafic.

La méthode de désignation évoquée ci-dessus implique des figures assez compliquées et peut avantageusement être remplacée par la méthode de désignation simplifiée suivante, qui donne les mêmes informations mais facilite la présentation de différents groupements.

En cela, la désignation **o** pour le courant d'appareil ou de circuit dans la pratique du télétravail est prise comme base. Dans le cas où le dispositif est constitué d'un sélecteur d'unité (pont), il est muni d'un repère indicateur **o** ou avec un tiret au dessus, ou à gauche, la direction du repère pointant vers l'endroit du schéma où se trouvera le multiple du sélecteur. Un certain nombre de sélecteurs qui ont le même multiple sont alignés les uns avec les autres, par ex. **o-o-o**, et le commun multiple se trouvera dans le sens.

Le processus de connexion illustré sur la figure 5 est dessiné sur la figure 6b avec ce nouveau symbole. L'étape A4 dans ce cas comprend 100 sélecteurs d'unité répartis en 10 rangées verticales de 10 sélecteurs chacune. Chacune de ces rangées verticales correspond au sélecteur à barre transversale de la figure 5. Les appareils connectés aux multiples de 4 appareils sont constitués des sélecteurs d'unité de l'étape B. Dans cette étape, chaque rangée horizontale, comprenant 10 sélecteurs d'unité, est équivalente au sélecteur à barres transversales de la figure 5. De chaque verticale en A, on obtient ainsi une connexion avec un sélecteur d'unité dans chaque horizontale en B. Les sorties de l'étape B se trouvera à droite sous forme de 10 lignes pour chacune des horizontales. Les sélecteurs du pas B seront par rapport aux sélecteurs du pas A seront à un angle de 90°.

Connexions du sélecteur de groupe

Si le processus de connexion de base est utilisé comme connexion de sélecteur de groupe, une sortie vers chaque itinéraire est retirée de l'étape B à partir de chaque sélecteur de barre transversale.

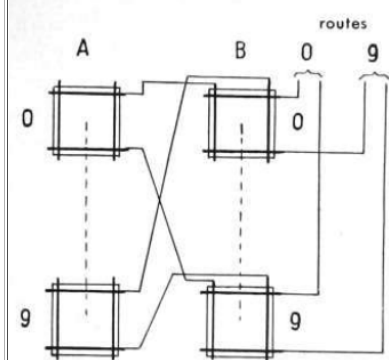


Fig. 7
Basic connecting process used as group selector (intermediate circuit connecting)

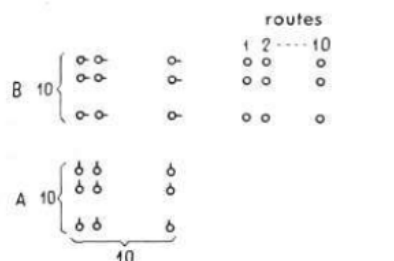


Fig. 8
Basic connecting process used as group selectors, presented in symbols

Sur les figures 7 et 8, il y a donc un total de 10 itinéraires avec 10 circuits dans chaque itinéraire.

Avec un tel processus de connexion, nous obtenons un équivalent aux sélecteurs du type Strowger qui offre bien entendu la possibilité de sélectionner sur 10 itinéraires avec 10 sorties chacun. Par rapport au processus conventionnel de connexion du sélecteur de groupe, il existe une différence : dans la première sélection (dans l'étape A), le circuit de l'itinéraire est sélectionné tandis que dans l'autre (dans l'étape B), l'itinéraire lui-même est sélectionné. Les deux sélections sont effectuées simultanément dans le marqueur.

Le processus de connexion de base utilisé comme sélecteur de groupe est appelé connexion de circuit intermédiaire. Si ce processus de connexion est construit avec 10 sélecteurs, on obtient comme unité naturelle une connexion pour 100 lignes ; Toutefois, si l'on utilise 20 sélecteurs, les unités naturelles pour la connexion seront de 400 lignes. Pour une répartition symétrique des lignes par rapport aux itinéraires dans l'étape A, le nombre naturel d'itinéraires sera respectivement dans les deux cas de 10 et 20. Comme la fonction numérique du processus de connexion est entièrement dirigée vers les marqueurs, un nombre illimité d'itinéraires peut cependant être emprunté. Comme le blocage interne au système augmente à mesure que le nombre de routes augmente, le nombre de routes auxquelles on peut accéder dépendra essentiellement du trafic qui tombe aux entrées du circuit intermédiaire de connexion. Dans les cas ordinaires, le nombre naturel de routes n'est pas dépassé. Pour tout autre nombre d'itinéraires, l'objectif devrait être d'essayer de répartir les sorties de la marche B aussi uniformément que possible sur les différents itinéraires. Les itinéraires peuvent également être de tailles différentes, ce qui serait le cas, par exemple, si dans une direction il y avait des circuits de jonction vers d'autres centraux.

Dans la connexion du circuit intermédiaire, les sélecteurs de l'étape B peuvent être divisés et les ponts qui sont connectés à un certain sélecteur de l'étape A peuvent être réunis

à la place. De cette manière, des unités plus petites constituées d'un sélecteur A et d'un sélecteur B sont formées, qui sont séparées des autres sélecteurs dans les connexions. On n'aura alors pas de multiplication dans le sens barre dans les B-sélecteurs mais chaque sélecteur a toutes les sorties dans son multiple. La connexion du circuit intermédiaire n'est pas liée aux unités naturelles de 100 ou 400 lignes mais peut être réalisée dans n'importe quelle taille souhaitée.

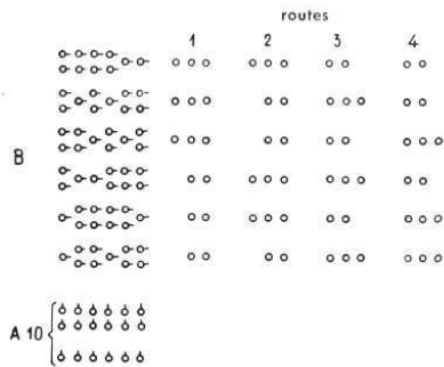


Fig. 9

La figure 9 montre une connexion de circuit intermédiaire pour 60 lignes et 4 itinéraires.

À partir d'une connexion de sélecteur A, on obtient deux ou un ponts dans chaque sélecteur dans l'étape .B. Lors de l'augmentation du nombre de circuits dans une telle unité de connexion intermédiaire incomplète, il faut modifier la répartition des liaisons entre les étapes A et B. Les sorties du raccordement n'en sont affectées qu'indirectement dans la mesure où les nouvelles sorties doivent évidemment être affectées aux différents itinéraires.

Cela peut nécessiter une redistribution des lignes sur les différentes lignes, surtout si — comme c'est souvent le cas — le nombre de lignes est en même temps augmenté.

Les différentes lignes d'un itinéraire peuvent être traquées et occupées sans discernement. On obtient alors une répartition approximativement aléatoire de l'occupation des liens entre les étapes A et B. Il y a cependant moins de blocage dans la connexion si une chasse ordonnée est introduite. Les sorties de l'étape B seront alors par exemple occupées de telle manière que les sorties d'un sélecteur inférieur dans l'ordre des nombres devraient être occupées avant les sorties des sélecteurs avec des nombres plus élevés.

Par occupation dans l'ordre, les conditions sont créées pour réaliser une graduation entre les différentes unités du circuit intermédiaire. Une telle graduation, par exemple, serait souhaitable lorsque plusieurs unités de circuit intermédiaire ont des sorties, par exemple vers un autre central. Même pour les itinéraires internes, la graduation peut être justifiée dans la mesure où les appareils sont enregistrés lors des étapes de sélection successives. Les règles ordinaires de raccordement des graduations devraient s'appliquer également aux sorties graduées des circuits intermédiaires.

Une connexion de circuit intermédiaire ordinaire est réalisée avec un nombre égal d'entrées et de sorties. Par rapport à une connexion classique avec sélecteur de groupe, il y a dans ce cas une différence certaine, car celle-ci comporte toujours plus de sorties que d'entrées. La connexion ordinaire du sélecteur de groupe est donc en elle-même extrêmement étendue. Elle est cependant rendue moins étendue, voire moins concentrée, par le raccordement partiel des sorties qui s'effectue dans les graduations. Il est parfois nécessaire d'étendre ou de concentrer les connexions du circuit intermédiaire ordinaire. Dans ce cas, une expansion devrait avoir lieu à l'étape A, tandis que la concentration devrait avoir lieu à l'étape B, car de cette manière, les blocages internes restent faibles.

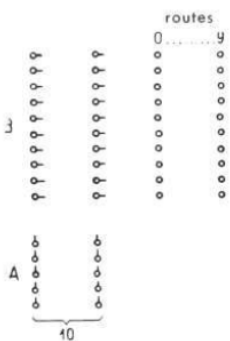


Fig. 10

La figure 10 montre une connexion de circuit intermédiaire se dilatant dans un rapport de 1 : 2, l'expansion étant entièrement confinée à l'étape A.

Dans le but d'augmenter l'utilisation, par exemple des lignes de jonction, on peut introduire une étape spéciale de commutation de ligne secondaire après l'étape du circuit intermédiaire. La commutation de la ligne secondaire peut être réalisée entièrement ou partiellement conformément à ce qui est habituel dans les systèmes à entraînement direct.

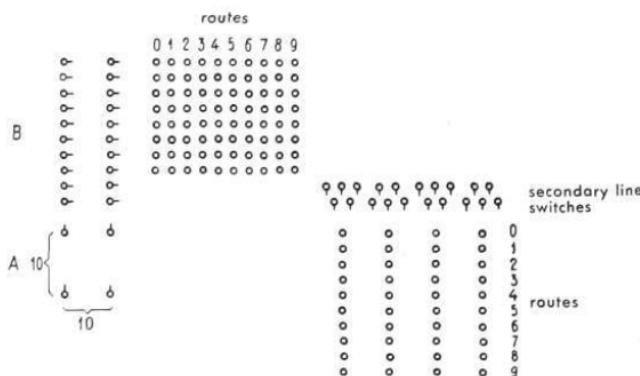


Fig 11

La figure 11 montre une telle connexion sous forme de schéma. Les sorties de l'étape B sont dans ce cas dirigées directement vers les lignes des itinéraires ou vers des commutateurs de lignes secondaires qui, dans leurs multiples, ont accès à d'autres lignes dans les itinéraires. Les sélecteurs de l'étape secondaire ne doivent être occupés que si aucun chemin praticable n'est trouvé directement vers les sorties de l'itinéraire de l'étape B. Comme les commutateurs de ligne secondaire sont réglés sur la même vitesse que les sélecteurs A et B, la disposition sera presque la même que celle des commutateurs de ligne secondaire avec pré-réglage sur ligne libre dans le système conventionnel.

Lorsque seul un petit nombre de routes est disponible, il est possible de combiner une connexion de sélecteur de groupe ordinaire et une connexion de circuit intermédiaire.

Certaines des sorties du pas A, qui sont ensuite recherchées et occupées en premier lieu, sont dirigées directement vers les itinéraires, tandis que le reste est relié via un pas B avec des circuits dans les itinéraires.

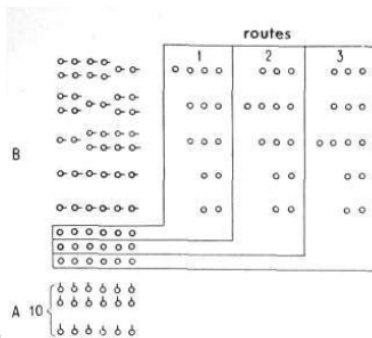


Fig. 12

La figure 12 montre une telle connexion pour 60 lignes et 3 itinéraires. Le sélecteur de l'étape A a un accès direct à un circuit dans chaque itinéraire, tandis que les autres circuits des itinéraires sont atteints via l'étape B. Dans ce contexte, l'étape B a la même fonction par rapport à l'étape A que l'étape de commutation de ligne secondaire a la même fonction par rapport à l'étape B de la figure 11.

La connexion de base utilisée comme sélecteur de groupe offre ainsi les mêmes facilités du point de vue regroupement que les sélecteurs de groupe de type classique.

Connexions pour l'étape Abonné

Les connexions utilisées dans les étapes de recherche et de sélection finale sont toutes des variantes de la connexion de base. Comme la connexion s'effectue en deux étapes, les étapes de recherche et de sélection finale peuvent être combinées en une seule étape commune, l'étape d'abonné.

Le sélecteur le plus proche des lignes d'abonné (l'étape A) sera alors utilisé pour les deux sens de trafic. Le trafic est divisé en trafic entrant et sortant dans les sélecteurs de la connexion. En rendant l'étape A entièrement commune, les sélecteurs de cette étape sont mieux utilisés, ce qui est important car les sélecteurs utilisés ont une petite capacité. En moyenne, on obtient ainsi une économie de matériau de 25 % lors de l'étape A. En outre, l'avantage est que les multiples d'abonnés ne se trouvent qu'à un seul endroit du central.

Comme base de division pour les regroupements dans l'étape d'abonné, on peut prendre la forme de l'exécution des dispositifs step/step. Par rapport à la ligne d'abonné, le sélecteur A est connecté comme présélecteur ou chercheur d'appel. Dans le premier cas, chaque ligne d'abonné se voit attribuer un pont. Dans cette dernière alternative, une ligne d'abonné est reproduite en multiples sur un certain nombre de ponts.

Lorsque chaque ligne d'abonné possède un pont, la connexion reçoit un regroupement tel que celui représenté sur la figure 13.

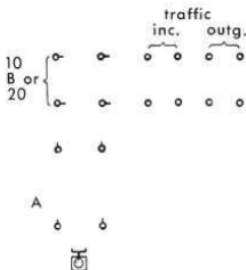


Fig. 13

La connexion coïncidera évidemment plus près avec la connexion du circuit intermédiaire représentée sur la figure 8, où les sorties sont réparties sur deux itinéraires.

Cependant, normalement, l'étape d'abonné doit également concentrer le trafic des lignes d'abonné vers les appareils relativement peu nombreux nécessaires à cet effet avec un dimensionnement normal. Cette concentration s'effectue à la fois dans les étapes A et 5. Le nombre de sorties d'un groupe SLV avec cette disposition sera évidemment entièrement régi par la capacité des sélecteurs utilisés. S'il y a 10 sélecteurs à la fois dans l'étape A et dans l'étape B, 100 sorties du groupe seront obtenues. Si au contraire 20 des sélecteurs sont utilisés, le nombre de sorties sera de 400. Dans les deux cas, celles-ci peuvent être réparties entre les sens de circulation entrant et sortant de la manière souhaitée.

La taille du groupe est caractérisée par le nombre de sorties de celui-ci. C'est pourquoi on place dans le groupe autant d'abonnés que le trafic que ceux-ci reçoivent et envoient en moyenne assurera la charge de trafic souhaitée des sorties. Dans l'étape A, le nombre de lignes dans chaque rangée verticale (colonne, figure 13) sera déterminé par le trafic que peuvent supporter les liaisons communes (10 ou 20) vers l'étape B. Le nombre de colonnes doit cependant toujours être le même, car il sera déterminé par le facteur de concentration dans l'étape B, qui dépend à son tour de la relation entre la capacité de traitement du trafic des liaisons entre les étapes A et B. Les marches B et les sorties.

L'augmentation ou la diminution du nombre de lignes dans le groupe se fait en ajoutant ou en supprimant des lignes dans les différentes rangées verticales. L'insertion des sélecteurs A dans l'étape d'abonné en tant que présélecteurs implique donc que la taille du groupe d'abonnés soit fixée de manière à ce qu'une certaine constante pour le trafic/groupe d'abonnés soit atteinte. De cette manière, la numérotation dans le central n'a aucun lien direct avec le regroupement, ce qui constitue un inconvénient du point de vue de la maintenance et de la surveillance. Les groupes d'abonnés seront assez grands — avec la connexion décrite sur la figure 13, réalisée avec 10 sélecteurs dans les deux étapes, 500 à 1 000 abonnés/groupe — de sorte que la connexion ne convient qu'aux grands centraux. De plus, le matériel utilisé dans l'étape A, au moins si le trafic/ligne d'abonné n'est pas très important, sera proportionnellement important. D'autre part, il est possible de réaliser une économie sur les relais de coupure de ligne d'abonné, car ceux-ci sont remplacés par des ponts magnétiques.

Si l'étape J est effectuée avec les sélecteurs connectés comme chercheurs sur les lignes d'abonné, on obtiendra le regroupement des appareils selon la Fig. 14.

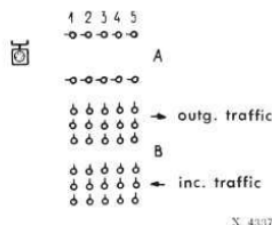
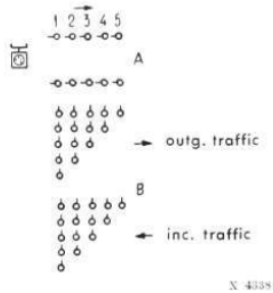


Fig. 14

Chaque rangée horizontale de l'étape A dessert 10 ou 20 lignes d'abonné, selon à la capacité du pont utilisé. Les sélecteurs B sont connectés aux sélecteurs A de telle manière qu'il y ait dans le multiple du sélecteur B un sélecteur A pour chaque 10 (20). Le groupe d'abonnés prendra avec cette exécution une certaine taille naturelle, à savoir 100 lignes à 10 sélecteurs et 400 lignes à 20 sélecteurs. Les sélecteurs de niveau B peuvent être répartis à volonté pour les deux sens de circulation. Toutefois, en principe, la division doit être effectuée conformément à la figure 14, le long d'une ligne de division au moins principalement horizontale et dans la direction indiquée sur la figure. Une ligne de séparation verticale dans l'étape B entre les appareils pour les deux sens de circulation signifierait que le trafic, même dans l'étape A, serait à sens unique, étant donné qu'une partie des sélecteurs B est alors exclusivement utilisée pour le trafic sortant tandis que le reste est mis en service pour le trafic entrant.

Tant dans l'étape A que dans l'étape B, il y a une certaine concentration. La concentration dans l'étape B doit être approximativement constante pour un trafic d'abonné variable. L'occupation par appareil dans l'étape A augmente avec un blocage constant, en fonction du nombre d'appareils par sous-groupe. Dans le même temps, le nombre de sorties dans l'étape B est augmenté de sorte que l'ensemble du groupe de sélecteurs B soit augmenté. On peut alors dans ce cas également augmenter l'occupation par appareil. Les règles de chasse et d'occupation dans les démarches d'abonnés de ce type nécessitent une attention particulière. Pour qu'un agencement selon la figure 14 fonctionne avec le moins de blocage possible, il faut veiller à ce que l'on obtienne approximativement la même occupation de toutes les colonnes dans l'étape B. Ceci est réalisé en effectuant une occupation circulante des appareils dans l'arrêt A. Le premier appel de tout le groupe occupe les appareils de la colonne 1, le deuxième appel les appareils de la colonne 2 et ainsi de suite. Si la connexion ne peut pas être établie dans la colonne qui se trouve à son tour, elle passe à la suivante en numéro supérieur et ainsi de suite. L'occupation et la chasse des appareils se font donc toujours dans le même ordre, mais le point de départ de la chasse avance d'un pas à chaque nouvel appel dans le groupe. Le même effet peut être obtenu en faisant en sorte que dans chaque sous-groupe de l'étape B l'occupation dans un certain ordre soit individuelle pour le groupe. En répartissant ainsi le trafic de

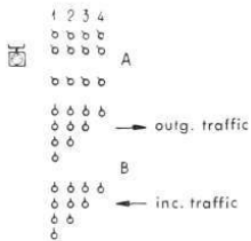
manière égale sur les colonnes de l'étape B, on réduit la probabilité d'un blocage dû au fait que les sorties libres de l'étape A n'ont pas accès aux appareils libres de l'étape B, tout en les appareils libres dans l'étape B n'ont pas d'appareils libres dans son multiple dans le sous-groupe concerné. Si les appareils de l'étape A sont occupés dans le même ordre dans tous les sous-groupes, disons dans l'ordre 1 à 5, il y aura normalement un regroupement de 1 des occupations dans la colonne 1 de l'étape B, tandis que les occupations des étapes suivantes les colonnes seront naturellement progressivement plus petites. Il devrait alors être naturel d'adapter le regroupement des échelons B à la répartition professionnelle habituelle.



La figure 15 montre un exemple d'un tel regroupement dans l'étape B. Dans la colonne 1, où l'occupation est la plus importante, il y a 10 appareils, 8 dans la colonne 2 et ainsi de suite jusqu'à la colonne 5 où seulement 2 appareils ont été installés. Le regroupement dans l'étape B sera donc basé sur un modèle similaire. idée qui a conduit aux graduations ordinaires. La répartition des dispositifs de cette manière a donc été désignée par étape B graduée.

L'étape B graduée avec occupation dans l'ordre donnera probablement à peu près le même blocage qu'une étape B avec une répartition uniforme des appareils (et du trafic) sur les différentes verticales, mais elle présente l'inconvénient que les multiples de l'étape B être de longueurs différentes. La répartition uniforme des appareils permet également d'obtenir des marqueurs plus simples.

Dans ce qui précède, il a été supposé que l'étape A est construite avec des multiples droits, c'est-à-dire que chaque ligne d'abonné des dizaines et des vingtaines se voit attribuer un certain nombre de ponts et les lignes vers ces ponts sont disposées de la même manière dans les différents ponts. De cette manière, on obtient la possibilité de réaliser une connexion à fil nu dans les multiples ponts. Dans le but d'arriver à un lissage des variations de trafic entre les différents sous-groupes (10 ou 20) constituant un groupe d'abonnés, il est possible d'insérer les multiples d'abonnés de différentes manières dans les différents dispositifs de l'étape A. De tels multiples sont désignés conformément à la figure 16 avec les signes d'appareil ordinaires mais avec des traits indicateurs inclinés par rapport aux directions multiples.



Le multiplication est dite « transposée » et l'exécution est visible sur la Fig. 17. La figure montre une multiplication transposée pour 500 lignes pour 5 sélecteurs.

unit figures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	bridge 0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	» 1
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
ten figures	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	selector 1
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	bridge 9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	
	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	
	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	
	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	selector 2
	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	
	6	7	8	9	5	6	7	8	9	5	
	7	8	9	5	6	7	8	9	5	6	
	8	9	5	6	7	8	9	5	6	7	
	9	5	6	7	8	9	5	6	7	8	
	0	2	4	1	3	0	2	4	1	3	
	1	3	0	2	4	1	3	0	2	4	
	2	4	1	3	0	2	4	1	3	0	
	3	0	2	4	1	3	0	2	4	1	
	4	1	3	0	2	4	1	3	0	2	selector 3
	5	7	9	6	8	5	7	9	6	8	
	6	8	5	7	9	6	8	5	7	9	
	7	9	6	8	5	7	9	6	8	5	
	8	5	7	9	6	8	5	7	9	6	
	9	6	8	5	7	9	6	8	5	7	
	0	3	1	4	2	0	3	1	4	2	
	1	4	2	0	3	1	4	2	0	3	
	2	0	3	1	4	2	0	3	1	4	
	3	1	4	2	0	3	1	4	2	0	
	4	2	0	3	1	4	2	0	3	1	
	5	8	6	9	7	5	8	6	9	7	selector 4
	6	9	7	5	8	6	9	7	5	8	
	7	5	8	6	9	7	5	8	6	9	
	8	6	9	7	5	8	6	9	7	5	
	9	7	5	8	6	9	7	5	8	6	
	0	4	3	2	1	0	4	3	2	1	bridge 0
	1	0	4	3	2	1	0	4	3	2	» 1
	2	1	0	4	3	2	1	0	4	3	
	3	2	1	0	4	3	2	1	0	4	
	4	3	2	1	0	4	3	2	1	0	
	5	9	8	7	6	5	9	8	7	6	selector 5
	6	5	9	8	7	6	5	9	8	7	
	7	6	5	9	8	7	6	5	9	8	
	8	7	6	5	9	8	7	6	5	9	
	9	8	7	6	5	9	8	7	6	5	bridge 9
unit figures	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Fig. 17
Example of the arrangement of the subscriber lines in the A-step multiples on transposition

Dans tous les sélecteurs, les numéros d'abonnés ayant le même chiffre unitaire sont tous compris sur le même numéro de barre. Les lignes sont comprises dans le sélecteur 1 de la manière habituelle, avec les dizaines prises pour ponter 0, les dizaines 1 pour ponter 1 et ainsi de suite. Dans le sélecteur 2 un décalage des lignes a été introduit pour que le pont 0 comprenne les lignes 00, 11, 22, 33, 44, 05, 16, 27, 38, 40, 1 ponte les lignes 10, 21, 32, 43, 04, 15, 26, 37, 48, 49 et ainsi de suite. Dans le sélecteur 3 le pont 0 a les lignes 00, 21, 42, 13, 34, 05, 26, 47, 18, 39, dans le sélecteur 4 les lignes 00, 31, 12, 43, 24, 05, 36, 17, 48, 29 et dans le sélecteur 5 les lignes 00, 41, 32, 23, 14, 05, 46, 37, 28, ig. Il y a ainsi rassemblés dans chaque sélecteur autant que possible des lignes sur les différents ponts qui n'ont pas de ponts communs dans les autres sélecteurs. On en obtient

un bon lissage des variations d'intensité du trafic entre les différentes dizaines.

Cette connexion peut être considérée comme une graduation idéale.

L'avantage par rapport à l'exécution avec multiple simple est toutefois quelque peu réduit par le fait que lors du calcul du blocage avec multiple simple, il faut tenir compte de la probabilité que les nouveaux appels dans les petits groupes d'abonnés considérés — 10 ou 20 lignes — diminuent avec l'occupation du groupe. De plus, la transposition implique une complication en termes de recherche de fautes, car le marqueur sera plus compliqué et l'étape A ne pourra pas être effectuée avec une multiplication directe

Une exécution alternative de la transposition serait plus adéquatement décrite comme une « torsion ». Dans ce cas, les multiples d'abonnés dans les différents sélecteurs voient leurs directions modifiées 90°, 45° et 135°, avec pour effet dans le premier cas que les deux barres transversales changent de place et dans le second cas que les lignes soient alignées avec les diagonales. dans la configuration multiple originale comme points de départ.

Lorsqu'il y a transposition dans l'étape A, il faut, pour bénéficier de tous les avantages de la transposition, faire une chasse d'ordre. Cela signifie qu'il faut avoir obtenu un diplôme en 5 étapes. La graduation en 5 étapes ne sera cependant pas la même que si l'on avait un multiple droit, car un déplacement des appareils vers les rangées verticales auparavant situées dans le sens de chasse doit avoir lieu.

Dans le but de sauvegarder des appareils dans l'étape -B, l'étape -/- peut être partiellement dirigée. On obtient alors un schéma de connexion selon la figure 18.

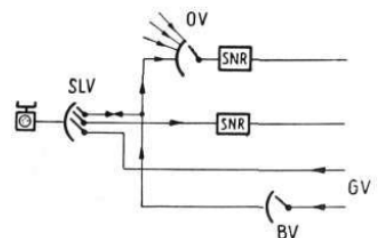


Fig. 18
Subscriber step with partial B-step
and graduating in the A-step

BV secondary switch
GV group selector
OV overflow selector
SLV subscriber step
SNR connecting circuit relay set

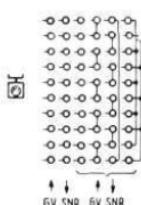


Fig. 19
Example of the connection in the
A-step in Fig. 18

GV group selectors
SNR connecting circuit relay set

L'étape d'abonné comprend des sélecteurs pour le trafic sortant, entrant et bidirectionnel. Les sélecteurs sortants sont connectés directement aux jeux de relais du circuit de connexion (GV 1), tandis que les entrants sont directement placés dans le sélecteur de groupe multiple. Les sélecteurs bidirectionnels reçoivent pour le sens du trafic sortant une étape de sélection OV, qui est commune à un certain nombre de groupes d'abonnés.

Pour le trafic entrant, les sélecteurs bidirectionnels dans SLV sont placés dans le multiple lors de l'étape de sélection BV.

La figure 19 montre le regroupement dans l'étape d'abonné.

Les deux premiers appareils de chaque sous-groupe transportent respectivement uniquement le trafic entrant ou sortant, tandis que les quatre derniers transportent le trafic dans les deux sens. Les appareils de l'étape SLV sont connectés selon une graduation selon la figure. Les appareils recherchés en premier ont une capacité = au groupe d'abonnés et transportent du trafic à sens unique ; ceux qui suivent le processus de chasse ont la même capacité mais une circulation dans les deux sens. Viennent ensuite les appareils à double capacité et enfin les appareils à capacité égale à 5 fois la capacité de base. En raison du nombre relativement important d'appareils nécessaires pour obtenir une bonne graduation, cette connexion ne peut être utilisée que lorsque le trafic par ligne d'abonné est élevé.

La construction du centre

Les centraux constitués de sélecteurs crossbar sur le système de circuit de dérivation sont constitués d'une étape d'abonné et d'un certain nombre d'étapes de sélection de groupe.

Le nombre d'étapes de sélection de groupe est déterminé par la capacité souhaitée pour l'échange.

Si 10 sélecteurs sont utilisés et que SLV A est utilisé comme chercheur, la taille du groupe d'abonnés sera de 100 et le nombre naturel de routes pour la connexion du circuit intermédiaire sera de 10. On obtiendra alors, comme avec les systèmes décimaux ordinaires, une capacité de 1 000 lignes pour une étape de sélection de groupe, 10 000 lignes pour deux étapes de sélection de groupe, etc. Avec 20 sélecteurs, le groupe d'abonnés sera de 400 lignes et le nombre naturel de routes dans la connexion du sélecteur de groupe sera de 20. La capacité augmentera ensuite avec des puissances de 20, à mesure que d'autres étapes de sélection de groupe seront ajoutées. Avec une étape de sélection de groupe, la capacité sera de 8 000 lignes, avec deux étapes de 160 000 lignes.

Lors de la connexion de la dernière étape de sélection de groupe à l'étape d'abonné, les blocages internes présents dans l'étape de sélection de groupe collaboreront, dans certains cas au moins, défavorablement avec les blocages internes de l'étape d'abonné.

De cette façon, il y aura un blocage supplémentaire. Dans le but de supprimer ce blocage supplémentaire, on insère entre le dernier étage de sélection de groupe et l'étape d'abonné un étage de sélection non numérique, constitué d'un pont de sélection à barres transversales par sortie, qui produit une accessibilité totale ou quasi totale entre le groupe. les sorties du sélecteur et les entrées des marches de l'abonné.

Comme il y a une recherche d'ordre dans l'étape de sélection de groupe, la commutation secondaire peut éventuellement être rendue partielle, les sorties de l'étape de sélection de groupe qui sont occupées en premier sont dirigées directement vers les sélecteurs J5 de l'étape d'abonné (ligne pointillée sur la figure 20). Il n'est évidemment pas nécessaire d'introduire des commutateurs secondaires pour le trafic sortant, car le circuit de connexion sur lequel l'appel arrive n'a aucune importance. Pour une raison similaire, il est également inutile de connecter des interrupteurs secondaires entre les sélecteurs de groupe.

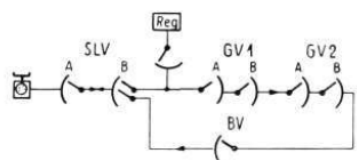


Fig. 21
Distribution diagram for crossbar system exchange with subscriber step, two group selector steps and secondary switch step

BV secondary switch
GV₁ group selectors
GV₂ group selectors
SLV subscriber step

La figure 21 montre un exemple d'un schéma de distribution pour un central avec une étape d'abonné et deux étapes de sélection de groupe (également un commutateur secondaire).

Les registres sont connectés via un chercheur aux liaisons entre l'étape d'abonné et GV 1. Le commutateur secondaire est inséré entre GV 2 et l'étape d'abonné. Lorsqu'un abonné appelle, il est connecté via SLV A, SLV B et l'appareil de recherche de registre à un registre. L'enregistreur émet la tonalité et reçoit le numéro que l'abonné compose.

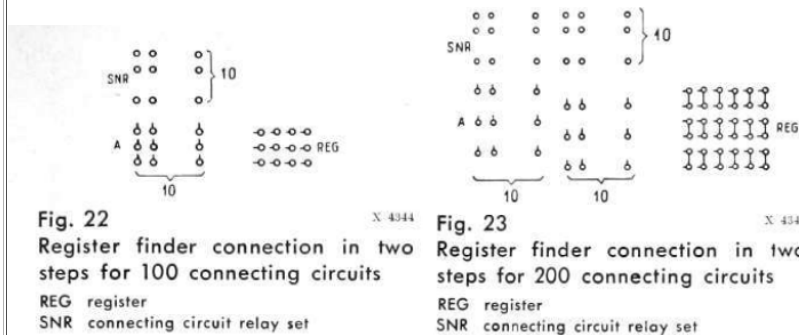
Lorsque le numéro entier a été composé, la connexion est établie à partir de la liaison utilisée entre l'étape d'abonné et le GV 1 vers l'abonné recherché. Les ensembles de relais pour l'alimentation en courant des abonnés, la sonnerie, la comptabilisation des appels, etc. (ensembles de relais de circuit de connexion) peuvent être installés à n'importe quel endroit de la chaîne de connexion. Il est conseillé de les placer là où le plus petit nombre est requis, par exemple entre GV 1 et GV 2. Sinon, le chemin de connexion ne contient pas de jeux de relais mais uniquement des aimants de maintien pour les ponts qui sont mis en service comme relais de ligne et de coupure.

Enregistrer les appareils connectés

Le commutateur crossbar est utilisé depuis longtemps pour connecter les registres aux circuits de connexion, par exemple, dans les systèmes à 500 sélecteurs. Pour cela il est habituel d'équiper chaque registre d'un interrupteur crossbar de 100 lignes dans le multiple duquel ont été placés les circuits de connexion. Chaque centaine de circuits de connexion a alors reçu un groupe de registres commun.

Le commutateur crossbar convient parfaitement comme dispositif de connexion de registre car il fonctionne rapidement et peut recevoir un nombre illimité de pôles.

L'utilisation de matériel sera cependant assez considérable si chaque registre doit être équipé d'un commutateur crossbar. En réalisant le dispositif de connexion de registre en deux étapes, on peut obtenir une économie appréciable de matière et d'espace.



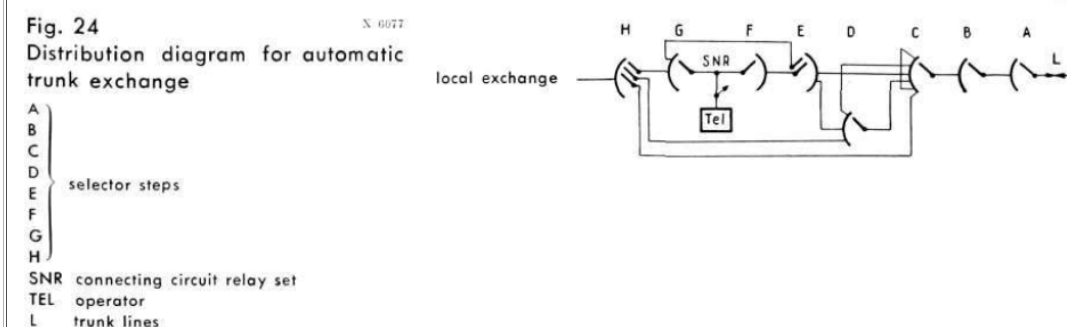
Un exemple d'une telle connexion est illustré par la figure 22. Un groupe de circuits de connexion de 100 SNR est desservi par un groupe de registres de 8 à 12 registres. Dans l'exemple sélectionné, chaque sous-groupe de 10 circuits de connexion aura accès à trois appareils à l'étape -1! du chercheur de registre. Les appareils de l'étape 5 sont connectés en permanence aux registres et sont répartis en trois groupes, correspondant aux trois appareils que possède chaque circuit de connexion à 10 groupes dans l'étape A. La connexion doit être faite de telle manière qu'une charge uniforme sur les différents groupes de registres soit obtenue, ce qui entraînera le moindre blocage dans la connexion. On obtient ainsi une économie d'environ 65 % en matière de matériel pour le dispositif de connexion des registres. Si l'on souhaite encore économiser davantage dans les registres, 200 circuits de connexion peuvent être assemblés en un seul groupe, le diagramme ayant alors l'apparence montrée sur la Fig. 23. En principe, l'étape B fonctionne dans la connexion sur deux étapes B connectées côte à côte, côté selon la Fig. 22.

Échanges de lignes automatiques

Les commutateurs Crossbar conviennent particulièrement bien comme dispositifs de connexion dans les centraux automatiques en raison de leur bonne fiabilité de contact, de leur rapidité et du fait qu'un nombre illimité de pôles peut être disposé. Ces centraux devraient être construits pour un blocage relativement faible, car les lignes qu'ils desservent sont coûteuses. De plus, le trafic est toujours élevé sur les lignes car toujours bien utilisées. En matière de regroupement, les échanges se construisent selon le principe du circuit intermédiaire, généralement en plusieurs étapes. Pour obtenir un faible blocage, les circuits intermédiaires sont rendus très expansibles. Il est également possible d'insérer dans la connexion des échelons de sélection supplémentaires qui ont le caractère de commutateurs secondaires sans être liés à un itinéraire particulier. Ces commutateurs secondaires

peut être lié à l'économie dans une large mesure.

Un exemple de configuration d'un central interurbain partiellement desservi par l'opérateur est présenté sur la Fig. 24.



Le trafic interurbain initié dans le central local est supposé ici être géré par les opérateurs qui disposent des circuits de connexion SNR. Le central local est atteint via les étapes de sélection G et H. L'accès aux circuits interurbains se fait via les étapes de sélection F, E, (D), C, B, A. L'opérateur peut également établir des appels de transit, pour lesquels le route entre G et E est utilisée. L'adaptation aux charges des différents itinéraires de trafic peut être obtenue par une connexion appropriée des sorties de l'étape de sélection C. Le nombre d'étapes de sélection dans un tel central dépendra principalement de la capacité de ligne du central.

Le commutateur crossbar a également trouvé un emploi dans la connexion de répéteurs de circuits à cordon dans les échanges interurbains manuels et automatiques. Chaque répéteur se voit alors attribuer un sélecteur pour ses deux côtés de connexion. Ces sélecteurs doivent avoir une capacité égale au nombre de lignes qui doivent être amplifiées. Dans ce cas également, il est possible de réaliser une économie considérable de dispositifs de connexion en disposant les dispositifs de connexion en deux étapes. Des principes similaires à ceux appliqués pour l'appareil de connexion de registres sont alors appliqués.

En 1945, un modèle nouveau de *Swedish Televerket* de **ERICSSON** a été installé, ce qui a permis d'augmenter la capacité du commutateur du modèle A204, en voici la description publiée en 1945 dans la revue Ericsson.

Aux USA :

Vers le milieu des années 1920, les coûts élevés de fabrication, d'installation et d'entretien des commutateurs **PANEL** continuaient d'être étudiés par **AT & T** pour les grandes villes, mais les chercheurs n'ont pas été en mesure de produire une conception plus rentable.

Alors, en 1930, W. R. Mathies, de la division de recherche et développement d'AT & T, maintenant connue sous le nom de **Bell Telephone Laboratories**, se rendit en Suède et y vit les sélecteurs **CROSSBAR** utilisés dans les centres ruraux.

Convaincu que de tels sélecteurs pourraient être adaptés à de grands commutateurs, Mathies a fait **reprendre le travail à son groupe**.

Après avoir rejeté l'idée de simplement remplacer les sélecteurs Panel existants, ils ont développé, à partir de 1934, un commutateur à **barres transversales**, entièrement nouveau pour usage urbain, **le crossbar n° 1**. 1XB d'ATT

Les deux premiers commutateurs crossbar sont entrés en service en 1938 à New York.

Ces caractéristiques rendent le commutateur très adaptable, facile à modifier pour les nouvelles applications et l'ajout de périphériques pour de nouvelles fonctionnalités.

Ainsi, il s'est avéré facile pour Bell Labs d'adapter le commutateur crossbar pour l'utiliser comme premier commutateur automatique dans le réseau longue distance. Un bon exemple ATLANTA, de l'évolution du téléphone aux USA, est racontée sur le site [Web Atlanta Telephone History](#).

En 1943 Le premier **crossbar longue distance**, à barre transversale n° 4, a été installé à **Philadelphie** en Pennsylvanie.

Quatre supplémentaires ont été installées dans d'autres zones métropolitaines au cours des cinq années suivantes.

Nouvelles versions du commutateur crossbar: Bell Labs a également réaménagé le système à barre transversale en centre plus petit pour être utilisé dans les banlieues et autres zones non urbaines, où il a remplacé les anciens centres Strowger pas à pas.

Ce nouveau **commutateur, la barre transversale n° 5**, est entré en service à **Media**, en Pennsylvanie, en 1948 et a été le premier à être conçu et installé avec un prétraducteur intégral pour la numérotation des appels longue distance.

Retardés par la Seconde Guerre mondiale, plusieurs millions de lignes urbaines **IXB** ont été installées à partir des années 1950 aux États-Unis

Au cours des années suivantes, le système Bell a déployé des centres no 5 et aussi des versions pour d'autres pour des compagnies de téléphone indépendantes. Des pré-traducteurs ont également été ajoutés aux n° 1.

Le crossbar n° 1 est resté largement cantonné aux États-Unis,

Les laboratoires Bell ont repensé le système pour en faire un commutateur plus petit, le n°5, destiné aux centraux de banlieue et autres centraux non urbains, où elle rei les commutateurs pas à pas. Ce nouveau commutateur, la barre transversale n° 5, a été mis en service à Media, en Pennsylvanie, en 1948. Il a été le premier à être conçu et installé avec un pré-traducteur intégré pour la composition des appels longue distance. Le premier appel longue distance composé par un client aux États-Unis a été effectué en 1951 entre un téléphone relié à une nouvelle barre transversale n° 5 à Englewood, dans le New Jersey, et un autre à Alameda, en Californie. Au cours des années suivantes, le système Bell a largement déployé les barres transversales n° 5, et des versions ont été produites par d'autres pour des compagnies de téléphone indépendantes. Des pré-traducteurs ont également été ajoutés aux systèmes n° 1.

La conception du n° 5 s'est avérée avoir un intérêt considérable dans le monde, et, à partir du milieu des années 1950, les fabricants partout dans le monde ont commencé à produire leurs propres Commutateurs crossbar adaptés des modèles américains.

Dans les années 1970, il était clair que les jours du commutateur électromécanique étaient comptés, car en 1965, AT&T avait installé le premier commutateur électronique, **l'ESS** (Electronic Switching System) n°1, dans un central local à Succasunna, dans le New Jersey. (L'ESS n°1 était un commutateur électronique analogique ; les commutateurs téléphoniques numériques sont arrivés plus tard.) Comme ses opérations n'impliquaient aucun mouvement mécanique, les commutateurs électroniques étaient plus rapides et plus faciles à entretenir. Et comme les commutateurs électroniques étaient essentiellement des ordinateurs à usage spécial, ils étaient plus flexibles et pouvaient permettre des fonctionnalités avancées telles que l'appel en attente. Mais au cours de sa longue histoire, les commutateurs électromécaniques automatiques, en réduisant les coûts, en diminuant les besoins en main-d'œuvre et en augmentant l'efficacité, ont joué un rôle majeur en faisant du téléphone une technologie largement répandue, presque omniprésente.

Commutateurs Crossbar Ericsson ARF et ARM

ARF An LME type crossbar exchange for local area switching.

ARK An LME type of crossbar exchange for small exchanges. Maximum size is 2000 lines.

ARM An LME type of crossbar exchange equipped with four wire switching for secondary and higher switching centres.

I. City Exchanges

- ARF 10** is a register controlled system designed for medium-sized and large telephone plants.
- ARF 50** is a system working on a modified step-by-step principle, specially designed for interwork with the German Post Office (Bundespost) step-by-step system. The system is also well adapted for independent exchanges of various sizes.
- ARF 51** has the same features as ARF 50, but is designed for inter-work with the British Post Office step-by-step system.
- ARF 90** is a register controlled system specially adapted to the conditions in Rotterdam, Netherlands.

II. Community and Rural Exchanges

- ARK 312** is an exchange type for terminal exchanges with a capacity of up to 60 subscriber's lines.
- ARK 314** is intended for terminal exchanges with a capacity of 60-180 subscriber's lines.
- ARK 315** is intended for terminal exchanges with a capacity from 100 up to about 1200 subscriber's lines.
- ARK 335** is intended for small group and zone centres. The subscriber capacity is about the same as for the type ARK 315.
- ARK 375** is intended for small local exchanges interworking with system ARF 10

III. Trunk, Toll and Transit Exchanges

- ARM 10** is a trunk exchange specially adapted to the conditions in Rotterdam, Netherlands.
- ARM 20** is intended for large and medium-sized trunk exchanges.
- ARM 501** is intended for small toll, trunk and transit exchanges with a capacity of 40 - 200 lines.
- ARM 502** is intended for toll, trunk and transit exchanges with a capacity of 100 - 1600 lines.
- ARK 323** is a transit exchange specially adapted to the conditions in Netherlands.

Ericsson, a livré les systèmes AGF (en principe le même système piloté par machine qu'en Suède, mais avec une division différente du multiple), **ARF** (système de sélection de coordonnées pour les grandes stations), **ARK** (système de sélection de coordonnées pour les stations rurales), **ARM** (stations de transit et distantes avec sélecteur de coordonnées), **AKF** (système de sélection de code pour les stations locales et de groupe de réseau), **ARE** (système ARF modernisé avec registre électronique) **AKE** (système de sélection de code contrôlé par ordinateur pour les grandes stations de transit) et le système **AXE** actuel.

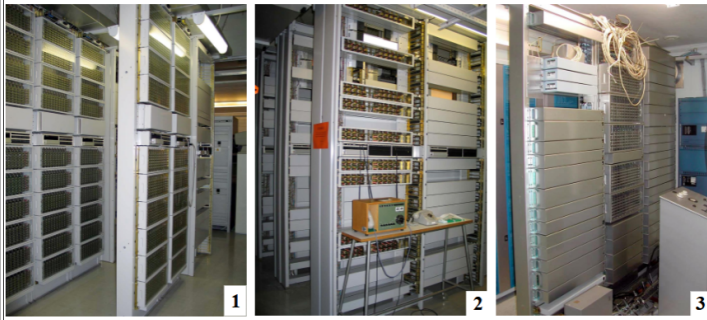
En Finlande La première installation ARF au monde a été mise en service à **Helsinki en 1950**, lorsque le réseau devait être étendu et que Siemens n'était pas encore en mesure de fournir des équipements en raison de la Seconde Guerre mondiale.

Un réseau national automatique à distance a été construit sous les auspices de l'État, principalement dans les années **1960 et 1970**, avec une prédominance de stations distantes de type **ARM 20 d'Ericsson**.

Le système électromécanique le plus important du pays en termes de nombre de lignes était sans aucun doute l'ARF/ARE, avec au plus environ 845 000 lignes installées réparties sur environ 200 centraux téléphoniques.

Le système ARF était disponible en deux variantes principales, le système **ARF 50** utilisé à Helsinki sans registres centraux et avec une tension de fonctionnement de 60 V, qui pouvait coopérer directement avec le système entraîné pas à pas, et le système **ARF 10**, qui avait des registres centraux et une tension de fonctionnement de 48 V. Différentes variantes utilisaient la signalisation de boucle décadique rapide, la signalisation de code instantanée et la signalisation de code à tonalité forcée (MFC).

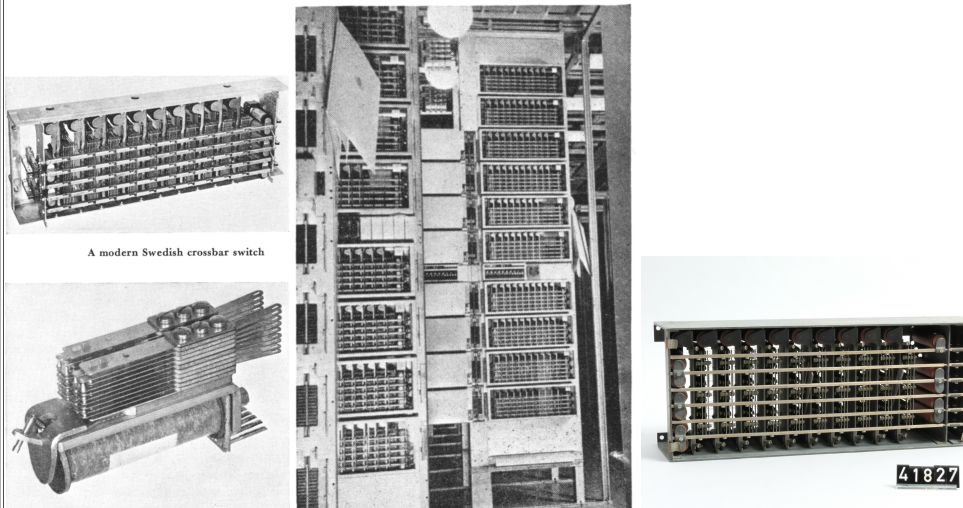
Les centraux téléphoniques électromécaniques ont disparu dans les années 1990 lorsqu'ils ont été remplacés par des systèmes numériques. La dernière station terminale ARK avec sélecteurs de coordonnées a probablement été mise hors service à Kurikka en Ostrobotnie dans la zone Vasa Läns Telefon Ab le 2 juin 1999



1. Del av GV-steget i ARF-stationen i Moisio, Åbo
2. Snörlinjestativ med provpall i ARF-stationen i Moisio, Åbo. De genomskinliga reläsatshuvorna är ej original
3. ARK314-landsväxeln i Geta, Åland
4. TuN HDW-stationen i Koljola, Nousis.

En 1950, la société suédoise **Ericsson** a développé ses propres versions des systèmes pour le marché international.

Au début des années 1960, les ventes de commutateurs à barre transversale de la société ont dépassé celles de l'autre système **Ericsson rotatif LME 500**, en termes de nombre de lignes.



Sélecteur (Tekniska musée)

En Grande Bretagne Les centraux d'essai installés à Templestowe, dans l'État de Victoria, et à Sefton, en Nouvelle-Galles du Sud, utilisaient un modèle appelé **ARF 51**, fonctionnant comme un système pas à pas utilisant des commutateurs crossbar.

En Australie L'offre de LME pour le crossbar comprenait des centraux terminaux **ARF**, des centraux de petite ligne **ARM série 50**, des centraux de grande ligne **ARM série 20**, des centraux de petite ligne **ARK (M)** et, apparemment ajoutés pour répondre aux besoins spécifiques de l'APO, des tandems ARF et des centres mineurs ARK. Les blocs de commutation de tous ces types de centraux étaient utilisés depuis un certain temps, principalement avec des techniques de signalisation CC et dans des réseaux à registres contrôlés, mais, bien que LME évoluât vers la signalisation MFC, les détails n'étaient pas encore finalisés. L'APO et le LME, utilisant initialement des ressources suédoises, puis développant ensuite une expertise considérable en Australie, ont collaboré au développement des versions MFC de la barre transversale. Le résultat a été un système parfaitement adapté aux besoins australiens, doté de la flexibilité nécessaire pour satisfaire aux exigences d'autres pays. Au cours de ce processus, le système a subi d'importantes modifications.

Les propositions comprenaient une version d'**ARF** pour les réseaux des capitales, une autre pour les centraux de grands pays, **ARK** pour les centraux de plus petite taille et **ARM** pour la commutation interurbaine.

Ces types de centraux crossbar utilisent des relais et des commutateurs similaires, mais diffèrent considérablement en termes de techniques de jonction et de contrôle internes. L'ARF 51 n'a pas été utilisé, et aucun autre central de ce type ne sera acheté.

Le central d'essai de Toowoomba est un modèle appelé **ARF 10**, utilisant un registre central et un code D0 pour la signalisation interne à haut débit. Ce modèle a été modifié pour intégrer une méthode de signalisation à haut débit utilisant un code de fréquence multivoie, et tous les futurs équipements destinés à l'Australie incluront une signalisation multifréquence entre les registres, et entre les registres et les ensembles de contrôle de marqueurs.

Deux types de centraux **ARK** sont utilisés en Australie : ([voir le document](#))

L'**ARK 51** est conçu sous la forme d'une unité de 30 lignes. Il peut être étendu de 30 unités supplémentaires jusqu'à un maximum de 90 lignes.

L'**ARE 52** a une capacité initiale de 100 abonnés et peut être étendu à 2 000 abonnés.

Ces centraux sont conçus pour un fonctionnement normal avec un **central parent ARM** où les registres de contrôle sont centralisés. Cependant, un fonctionnement avec d'autres types d'équipements de central parent est possible.

Il existe deux types de centraux ARM : l'**ARM 50** pour les petites installations et l'**ARM 20** pour les très grands centres de commutation.

Un développement considérable était nécessaire pour répondre aux besoins des APO, et LME et l'APO ont joué un rôle important dans ce processus.

Afin d'acquies une première expérience avec les équipements crossbar, un contrat a été attribué pour l'installation d'un central ARF 101 avec signalisation CC à Toowoomba, dans le Queensland, où les problèmes d'interfonctionnement seraient limités. Il a été mis en service en 1960, trois ans avant la mise en service du premier central **ARF 102** avec signalisation MFC en mai 1963. Le nouveau système ARF était codé ARF102 et, bien qu'il ait été développé à partir du type **ARF101**, il était à bien des égards un système nouveau.

Les principales modifications étaient les suivantes :

- Fourniture d'un fil supplémentaire (fil UHE 'C') via les sélecteurs de groupe pour fournir un chemin de signal entre FIR et FUR et permettre aux ensembles de relais d'être réglés en fonction du type de connexion.
- Éliminer le délai de sonnerie de la partie B défini par LKR en ajoutant cette fonctionnalité aux ensembles de relais FIR et SR.
- Offrir beaucoup plus de capacité d'analyse et transférer l'analyse de l'étape Reg-L à l'étape IGv.

- Ajout d'une fonction « place d'attente » à l'IGV afin de réduire les délais après numérotation.
- Ajout d'une fonction d'envoi décadique au Reg-L et au Reg-I au lieu de fournir un registre de conservation du signal (Reg-U) à l'interface étape par étape.
- Produire une étape IGV différente avec une plus grande flexibilité dans l'allocation de disponibilité et des installations de routage alternatives plus étendues
- Augmentation du nombre de fréquences arrière de trois à cinq, permettant 10 signaux différents.
- Conception du code de signalisation MFC pour permettre les signaux supplémentaires nécessaires à l'analyse dans l'étape GV et la signalisation décadique à partir de registres. Deux nouvelles configurations d'étape SL ont été fournies pour les abonnés à très haut débit d'appel et un marqueur d'étape SLK plus rapide a été développé.

Fin 1963, les conceptions achevées en Australie comprenaient des centraux terminaux ARF pour les réseaux métropolitains et ARK-D pour les centraux nationaux jusqu'à environ 1 400 lignes. Les centraux nationaux plus importants pouvaient utiliser l'ARF métropolitain et, bien qu'une conception moins élaborée pour les zones rurales ait été prévue, ce n'était pas un besoin urgent. La priorité de conception fut alors donnée à l'ARM, et en particulier aux parties de celui-ci devant établir un STD complet depuis les capitales. L'Administration avait précédemment exprimé son intérêt pour un sélecteur de groupe à trois niveaux pour une plus grande disponibilité et les travaux de développement nécessaires furent entrepris localement, avec une contribution majeure de NMH Smith. Initialement, il était prévu d'utiliser l'ARM pour tous les centres de commutation interurbains, à l'exception de quelques petits centres mineurs pour lesquels une conception ARK523 avait été proposée. Au fur et à mesure de l'avancement de la conception de l'ARM, le coût initial augmenta considérablement et des alternatives furent recherchées pour les petits centres mineurs, notamment l'étude de l'ARK523, mais sa capacité de trafic limitée se révéla inadaptée. L'attention a ensuite été portée sur la possibilité d'utiliser l'ARF comme centre mineur, en s'appuyant sur un centre secondaire de l'ARM pour entreprendre les tâches plus complexes.

...

INSTALLATIONS PILOTES DE CENTRAUX ARK CROSSBAR

En 1959, la Poste australienne a adopté le système crossbar fourni par L. M. Ericsson de Stockholm, en Suède, comme future norme pour les centraux départementaux australiens. Ce système utilise trois principaux types d'équipements de commutation automatique :

Il existe l'ARM pour les principaux centres de commutation interurbains, l'ARP pour les centraux métropolitains et les grands centraux nationaux, et l'ARK pour les centraux nationaux plus petits.

Chaque type est subdivisé en fonction des applications. Par exemple, parmi les équipements ARK, on trouve les centraux ARK 511, ARK 521 et ARK 523.

Le plus petit central ARK est l'ARK 511, qui dispose d'une capacité maximale de 90 lignes d'abonnés et de sept jonctions, tandis que l'ARK 521 compte 2 000 lignes d'abonnés et environ 130 jonctions, selon les besoins du trafic local.

L'ARK 511 et l'ARK 521 sont des centraux terminaux sans possibilité de commutation de transit.

Cependant, cette possibilité est offerte. Dans l'équipement ARK 523, qui combine un ARK 521 et un étage de commutation de transit.

Cet article décrit les équipements ARK 511 et ARK 521.

Il sera notamment fait référence à un central **ARK 511** installé à *Reeves Plains* et à un central **ARK 521** installé à *Gladstone*, tous deux en Australie-Méridionale. Le central de Gladstone, d'une capacité initiale de 300 lignes, a été mis en service le 30 novembre 1963. Il s'agissait du premier central ARK mis en service en Australie. Ces deux centraux ont été installés par le personnel technique du ministère : l'ARK 511 dans un petit bâtiment transportable à ossature bois et à revêtement métallique, et l'ARK 521 dans un bâtiment permanent en maçonnerie.

FONCTIONNEMENT DE L'ARK

Généralités

Dans le système crossbar de L.M. Ericsson, utilisé à l'étranger, les centraux ARK 511 et ARK 521 sont des centraux terminaux des centres de groupe ARM ou ARK 523. Dans ce système, tous les appels provenant du central terminal sont établis par des registres centraux du centre de groupe. Un code multifréquence (M.F.C.) est utilisé pour signaler au central terminal ARK si le numéro requis est disponible. Le central ARK est donc équipé d'un équipement de réception et de connexion de codes, mais aucun registre n'est requis pour établir un appel. Il est toutefois courant de fournir des registres locaux (REG-L) qui servent de registres de débordement pour accepter les appels provenant de l'ARK vers les numéros disponibles de l'ARK, lorsque toutes les jonctions vers le centre de groupe sont occupées. Deux REG-L peuvent être installés sur un ARK 511 et jusqu'à sept sur un ARK 521.

L'un des problèmes fondamentaux de l'introduction de ce type de central ARK en Australie résidait dans le fait que les centraux ARK devaient interagir avec les centraux automatiques à commutation pas à pas existants, dépourvus de registres centraux. Comme l'ARK ne pouvait pas le faire avec un système de numérotation fermé, une modification de conception était nécessaire.

Deux possibilités se présentaient :

1. Laisser l'équipement ARK inchangé et concevoir un registre central adapté à un central automatique à commutation pas à pas.
2. Laisser les centraux pas à pas intacts et modifier l'équipement ARK.

L'A.P.O. a décidé d'adopter la seconde solution pour les centraux initiaux, qui seraient installés avant la mise en service des centraux ARM 50 ou ARK 523. Les négociations entre l'A.P.O. et L.M. Ericsson ont abouti à la conception d'un nouveau type de registre discriminant REG-D, qui serait installé au central terminal ARK.

Ce nouveau registre conserve les fonctions du REG-L, c'est-à-dire qu'il gère les connexions locales si toutes les jonctions vers le central parent automatique sont occupées, mais dispose en plus de fonctionnalités permettant de distinguer les appels locaux des appels destinés au central parent automatique. Si l'appel est destiné à un abonné local, le REG-D déconnecte immédiatement la jonction, enregistre les informations relatives aux chiffres locaux et organise l'établissement de l'appel local. Avec un commutateur parent ARM 50, tous les chiffres seraient reçus par le commutateur parent et les informations relatives au numéro local seraient renvoyées à l'ARK avec MFC. Tous les centraux ARK actuellement installés en Australie sont équipés de REG-D. Les équipements de réception de codes et les REG-L ne sont pas utilisés. Dans un commutateur crossbar, il est important de minimiser la durée de maintien de l'équipement commun. Des dispositifs de temporisation et de verrouillage de ligne sont prévus pour empêcher le maintien de cet équipement. En général, un commutateur ARK ne comporte qu'un seul marqueur, qui peut être utilisé plusieurs fois pour établir un appel. Cet équipement se déconnecte automatiquement d'une boucle de maintien en 2 à 3 secondes. Le REG-D se libère temporairement si la numérotation n'est pas terminée dans les 90 secondes. Si un appel est passé vers un abonné ou une jonction occupée, le REG-D se libère temporairement après cinq secondes. Certains autres relais se libèrent également après un délai prédéterminé.

Le verrouillage de ligne est une condition appliquée à la ligne d'un abonné lorsque l'équipement maintenu par l'abonné se libère.

La boucle de maintien est déconnectée de l'équipement et une tonalité de nouvelle tentative est envoyée à la ligne de l'abonné.

Interfonctionnement avec d'autres centraux

Le central terminal ARK 511 REG-D peut être relié soit à un central automatique, appelé « central à occupation avancée », soit à un central manuel. Le central ARK 521 REG-D peut disposer de quatre routes directes vers des centraux automatiques ou manuels, en plus de son unique central automatique à occupation avancée.

Le terme « occupation avancée » s'applique au central automatique distant, car tous les appels provenant du central ARK occupent une jonction vers ce central lorsque l'abonné décroche son combiné. La tonalité est transmise du central à occupation avancée à l'abonné appelant, dont les informations numériques sont ensuite répétées à la jonction et au REG-D du central ARK.

Le terme « route directe » désigne les autres centraux qui peuvent interagir avec le central terminal ARK. Avant qu'un abonné ARK puisse être connecté à une jonction à routage direct, il doit composer un indicatif à un ou plusieurs chiffres. Le REG-D établit ensuite une nouvelle connexion entre l'abonné appelant et la jonction souhaitée. Si le central à routage direct est automatique, une seconde tonalité est émise depuis ce central, indiquant que la numérotation peut commencer. Si le central à routage direct est manuel, une sonnerie retentit jusqu'à ce que l'opérateur réponde.

Si un central ARK interagit uniquement avec des centraux manuels, la tonalité est transmise par le REG-D plutôt que par le central à occupation avancée. Le REG-D reçoit l'indicatif initial du central souhaité et établit une nouvelle connexion entre l'abonné appelant et la jonction souhaitée. Lorsque le central ARK est connecté à un autocommutateur automatique à occupation avancée, tous les chiffres composés par un abonné de l'ARK sont répétés vers ce central ; l'abonné appelant compose donc uniquement le numéro d'entrée de l'abonné automatique. De même, si le central à occupation avancée a accès à d'autres autocommutateurs automatiques, par exemple dans un réseau métropolitain, l'abonné ARK peut être commuté en tandem par le central distant vers n'importe quel abonné du réseau en composant uniquement le numéro d'entrée. Toutefois, si une connexion est requise entre l'ARK 521 et un autocommutateur automatique à voie directe, l'abonné ARK 521 doit composer un préfixe et attendre une seconde tonalité du autocommutateur automatique à voie directe avant de composer le numéro d'entrée de l'abonné souhaité.

Les appels entrants du central automatique d'occupation avancée vers l'ARK ne peuvent être dirigés que vers un abonné de l'ARK et non via l'équipement ARK vers des jonctions directes.

Seuls les derniers chiffres du numéro d'annuaire sont requis par le central ARK pour établir un appel du central d'occupation avancée vers un abonné ARK.

Les chiffres précédents du numéro d'annuaire peuvent être utilisés ou absorbés avant la prise de la jonction vers l'ARK.

Les appels sur les routes directes vers le central ARK ne peuvent être dirigés que vers les abonnés ARK.

Deux modes de fonctionnement sont possibles. Pour les appels entrants d'autres centraux automatiques sur FIR-L-N, seuls les derniers chiffres du numéro d'annuaire sont requis par le central ARK pour établir l'appel, de la même manière que pour les appels provenant du central d'occupation avancée. Lors d'un appel provenant d'un autre

autocommutateur sur un poste relais manuel FDR-L-M, le numéro d'annuaire complet doit être composé dans l'autocommutateur ARK. Dans ce cas, l'abonné appelant dans l'autocommutateur d'origine doit composer suffisamment de chiffres de préfixe pour obtenir une jonction avec l'autocommutateur terminal ARK, puis attendre la tonalité avant de composer le numéro d'annuaire complet de l'abonné de l'autocommutateur ARK. Cette deuxième méthode doit être utilisée pour les appels sur des routes directes depuis les autocommutateurs ARK, car dans ce cas, le temps nécessaire pour obtenir une jonction avec l'autocommutateur terminal ARK peut être supérieur à celui autorisé par la pause internumérique. De même, un autocommutateur manuel reçoit la tonalité de l'autocommutateur ARK avant que l'opérateur ne compose le numéro d'annuaire complet de l'abonné souhaité.

Les codes d'accès et les routes associés au central ARK 521 de Gladstone sont présentés à la figure 1.

Dans ce réseau, Laura est le central automatique à occupation avancée. Ainsi, les abonnés de Gladstone qui appellent Laura composent les numéros d'annuaire de Laura. De même, les abonnés de Laura composent les numéros d'annuaire de Gladstone, mais les abonnés de Gladstone et de Wirrabara qui s'appellent par la route directe doivent préfixer leur numéro d'entrée d'annuaire par le préfixe 81.

Dans ce système de jonction, une fonction supplémentaire de débordement est prévue pour les appels de Gladstone vers Wirrabara. Wirrabara étant également accessible depuis Laura, les appels seront acheminés de Gladstone vers Wirrabara via les sélecteurs Laura si toutes les jonctions de la route directe sont occupées.

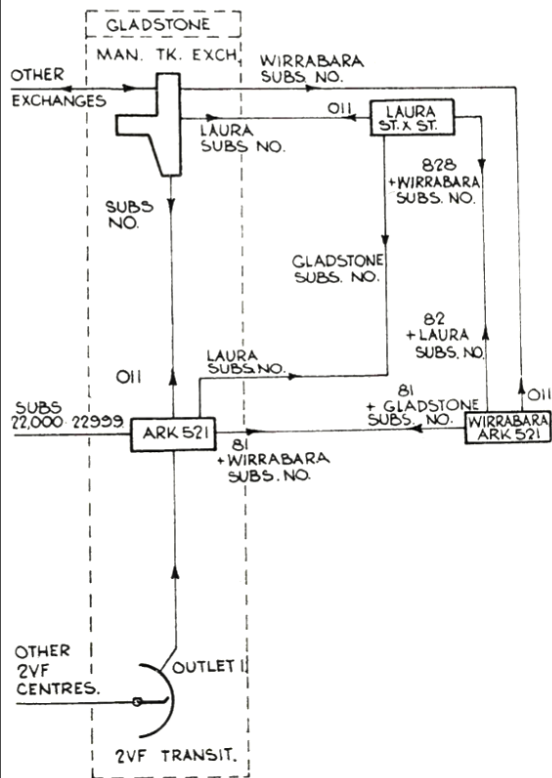


Fig. 1 Inter-exchange Access de Gladstone ARK 521.

ÉQUIPEMENT ARK 511

Présentation de l'équipement

Étage sélecteur SL : Le central a une capacité initiale de 30 lignes d'abonnés, extensible par unités de 30 lignes, jusqu'à un total de 90 lignes.

Un central de 30 lignes est équipé d'un commutateur à barres croisées SL1, avec 10 lignes verticales et 30 lignes horizontales.

Le fonctionnement d'un commutateur à barres croisées Ericsson à 20 lignes horizontales a été décrit par Strachan. Un commutateur à 30 lignes horizontales est similaire, mais la position non utilisée de la barre HA/HB est utilisée pour la connexion à un troisième ensemble de contacts.

Les sorties des 10 lignes verticales sont multipliées horizontalement afin que les équipements connectés à l'une d'elles puissent être commutés sur l'une des 30 lignes d'abonnés. Les 10 verticales (entrées) sont connectées en permanence à des ensembles de relais de jonction (FDR), des ensembles de relais de connexion locaux (SNR) ou des registres de discrimination (REG-D), chacun d'entre eux pouvant être commuté via SL1 vers n'importe quelle ligne d'abonné. Les ensembles de relais SNR, FDR et REG-D sont appelés « appareils ».

Un central de 60 lignes comporte en outre deux commutateurs crossbar SL2 et SL3.

Les sorties des verticales des commutateurs sont multipliées horizontalement, de sorte que chaque unité de 30 lignes d'abonnés ait accès à 15 verticales. Les verticales sont également multipliées verticalement pour fournir 15 entrées pour la connexion aux SNR, FDR et REG-D.

La multiplication des verticales est parfaitement illustrée par le « diagramme du poulet » également décrit par Strachan (5). Le regroupement des commutateurs pour les centraux ARK de 30, 60 et 90 lignes est illustré à la figure 2.

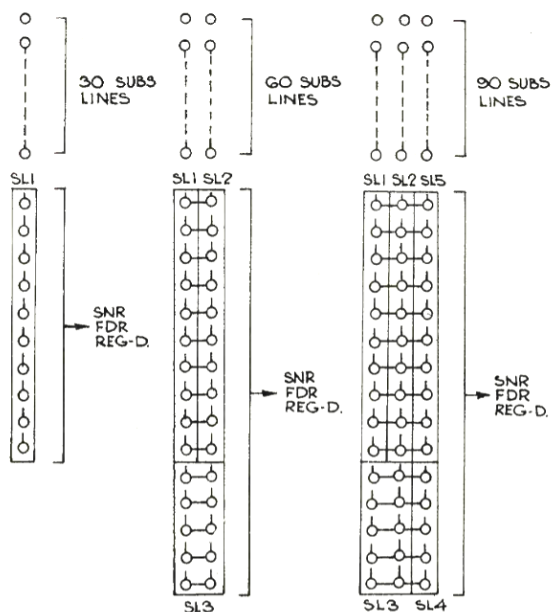


Fig. 2.-Grouping Plans for ARK 511 for ~0-60-90 Lines.

On constate que le central de 90 lignes dispose des commutateurs supplémentaires SL4 et SL5, dont 15 verticaux sont multipliés horizontalement et verticalement selon le schéma de regroupement de 60 lignes. Dans ce cas, il reste 15 entrées, chacune pouvant être commutée vers l'une des 90 lignes d'abonnés.

Relais de ligne d'abonné LR/BR/BLR :

Il s'agit d'un ensemble de trois relais pour chaque ligne d'abonné, qui appelle le marqueur pour établir un appel ou envoie une tonalité de nouvelle tentative en cas de verrouillage de ligne.

Marqueur M : Cet ensemble de relais contrôle la sélection d'un chemin et établit une connexion via l'étage SL entre un abonné et un appareil. Il s'agit de l'équipement le plus complexe utilisé dans le central. Il ne peut y avoir qu'un seul M par central.

Circuit de connexion local (SNR) : Il s'agit du relais utilisé pour connecter deux abonnés lors d'une communication locale. Il est constitué d'un pont de transmission : un côté A et un côté B, auxquels sont respectivement connectés l'abonné appelant et l'abonné appelé. Le SNR occupe deux verticales : une pour le côté A et l'autre pour le côté B. Un central 511 peut accueillir jusqu'à six SNR.

Ensembles de relais de jonction FDR, FIR, FUR : Ils permettent d'établir des appels entre l'ARK 511 et son central parent. FDR indique un fonctionnement bidirectionnel, FUR sortant de l'ARK et FIR entrant vers l'ARK. Les jonctions vers les centraux manuels magnéto, manuels CB (batterie centrale) et automatiques nécessitent différents types d'ensembles de relais FDR, FIR et FUR.

(a) FDR-L-N, FIR-L-N et FUR-L-N sont utilisés sur les jonctions vers un central automatique.

(b) FDR-V-M est requis sur les jonctions vers un central manuel magnéto.

(c) FDR-L-M est utilisé sur les jonctions vers un central manuel CB. (Dans l'ARK 521, FDR-L-M est également utilisé sur les jonctions à acheminement direct vers les centraux automatiques).

Connecteur de recherche de registre RS : Il organise les connexions entre un FDR, un FIR ou un FUR-L-N et le REG-D pour tous les appels dans le cas d'un central ARK 511 avec autocommutateur automatique d'occupation avancée.

Registre de discrimination REG-D : Ce relais peut être connecté via une ligne de jonction ou directement à l'étage SL. Il permet de distinguer les appels locaux des appels sortants. Il stocke les chiffres locaux et établit les connexions avec l'abonné ARK appelé.

PBX, AX et LFR : Il s'agit de relais divers. Le PBX permet la connexion des abonnés PBX, l'AX permet d'attribuer aux abonnés différentes classifications si nécessaire et le LFR est le relais d'alarme.

Dispositions de commutation - ARK 511

Transfert vers un central manuel.

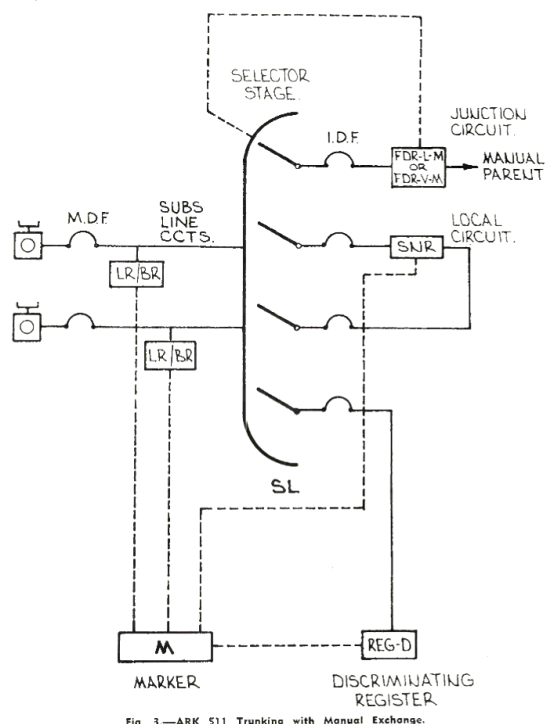


Fig. 3.—ARK 511 Trunking with Manual Exchange.

Appels d'origine : Lorsqu'un abonné décroche son combiné, le marqueur M (Fig. 3) est pris. M identifie l'abonné et exploite les lignes horizontales correspondant à sa

Central à ressources partagées vers central automatique à occupation avancée.



Une fois les deux chiffres reçus, le REG-D transmet les informations du numéro à M, qui teste l'état de la ligne de l'abonné. Si l'abonné est libre, M organise la connexion au FIR. M et REG-D libèrent. Si l'abonné est occupé en raison d'un blocage de ligne ou d'un défaut de ligne, le REG-D émet une tonalité de réessai pendant un court instant, puis se déconnecte et le FIR continue d'émettre une tonalité de réessai sur la jonction jusqu'à ce que le central distant libère. En l'absence de REG-D libre, le FIR renvoie une tonalité de nouvelle tentative à la jonction jusqu'à sa libération.

Présentation de l'équipement

Un central ARK 521 a une capacité initiale de 100 lignes d'abonnés et peut être étendu par unités jusqu'à 100 lignes,

jusqu'à un total de 2 000 lignes. L'équipement de ligne d'abonné et les dispositifs FDR, FUR, FIR et SNR sont identiques, et le PBX, l'AX et le LFR remplissent des fonctions similaires à celles de l'ARK 511.

La différence essentielle entre les équipements ARK 521 et ARK 511 réside dans le fait que l'étage SL est étendu à plusieurs étages SL partiels. Par conséquent, l'équipement de marquage est plus complexe. Étages partiels SL, SLA, SLB, SLC, SLD : (Voir Fig. 5.)

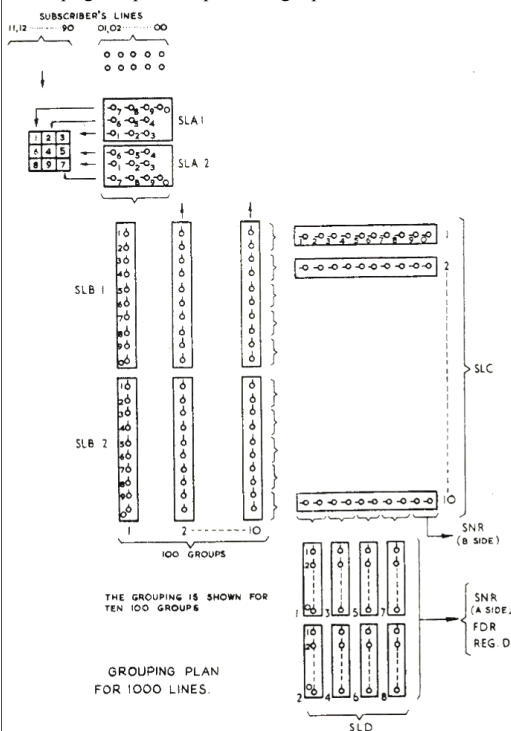


Fig 5

L'étage abonné comprend deux étages sélecteurs : SLA et SLB (le terme « partiel » est généralement omis dans la description de l'ARK 521). Chaque groupe d'abonnés de 100 lignes est desservi par deux commutateurs crossbar SLA, SLA et SLA2, et deux commutateurs crossbar SLB, SLB 1 et SLB2. Chaque commutateur dispose de 30 prises par verticale. Quarante-vingt lignes sont connectées au multiplexeur SLA. Les verticales SLA sont multipliées horizontalement par groupes, de sorte que chaque abonné ait accès à six ou sept verticales (c.f. ARK 511 où chaque abonné a accès à toutes les verticales, ce qui garantit une disponibilité totale). Les 10 lignes restantes du groupe de 100 lignes sont connectées directement aux 10 premières prises du multiplexeur SLB (horizontales), où elles bénéficient d'une disponibilité totale pour toutes les verticales SLB. Les 20 prises SLB restantes sont connectées aux verticales SLA. Pour une efficacité maximale, les lignes connectées directement à l'étage SLB doivent être les lignes les plus fréquentées du central. Ces lignes sont donc généralement affectées aux jonctions associées à un FDR-L-M ou un FDR-V-M et éventuellement à certains abonnés PBX.

La capacité du central est augmentée au-delà de 100 lignes par l'ajout d'étages d'abonnés. Dans les centraux jusqu'à 100 lignes, seuls les étages SLA et SLB sont requis, tandis qu'un étage SLC doit généralement être ajouté pour une capacité supérieure à 100 lignes. Un étage SLD est généralement requis lorsque la capacité dépasse 400 lignes. Le nombre maximal de commutateurs SLC et SLD par central est respectivement de 20 et 16.

Les étages SLC et SLD sont composés d'unités, chacune comprenant un commutateur crossbar avec les relais associés pour la connexion au marqueur. Il y a 20 sorties par verticale sur chaque commutateur (voir 30 pour SLA et SLB) et les verticales sont multipliées horizontalement pour obtenir un total de 20 sorties par commutateur. Chaque sortie est connectée à une verticale de l'étage SLB ou SLC précédent.

Les dispositifs SNR, FDR, FIR, FUR et REG-D sont connectés aux verticales SLC (SLD). En présence d'un étage SLD, le côté B de chaque SNR est connecté à une verticale SLC.

L'interconnexion des étages partiels SL dépend de la capacité d'abonnés du central et de la densité du trafic. Un groupement de 1 000 lignes est présenté à la figure 5. Un schéma de jonction est présenté à la figure 6.

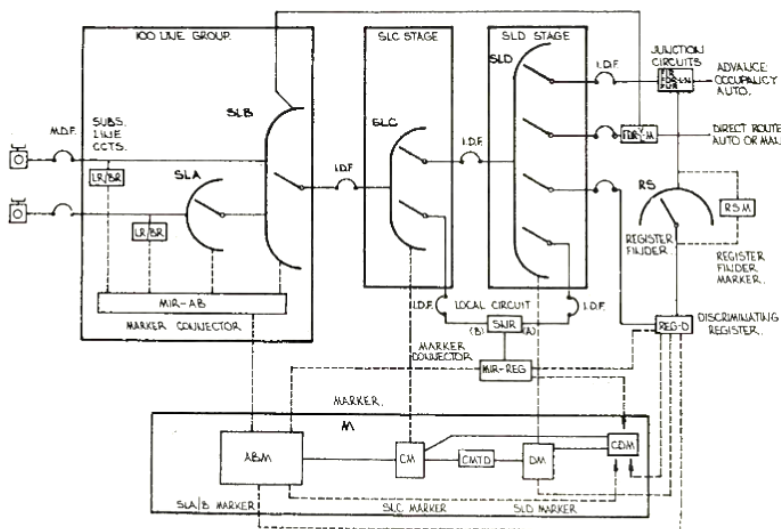


Fig. 6.—ARK 521 Trunking Diagram.

Marqueur : Dans l'ARK 511, le marqueur M est un ensemble de relais unique associé à un étage SL. Dans l'ARK 521, le marqueur est divisé en ensembles de relais distincts pour chaque étage partiel SL.

Les ensembles de relais ABMA, ABMB, CM et DM sont utilisés respectivement pour les étages SLA, SLB, SLC et SLD. CDM est l'ensemble de relais qui sélectionne les équipements libres et CMTD sélectionne les liaisons libres entre les étages SLC et SLD. Les ABMA et ABMB gèrent 400 lignes. Pour chaque tranche de 400 lignes supplémentaires, un ensemble de relais ABMT est requis. La partie du marqueur constituée des ensembles de relais ABMA, ABMB et ABMT est appelée ABM. Deux ensembles identiques d'équipements de marquage peuvent être installés dans un central ARK 521.

Registre discriminant REG-D : Le REG-Dis ARK 521 est similaire au REG-D ARK 511, mais il offre la possibilité d'organiser la commutation sur quatre routes directes.

Connecteur de registre RS : Ce jeu de relais permet de connecter un FDR, un FUR ou un FIR-L-N au REG-D.

Marqueur de connecteur de registre RSM : Le RSM est le marqueur du RS. Il recherche et sélectionne un REG-D libre. Un RSM est requis pour trois RS.

Connecteur de marqueur MIR-REG : Il s'agit d'un jeu de relais d'équipement commun qui relie le SNR et le REG-D au marqueur. Il empêche le fonctionnement simultané d'une connexion locale et d'un pont.

Dispositions de commutation

Les opérations de commutation d'un central ARK 521 sont fondamentalement similaires à celles d'un central ARK 511, à la différence près que, s'agissant d'un central grand, elles sont plus complexes.

Une différence majeure entre la commutation ARK 521 et ARK 511 réside dans la manière dont le marqueur établit le chemin de connexion entre un abonné et un équipement. Dans l'ARK 511, il n'existe qu'un seul chemin possible entre un équipement et l'abonné.

Ceci nécessite la sélection d'une position horizontale et d'une verticale de l'étage SL. Cependant, dans l'ARK 521, l'interconnexion des étages partiels SL est telle que plusieurs chemins sont possibles entre un équipement et un abonné, dont l'un doit être choisi. Ce choix est contrôlé par les ensembles de relais marqueurs, qui interagissent pour exploiter les verticales et les horizontales appropriées à chaque étage SL. À titre d'exemple de sélection de chemin, le lancement d'un appel sortant depuis un central avec un parent à occupation avancée est décrit. (Voir la figure 6, où un SLD constitue la dernière étape.)

Lors de l'appel, l'abonné appelant est connecté à l'ABMA par le MIR-AB correspondant.

L'ABMA identifie le groupe de 100 lignes appelant, puis les dizaines et les unités de l'abonné. Si le chiffre des dizaines de l'abonné est compris entre 1 et 9, une verticale SLA libre avec accès à l'abonné est sélectionnée. Le MIR-AB gère l'horizontale SLA associée à l'abonné. Selon la verticale SLA sélectionnée, ABMB et MIR-AB interagissent pour gérer les horizontales SLB appropriées.

Le marqueur lance alors la recherche d'une FUR-L-N (ou FDR-L-N) libre vers le central parent. ABM demande à CDM de trouver une FUR libre. CDM connecte les fils de toutes les FUR libres afin que tous les commutateurs SLD disposant d'une FUR libre soient « marqués inactifs ». (Le terme « marqué inactif » désigne la condition appliquée par le marqueur à un commutateur crossbar éligible au chemin de connexion requis.) CMTD connecte ensuite les fils de tous les commutateurs SLD marqués inactifs afin de marquer inactifs tous les commutateurs SLC dont une verticale est libre et accessible depuis l'un de ces commutateurs SLD. ABM sélectionne une verticale libre parmi les SLB 1 et SLB 2, accessible depuis un commutateur SLC marqué inactif. Cette verticale désigne le commutateur SLC à utiliser. Les axes horizontaux du commutateur SLC associés à la verticale SLB sélectionnée fonctionnent désormais. Dans le commutateur SLC, CM sélectionne une verticale libre ayant accès à un commutateur SLD marqué inactif. Cette verticale désigne le commutateur SLD à utiliser. L'exploitation des horizontaux SLD associés suit immédiatement.

Enfin, dans le commutateur SLD, DM sélectionne une verticale SLD à laquelle est connectée une FUR libre. Le marqueur exploite alors la verticale sélectionnée à chaque étape partielle, complétant ainsi le chemin de connexion vers l'abonné. La FUR, ainsi prise, est connectée à un REG-D via le RS, de manière similaire à celle décrite dans l'ARK 511.

Ce processus de marquage de l'inactivité et de sélection d'un chemin libre à travers les étapes partielles SL de l'ARK 521 est répété pour chaque type d'appel similaire, comme décrit dans le cas de l'ARK 511.

La fonctionnalité supplémentaire de l'ARK 521 est la possibilité de se connecter à n'importe quelle jonction de l'une des quatre routes directes lorsque le central dispose d'un commutateur parent à occupation avancée. Si, dans ce cas, un abonné a lancé un appel sortant, il est connecté à un FUR libre vers le central parent et à un REG-D. Lorsque le REG-D reconnaît le code d'un commutateur à route directe, il demande au CDM de rechercher un FDR-L-M ou un FDR-V-M libre vers le central requis. Le marqueur sélectionne ensuite un chemin entre le FDR choisi et l'abonné appelant. Une fois le saut effectué, le marqueur et le REG-D sont libérés. Les appels entrants provenant de l'un des quatre commutateurs à route directe seront connectés comme décrit dans le cas de l'ARK 511. Une autre fonctionnalité d'un central ARK 521 est le débordement via le commutateur automatique d'occupation avancée. Cela est possible si un commutateur à voie directe est également disponible depuis le commutateur à occupation avancée. Supposons qu'un abonné ARK 521 ait composé l'indicatif d'une voie directe. Si aucune jonction libre n'est disponible vers ce commutateur, REG-D se libère. La connexion entre l'abonné appelant et le FUR-L-N est maintenue et l'impulsion se poursuit via le commutateur automatique d'occupation avancée vers le commutateur requis.

INSTALLATION

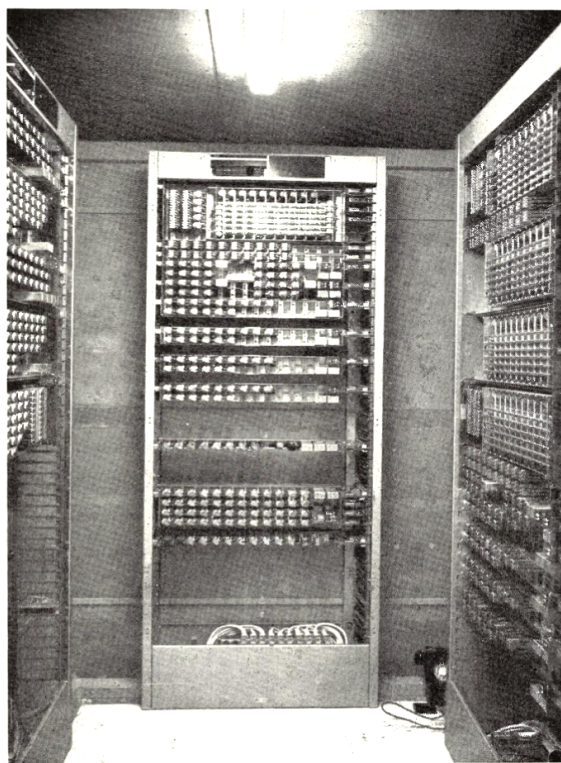


Fig. 7.—REG-D, Basic, Extension Racks (covers removed) in ARK 511 Portable Building.

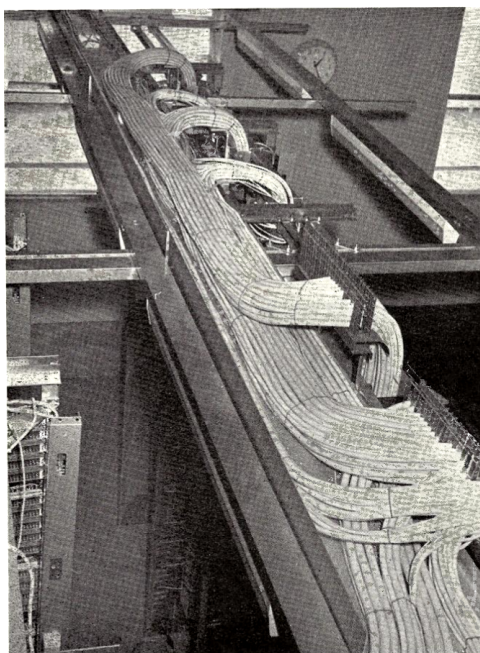


Fig. 8.—Cables in Trough above SLC and 1DF—ARK 521.

Un central ARK 511 de base de 30 lignes est composé de deux racks. Un rack supplémentaire est nécessaire pour les centraux d'une capacité de 30 à 90 lignes. Ces racks peuvent être montés dos à dos ou contre un mur.

Les baies murales du bâtiment Reeves Plains sont illustrées à la figure 7.

Le câblage inter-baies étant réalisé par des câbles à fiches, l'installation est simple : les baies sont montées en position, les câbles MDF et d'alimentation sont acheminés et raccordés, puis les baies sont connectées entre elles.

Le seul raccordement requis dans l'ARK 511 concerne les circuits locaux (SNR) ou les circuits de jonction (FDR), dont le nombre peut varier selon le central. (Voir figures 3 et 4.)

Dans le cas de l'ARK 521, l'équipement, bien que similaire à celui de l'ARK 511 (les SNR et les FDR sont identiques), n'est pas monté dans des baies complètes comme dans l'ARK 511, mais entre les côtés des baies, qui doivent être fixés individuellement au sol. Ces derniers sont reliés par une barre d'acier appelée fer de jonction. Il y a un fer de jonction pour chaque rangée de baies. Des barres de liaison sont posées à angle droit sur les fers supérieurs jusqu'aux plaques murales. Des goulottes sont ensuite fixées sur la barre de liaison pour contenir les câbles inter-racks. Une rangée de goulottes est prévue pour deux rangées d'équipements, montées dos à dos. Les câbles ne sont pas fixés dans les goulottes, mais peuvent être entourés d'une attache circonférentielle tous les yards environ. (Voir Fig. 8.)

Les câbles sont fixés à leur entrée dans les racks, puis formés à l'arrière du rack pour se terminer sur les bornes des prises à couteau SO-point, dans lesquelles sont branchés les relais et les commutateurs crossbar. Les racks utilisés dans l'ARK 521 sont appelés racks BDH. Ils sont identiques aux racks BDH utilisés dans les commutateurs crossbar

ARF. Les outils de terminaison des racks BDH ainsi que les plaques de formage utilisées sont décrits dans un article de McMurray. Dans les installations sud-australiennes, les câbles sont formés et dénudés sur les plaques de formage, prêts à être raccordés avant le montage des racks. Comme l'équipement ARK 521 comporte plusieurs étages partiels SL, la flexibilité est obtenue en connectant les entrées et les sorties de chaque étage partiel, ainsi qu'une partie du câblage de commande des marqueurs, à un répartiteur de câbles intégré (voir figure 5).

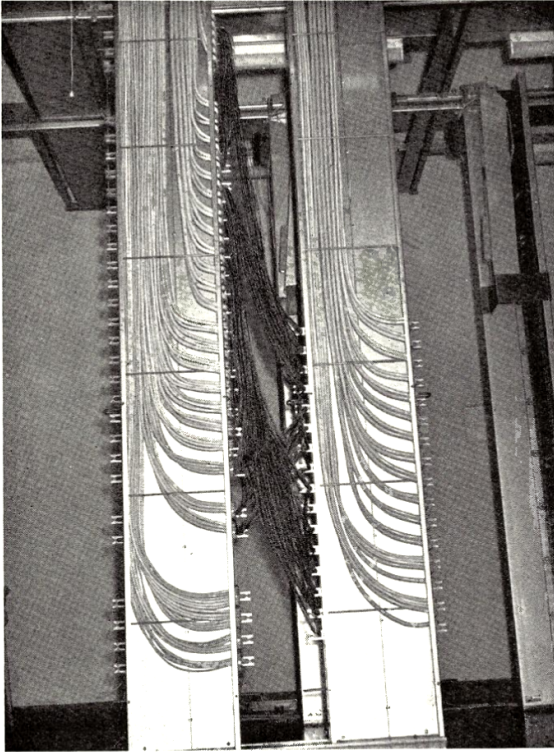


Fig. 9.—Cabling behind the 1DF Type BAB 970—ARK 521.

Les câbles pénètrent dans le répartiteur de câbles intégré par des doigts verticaux (figure 8) depuis la goulotte et pendent simplement derrière le répartiteur de câbles intégré (voir figure 9).

Les bandes de repérage du répartiteur de câbles intégré peuvent être reliées par des cavaliers ou des attaches pour obtenir le schéma de regroupement requis pour l'échange. L'équipement à barre transversale, bien que résistant à la poussière, fonctionnera mieux si la poussière pénètre dans le local technique. Les commutateurs ARK pouvant être entièrement câblés, terminés et pontés avant le déballage des relais ou des commutateurs, toute poussière présente peut être éliminée avant qu'elle ne pénètre dans l'équipement. Les commutateurs sont nettoyés à l'aide d'aspirateurs équipés de tuyaux suffisamment longs pour diriger l'air d'échappement (qui contiendra les petites particules de poussière non captées par le sac) hors du local technique. Des chiffons imprégnés d'une émulsion huile-eau sont utilisés pour nettoyer les murs, les sols et les racks d'équipement avant la mise en place des relais et des commutateurs à barres transversales.

Une fois l'équipement installé, toutes les personnes entrant dans la salle d'échange doivent se changer pour des pantoufles à l'entrée afin de minimiser l'entrée de poussière. Des précautions particulières sont également prises pour empêcher l'entrée de poussière provenant d'autres sources. Dans les bâtiments permanents, les portes et fenêtres sont scellées et, si des climatiseurs sont nécessaires pour contrôler la température ou l'humidité, des filtres spéciaux sont installés. Une attention particulière a été portée à l'étanchéité des locaux techniques des bâtiments mobiles, qui sont généralement situés à la campagne et plus exposés à la poussière que les bâtiments permanents en zone urbaine. Dans les bâtiments mobiles, un ventilateur pressurisant est installé pour augmenter la pression au sein de la salle d'échange. Cela entraîne un faible flux d'air sortant des locaux techniques à travers les fissures ou les joints imparfaits, empêchant ainsi l'entrée de poussière. Dans le cas du système portable Reeves Plains, une pression effective équivalente à 0,25 pouce d'eau a été obtenue grâce à la technique du ventilateur pressurisant. Un autre aspect important, notamment pour les bâtiments portables étanches, est le contrôle de la température et de l'humidité. L'équipement fonctionnera de manière satisfaisante si la température ambiante ne dépasse pas 49 °C et si l'humidité est maintenue entre 35 et 75 %. Comme un bâtiment ARK portable peut être installé dans une région aride, loin des points d'approvisionnement en eau et d'autres bâtiments, il peut être impossible de l'ombrager sans installer des écrans. Le bâtiment serait alors exposé à la lumière directe du soleil alors que la température extérieure pourrait dépasser 11 °C. Afin de minimiser l'entrée de chaleur, les bâtiments sont beaucoup plus longs que larges et orientés est-ouest, avec un large avant-toit en surplomb au nord. Ainsi orienté, une petite surface murale est exposée aux rayons du soleil levant et couchant, qui sont approximativement perpendiculaires aux murs d'extrémité, tandis que le grand mur orienté au nord est entièrement ombragé par l'avant-toit lorsque le soleil est à son azimut. De plus, les murs et le toit sont isolés avec dix centimètres de laine de roche et du sisaling double face afin de minimiser le transfert de chaleur vers le local technique. Avec des bâtiments construits de cette manière, la température intérieure maximale ne dépassera pas 49 °C dans la plupart des endroits. Un problème plus important, cependant, pourrait être celui du contrôle de l'humidité. Comme le local des traverses est étanche, et que le transfert d'air est donc minime, l'humidité diminue à mesure que la température augmente. Des tests effectués à Reeves Plains indiquent que la limite inférieure d'humidité sera atteinte avant la limite supérieure de température. C'est pourquoi, dans certains endroits chauds et secs, il sera nécessaire d'installer un climatiseur pour limiter la température à bien moins de 49 °C (120 °F) afin d'obtenir des conditions d'humidité acceptables. (Voir Fig. 10.)



Fig. 10.—Reeves Plains ARK 511 Portable Exchange.

Équipement de test

Testeur d'itinéraire de trafic individuel (TRT) : Un TRT établit une connexion via un central automatique. Il se connecte à l'équipement comme le ferait un abonné normal et compose automatiquement un numéro local. Si l'appel aboutit, la sonnerie est transmise par le SNR à la ligne appelée, puis renvoyée au TRT qui déclenche la sonnerie, complétant ainsi un cycle. Le TRT est équipé de deux compteurs : l'un enregistre le nombre total d'appels, l'autre le nombre de pannes. Le TRT peut être configuré pour répéter un cycle et ainsi fournir une indication de la qualité de service. L'instrument peut être connecté au MDF, avec des sabots de test normaux ou des numéros de test spécialement attribués, affichés dans un champ de prise en haut des racks ARK 521.

Testeur de charge : Cet équipement permet de tester les équipements de marquage d'un central téléphonique crossbar. De plus, grâce au choix de numéros de test appropriés et à l'utilisation de clés de blocage, il permet de tester chaque liaison entre les étages de commutation. Le testeur établit un maximum de dix appels simultanés et vérifie leur exécution correcte vers dix numéros choisis dans le même central. En l'absence de défaut, les connexions sont supprimées et le processus est répété. Plusieurs milliers d'appels de test peuvent être effectués par jour. En cas de défaut, le testeur de charge déclenche une alarme et se concentre sur le défaut jusqu'à ce qu'il soit traité. Procédures de test : les tests constituent une part importante de l'installation de chaque central téléphonique crossbar. C'est particulièrement le cas pour l'ARK 521, où plusieurs chemins sont possibles entre les étages partiels SL.

Dans les installations pilotes de Gladstone et de Reeves Plains, les tests se sont déroulés dans l'ordre suivant. Une fois le câblage et les terminaisons terminés, la continuité du câblage a été vérifiée par vibreur. Chaque ensemble de commutateurs et de relais a ensuite été débarrassé.

Avant d'être branché sur les racks, l'équipement a été inspecté visuellement afin de détecter d'éventuelles soudures sèches ou défauts évidents, tels que des composants endommagés ou mal réglés.

Bien que chronophage, cette vérification s'est avérée précieuse, car plusieurs irrégularités ont été détectées, constituant des défauts potentiels qui n'auraient peut-être pas été détectés lors des tests électriques.

Une fois les commutateurs à barres transversales en place, des réglages supplémentaires ont été effectués, notamment sur les barres horizontales et les doigts.

Chaque commutateur a ensuite été mis sous tension et les tests suivants ont été effectués avant le basculement.

Tests opérationnels : Une série de tests manuels a été réalisée pour vérifier statiquement les processus de commutation. Les armatures des relais de sélection appropriés, dans l'équipement de marquage et les jeux de relais de connexion, ont été fixés pour établir des chemins spécifiques à travers les étages SL, jusqu'aux appareils. Cela a permis de garantir que le câblage des racks, le câblage inter-racks et le câblage I.D.F. étaient corrects pour le schéma de regroupement spécifique.

Appel direct : Des appels locaux ont été établis depuis la ligne de chaque abonné afin de vérifier le fonctionnement de la voix et du compteur.

Tests d'acheminement : Un TRT biunivoque a été utilisé pour acheminer plusieurs centaines d'appels via chaque SNR et REG-D. Pour tester un SNR, tous les autres SNR ont été bloqués et, lorsque tous les REG-D étaient libres, le TRT a été mis en service. De même, un REG-D a été testé en bloquant tous les autres REG-D et en utilisant le TRT avec tous les SNR libres. Ces tests ont permis de vérifier la fiabilité de chaque SNR et REG-D, ainsi que les chemins de connexion possibles entre la ligne appelante et les appareils. Le FDR-L-M n'a pas pu être testé avec le TRT, car il applique une condition de boucle lors de la prise. Le TRT ne redémarre que s'il a déclenché la sonnerie. De nombreux appels via chaque FDR-L-M ont donc été effectués manuellement.

Tests de charge : Étant donné la présence de cinq REG-D à Gladstone, le testeur de charge n'a permis d'effectuer que cinq appels locaux simultanés. Des numéros de test appropriés ont été choisis pour tester tous les chemins de connexion possibles au cours des étapes SL. À Reeves Plains, où il n'y avait que deux REG-D, le testeur de charge n'a établi que deux appels simultanés. De plus, s'agissant d'un ARK 511, deux numéros de test quelconques ont été choisis, car il n'y a qu'une seule étape SL. La fiabilité de l'équipement de marquage a été prouvée par ces tests. À Gladstone, seulement trois défauts ont été constatés sur 10 000 opérations de l'ABMA.

Il n'a ensuite pas été possible de déterminer s'il s'agissait d'irrégularités au niveau de l'équipement de la traverse ou du testeur de charge lui-même.

Les tests dynamiques effectués lors des essais de routage ont révélé divers défauts, tels que des joints secs, des armatures de relais mal réglées et des doigts horizontaux de l'interrupteur de la traverse, qui n'ont pas été détectés lors de l'inspection visuelle.

Les essais de routage ont été effectués en premier lieu pour assurer le bon fonctionnement de chaque dispositif.

Tout défaut survenant ensuite lors des essais de charge serait probablement limité à l'équipement de marquage.

CONCLUSION

Les centraux Crossbar succèdent désormais aux centraux automatiques à commutation progressive en Australie.

Les centraux ARK 511 seront installés à la place des RAX de type B ou C, et les centraux ARK 521 à la place des centraux à commutation progressive, d'une capacité maximale de 2 000 lignes.

Dans un réseau automatique, les centraux ARK sont des centraux terminaux qui peuvent être reliés à un seul central automatique à occupation avancée. Un système de numérotation fermé est disponible pour ce central.

De plus, un central ARK 521 peut commuter vers quatre centraux automatiques à routage direct si des préfixes sont composés. Cette fonctionnalité n'est pas disponible pour les centraux ARK 511.

Les baies ARK sont câblées pour fonctionner en REG-D et en MFC. Les centraux initiaux sont équipés de REG-D, mais des commutateurs MFC et REG-L pourraient être installés sur les mêmes baies d'équipement. Il est proposé d'installer un central de commutation de transit automatique ARM à Gladstone.

Une fois ce projet terminé, il sera nécessaire d'installer différents FDR et de convertir le central ARK 521 de Gladstone existant en MFC, afin de relier les lignes principales aux registres centraux de l'ARM. Comme l'ARM sera situé dans le même bâtiment que l'ARK, les jonctions entre les deux centraux ne manqueront pas ; le REG-L ne sera donc pas nécessaire dans le central terminal ARK de Gladstone. Parallèlement, le central ARK 521 de Wirrabara sera également converti en MFC pour interfonctionner avec l'ARM de Gladstone. La partie REG-L du REG-D peut encore servir de registre de débordement jusqu'à l'installation des REG-L.

On constate donc que les centraux de type ARK REG-D sont adaptés au fonctionnement d'un réseau pas à pas et qu'ils peuvent être facilement convertis en MFC à mesure que les programmes australiens de numérotation crossbar et de ligne d'abonné seront mis en œuvre.

Hongrie 1965, Magyar Posta a également commandé un **centre de transit ARM crossbar** à **Nicola Tesla** à **Zagreb** pour automatiser les relations internationales, qui était équipé d'une capacité de démarrage de 80 lignes à la Direction du téléphone interurbain. Ces systèmes crossbar ont donc précédé le début de l'**ARF 102** en 1971.



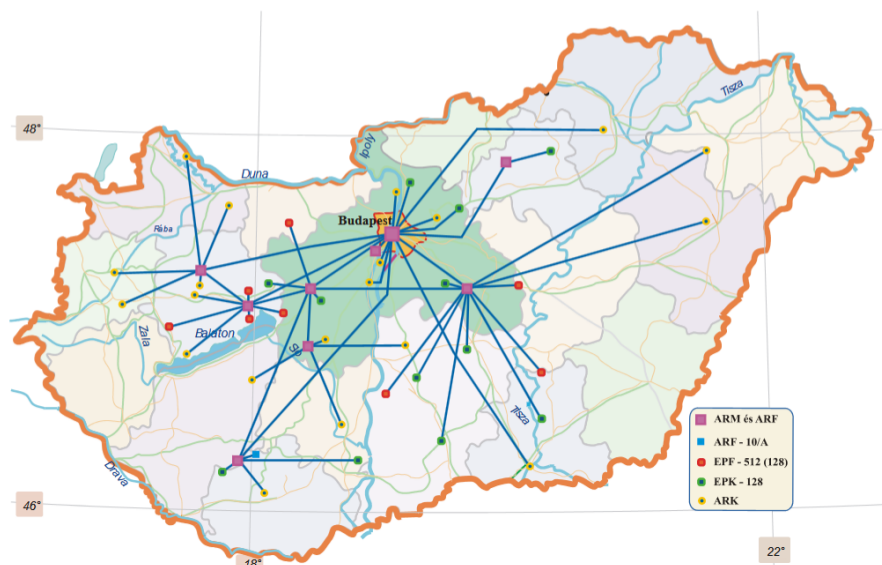
Lors de visites d'étude préliminaires, il a été souligné qu'il était conseillé d'acheter une licence auprès du STT de Vienne. Cependant, le centre d'appels n'était pas prêt, l'offre de STT était de compléter le nouveau système avec une coopération au développement.

Parallèlement, LM Ericsson a également fait une offre pour expédier et fabriquer un système de crossbar complet qu'il a développé. et était en production depuis 10 ans à l'époque, il était donc possible de reprendre un système mature.

Sur la base de la décision des deux ministères compétents à l'époque, KGM et KPM, la décision a été prise en **1968** de reprendre le système **LM Ericsson AR**.

Le 5 juin 1971, le premier centre métropolitain hongrois, **ARF 102**, a été inauguré à Lágymányos, rue Vásárhelyi Pál. Le centre d'appels, fabriqué par le suédois **LM Ericsson**, était capable de desservir **20 000 abonnés**

Les types de centres de commutation Ericsson sont les centres de type ARK, ARF et ARM et les centres TPV (CONTRÔLÉ PAR PROGRAMME MÉMORISÉ) (par exemple les types EPF, EPK), qui fournissent des connexions pour la direction des forces armées hongroises et les utilisateurs militaires dans divers lieux de service. Selon la figure ci dessous, la partie analogique du réseau téléphonique est le collecteur principal Il se compose d'un nœud, d'un nœud collecteur et du terminal et des sous-centres qui leur sont connectés.



Système de connexion logique du réseau téléphonique du ministère de la Sécurité publique et de la Sécurité publique.

Les réseaux militaires et civils subissent des transformations et des développements continus au fil du temps. Dans certaines directions, des circuits et des connexions peuvent apparaître et disparaître toutes les 2-3 semaines, par conséquent la précision des connexions représentées dans les schémas est relative .

Le plan central contient principalement des centres de transit de taille moyenne de type ARM 201/2 54 capables de connecter un maximum de 40 000 lignes, qui sont capables de coopérer avec tous les centres ARM et ARF. Dans les zones où les besoins en capacité sont moindres, des centres de transit à faible capacité ARF 503 développés par Ericsson et fabriqués par BHG ont été installés, capables de connecter 200 lignes. Les types de tableaux de distribution typiques dans le plan des tableaux de distribution terminaux sont les commutateurs TPV ARF-102 et EPK-128, EP-128, EP-512 développés et fabriqués par BHG, qui effectuent généralement fabriquent également des sous-tableau. Les centraux terminaux du réseau téléphonique analogique MH sont : les centraux ARK-522 de capacité moyenne, ARK-511 de faible capacité et ARL. Selon les plans, les centraux analogiques du MH ÁTKR seraient remplacés d'ici la fin de 2003, mais il est prévu que les équipements analogiques soient opérationnels d'ici la fin de 2006.

Le central téléphonique Ericsson ARF503

Le système Crossbar ARF503 est un système de commutation à cadran (chiffre à chiffre) fonctionnant selon un principe pas à pas modifié. Il est composé d'un étage client (SL) et d'un ou deux étages sélecteurs de groupe (GV). L'étage client, également appelé étage SL, fonctionne comme un étage combiné de recherche et de sélection finale (connecteur). Les principales caractéristiques de chaque étage sélecteur sont l'utilisation du commutateur Crossbar, le principe de dérivation (figure 2) et le principe de connexion par liaison (figure 3).

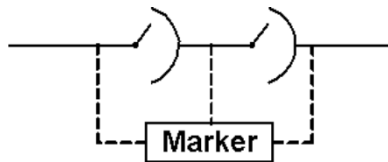


Figure 2 : Le principe du chemin parallèle

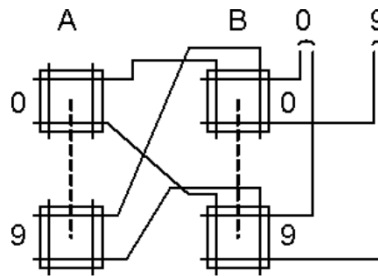
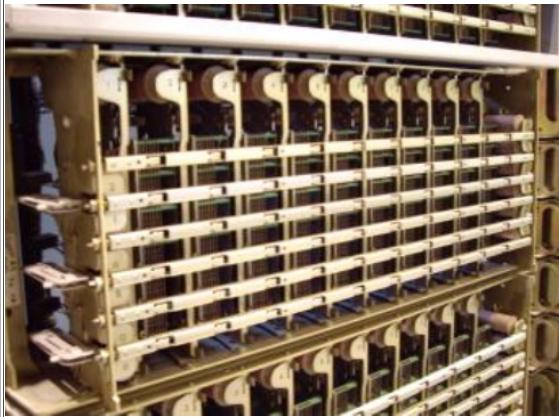


Figure 3 : Le principe de connexion du lien



L'interrupteur à barre transversale, un réseau bidimensionnel de contacts, est constitué d'un cadre à l'intérieur duquel sont installés : des barres de sélection verticales (généralement 10) et leurs dispositifs multicontacts ; et 5 ou 6 barres de sélection horizontales et leurs groupes de contacts. Chaque barre verticale est composée de 10 à 12 jeux de ressorts, dont le bon est sélectionné par l'un des 5 ou 6 jeux horizontaux. Chaque jeu de ressorts possède un nombre de contacts de fermeture déterminé selon les besoins.

Les barres de sélection peuvent être actionnées par des relais. En actionnant les relais, il est possible de déplacer les barres pour fermer les contacts situés sous le point de croisement de deux barres (figure 4). Cette procédure permet d'acheminer et de connecter l'appel téléphonique via le central téléphonique.

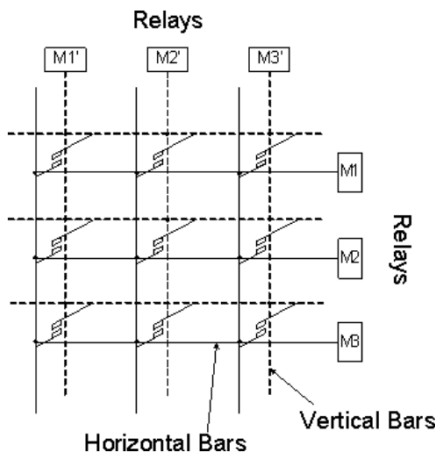


Figure 4 : Schéma d'un commutateur Crossbar

Dans les centraux téléphoniques automatiques, il est important de disposer d'un grand nombre de sélecteurs pour établir les connexions vocales et de simplifier au maximum les dispositifs de contrôle associés à chaque sélecteur. Dans le système Crossbar ARF503, le dispositif de réglage commun, le marqueur, permet de régler plusieurs sélecteurs ; c'est pourquoi le système est appelé « système à voie auxiliaire » (figure 2).

Les étages sélecteurs du système Crossbar ARF503 sont divisés en deux ou plusieurs étages partiels en tandem, interconnectés par des liaisons. De ce nom dérive la connexion par liaison (figure 3). Chaque étage partiel est composé de plusieurs commutateurs Crossbar.

La figure 5 présente un schéma simplifié des liaisons d'un central téléphonique à barres croisées ARF503 à 5 chiffres.

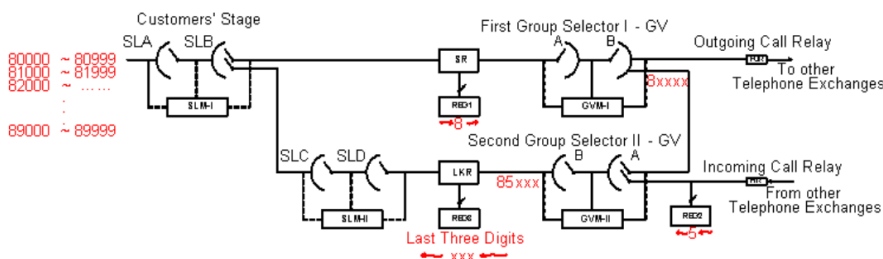


Figure 5 : Schéma de jonction simplifié pour une connexion entre deux clients

Ce central est équipé de sélecteurs de premier et deuxième groupes (I-GV et II-GV). Le sélecteur de premier groupe, I-GV, relie généralement les routes aux différents groupes de 10 000 lignes du même central, aux liaisons d'autres centraux et aux services spéciaux. Le sélecteur de deuxième groupe, II-GV, relie les routes aux différents groupes de 1 000 lignes des clients du même central et aux liaisons d'autres centraux.

Les lignes clients sont regroupées en groupes de 1 000 lignes. Le trafic à destination et en provenance de ces groupes est géré par une SL d'étape client composée de quatre étapes partielles : SLA, SLB, SLC et SLD.

Lorsqu'un client d'un central téléphonique décroche son combiné, son équipement de ligne appelle le marqueur SLM-I. Ce marqueur connecte la ligne du client, via le relais SR, à un registre inactif REG1, et le client obtient la tonalité. Il reçoit la tonalité et compose le premier chiffre du numéro appelé (par exemple, 8).

À la réception du chiffre par REG1, le marqueur GVM-I de l'I-GV est appelé et reçoit de REG1 le premier chiffre du numéro du client appelé. Grâce à ce chiffre, le marqueur GVM-I identifie le groupe 10 000 auquel appartient le numéro du client appelé et connecte la ligne de SR, via le sélecteur de premier groupe I-GV, à un autre registre inactif REG2. Les REG1 et SLM1 sont libérés et prêts pour de nouveaux appels.

Le client compose ensuite le deuxième chiffre du numéro appelé (par exemple, 5). Lorsque REG2 reçoit ce deuxième chiffre, le marqueur GVM-II du II-GV est appelé et reçoit de REG2 le deuxième chiffre du numéro appelé. Grâce à ce chiffre, le marqueur GVM-II identifie le groupe 1000 auquel appartient le numéro appelé et connecte la ligne du I-GV, via le sélecteur de deuxième groupe II-GV, à un ensemble de relais de sélection finale LKR de ce groupe. Le REG2 et le GVM-II sont libérés et prêts pour de

nouveaux appels.

Les trois chiffres suivants sont reçus par le REG3 connecté au relais LKR. Une fois que le marqueur SLM-II a reçu les trois chiffres suivants du registre REG3, il établit la connexion avec la ligne du client appelé. La connexion entre les deux clients est alors établie, et le REG3 et le SLM-II sont déconnectés et immédiatement prêts à traiter de nouveaux appels.

BRÈVE HISTOIRE DE MACAO

Le premier central téléphonique automatique Ericsson ARF503 a commencé à fonctionner en 1965. À cette époque, cette installation était considérée comme une avancée technologique importante car elle était basée sur un système Crossbar, même si elle possédait encore la caractéristique d'interagir avec le central téléphonique automatique Siemens F1, Step-by-Step, qui était un système Strowger ou Step-by-Step.

La phase initiale d'installation comprenait 3 000 lignes, en commençant par les numéros de téléphone des clients de 5 000 à 7 999. Depuis lors, le système a été étendu plusieurs fois.

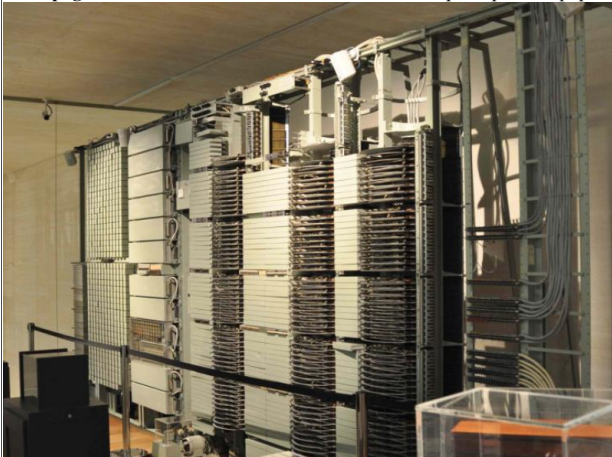
La première extension fut mise en service en 1972, portant le nombre de lignes au-dessus des 3 000 existantes du système Crossbar ARF503 à 2 000. Le nombre de chiffres nouveau numéro de téléphone passa de 4 à 5, passant de 81 000 à 82 999.

À Taipa et Coloane, de nouveaux centraux téléphoniques automatiques ARF503 ont également été mis en service en 1974. Chacun d'eux avait une capacité de 600 lignes, commençant par les numéros de téléphone de 07000 à 07599 et de 08000 à 08599, respectivement. Ces équipements remplacent les 90 lignes existantes, de 4710 à 4799 et de 4810 à 4899, respectivement dans chacune des îles.

Au cours des années 1970 et au début des années 1980, 9 000 lignes supplémentaires ont été installées avec des numéros de téléphone compris entre 81 000 et 89 999, constituant le système Ericsson ARF503 avec un nombre total de 12 000 lignes installées à Macao et 1 200 lignes installées dans les îles.

Après le milieu des années 1980, la société de télécommunications de Macao, CTM, a commencé à désactiver progressivement l'utilisation de ce système en le remplaçant par des centraux de commutation numérique.

En Espagne l'ancien centre de Saint-Sébastien, a été remplacé par un équipement moderne de type crossbar Ericsson



Saint-Sébastien

« Il est significatif, et en même temps intéressant pour les actionnaires, qu'Intelsa ait obtenu le contrat pour l'installation de 175.000 lignes urbaines (ARF) et que, malgré cela, il existe actuellement des prévisions de nouvelles commandes pour ce chiffre », a commenté avec satisfaction le président de l'entreprise dans le rapport annuel d'Intelsa pour l'exercice 1972, soulignant que « le 31 août de cette année, conformément au contrat de fourniture signé avec notre client, le CTNE [...], nous avons livré le premier central interurbain (ARM), avec 9.600 lignes équivalentes, dans la ville de Logroño, San Millán central, ce qui représente la première fourniture programmée et qui, malgré la complexité technique et la pression des délais, n'a subi aucun retard. Entre-temps, les travaux se sont poursuivis à Gérone, Las Palmas et Santa Cruz de Tenerife, et l'installation a commencé à Saint-Sébastien.

Tous les équipements de ces centraux étaient de technologie électromécanique, comme spécifié dans les accords avec CTNE. Les centraux téléphoniques locaux et de transit appartenaient aux modèles ARF et ARM. Cette technologie électromécanique, basée sur la commutation par relais activés électriquement et qui avait remplacé les centrales de sélection comme l'AGF installées à Saint-Sébastien quelques années auparavant, était celle utilisée dans le monde entier à cette époque. Ces systèmes électromécaniques, qui représentaient une avancée significative par rapport aux systèmes précédents en termes de fonctionnement, de fiabilité et de maniabilité, impliquaient des processus de fabrication et de conception assez complexes. Ils nécessitaient davantage d'heures de production et de nombreuses personnes impliquées.

Les systèmes semi-électroniques n'étaient pas encore arrivés, même si on en parlait déjà. Ils simplifieraient considérablement ces difficultés de production et de conception. L'attente n'était pas possible. S'ils voulaient commencer à fournir du CTNE le plus rapidement possible, la seule option était de le faire avec des équipements ARF et ARM. C'est ce à quoi on s'attendait en 1971-1972. À peine cinq ans après son inauguration, l'usine de Leganés a dû être restructurée, précisément en raison de la nécessité de migrer vers des systèmes semi-électroniques, ce qui a entraîné d'importants nouveaux investissements dans la mise à jour des équipements et des ressources humaines.

Bien que la priorité ait été d'assurer les livraisons à CTNE, d'autres clients importants n'ont pas été abandonnés. Le président et directeur général d'Intelsa est sorti d'une réunion formelle avec le directeur général de la Poste et du Télégraphe, León Herrera, avec un grand optimisme. Il y a exprimé sa grande satisfaction quant à la qualité du travail réalisé par l'entreprise et a clairement montré son intention de continuer à collaborer avec la nouvelle société Intelsa. Cette organisation recevrait bientôt « une commande de 145 millions de pesetas pour le développement de l'usine de León et l'agrandissement de sept autres dans le reste du pays ». En 1972, les stations de Madrid, Barcelone, Bilbao, Valence et Séville ont été livrées, avec une capacité totale de 12 000 abonnés et des connexions internationales via les centraux des trois premières.

En France la famille CP400. (nom complet : CROSSBAR pour PARIS ou CROSSBAR PARISIEN 400) est la système initialement prévu pour équiper Paris et la 1ère couronne. Il est un dérivé du système suédois **ARF102** de la société L.M. Ericsson. Le système CP400 est issu de la Société Française des Téléphones Ericsson de Colombes qui l'a mis en étude à partir de 1952.

En Algérie L'année 1976 a vu le lancement du programme de modernisation du réseau téléphonique commuté par l'installation d'un centre automatique de type Crossbar ARF 102 d'une capacité de 10.000 lignes au chef-lieu de wilaya (collectivité territoriale) et d'un centre de transit de type ARM. En 1978, l'automatisation du réseau téléphonique, a été poursuivie dans les villes par l'installation des centres «ARF 102» à Maghnia, Sebdo, Remchi, Nedroma et Ghazaouet avec une capacité de 2.000 lignes chacune.

Au Liban Un central ARM a été officiellement inauguré à Tripoli en décembre 1964 par le ministre des PTT, Antoine Sehanoui, en présence du gouverneur du Liban, Bachir Al-Awar, du directeur de la Téléphonie, A. Chemali, de deux anciens ministres des PTT et de plusieurs représentants de l'administration, de l'Église et des collectivités locales. Grâce à l'ouverture de ce central ARM, les 8 000 abonnés de Tripoli sont désormais connectés automatiquement aux 65 000 abonnés du district de Beyrouth. La connexion a été réalisée conformément au programme et l'équipement fonctionne parfaitement.

En Turquie. Le premier central téléphonique à barres croisées de Turquie, à Afyon, en Anatolie. Ce raccordement, comprenant 1 000 lignes du système ARF 102, a suscité un vif intérêt tant auprès de la population locale que de l'administration.

Le central est installé dans un nouveau bâtiment qui abrite également des bureaux administratifs et remplace un ancien central automatique de type Rotary. Parallèlement à cette installation, une brève formation d'information sur le système à barres croisées de L. M. Ericsson a été organisée à Ankara, suscitant un vif intérêt auprès du personnel de l'administration centrale. 1 000 lignes AGF supplémentaires ont récemment été commandées pour l'extension du central Yenisehir d'Ankara.

En Croatie En optant pour la fabrication de centraux téléphoniques et télégraphiques automatiques modernes basés sur des commutateurs à L'usine d'appareils de télécommunications de Zagreb . "Nikola Tesla" a rapidement adopté la production sous licence de ces centraux téléphoniques Ericsson et d'autres types (ARF-102, ARE-11 et AXE-10) et a fondamentalement marqué le développement de la téléphonie de Zagreb, ce fut le début de l'automatisation des réseaux téléphoniques dans l'ex-Yougoslavie.

Le central téléphonique constitua une amélioration considérable du réseau téléphonique de Zagreb pendant l'entre-deux-guerres, mais il fut victime d'un sabotage des partisans pendant la Seconde Guerre mondiale. Le 14 septembre 1941, il fut détruit et resta hors service pendant plusieurs mois. Néanmoins, malgré le sabotage, le central resta au

service pendant 51 ans, jusqu'à son remplacement en avril 1980 par un nouveau système, les centraux à barres croisées ARF-50 et ARF-102 bien qu'il n'aient pas été conçu pour un service aussi long furent l'épine dorsale du réseau téléphonique de Zagreb pendant plus d'un demi-siècle. L'automatisation du trafic téléphonique interurbain a été réalisée avec la mise en service du standard de transit de Zagreb le 25 mai 1964, lorsque Zagreb a reçu son indicatif régional reconnaissable - 041.

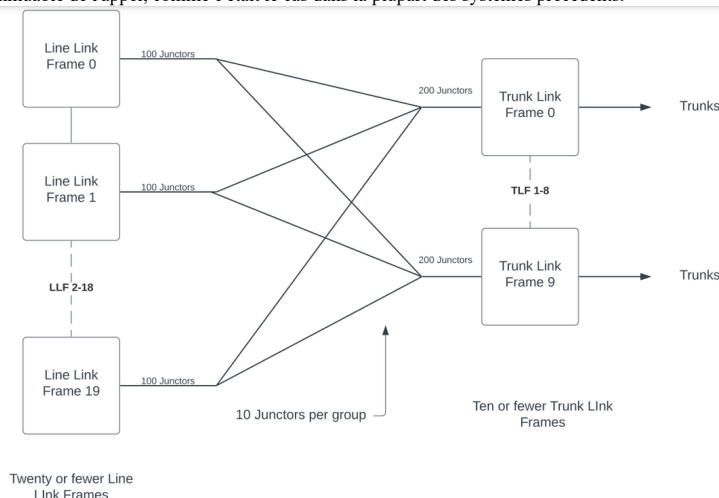
En Egypte 1967 Une nouvelle étape dans la construction et la modernisation des communications du Caire vient de s'achever, avec la mise en service d'un grand centr. téléphonique entièrement automatique, de type ARF-102 de L.M. Ericsson. Avec ce nouveau central, seulement dans le district du Caire, notre siège social a déjà installé 75 000 lignes ARF.

...

Le système de commutation à barres croisées N°5 (commutateur 5XB) est un commutateur téléphonique pour centraux téléphoniques conçu par Bell Labs et fabriqué par Western Electric à partir de 1947. Il était utilisé dans le système Bell principalement comme commutateur téléphonique de classe 5 dans le réseau téléphonique public commuté (PSTN) jusqu'au début des années 1990, date à laquelle il a été remplacé par des systèmes de commutation électronique . Des variantes ont été utilisées comme systèmes combinés de classe 4 et de classe 5 dans les zones rurales et comme commutateur TWX .

Le 5XB était à l'origine destiné à apporter les avantages de la commutation crossbar aux villes et aux petites villes ne comptant que quelques milliers de lignes téléphoniques .La taille de départ typique était de 3000 à 5000 lignes, mais le système avait une capacité de croissance essentiellement illimitée. Le premier crossbar urbain 1XB était trop cher pour les petites installations, et avait des difficultés à gérer de grands groupes de lignes. Le 5XB a été converti en relais à ressort câblés dans les années 1950 et mis à niveau dans les années 1960 pour desservir des centraux comptant des dizaines de milliers de lignes. La variante finale du 5A Crossbar , produite à partir de 1972, n'était disponible que dans les tailles de 990 et 1960 lignes, et généralement livrée sur une palette , plutôt qu'assemblée sur site comme d'habitude pour les centraux plus grands.

Le 5XB a introduit le principe de rappel, dans lequel le train de commutation de concentration initial de la ligne au récepteur numérique était entièrement abandonné pendant la fin de l'appel afin que ses liens puissent être immédiatement réutilisés pour cet appel ou un autre. Cela contraste avec les systèmes crossbar antérieurs où le train de commutation d'origine était simplement construit et étendu au fur et à mesure que l'appel était connecté, et n'était pas abandonné au profit d'un tout nouveau. Il utilise également entièrement la même structure de commutation à quatre étages pour les appels entrants et sortants, au lieu d'une structure distincte, comme c'était le cas dans les systèmes précédents. Ces développements ont eu pour effet global de simplifier la structure de commutation et de l'utiliser comme un « service » plutôt que comme une partie immuable de l'appel, comme c'était le cas dans la plupart des systèmes précédents.



Toutes les lignes sont terminées sur des cadres de liaison de ligne (LLF) et toutes les liaisons principales et la plupart des circuits de service sur des cadres de liaison principale (TLF). Chaque TLF est connecté à tous les LLF par au moins dix joncteurs . Les appels des abonnés proviennent des cadres de liaison de ligne et passent par les cadres de liaison principale pour atteindre leur destination.

Cadres de liaison de ligne

Les cadres de liaison de ligne (LLF) sont des niveaux de commutateurs crossbar 10x20 dans deux baies ou plus. Les commutateurs de la première baie ont leurs multiples horizontaux, ou « fils banjo », coupés en deux, divisant ainsi chaque commutateur en un commutateur de ligne et un commutateur de jonction . Chacun des dix commutateurs de jonction possède dix joncteurs sur ses dix verticaux, et chacun de ses dix niveaux a été câblé comme une liaison de ligne, vers l'un des dix commutateurs de ligne du LLF. Ainsi, le cadre de liaison de ligne termine 100 joncteurs. Chaque joncteur a une disponibilité totale pour autant de centaines de lignes qu'il y a, via les centaines de liaisons de ligne. Le nombre de lignes, donc le taux de concentration de lignes (LCR), a été conçu pour l'occupation prévue.

Chaque commutateur de ligne de cette première baie mixte comporte neuf lignes sur neuf de ses verticales, la dixième verticale étant réservée aux fins de test. En plus des 90 lignes de ces commutateurs, chaque LLF comporte au moins une baie de commutateur de ligne simple, avec dix commutateurs de ligne supplémentaires portant 200 lignes. Ainsi, la taille minimale d'un LLF est de 290 lignes pour un rapport de concentration de lignes de 2,9:1. En option, il comporte encore un autre châssis, avec dix commutateurs supplémentaires et 200 lignes supplémentaires, et ainsi de suite, jusqu'à un rapport de concentration de lignes maximal de 5,9:1 puisqu'ils partagent tous les mêmes cent liaisons de lignes. Le circuit de ligne est très similaire à celui du 1XB avec un relais de ligne pour alerter le central d'une condition de déclenchement, et les contacts verticaux hors-norme du commutateur vertical servant de relais de coupure.

À des fins de contrôle, les lignes d'abonnés sur les commutateurs du LLF sont divisées en groupes verticaux de cinquante, soit cinq unités de ligne sur chacun des dix commutateurs. Chaque groupe vertical est divisé en cinq fichiers verticaux de dix lignes, ce qui est important car la classe de service, ou l'identification du groupe de clients dans les bureaux Centrex ultérieurs , est partagée par les dix lignes du fichier vertical. Le personnel des bureaux Centrex a passé beaucoup de temps debout sur des échelles, à recâbler les champs de données de classe de service en haut du LLF.

Vers la fin de la carrière du 5XB, la taille des groupes de jonctions et donc l'efficacité des liaisons des plus grands bureaux ont été augmentées par l'utilisation de cadres de liaisons de lignes auxiliaires (ALL). L'ALL est une baie avec dix commutateurs de jonction, divisée comme d'habitude en moitiés gauche et droite. Une moitié a sur ses niveaux les liaisons de ligne d'un LLF pair et sur ses verticales, les joncteurs du LLF impair voisin ; l'autre moitié est l'inverse. De cette façon, chaque LLF peut utiliser les joncteurs de son homologue, si le marqueur n'a pas réussi à trouver un chemin libre lors de la première tentative. Comme ils sont pairs et impairs, leurs joncteurs apparaissent sur les côtés opposés des commutateurs de jonction de tronc, donnant ainsi également accès aux liaisons de tronc homologues. Les connexions via l'ALL n'étaient utilisées qu'en période de trafic intense.

Cadres de liaison de coffre

Les joncteurs sont câblés depuis le LLF à travers le cadre de regroupement de joncteurs jusqu'aux niveaux des commutateurs de jonction de tronc dans le cadre de liaison de tronc (TLF). Contrairement aux conceptions précédentes, les joncteurs n'ont pas de relais de supervision ou d'autre matériel actif, toutes ces fonctions étant attribuées aux circuits de tronc. La conception de base du TLF comporte dix commutateurs de jonction avec leurs multiples horizontaux divisés en deux, donc deux cents joncteurs, et deux cents liaisons de tronc vers les dix commutateurs de tronc. Le câblage banjo du commutateur de tronc n'était pas divisé, mais une astuce de niveau de discrimination a consacré deux niveaux pour doubler l'utilisation des huit autres, permettant ainsi à chaque commutateur de tronc de connecter seize troncs à ses vingt liaisons de tronc. Il en résulte que le TLF a un taux de concentration de tronc (TCR) de 0,8:1. Ce degré de déconcentration s'est finalement avéré fournir trop peu d'apparitions de tronc pour la variété de types de tronc nécessaires. Les derniers bureaux 5XB des années 1970 avaient des commutateurs de tronc de type C avec douze niveaux, utilisant deux pour la discrimination, laissant un TCR d'unité.

Le TLF ayant deux fois plus de liaisons, de commutateurs de jonction et de joncteurs que le LLF, il y a toujours deux fois plus de LLF que de TLF. Dans sa conception initiale, le nombre maximum était de dix TLF et de vingt LLF, appelés 10x20, et au début, il était rarement atteint. À la fin des années 1950, plusieurs baies de commutateurs de jonction de jonction (ETL et SETL) ont été ajoutées pour donner à chaque TLF l'accès à davantage de joncteurs. La première version étendue permettait à chaque bureau

d'avoir 20x40, et dans les années 1960, le maximum a atteint 30x60. Le développement s'est arrêté à ce moment-là parce que la disposition à quatre étages devenait progressivement moins efficace à des tailles plus grandes, et parce que le commutateur IESS à huit étages était en cours de développement. Un canal reliant une ligne à une jonction était constitué de trois liaisons de la matrice de commutation : liaison de ligne, jonction et liaison de jonction. Dans un bureau de 10 x 20 ou plus, dix canaux, numérotés de 0 à 9, étaient disponibles de n'importe quelle ligne à n'importe quelle jonction. Le numéro de commutateur de jonction de ligne et le numéro de commutateur de jonction de jonction sont identiques au numéro de canal. La logique du marqueur compare les dix liaisons de chaque type pour obtenir un libre. L'absence d'un canal est appelée incompatibilité et a entraîné le choix d'une autre jonction, ou d'une autre ligne, ou l'utilisation de ALL lorsqu'il existe, ou l'abandon de l'appelant.

Circuits principaux

Comme dans les conceptions précédentes, la supervision des appels entrants est assurée par des ensembles de relais appelés circuits de jonction entrants, qui se trouvent au point d'entrée juste à l'extérieur du réseau de commutation. Contrairement aux conceptions précédentes, les circuits de jonction sortants sont utilisés pour les fonctions sortantes équivalentes. Cela signifie que les joncteurs, qui portent le même nom que les systèmes crossbar antérieurs, sont simplifiés et ne sont désormais que des fils assurant les liaisons entre les lignes et les jonctions. Les circuits de jonction sortants, qui sont placés à l'extrémité extérieure du réseau de commutation, sont responsables de la supervision du côté d'origine. Étant donné que différentes jonctions sortantes sont connectées à différents endroits et sont utilisées pour différents appels, leurs ensembles de relais peuvent être spécialisés pour un type particulier de signalisation ou de comptage d'appels (voir comptabilisation automatique des messages) ou autre particularité. Ainsi, une jonction TSPS peut donner un contrôle complet à un opérateur, tandis qu'une jonction de signalisation E et M peut effectuer le type de signalisation requis pour une ligne longue distance privée, tandis qu'une jonction sortante locale peut être plus simple.

Grâce à ce circuit de jonction plus complexe, les jonctions sortantes sont sélectionnées par une méthode plus rapide et plus polyvalente que le test de manchon utilisé auparavant. Chaque circuit de jonction fournit une masse sur un fil FT pour indiquer l'inactivité. Les fils FT des jonctions d'un groupe particulier sont interconnectés à un fil FTC (frame test common) pour la trame de liaison de jonction sur laquelle il apparaît, pour indiquer que le TLF a une ou plusieurs jonctions inactives dans ce groupe. Le relais de route dans le marqueur de fin de course connecte les relais de capteur à toutes les trames de liaison de jonction, ce qui permet au marqueur de choisir une TLF qui a une jonction inactive, puis de se connecter à cette jonction via le connecteur de liaison de jonction (TLC) pour choisir l'une de ces jonctions inactives. Cette méthode en deux étapes, ainsi que le mélange du trafic entrant et sortant, répartit le trafic de manière plus uniforme, atténuant ainsi les problèmes de congestion de liaison qui survenaient souvent avec les méthodes antérieures qui limitaient un groupe de jonctions à une ou deux trames de commutation sortantes.

Cette méthode est moins efficace pour les téléphones à pièces, qui nécessitent une signalisation spéciale. Dans les zones urbaines, ces derniers étaient desservis par des centraux plus anciens dotés de jonctions séparées pour les téléphones à pièces. Lorsque le 5XB était le seul central, un certain nombre de méthodes de contournement ont été conçues. Les téléphones ordinaires et les téléphones à pièces partageaient les lignes à pièces plus complexes et plus coûteuses, ou bien des itinéraires séparés étaient établis, ou des lignes à pièces étaient connectées via des commutateurs en tandem, le 5XB lui-même agissant comme son propre tandem. Dans ce dernier cas, l'appel devait utiliser deux connexions via la matrice de commutation : une pour connecter la ligne à la ligne de supervision des pièces et une autre pour connecter cette ligne à la ligne sortante.

Il était également moins efficace pour les appels en tandem, car la structure ne pouvait pas connecter directement une liaison à une autre liaison. Au lieu de cela, chaque liaison entrante ayant la capacité d'effectuer des appels en tandem devait avoir une apparence de trame de liaison de ligne, comme s'il s'agissait d'une ligne. Pour éviter les dépenses, les liaisons entrantes étaient divisées en groupes, certaines d'entre elles ayant la capacité de tandem et d'autres non. Cette complication a été évitée dans les endroits suffisamment grands pour payer un commutateur tandem séparé.

Chaque unité verticale, de droite à gauche, compte, stocke et convertit une sélection : groupe entrant, pinceau entrant, pinceau final, dizaines finales, unités finales. La connexion des trunks aux registres entrants et aux expéditeurs sortants ne se fait pas via la structure vocale à quatre étages. Elle se fait plutôt via un réseau crossbar dédié à un seul étage appelé respectivement lien de registre entrant (IRL) ou lien d'expéditeur sortant (OSL). Les registres et les expéditeurs sont répartis en groupes de dix, chacun étant affecté à un niveau d'autant de commutateurs crossbar que nécessaire en fonction du trafic qu'ils peuvent gérer. Différents trunks sont câblés à différents IRL ou OSL en fonction du type de signalisation qu'ils utilisent, c'est-à-dire IRDP, IRRP (voir commutateur de panneau) ou IRMF.

Les systèmes précédents utilisent des relais dans le circuit de liaison entrant pour contrôler la sonnerie et renvoyer la tonalité d'occupation. Le 5XB utilise un commutateur de sélection de sonnerie (RSS) : un commutateur à barres croisées avec dix verticales, desservant dix liaisons. [7] Les différents niveaux fournissent différentes tonalités et un courant de sonnerie de différentes durées et cadences (particulièrement utile pour les lignes partagées). Les niveaux 0 et 1 sont utilisés comme niveaux de discrimination pour définir la polarité de la sonnerie sélective côté pointe ou côté sonnerie. Un relais RT à ressort particulièrement sensible est utilisé pour détecter le décrochage d'une ligne en cours de sonnerie, libérer l'aimant de maintien RSS et engager le relais de supervision blindé afin que la supervision de la réponse de la batterie inversée soit renvoyée à l'extrémité d'origine.

Contrôle commun

Les méthodes de rappel, de train unique et autres méthodes sophistiquées nécessitent des contrôles plus sophistiqués, mais elles ont augmenté l'efficacité et sont devenues la norme pour les conceptions ultérieures. Le 5XB sépare également les registres de réception des chiffres des émetteurs pour leur envoi. Cette complication nécessite une plus grande transmission de données entre les circuits de contrôle, mais réduit considérablement le temps de maintien des émetteurs et augmente l'efficacité générale et la polyvalence sans avoir à intégrer la polyvalence dans des émetteurs volumineux, nombreux et complexes comme dans les systèmes précédents.

Les registres d'origine (OR) sont câblés au cadre de liaison de jonction (TLF). Dans le 5XB d'origine, un marqueur, une fois alerté d'une condition de déclenchement, sélectionne un OR par le même mécanisme qu'il utilise pour sélectionner une jonction, identifie un chemin libre entre la ligne et l'OR, charge l'OR avec toutes les informations nécessaires au traitement ultérieur (comme l'équipement de ligne et la classe de service) et se libère. L'OR reçoit ensuite les chiffres (rotatifs ou tonaux), les stocke dans des packs de relais Reed et utilise le prétraducteur pour déterminer le nombre de chiffres à recevoir avant de rappeler le marqueur pour terminer l'appel.

Des systèmes 5XB plus grands ont été construits dans les années 1960 avec davantage de marqueurs. Pour économiser de l'argent, les marqueurs ont été séparés en deux types : les marqueurs de tonalité simples (DTM) pour connecter la ligne au bloc d'appels et les marqueurs de fin d'appel (CM), beaucoup plus complexes et coûteux, pour terminer l'appel vers ou depuis une ligne réseau. Le CM a, entre autres fonctionnalités, la capacité de traduire les 3 premiers chiffres d'un numéro de téléphone (ou 6 en utilisant un traducteur de zone étrangère distinct) pour identifier les lignes réseau sortantes et leur traitement.

Les connecteurs, dont le but est similaire à celui des bus de données à l'intérieur d'un processeur d'ordinateur, connectent les marqueurs à l'équipement périphérique. Chaque connecteur est composé de gros relais de 30 contacts chacun, pour connecter tous les fils par lesquels le marqueur échangerait des informations et des signaux de contrôle. Par exemple, chacun des packs de lames oblongues d'un bloc d'exploitation devrait être connecté par cinq fils via le connecteur de marqueur de registre d'origine pour transmettre le code deux sur cinq représentant un chiffre composé. Pour la vitesse, le transfert est entièrement parallèle, ce qui nécessite de nombreux gros relais pour connecter autant de fils. Les connecteurs qui répondent à la demande d'action d'un circuit périphérique reçoivent le nom du circuit demandeur et du « marqueur », comme dans ORMC ou IRMC. Les connecteurs dont l'utilisation a été demandée par un marqueur ne sont nommés que pour le circuit auquel ils se connectent, comme dans le connecteur d'envoi, le connecteur de liaison de ligne et le connecteur d'enregistreur de problèmes.

L'un des inconvénients des systèmes pas à pas et des autres systèmes antérieurs est que la préférence pour le choix des liaisons principales ou des liaisons de sélection est fixe et que les liaisons préférées sont utilisées plus souvent, ce qui a pour résultat que le même matériel défectueux bloque les tentatives d'appel répétées jusqu'à ce qu'il soit mis hors service. Les marqueurs 5XB ont été conçus pour faire tourner les préférences de telle manière qu'il est très peu probable que les mêmes éléments de circuit soient utilisés lors de l'appel suivant. Ainsi, si un appel rencontre un problème d'équipement, une deuxième tentative réussira probablement.

En partie à cause de cette décision de conception délibérée visant à protéger les utilisateurs contre les pannes de composants, les quelques marqueurs partagés contiennent un grand nombre de circuits d'auto-vérification. Cela est possible car il n'y a que quelques marqueurs et bénéfique car leur bon fonctionnement est essentiel. Les codes numériques, par exemple, sont vérifiés pour s'assurer qu'exactement deux des cinq lignes sont activées. Lorsque les circuits d'auto-test intégrés d'un marqueur détectent une erreur, une grande carte perforée est produite au poste de test pour enregistrer la panne afin d'aider les aiguilleurs à la détecter et à diagnostiquer la source.

En 1949 un premier central urbain de type crossbar fut construit dans la ville de Malmö en Suède ; aux Etats-Unis, à la même époque, les multisélecteurs crossbar étaient déjà fabriqués industriellement ; toutefois, leur utilisation n'était pas encore complètement maîtrisée.

En Allemagne,**1953-1955** Une variante le commutateur **KS 53** de Mix & Genest, Aktiengesellschaft Stuttgart

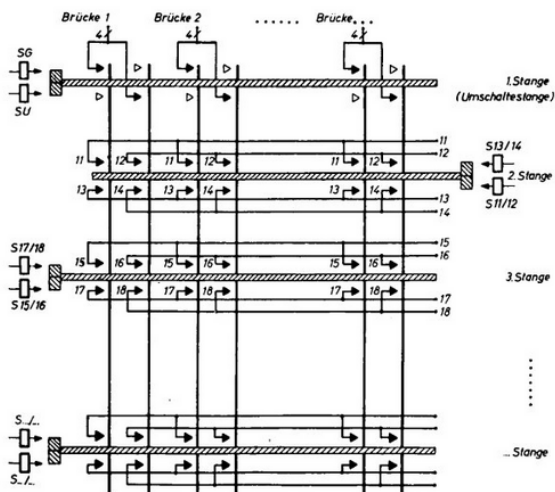
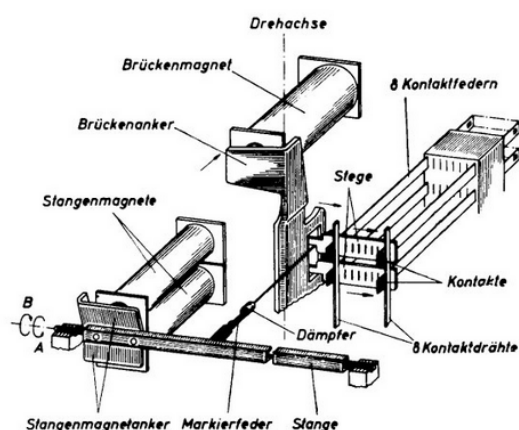


Schéma du commutateur de coordonnées KS 53 (Année : 1953)

Le commutateur comporte 17 ponts correspondant chacun à un sélecteur et 15 tiges portant chacune 17 ressorts de repérage.

Chaque tige peut prendre deux positions effectives, c'est pourquoi 30 sorties peuvent être obtenues avec une connexion à huit fils. Les fils de contact correspondent aux balais d'un sélecteur rotatif (entrée sélecteur). Cependant, si, comme dans ce cas, vous avez besoin de sélecteurs comportant un maximum de quatre fils à connecter, vous pouvez obtenir 56 sorties avec une connexion à quatre fils en utilisant une disposition illustrée sur la figure. Les sorties sont divisées en deux groupes (pairs et impairs). La barre supérieure est utilisée comme barre de commutation avec laquelle le groupe de contacts est sélectionné. Lors d'un réglage, deux tiges aimantées doivent être alimentées, une dans la zone de la tige de commutation et une dans la zone des 14 tiges restantes.

Le commutateur est entièrement encapsulé et donc protégé de la poussière ; sa fonction peut être observée à travers une plaque de verre.

EN FRANCE :



Technicien Cp400



(C'est moi)

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, les systèmes de commutation électromécaniques rotatifs de type Strowger, R6 ou Rotary, ce dernier étant choisi pour équiper Paris en 1926, sont en effet apparus dépassés.

En 1944-1945, l'état des télécommunications en France était tragique. Sur les cent quarante centraux automatiques existants, trenteneuf avaient été détruits par la guerre et beaucoup étaient hors service. Avec à peine quatre lignes pour cent habitants, la France avait un retard important sur ses voisins (sept lignes pour cent habitants en Allemagne, treize en Grande-Bretagne, quinze aux États-Unis).

Une Commission du plan de modernisation de l'équipement était bien nommée, mais le Gouvernement paraît au plus pressé : remédier à la pénurie alimentaire et énergétique, reconstruire les infrastructures routières et portuaires...

Le développement des télécommunications a donc attendu le Ve Plan (1966) pour être évoqué. Il ne deviendra une priorité qu'en 1975.

A la fin des années 50, une technique nouvelle, plus souple d'exploitation et dont la simplicité diminuait sensiblement les coûts d'entretien, semblait prometteuse : le **Crossbar**

L'administration souhaite faire évoluer le réseau téléphonique français en l'équipant de nouvelles machines améliorées par rapport aux commutateurs à organes tournants dont les capacités d'écoulement de trafic demeurent assez limitées.

Le Conseil Technique des PTT réuni en séance rend alors un avis le 26 février 1953 demandant d'étudier les dispositions envisagées dans les systèmes à barres croisées, pour en tirer tous les enseignements possibles.

Avril 1954 deux Commutateurs téléphoniques à barres croisées sont commandés pour expérimentation en grandeur nature.

- Un Commutateur prototype **PENTACONTA** de 2.500 lignes est mis en exploitation à **Melun** le **23 juillet 1955** (jusqu'au 30 juillet 1975).

- Un Commutateur prototype **CP400** de 2.000 lignes est mis en exploitation à **Beauvais** le **31 mars 1956** remplacé après Octobre 1985

- Après les premières études menées sur ces deux prototypes, le Conseil Technique des PTT, dans sa séance du 10 juillet 1957 propose à M. le Ministre des PTT de commander des Commutateurs CP400 et PENTACONTA pour commencer progressivement le déploiement en province.

- Après mise en exploitation d'une présérie en 1960 de Commutateurs PENTACONTA et d'une présérie de Commutateurs CP400, le Conseil Technique des PTT émet le **16 novembre 1960 l'avis définitif suivant** :

- de cesser au plus vite toute commande de nouveau Commutateur à organes tournants

- d'adopter au plus vite :

1 - **Le système CP400 pour les réseaux locaux et ceux de province** de structures relativement simples.

2 - **Le système PENTACONTA, version de grande capacité** pour les réseaux complexes, comme **Paris** et la première couronne, les grandes métropoles comme Marseille et Lyon, ou encore Nice - Côte d'Azur.

(La version, le **Pentaconta d'ITT / France**, introduit en 1964, a été employé dans **plus de 70 pays**)

Après ces deux premiers prototypes et quelques préséries, les Commutateurs téléphoniques crossbar français sont **normalisés en 1963** sous l'autorité de la **SOCOTEL** et prêts pour un déploiement massif en France jusqu'en 1994.

Les différents systèmes électromécaniques à barres croisées – type crossbar -déployés en France sont les suivants :

-CENTRAL AUTOMATIQUE TOUT RELAIS (prototype),
-PENTACONTA type 500 (prototype),
-PENTACONTA type 1000 A,
-PENTACONTA type 1000 B (dont CT4 et CT4 CIA),
-PENTACONTA type 1000 C (GCI),
-PENTACONTA type 2000,
-CP400-BEAUVAIS (prototype),
-CP400-PÉRIGUEUX (présérie),
-CP400-ANGOULÊME,
-CP400-TROYES,
-CP400-BOURGES,
-CP400-BRIE-COMTE-ROBERT (prototype),
-CP400-AJACCIO,
-CP400-CT4,
-CP400-CIA,
-CP400-CUPIDON,
-CP400-POISSY,
-CP400-GCU,
-CP100.
Entre 1300 et 1500 commutateurs crossbar seront déployés en France

Ericsson France a aussi installé dans les entreprises cinq autocommutateurs de type **Crossbar Privé** appelé gamme CP qui se sont décliné en :

- **CP 25** pour 24 ligne de postes intérieurs et 4 lignes réseaux
- CP 25 E
- **Cp 50** pour 48 postes intérieurs et 8 lignes réseaux
- **CP 210/220/200** jusque 200 Lignes intérieurs et 20 lignes réseaux
- **CP 100** au delà de 200 Lignes intérieurs

Et provenant d'Ericsson Suède

- CP 6 pour 6 postes intérieurs et 2 lignes réseaux
- Cp 16 pour 16 postes intérieurs et 4 lignes réseaux



Le CP25

Il peut desservir 24 postes d'abonnés et 4 lignes réseau. Les postes peuvent être affectés à l'une des trois catégories :

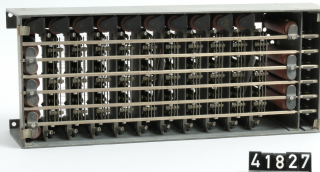
- Postes de type Prise directe, qui donnent accès directement au réseau téléphonique public des PTT,
- Postes de type Supplémentaire, qui ne peuvent établir des communications avec le réseau PTT que via le pupitre opérateur géré par une standardiste,
- Postes de type Privé, qui ne peuvent établir que des communications locales

Les 4 emplacements de lignes réseau peuvent chacun recevoir des plaques répondant à différents types d'exploitation des accès au réseau téléphonique public PTT : standard public manuel ou réseau public automatique. Les communications entrantes venant du réseau public sont acheminées par un exploitant depuis le pupitre opérateur vers le poste demandé.

Chaque emplacement réseau peut aussi être utilisé pour assurer une liaison inter automatique avec un autocommutateur privé distant, permettant un appel direct entre les postes abonnés des deux installations.

Le CP 25 E est équipé d'un sélecteur à barres croisées comportant des barres horizontales et verticales ; ces barres associées aux circuits entrants et sortants sont actionnées par des électroaimants et établissent lors d'une mise en communication une continuité métallique au point de croisement des barres activées entre l'équipement demandeur et l'équipement demandé (poste d'abonné vers poste d'abonné ou vers ligne réseau... et inversement). L'amplitude des mouvements mécaniques des barres est très limitée. Les sélecteurs sont très fiables et ne nécessitent aucun réglage, de même que les relais qui équipent le système.

Nous pouvons facilement reconnaître un commutateur **CP400**, par ses éléments sélecteurs de base qui comportent toujours de manière apparente 6 barres horizontales pour 10 barres verticales.



CP400-PÉRIGUEUX. S'ensuit la présérie de 5 commutateurs CP400-Type PÉRIGUEUX améliorés, installée dès **1960** à Périgueux.

CP400-ANGOULÊME. Arrive la première série de production en masse encore améliorée de 115 commutateurs de ce nouveau type en **1962** avec le premier d'entre eux installé à Angoulême.

Leur capacité peut atteindre 10.000 abonnés. Les commutateurs CP400-ANGOULÊME sont déployés jusqu'en 1970.

CP400-BRIE-COMTE-ROBERT. Prototype révolutionnaire mis au point par le prolifique ingénieur des télécommunications A. de Villelongue et ouvert en 1967, il s'agit du premier commutateur à signalisation intercentre à **Multi Fréquences**, au lieu de la signalisation par impulsions décimales jusqu'alors utilisée. Gain de temps dans l'acheminement et fiabilisation accrus des communications, notamment longue distance, avec augmentation de l'écoulement du trafic.

Tous les CP400 précédemment installés sont rétroactivement convertis à cette nouvelle signalisation, ainsi que les Pentaconta.

CP400-BOURGES. En 1968, la mise au point d'un nouveau prototype installé à Bourges voit le jour d'une capacité de 8.000 abonnés destiné aux petites villes.

CP400-TROYES. Puis en 1969, une nouvelle série encore améliorée de **22 commutateurs** CP400-Type TROYES dont le premier est installé à Troyes. Leur capacité peut atteindre 20.000 abonnés. Les commutateurs CP400-TROYES sont déployés jusqu'en 1970.

CP400-AJACCIO. En 1969 également, une nouvelle série avec d'autres améliorations issues du CP400-BOURGES voit le jour à destination des villes moyennes. Au **29 commutateurs** de ce type sont ainsi déployés au 1er janvier 1972.

CP400-CT4 (Centre de Transit 4 fils). Apparu également en 1969 en premier à Grenoble et Tours, fait partie de la nouvelle génération d'autocommutateurs de transit interurbains construite à partir du matériel CP400, mais à commutation sur 4 fils. **24 commutateurs** CP400-CT4 ont été déployés en France.

CP400-CUPIDON (Centre **Universel** Pour l'Interurbain Dans l'Organisation Nouvelle puis Centre Universel Permettant l'Interconnexion Dans une Organisation Nouvelle). Puis arrive en 1970 la nouvelle version CP400-CUPIDON encore améliorée à partir des perfectionnements des types ANGOULÊME et TROYES, avec de meilleures capacités de souplesse et d'écoulement de trafic. Leur capacité peut atteindre 30.000 abonnés. Arrivée très retardée par la mort brutale de l'ingénieur Albert de Villelongue en août 1967 **415 commutateurs** CP400-CUPIDON sont installés en France.

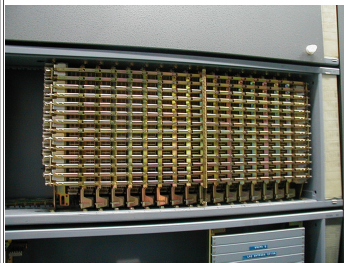
CP400-POISSY. Enfin, dès 1972, une nouvelle série améliorée est inaugurée à **Poissy**, dénommée CP400-POISSY, directement dérivée du CP400-CUPIDON et qui est l'ultime perfectionnement, en France de ce système suédois, avec l'adjonction d'un étage supplémentaire d'Aiguilleurs. Il permet de prendre en charge jusqu'à 40.000 abonnés voire 50.000 par cœur de chaîne à l'aide de certaines extensions supplémentaires. Il est pourvu de Traducteurs À Tores (magnétiques), qui permettent de traduire jusqu'à 1000 directions différentes. Ces nouveaux traducteurs sont même généralisés rétroactivement sur les CP400 précédents ainsi que les PENTACONTA, et même sur certains ROTARY encore en service en 1972. **322 commutateurs** CP400-POISSY sont installés en France.

CP100, (nom complet : CROSSBAR pour PARIS ou CROSSBAR PARISIEN 100) est un autocommutateur simplifié, de taille réduite, dérivé directement du CP400 conçu à l'origine pour une capacité maximale de 3.000 abonnés. En raison de son coût réduit, il est utilisé pour automatiser les campagnes et les très petites villes de France en version typique de 400 abonnés, ainsi qu'à remplacer les autocommutateurs SRCT vieillissants. Ils sont déployés massivement en France à partir de 1964.

En 1971, LM Ericsson avait produit un million de commutateurs, conservant ainsi sa position dominante dans le développement et la vente de crossbars dans le monde entier .

En 1975, le système Bell comptait plusieurs millions de commutateurs crossbar installés dans les centraux nord-américains. De plus, plus d'un million de ces commutateurs étaient fabriqués par des fabricants extérieurs à l'Amérique du Nord. Pendant au moins 40 ans, des entreprises sous licence et des imitateurs ont fabriqué d'innombrables versions des commutateurs Ericsson et Bell dans le monde entier.

LE PENTACONTA



multisélecteur PENTACONTA à 14 barres horizontales.

La version **PENTACONTA** de grande capacité équipera les réseaux complexes, comme Paris et la première couronne, les grandes métropoles comme Marseille et Lyon, ou encore Nice - Côte d'Azur.

Le Pentaconta est conçu par les sociétés LMT et CGCT, toutes deux filiales françaises de l'américain ITT.

La conception de ce système doit beaucoup à l'ingénieur Fernand Gohorel qui supervise l'invention du Multisélecteur à barres croisées.

Le radical "Penta" signifie que les abonnés sont regroupés par modules primaires de 50. Il s'avère le système électromécanique pourvu des meilleures capacités d'écoulement du trafic ; il est retenu pour les très grandes villes françaises pour cette raison, ainsi que pour les centres de transit interurbains de nouvelle génération.

Chaque commutateur PENTACONTA, bien qu'électromécanique, possède quelle que soit son importance une chaîne d'enregistrement des incidents dont le rôle est d'éditer automatiquement une **carte perforée** qui détaille le défaut, chaque fois que le système constate une faute de fonctionnement ; progrès remarquable pour l'époque où les microprocesseurs ne sont pas encore inventés.

Nous pouvons facilement reconnaître un commutateur PENTACONTA, par ses éléments sélecteurs de base qui comportent toujours de manière apparente 14 barres horizontales.

Nous parlons d'ESL pour Équipements de Sélection de Ligne d'abonné pour un PENTACONTA utilisé en commutateur d'abonnés, et d'ESG pour Équipements de Sélection de Groupe pour un PENTACONTA utilisé en centre de transit intercentraux.

289 commutateurs PENTACONTA sont mis en service en France. Le dernier commutateur électromécanique de type PENTACONTA est commandé en France en juin 1978, et les dernières extensions sont commandées en juin 1979.

Le dernier commutateur PENTACONTA d'Île-de-France, celui de Paris-Brune Chaîne Jeux est démonté le dernier trimestre 1994 et le dernier commutateur PENTACONTA de France, est démonté à Givors le 6 décembre 1994. PENTACONTA type 500 (Multisélecteur à 500 points de sortie au niveau des ESL), concernant la France, il est implanté pour la première fois à Melun le 23 juillet 1955.

Ce système est capable de gérer jusqu'à 17.000 abonnés.

PENTACONTA type 1000 A (Multisélecteur à 1040 points de sortie au niveau des ESL) dont le premier exemplaire est mis en service à Albi en 1959.

PENTACONTA type 1000 B (Multisélecteur à 1040 points de sortie au niveau des éléments ESL et à 1040 points de sortie au niveau des ESG), développé dans les années soixante, pour permettre de traiter jusqu'à 50.000 abonnés ou circuits par cœur de chaîne et pourvoir Paris et les très grandes villes françaises. Paris en est équipé dès le 21 janvier 1964.

PENTACONTA CT4 (Centre de Transit 4 fils). Apparu en 1966, fait partie de la nouvelle génération d'autocommutateurs de transit interurbains construite à partir du matériel Pentaconta, mais à commutation sur 4 fils (au lieu de 2 fils).

11 commutateurs PENTACONTA CT4 ont été déployés en France.

NGC (Nodal de Grande Capacité), de la nouvelle génération d'autocommutateurs interurbains, est construit à partir du matériel Pentaconta à commutation sur 2 fils. Le premier des 5 commutateurs NGC est mis en service en février 1972 en France, à Lyon.

Les NGC sont, avant les évolutions ultérieures, équipés de **Traducteurs Quasi Électroniques** (matrices à diodes et transistor - en totalité abandonnés dès 1975, pour être remplacés par des Traducteurs Impulsionnels à Tores encore plus rapides à commuter).

Le NGC de Paris St-Lambert est le premier à être équipé des nouveaux Traducteurs Impulsionnels à Tores dès sa mise en service le 3 juin 1972.

PENTACONTA type 1000 C (Multisélecteur à 1040 points de sortie au niveau des ESG). Conçu en 1965 aux USA.

Utilisé en France pour les GCI (Grand Centre de communication Interurbain) de la nouvelle génération d'autocommutateurs interurbains destinés à remplacer la génération à organes tournants, mais à commutation sur 4 fils, avec même sélecteur mais mise en œuvre différente pour un écoulement du trafic encore amélioré.

Le premier des **32 commutateurs GCI** est mis en service en décembre 1973 en France, à Marseille. Ils sont équipés de Traducteurs à Programme Câblé, dérivés des Traducteurs Impulsionnels à Tores, mais plus adaptés au type de structure des GCI.

Avec les débuts de l'informatique, certains GCI sont ensuite équipés dès 1974 de Traducteurs à Programme Enregistré, et d'une interface homme-machine informatique primitive comme celui de Marseille St Mauront.

D'ailleurs les TPE ont vocation à remplacer rétroactivement les autres types de traducteurs sur les pentaconta et autres CP400 appelés à ne pas être remplacés rapidement par du matériel de future génération. Il s'agit d'un nouveau type de Pentaconta très évolué pour l'époque qui commence à devenir substantiellement électronique par la création des Unités de Commande Électroniques en remplacement des Unités de Commande Électromécaniques initiales.

PENTACONTA type 2000 (Multisélecteur à 2080 points de sortie au niveau des ESG).

Il est aussi bien utilisé en commutateur d'abonnés de grande capacité (50.000 lignes) qu'en CTU (Centre de Transit Urbain), essentiellement pour Paris puis Lyon en **21 exemplaires**. Il est construit à partir du matériel Pentaconta à commutation sur 2 fils.

Le premier CTU est inauguré en 1968 à Paris. Ce Pentaconta accorde une grande part à l'électronique et sera l'objet d'évolutions, y compris informatiques.

Le Pentaconta 2000 dispose d'une interface homme-machine par clavier et console informatique primitive. Comme le type précédent, le Pentaconta 2000 est très évolué pour l'époque par l'innovation des Unités de Commande Électroniques en remplacement des Unités de Commande Électromécaniques initiales. Il est mis en service afin de dégorger le trafic dans les très grandes villes françaises, en attendant l'arrivée des centres de transit électroniques spatiaux et temporels prévus les années suivantes.

- Le **dernier** Commutateur Crossbar de France est **commandé en 1979** et les dernières extensions également.
- Une partie des Commutateurs crossbar les plus récents et ceux qui ont été conservés en exploitation le plus longtemps ont été équipés de détecteurs de numérotation à Fréquences Vocales (DTMF) par clavier.
- Il est décidé que les types de Commutateurs Crossbar les plus anciens et les plus primitifs seront démontés en 1984-85 juste avant le passage à la Nouvelle Numérotation à chiffres du 23 octobre 1985, tandis que les types les plus perfectionnés seront, eux, adaptés au nouveau plan de numérotage moyennant adaptations pouvant aller jusqu'à l'électronisation de leur Unité de Commande initialement construite en technologie purement électromécanique (à relais)
- Le dernier Commutateur d'abonnés Crossbar de France, un **Pentaconta 1000** est désactivé à Givors (LZ23) le 6 décembre 1994.
- Il a existé en France, à partir de 1966, au moins 185 Commutateurs électromécaniques crossbar mobiles, en remorques. Ils étaient destinés aux dépannages en cas de sinistres des installations de télécommunications.

1994 Le dernier central crossbar français, Givors, est basculé sur un central électronique fin 1994.

Le dernier CP400 de France est démonté à Langon en 1994.

Méthode d'installation des téléphones automatiques de l'abonné lors du passage de la batterie locale au système automatique.

Méthode Ericsson suivie par la plupart des installateurs.

Lorsqu'une installation téléphonique est automatisée, il est souvent possible de conserver les mêmes lignes dans le système automatique, même si quelques modifications et réparations peuvent être nécessaires.

Le nouveau central automatique est relié par des joints de transfert aux câbles primaires provenant de l'ancien central manuel, et à un instant fixe tous les abonnés, ou dans les grands centraux un groupe d'abonnés, sont basculés vers le central automatique.

Si le central manuel est conçu sur le système à batterie locale, les abonnés des stations ont été équipés de cadrans ou remplacés par des téléphones automatiques avant le basculement, afin de ne pas compliquer ce processus.

Mais si l'échange manuel est organisé sur le système à batterie locale, les téléphones (avec batterie locale) des anciens abonnés ne peuvent évidemment pas être échangés contre des téléphones automatiques avant le basculement ; il faut plutôt le laisser et installer également le nouveau téléphone automatique.

Les téléphones à batterie locale doivent donc être utilisés jusqu'au moment effectif de la commutation, et ce n'est qu'à ce moment-là que les téléphones automatiques peuvent être utilisés.

Le plan habituel pour cela a été de connecter la ligne entrante de l'abonné à un commutateur spécial avec lequel l'abonné peut basculer sa ligne d'un poste à l'autre à une heure définie. Dans ce cas, cependant, il s'est avéré nécessaire d'installer, outre le commutateur, un condensateur en série avec le téléphone à batterie locale, car autrement tout téléphone dont la sonnerie est connectée directement à la ligne d'abonné le ferait, une fois le basculement effectué. (généralement la nuit), passez un appel au central jusqu'à ce que l'abonné ait renversé le commutateur et ait ainsi changé la ligne sur le poste automatique.

Outre des considérations de coût, cette disposition n'est pas très pratique, car la ligne d'arrivée de l'abonné ne peut pas être fixée définitivement aux bornes de ligne du téléphone automatique avant que la commutation ne soit effectuée, car l'interrupteur, le condensateur et le téléphone LB doivent être retirés. après. Afin d'éviter cela, la méthode suivante a été élaborée et récemment utilisée en pratique avec de bons résultats.

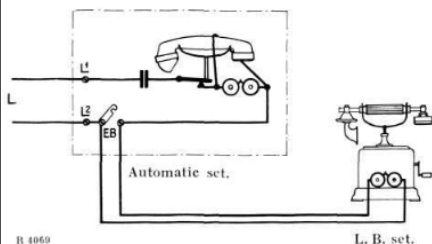


Fig. 1.

La figure 1 montre comment les connexions sont établies lorsque le téléphone automatique est installé avant le basculement.

La ligne L de l'abonné entrant est reliée aux deux bornes de ligne L1 et L2 du téléphone automatique, qui est donc immédiatement connecté dans sa position permanente.

Le bornier de ce dernier comporte toujours deux bornes E B, pour connecter une cloche supplémentaire, celles-ci étant normalement reliées par une bande métallique. A ceux-ci sont reliées les bornes de ligne du téléphone à batterie locale, la bande métallique étant repliée sur un côté.

Par conséquent, lorsque le crochet du téléphone automatique est enfoncé, c'est-à-dire. lorsqu'il est en position de signalisation, le téléphone à batterie locale sera connecté à la ligne en série avec la sonnerie et le condensateur du téléphone automatique. L'impédance de la sonnerie est cependant beaucoup trop élevée pour les courants de parole et ne peut donc pas être connectée pendant l'utilisation du téléphone à batterie locale. Il est donc court-circuité par un fil de connexion ordinaire disposé au niveau du téléphone et relié aux bornes de sonnerie sur la réglette du téléphone, sorti par le trou pour le cordon du boîtier, et posé autour du crochet du récepteur ou sur le microtéléphone. et composez de manière à maintenir le crochet enfoncé, comme dans les figs. 2 et 3.



Fig. 2.



Fig. 3.

Ce fil de liaison a deux fonctions, celle électrique de court-circuiter la cloche qui sonne, et celle mécanique d'empêcher le mouvement du crochet. Grâce à celui-ci (il peut être opportunément émaillé et recouvert d'une certaine couleur), le poste automatique est scellé en position de sonnerie et indique en même temps à l'abonné qu'il ne doit pas être utilisé. Le téléphone à batterie locale est connecté à la ligne de l'abonné en série avec le condensateur, et la conversation peut ainsi se poursuivre sans perturbation.

Il est demandé à l'abonné de couper ce fil de liaison à un moment déterminé, une fois la commutation terminée, brisant ainsi le scellement mécanique, après quoi le téléphone automatique sera utilisé.

En coupant le fil, le court-circuit à travers la sonnerie est rompu et le téléphone automatique est remis en état de fonctionnement normal, tandis que le téléphone LB reste connecté comme sonnerie supplémentaire. Les signaux entrants sonneront ainsi la cloche des deux postes. Après un certain temps, un installateur arrivera et retirera le téléphone à batterie locale et le fil de connexion, ce dernier étant laissé en suspens jusque-là. Il reliera également les deux bornes E et B par la réglette métallique. Aucun changement ne doit alors être apporté à la ligne entrante.

Grâce à cette méthode, le nouveau téléphone automatique peut être installé très simplement sans qu'un interrupteur supplémentaire ni un condensateur ne soient nécessaires, tout en laissant en même temps l'ancien téléphone à batterie locale en service.
 Bien entendu, la méthode peut être utilisée pour passer d'un système de batterie local aussi bien à un système manuel qu'à un système automatique à batterie centrale.

En résumé : Bilan d'implantation du Crossbar dans le monde

Crossbar Switching Systems

Country	Manufacturer	System	Introduction	Millions of Lines Worldwide (Approx.)
United States	AT&T/Western Electric	No. 1	New York, 1938	6
		No. 4	Philadelphia, 1943	11
		No. 5	Media, PA, 1948	28
	Kellog	1040/No. 7XB	1950	<0.01
Sweden	L.M. Ericsson	ARF 50	Helsinki, 1950	17
		ARM10	Rotterdam, 1923	
	Licensed to: North Electric (U.S.) SFTE/CIT (France)	NX 1/2	1956	2
		CP 400	Beauvais, 1956	9
Belgium	BTM	8A	Skien, Norway, 1954	<0.01
France	CGCT/CIT	Pentaconta	Melun, 1955	18
Germany	Mix & Genest	KS/53	1955	1
Norway	STK	8B	1958	0.350
Japan	NEC et al. ^a	C 1-8	Musashifuchu, 1958	60
Eastern Europe	NIITS et al. ^b	ATS-K (M)	Berlin, 1962	9
U.K.	Autelco	5005	Sydney, 1963	2

Le crossbar couvre tous les besoins du réseau de l'époque : centres de transit urbain, centraux mixtes, interurbains ou internationaux.

Cela explique, avec le développement de la demande téléphonique, la pénétration très rapide du crossbar sur le marché français.

C'est en grande partie grâce au crossbar qu'est résolue la grave crise du téléphone de 1965 à 1980.

La génération du crossbar s'éteint en décembre 1994, avant le passage à la numérotation à dix chiffres.

Le dernier central crossbar français, Givors, est basculé sur un central électronique fin 1994.

Résumé

- Avec des capacités de l'ordre de 10 000 lignes, les systèmes de commutation automatique se perfectionnent et se répandent dans le monde entier.

- La proportion d'appareils automatiques passe de 15% en 1925 à 77 % en 1955.

- Ce système connaît son apogée dans les années 1960 / 70. Ces Commutateurs sont cependant devenu totalement obsolètes.

- Les derniers Commutateurs crossbar de France sont démontés en 1994, avant le changement de plan de numérotation (bascutage à 10 chiffres le 18 octobre 1996 à 23H00), car France-Télécom renonce finalement à les adapter pour raison de complexité et de coût.

Reportage *Arrêt des derniers commutateurs Crossbar*. [Fréquence n°85 janvier 1995](#)

Concernant la maintenance des systèmes Crossbar et leur durée de vie :

Grâce à la commutation effectuée par mouvements de très faible amplitude, il y a beaucoup moins d'usure que dans les systèmes rotatifs précédents. Le résultat est quasiment "miraculeux".

De plus, les Multisélecteurs voient leurs contacts fabriqués en alliages incluant palladium et or, ce qui assure une bonne protection contre l'oxydation.

Ainsi, durant les 8 à 10 premières années de service d'un Commutateur Crossbar, la maintenance y est bien plus réduite que sur un système à organes tournants, tel que ceci avait été promis par les concepteurs et fabricants.

Mais après cette première période, il est à signaler que les pannes par faux contacts finissent par apparaître, notamment dans les Multisélecteurs, pour se manifester de plus en plus souvent.

De surcroît, les pannes deviennent progressivement de plus en plus difficiles à localiser au fur et à mesure du vieillissement général du Commutateur Crossbar.

Il devient alors nécessaire de former des équipes de techniciens de maintenance très spécialisées, très aguerries et très fines dans la recherche des défauts et leur résolution ; les défauts étant beaucoup moins visibles à localiser que sur les systèmes à organes tournants (qui se détachaient jadis surtout à l'œil et au son).

La fort désagréable surprise éclate aux yeux des personnels d'exploitation et de l'ingénierie durant l'année 1974, quand une véritable "maladie", que personne n'attendait, ciblant massivement les contacts des Multisélecteurs PENTAConta et CP400 est finalement découverte. Le CNET prend l'affaire en main et étudie le phénomène : il s'agit d'une usure en forme de cratère dont sont frappés les contacts tronconiques des Multisélecteurs, et qu'il n'y a rien à faire (sauf à procéder à des remplacements massifs au fur et à mesure de l'apparition de la "maladie"). La maladie des contacts est connue sous la dénomination Contact-Ventouse.

L'année 1974 marque alors un tournant qui laisse entrevoir le besoin de remplacer sans tarder les Commutateurs électromécaniques, notamment les Commutateurs d'Abonnés installés en zone à fort trafic ainsi que les Centres de Transit Électro-Mécaniques qui fonctionnent, de par leur rôle, en trafic par définition intensif.

La conséquence sera à partir de cette époque la multiplication des efforts pour aboutir au plus vite à la mise au point et au déploiement de la technologie [Électronique Temporelle](#) en lieu et place de l'Électro-Mécanique.