

Commutateur téléphonique à relais

Vers 1900 Deux ingénieurs suédois, **Gotthilf Ansgarius Betulander** et **Nils Palmgren**, contribuèrent au développement et au perfectionnement des stations téléphoniques automatiques plus connues sous le nom de système **Crossbar** (barres croisées).

Le système **Betulander** datant des années **1890** s'est installé principalement en Suède dans nombre de petits centres ruraux.

NILS PALMGREN avait un peu plus de 20 ans lorsqu'il était employé par la société de développement AB Autotelefon **Betulander**.

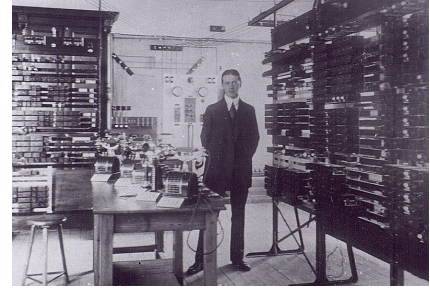
Dans les années 1900

Lorsque le jeune ingénieur télécoms se promenait un soir, il eut soudain une vision de la façon dont dix lignes téléphoniques entrantes dans un central téléphonique pouvaient être mises en contact avec 100 lignes sortantes.

De retour à la maison, il fit un croquis de ce qu'il avait imaginé.

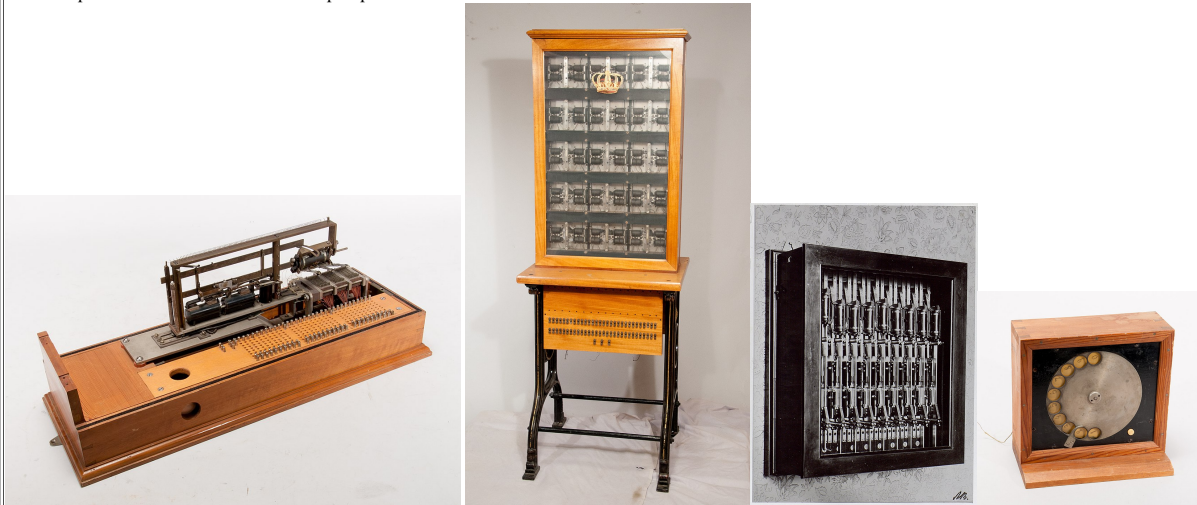
L'esquisse était d'importance historique, car elle a abouti au principe de commutation, à savoir comment il est possible de se connecter et d'utiliser au maximum toutes les lignes sortantes disponibles.

Ce principe sera ensuite utilisé dans le système de **commutation crossbar** et plus tard dans les systèmes électroniques.



L'Autotelephone Betulander

Axel Hultman et Herman Olson n'étaient pas les seuls ingénieurs de la Telegraph Administration à vouloir explorer les possibilités des dispositifs de commutation automatique. **Gotthilf Ansgarius Betulander**, ingénieur de longue date à l'usine de l'Administration, avait déjà participé à la construction de minuscules commutateurs automatiques à la fin des années 1890 et quelques-uns de ces commutateurs avaient été installés dans les zones rurales.



Le premier commutateur à gauche, centre téléphonique automatique de la construction de **Betulander**, a été exposé à Paris **1900**, puis utilisé à Järla. Il avait également confié quelques-uns de ces sélecteurs *étape par étape* à **LM Ericsson** pour qu'ils les testent, peut-être dans l'optique d'entamer une collaboration avec l'entreprise.

Le commutateur avec "dispositifs d'accouplement à déplacement vertical" (sélecteur grimpant) que Betulander avait conçu dès 1897 pour un usage interne à l'atelier a ensuite été amélioré et installé en une vingtaine d'exemplaires, dans la région de Stockholm à partir de la ville, villas de Södertörn en 1902.

En 1910, cependant, il choisit sa propre voie, prenant un congé de son poste au sein de l'administration, pour rechercher des alliances en dehors de l'administration et de **LM Ericsson**.

Lors de sa participation à la conférence de Paris en septembre de la même année 1910, il faisait officiellement partie de la délégation de l'administration télégraphique suédoise, mais il semble qu'il ne représentait pas seulement l'administration à la conférence.

Lors de la conférence, il a exposé un système automatique et avait déjà formé un consortium avec un banquier suédois actif à Paris et quelques entreprises françaises. Le consortium avait acquis des options sur certains de ses brevets.

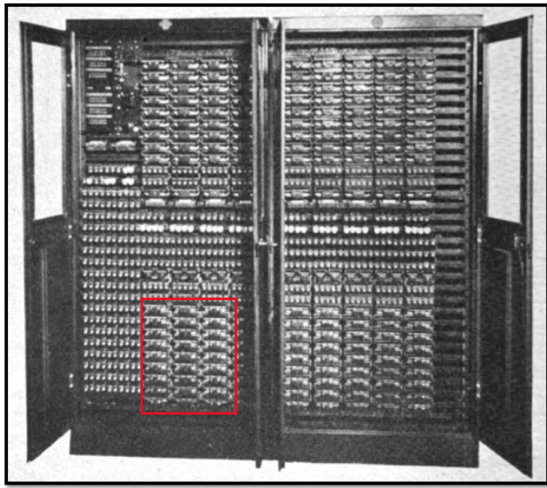
En décembre 1910, il fonde une société, **Autotelephone Betulander**, avec l'aide de quelques financiers et notamment d'un pionnier de l'industrie chimique suédoise, Oscar Carlson.

Les partenaires français détenaient la majorité des actions de l'entreprise et lorsque certains des partenaires français quittèrent le consortium en 1912, apparemment après avoir appris qu'aucune production n'était prévue en France, l'entreprise fut liquidée. Au lieu de cela, une nouvelle société, **New Autotelephone Betulander**, a été fondée avec uniquement des financiers suédois. Oscar Carlson est également resté le principal partenaire financier de la nouvelle société et a été membre du conseil d'administration.

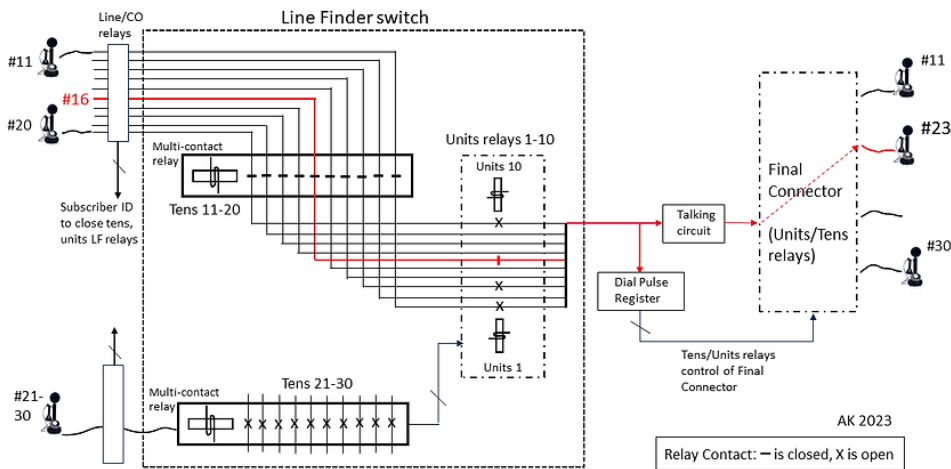
Avec son jeune partenaire d'ingénierie, **Nils Palmgren**, **Betulander** a réalisé plusieurs conceptions d'appareils de commutation automatique et ils ont acquis plusieurs nouveaux brevets. Au début de 1913, la société entame des négociations avec la société anglaise Marconi concernant les brevets de la société Betulander pour les dispositifs de commutation automatique. En mai, un accord fut conclu selon lequel le **Marconi Wireless Telegraph Co** a acquis tous les brevets de l'entreprise en dehors de la Suède et une nouvelle société Marconi a été fondée pour exploiter les brevets, *The Betulander Automatic Telephone Company Ltd. ...*

En 1905, **N. Palmgren** proposa la création d'un **système tout avec des relais**, une proposition qui était bien en avance sur son temps.

La figure ci dessous montre une partie d'un commutateur téléphonique automatique à 100 lignes datant de 1906.



Bien sûr, un tel système comporte de nombreux composants, mais concentrons-nous sur le réseau de commutateurs composite Line Finder (LF). La figure suivante montre un diagramme d'un échange simplifié à 20 lignes.



La figure simplifiée montre les concepts essentiels pour passer un appel avec la plupart des détails supprimés.

Le LF est le commutateur basé sur un relais sur lequel se concentre. Il s'agit d'un interrupteur composite composé de deux relais Tens avec chacun 10 contacts « fermeture » (en pratique, cela fait 30 fermetures/relais) et 10 relais Units. Cet arbre de relais démontre clairement la sélection d'un abonné sur 20.

La figure ne détaille pas le connecteur final (FC), mais elle utilise des relais Tens/Units dans une structure hiérarchique, similaire mais distincte de la disposition LF. Voyons comment tout cela fonctionne pour le #16 en composant le #23.

L'appelant n° 16 décroche et le circuit de ligne fournit un identifiant (ID) au contrôleur LF (non représenté). Cela ferme les relais « Tens 11-20 » et le relais « Units 6 » afin que le numéro 16 soit connecté au registre d'impulsions à cadran. Le registre d'impulsions de numérotation fournit une tonalité et enregistre le premier chiffre de l'abonné, un 2. Le registre clôture désormais le relais « 21-30 Tens » dans le Final Connector. Le numéro 16 suivant compose le deuxième chiffre, un 3. Le registre ferme le relais « Unités 3 » dans le FC. Ceci termine la connexion du n°16 via le circuit de conversation (batterie et bobines d'isolation) au sous-n°23.

Il est important de noter que la méthode de contrôle du commutateur est la « composition directe progressive » ; chaque chiffre composé avance la commutation d'un pas à la fois. D'une certaine manière, la méthode est parallèle au fonctionnement du système étape par étape de style Strowger en termes de progression simple des appels depuis LF jusqu'aux étapes de commutation successives. Cet exemple peut être étendu à 1 000 abonnés (ou plus) en ajoutant des centaines, des dizaines et des unités d'étages de relais. Bien entendu, davantage de chercheurs de ligne et de connecteurs finaux peuvent être ajoutés pour prendre en charge davantage de trafic d'appels. Pour un système de ligne 10000, des étapes de sélection intermédiaires sont nécessaires.

Prendre en charge un appelant à l'aide de la figure 2 est simple. Cependant, pour prendre en charge deux appelants, le LF a besoin de deux fois plus de contacts relais. Le connecteur final bloquera également un deuxième appel à moins que la plupart des relais ne doublent leur charge de contact. Cette méthode de mise à l'échelle devient rapidement peu pratique.

La figure 3 montre deux ensembles de relais d'unités. Il y a 5 relais par appareil et 2 appareils (10 relais au total), plusieurs relais dizaines à 33 contacts et les relais LR et CO typiques.

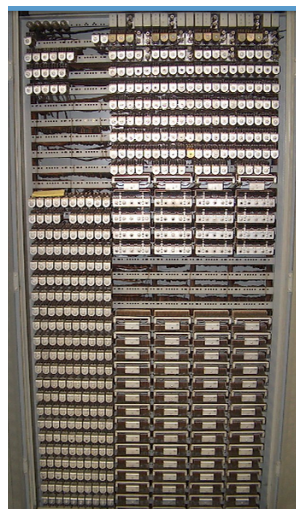
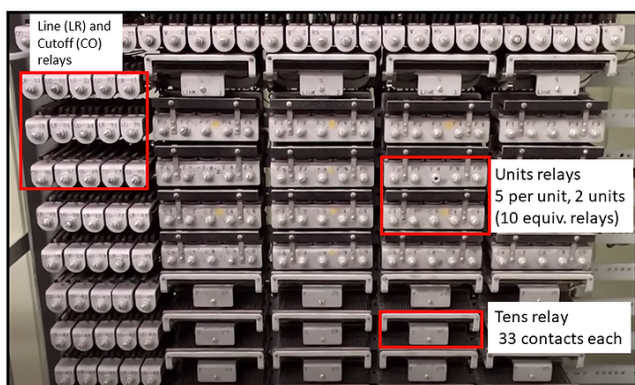
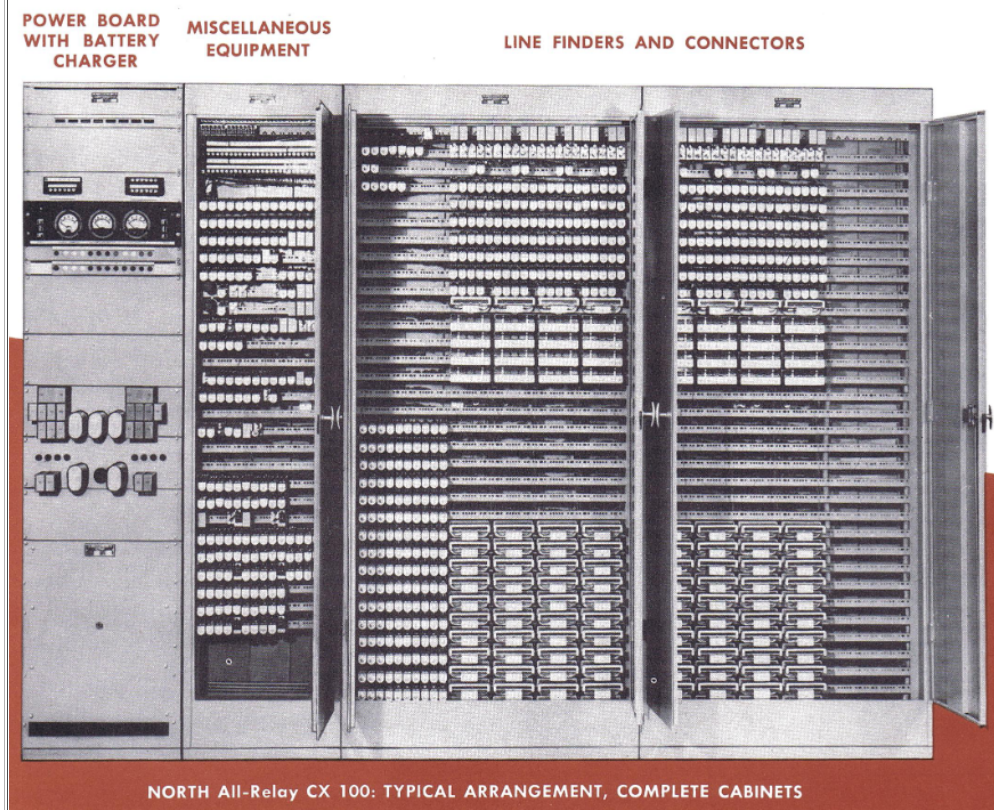


Fig 3, système CX-100 montrant les relais des dizaines et des unités et un rack de North Electric, 80 lignes, CX-100.

Ces commutateurs n'étaient utilisés que pour les très petits centraux téléphoniques. Une entreprise notable qui fabriquait des commutateurs tout relais pour central téléphonique était **North Electric de Gallion**, Ohio (à ne pas confondre avec Northern Electric du Canada). Les modèles CX-100 et CX-1000 (100 et 1000 abonnés respectivement) étaient utilisés de manière limitée dans le réseau public.



En 1913, l'entreprise **Betulander/Palmgren** à Londres a été soutenue par la société Marconi. Le premier **centre de démonstration** de 100 lignes d'abonnés a été présenté à **Marconi House à Londres en 1913**, et présenté à la presse en mai de la même année.

The Latest in Telephone Systems

WHY
The Relay Automatic Telephone System is the one best suited to all purposes.

BECAUSE
It is simple.
No complex mechanical apparatus is used except simple relays.

It is flexible.
It adapts itself readily to special requirements, and it is suitable for systems of all sizes.

It is rapid.
Relays work instantaneously.

It is elastic.
It can readily be extended to provide for any increase in switch-board capacity.

It is secret.
It is impossible for conversation to be overheard by a third party.

It requires little attention.
Experience with relays has proved that after initial adjustment, they require little attention.

The operating is continuous.
The same rapidity and quality of service is maintained day and night.

The wiring is economical.
It needs only two wires per telephone.

Automatic Telephone Exchange at South London Hospital, England.

THE RELAY AUTOMATIC TELEPHONE CO., LTD.,
Marconi House, Strand, W.C.

Téléphone Betulander

[Ci dessous. Plans d'organisation du fonctionnement.](#)

Publicité Marconi House Londres

Betulander et Palmgren ont développé le premier commutateur téléphonique commercial tout relais en Europe.

Ces deux ingénieurs possédaient leur propre entreprise, **Nya Autotelefon Betulander en Suède** (1910-1920). Ils décidèrent de se développer et s'associèrent à la société **Marconi** et fondèrent la « **Betulander Automatic Telephone Company** » à Londres, en Angleterre, en 1913.

En 1915 avec le temps, ils changèrent le nom en « **Relay Automatic Telephone Company** » (**RAT Co.**). Leur mission était de créer un commutateur entièrement à relais pour le marché britannique.

Ils ont décidé d'utiliser une **approche matricielle XY** et de placer un relais à chaque intersection. La figure 4 montre une simple matrice 3x3 avec des contacts à 2 contacts à chaque intersection. Ainsi, lorsque le relais B3 est excité, les fils « B » sont connectés aux fils « 3 ».

Ce type de matrice peut être de taille NxM et disposé avec d'autres tableaux similaires (de n'importe quelle taille) pour créer un commutateur composite permettant de prendre en charge le trafic d'appel attendu.

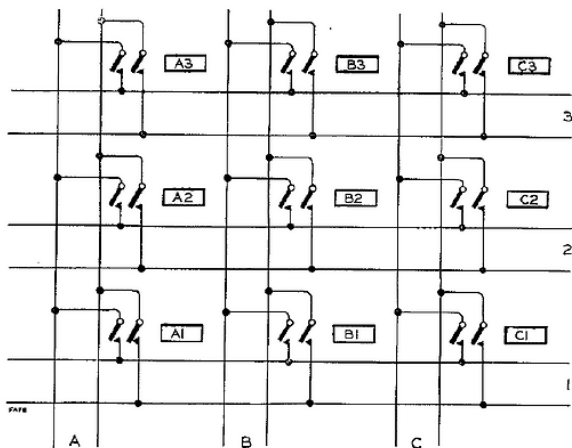


Fig 4, matrice de points de croisement XY de commutation utilisant des relais [RAT].

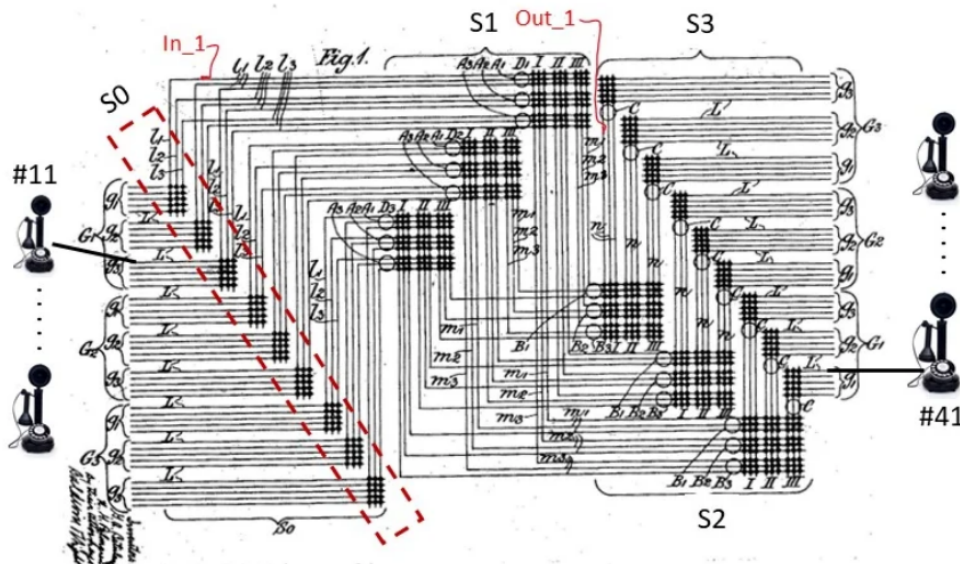
L'un des attributs cardinaux du commutateur de type Strowger et de la méthode de **Clement** est leur capacité de « numérotation progressive directe ». Les commutateurs avancent au fur et à mesure que l'abonné compose chaque chiffre. Ce n'est pas le cas avec le système de points de croisement matriciels. Betulander et Palmgren ont dû inventer une nouvelle méthode pour contrôler les opérations de commutation après la composition d'une partie ou de la totalité du numéro. Premièrement, ils avaient besoin d'un « enregistreur de chiffres » pour enregistrer les chiffres composés (2, 3, 4 chiffres selon la taille de l'échange). Une fois la numérotation terminée, ils ont utilisé un « marqueur » pour marquer le chemin à travers les commutateurs afin de créer un chemin de conversation de bout en bout. Le marqueur était basé sur des relais et constituait le « cerveau du système ». Ils ont reçu un brevet pour la conception entièrement relais et pour l'idée du marqueur.

Rappelons qu'un marqueur était également essentiel pour les bureaux [crossbar](#) du système Bell (#1, #4, #5).

Il n'est pas possible ici de comparer le marqueur de Betulander à la version de Bell, mais ils ont tous deux établi des connexions via des commutateurs à points de croisement. Cela devient un peu flou ici, mais certains auteurs pensent que Bell a peut-être emprunté certaines des idées de marqueurs de Betulander.

Le brevet tout relais Betulander & Palmgren US 1 251 955, est déposé en 1915

Regardons sa première figure pour comprendre comment leur commutation de point de croisement a été appliquée pour passer un appel. Voir la figure ci dessous



Les quatre étages de commutation dans un central d'abonnés à 45 relais

Le diagramme des brevets peut paraître intimidant, mais il est relativement simple. Sur les côtés gauche et droit, les g (g 1, g 2, .. g n), sont des lignes d'abonné. Il y a 45 abonnés pour cet exemple. Les téléphones des deux côtés représentent les mêmes abonnés. Cette figure montre uniquement les matrices de commutation et non les composants de contrôle nécessaires.

Le tissu est divisé en quatre groupes ou étapes, S0-S3. S0 et S3 ont chacun 9x5 réseaux de points de croix x3. S1 et S2 ont chacun 27 tableaux 3x3 (ou trois tableaux 9x9). Le chemin de conversation va de S0 à S1 puis de S2 à S3. De S0 à une sortie de S3, de nombreuses voies de conversation potentielles sont disponibles. Cependant, lorsque le trafic appelant dépasse le maximum attendu, la structure de commutation peut commencer à bloquer les appels.

Il est intéressant de noter que l'expérience de la conception et de la construction d'une matrice basée sur des relais a peut-être inspiré Betulander & Palmgren à inventer un petit commutateur crossbar quelques années plus tard. Il y a beaucoup de points communs avec la matrice de points de croisement NxM basée sur un relais et le dispositif crossbar NxM plus avancé.

Pour un central plus important, disons 1 000 abonnés, le nombre de relais nécessaires dans les étapes de commutation augmente considérablement. Il est important de noter que cette méthode ne reposait pas sur de grands relais multicontacts. C'est donc un plus.

L'approche Betulander tout relais était-elle rentable ? En tant que point de données, l'échange crossbar n°5 a besoin d'environ 60 000 relais pour 10 000 lignes [Knapp] ou 6 relais par abonné. Étape par étape, c'est dans la même logique. Un nombre inférieur est normalement préférable, avec moins de coûts d'équipement, de maintenance, etc.

Plusieurs centres automatiques privés (PAX) ont été installés au Royaume-Uni. Voici le [schéma T3413](#) pour une telle installation "Type 10", ainsi que sa [description technique](#).

The Latest in Telephone Systems

WHY
The Relay Automatic Telephone System is the one best suited to all purposes.

BECAUSE

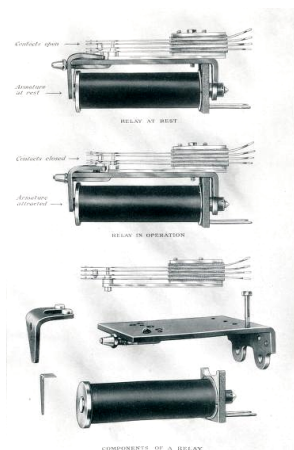
- It is simple.**
No electric-mechanical apparatus—only simple relays.
- It is flexible.**
It adapts itself readily to special requirements, and it is suitable for systems of all sizes.
- It is rapid.**
Relays work instantaneously.
- It is elastic.**
It can readily be extended to provide for any increase in switch-board capacity.
- It is secret.**
It is impossible for conversation to be overheard by a third party.
- It requires little attention.**
Improvement with relays has proved that after initial adjustment, they require little attention.
- The operating is continuous.**
The same rapidity and quality of service is maintained day and night.
- The wiring is economical.**
It needs only two wires per telephone.

Automatic Telephone Exchange at South London Hospital, England.

THE RELAY AUTOMATIC TELEPHONE CO., LTD.
Marconi House, Strand, W.C.



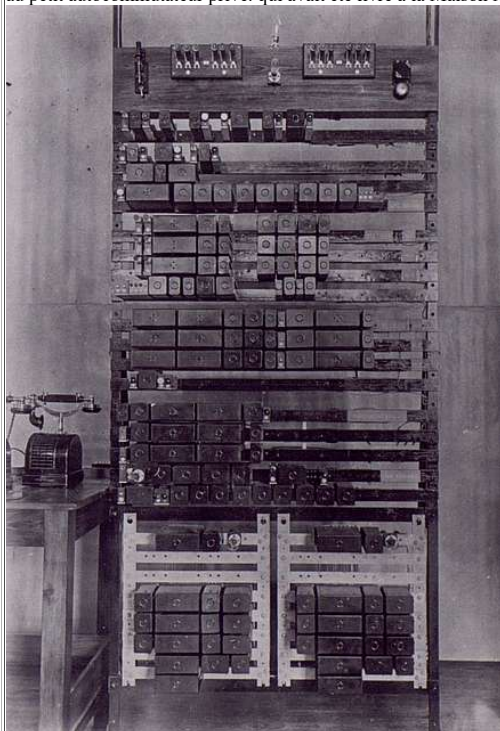
Un poste



Les relais

La Televerket (PTT Suédois) en a conservé les droits en Suède, mais a vendu les droits à une société anglaise **The Relay Automatic Telephone Co Ltd**. Un premier centre a été construit à Londres en 1914 .

Plus tard, en avril 1915, le New Autotelephone Betulander a exposé au public un commutateur avec des **Relais**, avec des sélecteurs de connexion de liaison d'un type similaire au petit autocommutateur privé. qui avait été livré à la Maison Marconi en 1914.



Nouvel AB Autotelefon Betulander Stockholm (Liljeholmen) avril 1915. Installation d'essai pour le système de ligne intermédiaire (échange à relais), construite dans le cadre d'une proposition d'automatisation du réseau téléphonique de Stockholm.

Le premier centre automatique "tout relais " pour le service téléphonique public aux **Royaumes Unis** a été fourni pour le bureau de poste de **Fleetwood** Lancashire, par la **Relay Automatic Company** (initialement créée sous le nom de Betulander Automatic Telephone Company par Marconi's Wireless Telegraph Co Ltd en 1913). **Il a été mis en service le 15 juillet 1922.**

US1234610 Le 24 juillet 1917 le **premier brevet Betulander-Palmgren déposé le 17 avril 1914 aux USA est validé, le CROSSBAR trace sa route**, alors que le système à relais de **Palmgren** a été considéré comme mieux adapté aux petits **PABX** (Private Automatic Branch Exchanges) en Angleterre par le GPO.

Par la suite Palmgren a été employé par Ericson, 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 la médaille de 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'Ericson.

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.

En juillet 1922, le premier central entièrement relais pour le service téléphonique public au Royaume-Uni a ouvert ses portes à **Fleetwood**, dans le Lancashire. Il s'agissait du seul échange public RAT Co. installé au Royaume-Uni, mais de nombreux échanges privés (commerciaux) ont été installés.

Toujours en Grande Bretagne, il a été développé le "Système Minor" .

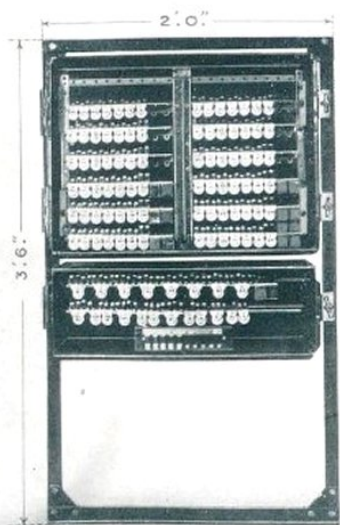
Le système Minor « Relay » possède toute la fiabilité et la discrétion absolue du modèle plus grand. Il est tout aussi simple, tout aussi efficace et offre le même service constant de jour comme de nuit, sans intervention humaine. Le système « Minor » est conçu pour un service privé uniquement et pour s'adapter aux bureaux et aux entreprises qui nécessitent entre 6 et 24 lignes. Les tailles plus petites peuvent être ajoutées assez facilement de temps à autre jusqu'à ce que le maximum de 24 lignes soit atteint.

Le « Mineur » est constitué entièrement de relais simples et, comme dans d'autres installations « Relais », l'absence d'interrupteurs mécaniques encombrants assure sa parfaite fiabilité et réduit son coût de maintenance à des proportions négligeables.

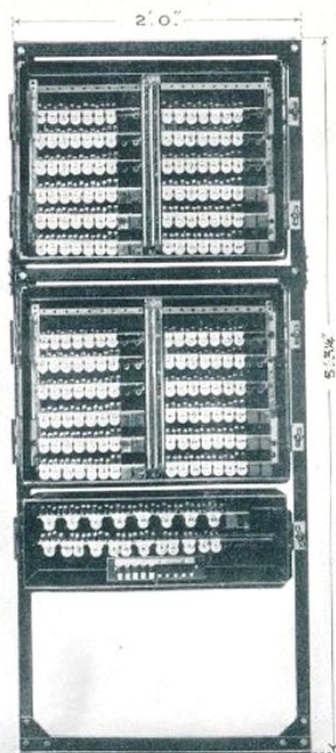
Le « Minor » utilise une méthode de sélection de numéro innovante : le cadran automatique ordinaire a été remplacé par un disque rotatif qui tourne jusqu'à ce que le numéro requis apparaisse à travers la fenêtre de l'appareil (voir illustration), puis la touche sur le côté est momentanément enfoncée.



RELAY MINOR TABLE
TELEPHONE



12 -LINE RELAY MINOR SWITCHBOARD
(COVERS REMOVED)



24 -LINE RELAY MINOR SWITCHBOARD
(COVERS REMOVED)

Cette méthode de sélection est extraordinairement rapide, la connexion réelle étant établie en une fraction de seconde. La sonnerie est automatique, la sonnerie de l'appelé continue de retentir jusqu'à ce qu'il réponde ou que l'appelant abandonne l'appel. La conversation est absolument secrète, il n'y a aucun risque d'écoute et un tiers ne peut pas s'immiscer sur une ligne occupée. A la fin de la conversation, l'un des interlocuteurs raccroche immédiatement et tous les appareils fonctionnent normalement. Si l'on souhaite rappeler le même numéro, il suffit de décrocher le téléphone et d'appuyer sur le bouton.

Une autre particularité du système est que les récepteurs oubliés accidentellement n'activent aucun des appareils d'échange automatique et ne provoquent aucune consommation de courant.

Plusieurs caractéristiques spéciales ont été incorporées dans la conception du système « Minor » :

- (1) CONFÉRENCE. Un nombre quelconque de téléphones peuvent être connectés ensemble pour permettre la tenue d'une conférence. La personne qui appelle la conférence appelle simplement les personnes qu'elle souhaite appeler et leur demande d'appeler le numéro de conférence. Cette fonction est standard sur toutes les cartes « Minor ». La fonction de conférence occupe un point sur le standard et, si cette fonction est nécessaire, le nombre total d'instruments qui peuvent être connectés au standard est de 23.
- (2) CONTRÔLE SECRÉTARIAT. Deux appareils peuvent être connectés à une ligne, de sorte que les appels peuvent provenir de l'un ou l'autre, mais les appels entrants ne sont reçus que sur l'un d'eux. L'appel peut être intercepté sur l'autre appareil si nécessaire. Le coût supplémentaire ici est simplement celui du deuxième téléphone.
- (3) SERVICE PRIORITAIRE (droit de passage du cadre). La fonction standard comprend la possibilité spéciale pour une station principale d'obtenir toujours la connexion souhaitée si la ligne souhaitée est occupée. Cela signifie que, d'ordinaire, toutes les conversations sont secrètes, mais que la station principale a le pouvoir d'écouter toutes les lignes occupées ; si un système absolument secret est requis, la fonction principale peut être supprimée.
- (4) APPEL CODE (Appel circulaire, appel général). En installant les avertisseurs nécessaires, on peut mettre en place un système efficace de localisation des personnes recherchées dans ou autour des locaux, mais loin de leurs téléphones. Chaque téléphone est équipé d'une touche pour envoyer les codes et, dès qu'il reconnaît son code, la personne recherchée peut immédiatement répondre à l'appelant depuis n'importe quel téléphone.

Le « Relay » Minor est tout à fait unique. Il est automatique dans tous les sens du terme. Rien ne pourrait être plus rapide, plus simple ou plus fiable. Le standard ne nécessite ni lubrification, ni nettoyage, ni entretien pour le maintenir en état de marche. Il possède tous les avantages du « Relay » PAX à un coût inférieur pour ceux dont les besoins en automatique ne dépasseront pas 24 lignes.

Pour les petites organisations, c'est le système idéal.

Ce système est particulièrement adapté aux navires où, en règle générale, les communications téléphoniques ne sont nécessaires qu'entre officiers de navigation, ingénieurs, médecins et commissaires de bord. L'appareil, comme le PAX "Relay", est à l'abri de toute perturbation due aux fluctuations climatiques, aux vibrations, à la poussière de charbon et à toutes autres conditions sévères imposées par le service en mer.

...

En France :

En 1922 On découvre dans la revue "La Nature" un nouveau système à relais Betulander. La nature en donne le fonctionnement.

"Le système semi-statique à relais" est fourni par la Compagnie de Télégraphie et de Téléphonie de Bruxelles, à l'Administration de PTT.

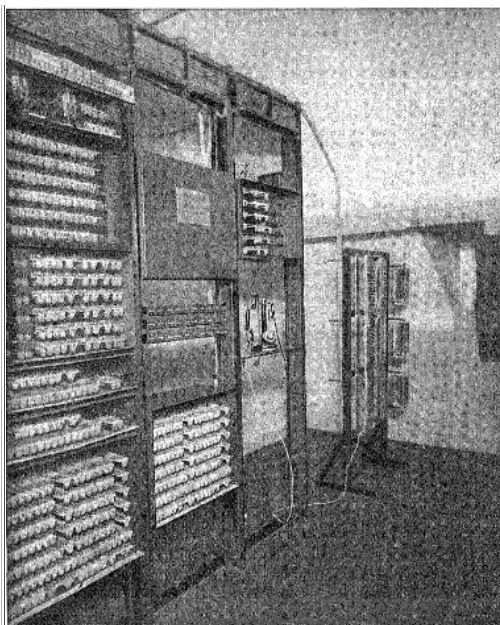


Fig. 6. — Groupe d'appel.

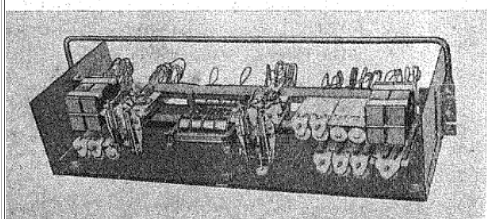
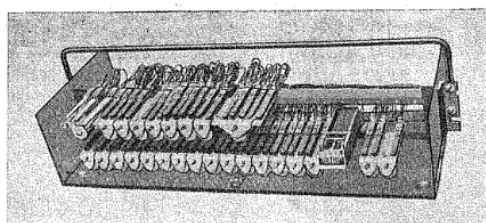


Fig. 7. — Sélecteur.



En 1914, Betulander, ingénieur suédois, mit au point le premier central automatique sans mécanisme ne comportant que des relais.

Le seul mouvement qui subsiste dans ce merveilleux appareil est celui du volet des relais qui n'a pas une amplitude dépassant 2 millimètres.

Le déplacement produit suffit pour ouvrir ou fermer des contacts et assurer d'une façon parfaite les multiples fonctions qu'un central a à remplir. On peut penser que le système à relais, qui se rapproche le plus d'un appareil statique, est celui vers lequel tendront tous les autres actuellement employés.

Fonctionnement d'un central automatique à relais

— Étant donné un certain nombre de postes, le problème consiste à en relier 2 quelconques de façon à établir une conversation téléphonique.

Le central automatique, commandé par l'abonné appelant, doit rechercher le poste demandé, le relier au demandeur, faire l'appel, donner le signal d'occupation à des tiers qui appelleraient un des postes en conversation, enfin libérer tous les organes engagés dès que les abonnés raccrochent. Toutes ces fonctions et quelques-unes moins importantes sont remplies parfaitement par les relais groupés en un certain nombre d'organes.

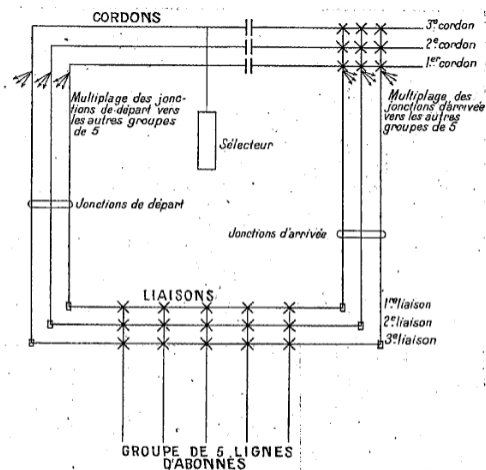


Fig. 1. — Central automatique à relais.

Schéma indiquant les principaux organes mis en jeu lors d'une conversation dans un groupe de 5 abonnés.

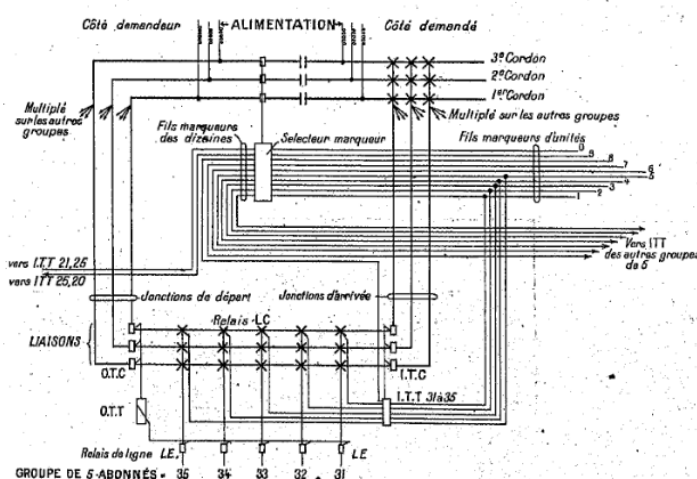


Fig. 2. — Central automatique à relais.
Schéma indiquant les connexions d'un groupe de 5 abonnés.

Le schéma de principe ci-joint (fig. 1) indique d'une façon sommaire les organes mis en jeu lors d'une conversation dans un groupe de 5 abonnés. Si l'installation comporte 50 postes, ceux-ci sont réunis en 10 groupes de 5, 2 groupes de 5 étant placés dans une boîte formant un ensemble compact.

Le premier groupe de la trentaine est représenté sur le schéma (fig. 2), il comprend les organes (relais) individuels des postes 31, 32, 33, 34, 35. Ces 5 postes ont accès à 3 lignes appelées liaisons, celles-ci peuvent être connectées chacune à une jonction d'arrivée et à une jonction de départ.

Une ligne ne peut être reliée à une jonction que si celle-ci est libre; la jonction relie la liaison à un cordon.

La liaison est une ligne particulière à un groupe de 5 abonnés; le cordon est à la disposition de tous, il a des fonctions très importantes à remplir, c'est lui qui fournit le courant d'alimentation aux postes, qui s'assure le service d'un sélecteur libre, qui donne les signaux d'appel et d'occupation et enfin établit la connexion à la jonction d'arrivée, aboutissant à une liaison du groupe de l'abonné demandé.

Dès que l'abonné demandeur décroche, ses relais individuels le connectent à une liaison aboutissant à un cordon libre, ce dernier prépare un sélecteur libre; donc instantanément, dès le décrochage, la ligne de l'abonné est étendue par une liaison, une, jonction de départ, un cordon, jusqu'aux relais de connexion aux jonctions d'arrivée. L'abonné provoque l'envoi, à l'aide d'un interrupteur spécial dénommé cadran d'appel monté sur son poste, d'autant d'impulsions électriques qu'il y a d'unités dans le chiffre de la dizaine correspondant au numéro du poste demandé.

Soit par exemple, le poste 35 appelant le poste 31.

L'abonné envoie d'abord 3 impulsions sur la ligne, puis ensuite 5, les 3 premières impulsions sont emmagasinées dans le sélecteur, un relai correspondant à la trentaine est

actionné, les 5 impulsions suivantes actionnent un relai correspondant à l'unité 5, et à ce moment deux courants sont envoyés simultanément par le sélecteur, l'un dirigé par le relai des trentaines vers un relai commandant l'accès au groupe des abonnés de la dizaine 3, l'autre se présentant à tous les groupes d'abonnés, sur le fil ayant : accès aux postes dont le deuxième chiffre est 5.

Ce courant ne peut passer que dans la boîte de trentaine dont le relai d'accès est actionné en même temps, comme nous venons de le voir.

Le poste 55 ainsi « marqué » choisit instantanément, par l'intermédiaire d'une liaison, une jonction d'arrivée libre qui se connecte aussitôt au cordon pris par le démar.

Le circuit entre les deux abonnés est complètement établi; à ce moment le cordon met en route le vibreur d'appel qui envoie un courant alternatif vers l'abonné demandé.

Dès que celui-ci décroche, l'appel s'arrête et la conversation peut s'établir, le sélecteur est libéré dès que le cordon est relié à la jonction d'arrivée. Si l'abonné appelé est déjà en conversation, le courant d'impulsion, se dirigeant par le fil d'unité vers l'équipement de l'abonné demandé, ne pourra se fermer et la connexion ne pourra avoir lieu.

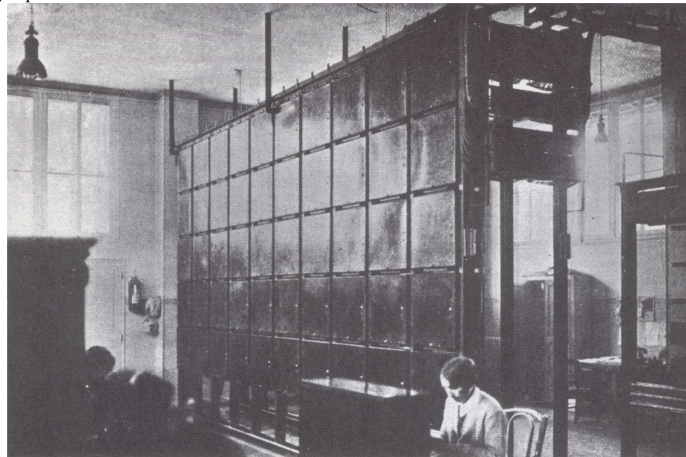
Un vibreur d'occupation est mis en route et le signal correspondant est donné au demandeur.

F. Hamès

Puis dans le journal télégraphique du 25 Juin 1926 on pouvait lire :

Téléphonie automatique.— **La Relay Automatic Telephoné Company** aurait signé récemment un contrat avec la France pour l'établissement à **Fontainebleau de 200 nouvelles lignes** équipées en automatique ; elles seront du même type que celles fournies au **GPO** : General Post Office britannique.

Le brevet Palmgren a été installé en **France à Bihorel en 1926** (seine maritime) en zone rurale et à **Fontainebleau** (seine et marne) en **1927 pour 200 lignes**, capable de gérer jusqu'à 1000 abonnés.



Centre de Fontainebleau

Les techniciens de l'époque considéraient cette technique de connexion étrange et compliquée.

A Fontainebleau il s'avèrera trop coûteux et trop complexe à entretenir et à faire évoluer, il sera finalement remplacé en 1942.

Et ce préjudice était assez naturel car il n'existait pas de méthode scientifique et fiable pour calculer la capacité de traitement du trafic des systèmes connectés par liaison.

Ils craignaient également que des défauts de relais occasionnels dans les marqueurs communs ne provoquent un arrêt total des opérations, une condition d'autant plus critique qu'il s'agissait de choisir un système pour un grand nombre de lignes.

La technique sera toutefois longue à mettre au point, d'autant que tous les efforts mondiaux de recherche et de développement se concentraient déjà presque exclusivement sur le développement des systèmes à organes tournants (Strowger ...) et sera le choix final dans le monde entier jusqu'à la fin des années 1940 où le système Crossbar viendra remplacer ses vieux systèmes rotatifs..

Il y a très peu de documents sur ce système, cependant on trouve quelques pages d'explications dans le livre "La téléphonie automatique" par H.Milon de 1926.

...
Commençons une description du fonctionnement à l'aide de ses deux schémas : (cliquez dessus pour les agrandir)

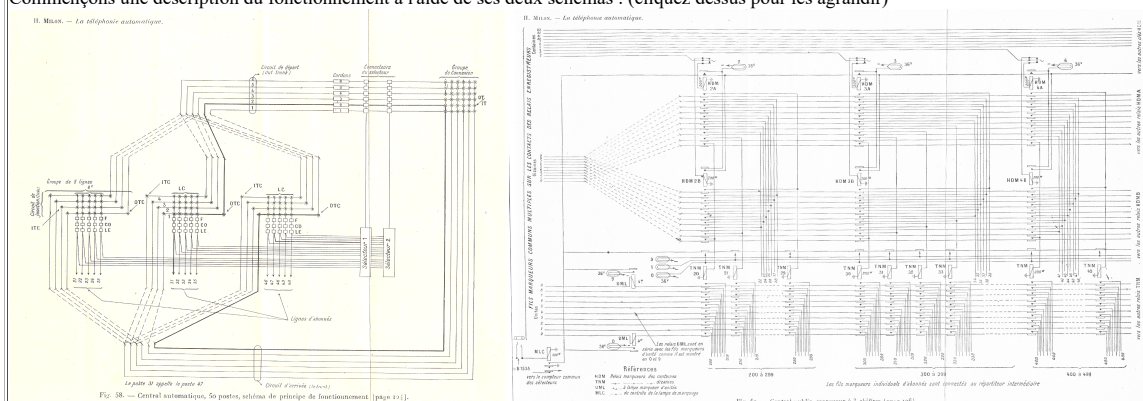


fig 58 Schéma de principe de fonctionnement pour centre à 50 postes , fig 59 Central public marqueur à 3 chiffres.

Circuit de connexion :

Ceci posé, imaginons tout d'abord que chaque ligne d'abonné soit divisée dans le bureau en deux dérivations, l'une servant aux communications entrantes et l'autre aux communications sortantes (quand l'abonné est demandé). Représentons schématiquement les lignes entrantes par un faisceau de lignes parallèles, et les lignes sortantes par un second faisceau perpendiculaire au premier. Dans ce quadrillage ainsi obtenu cherchons le point d'intersection de la ligne entrante du demandeur et de la ligne sortante du demandé et supposons qu'en ce point existe un relai qui fonctionne à la commande du circuit de sélection et relie les deux lignes entre elles; nous aurons ainsi un circuit de connexion réduit à un seul relai. Mais le nombre de relais ainsi nécessaire deviendrait prohibitif puisqu'il croîtrait à peu près comme le carré du nombre des lignes d'abonné. Il est donc nécessaire, sauf dans les très petits réseaux de faire intervenir des lignes auxiliaires.

Dans ce but, les lignes d'abonnés sont divisées en groupe de cinq ou de dix (nous verrons tout à l'heure pourquoi il est nécessaire de constituer des groupe de faible capacité); à chaque groupe est affecté un nombre égal de lignes auxiliaires, suivant le trafic, à trois ou quatre si le nombre est de cinq, et à cinq, six ou sept, si le groupe est de dix; ces lignes qui servent à la fois aux communications entrantes et sortantes, sont appelées en anglais links. Chaque link est muni à chacune de ses extrémités, d'un relai; le premier, désigné généralement sur les schémas par les lettres OTC (out trunk connecting), fonctionne au cas où l'abonné est demandeur et relie le link à une autre ligne auxiliaire appelée trunk qui sert seulement aux communications dans un seul sens; un même trunk est d'ailleurs susceptible d'être relié à des lignes appartenant à des groupes d'abonnés différents au moyen d'un multiplage réalisé sur des broches de répartiteur intermédiaire. La figure 58 présente le schéma de principe d'un réseau de 100 abonnés, répartis par groupe de 5. A l'autre extrémité du link, un relai, désigné par les lettres ITC, relie le link à un autre trunk quand l'abonné est demandé.

Nous avons donc deux faisceaux de trunks, le premier pour communications entrantes, le second pour communications sortantes. Le nombre de trunks pour chaque faisceau est sensiblement inférieur à celui des links, et à fortiori à celui des lignes d'abonnés; ce nombre est lié à la moyenne du nombre de communications simultanées dans le réseau par une formule où intervient le calcul des probabilités comme nous le verrons dans un chapitre ultérieur.

En dehors des relais OTC et ITC, des relais de connexion sont installés :

1° aux points d'intersection des lignes d'abonnés et des links (relais LC);

2° aux points d'intersections des deux faisceaux de trunks (relais OT/IT).

En appelant T le nombre de trunks, dans chaque faisceau, et en supposant qu'il y ait 4 links par groupe d'abonnés, le nombre total de ses relais de connexion sera de $4N + T2$, N étant le nombre de lignes d'abonnés du réseau.

On voit pourquoi il est nécessaire de constituer des groupes d'abonnés de faible capacité, le nombre total de relais étant fonction du nombre de links nécessaires par grc

Un circuit de connexion comprendra donc : un link du groupe de l'abonné demandeur, connecté à sa ligne par le relais de connexion correspondant, le relais OTC de ce link, un trunk sortant, un relais ITC et un link du groupe de l'abonné demandé.

Circuit de sélection .

Quand l'abonné demandeur décroche, sa ligne, qui est munie d'un certain nombre de relais, relais de ligne ou d'appel et relais de coupure comme d'habitude, plus un relais dit relais de faute, est mis automatiquement en relation avec un link et un trunk entrant libre, les relais de connexion correspondant aux lignes auxiliaires occupées ne fonctionnaient pas; c'est en quelque sorte une opération de présélection s'effectuant uniquement au moyen de relais.

Sur le trunk entrant sont intercalés les relais d'alimentation, d'appel automatique du demandé, etc.; leur ensemble est appelé sur la figure le cordon; puis vient un groupe de relais faisant office de chercheur de sélecteur libre, qui est appelé connecteur de sélecteur.

Chaque sélecteur n'est d'ailleurs immobilisé que pendant peu de temps -- le temps que dure l'envoi des impulsions par le disque d'appel de l'abonné, les opérations de sélection consécutives étant presque instantanées -- aussi le nombre de sélecteurs entre lesquels peut choisir un connecteur de sélecteurs est peu élevé (trois par exemple, dans un bureau de 500 lignes).

Le sélecteur est constitué par autant de séries de relais qu'il y a de chiffre à transmettre. Le principe de son fonctionnement est analogue à celui de l'enregistreur à relais qui sera décrit ultérieurement (système de la W.E.C). Son rôle est d'ailleurs à proprement parler, un rôle d'enregistrement, c'est à dire de réception des impulsions du disque d'appel, la détermination du fil aboutissant à l'abonné demandé étant effectuée par un autre ensemble de relais appelé Marqueur.

Sous l'action des impulsions, les relais de chaque série sont excités successivement et mettent par leur armature un potentiel spécial sur des fils marqueurs communs allant du marqueur, à raison de 10 fils marqueurs commun d'unités, 10 de dizaines, 10 de centaines, etc. Si l'abonné demandé est par exemple le numéro 437, la batterie est mise sur le quatrième fil marqueur commun des centaines, le troisième fil marqueur commun des dizaines et le septième fil des unités.

Le schéma des communications du marqueur est représenté dans la figure 59 pour un réseau à 3 chiffres. Chaque fil marqueur de centaine aboutit à un relais HDM (une clef permettant le cas échéant de le renvoyer à un autre relais identique), purvu de son armature.

Sur son armature sont multipliés les fils marqueurs de dizaines, le fil r étant multiplié sur les armatures r des relais HDM1? hdm2, etc des divers centaines, le fil 2 sur es armatures 2, et ainsi de suite. Des contacts, correspondants à ces armatures, partent des fils aboutissants aux relais marqueurs de dizaines TNM1, ... TNM 40, TNM41, etc. Si donc la batterie est mise sur le fil 4 des centaines et le fil 3 des dizaines, le relais HDM4 fonctionne et par sa troisième armature, met le potentiel su troisième fil des dizaines sur le relais TNM43.

Le relais TNM, ou marqueurs des dizaines, ont de même chacun 10 armatures sur lesquelles sont multipliés les fils marqueurs d'unité, et 10 contats desquels partent les fils marqueurs individuels d'abonnés aboutissant au répartiteur intermédiaire. la batterie sera donc mise par la septième armature du relais TNM43 sur le fil du marqueur individuel n° 737.

Ce fil marqueur individuel actionne le relais de coupure et le les relais de connexion de l'abonné demandé qui se trouve alors relié par l'intermédiaire d'un link, d'un trunk sortant, et d'un relais de connexion entre trunk OT/IT au trunk entrant qui a été connecté au sélecteur en prise sur lequel se trouve l'abonné demandeur. Le sélecteur et le marqueur sont alors libérés.

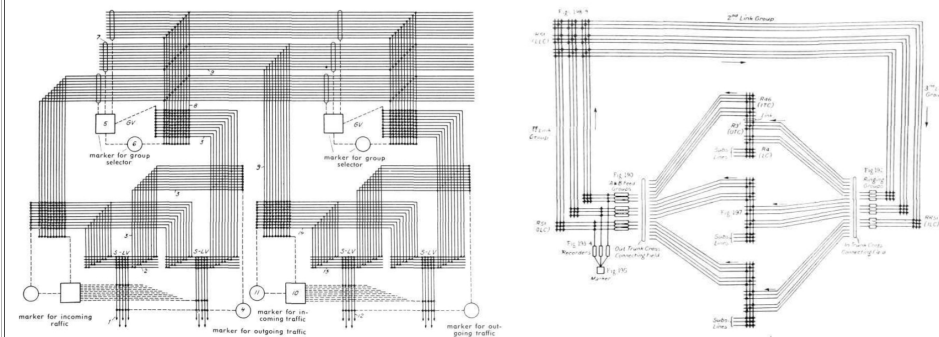
Dans les réseaux de plus de 1000 abonnés, les sélecteurs sont divisés en sélecteurs primaires et sélecteurs secondaires, et l'on ajoute un réseau de trunks supplémentaires.

En ce qui concerne l'appel de l'abonné demandé, le cas d'occupation de cet abonné, la libération avec ou sans signalisation quand l'un des deux ne accroche pas, etc, le système à relais peut remplir les mêmes conditions que les systèmes automatiques ordinaires.

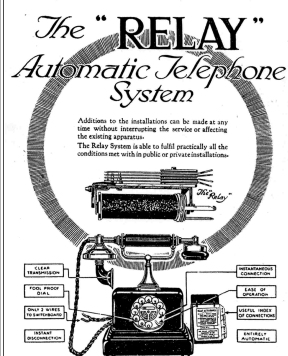
En cas de faux appel, un thermostat installé sur chaque trunk entrant provoque automatiquement la libération si aucune impulsion n'est envoyée un certain temps après le décrochage et la ligne de l'abonné est signalée défectueuse.

Le système à relais, encore assez peu répandu, paraît appelé à une expansion intéressante, surtout pour les petits réseaux, en raison de la simplicité de ses organes et leur interchangeabilité poussée évidemment aussi loin qu'il est possible, puisqu'ils sont tous à peu près identiques.

Ci dessous. Plans d'organisation du fonctionnement.



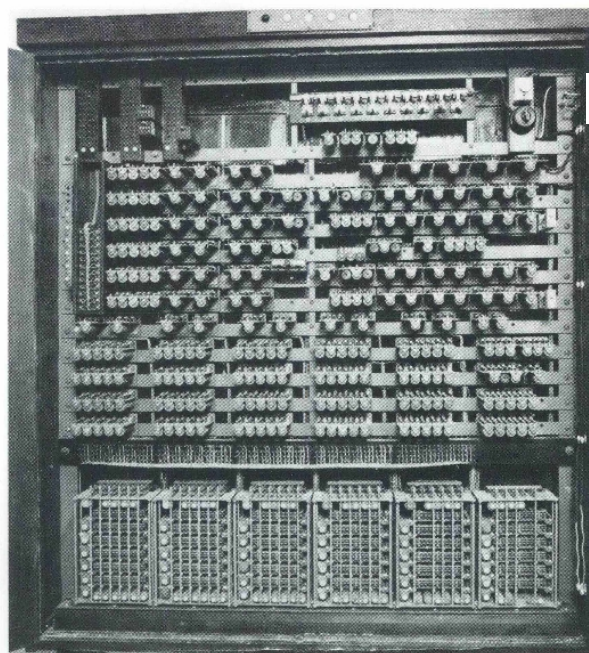
A droite le diagramme pour un tel système, qui était également utilisé par la firme anglaise Relay Automatic Telephone Co. Ltd,



The Relay Automatic Telephone Co., Ltd.
MARCONI HOUSE, STRAND, LONDON, W.C.2

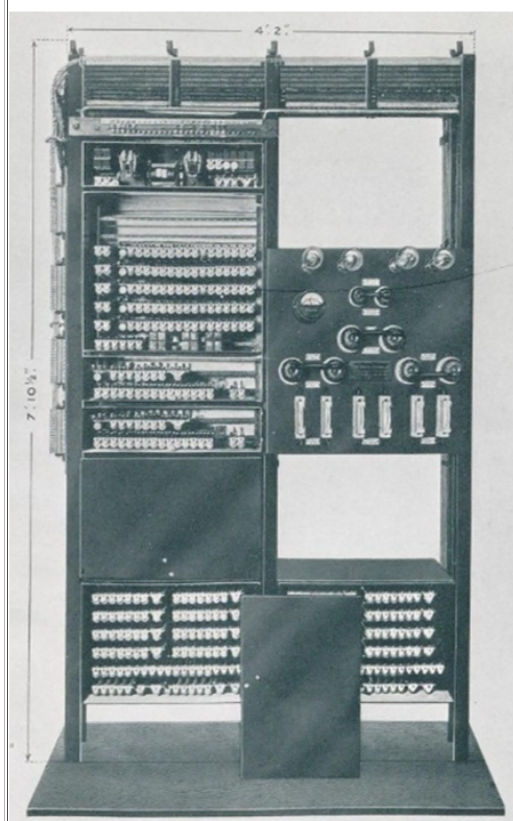


THE 300/500 "RELAY" AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGE WHICH SERVES BRITANNIC HOUSE, LONDON. THE OFFICES OF THE ANGLO-PERSIAN OIL COMPANY.



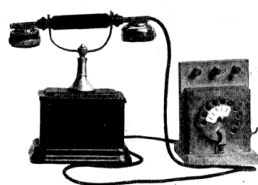
1919

centre à 50 positions



Central privé de 30 lignes par RAT Co., vers 1928

Les inventeurs de systèmes tout relais, Pabx ... sont nombreux et il y a de belles initiatives en France comme le système **L.Chauveau en 1922**, bien adapté aux petites installations,



avec un cadran très original.

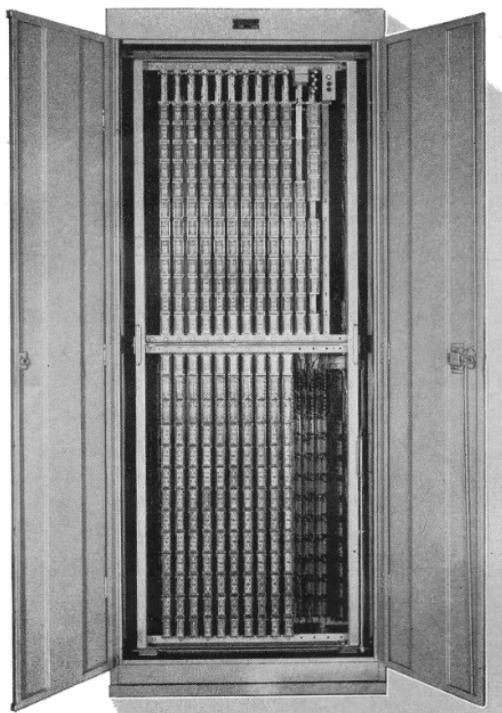
[Lire le document de présentation.](#)

Une première et unique application a été l'utilisation d'une solution tout-relais pour les sondes de ligne dans le central **Clément automanuel** installé à **Lima**. Une version entièrement automatisée du système **allrelay** a été installée en tant que central privé au **Galion High School** en 1920.

Le premier central public de ce type a été installé à **Copley** et **River Styx**, Ohio, en 1929. Il s'appelait alors le CX (city échange) et installés dans plusieurs milliers de petits centres publics desservis par des entreprises indépendantes.

Le système CX tout-relais doit son succès à sa grande fiabilité et à ses très faibles besoins d'entretien.

En 1951, la **North Electric Company** a été reprise par L.M. Ericsson pour adapter et fabriquer des équipements de barres transversales L.M. Ericsson.



[Voir le document en pdf](#)