

Naissance du système Crossbar

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



Le nom de Betulander est peut-être peu connu, mais son invention est célèbre. Le système de commutation de lignes téléphoniques a été fabriqué en Hongrie pendant des décennies et a également été utilisé par la Poste hongroise lors de la modernisation de son réseau .



GOTTHILF ANSGARIUS BETULANDER 1872-1941

Gotthilf Ansgarius Betulander est né à Lima, Dalarna et était le fils du leader de l'église Evald Betulander et Katarina Margareta Söderlund.

Marié à Anna-Lisa Johansson en 1893. Il a vécu dans les villages de Södertörn jusqu'à son décès.

Betulander a été employé à la Telegrafverkets (télécom en suède) en 1891 où il a reçu une formation puis devenu contremaître en 1897, 1er dessinateur et ingénieur en 1901 , et ingénieur de fabrication au Département de génie de l'administration Telegraph de 1907 à 1937.

Entre 1905-1907, il était un expert au sein du Comité pour l'examen de l'archipel des publiphones, 1918 il est membre du conseil de génie électrique de l'Association suédoise Inventeurs, en 1910-1920 il est membre du conseil et directeur technique de AB Auto Betulander.

Betulander a déposé **plus de 300 brevets sur des inventions de téléphonie automatisée**, il a réalisé un travail important dans le développement des commutateurs automatiques de téléphones, il peut être considéré comme l'un des pionniers dans le domaine.

Betulander a d'abord conçu des systèmes téléphoniques automatiques avec un sélecteur pas-à-pas, mais il a ensuite basculé sur son système de relais, où la sélection est exclusivement faite à l'aide de relais.

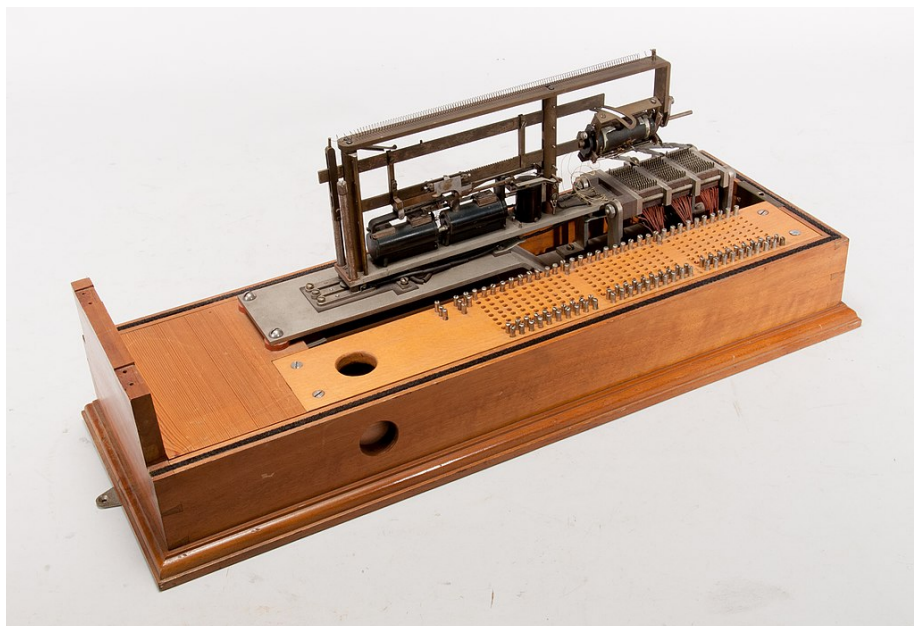
Autotelefon Betulander a cessé ses activités en décembre 1919. Il décèdera en 1941

Bien que les sélecteurs [Strowger](#), mis en exploitation en 1892, aient eu plusieurs avantages, surtout la facilité et la commodité d'exploitation, ils s'usaient assez vite et nécessitaient des soins perpétuels.

C'est pourquoi on continuait la recherche de solutions pour les dispositifs fixes garantissant la communication des abonnés et les spécialistes suédois **Betulander** et **Palmgren** commencèrent à chercher un remplaçant pour le sélecteur Strowger.

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 **Järfa Nacka** qui a été utilisé pendant de nombreuses années.



Premier commutateur



Centre téléphonique automatique de la construction de **Betulander**, exposé à Paris **1900**, puis utilisé à Järfa, Nacka., **L'ancêtre du cadran** posé à coté du téléphone



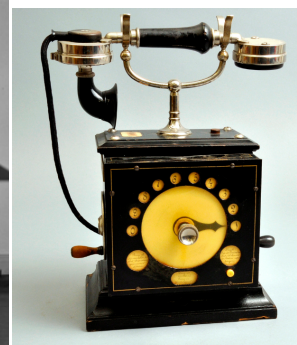
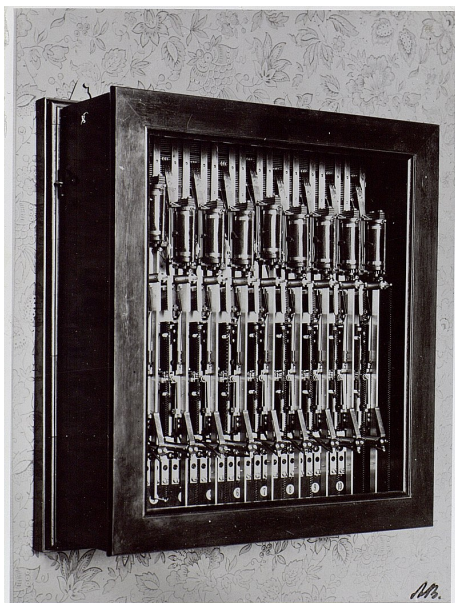
Poste d'abonné

Central téléphonique automatique Betulaner à 20 lignes doubles.

Ce second commutateur rotatif construit par Betulander et le commissaire télégraphique Johan Pehrson et qui a reçu une médaille d'or à l'Exposition universelle de Paris en 1900. Ce commutateur n'a pas connu un grand succès mais a été installé en Suède à **Nacka** quartier de **Järfa** où il a servi pendant de nombreuses années.

Le commutateur avec "dispositifs d'accouplement à déplacement vertical" (sélecteur grim pant) que Betulander avait conçu dès 1897 pour un usage interne à l'atelier a ensuite été amélioré en plusieurs étapes et installé en une vingtaine d'exemplaires, dans la région de Stockholm à partir de la ville, villas de Södertörn en 1902 ... à Östanbro (Enköping) ou il a fonctionné jusqu'en 1936. .

Betulander a breveté plusieurs variantes sur les dispositifs d'impulsion (dans le téléphone avant l'invention du cadran) pour contrôler les relais dans les commutateurs.



.Photo des sélecteurs de montée Betulander, année 1900. Stand de Hultman avec registre et inverseur de série pour 2000 abonnés. (regardez les cadrans spéciaux des téléphones)

1905 Le central de **Östanbro** (Enköping) de 15 abonnés (peut contenir un maximum de 20 lignes), a été placé au-dessus de la porte de la chambre du poste de commutation. Démonté le 19 juin 1936. L'objet appartient à la collection du Telemuseum qui a été offerte par TeliaSonera AB au Tekniska Museet en 2010.

Ce central téléphonique automatique à batterie locale, et sélecteurs grimpants, fixés au mur, avec 2 appareils connectés et armoire électrique. Cet équipement est doté d'un type de sélecteur, que l'on peut facilement appeler sélecteur d'escalade. Il s'agit essentiellement d'un type pas à pas avec un mouvement, mais uniquement au niveau des arêtes (verticalement). Le fil de terre est utilisé par le central pendant la durée de connexion de l'appel téléphonique automatique. Les connexions sont telles qu'une branche de la masse sont utilisées pour la connexion à l'abonné souhaité et l'autre branche de ligne et la masse sont utilisées pour la réinitialisation. La dérivation de ligne, qui n'est actuellement pas utilisée pour la connexion ou la réinitialisation, est alimentée pendant toute la durée de la connexion. Une batterie d'embrayage commune d'environ 75 volts (pile sèche) dessert tous les abonnés.

Cet appareil, alors presque inconnu en France, mais employé sur une plus grande échelle en Suède, principalement pour les petits réseaux ruraux, si développés dans ce pays, mérite que nous en donnions aujourd'hui une description plus détaillée.

Nous ne parlerons ici que du modèle le plus récent, à batterie centrale intégrale (c'est-à-dire ne laissant chez l'abonné absolument que son appareil et sa sonnerie, tout le reste du mécanisme, y compris les générateurs de courant, étant concentré dans le bureau central).

Pour éviter les erreurs possibles avec le système d'appel primitif dans lequel l'abonné appelant formait chiffre par chiffre, sur un cadran, le numéro de son correspondant et envoyait ainsi au bureau central des courants qui actionnaient les sélecteurs on a réalisé un poste où le numéro de l'appelé est formé en entier, d'une façon permanente, sous les yeux de l'abonné, au moyen de manettes rotatives et qui concernent chacune un chiffre : milliers, centaines, dizaines, unités.

Le seul fait de décrocher le récepteur produit l'appel, si la ligne appelée est libre ; sinon, l'appelant en est averti par un ronflement, mais l'appel reste valable et se produit quand la ligne devient disponible, par le seul fait que l'appelant n'a pas détruit la combinaison du numéro sur son poste, et décroche à nouveau son récepteur quand il juge à propos d'essayer à nouveau de communiquer.

Les organes essentiels du système Bétulander sont les sélecteurs dont il existe deux types : le plus simple, à un seul mouvement (ascension des palettes établissant les contacts avec les plots fixes du sélecteur), et l'autre à double mouvement (ascension et rotation simultanées de ces palettes).

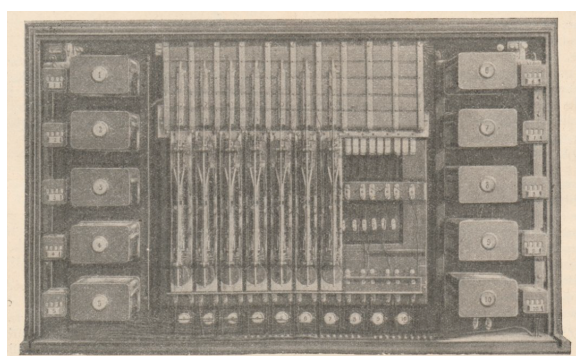
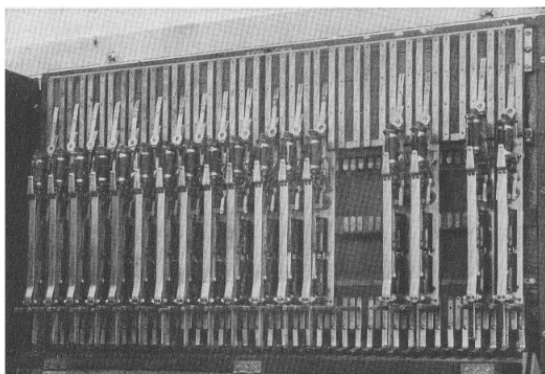


Fig. 2. — Panneau du bureau central pour 1000 abonnés (au centre, les présélecteurs ;

fig 2



La figure 2 montre un panneau de poste central, où sont groupés des relais, des présélecteurs et des compteurs.

Nous allons étudier en détail ces organes, tant en eux-mêmes que dans leur installation au poste central.

Sélecteur à un seul mouvement.

— Ce sélecteur se compose d'une semelle S, sur laquelle est montée, au moyen d'un axe G, la partie mobile.

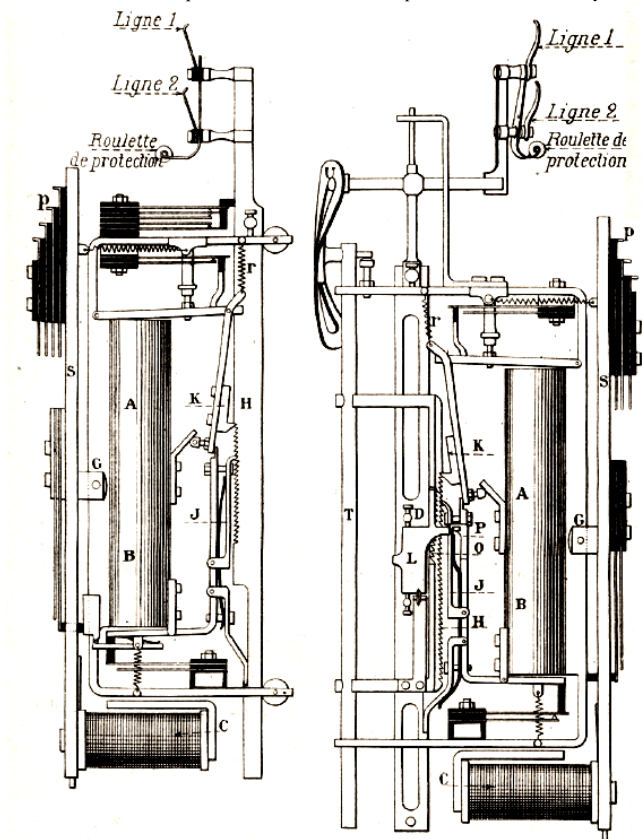


Fig 3 & 4

Celle-ci comprend deux électros A et B munis de leurs armatures, et une crémaillère H, susceptible d'un mouvement vertical.

Un troisième électro C, fixé à la partie inférieure de la semelle S, sert à faire basculer la partie mobile quand il est excité.

La crémaillère porte à sa partie supérieure trois doigts isolés correspondant aux lignes 1 et 2, et à une troisième ligne de protection.

Quand C fait basculer la partie mobile du sélecteur, les doigts « ligne 1 » et « ligne 2 » s'écartent des contacts du tableau, mais la roulette de protection reste appliquée sur les lignes qui lui sont propres.

Quand le courant passe en B et l'excite, sa palette étant attirée applique le cliquet J sur la crémaillère, empêchant tout mouvement de descente de celle-ci.

Enfin, quand A reçoit du courant et attire sa palette, un cliquet K s'abaisse de la hauteur correspondant à une dent de la crémaillère, et H s'élève sous l'action des ressorts r dès que le courant a cessé.

Toutes les connexions du sélecteur aboutissent à des paillettes p qui s'appuient sur des lames à ressorts du tableau, quand le sélecteur est en place.

Ce fait, aussi bien que le mode de fixation du sélecteur sur le panneau (sans l'intermédiaire d'aucune vis), permet de remplacer un sélecteur en quelques secondes. Sélecteur de ligne à deux mouvements.

— Nous retrouvons sur le schéma de cet appareil (fig. 4) la semelle S, les électros A, B, C, les paillettes p et les ressorts r du sélecteur à un seul mouvement.

Mais la crémaillère H est différente : elle est solidaire d'une tige cylindrique T, portant à sa partie supérieure une rampe hélicoïdale U, dans laquelle peut se mouvoir, au moyen d'un galet, l'équipage mobile portant les doigts de contact et la roulette de protection.

Cet équipage est monté sur une tige D, qui coulisse dans les bras de la crémaillère H. Quand C est excité, toute la partie mobile du sélecteur pivote autour de l'axe G, éloignant ainsi des touches du tableau les contacts des lignes 1 et 2, la roulette de protection restant seule en prise.

Si un courant traverse B, sa palette attirée fixe, par le cliquet J, le cran d'arrêt sur la crémaillère.

Dès que A reçoit du courant, à son tour il appelle sa palette, le cliquet K engage une dent et, à la rupture du courant dans A, les ressorts antagonistes r font monter H d'un cran ; par suite, T et U subissent le mouvement ascensionnel en forçant l'équipage mobile à se déplacer vers la droite.

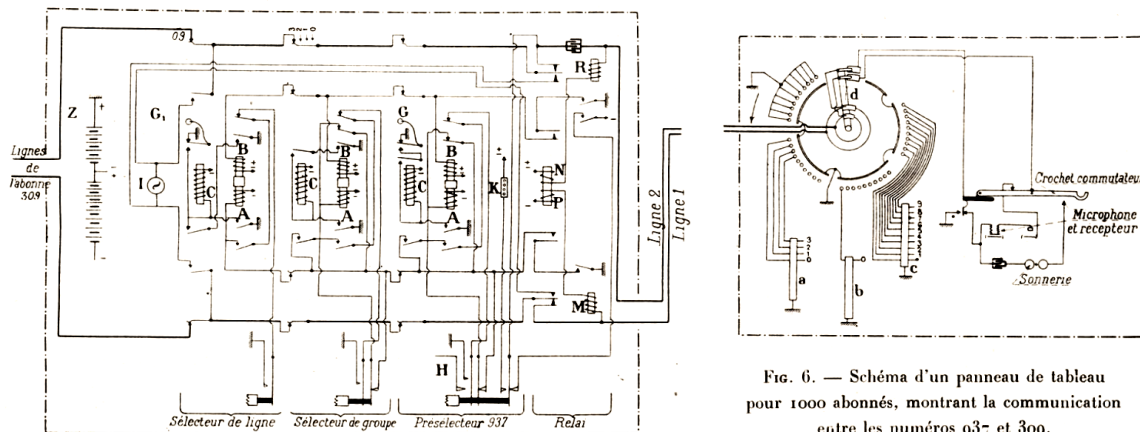
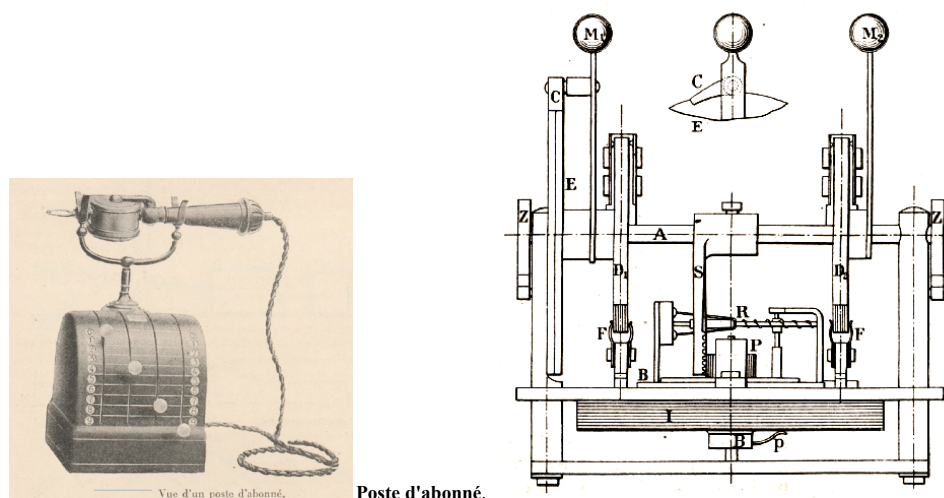


FIG. 6. — Schéma d'un panneau de tableau pour 1000 abonnés, montrant la communication entre les numéros 937 et 309.

— (Schéma d'un panneau de tableau pour 1000 abonnés, montrant la communication entre les numéros 937 et 309)

Quand la première série d'émissions a cessé, les trois électros A, B, C abandonnent, leurs palettes et les doigts du sélecteur s'appliquent sur le tableau. Mais en même temps, la crémaillère latérale Q, taillée sur H, et qui a été montée avec elle, permet à une palette L de s'engager.

Donc, quand la deuxième série d'émissions aura lieu, la palette de l'électro B rendra solidaires (par l'intermédiaire du talon P qui appuiera sur L) la crémaillère H et la tige D ; par conséquent, l'électro A élèvera en même temps la rampe U et l'équipage mobile.



Poste d'abonné.

fig5

— Un poste normal comprend, quatre manettes : unités, dizaines, centaines, milliers ; au delà de 10000 abonnés, il faudrait cinq manettes.

Pour simplifier la figure 5, nous avons pris le poste de 100 lignes, à deux manières, seulement, et M2 ; ces manettes sont solidaires des disques numérateurs D1 et D2, fous sur un arbre A.

Sur l'arbre A et en son milieu est fixé un secteur denté S qui engrène avec un pignon P monté sur une boîte à ressort B.

L'axe de cette boîte porte un bras B sur lequel sont montées les paillettes de lignes p, lesquelles, tournant avec le bras, frottent sur les contacts F disposés circulairement sur un disque isolant I renfermant la boîte B.

Enfin, un régulateur centrifuge R règle le mouvement de rotation.

La manette du disque D, porte un cliquet C qui se met en prise avec un disque d'armement E solidaire de A.

Donc, en abaissant la manette de D1, le secteur S, agissant sur P, bande le ressort du mouvement, et aussitôt Dj se retrouve fou sur son arbre.

L'abonné peut donc composer son numéro, en amenant les manettes en regard des chiffres voulus sur la face antérieure de son poste .

Cette manœuvre a pour but de faire tourner les disques D, et D2 entre des paillettes de contact F, reliées électriquement aux plots du disque I. Suivant le chiffre adopté pour chaque disque, le nombre correspondant de paillettes F se trouve en court-circuit avec la masse de celui-ci, et par suite ferme le contact de terre au passage du bras rotatif B. Tout le système est déclenché dès qu'on enlève le récepteur de son support, et les pièces déplacées, sous l'action des ressorts Z, reviennent à leur position initiale quand on opère la manœuvre inverse. Schéma de principe du fonctionnement d'un poste central.

— Nous décrirons le fonctionnement pour une station centrale de 1 000 abonnés, en prenant deux abonnés quelconques :

par exemple, le n° 937 appelant le n° 309.

Au poste central (fig. 2 et 6), chaque abonné possède un relais (électros M, N, P, R), un préselecteur avec ses électros A, B, C, et enfin un compteur de communications K.

Les nombres des sélecteurs de groupe et de ligne sont déterminés d'après la densité du réseau (en général, on en installe 10 % du nombre des abonnés).

Toute l'énergie nécessaire est fournie par le bureau central au moyen d'une batterie Z et d'un alternateur I, celui-ci fournissant du courant alternatif pour les appels par sonneries polarisées, tandis que la batterie suffit à tous les autres besoins.

La batterie Z est divisée en deux parties, d'où partent les lignes +/-, + et - .

Le poste d'abonné, comporte des disques numérateurs a, b, c, commandés par les manettes dont nous avons parlé, et permettant la formation du numéro à composer, soit ici le

309 ; puis un appareil parleur-récepteur combiné, avec crochet commutateur, et une sonnerie polarisée.

Les contacts des disques a, b, c (fig. 6) aboutissent à des plots fixes disposés circulairement, et sur lesquels vient frotter un balai rotatif d, mis en mouvement par le fait qu'on enlève le récepteur du crochet commutateur.

Dès que la rotation de d commence, la ligne a est d'abord mise à la terre, ce qui actionne les électros N et R ; puis la ligne 1 est mise à la terre une fois, actionnant ainsi les électros M et P du relais, et par suite les trois électros A, B, C, du présélecteur.

Quand la rotation continue et que la ligne 2 seule reste à la terre, l'électro A, n'étant plus excité, fait monter la crémaillère d'une dent, et :

1° Si la première ligne est libre, C étant également privé de courant laisse le présélecteur s'appuyer sur les lignes du tableau

2° Si la première ligne est occupée, C reçoit un courant de terre par la roulette de protection G du présélecteur occupant cette ligne, et par suite le présélecteur considéré reste soulevé.

Une nouvelle émission du poste répètera les opérations précédentes jusqu'à l'obtention d'une ligne disponible.

A ce moment, les lignes 1 et 2 sont coupées d'avec la terre ; donc l'électro B à son tour abandonne sa palette.

La ligne 2 se remettant à la terre, nouvelle action sur les électros N et R du relais, B du présélecteur, et B du sélecteur de groupe correspondant à la ligne libre déjà trouvée par le présélecteur.

Quand la ligne 1 est mise à la terre par le poste, M et P du relais sont excités, ainsi que A et C du sélecteur de groupe.

La rupture se fait ensuite entre la ligne 1 et la terre ; A du sélecteur n'étant plus excité, la crémaillère monte d'une dent, laissant B et C excités.

Le même fait se reproduit quatre fois, puisque le premier disque numéroteur a du poste 937 met quatre fois la ligne 1 à la terre.

Puis, les deux lignes étant séparées de la terre, le sélecteur de groupe s'appuie sur la ligne 3.

Les opérations précédentes se répètent pour les deux autres disques numéroteurs, actionnant cette fois le sélecteur de ligne, lequel est à deux mouvements.

Dans le cas présent, le disque b aura pour but de l'orienter vers la droite pour trouver la colonne o ; et le disque c aura pour but de le faire monter dans cette colonne pour obtenir le chiffre 9.

Le branchement est donc ainsi établi entre les abonnés 937 et 309.

L'appel se fait chez l'abonné 309 quand, par la rotation de d, la ligne 2 du poste 937 se trouve seule mise à la terre, et finalement la conversation peut avoir lieu.

Si la ligne demandée avait été occupée, la roulette de protection Gt du sélecteur de ligne aurait reçu un courant qui aurait maintenu excité son électro C, empêchant ainsi le sélecteur de s'appuyer sur les lignes du tableau.

Donc, le branchement n'étant pas opéré, l'abonné 937 n'aurait pu écouter la communication en cours du poste 309, et, d'autre part, il aurait été averti, par un « ronfleur », de l'occupation de la ligne.

Dès que l'abonné 309 décroche son récepteur, le compteur de l'appelant (937) a son électro excité, ce qui enregistre la communication obtenue.

Enfin, en raccrochant son récepteur, l'un ou l'autre des deux abonnés en communication met la ligne i à la terre, ce qui a pour effet d'exciter tous les électros B et C des sélecteurs ayant fonctionné précédemment, et de ramener ainsi tout le système à la position de repos.

Parmi les particularités du fonctionnement du commutateur Bétulander, qui peut, bien entendu, s'adapter à tous les groupements d'abonnés, depuis une dizaine jusqu'à un nombre illimité, nous signalerons seulement celles-ci :

1° secret absolu des communications ;

2° tout appel suivi d'un signal d'occupation de la ligne subsiste et peut se faire dès que la ligne est disponible, sans aucune autre demande;

3° soulèvement de la partie mobile des sélecteurs pendant leur mouvement, ce qui supprime tout frottement sur les contacts, évitant ainsi l'usure.

Ajoutons que l'encombrement des panneaux de sélecteurs, dont l'épaisseur est minime, est très restreint et qu'on peut desservir des milliers d'abonnés avec un bureau dix fois moins vaste que les bureaux manuels et dont les frais pèsent lourdement sur les budgets des administrations téléphoniques.



Société des Téléphones Automatiques (Système Bétulander) action de 1000 Fr vers 1910

Betulander perçut si clairement les possibilités offertes par le projet qu'il prit plusieurs années de congé sans solde de Telegrafverket et, avec un jeune ingénieur, **Nils Palmgren**, fonda sa propre entreprise, AB Autotelefon Betulander.

Leur travail commun mena à l'émergence de nouveaux concepts en matière de commutation, tels que « marqueur », « liaison » et « tronçon », qui furent utilisés jusqu'à récemment comme concepts fondamentaux. En 1912, ils obtinrent un brevet pour leur système de relais développé conjointement, sous le numéro d'enregistrement suédois 38 514. Suite à un accord conclu en 1915, le droit d'exploiter le brevet fut accordé à Telegrafverket en Suède et à la Relay Automatic Telephone Company Ltd. en Angleterre pour le reste du monde. Cette dernière société s'appela initialement Betulander Automatic Company entre 1913 et 1915 ; on comprend donc pourquoi elle obtint le droit de commercialiser le produit à l'international.

Entre-temps, Betulander restructura son entreprise en 1912 grâce à de nouveaux investissements et poursuivit ses activités sous le nom de Nya AB Autotelefon Betulander. Il créa également une usine à Liljeholmen, près de Stockholm, pour la production de centraux téléphoniques automatiques. *En 1914, un central téléphonique fonctionnant entièrement avec des relais fut mis en service à Londres*, et des centraux à relais purs furent ensuite installés à Fleetwood, en Inde, *ainsi qu'en France, à Fontainebleau et à Bihorel, près de Rouen*

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 a fait un croquis de ce qu'il avait imaginé.

L'esquisse était d'importance historique, car elle a abouti au principe de commutation, 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.



En 1905, le compatriote de Betulander et Palmgren, **Ericson**, 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.

Avant de voir l'évolution suivante de Palmgren et Betulander, il faut se rappeler une autre avancée : l'Automanual and All-Relay Systems

Le développement du **système automanuel** a commencé en **1906** avec un brevet obtenu par **Edward E. Clement**, avocat en propriété industrielle à Washington, DC. La North Electric Company de Galion, Ohio, a produit et installé le système.

Charles H. North a fondé l'entreprise à Cleveland, Ohio en 1884, et elle est considérée comme le plus ancien fabricant d'équipements pour l'industrie téléphonique indépendante du pays.

Au début du XXe siècle, Charles North s'est associé à **Ernst Faller**, un citoyen allemand vivant à New York, qui a reçu en **1901 le brevet américain 686 892 pour son système téléphonique automatique**.

En 1907, North et Faller s'associent à Clement pour produire le **système automanuel**. Avec le système automanuel, les abonnés pouvaient utiliser des postes téléphoniques

conventionnels sans appareil de numérotation.

En décrochant le combiné, l'abonné appelant activait une double recherche dans le central téléphonique : d'abord pour retrouver la ligne appelante puis pour trouver un opérateur libre. Un circuit entièrement relais a été utilisé pour ce détecteur de ligne. Le poste de l'opérateur gratuit était commuté automatiquement et mis en position d'écoute afin que l'abonné puisse mentionner le numéro de la ligne souhaitée. L'opérateur saisissait ce numéro sur un clavier (ce qui était beaucoup plus rapide que de composer sur un disque rotatif) et appuyez sur une touche de démarrage pour démarrer un dispositif à impulsions envoyant des impulsions aux sélecteurs de ligne du téléphone. Comme le sélecteur Strowger, le **sélecteur North Electric** avait deux mouvements, mais avec un mouvement de rotation suivi d'un déplacement sur un axe horizontal uniquement.

Un équipement automatique permettait le comptage et la déconnexion d'une ligne en fin d'appel sans intervention de l'opérateur. Une fois l'appel établi, l'opérateur pouvait gérer l'appel suivant. Ainsi le délai d'intervention d'un opérateur, et partant le délai de saisie des circuits entre les opérateurs et les automatismes, a été réduit au minimum. Par conséquent, par rapport au fonctionnement manuel, le nombre d'opérateurs était considérablement inférieur. On prétendait que dans le service automanuel, un opérateur pouvait traiter 1 500 appels par heure, contre 230 à 250 dans un service automatique manuel. Les premiers centraux automatiques ont été installés à Ashtabula et à Lima, Ohio, en 1914. Western Electric a acquis les droits de fabrication en 1916.

La North Electric Company a développé un autre système de commutation téléphonique vers 1913, qui utilisait **exclusivement des relais** et était donc appelé système entièrement relais.

Une première et unique application a été l'utilisation d'une solution entièrement relais pour la ligne du central automatique installé à Lima.

Une version entièrement automatisée du système tout relais a été installée comme échange privé au lycée Galion en 1920.

Le premier échange public de ce type a été installé à Copley et River Styx, Ohio, en 1929. il s'appelait alors **CX** (city Exchange) et installé dans plusieurs milliers de petits échanges publics desservis par des sociétés indépendantes. Le système CX tout relais doit son succès à sa grande fiabilité et à ses très faibles besoins de maintenance.

En 1951, la North Electric Company a été rachetée par L.M. Ericsson pour adapter et fabriquer l'équipement de barre transversale L.M. Ericsson.

Revenons vers 1910, G.A Betulander obtient un congé du Telegraph Administration, il crée sa propre société, **AB Autotelefon Betulander**, avec une usine à **Stockholm** Suède.

Pour commencer N 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 a été breveté en 1912 par Palmgren et Betulander.

Un premier centre a été construit à Londres en 1914

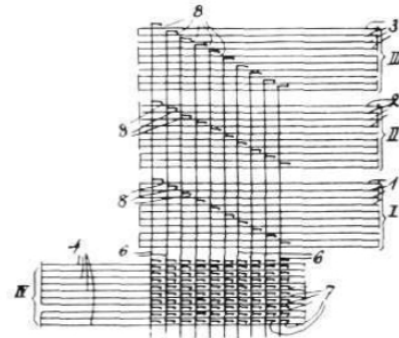
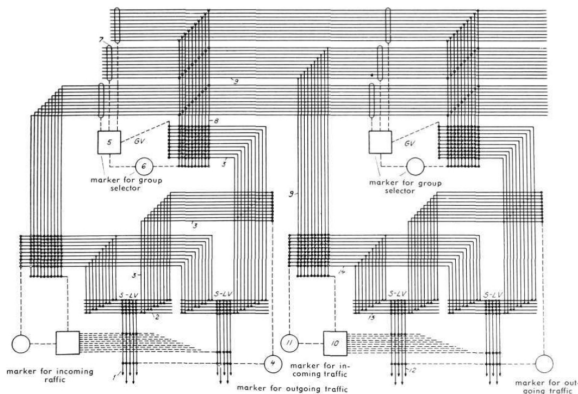


Fig. 5 X 4627
Betulander-Palmgren link system principle,
as in Swedish patent 38514
This principle is of fundamental importance for
all modern marker systems.

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,

...

Voici les principes exposés, pour aller plus dans le détail, vous trouverez en librairie et sur le net toutes sortes d'informations.

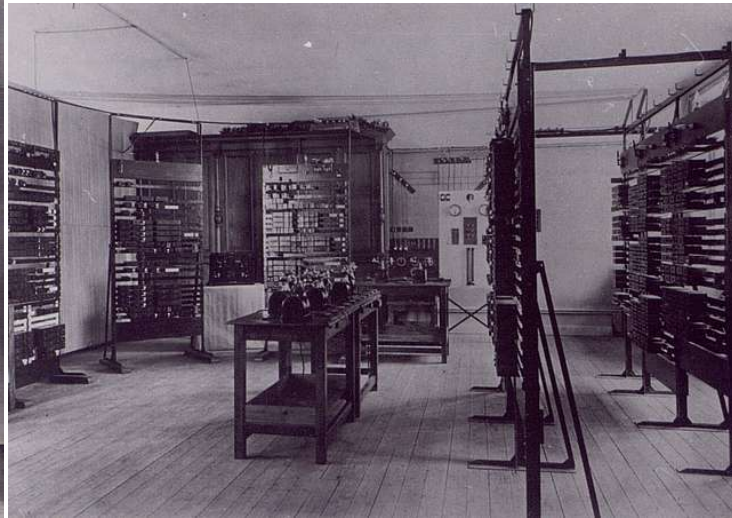
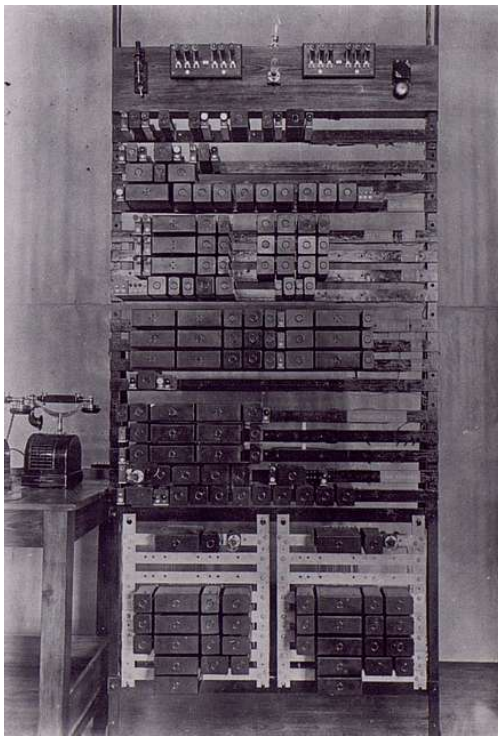
Par la suite Palmgren a été employé par Ericson, où il a travaillé jusqu'à sa retraite à des postes qui comprenaient le directeur du laboratoire de la station téléphonique. Palmgren reçut plusieurs récompenses pour ses contributions, dont le bronze en 1941 et la médaille d'or en 1946.

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'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.

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 Autotéléphone 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 ([voir histoire en Suède](#)) du réseau téléphonique de Stockholm.

Photo droite : Les deux rangées de racks à droite représentent une station principale et les racks séparés à gauche trois sous-stations. L'installation a été présentée à l'agence Telegraph et aux journaux de Stockholm. (La projection de presse a eu lieu le 26.4.1915). Description dans, entre autres, Ericsson's Review 1947 p. 68-74.

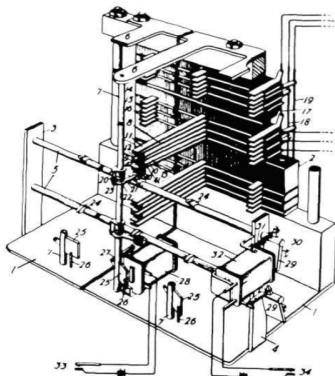
Betulander et Palmgren ont demandé un brevet en 1919 pour un interrupteur à bras horizontaux et verticaux qui contrôlait directement un groupe fixe de ressorts de relais au point d'intersection.

Entre-temps, la Suède décida d'automatiser le réseau téléphonique et plusieurs systèmes furent mis en concurrence. La station d'essai installée par Betulander à Stockholm participa à cette compétition, aux côtés des systèmes de Siemens, Western Electric et Telefonaktiebolaget LM Ericsson. Le 26 avril 1915, Betulander organisa une conférence de presse où il présenta son système entièrement relayé aux spécialistes de Telegrafverket et à la presse. Telegrafverket étant également l'autorité de tutelle suédoise à cette époque, elle devait choisir le système à adopter. Finalement, en 1921, après de longues études, le système Ericsson, développé par Knut Kåell à partir des inventions d'Alex Hultman et de Martin Löfgren, fut retenu. Le système révolutionnaire de Betulander, bien que considéré comme prometteur, fut finalement écarté en raison de son coût élevé.

Betulander cessa alors son activité indépendante et retourna travailler à Telegrafverket, tandis que Nils Palmgren poursuivait sa carrière chez Ericsson. Cependant, malgré cet échec apparent, le système de Betulander atteignit son objectif, sous une forme différente : Ericsson racheta son brevet et le développement du système put se poursuivre. Dès 1919, Betulander comprit la nécessité de concevoir un système de relais plus économique et fut grandement aidé dans cette démarche par le brevet déposé en 1913 par l'Américain John N. Reynolds, qui ne fut jamais exploité. Grâce à ce brevet, Betulander perfectionna son système, aboutissant à la version finale du système à barres transversales qui connut par la suite un grand succès. Betulander modifia deux éléments du commutateur. D'une part, il utilisa les barres horizontales comme barres de sélection et développa la fonction de support sur les barres verticales. D'autre part, il introduisit l'utilisation de broches de marquage flexibles en acier à la place des excentriques et des rouleaux utilisés par Reynolds. Cette version était déjà protégée par le brevet suédois n° 49 816, déposé conjointement avec Nils Palmgren. LM Ericsson a ensuite développé, à partir de ce brevet, les systèmes à barres transversales qui ont connu un grand succès dès les années 1950.

Entretemps en Mai 1913, l'Américain **John Reynolds** dépose une demande de brevet de commutateur à barre transversale

Reynolds' crossbar switch, as per U.S. patent 1139722



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 design Reynolds quand il est apparu ne rencontrait pas beaucoup d'intérêt semble avoir été nombreux :

- 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.

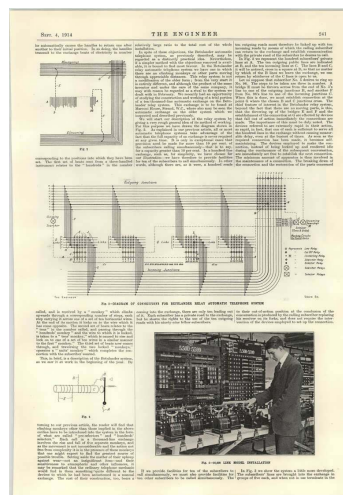
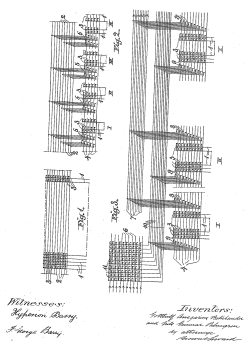
En 1915 pour la Western, Reynolds dépose un brevet [1306124](#).

Il n'y eut pas de suite,

Les recherches et améliorations Betulander se poursuivent.

Le [brevet est déposé le 17 avril 1914](#) aux USA et est validé le **24 juillet 1917**

S. A. BETULANDER & H. G. PALMROSEN,
 AUTOREURS DE BREVETS SUÉDOIS ET SUÉDOIS.
 1,834,610. Patented July 24, 1930.
 4,834,610.



Brevet de 1917

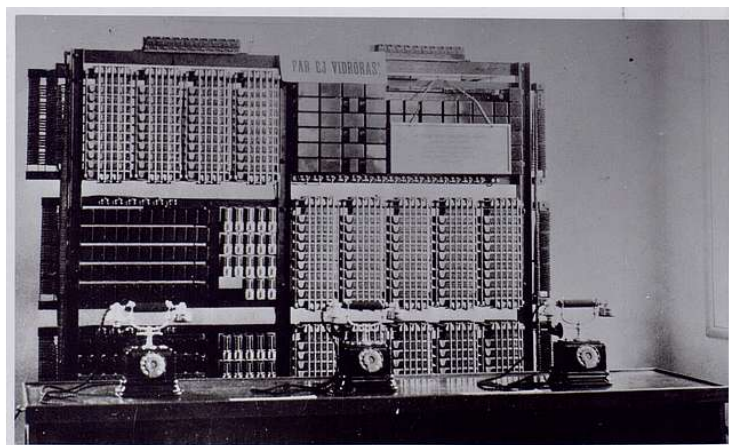
La technique sera toutefois longue à mettre au point, d'autant que tous les efforts mondiaux de recherche et de développement se concentraient déjà presque exclusivement sur le développement des systèmes à organes tournants.

Les premiers prototypes de sélecteurs à barres croisées seront techniquement affinés et réellement opérationnels en Suède à partir de 1919.

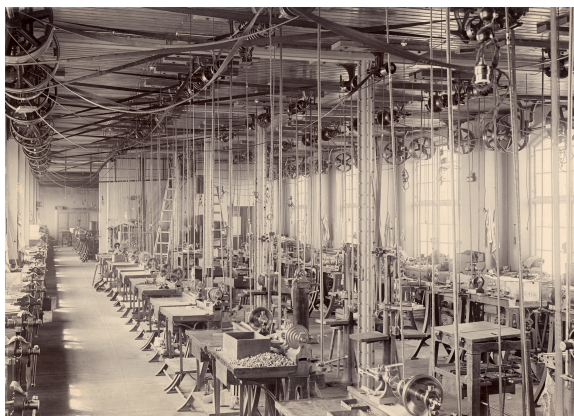
En 1919, Betulander perfectionna cette construction, créant le **sélecteur crossbar** qui fut utilisé dans les stations téléphoniques automatiques à partir du milieu des années 1920. Le crossbar fut une version aboutie et modernisée de l'invention de Reynolds.

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

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



1923 Exposition de Göteborg . Système Betulander **Crossbar** de démonstration à 100 numéros



Usine Kungliga

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.

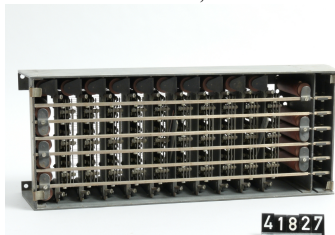
À la fin de 1919, la petite entreprise **Nay Autotelefon Betulander** a été rachetée par **Ericsson** en échange d'un paiement en espèces et d'un accord de redevances sur les ventes à Televerket, indépendamment du fait que les systèmes proposés par Ericsson soient basés sur le système Betulander et Palmgren.

Mais l'année suivante, Televerket a choisi le **commutateur AGF 500** pour les équipements automatisés à **Stockholm** et à **Göteborg**.

Après la vente de son entreprise, GA Betulander a repris son emploi chez Televerket, où il a été chargé de concevoir une station pour **Sundsvall** sur la base de son commutateur crossbar, mais sans les liens envisagés pour compliquer le calcul du taux d'achèvement des appels pourtant nécessaires pour rendre le système compétitif pour les grandes stations. La station a été mise en service en **1926**.



Le central de Sundsvall, 3500 abonnés en 1926



Modèle de Sélecteur **Crossbar** (Tekniska musée)

Depuis 1930, les centraux téléphoniques automatiques furent construits en Suède par **ERICSON** sur la base de cette technique.

Plus de mille stations de ce type sans liens ni balises ont été fabriquées et installées par Televerket au cours des deux 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.

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 multiplage, le raccordement de nombreuses lignes entrantes à un nombre important de lignes sortantes.

Sa simplicité permet une diminution des coûts d'entretien.

Ces nouveaux Commutateurs sont tous équipés dès leur première mise en service d'Enregistreurs et de Traducteurs de numérotation qui constituent l'Organe de Commande du Commutateur.

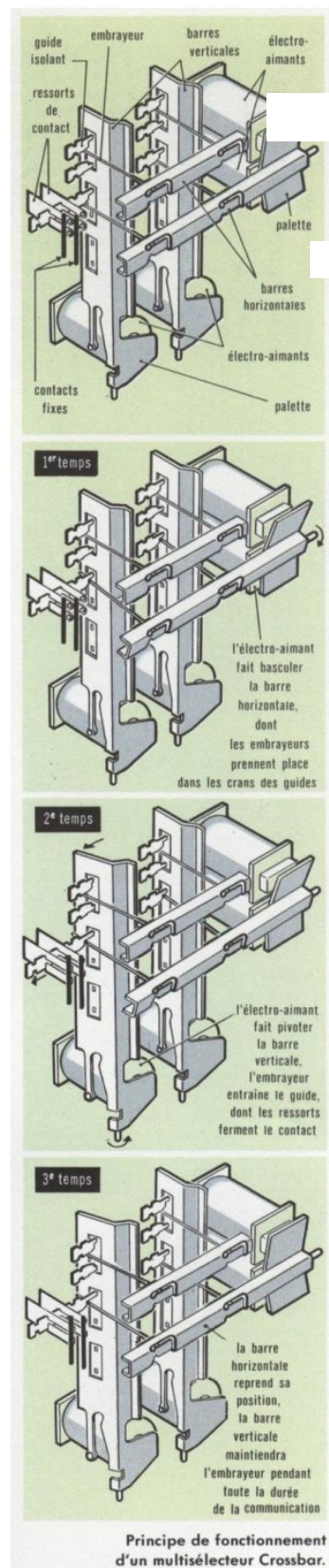
Avec des capacités de l'ordre de 10 000 lignes, les systèmes de commutation automatique se perfectionnent et se répandent dans le monde entier.

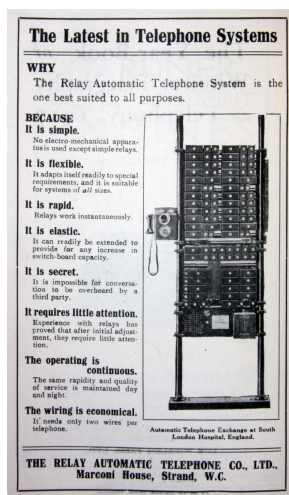
La proportion d'appareils automatiques passe de 15% en 1925 à 77 % en 1955.

Ce système connaît son apogée dans les années 1960 / 70.

Il y eut aussi un système ne comportant que des **relais**, inventé aussi par les deux suédois **Betulander** et **Palmgren**.

C'était un système à commande directe, La première idée fut de séparer le circuit de selection de celui de connexion.





L'organe de sélection reçoit les impulsions du cadran d'appel et cherche la ligne demandée, ne reste établie que pendant la durée de fonctionnement de ses organes. Dès que le demandé est trouvé la connexion est établie par l'organe de connexion et l'organe de sélection est libéré.

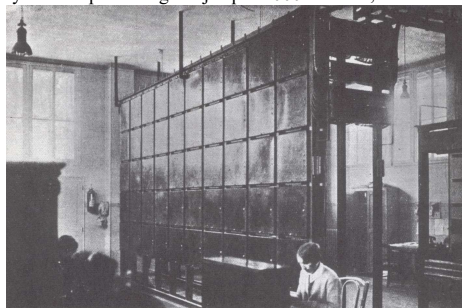
La deuxième idée est que tous ces organes sont constitués de relais de type uniforme (sauf le nombre de contact).

Le premier centre de démonstration de 100 lignes d'abonnés a été présenté à **Marconi House à Londres en 1913**

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. Mais dans l'ensemble, le système était limité à l'utilisation de PABX.

Il sera installé à Fleetwood Angleterre en 1922, Lancs, en Inde et en France à **Biborel** (seine maritime) en zone rurale, puis à **Fontainebleau** en 1927.

Système capable de gérer jusqu'à 1000 abonnés, à Fontainebleau il s'avèrera trop coûteux et trop complexe à entretenir et à faire évoluer. Il sera finalement remplacé en 1943



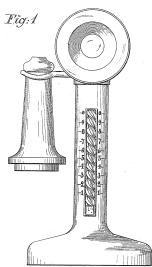
«Les techniciens de l'époque considéraient cette technique de connexion étrange et compliquée. Et ce préjudice était assez naturel car il n'existait pas de méthode scientifique et fiable pour calculer la capacité de traitement du trafic des systèmes connectés par liaison.

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 d'échange avec un grand nombre de lignes.

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

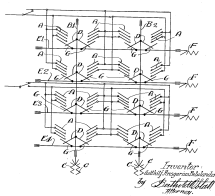
D'autres brevets de Betulander dont le modèle de téléphone avec des touches en 1918, étonnant !!

G. A. BETULANDER.
IMPROVED TRANSMITTER FOR AUTOMATIC TELEPHONE SYSTEMS.
1,907,180. Patented Feb. 19, 1918.
1,907,180.



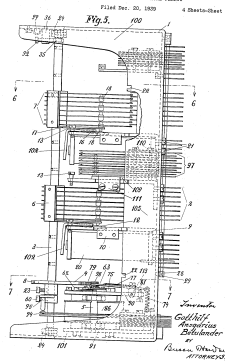
Inventor:
G. A. Betulander
By [Signature]
Attorney

Aug. 22, 1933. G. A. BETULANDER 1,924,064
IMPROVEMENT IN RELAY CONNECTION CIRCUITS
Filed Dec. 22, 1928



Inventor:
G. A. Betulander
By [Signature]
Attorney

April 28, 1942. G. A. BETULANDER 2,281,472
SYSTEM FOR AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGES
Filed Dec. 20, 1939



Inventor:
G. A. Betulander
By [Signature]
Attorney

Brevets

1918

1933

1942

Lorsque le système téléphonique suédois a été automatisé, le crossbar a été utilisé en parallèle avec le **système 500 switch d'Ericson**.

En France :

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** (jusques 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.

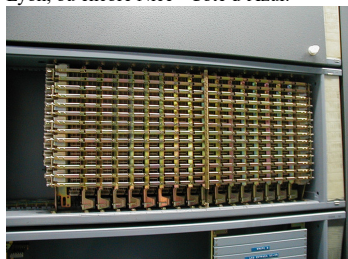
- Après mise en exploitation d'une présérie en 1960 de Commutateurs PENTACONTA et d'une présérie de Commutateurs CP400, le Conseil Technique des PTT émet le **16 novembre 1960 l'avis définitif suivant** :

- 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, Lyon, ou encore Nice - Côte d'Azur.-



multisélecteur PENTACONTA à 14 barres horizontales.

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

- 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 8 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.