

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

| | |
|----------------------------------|---|
| Auteur(s) | Milon, Henri (1881-1950) |
| Titre | La téléphonie automatique |
| Adresse | Paris : Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, libraires du Bureau des longitudes, de l'École polytechnique, 1926 |
| Collection | Bibliothèque des annales des postes, télégraphes et téléphones |
| Collation | 1 vol. (VI-414 p.-[16] f. de pl.) : ill. ; 25 cm |
| Nombre d'images | 438 |
| Cote | CNAM-BIB 8 Ca 601 |
| Sujet(s) | Téléphone -- Automatisation |
| Thématique(s) | Technologies de l'information et de la communication |
| Typologie | Ouvrage |
| Langue | Français |
| Date de mise en ligne | 21/01/2021 |
| Date de génération du PDF | 21/01/2021 |
| Permalien | http://cnum.cnam.fr/redir?8CA601 |

LA

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET C^{ie}
Quai des Grands-Augustins, 55.

75730

8^{ca}. 601

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

LA

TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

PAR

H. MILON,

INGÉNIEUR EN CHEF DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES,
PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.



8^{ca} & Ca. 601
juillet 1926

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Quai des Grands-Augustins, 55.

1926

000000

000000

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

Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

AVERTISSEMENT

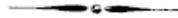
DE LA DEUXIÈME ÉDITION.

Depuis l'époque (1914) où a été publiée la première édition de cet ouvrage, de nombreux perfectionnements ont été apportés aux systèmes de téléphonie automatique qui existaient alors, et des systèmes nouveaux ont fait leur apparition. En même temps que les mécanismes s'amélioraient, les fonctions se développaient et s'accroissaient, et des besoins nouveaux, pour la satisfaction desquels les promoteurs de l'automatique n'avaient encore fait que de timides tentatives, sont entrés aujourd'hui dans le domaine courant de ses applications. C'est dire que la description complète de tous les systèmes de téléphonie automatique existants ferait la matière de plusieurs gros volumes.

Aussi ai-je dû me borner à décrire les caractéristiques essentielles des divers systèmes, à dégager les idées directrices qui ont présidé à leur conception, et à n'entrer dans le détail des connexions que pour ceux d'entre eux qui sont actuellement en service ou en construction en France.

Il est certain, d'ailleurs, que la plupart de ces systèmes n'ont pas encore acquis leur forme définitive, si tant est que l'expression même de forme définitive puisse jamais s'appliquer à des mécanismes qui, par la souplesse et le nombre sans cesse accru des combinaisons qu'ils permettent de réaliser, deviennent presque comparables à des organismes vivants, et sont comme eux en état d'évolution permanente. Il serait donc vain de vouloir fixer en ses moindres détails leur état d'aujourd'hui, qui ne sera plus leur état de demain.

Je tiens à remercier les différents constructeurs pour l'amabilité avec laquelle ils ont mis à ma disposition tous les renseignements nécessaires, et à mentionner particulièrement l'inépuisable obligeance de M. Damoiseau, ingénieur à la Société Le Matériel Téléphonique, auprès de qui j'ai trouvé la plus abondante documentation sur les formes récentes du système de la Western Electric C⁷.



TÉLÉPHONIE AUTOMATIQUE

CHAPITRE I.

DÉFINITION ET CLASSIFICATION DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES.

Un des problèmes les plus importants qui se posent en Téléphonie est l'étude des moyens propres à assurer la communication entre deux postes téléphoniques, c'est-à-dire à réaliser une liaison temporaire entre les lignes reliant ces postes à un même bureau central, ou à des bureaux centraux différents; c'est le problème de la commutation. Les systèmes de commutation manuels sont ceux qui exigent l'intervention d'un ou de plusieurs intermédiaires humains. Les systèmes automatiques sont ceux qui permettent de supprimer cette intervention et qui donnent, à l'abonné ⁽¹⁾ qui désire établir une communication, ou abonné demandeur, le moyen de relier sa ligne à celle de l'abonné demandé, par l'intermédiaire d'organes mécaniques qu'il commande de son propre poste. Enfin, on a appelé systèmes *semi-automatiques* des systèmes qui, tout en conservant l'intervention d'opératrices, utilisent, pour simplifier et rendre plus rapides les manœuvres de ces opératrices, des organes semblables à ceux des systèmes automatiques.

Nous exposerons brièvement le principe général des systèmes automatiques en commençant par le plus ancien d'entre eux, le système Strowger; ce système et ses dérivés, qui sont encore à l'heure actuelle les plus répandus, sont dits à base décimale, parce que la

(1) Suivant la coutume, nous appellerons *abonné* tout usager d'un poste téléphonique.

disposition des lignes à l'intérieur du bureau central est basée sur la numérotation décimale du numéro d'appel.

PRINCIPE DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES.

I. Systèmes à base décimale. — L'organe mécanique, placé au bureau central, et qui, sous la commande d'un abonné demandeur, doit relier la ligne de cet abonné à celle d'un autre abonné relié au même bureau, est appelé *connecteur*. Il se compose essentiellement de trois ressorts frotteurs, ou balais, qui sont reliés, par des moyens indépendants du fonctionnement propre du connecteur, et que nous étudierons plus loin, aux trois fils de la ligne du demandeur (les lignes, à l'intérieur des bureaux, comportent toujours trois fils comme dans la plupart des commutateurs multiples manuels), et qui peuvent explorer un certain nombre des lignes reliées au bureau; ce nombre est de 100 dans les systèmes à base décimale.

Pour permettre cette exploration, les lignes de tous les abonnés reliés à un bureau sont reliées à des plots, ou contacts métalliques, répartis sur la surface intérieure de segments de cylindre; chaque ligne, comportant trois fils, est reliée à trois plots, superposés verticalement, de telle façon que les trois frotteurs viennent simultanément au contact des trois plots; mais pour simplifier cet exposé très sommaire, nous supposerons d'abord que chaque ligne ne comporte qu'un fil, et qu'il n'y a qu'un frotteur.

Sur un même segment de cylindre sont répartis les plots reliés aux lignes d'une même centaine, c'est-à-dire aux lignes des abonnés dont le numéro d'appel ne diffère que par les deux derniers chiffres; les lignes dont ces deux chiffres varient de 10 à 19 sont rangées sur une même ligne horizontale, segment de cercle formant une section droite de la surface cylindrique; les lignes numérotées de 20 à 29 sont rangées sur le segment de cercle immédiatement supérieur, puis les lignes de 30 à 39, 40 à 49, ..., 90 à 99, 00 à 09, de façon que les plots des lignes 11, 21, ..., 91, 01 soient superposés sur la première génératrice de gauche du segment de cylindre, et les lignes 10, 20, 30, ..., 90, 00 sur la dernière génératrice de droite. En développant la surface cylindrique, nous avons la disposition ci-contre (*fig. 1*).

Le frotteur, dans sa position de repos, est situé en dehors, en bas

et à gauche de la surface des plots. Lorsque les manœuvres qui constituent la commande par l'abonné demandeur, et qui consistent

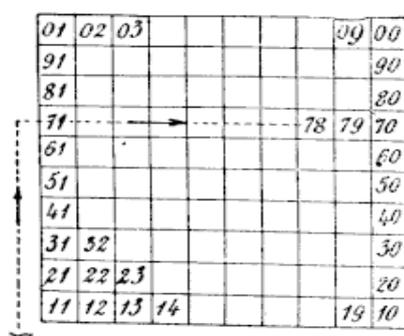


Fig. 1.

dans la transmission successive des différents chiffres du numéro demandé, en sont arrivées à la transmission de l'avant-dernier chiffre, le frotteur s'élève d'autant de niveaux qu'il y a d'unités dans cet avant-dernier chiffre (0 comptant pour 10), puis, lors de la transmission du dernier chiffre, il se meut horizontalement, tournant autour de l'axe du cylindre, de façon à venir en regard du chiffre correspondant à ce niveau. Par exemple si les deux derniers chiffres sont 78, il s'élève au niveau de la septième rangée, puis tourne en franchissant huit intervalles de façon à venir au contact du plot 78.

Réseaux de moins de 100 lignes. — On conçoit immédiatement que, dans un réseau de moins de 100 abonnés, il suffit de relier chaque ligne, d'une part aux frotteurs d'un connecteur affecté spécialement à cette ligne, d'autre part aux plots correspondant, dans chaque connecteur, au numéro d'appel de cette ligne, pour que le problème soit résolu. S'il y a 80 abonnés, il y aura 80 connecteurs, et chaque fil de ligne sera relié à 80 plots différents, suivant un principe analogue à celui du multiplage dans les tableaux commutateurs manuels.

Réseaux de plus de 100 lignes. — S'il y a plus de 100 lignes, il faudra les répartir en centaines, suivant les deux derniers chiffres de leur numéro, chaque centaine constituant le champ d'explora-

tion d'un certain nombre de connecteurs identiques. Les manœuvres constituant la transmission des chiffres précédant les deux derniers devront avoir pour résultat de relier la ligne du demandeur à l'un des connecteurs desservant la centaine du demandé. Cette liaison est assurée par des organes dits *sélecteurs*, semblables aux connecteurs, mais explorant des lignes auxiliaires au lieu de lignes d'abonnés.

Si les numéros se composent de trois chiffres, c'est-à-dire s'il y a moins de 1000 lignes, la ligne de l'abonné demandeur sera reliée, soit d'une façon permanente, soit automatiquement dès qu'il commence un appel, aux frotteurs d'un sélecteur. Lors de la transmission du premier chiffre, ces frotteurs s'élèvent jusqu'au niveau de rang correspondant à ce chiffre. Arrivés là, on pourrait supposer simplement qu'ils sont immédiatement en contact avec les plots d'une ligne auxiliaire aboutissant aux frotteurs d'un connecteur desservant la centaine dont tous les numéros commencent par ce chiffre. Mais cela supposerait qu'il y a spécialement affectés à chaque sélecteur autant de connecteurs que de niveaux, soit 10, d'où rendement 10 fois moindre pour le connecteur que pour le sélecteur, et d'autre part que, pour chaque centaine, il y a autant de connecteurs qu'il y a de sélecteurs dans le bureau. Il en résulterait évidemment une dépense et un encombrement inadmissibles.

Aussi est-il nécessaire qu'un même connecteur puisse être utilisé par un certain nombre de sélecteurs, sur les contacts desquels la ligne auxiliaire qui aboutit à ses frotteurs sera multipliée, comme une ligne auxiliaire de départ est multipliée devant un certain nombre de positions d'opératrices.

Réciproquement, un sélecteur cherchant une centaine déterminée devra avoir à sa disposition plusieurs connecteurs desservant cette même centaine, puisque chacun de ceux-ci peut être occupé par d'autres sélecteurs, et devra être pourvu des moyens de déceler cette occupation.

Le fonctionnement du sélecteur sera donc le suivant : lors de la transmission du premier chiffre, ses frotteurs s'élèveront jusqu'au niveau correspondant à ce chiffre ; les contacts de ce niveau sont reliés à des lignes auxiliaires aboutissant à des connecteurs desservant tous la centaine dont les numéros commencent par ce chiffre ; automatiquement, et sans qu'aucune manœuvre de l'abonné soit nécessaire, les frotteurs se mettront à explorer les contacts et s'arrê-

teront dès qu'ils en auront trouvés qui correspondent à une ligne libre.

Nous allons prendre un exemple qui résumera et généralisera à la fois l'exposé précédent.

Supposons qu'un abonné d'un réseau dont les numéros d'appel comportent cinq chiffres désire obtenir une communication avec le 73 269. Il dispose à son poste d'un organe transmetteur d'appels que nous étudierons plus loin et qui lui permet de provoquer des séries successives d'impulsions de courant, chaque série correspondant à la transmission d'un chiffre. Dès le commencement de l'appel (dans la plupart des systèmes dès le décrochage du récepteur) la ligne du demandeur est reliée automatiquement aux frotteurs d'un premier sélecteur libre. Lors de la transmission du premier chiffre, 7, les frotteurs de ce premier sélecteur s'élèvent jusqu'au septième niveau puis, automatiquement, parcourent les contacts de ce septième niveau, et s'arrêtent dès qu'ils trouvent un contact à un potentiel indiquant que la ligne auxiliaire correspondante est libre. La ligne de l'abonné appelant est ainsi reliée à une ligne auxiliaire terminée par un organe dont le rôle est de continuer l'établissement de la communication vers un quelconque des abonnés dont le numéro est compris entre 70 000 et 79 999. Cet organe est un second sélecteur.

Lors de la transmission du deuxième chiffre, 3, les frotteurs de ce second sélecteur s'élèvent jusqu'au troisième niveau, puis parcourent les contacts de ce niveau jusqu'à ce qu'ils aient trouvé une ligne libre. La ligne du demandeur est ainsi reliée, par l'intermédiaire d'une première ligne auxiliaire, à une seconde ligne terminée par un organe dont le rôle est de continuer l'établissement de la communication vers un quelconque des abonnés dont le numéro est compris entre 73 000 et 73 999. Cet organe est un troisième sélecteur.

Lors de la transmission du troisième chiffre, 2, le troisième sélecteur reliera de même la ligne du demandeur, par l'intermédiaire de deux lignes auxiliaires, à une ligne terminée par un organe dont le rôle devra être de choisir l'un des abonnés dont le numéro est compris entre 73 200 et 73 299; comme le nombre de ces abonnés n'est plus que de 100, cet organe sera un connecteur, qui pourra achever la mise en communication lors de la transmission des deux derniers chiffres.

II. Systèmes à base non décimale. — Dans les systèmes dont le principe vient d'être exposé, l'organe final de connexion, ou connecteur, ne peut atteindre dans sa recherche que les lignes d'abonné appartenant à une même centaine. On conçoit qu'il puisse être plus avantageux de faire desservir par un même connecteur un plus grand nombre de lignes, 200 ou 500 par exemple. A qualité de service égal, le rendement de chaque organe pourra ainsi être amélioré, comme nous le verrons plus loin.

Mais dans ce cas il n'est plus possible de faire correspondre chacun des deux mouvements de recherche des frotteurs du connecteur à un chiffre du numéro d'appel. Si, par exemple, le connecteur dessert 500 lignes réparties en 25 rangées de 20, il ne sera pas nécessaire d'employer de sélecteur, si le réseau compte au total moins de 500 lignes, et l'abonné 315 par exemple, sera le 15^e de la 16^e rangée. Au lieu de trois mouvements de sélection, correspondant aux chiffres 3, 1, 5, les trois chiffres du numéro d'appel, il y aura deux mouvements de sélection, correspondant aux chiffres 16 et 15, qui n'ont plus rien de commun avec les précédents.

Si le sélecteur, ce qui est le cas général, est constitué mécaniquement comme le connecteur, le même raisonnement sera valable pour les mouvements de sélection précédant les deux derniers, dans les réseaux dont la capacité dépasse celle d'un connecteur. Ainsi la recherche de l'abonné 4315, par exemple, nécessitera trois mouvements de sélection, correspondant aux chiffres 9, 16, 15, la 15^e ligne de la 16^e rangée de 20 sur le 9^e groupe de 500.

Les opérations de traduction nécessaires se font dans les organes appelés enregistreurs, dont nous décrirons le principe ultérieurement.

MODES DE COMMANDE PAR L'ABONNÉ.

Les divers modes dont l'abonné peut commander de son poste la manœuvre des organes sélecteurs et connecteurs peuvent se diviser en deux catégories principales :

I. Commande directe de l'abonné. — Il ne peut être question évidemment que d'une commande électrique. L'abonné, de son poste, au moyen de sa ligne ordinaire, ouvre et ferme le circuit d'un relais monté comme un relais de ligne ordinaire à batterie centrale,

et représenté en A sur la figure schématique ci-dessous. Suivant la position d'un commutateur C, ce relais ferme le circuit d'un électro V

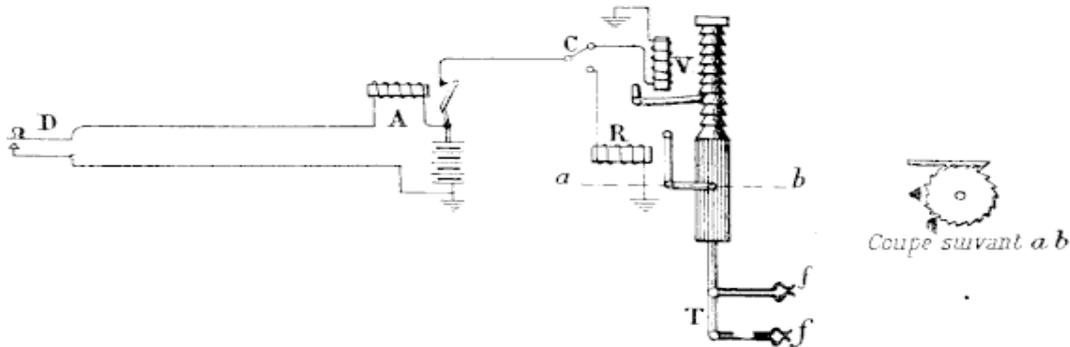


Fig. 2. — Schéma de principe d'un système à commande directe.

ou d'un électro R. L'armature de l'électro V s'engage dans les dents d'une sorte de crémaillère formée par une partie de l'arbre T qui porte les frotteurs / du sélecteur ou du connecteur. L'armature de l'électro R s'engage dans les rainures verticales d'une autre partie du même arbre, partie dont la section droite représente le profil d'une roue dentée. A chaque attraction de l'armature de V, l'arbre monte de l'intervalle de deux dents de la crémaillère; à chaque attraction de l'armature de R, il tourne de l'angle de deux rainures. Des cliquets de retenue empêchent les mouvements en sens inverse, cliquets qui sont libérés lors de la déconnexion.

On voit donc que, pour transmettre un chiffre, l'abonné n'aura qu'à fermer un nombre de fois égal au nombre d'unités de ce chiffre le circuit du relais A. Ce circuit peut d'ailleurs être constitué par un des fils de sa ligne et la terre, comme dans les systèmes les plus anciens (systèmes dits à *trois fils*) ou par les deux fils même de sa ligne, comme dans les systèmes les plus récents, dits à *deux fils*.

Pour le mouvement horizontal des sélecteurs, mouvement simplement destiné à la sélection d'une ligne libre, la commande par l'abonné est remplacée par une commande intérieure du bureau.

La caractéristique de ce système est son incontestable simplicité, surtout en ce qui concerne l'organe transmetteur au poste d'abonné. Cet organe doit simplement être conçu de façon que l'abonné n'ait pas à compter le nombre de fermetures de circuit qu'il doit effectuer. Nous verrons plus loin comment ce résultat est obtenu.

II. Commande indirecte ou commande intérieure du bureau contrôlée par l'abonné. — Dans ce système, les électromoteurs sont commandés par une source d'énergie électrique ou mécanique, placée à l'intérieur du bureau, et l'abonné règle simplement le temps, ou plus exactement la course, pendant laquelle doit agir cette source. Les deux schémas ci-après montrent deux exemples, tout théoriques d'ailleurs, d'un tel système de commande.

Dans le premier on utilise, comme dans le procédé de la commande directe, des électromoteurs à progression discontinue, ou pas à pas, et à commande uniquement électrique : deux électromoteurs placés l'un chez l'abonné et l'autre au bureau central progressent synchroniquement et s'arrêtent tous deux quand le premier a atteint une position repérée préalablement par l'abonné.

Dans le second, l'électromoteur placé au bureau central est commandé mécaniquement et progresse d'une façon continue, en produisant des courants interrompus qui font mouvoir synchroniquement l'électromoteur placé chez l'abonné.

Commande électrique (fig. 3). — Imaginons qu'au moment où

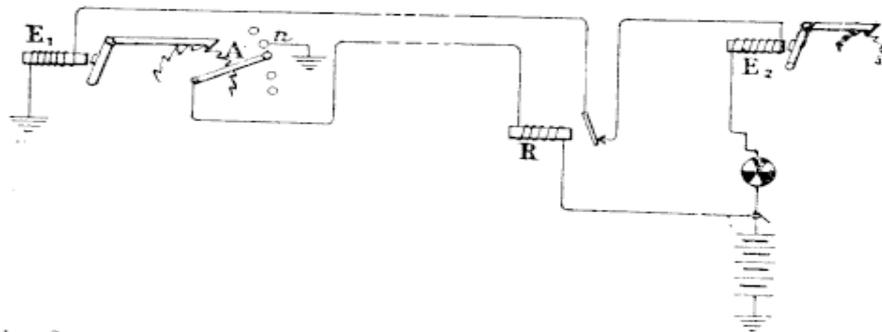


Fig. 3. — Schéma de principe d'un système à commande indirecte (avec progression pas à pas).

l'abonné décroche (ou envoie un signal d'appel), un courant continu interrompu soit envoyé par un de ses fils de ligne à travers deux électros pas à pas, placés l'un E_1 chez l'abonné, où il déplace une armature reliée à l'autre fil de ligne, et l'autre E_2 au bureau central, où il commande un arbre de sélecteur ou de connecteur. Les deux mécanismes progressent automatiquement et simultanément, jusqu'à ce que l'armature A , qui parcourt une série de plots, vienne au contact d'un plot, d'ordre n , précédemment mis à la terre par

l'abonné, au moyen d'un levier mobile; à ce moment, un relais R, dont le circuit est fermé par l'autre fil de ligne, fonctionne au bureau central et coupe le circuit de l'électromoteur, qui a donc fait progresser l'arbre du sélecteur de n divisions.

Commande mécanique (fig. 4). — L'électromoteur K, lorsqu'il est

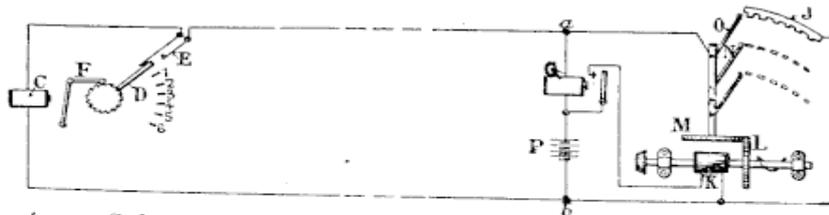


Fig. 4. — Schéma de principe d'un système à commande indirecte (avec progression continue).

excité, produit un embrayage magnétique entre le disque L, auquel une transmission mécanique imprime un mouvement de rotation continu, et le disque M solidaire de l'arbre des frotteurs du sélecteur; cet arbre porte également un frotteur supplémentaire O qui parcourt une couronne J portant des entailles, disposées de façon que quand le frotteur tombe dans l'entaille d'ordre n et, par conséquent n'est pas en contact avec la couronne, les frotteurs de ligne sont sur les contacts d'ordre n .

Au poste d'abonné, le transmetteur d'appel comporte un mécanisme de progression semblable à celui du premier schéma; pour transmettre un chiffre l'abonné amène le levier à la position correspondante, puis décroche. Le relais de ligne G fonctionne et ferme le circuit de l'électromoteur K; l'arbre des frotteurs se met à tourner, et le frotteur O vient en contact avec la couronne, ce qui met en court circuit la ligne de l'abonné entre les points a et b ; lorsque O tombe dans la première entaille, ce court circuit est rompu, l'électro C du poste d'abonné est excité et son armature F fait revenir le levier D en arrière d'une division; au court circuit suivant, cette armature retombe. A la seconde entaille le levier rétrograde encore d'une position, et ainsi de suite. Lorsqu'il a dépassé la position 1, le levier ouvre en E le circuit de ligne, et le relais G, ainsi que l'électro C, sont privés de courant; K est désexcité, et l'arbre des frotteurs s'arrête à la position correspondant au chiffre transmis.

On voit que les procédés de commande indirecte, appliqués au

poste d'abonné, constituent en quelque sorte un pas fait plus avant dans la voie de l'automatisme et que le rôle de l'abonné est plus passif que dans le cas de la commande directe; en effet, il a simplement à mouvoir un levier et à l'amener à la position correspondant au chiffre qu'il veut transmettre, puis à décrocher, pour que la suite des opérations mécaniques nécessaires au bureau central s'effectue automatiquement et sans que sa façon d'opérer ou de manœuvrer plus ou moins rapidement son appareil influe en aucune façon sur ces opérations. Par contre, ces systèmes conduisent à des schémas plus compliqués, et le poste d'abonné, en particulier, ne peut être ramené à une forme aussi simple que dans les systèmes précédents, considération importante dans l'entretien d'un réseau téléphonique. Aussi ces systèmes ne se sont-ils pas répandus.

Cas de systèmes à enregistreurs. — Si les procédés de commande indirecte ne se sont pas répandus dans les systèmes à base décimale, où tous les mouvements de sélection peuvent être commandés directement du poste d'abonné, par suite de l'intérêt qu'il y a à laisser à celui-ci la plus grande simplicité, ils sont au contraire très utilisés, avec la commande mécanique, dans les systèmes à enregistreurs.

On a vu que ces organes servaient à recevoir les impulsions envoyées du poste d'abonné sous forme décimale, et à les traduire sous une forme non décimale; on peut donc admettre qu'en principe le fonctionnement de l'enregistreur se décompose en deux phases successives: dans la première, il reçoit les impulsions émises dans le poste d'abonné; dans la seconde, il les transmet, transformées, aux organes sélecteurs et connecteurs.

Les procédés de commande les plus généralement employés sont dans ce cas les suivants: dans la première phase, commande directe par l'abonné, avec progression pas à pas des organes de l'enregistreur; dans la seconde, commande indirecte, avec entraînement mécanique des organes sélecteurs; ceux-ci dans leur progression produisent des courants interrompus qui font progresser synchroniquement les organes de l'enregistreur jusqu'à une position repérée par l'enregistrement du numéro d'appel.

On peut ainsi réunir les avantages de la commande directe en ce qui concerne la simplicité du poste d'abonné et ceux de la com-

mande indirecte en ce qui concerne l'indépendance entre la progression des organes sélecteurs et les manœuvres faites au poste d'abonné.

Les deux principaux systèmes à enregistreurs sont celui de la Western Electric C⁷, et le système Ericsson. Le schéma de principe de la commande des organes sélecteurs de la W. E. C⁷ est à peu près exactement celui qui est représenté figure 4, avec cette différence que le poste d'abonné est remplacé par l'enregistreur.

Ces systèmes sont aussi parfois appelés *systèmes à impulsions inverses*, les impulsions, ou périodes de courant continu interrompu, étant envoyées des organes sélecteurs à l'enregistreur, en sens inverse des impulsions directes, envoyées du poste d'abonné aux sélecteurs.

Appels perdus et appels différés. — Dans les systèmes à commande directe par l'abonné, si à un moment quelconque de la connexion un des organes nécessaires fait défaut, par suite d'encombrement par exemple, l'abonné, à qui il n'est guère possible de donner le moyen de s'en apercevoir, continue la manœuvre de son mécanisme d'appel; mais celui-ci fonctionne dans le vide à partir du moment précité, et la communication ne peut aboutir. L'abonné doit raccrocher pour libérer tous les organes immobilisés et recommencer complètement son appel par la suite : l'appel est dit *perdu*.

Au contraire, dans les systèmes à commande indirecte, chacun des organes intervenant successivement dans une connexion commandant lui-même le fonctionnement du mécanisme d'appel de l'abonné ou de l'enregistreur, celui-ci attend qu'un organe libre soit trouvé et mis en marche; si à un moment donné un retard se produit par suite d'encombrement, il en résulte simplement une immobilisation plus longue de l'enregistreur et des divers organes qui sont déjà intervenus dans la connexion; l'appel est dit *différé*.

Nous verrons ultérieurement comment il y a lieu de tenir compte de cette différence dans le calcul du rendement des organes.

MISE EN RELATION DE LA LIGNE D'ABONNÉ AVEC LE PREMIER ORGANE SÉLECTEUR.

Nous avons vu que la ligne d'un abonné appelant peut être reliée, avec le premier organe sélecteur, de plusieurs façons différentes :

1° De façon directe et permanente; ce procédé, affectant un premier sélecteur distinct à chaque ligne d'abonné, a été abandonné partout pour des raisons économiques;

2° Par l'intermédiaire d'un organe de sélection automatique qui peut être soit un présélecteur, soit un chercheur de lignes *appelantes*.

Présélecteur. — Dans les systèmes utilisant les présélecteurs, chaque ligne d'abonné aboutit à l'un de ces organes, qui consiste en un sélecteur simplifié, à une seule progression; dès que l'abonné met son poste en position d'appel, le présélecteur se met automatiquement en mouvement, et s'arrête dès que ses frotteurs, qui parcourent des contacts reliés à des lignes auxiliaires, en trouvent une libre. Cette ligne auxiliaire est elle-même terminée à son autre extrémité par un premier sélecteur. On voit donc que chaque ligne, ligne d'abonné ou ligne auxiliaire, comporte à une seule de ses extrémités un organe sélecteur actif; c'est l'extrémité par laquelle elle prend une autre ligne; l'autre extrémité, par laquelle elle est prise, est pourvue d'un multiplage, multiplage sur les contacts des sélecteurs ou présélecteurs pour les lignes auxiliaires, multiplage sur les contacts des connecteurs pour les lignes d'abonné.

Chercheur de lignes appelantes. — Les lignes d'abonné ne comportent plus d'organe actif, mais se terminent au bureau central par des contacts que parcourent les frotteurs d'un organe sélecteur appelé *chercheur de lignes appelantes*, qui s'arrête dès qu'il trouve sur un contact le potentiel indiquant que la ligne est en position d'appel. Ce chercheur est relié à l'une des extrémités d'une ligne auxiliaire dont l'autre aboutit au premier sélecteur. Les lignes d'abonné comportent donc deux multiplages distincts, l'un sur les contacts des connecteurs, l'autre sur les contacts des chercheurs, car il est évident qu'une même ligne appelante doit pouvoir être prise par plusieurs chercheurs différents.

On voit que dans ce cas la première ligne auxiliaire utilisée comporte deux extrémités actives; aussi a-t-on parfois appelé ce système le système *dicorde*, par assimilation aux dicordes d'un tableau d'abonnés, le système avec présélecteur étant appelé système *monocorde*.

SCHÉMA D'ENSEMBLE D'UNE COMMUNICATION ÉTABLIE
PAR UN SYSTÈME AUTOMATIQUE.

Les deux schémas ci-dessous (fig. 5 et 6) représentent une connexion entre deux abonnés d'un réseau automatique, le premier dans

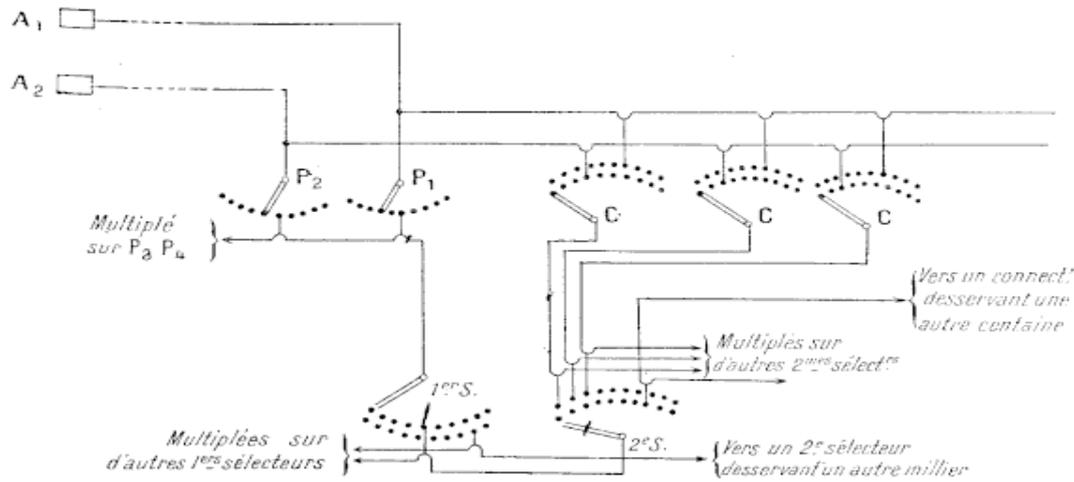


Fig. 5. — Schéma général d'une communication dans un réseau automatique (avec présélecteurs). A₁, A₂, postes d'abonnés (supposés appartenant à une même centaine); P₁, P₂, présélecteurs; 1^{er} S, 1^{er} sélecteur; 2^e S, 2^e sélecteur; C, C, C, connecteurs desservant la même centaine.

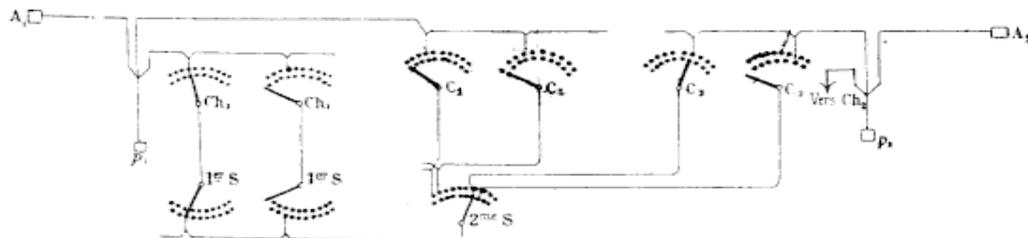


Fig. 6. — Schéma général d'une communication dans un réseau automatique (avec chercheur de lignes appelantes). A₁, A₂, postes d'abonnés (appartenant à des centaines différentes); Ch₁, Ch₁, chercheurs de lignes (affectés à la centaine de A₁); 1^{er} S, 2^e S, 1^{er} et 2^e sélecteurs; C₁, C₁, connecteurs desservant la centaine de A₁; C₂, C₂, connecteurs desservant la centaine de A₂; p₁, p₂, organes d'appel individuels mettant en mouvement les chercheurs quand une ligne appelle.

le cas d'un système à présélecteurs, le second dans le cas d'un système à chercheurs. Les organes représentés schématiquement avec

une seule rangée de contacts sont les organes à une seule progression ou à sélection simple, tels que les présélecteurs; ceux qui en ont deux sont les organes à deux progressions ou à sélection double (sélecteurs proprement dits et connecteurs); les chercheurs de lignes peuvent, suivant les systèmes, être à sélection simple (systèmes Western Electric, Thomson-Houston) ou double (systèmes Clement, Ericsson).

Les deux abonnés sont supposés rattachés au même bureau central, mais le nombre des organes sélecteurs et des lignes utilisées serait exactement le même s'ils étaient reliés à deux bureaux différents d'un même réseau. Il n'est pas nécessaire que des lignes auxiliaires directes relient ces deux bureaux: l'examen du schéma d'ensemble permet de se rendre compte que, dans un réseau à quatre chiffres, par exemple, le présélecteur peut être dans un premier bureau, le premier sélecteur dans un deuxième, le deuxième sélecteur dans un troisième et le connecteur dans un quatrième. Des dispositions spéciales sont seulement nécessaires, comme nous le verrons plus loin, pour que chaque abonné soit alimenté par la batterie du bureau auquel il est rattaché, et que les lignes auxiliaires entre bureaux puissent être ramenées à deux fils.

Il convient de se rappeler que dans un réseau manuel, au contraire, l'établissement d'une communication exige l'intervention d'autant d'opératrices et l'insertion dans le circuit d'autant de cordons, dicordes, ou monocordes, qu'il y a de bureaux intéressés; aussi doit-on toujours chercher à réduire ce nombre de bureaux au strict minimum, condition moins impérative dans les systèmes automatiques.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE. SYSTÈME DE L'AUTOMATIC ELECTRIC COMPANY.

Le plus ancien des systèmes automatiques est le système Strowger, à base décimale et à commande directe. Nous ne le décrivons pas sous sa forme primitive aujourd'hui abandonnée. Parmi les nombreux systèmes dérivés du Strowger, les plus répandus sont à l'heure actuelle :

Le système de l'Automatic Electric C^y, de Chicago;

Le système de l'Automatic Telephone Manufacturing C^o, de Liverpool;

Le système Siemens et Halske, de Berlin.

Les deux premiers sont assez peu différents l'un de l'autre, le troisième l'est davantage.

Citons également le système Clément, de la North Electric C^y.

En France, le réseau de Nice a été équipé suivant le système de l'Automatic Electric C^y. La Compagnie française Thomson-Houston, concessionnaire pour la France des brevets de ce système, y a apporté, dans les installations ultérieures, diverses modifications.

Nous décrirons tout d'abord le système de Nice; puis nous indiquerons les modifications qui ont été apportées à ce système dans l'équipement des grands bureaux français en cours d'installation (Bordeaux, Le Havre, Montpellier, Lyon).

FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DU SYSTÈME DE L'AUTOMATIC ELECTRIC COMPANY.

Ce système est du type à commande directe par l'abonné et utilise des présélecteurs. Nous commencerons par décrire sommairement la suite des opérations nécessaires pour une mise en communication.

Le poste d'abonné comporte un disque percé de trous numérotés 1, 2, 3, ..., 9, 0; pour transmettre un numéro, l'abonné, après avoir décroché le récepteur, enfonce le doigt dans le trou correspondant au premier chiffre, fait tourner le disque jusqu'à ce que son doigt rencontre un arrêt, et le laisse revenir au repos sous l'action d'un ressort; il opère de même pour le second, puis pour les autres chiffres. C'est lors de chaque retour au repos du disque que le circuit de ligne est ouvert autant de fois qu'il y a d'unités dans le chiffre à transmettre. Il n'y a plus de terre chez l'abonné dans les applications récentes de ce système.

Au bureau central, la ligne se termine par un présélecteur dont le fonctionnement, un peu semblable à celui d'un relais d'appel et de coupure d'une ligne à batterie centrale, consiste simplement à relier la ligne de l'abonné, dès que celui-ci a décroché, avec la ligne auxiliaire en face de laquelle la partie mobile du présélecteur est arrêtée. Un autre organe, appelé *commutateur principal de commande*, commun à plusieurs présélecteurs, a pour rôle d'orienter toujours les parties mobiles de ces présélecteurs vers une ligne auxiliaire libre. Cette ligne auxiliaire aboutit à un premier sélecteur, soit directement, soit dans les bureaux à grand trafic par l'intermédiaire d'un présélecteur secondaire dont nous expliquerons le rôle plus loin.

Les sélecteurs et le connecteur, du type à commande directe, reçoivent les impulsions correspondant aux différents chiffres comme il a été vu. Lorsque les frotteurs du connecteur se sont arrêtés sur les contacts de la ligne de l'abonné demandé, si cet abonné est occupé, le circuit de conversation n'est pas fermé sur le demandeur, et celui-ci entend dans son récepteur un bruit caractéristique qu'il interprète *ligne occupée*; si le demandé est libre, un courant d'appel est envoyé automatiquement sur sa ligne jusqu'à ce qu'il réponde en décrochant son récepteur.

Quand la conversation est terminée, le retour de tous les organes au repos est commandé par le raccrochage de l'abonné demandeur seul; toutefois, dans certains réseaux, notamment à Epsom, on a prévu la possibilité de le faire commander par le raccrochage de l'un ou l'autre abonné.

Nous allons étudier séparément chacun de ces organes.

DISQUE TRANSMETTEUR D'APPEL.

Cet organe étant placé chez l'abonné doit présenter le minimum de complication. Nous décrirons seulement le type le plus répandu (fig. 7).

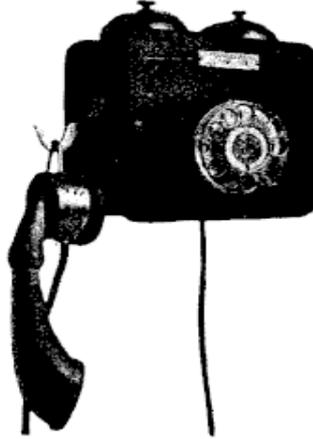


Fig. 7. — Poste d'abonné avec disque transmetteur d'appel.

Trois ressorts R_1 , R_2 , R_3 (fig. 8) sont placés, les deux premiers

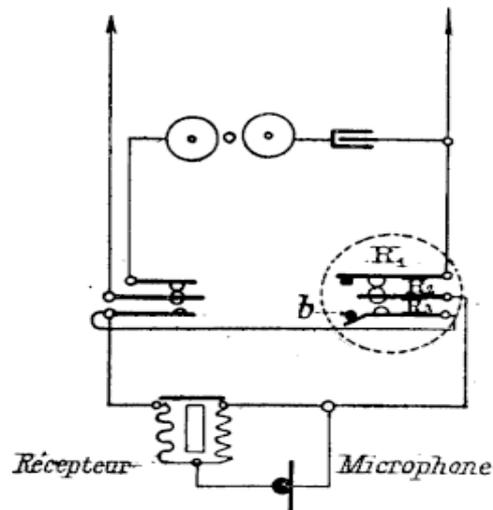


Fig. 8. — Schéma du poste d'abonné.

en série sur un fil de ligne, le troisième en dérivation sur l'autre fil, après le crochet commutateur. Quand l'abonné décroche, R_1 , R_2

sont au contact, ce qui assure la continuité du circuit de conversation, tandis que R_3 est isolé de R_2 par un petit bras b relié à l'axe du disque D (fig. 9).

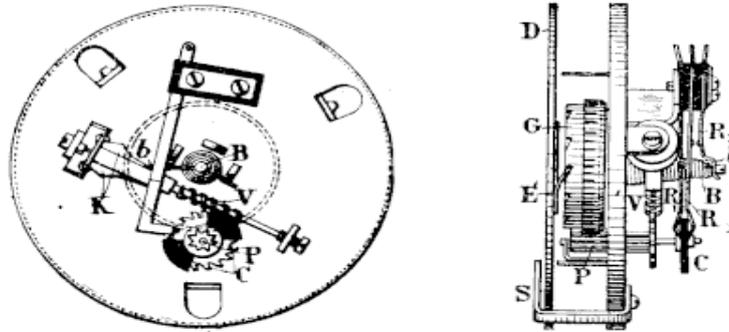


Fig. 9. — Détails du transmetteur d'appels.

Dès que l'abonné commence à tourner le disque, le petit bras quitte sa position de repos et R_3 vient toucher R_2 , ce qui court-circuite les organes de conversation, transmetteur et récepteur. En même temps, ce mouvement bande un ressort à boudin B .

Dès que le doigt de l'abonné rencontre le cliquet d'arrêt S , c'est-à-dire que le disque a tourné d'un angle proportionnel au nombre d'unités du chiffre à transmettre, l'abonné laisse le disque revenir en arrière sous l'action du ressort B . Dans ce mouvement un ressort d'embrayage E porté par le disque tombe dans une des dix encoches de la roue dentée G , et celle-ci est mise en mouvement en même temps que le disque. Cette roue dentée engrène suivant un rapport de multiplication égal à 5 avec un petit pignon P qui porte une double came C . Cette double came C , au cours d'une révolution complète, introduit successivement ses deux branches entre les deux ressorts R_1 et R_2 et ouvre deux fois le circuit pendant un temps proportionnel à la largeur de la came. Si donc le chiffre à transmettre est 7, le ressort d'embrayage tombe dans l'encoche 7, la roue dentée G tourne $\frac{7}{10}$ de tour, le petit pignon fait $5 \times \frac{7}{10} = 3$ tours et demi et la double came ouvre le circuit sept fois.

Le pignon P engrène également avec une vis sans fin V qui porte un régulateur de vitesse K à force centrifuge; deux ressorts portent de petits tampons qui, dès que la vitesse s'accroît, viennent frotter sur une couronne fixe. La vis sans fin a également pour but d'em-

pêcher le pignon et, par suite, la roue dentée de tourner en sens inverse quand l'abonné écarte le disque de sa position de repos.

Dès que le disque revient au repos, le petit bras revient écarter le ressort R_3 du ressort R_2 et les organes de conversation sont décourtcircuités. Ce court-circuitage a pour double but de mieux assurer le fonctionnement des divers organes du bureau central pendant les impulsions de courant, quelle que soit la résistance du transmetteur, et d'empêcher ces impulsions de produire un bruit désagréable dans le récepteur.

PRÉSÉLECTEUR.

Cet organe se compose (*fig. 10*) :

1° D'un électro-aimant E à double enroulement et à deux armatures et d'un relais A à fonctionnement retardé; cette qualité est obtenue par l'adjonction d'un cylindre de cuivre creux superposé à l'enroulement et dans l'axe duquel passe le flux de force magnétique; à l'établissement et à la rupture du courant il se produit, à l'intérieur de ce cylindre, des courants de Foucault qui retardent dans le premier cas et prolongent dans le second l'attraction du noyau sur l'armature. Le second effet, ou effet de prolongation, est d'ailleurs toujours beaucoup plus sensible que l'effet de retardement proprement dit (1).

2° D'un plongeur P qui peut prendre deux mouvements, l'un de plongée sous l'action de l'armature B de l'électro E mentionné ci-dessus, l'autre de rotation autour d'un axe I ménagé dans cette armature, sous l'action d'un arbre K portant une arête saillante s qui vient s'engager dans une encoche pratiquée dans la partie arrière du plongeur. Dans le mouvement de plongée, l'encoche est dégagée de l'arête S et le plongeur est soustrait à l'action de l'arbre. Un même arbre vertical est commun à 25 ou 50 plongeurs superposés.

3° De huit ressorts R qui, lorsque le plongeur effectue son premier mouvement ou mouvement de plongée, viennent au contact deux à deux.

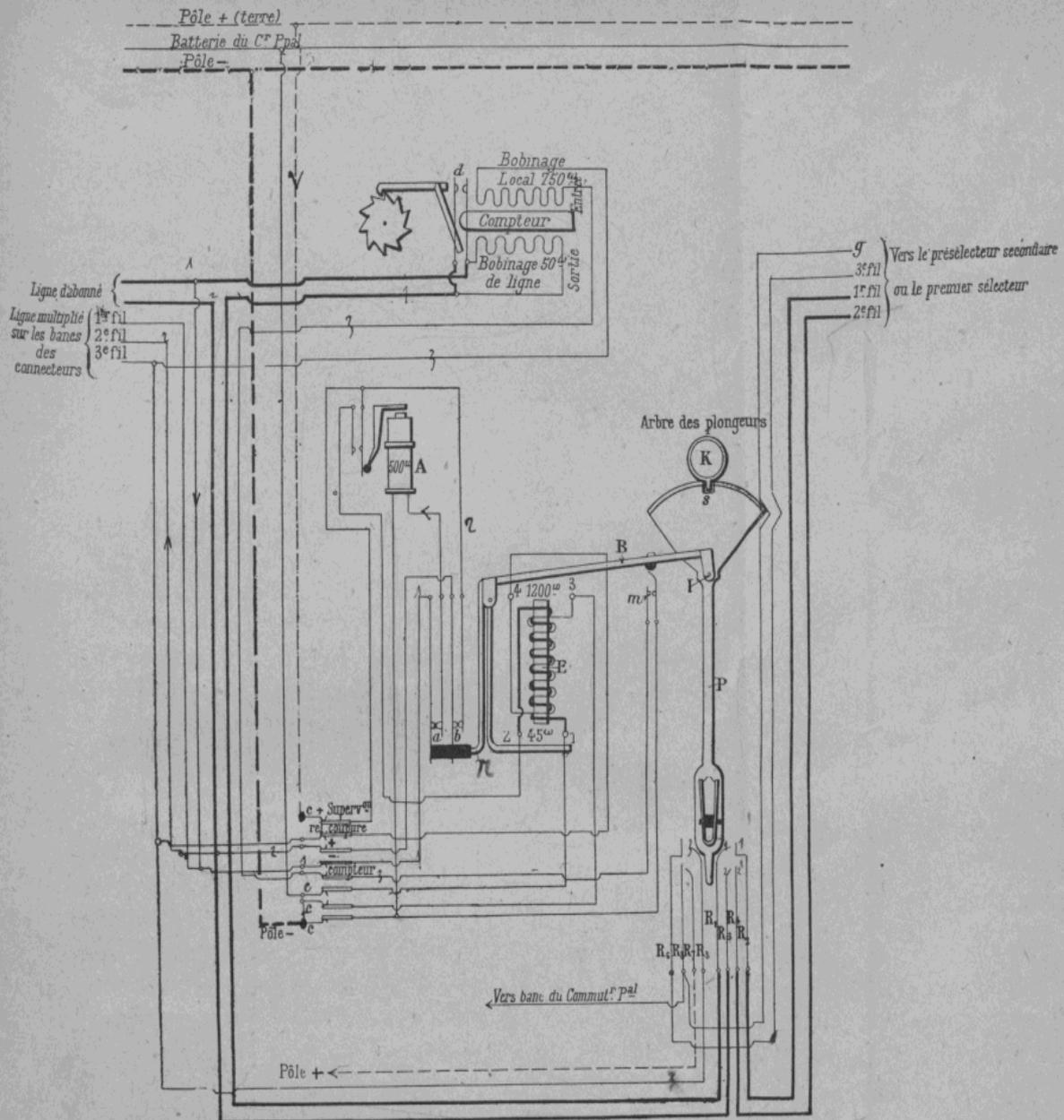
(1) Quand le cylindre de cuivre creux est disposé sur le noyau près de l'armature mobile, l'effet de retardement est sensible; quand il est placé à l'autre extrémité du noyau, l'effet de retardement est insensible.

Dans son mouvement de rotation le plongeur peut prendre dix positions azimutales distinctes; dans chacune de ces positions, son extrémité est en regard d'un groupe distinct de huit ressorts R. Dans chaque groupe, deux des ressorts R_1 et R_3 sont reliés avec les deux fils de la ligne de l'abonné, qui sont donc multiplés horizontalement sur les dix groupes de ressorts. Ces ressorts R_1 et R_3 viennent respectivement au contact avec R_2 et R_4 qui, eux, ne sont pas multiplés, du moins dans le sens horizontal et sont reliés aux fils de dix lignes auxiliaires distinctes. On voit donc que, suivant la position azimutale du plongeur, les deux fils de ligne viendront au contact à fin de plongée avec les deux fils de l'une d'entre dix lignes auxiliaires distinctes. Il en est de même pour le troisième fil dont la continuité est assurée par les ressorts R_5 et R_6 .

Fonctionnement du présélecteur. — Au repos, l'arbre vertical, commun, comme nous l'avons vu, à 25 ou 50 présélecteurs, maintient les plongeurs des lignes qui ne sont pas en conversation dans une même position azimutale; d'autre part, les ressorts R_2 , R_4 , R_6 des groupes de ressorts situés dans un même plan vertical correspondent à une même ligne auxiliaire dont les fils sont donc multiplés dans le sens vertical. L'organe de commande de l'arbre vertical, organe dit *commutateur principal*, fonctionne, comme nous le verrons plus loin, de telle façon qu'au repos tous les plongeurs engagés sont en regard de ressorts correspondant à une ligne libre.

Dès que l'abonné décroche, le courant de la batterie BC passe dans le relais A qui est monté exactement comme un relais d'appel dans le système de la batterie centrale, le relais de coupure étant remplacé par l'électro à double enroulement, dont l'armature r peut couper en a et b le circuit du relais A. Ce relais, en fonctionnant, envoie dans un des deux enroulements de l'électro, celui de 45 ohms, le courant venant du contact l du commutateur principal (*voir plus loin*). Cet enroulement, dont le nombre d'ampères-tours est élevé, attire à la fois les deux armatures de l'électro, l'une r coupant le circuit du relais A, l'autre B entraînant le plongeur au contact des ressorts R, et fermant en m un circuit de compteur de conversations.

Les ressorts R viennent donc au contact deux à deux, et les trois fils de la ligne sont reliés aux trois fils d'une ligne auxiliaire aboutissant soit à un présélecteur secondaire (organe dont nous verrons



Nota Le banc des ressorts Rest figuré de côté au lieu d'être dans sa position normale

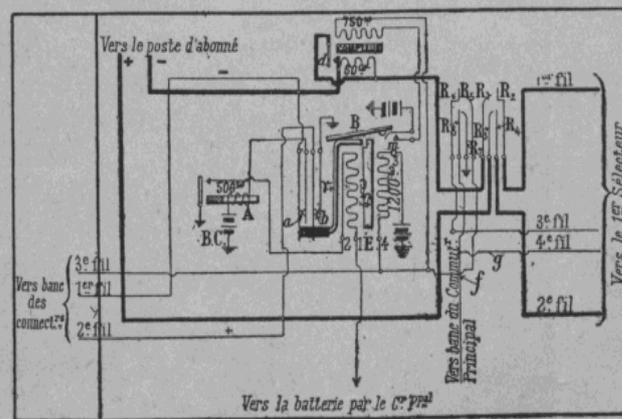


Fig. 10. — Préselecteur (avec compteur de conservations) (p. 20).

plus loin la raison d'être et les conditions d'emploi), soit à un premier sélecteur. Le troisième fil, en particulier, trouve une terre dans cet organe, ce qui ferme le circuit du deuxième enroulement (de 1200 ohms) de l'électro; cet enroulement, dont le nombre d'am-pères-tours n'est pas assez élevé pour attirer l'armature B du plon-geur, peut la maintenir quand elle a été attirée et peut attirer l'arma-ture de rupture r . Dans le cas présent, il maintient au collage les deux armatures, l'enroulement de 45 ohms étant resté excité, grâce au retard du relais A, dont l'armature ne retombe qu'un certain temps après la rupture en a et b , assez longtemps pour que l'enrou-lement de 1200 ohms puisse l'être à son tour. Ce dernier le restera pendant toute la conversation aussi longtemps que le troisième fil, sur lequel il est branché, trouvera une terre dans l'un des organes de commutation successifs.

Le contact entre R_7 et R_8 met une terre sur un fil g allant au pré-sélecteur secondaire quand cet organe existe, et sur un fil f aboutis-sant au commutateur principal; le ressort R_8 étant multiplié verti-calement comme les ressorts R_2 , R_3 et R_6 , il y a donc un fil f par ligne auxiliaire, et ce fil est à la terre quand la ligne auxiliaire est prise par un présélecteur.

COMMUTATEUR PRINCIPAL.

Ce commutateur (*fig. 11*) se compose d'un bras B solidaire de l'arbre K vertical des plongeurs; ce bras frotte sur des plots reliés aux fils f de telle sorte que, lorsque les plongeurs sont en regard des ressorts correspondant à une ligne auxiliaire, le bras B est sur le plot du fil f de cette ligne. Dès qu'un présélecteur fonctionne, une terre est mise sur f ; par conséquent, un courant passe dans le relais P qui lui-même envoie du courant dans l'électro L, par le contact h , le relais de supervision T et la terre.

D'autre part, un cadran C est également calé sur l'arbre vertical du bâti de présélecteurs. Ce cadran porte 10 encoches dans lesquelles peut venir tomber un goujon d'arrêt e ; quand le goujon est dans l'encoche 7 par exemple, le cadran et par suite l'arbre ont une position azimutale telle que les plongeurs soient en regard de la ligne auxi-liaire 7 et le bras B sur le plot du fil f de la ligne 7. Le goujon e ne peut quitter une encoche que sous l'action de l'armature de l'électro L qui repousse le levier q ; aussitôt le cadran et l'arbre se mettent en

marche sous l'action d'un ressort R, en entraînant un régulateur de vitesse G. Par conséquent, dès que le bras B est sur le plot d'une ligne occupée, c'est-à-dire dont le fil j est à la terre, P et L fonctionnent et le cadran et, avec lui, l'arbre se mettent en mouvement en entraînant B. Dès que celui-ci trouve une ligne libre, P et L retombent et le goujon e , retombant, fixe le cadran dans la position correspondante.

Le cadran C porte également deux cames a et b ; quand il est arrivé à la dixième position, si la dixième ligne est occupée, L est

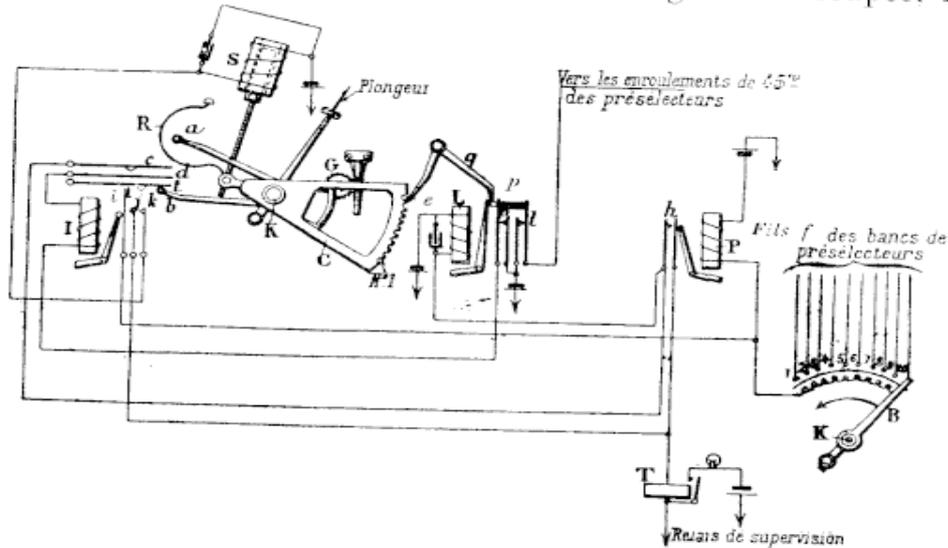


Fig. 11. — Commutateur principal.

attiré et ferme le contact p ; d'autre part, la came a vient fermer le contact entre les ressorts c et d ; le circuit du relais I est alors fermé et son armature amenant au contact les ressorts j et k fait passer un courant dans le solénoïde S. Celui-ci attire son noyau de fer doux qui, par l'intermédiaire d'une bielle, imprime au cadran un mouvement en sens inverse. Pendant tout ce mouvement, le courant continue à passer dans le solénoïde, bien que le circuit du relais I soit coupé entre c et d , les ressorts i, j, k restant au contact, grâce à un épaulement de la tige t contre lequel vient buter le ressort i ; de même l'électro L reste actionné par le contact h , P restant excité par le contact ij , le relais T et la terre, et le goujon e libère le cadran. Dès que le cadran est revenu à son point de départ, la came b vient buter contre t , qui libère i ; les ressorts i, j, k se séparent et toutes choses se retrouvent comme au point de départ.

L'électro L a également pour effet, quand il est actionné, d'ouvrir le contact l qui, comme nous l'avons vu, est inséré sur le circuit d'alimentation des enroulements de 45 ohms des présélecteurs. Par conséquent, tant que l'arbre vertical est en mouvement, aucun plongeur ne peut être actionné; si un abonné décroche à ce moment, son présélecteur ne peut prendre une ligne que quand l'arbre est arrivé à une position de repos.

En résumé, le fonctionnement des présélecteurs est le suivant :

Un bâti comporte 25 ou 50 présélecteurs superposés avec un arbre commun. Deux bâtis de 50 peuvent être accouplés au moyen d'une bielle rendant les arbres solidaires. Au repos, les 50 ou 100 présélecteurs ont leur plongeur en regard d'une ligne libre. Dès qu'un abonné décroche, son plongeur met sa ligne en communication avec une ligne libre et l'arbre commun se met en mouvement jusqu'à ce que les présélecteurs restés engagés soient en regard de la ligne libre immédiatement suivante. A bout de course, l'arbre ramène automatiquement le tout au point de départ.

Il est évident que si deux bâtis de 50 sont accouplés, les dix lignes sont les mêmes pour les deux bâtis et un seul commutateur principal commande les deux arbres.

Lorsque la déconnexion a lieu, la terre du troisième fil est coupée, comme nous le verrons, et l'enroulement de 1200 ohms est privé de courant; les armatures a et b reviennent au repos, ainsi que le plongeur. Comme à ce moment son encoche n'est plus en regard de la rainure de l'arbre commun, le présélecteur reste soustrait à l'action de l'arbre jusqu'à ce que celui-ci ayant parcouru successivement toutes les autres positions revienne à celle-là. Si dans l'intervalle l'abonné a fait un autre appel, son présélecteur reprend la même ligne qui, évidemment, n'a pu être prise par aucun autre.

Lorsque l'abonné, au lieu d'être demandeur, est demandé, une terre est mise par le connecteur, comme nous le verrons plus loin, sur le troisième fil de sa ligne intérieure; l'enroulement de 1200 ohms est excité; la petite armature r seule est attirée, et les contacts a et b sont ouverts; le circuit du relais A est donc coupé, et quand l'abonné décroche, le plongeur n'est pas mis en mouvement.

SÉLECTEUR ET CONNECTEUR.

Le principe de ces organes est le suivant : l'arbre A (*fig. 12*) porte à sa partie inférieure trois frotteurs f_1, f_2, f_3 , auxquels abou-

tissent des cordons souples; les frotteurs f_1 et f_2 , correspondant aux deux fils de ligne, sont juxtaposés, avec interposition d'une lame isolante, et frottent, l'un sur la face supérieure d'une rangée de plots.

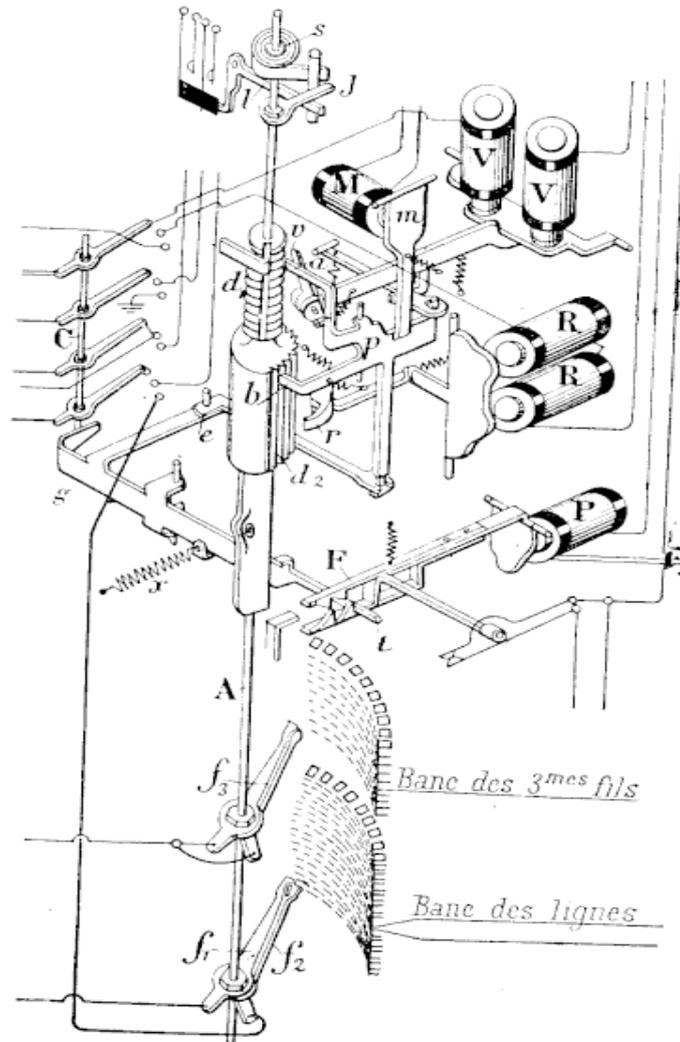


Fig. 12. — Disposition schématique des organes d'un sélecteur ou connecteur.

l'autre sur la face intérieure d'une autre rangée séparée de la première par un carton isolant; le frotteur f_3 se compose en réalité de deux lames frottant simultanément sur les faces supérieure et inférieure d'une même rangée de plots. La partie frottante de chaque

frotteur porte deux petites ailes recourbées, qui forment plan incliné et le bandent légèrement dès qu'il vient au contact d'un plot, de façon à mieux assurer le contact et à ne pas nécessiter un ajustage aussi précis.

La partie supérieure de l'arbre porte deux séries de dents, l'une d_1 à arêtes horizontales, formant crémaillère, l'autre d_2 à arêtes verticales; les premières permettent le mouvement d'ascension de l'arbre, les secondes son mouvement de rotation.

Le mouvement d'ascension est obtenu par l'attraction de l'armature de l'électro V, qui porte à son extrémité un cliquet v ; ce cliquet vient buter contre la dent d_1 en regard de laquelle il se trouve, et élève l'arbre de l'intervalle de deux dents. Un cliquet de retenue a empêche l'arbre de redescendre, sous l'action de son propre poids, quand l'armature de V retombe.

Le mouvement de rotation est obtenu par l'attraction de l'armature de l'électro R, armature coudée portant à son extrémité un cliquet r qui agit de la même façon sur les dents de rotation d_2 . Ce mouvement bande un ressort spiral S placé dans un barillet en haut de l'arbre, mais un cliquet de retenue b empêche l'arbre d'obéir à l'action de ce ressort. La hauteur verticale des dents de rotation est suffisante pour que les cliquets r et b puissent venir ou rester en prise quelle que soit la quantité dont l'arbre s'est élevé.

Les deux cliquets de retenue sont solidaires d'une palette p , sur laquelle vient s'appuyer l'extrémité de l'armature m de l'électro de libération M; dès que celle-ci est attirée, les deux cliquets a et b s'écartent et dégagent les dents. L'arbre commence par tourner en sens inverse sous l'action du ressort spiral, puis, dès que les frotteurs n'appuient plus sur les contacts horizontaux, il retombe, sous l'action de son poids, à sa position de repos.

Enfin l'arbre porte également une came j , qui, lorsqu'il est au repos, appuie sur le levier l ; dès que l'arbre commence à s'élever, la came libère le levier qui ouvre et ferme divers contacts.

Outre ces organes, le connecteur et, dans les modèles moins récents, le sélecteur comportent un commutateur multipolaire à trois positions, figuré en C, et qui est actionné de la façon suivante. L'arbre vertical C qui porte les bras du commutateur est fixé à l'extrémité d'une armature mobile g qui, sous l'action d'un ressort x , tend à amener le commutateur vers sa troisième position; mais

L'autre extrémité t de cette armature est engagée dans les dents d'une fourche F solidaire de la palette de l'électro P, dit *électro privé*; cette fourche comporte deux dents inférieures et deux dents supérieures, chaque dent supérieure étant légèrement en retrait sur la dent inférieure correspondante. Au repos, la tige t est contre la première dent inférieure et le commutateur est dans sa première position. Quand l'électro P attire une première fois son armature, la tige t vient au contact de la première dent supérieure, mais le commutateur reste dans sa première position; quand l'armature de P retombe, la tige t , grâce au retrait, échappe la première dent et vient glisser jusqu'au contact de la seconde dent inférieure; le commutateur passe à la deuxième position. A la seconde attraction de l'armature de P, la tige vient au contact de la deuxième dent supérieure, puis, quand P revient au repos pour la deuxième fois, échappe la deuxième dent inférieure et permet au commutateur de passer à sa troisième position.

Lorsque l'électro de libération fonctionne, la palette p agit sur le bras e de l'armature g , et celle-ci ramène le commutateur à sa première position. En dehors de ces organes, qui constituent la partie mécanique, les sélecteurs et connecteurs comportent des relais et condensateurs, dont nous allons étudier le rôle en même temps que le fonctionnement de chaque appareil.

Fonctionnement du sélecteur (*fig. 13*). — Lorsque le présélecteur d'un abonné appelant a trouvé une ligne auxiliaire libre, sa propre ligne se trouve réunie au premier sélecteur et par conséquent le circuit du relais A est fermé par le poste de l'abonné. Ce relais fonctionne donc sous l'action du courant de la batterie centrale et ferme lui-même en 22 le circuit du relais B (à travers le relais de supervision S) qui met en 23 une terre sur le troisième fil. Nous avons déjà vu dans le fonctionnement du présélecteur une des conséquences de cette mise à la terre.

Ascension. — Le relais B est à fonctionnement retardé comme le relais d'appel du présélecteur. Les caractéristiques du relais sont établies de telle façon que le retard à la rupture du courant est prépondérant : en particulier, dans le cas qui nous préoccupe, lorsque l'abonné commence à manœuvrer son disque, le relais A suit les

impulsions de courant produites et son armature retombe à chaque ouverture de circuit; l'armature du relais B, au contraire, a bien eu le temps d'être attirée, mais les ouvertures du circuit ne sont pas de durée suffisante pour qu'elle puisse retomber et elle reste collée pendant toute la durée de ces impulsions. Par suite, à chaque ouverture du circuit, un courant vient de la batterie centrale, passe par le relais pilote P, l'électro d'ascension V, le relais D, le contact de travail 25 du relais B, 32, le contact de repos 21 du relais A et la terre. L'électro d'ascension fonctionne donc et fait monter d'un cran l'arbre du sélecteur (le condensateur Φ a pour but d'étouffer l'étincelle qui se produirait en 21 à chaque ouverture du circuit de l'électro V, le fonctionnement de celui-ci nécessitant un courant assez intense).

Nous voyons donc que l'arbre s'élèvera au niveau correspondant au nombre d'unités du premier chiffre transmis.

Rotation. — En même temps que l'électro V, a fonctionné le relais D à action retardée dont l'effet prolongateur à la rupture est également supérieur à l'effet retardateur à l'établissement; son armature a été attirée à la première interruption pour ne revenir au repos qu'après la dernière. Le relais E a donc fonctionné également, son circuit étant fermé par 27, mais quand D retombe, E reste attiré par suite du contact 28 qui le relie au troisième fil à la terre en 23. Nous avons donc, quand D retombe, c'est-à-dire une fraction de seconde après la fin de la dernière interruption du premier chiffre au poste d'abonné, un courant qui passe par le circuit suivant: le relais P, l'électro rotatif R, 30, 26, 28, 31, 23 et la terre. L'électro R fonctionne et commence à faire tourner l'arbre, dont les frotteurs viennent sur les premiers plots de la rangée.

En même temps qu'il agit sur l'arbre, l'électro R a une armature qui ouvre les deux contacts 30 et 31. Si à ce moment il n'y a pas de terre sur le frotteur f , c'est-à-dire sur le troisième fil de la première ligne de la rangée, le circuit de R est coupé en 30, celui de E est coupé en 31, tous deux retombent, le contact 28 est ouvert et l'arbre s'arrête définitivement.

Si, au contraire, il y a une terre sur le troisième fil, le circuit de R seul est ouvert en 30, celui de E restant fermé par 28, f_3 et cette terre: par conséquent, dès que l'armature de R retombe, le circuit

de cet électro est fermé de nouveau, et il fonctionne ainsi à la manière d'une sonnerie trembleuse, en entraînant l'arbre du sélecteur et en faisant frotter f_3 sur les plots successifs des troisièmes fils jusqu'à ce qu'il en trouve un qui ne soit pas à la terre. A ce moment l'armature de E retombe et l'arbre s'arrête.

Connexion. — Le circuit du relais C est fermé par le contact X, le contact 29 et la terre; X et Y sont les deux contacts qui sont fermés par la came l (fig. 12) dès que l'arbre a commencé son mouvement d'ascension; mais à ce moment 29 est ouvert et ne se referme que quand E retombe à la fin des deux mouvements. Le relais C fonctionnant alors, le relais A est coupé et retombe, puis un certain temps après lui le relais B; pendant ce temps les deux fils de la ligne de l'abonné sont réunis par 33 et 34 aux deux frotteurs f_1 et f_2 , et par conséquent aux deux fils de la ligne auxiliaire trouvée libre et aboutissant à un deuxième sélecteur; il se produit dans ce deuxième sélecteur des phénomènes analogues à ceux que nous venons d'étudier: en particulier, une terre est mise sur le troisième fil, de sorte que quand B retombe dans le premier sélecteur le circuit de C reste fermé par cette terre du deuxième sélecteur.

Déconnexion. — Quand la terre du troisième fil est supprimée (ce qui ne se produit, comme nous le verrons, qu'au raccrochage), C retombe; à ce moment nous avons un circuit fermé par le relais pilote P, l'électro de déconnexion M, le contact Y, 24, 32 et la terre. L'électro M fonctionne et l'arbre revient à sa position de repos, ce qui ouvre le contact Y.

Résumé. — En résumé, dès qu'un premier sélecteur est pris par un présélecteur, les relais A et B fonctionnent, ainsi que le relais de supervision S; sous l'action des ouvertures de circuit produites au poste d'abonné, l'arbre vient se mettre en regard de la rangée correspondante, puis, automatiquement, il explore les lignes de cette rangée jusqu'à ce qu'il en trouve une libre. A ce moment, une terre est mise sur le troisième fil de cette ligne, de façon qu'elle ne puisse plus être prise par un autre premier sélecteur; A, B, etc., retombent, C seul reste actionné.

Cette ligne libre aboutit à un deuxième sélecteur, absolument

semblable au premier, qui reçoit les impulsions du second chiffre, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'abonné ait transmis le chiffre précédant l'avant-dernier. La ligne prise alors n'aboutit plus à un sélecteur, mais à un connecteur.

Fonctionnement du connecteur. — *Ascension.* — Dès que la ligne de l'abonné appelant est mise en relation avec le connecteur, le relais A_1 fonctionne, puis le relais B_1 , comme dans le sélecteur; le relais B_1 met une terre en 42 sur le troisième fil venant du dernier sélecteur et ferme le contact 44 . Dès que A_1 retombe, c'est-à-dire à chaque interruption de l'avant-dernier chiffre, B_1 restant collé, nous avons un circuit qui se ferme par la terre, 40 , 44 , D_1 , l'électro d'ascension V_1 et le plot 1 du quatrième bras C_4 du commutateur multipolaire qui est alors dans sa première position. L'électro d'ascension fonctionne donc et élève l'arbre du connecteur d'autant de crans qu'il y a d'unités dans l'avant-dernier chiffre à transmettre.

En même temps que V_1 a fonctionné D_1 , mais, par suite de ses propriétés retardatrices, il reste collé pendant les impulsions et ne retombe qu'à la fin. Le circuit de l'électro privé P est fermé par 45 et la terre quand D_1 est excité, puis rouvert quand D_1 retombe; par conséquent, à la fin des impulsions de l'avant-dernier chiffre, l'électro privé ayant été excité, puis étant retombé une première fois, le commutateur C passe de la première position à la seconde.

Rotation. — Pendant les impulsions du dernier chiffre, A_1 , B_1 et D_1 fonctionnent comme ci-dessus, et le circuit de l'électro rotatif R_1 est fermé par 40 , 44 , D_1 , R_1 , 46 et le plot 2 de C_4 . L'électro rotatif fait tourner l'arbre d'autant de crans qu'il y a d'unités dans ce dernier chiffre, et les frotteurs arrivent donc sur les plots de la ligne intérieure de l'abonné demandé.

Connexion. — A ce moment deux hypothèses sont à envisager :

A. Il n'y a pas de terre sur le troisième fil de cette ligne. A la fin des impulsions, D_1 retombe, le circuit de P est coupé, son armature retombe pour la seconde fois et le commutateur passe à la position 3. Il en résulte :

1^o Qu'une terre est mise par le plot 3 de C_1 sur le frotteur f_3 et, par suite, sur le troisième fil de la ligne de l'abonné demandé; ce

troisième fil est, comme nous le savons, réuni à l'enroulement de 1200 ohms de son présélecteur : sous l'action de cet enroulement l'armature de rupture r seule fonctionne et coupe les liaisons entre la ligne et la batterie centrale par le relais d'appel et entre la ligne et la terre ;

2° Que le circuit de conversation entre les deux abonnés est établi par les plots 3 de C_2 et C_3 ;

3° Que le plot 3 de C_4 ferme le circuit du relais transmetteur d'appel F sur une source de courant interrompu. Un courant d'appel alternatif est envoyé périodiquement en 48 et 49 sur la ligne de l'abonné demandé.

Pendant les périodes d'interruption du courant qui excite F , ce relais retombe et la ligne de l'abonné demandé est alimentée en courant continu de la batterie centrale par l'intermédiaire du relais Λ_2 . Quand l'abonné a décroché, ce relais fonctionne et ferme en 50 le circuit du relais G par la terre du plot 3 de C_1 ; G fonctionnant ferme son propre circuit en 51, de sorte qu'il reste collé et ouvre en 47 le circuit de F ; l'appel cesse et les deux abonnés peuvent causer. Ils sont alimentés, le demandeur par Λ_1 et le demandé par Λ_2 .

B. Il y a une terre sur le troisième fil. D'après ce que nous avons déjà vu, cela prouve que l'abonné demandé est occupé.

Lorsque D_1 retombe, à la fin des impulsions du dernier chiffre, le circuit de P reste fermé par 52, le relais H , 53, le plot 2 de C_1 et la terre du troisième fil. L'armature de P ne retombe pas et le commutateur reste dans la position 2 ; le courant de Λ_2 n'est pas envoyé sur la ligne du demandé, les contacts 54 et 55 étant ouverts, et le circuit de conversation n'est pas fermé en C_2 et C_3 , pour éviter que le demandeur n'entende la conversation en cours. D'autre part, le relais H fonctionne, 53 est ouvert, mais le circuit de P et de H reste fermé par 56 et le contact N_1 ; le contact 46 est ouvert, ce qui coupe le circuit de l'électro rotatif, et 57 est fermé, ce qui envoie sur la ligne de l'abonné demandeur par le plot 2 de C_2 un courant vibré qu'il traduit par *ligne occupée*.

Dans les plus récents schémas, on intercale en série avec l'enroulement de l'électro privé un relais à action retardée dont les armatures coupent les deux fils de ligne côté demandé ; il a pour but de maintenir isolés ces deux fils un certain temps après que le commu-

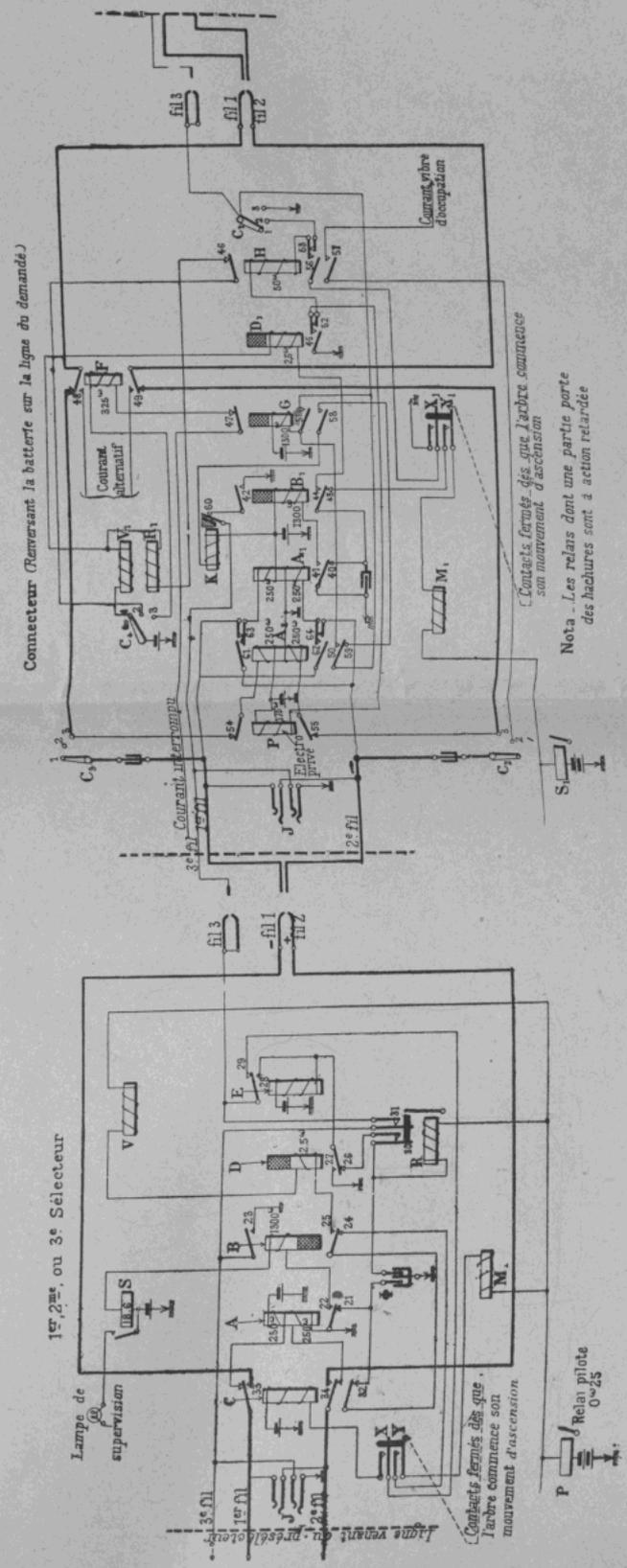


Fig. 13. — Schéma des communications des sélecteurs et connecteurs (p. 30).

tateur multipolaire est venu à sa troisième position, de façon à ne pas provoquer un fonctionnement intempestif du relais d'appel du présélecteur de la ligne prise. Ce relais spécial est montré en I dans le schéma du connecteur rotatif (*fig. 22*).

Déconnexion. — Lorsque l'abonné demandeur raccroche, A_1 retombe, puis B_1 (une fraction de seconde après), ce qui ferme le circuit de l'électro de déconnexion M_1 par le contact Y_1 (fermé dès que l'arbre s'est déplacé), 43 et 40; tous les organes reviennent au repos et la terre est coupée en 42 sur le troisième fil de la ligne auxiliaire. Or ce troisième fil, par suite des connexions successives, forme une ligne ininterrompue depuis le présélecteur jusqu'au connecteur, sur laquelle sont pris en dérivation l'enroulement de 1200 ohms du présélecteur et les relais C des divers sélecteurs. La déconnexion se produira donc dans ces divers organes aussitôt qu'elle aura eu lieu au connecteur.

Compteur. — Le compteur de conversations doit évidemment être à fonctionnement automatique; il marquera une unité au compte de l'abonné demandeur quand l'abonné demandé décrochera son récepteur, excluant ainsi les cas où cet abonné n'est pas libre ou ne répond pas. Pour cela, ce compteur, analogue au point de vue mécanique aux compteurs déjà connus, comporte deux enroulements, l'un extérieur de 750 ohms, l'autre intérieur de 50 ohms (voir *fig. 10*). Le premier est branché entre le contact m commandé par l'armature B du présélecteur et le troisième fil: il sera donc excité par l'enfoncement du plongeur, c'est-à-dire par le décrochage de l'abonné quand il est demandeur. Il est à lui seul insuffisant pour attirer l'armature L, mais il peut la maintenir collée quand elle est attirée. L'enroulement intérieur est en série sur un des fils de ligne, dans le présélecteur, entre la dérivation allant aux banes des connecteurs, et le ressort R_1 ; il est donc parcouru par du courant dès que l'abonné a décroché et quand il est demandeur seulement. En temps normal, son action est de sens contraire à celle de l'enroulement extérieur; si l'on change le sens du courant dans l'enroulement intérieur, son action s'ajoute alors à celle de l'autre et l'armature peut être attirée.

Il faut donc renverser le sens du courant sur la ligne de l'abonné

demandeur quand le demandé répond. A cet effet, le relais A_2 (*fig. 13*), a deux armatures qui ferment les contacts 61 et 62 et ouvrent les contacts 63 et 64, donc quand A_2 fonctionne, c'est-à-dire quand le demandé répond, les connexions entre le relais d'alimentation A_1 et la ligne auxiliaire en relation avec la ligne du demandeur sont interverties et le sens du courant change sur celle-ci.

A ce moment le contact d (*fig. 10*) shunte l'enroulement intérieur, afin que sa présence ne nuise pas à la conversation, et l'armature reste collée, quelles que soient les interventions ultérieures de courant sur la ligne jusqu'à la déconnexion.

Si l'abonné est demandé, aucun des deux enroulements de son compteur n'est sous courant.

AGENCEMENT D'UN BUREAU AUTOMATIQUE DU SYSTÈME DE L'A. E. C'.

Tous les organes précédemment décrits comportent deux parties : l'une fixe, celle qui est reliée au reste de l'installation par de nombreux conducteurs; l'autre mobile, ou tout au moins facilement amovible à laquelle aboutit un nombre de conducteurs très réduit. En vue de faciliter l'entretien et le remplacement rapide des organes défectueux, réparés ensuite à loisir à l'atelier, il y a intérêt à faire rentrer dans la partie amovible le plus grand nombre d'organes possible.

Dans les sélecteurs et connecteurs, la partie amovible comprend naturellement l'arbre, ses frotteurs et ses électros de progression et de libération, le commutateur latéral quand il existe, et les différents relais; la partie fixe ne comprend que les contacts avec leur multiplage ou ce qu'on appelle les *bancs*, et les condensateurs, organes dont l'entretien est presque nul.

Dans les présélecteurs, la partie amovible comprend le plongeur, l'électro à deux enroulements et le relais de ligne; la partie fixe comprend les ressorts de contact avec leur multiplage et les organes solidaires du commutateur principal.

Les divers conducteurs qui doivent aboutir à la partie amovible se terminent par des sortes d'agrafes plates, rangées en ligne droite sur le bâti, et dans lesquelles viennent s'engager un nombre égal

de ressorts portés par la partie amovible. Ces agrafes sont figurées en *c* sur la figure 10.

Câblages. — Les lignes d'abonnés aboutissent comme d'ordinaire au répartiteur général d'entrée où sont disposés les organes de protection. De là elles se séparent par centaines, chaque centaine aboutissant à un bâti comprenant les 100 présélecteurs et le nombre de connecteurs nécessaire pour assurer les communications demandées pour ces 100 abonnés suivant l'activité du trafic. Chaque ligne de la centaine est multipliée sur tous ces connecteurs et seulement sur ceux-là.

Chacun de ces bâtis comprend donc l'ensemble des organes qui peuvent être en relation directe avec les lignes d'une centaine d'abonnés; il n'est réuni avec les autres bâtis que par les lignes auxiliaires. Aussi les Américains l'appellent-ils *unité*. A la rigueur on peut procéder à l'extension d'un bureau en ajoutant une unité à mesure des besoins, de même que, dans un bureau non pourvu de multiple, on ajoute un tableau commutateur de 100 lignes, pourvu des lignes auxiliaires nécessaires. Rappelons, au contraire, que dans un multiple, à chaque extension, il faut ajouter les jacks généraux correspondants sur les tables préexistantes.

Chaque bâti unitaire est pourvu d'un commutateur principal, unique si 10 lignes auxiliaires peuvent suffire pour 100 présélecteurs. Sinon on aura deux commutateurs principaux commandant chacun 50 présélecteurs et leur répartissant 10 (ou moins de 10) lignes auxiliaires. Le groupe de ces lignes auxiliaires, servant uniquement aux communications demandées par ces 100 abonnés, va aboutir à un bâti de sélecteurs. Les lignes auxiliaires d'arrivée servant aux communications demandées pour ces abonnés aboutissent individuellement à chaque connecteur.

Les figures 14 et 17 montrent la disposition de tels bâtis à l'intérieur d'un bureau (Nice). Ce bureau comportant des présélecteurs secondaires, le bâti de 100 comporte deux commutateurs principaux et se divise donc en deux bâtis de 50 pourvus de lignes aboutissant aux bâtis de présélecteurs secondaires. La figure 14 montre les deux commutateurs principaux, placés chacun à mi-hauteur de la série de 50 présélecteurs qu'il commande.

D'un côté du bâti sont les présélecteurs et au-dessus les comp-

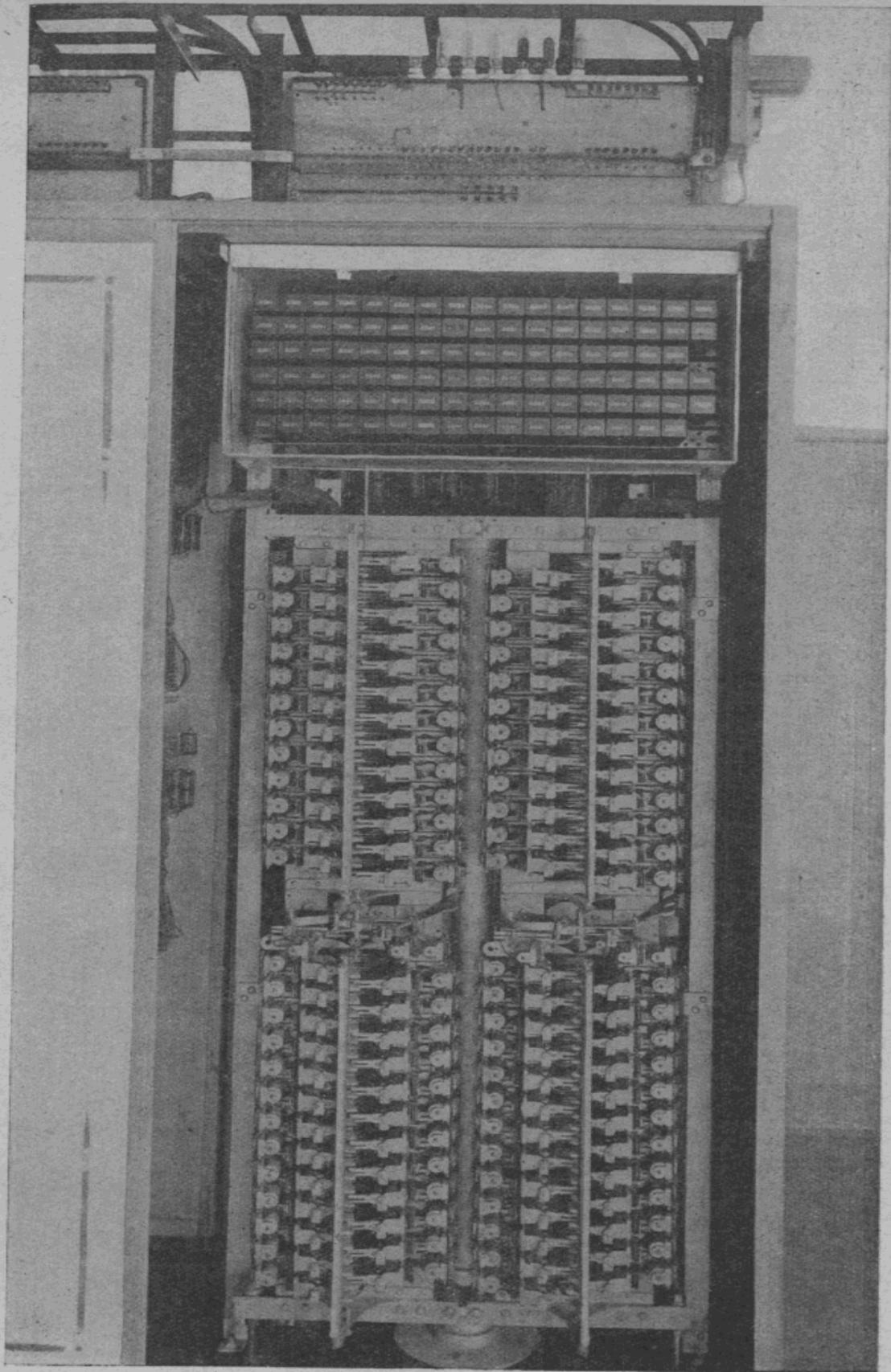


Fig. 14. — Vue d'un bâti unitaire (côté présélecteurs et compteurs).

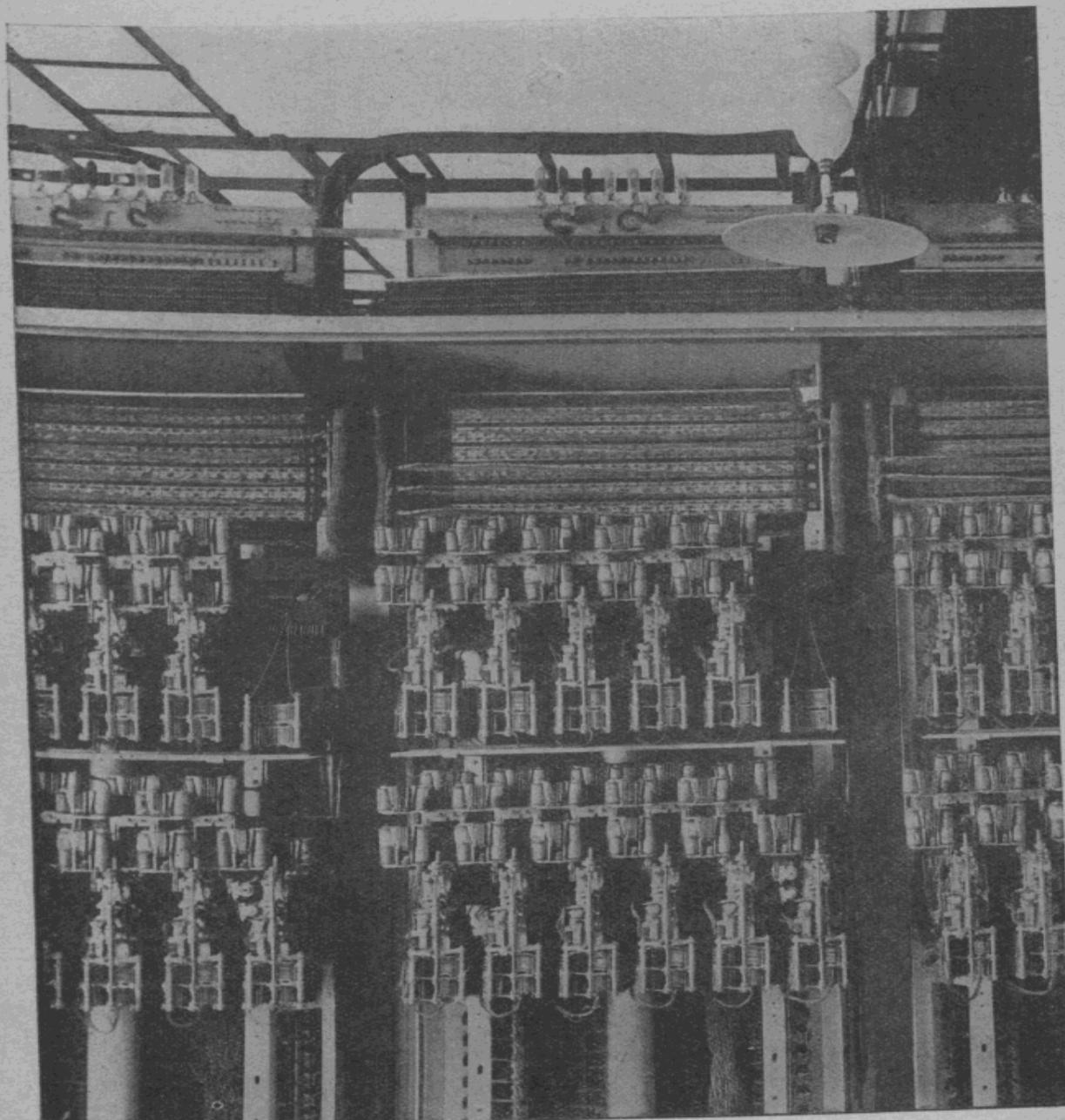


Fig. 15. — Vue arrière des bâtis unitaires, côté connecteurs. Chaque bâti unitaire de 100 lignes comporte 10 connecteurs, plus un connecteur d'essai (à droite de la seconde rangée); à droite de la première rangée est un banc libre, qui peut recevoir soit un connecteur d'extension, soit un connecteur pour les communications interurbaines.

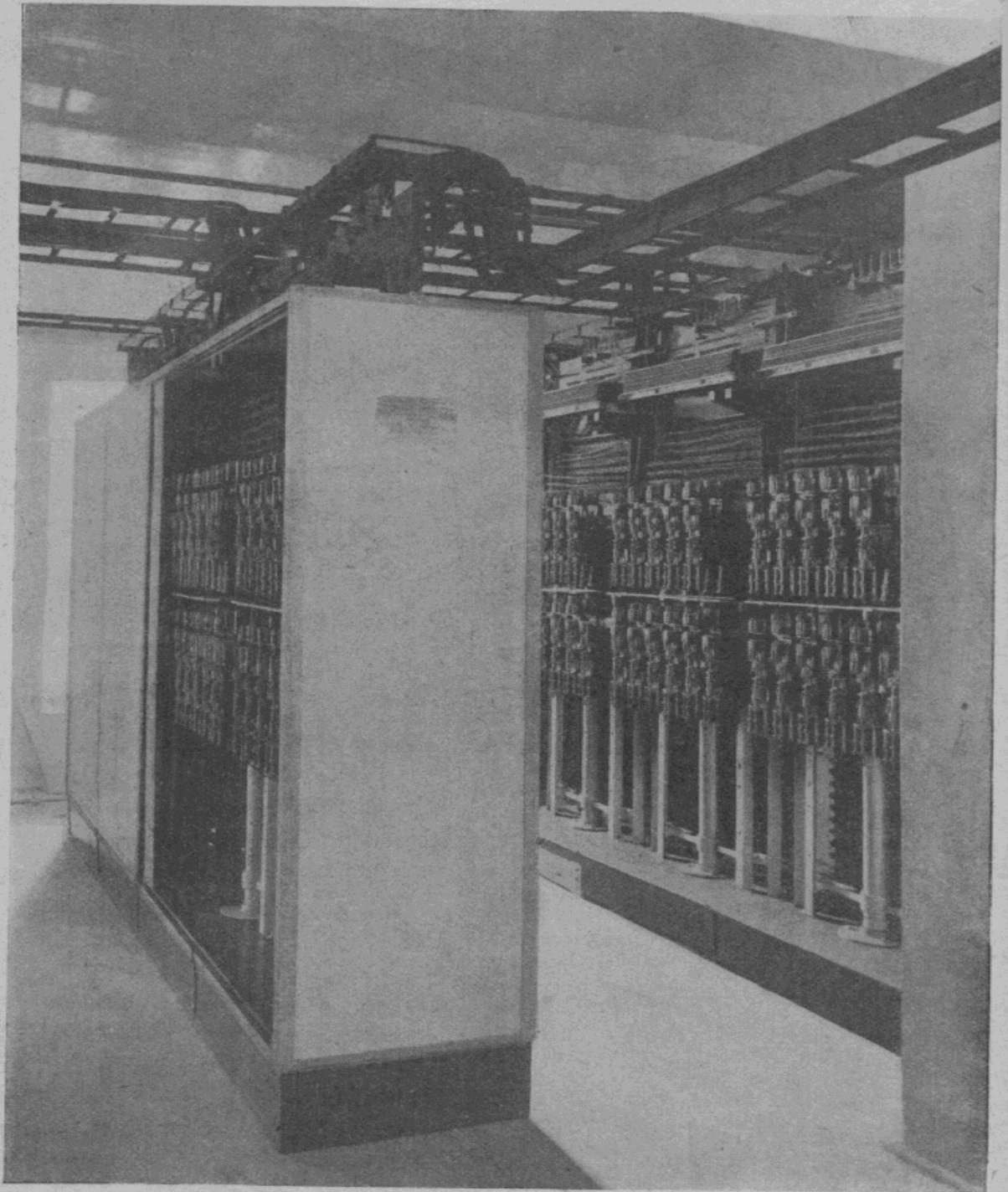


Fig. 16. — Vue d'ensemble des bâtis de préselecteurs.

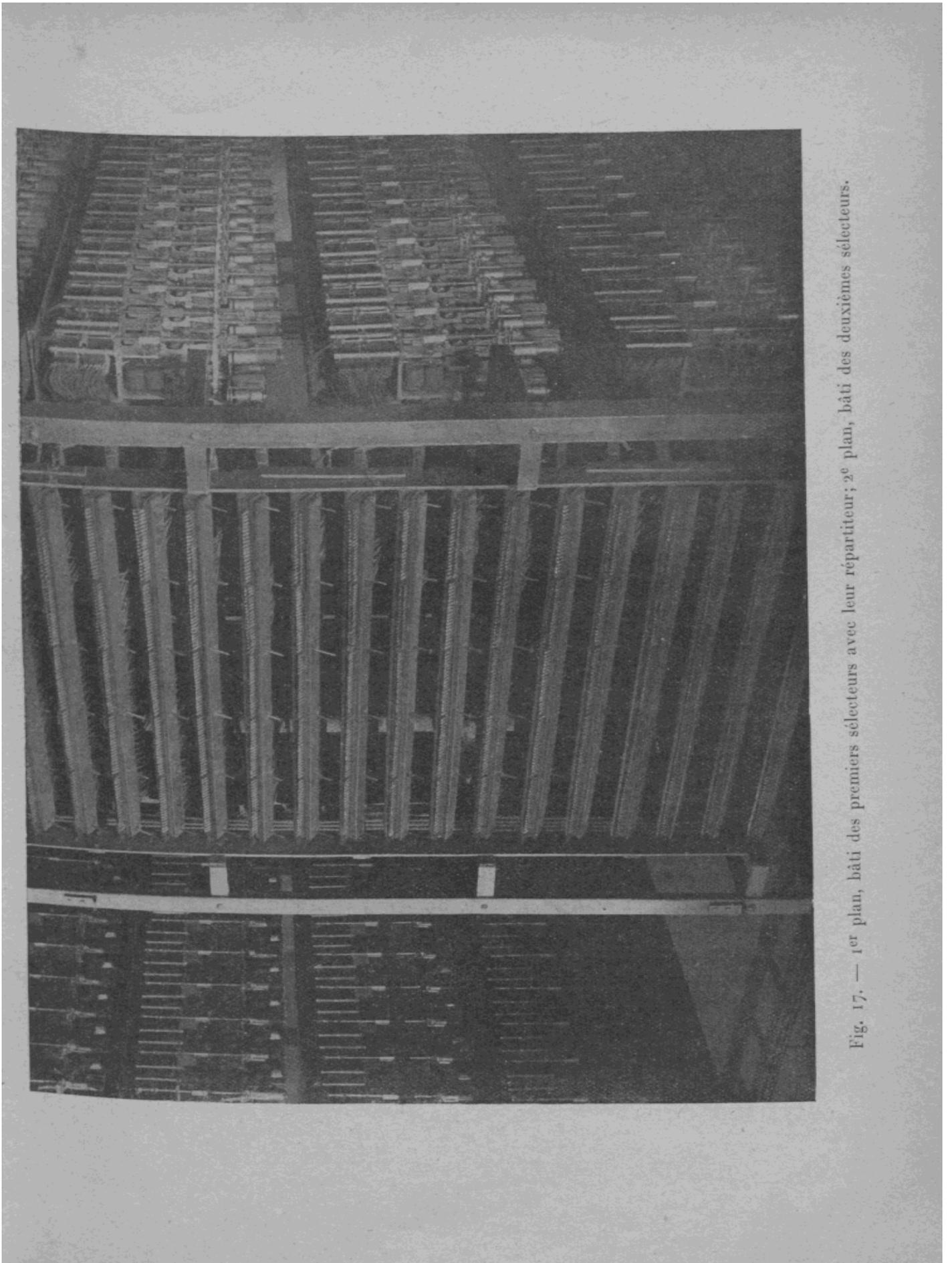


Fig. 17. — 1^{er} plan, bâti des premiers sélecteurs avec leur répartiteur; 2^e plan, bâti des deuxièmes sélecteurs.

teurs; de l'autre côté sont les connecteurs. Au-dessus est la planchette d'alimentation, surmontée des lampes de supervision.

Des bancs de connecteurs comportant simplement le multiplage et dépourvus de la partie amovible sont en attente de façon à permettre une extension rapide en cas d'accroissement du trafic.

Les bâtis de sélecteurs, de capacité variable, peuvent recevoir indifféremment des sélecteurs de divers ordres. Pour comprendre leur mode de liaison, il suffit de se reporter aux figures 5 et 6 et de se rappeler le principe suivant : chaque ligne aboutissant en monocrorde à un sélecteur d'ordre n est multipliée à son autre extrémité sur les bancs d'un certain nombre de sélecteurs d'ordre $n - 1$, nombre variable suivant l'activité du trafic et l'importance du réseau; le contact, ou plutôt les trois contacts sur lesquels ses trois fils sont multipliés sont au même niveau sur tous les sélecteurs d'ordre $n - 1$, mais peuvent occuper une place variable dans ce niveau. Les autres lignes multipliées au même niveau aboutissent à d'autres sélecteurs d'ordre n dont le rôle est identique au premier et, par conséquent, sur les bancs desquels sont multipliées des lignes communes aboutissant à des sélecteurs d'ordre $n + 1$.

Tous ces bâtis étant réunis entre eux par des lignes auxiliaires, dont le nombre est toujours très inférieur à celui des lignes d'abonnés, peuvent occuper des emplacements assez distants les uns des autres et même être placés dans des bureaux différents. Dans ce cas on intercale sur chaque ligne auxiliaire sortant du bureau un organe appelé *relais translateur* ou *répétiteur* qui a un double but : réduire de 3 à 2 le nombre de fils de la ligne auxiliaire et substituer du côté du demandeur, à l'alimentation du connecteur, une alimentation locale. Le connecteur, en effet, est forcément placé au bureau auquel aboutit la ligne de l'abonné demandé. Si donc l'abonné demandeur n'est pas dans le même bureau ou si la communication emprunte un sélecteur situé dans un autre bureau, il importe de compléter le schéma précédemment étudié, où le connecteur alimente les deux abonnés en courant microphonique, par un dispositif permettant l'alimentation du demandeur par la batterie de son propre bureau.

Répétiteur. — Cet organe se compose d'un certain nombre de relais et de deux condensateurs; ces derniers séparent l'alimentation en courant continu de chaque côté de la ligne, tandis que les

premiers transmettent d'un côté à l'autre les différents courants de signalisation. C'est, en somme, l'analogue du translateur, avec ses condensateurs et relais de 12 000-27 ohms, du monocorde des positions B des multiples à batterie centrale. La figure 18 permet de suivre son fonctionnement.

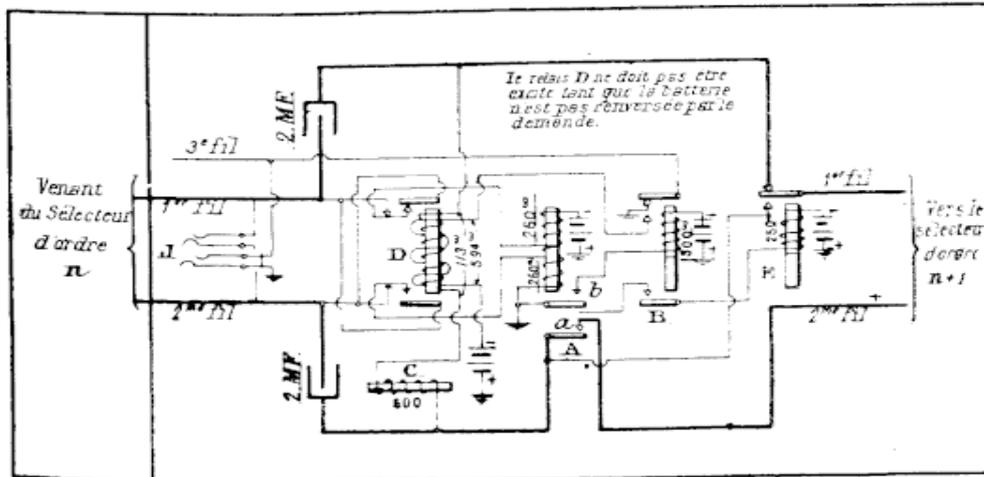


Fig. 18. — Répétiteur.

Du côté gauche de la figure aboutit la ligne à trois fils venant d'un présélecteur, ou plus généralement d'un sélecteur d'ordre n placé dans le même bureau; du côté droit part la ligne à deux fils sortant du bureau et aboutissant à un sélecteur d'ordre $n + 1$, qui peut être un connecteur. Lorsque le $n^{\text{ième}}$ sélecteur a terminé son rôle dans la connexion, c'est-à-dire a reçu le $n^{\text{ième}}$ chiffre, le circuit est fermé entre le poste de l'abonné demandeur et le répétiteur, et par conséquent le relais de ligne A de celui-ci fonctionne et envoie le courant de la batterie centrale chez l'abonné; il ferme en même temps en b le circuit du relais d'occupation B, de 1300 ohms, qui met une terre sur le troisième fil de la ligne auxiliaire.

Lorsque l'abonné transmet le $(n + 1)^{\text{ième}}$ chiffre, les deux armatures du relais A retombent autant de fois qu'il y a d'unités dans ce chiffre, mais l'armature de B, qui est à action retardée, reste collée; E, également retardé, est donc excité pendant toute la durée de l'émission et met en court circuit les deux fils de ligne du côté du sélecteur $n + 1$; mais comme, d'autre part, ce court circuit est rompu

en a par la seconde armature de A autant de fois qu'il y a d'unités dans le $(n + 1)^{\text{ième}}$ chiffre, on voit que le $(n + 1)^{\text{ième}}$ sélecteur fonctionnera exactement comme si le disque transmetteur d'appels de l'abonné avait été mis à la place du répéteur, et avait transmis le $(n + 1)^{\text{ième}}$ chiffre.

Lorsque la transmission de ce chiffre est terminée, et pendant toute la communication, A et B restent excités, E revient au repos et le circuit de conversation est fermé normalement. Le courant venant de la batterie centrale du connecteur (s'il n'y a pas d'autre répéteur interposé) passe dans la bobine de self C et l'un des enroulements (113^{ω}) de D, l'autre (594^{ω}) ayant été mis sous courant par B; tout d'abord ces deux enroulements ont une action inverse, de sorte que les armatures de D restent au repos. Quand l'abonné demandé répond, le connecteur renverse le sens du courant de sa batterie du côté du demandeur, c'est-à-dire dans le cas présent dans le premier enroulement de D; son action devient concordante avec celle du deuxième enroulement, les deux armatures sont attirées et renversent le sens du courant venant de A du côté du demandeur, ce qui provoque le fonctionnement de son compteur.

Lorsque l'abonné demandeur raccroche, A retombe, puis B; le circuit de droite est ouvert en a par la seconde armature de A, ce qui provoque la déconnexion du connecteur; d'autre part, la terre du troisième fil est coupée en c , ce qui libère les sélecteurs d'ordre n et précédents vers la gauche.

PRÉSÉLECTEURS SECONDAIRES.

Nous verrons, dans un Chapitre ultérieur, que le rendement d'un appareil sélecteur ou connecteur, ainsi que celui de la ligne auxiliaire qui y aboutit, est d'autant meilleur, à qualité de service égale, que le nombre de lignes entre lesquelles peut choisir l'organe de commutation qui précède est plus élevé. Par exemple, si l'on compare deux systèmes, semblables par ailleurs, mais où les présélecteurs sont construits de façon à pouvoir choisir parmi 20 lignes de premier sélecteur dans le premier système, et parmi 10 lignes seulement dans le second, le rendement des premiers sélecteurs pourra être plus élevé, à qualité de service égale, dans le premier système que dans le second.

Dans le système décrit jusqu'à présent, la capacité de recherche d'un présélecteur est limitée à 10, et pourrait être difficilement augmentée. Il s'ensuit que le rendement des premiers sélecteurs ne doit pas dépasser une valeur assez peu élevée, si l'on veut que lorsqu'un abonné décroche la probabilité que son présélecteur trouve ses 10 lignes occupées soit assez réduite.

On peut augmenter indirectement cette capacité de sélection par l'emploi de présélecteurs secondaires.

La ligne auxiliaire partant des bancs de contacts des bâtis de présélecteurs, au lieu d'aboutir à un premier sélecteur, aboutit à un organe analogue à un présélecteur, et dont le fonctionnement est semblable : dès que la ligne qui y aboutit est prise, son plongeur est actionné et vient relier à cette ligne une autre ligne aboutissant cette fois à un premier sélecteur libre, tandis que le commutateur principal du bâti entraîne tous les autres présélecteurs secondaires et les arrête devant la première ligne libre.

Si tous les premiers sélecteurs dont les lignes sont multipliées sur un seul et même bâti de présélecteurs secondaires sont occupés, il est nécessaire qu'aucune des lignes aboutissant à ces présélecteurs secondaires ne puisse être considérée comme libre, puisqu'une communication aiguillée sur cette ligne ne pourrait aboutir immédiatement.

D'ailleurs il est facile de voir que, si cette condition n'était pas réalisée, la probabilité de ne point trouver de premier sélecteur libre serait plus grande que s'il n'y avait pas de présélecteurs secondaires.

D'autre part, si le câblage est tel que les lignes entre lesquelles peut choisir un même présélecteur primaire aboutissent à des bâtis de présélecteurs secondaires différents (lorsque le nombre total d'organes est assez grand pour le permettre), on voit que le nombre des premiers sélecteurs vers l'un desquels pourra être aiguillé l'appel d'une ligne quelconque pourra atteindre 100, au lieu de 10 dans le cas ordinaire. On conçoit qu'à une même probabilité pourra correspondre un coefficient moyen d'occupation plus grand et, par suite, un nombre d'appareils plus petit.

La figure 19 montre comment un tel câblage peut être réalisé. Sur la rangée inférieure sont représentés 20 bâtis de présélecteurs primaires, chaque bâti de 50 (ou 100) ayant à sa disposition 10 lignes

auxiliaires aboutissant aux présélecteurs secondaires. La première ligne (à gauche) du bâti n° 1 de prés. prim. aboutit au prés. sec.

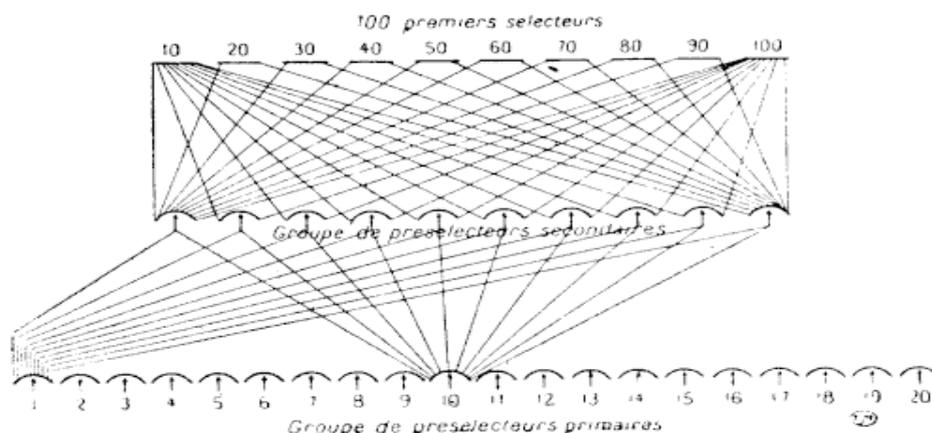


Fig. 19.

qui est le premier (en commençant par le haut) de son bâti (bâti n° 1 de prés. sec.). La ligne n° 2 du bâti n° 1 de p. p. aboutit au p. s. n° 1 du bâti n° 2 de p. s.; la ligne n° 3 du bâti n° 1 de p. p. aboutit au p. s. n° 1 du bâti n° 3 de p. s., et ainsi de suite. La ligne n° 1 du bâti n° 2 de p. p. aboutit au p. s. n° 2 du bâti n° 1 de p. s. (ce p. s. n° 2, étant placé sous le p. s. n° 1 du même bâti, est confondu avec lui sur la figure), et ainsi de suite. De la sorte, chaque bâti de p. p. peut accéder, par une ligne vers chacun d'eux, à 10 bêtis différents de p. s.

La même disposition est adoptée entre les bêtis de présélecteurs secondaires et les premiers sélecteurs, si bien qu'un même p. p. peut accéder à 100 sélecteurs différents.

Toutefois, il est essentiel de remarquer que chaque présélecteur primaire, c'est-à-dire chaque ligne d'abonné, n'a accès à ces 100 premiers sélecteurs que par l'intermédiaire d'un nombre de lignes de présélecteurs secondaires égal à 10 seulement, et que si ces 10 lignes sont toutes occupées, l'abonné appelant ne peut profiter du fait qu'il y ait encore des premiers sélecteurs libres sur les 100 qu'il peut atteindre. Nous reviendrons sur cette question dans le Chapitre relatif au calcul des organes.

Fonctionnement du présélecteur secondaire. — Dès qu'un pré-

sélecteur primaire a fonctionné, son plongeur a mis une terre sur le ressort R_s d'une ligne libre (*fig. 20*), et par suite sur le fil g de cette ligne; ce fil g aboutit à l'enroulement de 85 ohms de l'électro du présélecteur secondaire qui termine cette ligne, puis par le contact h à l'enroulement de 10 ohms du relais B et de là au point G commun à tous les fils g du même bâti; de ce point il va retrouver la batterie par le tracé suivant : contact l , broche 6 du commutateur principal, contact m du relais du blocage, broche 7, contact n du relais F et enroulement de 2^o, 5 du relais pilote. Le relais B met une terre provisoire sur le troisième fil, de façon à maintenir l'occupation pendant que l'électro attire sa petite armature; le fil g trouve alors la batterie non plus par le tracé précédent, mais par le contact i et l'enroulement de 1168 ohms de l'électro. Entre temps, l'armature du plongeur a également été attirée et les trois fils de ligne sont mis en communication avec les trois fils d'une ligne aboutissant à un premier sélecteur libre.

Le fonctionnement du commutateur principal est semblable à celui des bâtis des présélecteurs primaires, avec cette différence que si les dix lignes de sélecteurs multipliées sur un bâti de présélecteurs secondaires sont toutes occupées, il ne faut pas qu'un appel puisse être aiguillé par un présélecteur primaire sur une ligne aboutissant à ce bâti. Voici comment ce résultat est obtenu :

Quand une ligne aboutissant à un premier sélecteur est occupée, le relais correspondant de la chaîne de relais C trouve une terre sur le troisième fil de cette ligne et son armature est attirée. Quand les dix lignes multipliées sur un même bâti de présélecteurs secondaires sont toutes occupées, le circuit du relais d'arrêt F est fermé par les dix armatures de la chaîne de relais, et ce relais fonctionne, ce qui a un double effet :

- 1^o Le circuit d'alimentation du relais de blocage et du solénoïde du commutateur principal du bâti correspondant est ouvert en n ;
- 2^o La terre est mise en p sur le fil allant au commutateur rotatif, organe dont nous verrons le rôle plus loin.

D'autre part, les fils f_1 aboutissant au banc de contacts du commutateur principal étant tous à la terre, le relais de départ D_1 est actionné quelle que soit la position du bras; il ne peut faire tourner constamment l'arbre des présélecteurs comme cela aurait lieu dans

un bâti de présélecteurs primaires, puisque le circuit d'alimentation du relais de blocage est ouvert; mais il ouvre en g le circuit du relais d'occupation O de 2300 ohms; l'armature de celui-ci étant relâchée met en r une terre sur le fil G , commun à tous les présélecteurs, et qui est relié au fil g de chacun d'eux par l'intermédiaire de l'enroulement de 10 ohms du relais B et de l'enroulement de 85 ohms de l'électro du présélecteur. Le relais de départ D des bâtis de présélecteurs primaires, dont l'arbre est arrêté en regard d'une ligne aboutissant au bâti de présélecteurs secondaires considéré, trouve donc une terre sur le fil f relié au fil g de cette ligne et par suite le commutateur principal fonctionne et cherche une autre ligne.

Commutateur rotatif. — Le commutateur rotatif est un organe commun à un groupe de bâtis de présélecteurs secondaires et dont le rôle est celui-ci. Dès que sur un des bâtis toutes les lignes de sélecteurs sont occupées, le circuit du relais de départ de ce commutateur est fermé et il se met en marche; il ferme successivement le circuit des relais de départ de tous les commutateurs principaux primaires desservant des lignes aboutissant aux présélecteurs secondaires des bâtis du groupe considéré, pendant un temps assez long pour que chaque commutateur principal fasse un aller et retour complet. De cette façon s'il y avait sur le bâti commandé par ce commutateur principal un plongeur libre, mais qui ne fût pas en prise avec l'arbre, ce plongeur est repris dans le mouvement d'aller et retour et l'on a ainsi la certitude qu'il ne pourra pas se porter sur une ligne aboutissant à un bâti secondaire dont toutes les lignes de sélecteurs seraient occupées.

Emploi de présélecteurs secondaires entre sélecteurs. — Les considérations précédentes peuvent s'appliquer aux liaisons entre les premiers et deuxièmes sélecteurs, et il peut y avoir intérêt à y intercaler également des présélecteurs secondaires, de même entre deuxièmes et troisièmes sélecteurs, s'il en existe. Mais il ne peut en être question entre le dernier sélecteur et le connecteur, car le nombre de connecteurs par centaine, entre lesquels est obligatoirement circonscrit le choix pour une communication déterminée, ne dépasse jamais 20: l'emploi d'une sélection à deux degrés n'est intéressant

H. MILON. — La téléphonie automatique.

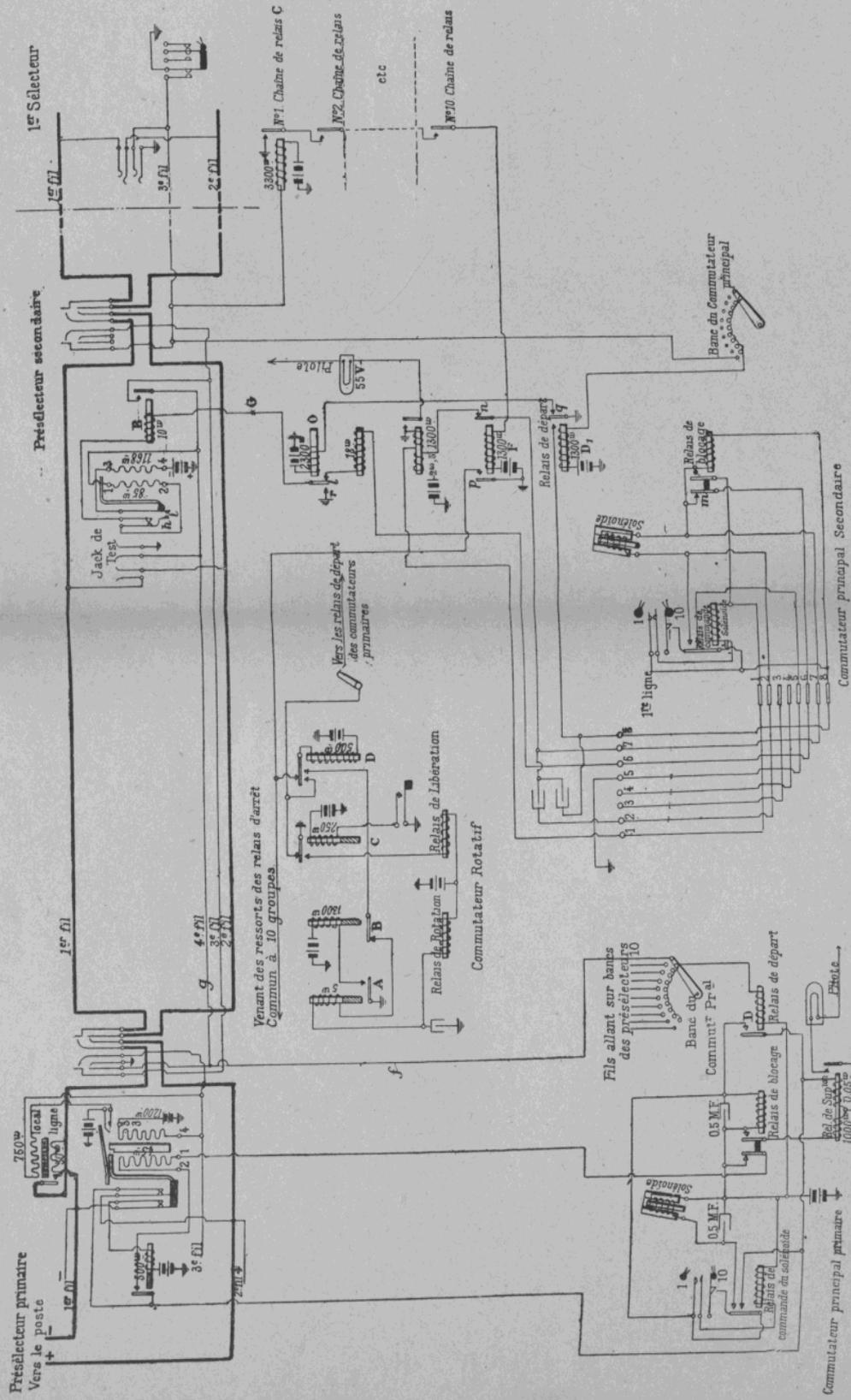


Fig. 20. — Schéma d'ensemble d'un présélecteur primaire et d'un présélecteur secondaire avec leurs commutateurs principaux (p. 44).

comme nous l'avons vu que quand le nombre d'appareils sur lequel elle porte se rapproche de 100.

INSTALLATIONS ACCESSOIRES.

Un certain nombre d'installations accessoires d'un bureau équipé suivant le système de l'Automatic Electric C^o méritent une mention spéciale.

SUPERVISION.

Le bon entretien du matériel ainsi que les règles d'une bonne exploitation exigent que le personnel de surveillance soit averti aussi rapidement que possible de toute manœuvre anormale, ou de tout dérangement de ligne ou d'organe. Cette condition est réalisée au moyen d'un système de lampes de supervision dont nous allons expliquer sommairement le fonctionnement.

Supervision des bâtis de présélecteurs et de connecteurs. — Ces bâtis, comme nous le savons, sont ceux qui reçoivent les lignes d'abonnés. En nous reportant aux schémas du commutateur principal, nous voyons qu'un relais de supervision T est inséré sur le circuit d'alimentation des relais et électros L, S et I du commutateur principal. Ce relais unique, pour chaque bâti unitaire, attirera donc son armature chaque fois que l'arbre du commutateur principal se mettra en mouvement et ne la laissera retomber que quand il se sera arrêté devant une ligne libre.

Quand tout se passe normalement, ce laps de temps est voisin de 1 seconde, 2 secondes au plus; comme, dans ce cas, il est inutile et même nuisible d'attirer l'attention du personnel de surveillance, nous sommes amenés à faire commander par ce relais un organe à signalisation différée, qui n'allumera une lampe qu'au bout de 4 à 5 secondes, c'est-à-dire quand le commutateur principal tarde d'une façon anormale à trouver une ligne libre ou quand, par suite d'un dérangement quelconque, les circuits d'alimentation visés plus haut ne sont pas immédiatement coupés.

Pour cela le relais de supervision T ferme un circuit comportant (*fig. 21*) une lampe bleue B, placée au-dessus de chaque bâti unitaire, et un relais pilote P₁ à grande résistance commun à une rangée

de bâtis. Le relais pilote fonctionne sans que la lampe B s'allume, par suite de la grande résistance de P_1 , et ferme le circuit d'un électro

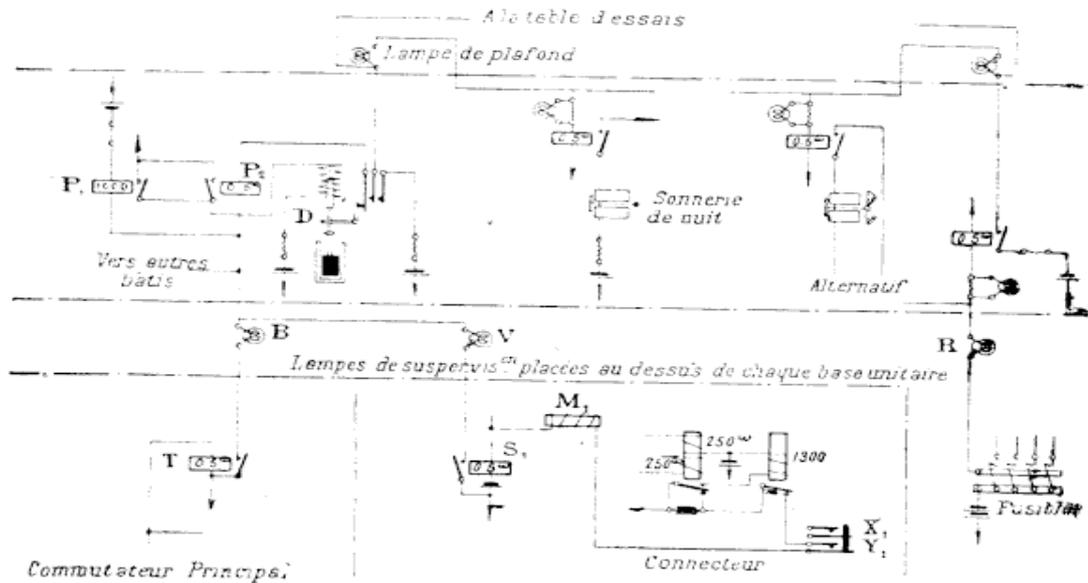


Fig. 21. — Circuits des lampes d'alarme et de supervision.

à mouvement retardé D; l'armature de cet électro, solidaire d'un piston plongeant dans un dash-pot, n'arrive à fond de course qu'au bout de 4 à 5 secondes et ferme alors le circuit d'un autre relais pilote P_2 de très faible résistance qui vient shunter P_1 . La ou les lampes bleues de bâtis en action s'allument alors en même temps qu'une lampe suspendue au plafond et une autre lampe placée sur la table d'essais.

De même quand le connecteur revient au repos sous l'action de l'électro de libération M_1 (fig. 13), nous avons vu que le courant actionnant cet électro passait par un relais de supervision S_1 , unique pour un bâti unitaire; ce courant est coupé au contact Y_1 quand l'arbre est revenu au repos et ne dure qu'une fraction de seconde; mais si pour une raison quelconque l'arbre n'y revient pas, le relais S_1 , qui a fermé le circuit d'une autre lampe placée au-dessus du bâti, la lampe verte V, à travers le même relais pilote de 1000 ohms, produira également un signal différé.

Une troisième lampe rouge R s'allume quand un fusible fond, suivant un procédé connu.

Enfin, dans l'installation de Nice, a été ajoutée, à la demande de l'Administration française, une quatrième lampe de supervision (blanche), dont le circuit est fermé par un contact de repos du relais d'alimentation du demandé, A_2 , un contact de travail du relais de rupture d'appel G et le contact X_1 du connecteur. Cette lampe s'allume donc grâce au même procédé de *retardation*, quelques secondes après que l'abonné demandé a raccroché, si à ce moment la communication n'a pas encore été rompue par le raccrochage du demandeur. Le personnel de surveillance peut donc, en cas d'oubli de ce dernier, libérer la ligne du demandé.

Supervision des bâtis de sélecteurs. — Des circuits de signalisation retardée se ferment d'une façon analogue :

I. Quand l'arbre du sélecteur ne revient pas à sa position de repos sous l'action du relais P de la figure 13;

II. Quand il s'écoule un temps anormal entre la prise d'une ligne auxiliaire aboutissant à un sélecteur et le moment où ce sélecteur, ayant trouvé une ligne libre, s'arrête à sa position de conversation (le relais S est actionné pendant tout ce temps). Cela se produit en particulier : 1° quand le sélecteur ne trouve aucune ligne libre (dans ce cas, l'électro rotatif, continuant à fonctionner quand l'arbre est au bout de la rangée, produit un bruit caractéristique); 2° quand l'abonné s'arrête entre la transmission de deux chiffres; 3° quand une ligne d'abonné est court-circuitée ou mise à la terre accidentellement, son présélecteur fonctionnant et prenant un premier sélecteur qui ne reçoit aucune impulsion; 4° quand le demandé ne raccroche que quelques secondes après que la communication a été rompue par le raccrochage du demandeur; pendant ces quelques secondes, son présélecteur fonctionne et a pris indûment une ligne auxiliaire et un premier sélecteur.

Cette seconde supervision des bâtis de sélecteurs est donc très importante, c'est elle qui indique si l'exploitation est satisfaisante et dans quelle mesure les abonnés utilisent les appareils au mieux des intérêts de l'administration exploitante et des leurs propres.

Dans le même ordre d'idées, il serait intéressant que la supervision des connecteurs pût être poussée plus loin, de façon à indiquer :

1° Quand le connecteur reste immobilisé dans une position anor-

male, par exemple, si l'abonné a omis un chiffre dans sa transmission, le connecteur s'arrêtera après son mouvement d'ascension et restera dans le vide;

2^o Éventuellement, quand une connexion reste établie pendant une durée exagérée.

INSTALLATION D'ESSAI.

Les installations d'essai permettent, comme dans tous les réseaux à batterie centrale, de faire l'essai des lignes extérieures et appareils d'abonnés et l'essai des installations intérieures.

Essais des lignes extérieures. — L'opérateur chargé des essais dispose pour cela d'un cordon d'essais semblable à celui des tables d'essais des bureaux à batterie centrale, et permettant de faire les mêmes mesures, mais comportant en outre un organe de contrôle du transmetteur d'appel de l'abonné. Cet organe est un connecteur spécial ou *connecteur d'épreuve* qui reçoit les impulsions du transmetteur d'appels lorsque l'opérateur prie l'abonné de vouloir bien le manœuvrer; l'opérateur note la façon dont les électros du connecteur suivent les impulsions transmises; en priant l'abonné de transmettre par exemple 290, le 2 et le 9 font mouvoir l'arbre du connecteur; quant au zéro (qui représente dix interruptions de circuit), il est reçu dans un petit appareil, sorte d'indicateur de vitesse, qui compare automatiquement, au moyen d'une aiguille se mouvant sur un cadran gradué, la fréquence des impulsions du transmetteur essayé à la fréquence d'un interrupteur type. Cette fréquence est, en général, de 10 interruptions par seconde.

Pour prendre la ligne d'un abonné, deux procédés sont possibles :

1^o Munir chaque ligne d'un jack disposé sur la table d'essai, jack dans lequel l'opérateur enfoncera la fiche du cordon d'essai; ce procédé, qui est évidemment le plus simple, est tout indiqué dans les petits réseaux;

2^o Dans les grands réseaux, où le nombre de jacks serait trop élevé, et surtout dans les réseaux comportant des bureaux satellites, dans lesquels il n'y a pas d'installation d'essai et où il faut pouvoir essayer, du bureau central, une ligne aboutissant à un satellite, on emploie des *connecteurs d'essai*. Chaque centaine d'abonnés

est multipliée non seulement sur les banes de ses connecteurs ordinaires, mais encore sur les banes d'un connecteur spécial, relié à un jack placé sur la table d'essai.

L'opérateur enfonce donc sa fiche dans le jack correspondant à la centaine de l'abonné essayé, puis manœuvre son transmetteur d'appels de façon à amener le connecteur d'essai sur les contacts de la ligne désirée; le circuit est alors fermé métalliquement sur les deux fils de la ligne, de façon à permettre les mesures électriques.

Essai des installations intérieures. — Pour essayer le présélecteur d'une ligne d'abonné, l'opérateur, après avoir pris cette ligne directement ou par le connecteur d'essai, ne met pas de terre sur le troisième fil de cette ligne, ce qui libère le présélecteur et permet à celui-ci de fonctionner, soit sous l'action de l'opérateur lui-même, soit sous l'action de l'abonné, si l'opérateur appelle celui-ci à l'appareil et le prie de demander une communication dont il peut ainsi surveiller les diverses phases.

L'essai des divers sélecteurs et connecteurs se fait au moyen d'un double jack, figuré en J sur les divers schémas, placé sur le bâti à côté de chaque organe. En y enfonçant une double fiche, le mécanicien met une terre sur le troisième fil, ce qui marque l'organe occupé, et met les deux fils de ligne en relation avec un petit transmetteur d'appel, à l'aide duquel il fait progresser l'arbre des frotteurs.

La table d'essai comporte également des lampes répétant les lampes de supervision des divers bâtis.

INSTALLATION D'ÉNERGIE.

L'installation d'énergie ne présente d'autre particularité que de comporter une batterie centrale à 48 volts; ce voltage élevé est nécessaire pour le bon fonctionnement des divers électros de commande, qui, en raison des efforts relativement considérables qu'ils ont à produire, nécessitent une dépense d'énergie de très courte durée, mais dont la valeur instantanée est assez élevée.

De plus, il importe, pour l'uniformité de la vitesse des divers organes, que le voltage ne varie que dans des limites assez faibles (46 à 49 volts, par exemple). Un voltamètre indicateur appelle l'attention du mécanicien quand l'une de ces deux limites est atteinte,

Pour pouvoir néanmoins utiliser toute la capacité de la batterie, l'artifice suivant est employé :

Au commencement de la décharge, on met en série, avec la batterie dont le voltage serait notablement supérieur à 48 volts, un certain nombre d'éléments à force contre-électromotrice, appelés quelquefois *cellules de dépolarisation*, composés uniquement de plaques positives, et qui agissent par conséquent comme un voltamètre de très faible résistance placé dans le circuit. A mesure que la force électromotrice de l'ensemble décroît, on met hors circuit un de ces éléments, supprimant ainsi sa force contre-électromotrice.

BESOINS SPÉCIAUX DE L'EXPLOITATION.

Diverses dispositions ont pour but de répondre à des besoins spéciaux de l'exploitation.

Abonnés ayant plusieurs lignes au réseau — Il est désirable que, dans ce cas, un abonné demandeur ne soit pas tenu de les appeler successivement jusqu'à ce qu'il en ait trouvé une libre. Pour cela, on utilise un connecteur spécial, dit *connecteur rotatif*, qui explore successivement et automatiquement toutes les lignes d'un même abonné.

Connecteur rotatif. — Ce connecteur a quatre balais frotteurs, frottant sur quatre contacts au lieu de trois par ligne d'abonné. Toutes les lignes du même abonné sont reliées à des contacts consécutifs d'un même niveau horizontal. Sur les trois premiers contacts sont multiplés, comme dans les connecteurs habituels, les trois fils de chaque ligne; le quatrième contact est isolé, sauf pour la dernière des lignes de l'abonné où il est relié au troisième contact (*fig. 22*).

Lorsqu'un abonné désire une de ces lignes, il transmet seulement le numéro d'appel de la première d'entre elles, qui occupe sur les bancs des connecteurs la position correspondant à ce numéro; si cette première ligne est libre; la connexion a lieu de la façon ordinaire; si elle est occupée, un circuit est fermé par la terre du troisième fil de cette ligne, le frotteur f_3 , le deuxième plot du bras C_1 du commutateur multipolaire, le relais F et la batterie. Le relais F ferme en a le circuit de l'électro de rotation R, qui fait tourner l'arbre d'un cran;

les frotteurs viennent sur la seconde ligne; si elle est libre, F retombe,

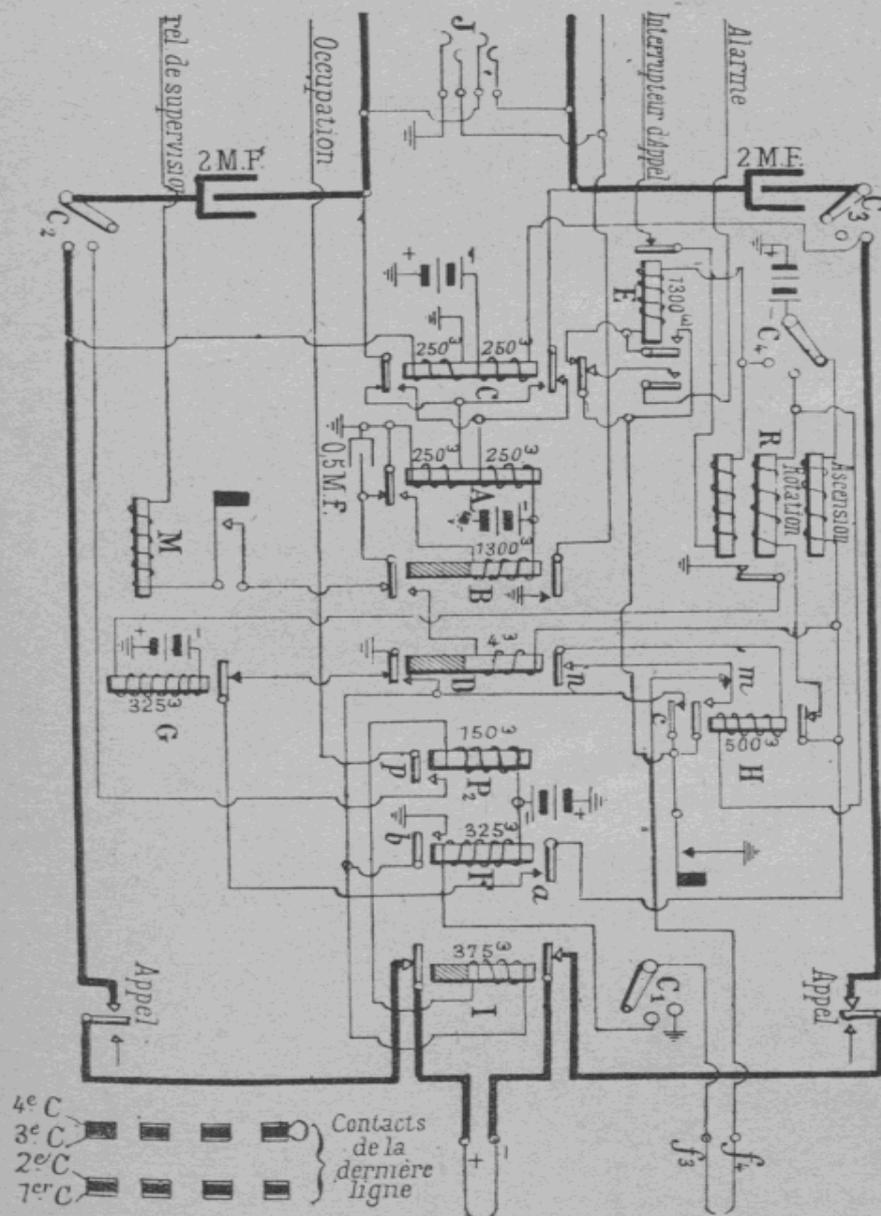


Fig. 22. — Connecteur rotatif.

ouvre en *b* le circuit de l'électro privé P_r , qui retombe et fait passer le commutateur multipolaire à la troisième position; si elle est

occupée, F reste excité, l'électro de rotation, dont le circuit avait, entre temps, été coupé par G, est actionné de nouveau, et ainsi de suite jusqu'à ce que les frotteurs aient trouvé une ligne libre, ou soient parvenus à la dernière de l'abonné. Si celle-ci est occupée aussi, il y a une terre non seulement sur son troisième contact, mais aussi sur son quatrième qui lui est relié; un circuit est fermé par cette terre, le frotteur f_4 , m , n , le relais H, le plot du C_4 et la batterie; H coupe le circuit de l'électro de rotation R et maintient fermé en c le circuit de l'électro privé P'; celui-ci ne peut donc retomber, le C' multipolaire reste dans sa deuxième position et le courant vibré d'occupation est envoyé par p et le plot z de C_2 vers le demandeur. Les autres opérations ont lieu comme dans le connecteur ordinaire.

On voit donc que des centaines spéciales, uniquement desservies par des connecteurs rotatifs, doivent être réservées aux abonnés ayant plusieurs lignes. Toutefois, des lignes uniques d'abonnés ordinaires peuvent également y être rattachées; il suffit, pour toutes ces lignes, de relier le quatrième contact au troisième.

Le nombre des lignes d'un même abonné que le connecteur peut ainsi explorer automatiquement, est forcément limité à 10.

Lignes à postes groupés. — Si quatre postes sont groupés sur une même ligne et doivent, par conséquent, être appelés avec quatre courants d'appel différents, les quatre postes sont pourvus de quatre numéros d'appel, différant chacun par le chiffre de la centaine, par exemple, 7114, 7214, 7314 et 7414. La première centaine est desservie par des connecteurs pourvus du courant d'appel qui convient au premier poste, la deuxième par des connecteurs pourvus du courant d'appel qui convient au second, et ainsi de suite.

Cette solution très simple a l'inconvénient de prendre quatre numéros pour une seule ligne, ce qui diminue la capacité du réseau. Cet inconvénient n'existe pas dans les multiples manuels, où les quatre abonnés ont le même numéro, suivi d'un indicatif A, B, C, D et ne prennent qu'un seul jack général.

Lignes de renseignements, de réclamations, etc. — Ces lignes peuvent être mises soit sur un connecteur rotatif, soit même sur un sélecteur, si l'on peut sans inconvénient leur réserver une centaine. Par exemple, dans un réseau à quatre chiffres, on conviendra qu'au-

eune ligne d'abonné n'aura de numéro compris entre 1000 et 1099. Pour demander donc le service des renseignements, l'abonné transmettra seulement 1 et 0, il sera mis ainsi en relation avec un second sélecteur, qui cherchera automatiquement une ligne libre sur le niveau 0; cette ligne, au lieu d'aboutir à un connecteur, aboutira à un jack muni d'un relais et d'une lampe d'appel et placé devant l'opératrice chargée du service.

Quand ces lignes sont desservies par un connecteur, celui-ci ne comporte pas le renversement du courant sur la ligne du demandeur, de façon à ne pas faire fonctionner son compteur.

Relation avec un bureau à service manuel ou avec l'interurbain. — Quand l'abonné automatique veut demander un abonné relié à un bureau manuel, le même procédé que pour le service des renseignements peut être adopté. Par exemple, on ne donnera à aucun abonné automatique de numéro commençant par un 8, et l'on avisera l'abonné que pour demander une ligne reliée au bureau manuel B, il doit transmettre le chiffre 8. Le premier sélecteur cherchera donc une ligne libre sur le niveau 8; les lignes de ce niveau, multipliées comme toutes les autres sur tous les premiers sélecteurs, en nombre variable suivant l'importance du trafic, aboutissent à des jacks ou à des monocordes placés sur une ou plusieurs positions du multiple manuel. La téléphoniste desservant cette position répond et achève la communication comme à l'ordinaire.

Cette méthode ne doit être appliquée que quand le trafic, entre le bureau automatique et le bureau manuel, est relativement peu important. Dans le cas contraire, il est préférable d'éviter l'obligation, pour l'abonné automatique, de demander le numéro désiré à une opératrice du bureau manuel, et d'installer des dispositifs, dont nous décrirons le principe plus loin, permettant à l'abonné automatique de faire la combinaison du numéro demandé sur son disque absolument comme si ce dernier était relié à un autre bureau automatique.

Au lieu de demander le bureau manuel par un seul chiffre, ce qui immobilise un niveau des premiers sélecteurs, et par conséquent diminue la capacité totale du réseau de 1000 s'il est à quatre chiffres, de 10 000 s'il est à cinq chiffres, etc., on peut le demander par deux chiffres, ou trois chiffres, auxquels cas les lignes auxiliaires vers le

bureau manuel seront multipliées sur un niveau des deuxièmes ou troisièmes sélecteurs.

Nous examinerons dans un autre Chapitre le cas des appels d'un bureau manuel vers un bureau automatique.

Relation avec l'interurbain. — Quand l'abonné du bureau automatique désire être mis en relation avec le réseau interurbain, il est toujours nécessaire, dans ce cas, qu'il désigne le réseau et le numéro demandés à une opératrice manuelle. On réserve généralement pour ces appels le niveau des premiers sélecteurs correspondant au chiffre zéro; il a été remarqué, en effet, que les numéros d'appel commençant par un zéro étaient souvent incomplètement transmis; au lieu de faire sur son disque 0312, dans un réseau à quatre chiffres, l'abonné demandeur fera par exemple 312, et la communication n'aboutira pas. Il est donc préférable de laisser le niveau zéro disponible en ce qui concerne les appels automatiques, et il peut ainsi être affecté aux appels interurbains.

Quand la communication interurbaine doit être établie, l'abonné automatique, qu'il soit demandeur ou demandé, doit être appelé par l'opératrice interurbaine. On sait que dans ce cas l'opératrice doit bloquer la ligne de l'abonné un certain temps avant que n'arrive le tour de sa communication, tout au moins sur les circuits à grand rendement; il importe donc que l'appel, au lieu d'être automatique, puisse être fait à la disposition de l'opératrice. Les connecteurs destinés à établir ces communications doivent donc être différents des autres, et chaque bâti de centaine d'abonnés comportera, outre ses connecteurs ordinaires, un connecteur d'essai, et un, deux ou trois connecteurs pour communications interurbaines; il faudra d'ailleurs prévoir le cas où ces connecteurs spéciaux étant tous occupés, étant donné leur faible nombre, l'opératrice devra recourir à la méthode urbaine et utiliser un connecteur ordinaire pour appeler l'abonné.

Par ailleurs, il y aura tout intérêt à modifier le schéma de ces connecteurs spéciaux de façon à améliorer le plus possible les qualités auditives du circuit. Par exemple, on pourra augmenter la capacité des condensateurs, diminuer la résistance des enroulements du relais d'alimentation, tout en leur maintenant une forte impédance, pour augmenter le courant microphonique.



L'opératrice interurbaine dispose de lignes multipliées devant elle avec signaux lumineux d'occupation, et aboutissant soit directement aux connecteurs spéciaux dans les petits bureaux, soit à des sélecteurs spéciaux desservant ces connecteurs lorsque le nombre de centaines est trop élevé pour justifier des lignes spéciales pour chaque centaine. Elle est munie d'un cadran d'appel, et prend la ligne de l'abonné au moyen de deux chiffres dans le premier cas, de trois chiffres dans le second. On peut également, au lieu d'employer des connecteurs spéciaux pour les communications interurbaines, les faire donner manuellement. Dans ce cas, chaque ligne d'abonné comporte, outre son équipement automatique, un multiplage de jacks généraux disposé, soit sur les tables interurbaines elles-mêmes, soit, si celles-ci sont trop nombreuses ou si le bureau interurbain est séparé du bureau automatique, sur des positions intermédiaires desservies par des opératrices manuelles. L'enfoncement de la fiche dans le jack coupe l'équipement automatique, ou tout au moins l'empêche de fonctionner, et marque la ligne occupée sur les contacts des connecteurs.

Cette deuxième disposition est adoptée en France de préférence à l'usage des connecteurs interurbains, car l'obligation de préparer les communications interurbaines assez longtemps d'avance, entraîne une immobilisation prolongée de ces connecteurs. Si l'on veut donc éviter qu'au moment du plus fort trafic, c'est-à-dire précisément au moment où il est le plus nécessaire de préparer les communications, le nombre de ces connecteurs spéciaux ne se révèle insuffisant, il est nécessaire que ce nombre soit largement calculé, ce qui majore sensiblement le coût de l'installation.

Enfin, la présence de positions manuelles avec jacks généraux, permet de mieux satisfaire aux besoins divers de l'exploitation interurbaine, par exemple de donner à l'opératrice interurbaine la possibilité de rentrer sur une communication urbaine en cours lorsque toutes les lignes d'un même abonné sont occupées.

Lorsqu'on emploie des positions intermédiaires manuelles, il est bon de munir néanmoins les opératrices interurbaines de cadrans d'appel, de façon à leur permettre de prendre une ligne d'abonné par la voie automatique ordinaire quand les positions intermédiaires ne sont pas en service, par exemple la nuit; la préparation est dans ce cas inutile.

VALEUR AUDITIVE DU SYSTÈME.

Le circuit de conversation est constitué suivant le procédé du condensateur, c'est-à-dire qu'en chaque point où l'alimentation en courant continu doit être séparée de chaque côté de la ligne, le circuit est fermé par deux condensateurs, un sur chaque fil. Cela se produit, en pratique, autant de fois qu'il y a de bureaux intercalés dans la communication, sauf dans le cas où il y aurait deux bureaux rapprochés, entre lesquels il n'y aurait pas d'intérêt à ramener les lignes auxiliaires à deux fils.

Le système présente, en outre, les particularités suivantes :

I. Le voltage de la batterie centrale étant élevé à 48 volts, il est possible d'augmenter la résistance des relais d'alimentation du connecteur (ou des répéteurs), ce qui permet de leur donner une plus grande sensibilité et de réduire en même temps l'importance de la dérivation qu'ils offrent aux courants de conversation. Ces relais ont une résistance de 500 ohms.

II. Par contre, cette élévation du voltage nécessite une construction plus soignée des microphones, pour éviter des crachements résultant de la formation d'arcs partiels. Pour cette raison, et aussi pour éviter des déconnexions involontaires, il est essentiel, surtout dans les appareils dits *combinés* ou *microtéléphones*, que le circuit ne puisse être ouvert quelle que soit la position donnée au microphone. Pour cela, ce microphone est shunté par un enroulement supplémentaire du récepteur, comme le montre le schéma de la figure 8. La présence de cet enroulement diminue un peu la transmission, mais elle diminue aussi l'effet nuisible ou *effet local* des courants issus du microphone sur le récepteur de la personne qui parle, l'action de cet enroulement étant contraire, pour ces courants, à celle de l'enroulement principal.

III. Les récepteurs employés dans le système de l'Automatic Electric Co sont du type électromagnétique, c'est-à-dire qu'ils ne comportent pas d'aimant permanent et sont polarisés par le courant continu de la batterie centrale. A proprement parler, l'adoption de ce procédé n'est point liée à l'automatisme du système de commutation; toutefois, le fait que le voltage de la batterie est plus élevé et la résistance des relais d'alimentation plus grande, remédie en

partie au principal inconvénient de ce procédé, c'est-à-dire à la diminution de la sensibilité du récepteur à mesure que la ligne de l'abonné est plus résistante.

Des essais faits par les ingénieurs du Post Office anglais, et publiés dans le *P. O. E. E. Journal* ⁽¹⁾, montrent que la transmission dans le système de l'Automatic Electric C^s est inférieure à celle du système de la W. E. C^s, jusqu'à ce que la résistance de la ligne d'abonné atteigne 120 ou 130 ohms, puis lui devient supérieure pour une résistance plus grande, comme le montre la courbe ci-dessous (fig. 23), où sont

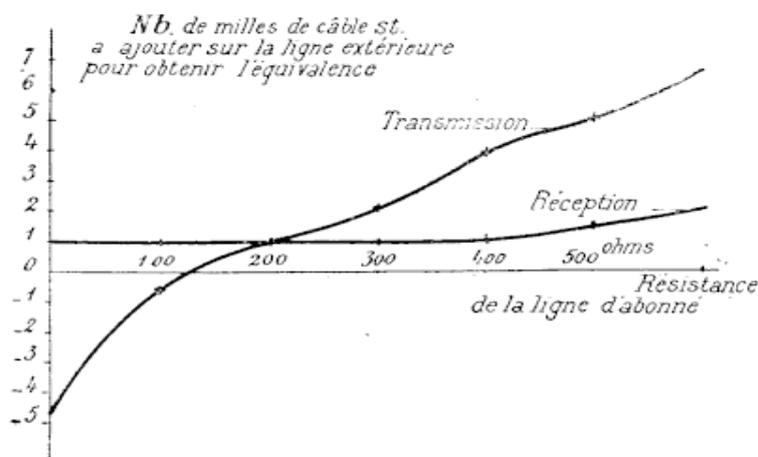


Fig. 23. — Comparaison du système de l'Automatic El. C^s et du système W. E. C^s.

portés en abscisses la résistance de la ligne d'abonné, et en ordonnées le nombre de milles de câble-étalon qu'il faut ajouter à la ligne extérieure dans le cas du montage de la W. E. C^s, pour obtenir l'équivalence.

Quant à la réception, elle serait, d'après ces mêmes essais, toujours supérieure dans le cas de l'automatique, et cette supériorité s'accroît également avec la résistance de la ligne. Ce dernier résultat semble anormal, puisque la sensibilité d'un récepteur électromagnétique doit diminuer quand le courant d'alimentation diminue, tandis que celle d'un récepteur à aimant reste constante; il faut en conclure sans doute que les autres facteurs de différenciation, substitution de condensateurs au translateur, résistance ohmique plus grande du microphone, ont une influence prépondérante, tout au moins dans les conditions de l'essai.

(1) Vol. 5, juillet 1912.

IV. Il faut remarquer que, tout au moins dans les grands réseaux, les câblages intérieurs des bureaux peuvent exercer une influence défavorable assez sensible sur l'audition. En effet, dans un système automatique avec numéros de cinq chiffres par exemple, sept multiplages différents viennent se raccorder au circuit de conversation : le multiplage de la ligne du présélecteur secondaire sur les bancs des présélecteurs primaires, du premier sélecteur sur les bancs des présélecteurs secondaires, du second sélecteur sur les bancs des premiers sélecteurs, du troisième sélecteur sur les bancs des seconds, du connecteur sur les bancs des troisièmes et le multiplage de chacune des deux lignes d'abonné sur les bancs des connecteurs. Il est vrai que la plupart de ces multiplages sont d'une longueur inférieure à celle d'une ligne d'abonné dans un multiple manuel; mais, au total, leur influence peut être plus grande.

ENCOMBREMENT DES INSTALLATIONS AUTOMATIQUES.

La figure 24 permet de se rendre compte des dimensions et des

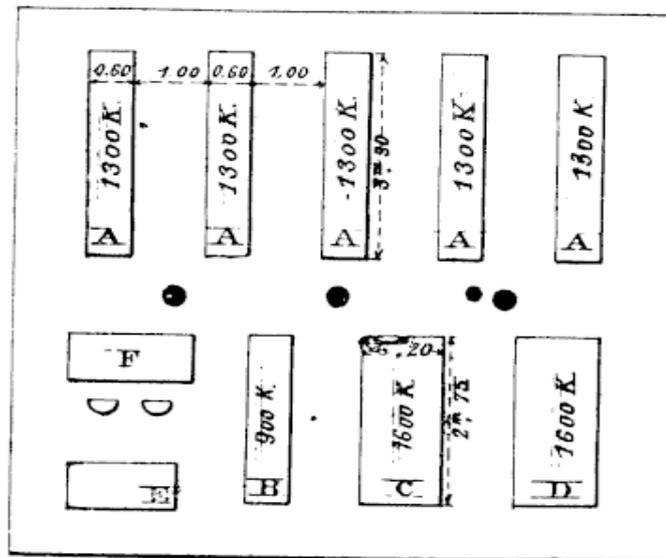


Fig. 24. — Encombrement des installations intérieures d'un bureau automatique de 200 lignes. A, A, bâtis de présélecteurs primaires (chaque travée comporte 4 bâtis de 100); B, bâtis des commutateurs secondaires; C, bâtis des premiers sélecteurs; D, bâtis des deuxièmes sélecteurs; E, répartiteur intermédiaire entre les présélecteurs primaires et secondaires; F, table d'essais et de surveillance.

pois des différents bâtis d'un réseau automatique de 2000 abonnés (répartiteur général, installations d'énergie et service interurbain non compris). On a supposé un nombre d'organes correspondant à 10 connecteurs par centaine, ce qui suffit, en général, à un trafic moyen de 8 à 9 appels par abonné et par jour.

CHAPITRE III.

FORMES NOUVELLES DU SYSTÈME STROWGER.
SYSTÈME DE LA COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON.

Le nouveau système automatique de la Compagnie Française Thomson-Houston diffère du système de l'A. E. C., décrit précédemment, par un certain nombre de points dont les principaux sont les suivants :

1^o Emploi du chercheur double, organe de présélection constitué par deux chercheurs associés en permanence, qui se mettent en marche simultanément dès qu'un appel se présente dans le groupe d'abonnés qu'ils desservent; l'un d'eux, le chercheur d'appel, explore les contacts des lignes d'abonnés du groupe et s'arrête sur la ligne appelante; l'autre, le chercheur secondaire ou chercheur de sélecteur, cherche une ligne auxiliaire aboutissant à un premier sélecteur libre. Chacun de ces organes est du type du commutateur rotatif qui sera décrit plus loin.

2^o Comptage par survoltage sur le troisième fil. Le compteur de conversations est actionné par la mise en circuit momentanée d'une batterie auxiliaire sur le troisième fil. Ce procédé a, sur celui de l'inversion de polarité, l'avantage de permettre plus de souplesse dans le choix du moment où le compteur doit fonctionner et de la façon dont il doit fonctionner (taxation multiple, etc.).

3^o Un certain nombre de modifications et d'améliorations de détail ont été apportées dans la constitution et le fonctionnement des organes automatiques; les descriptions qui vont suivre les mettront en lumière. La plus importante est la suppression du commutateur latéral dans le connecteur.

Nous allons décrire ci-après le fonctionnement d'un central automatique équipé suivant ce système, celui de Lyon par exemple.

Parmi les conditions nouvelles d'exploitation imposées au système, signalons les suivantes :

1° Quand sa ligne est raccordée à un premier sélecteur libre, l'abonné demandeur doit recevoir un signal lui indiquant qu'il peut manœuvrer son cadran d'appels, de façon à éviter que l'envoi des impulsions ne commence avant que la ligne appelante ne soit effectivement reliée à un premier sélecteur libre; le chercheur double est en effet un organe à sélection continue : le chercheur de sélecteur tourne jusqu'à ce qu'il ait trouvé une ligne de premier sélecteur libre, et cette recherche peut durer un certain temps, si l'on veut donner un bon rendement aux sélecteurs; de plus, l'existence de ce signal de manœuvre, indiquant à un poste supplémentaire d'abonné qu'il est bien relié au réseau, facilite la bonne exploitation des postes à tableau.

2° A la déconnexion, le raccrochage du demandeur seul doit libérer tous les organes, sauf le connecteur qui reste en prise jusqu'à ce que le demandé ait raccroché, de façon à éviter un faux appel provoqué par celui-ci. Tant qu'un seul des deux abonnés a raccroché, un signal de supervision doit fonctionner.

CHERCHEUR DOUBLE.

Chaque ligne d'abonné, après être passée par le répartiteur général aboutit à un répartiteur intermédiaire (ou à de simples broches de raccordement, quand on juge la présence de cet organe de mutation inutile), d'où partent trois dérivations :

La première, à trois fils, allant aux banes de contacts des connecteurs et, s'il y a lieu, aux jacks généraux des positions manuelles;

La seconde, à quatre fils, allant aux banes de contact des chercheurs d'appel (le quatrième fil est le fil de compteur);

La troisième, à trois fils, allant au relais d'appel et de coupure.

Une quatrième dérivation, à un fil, va au compteur de conversations.

Chercheur d'appel. — Le chercheur d'appel est un commutateur rotatif du type employé à Orléans et dont le fonctionnement sera décrit plus loin (système de l'Automatic Telephone Manufac-

turing C^o), dont la capacité de sélection a été portée à 50 lignes par l'artifice suivant :

Quatre demi-couronnes en matière isolante (fibre ou bakelite), disposées parallèlement, portent sur chacune de leurs faces 25 contacts répartis sur une demi-circonférence; les quatre séries de contacts, occupant la face droite, correspondent à 25 lignes d'abonnés,

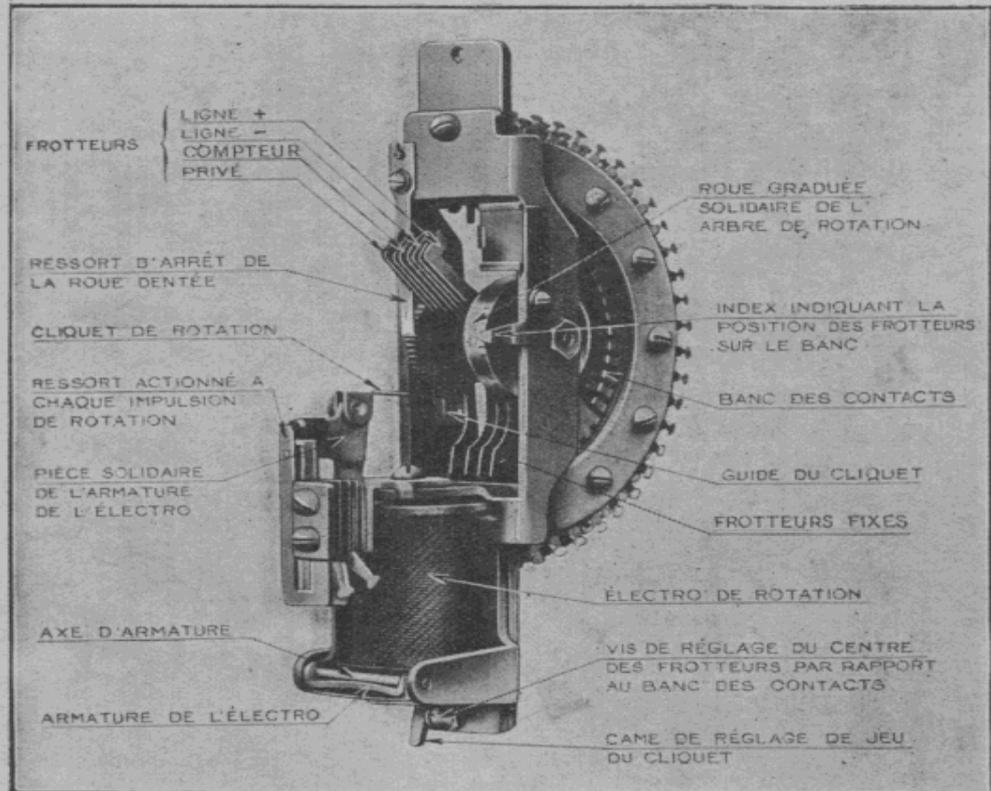


Fig. 25. — Commutateur rotatif (chercheur d'appel, chercheur secondaire ou présélecteur rotatif).

à raison de quatre fils par ligne (deux fils du circuit de conversation, désignés par positif et négatif, un troisième fil ou fil privé et un fil de compteur), et les quatre séries placées symétriquement sur la face gauche correspondent à 25 autres lignes.

Dans l'axe de ces couronnes, est placé l'arbre portant les balais; ceux-ci sont au nombre de 16, répartis en deux groupes de quatre paires, diamétralement opposés. Pendant un demi-tour de l'axe,

c'est un groupe qui frotte sur les contacts, et dans l'autre demi-tour, c'est le groupe diamétralement opposé. Chaque paire de balais frotte sur les contacts situés de part et d'autre d'une même couronne; mais, dans le premier groupe, seul le balai de droite est actif, le balai de gauche étant isolé et ayant simplement pour but de réaliser l'équilibre des pressions; dans le second groupe, c'est au contraire le balai de droite qui est isolé et le balai de gauche qui est actif.

De cette façon, les quatre fils des 25 premières lignes sont explorés pendant un demi-tour de l'arbre, et les quatre fils des 25 dernières pendant l'autre demi-tour.

Les balais des deux fils de ligne et du fil de compteur (ou de sélection), quittent un contact avant de s'engager sur le suivant; le balai du troisième fil, ou fil privé, s'engage au contraire sur un contact avant de quitter le précédent; il frotte par une surface au lieu de frotter par une arête.

Les connexions avec les balais sont assurées au moyen de frotteurs fixes qui, pendant la rotation de l'arbre, frottent sur des couronnes métalliques solidaires des balais.

Le mouvement de rotation est produit par une roue à rochet dans les dents de laquelle viennent engrener d'une part un cliquet d'entraînement mû par l'armature d'un électro, d'autre part un cliquet d'arrêt qui empêche la rotation en sens inverse.

L'électro de progression produit le mouvement de va-et-vient du cliquet d'entraînement en coupant son propre circuit, à la façon d'une sonnerie trembleuse.

Chercheur secondaire. — Le chercheur secondaire est constitué mécaniquement comme le chercheur primaire; mais sur ses contacts sont multipliées, au lieu de lignes d'abonnés, des lignes auxiliaires aboutissant à des premiers sélecteurs; un même chercheur peut donc explorer 50 lignes auxiliaires; ce chiffre élevé est justifié par le trafic important moyen qu'écoule un chercheur secondaire; il ne le serait pas dans le cas d'un chercheur primaire monté en pré-sélecteur.

Chaque chercheur secondaire est relié à un chercheur d'appel par l'entremise d'un répartiteur intermédiaire. La figure 26, ci-jointe, indique la disposition schématique du câblage entre les lignes d'abonnés, les chercheurs doubles et les premiers sélecteurs. Les chercheurs

secondaires jouent le même rôle que les présélecteurs secondaires, en permettant à une même ligne d'abonné d'accéder à un plus grand

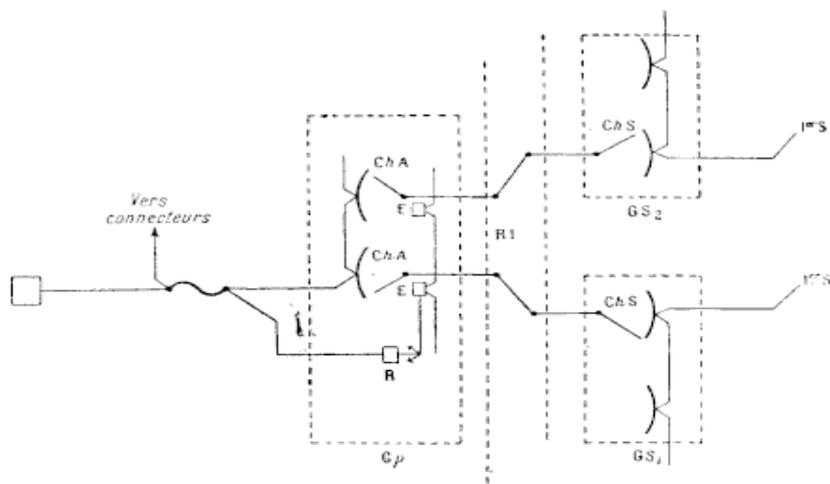


Fig. 26. — Schéma général des communications des chercheurs doubles. A, poste d'abonné; R, relais d'appel; Ch A, chercheur d'appel; E, électro de commande du chercheur; R1, répartiteur intermédiaire; Gp, groupe primaire (50 lignes d'abonné multipliées sur n chercheurs d'appel); Gs, groupe secondaire (50 lignes de premier sélecteur multipliées sur N chercheurs secondaires).

nombre de premiers sélecteurs, ce qui améliore le rendement de ceux-ci.

Relais d'appel et de coupure. — Chaque ligne d'abonné comporte un relais d'appel et de coupure, constitué de la façon suivante :

Deux enroulements, l'un de 100^m, l'autre de 1000^m, sont enroulés sur le même noyau et attirent deux armatures superposées, maintenues au repos par des ressorts antagonistes d'inégale tension; la première, l'armature extérieure, est attirée par un nombre relativement faible d'ampères-tours, et se borne à fermer deux contacts de travail; quand le nombre d'ampères-tours atteint une valeur déterminée, notablement plus élevée, la deuxième armature est attirée également et d'autres contacts sont ouverts ou fermés, les deux premiers restant naturellement fermés.

La figure 27 montre le fonctionnement du relais : lorsque l'enroulement de 1000^m est seul sous courant (fonctionnement en relais d'appel), l'armature A, attirée seule d'abord, n'agit sur l'arma-

ture B que quand la vis V vient au contact de celle-ci; B subit un déplacement partiel, et le levier L ne déplace que les deux premiers

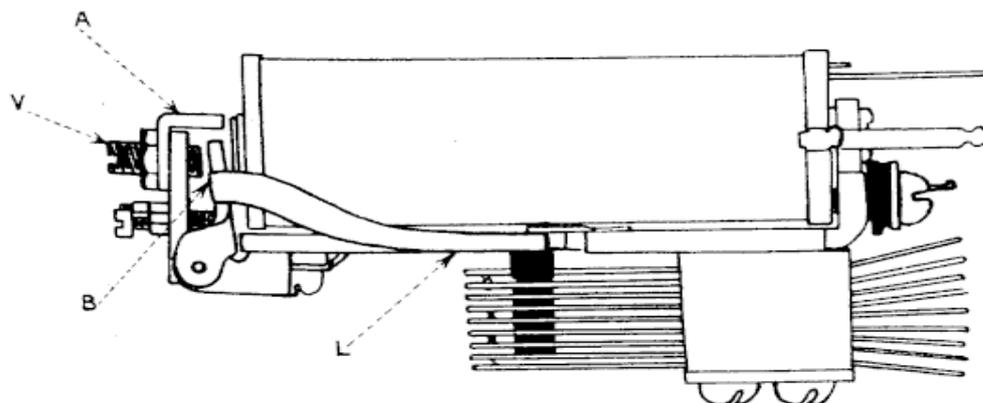


Fig. 27. — Relais d'appel et de coupure du chercheur double.

ressorts de contact, à tension plus faible que les autres; lorsque l'enroulement de 100^m est également sous courant (fonctionnement en relais de coupure), B est attiré à fond et le levier L déplace tous les ressorts de contact.

SÉLECTEUR ET CONNECTEUR.

Le principe de ces organes est le même que celui des organes similaires du système décrit précédemment. La réalisation mécanique en diffère par les points suivants :

1^o L'ensemble des relais, des électros d'ascension, de rotation et de libération, des contacts commandés par le mouvement de l'arbre, est protégé par un couvercle ayant la forme d'un demi-cylindre qui vient se fixer sur la plaque de base verticale sur laquelle ces organes sont montés, de façon à protéger leurs contacts contre la poussière.

2^o Tous les organes formant contact électrique sont disposés verticalement, et leur emplacement est choisi de façon qu'ils soient parfaitement accessibles; les relais sont placés horizontalement au-dessus du sélecteur, leur armature mobile tournée vers l'opérateur.

3^o Dans le connecteur, le commutateur latéral a été supprimé; son fonctionnement est remplacé par des combinaisons de contacts de relais.

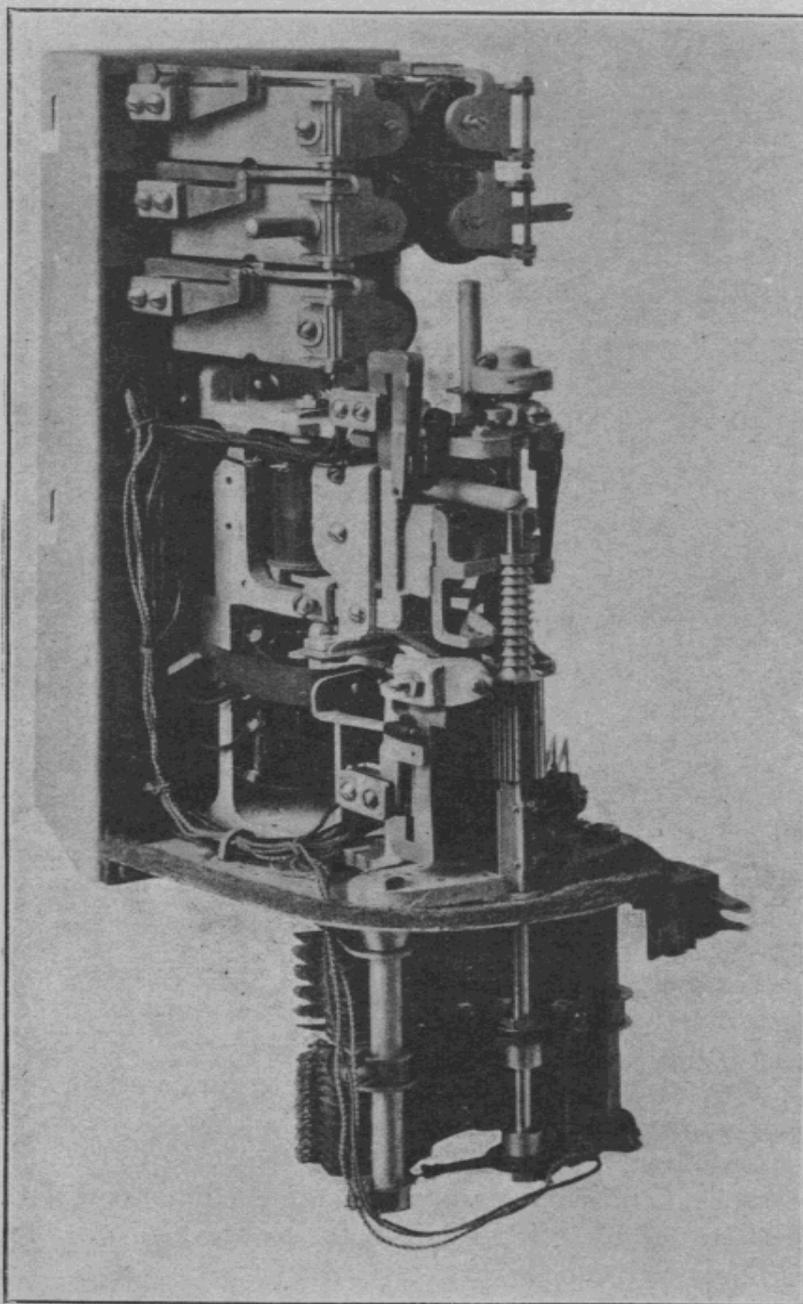


Fig. 28. — Sélecteur.

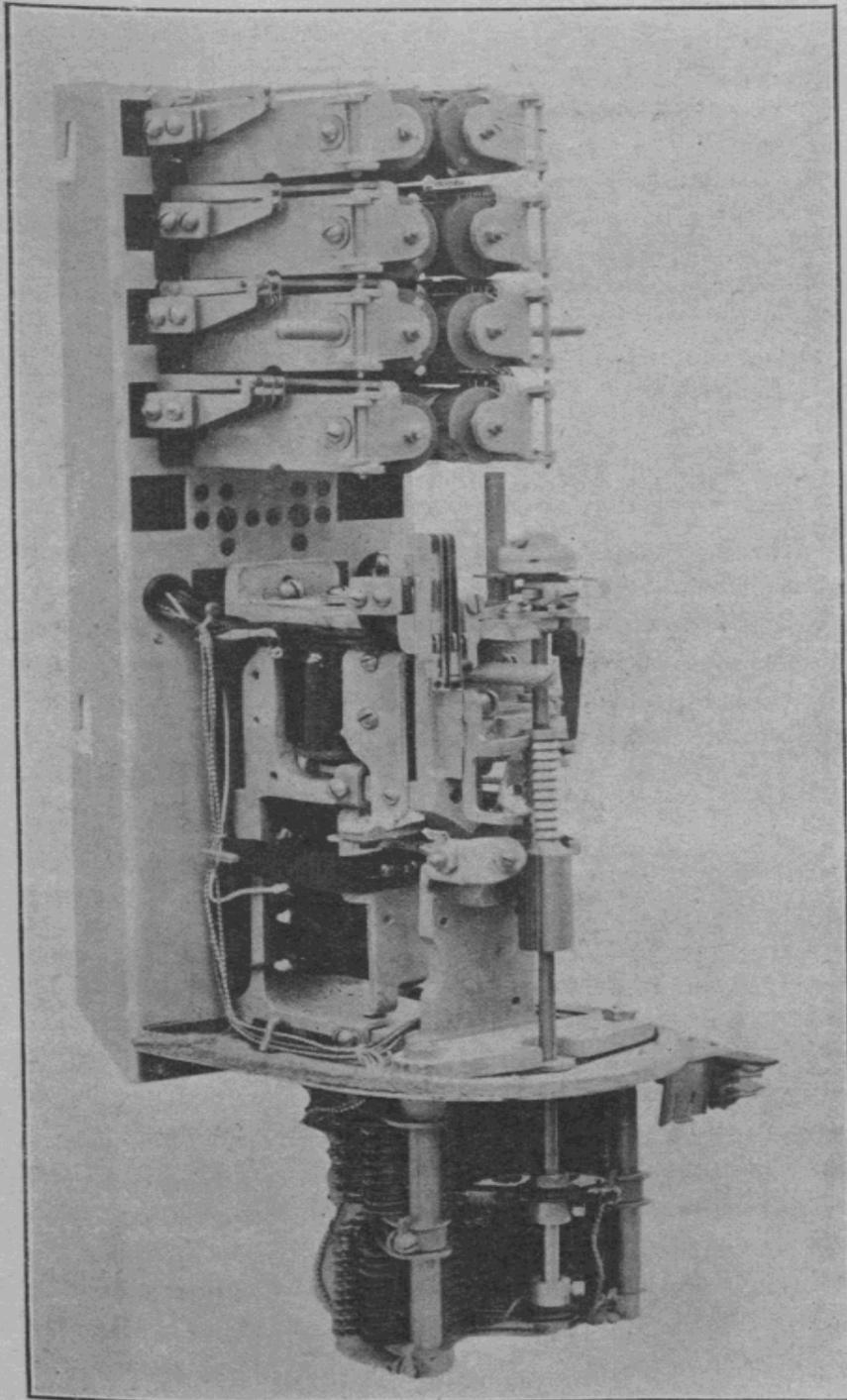


Fig. 29. — Connecteur.

Enfin, l'expérience a permis de modifier heureusement certaines dispositions de détail; l'utilisation de la bakelite a amélioré les conditions de conservation des isolants, etc.

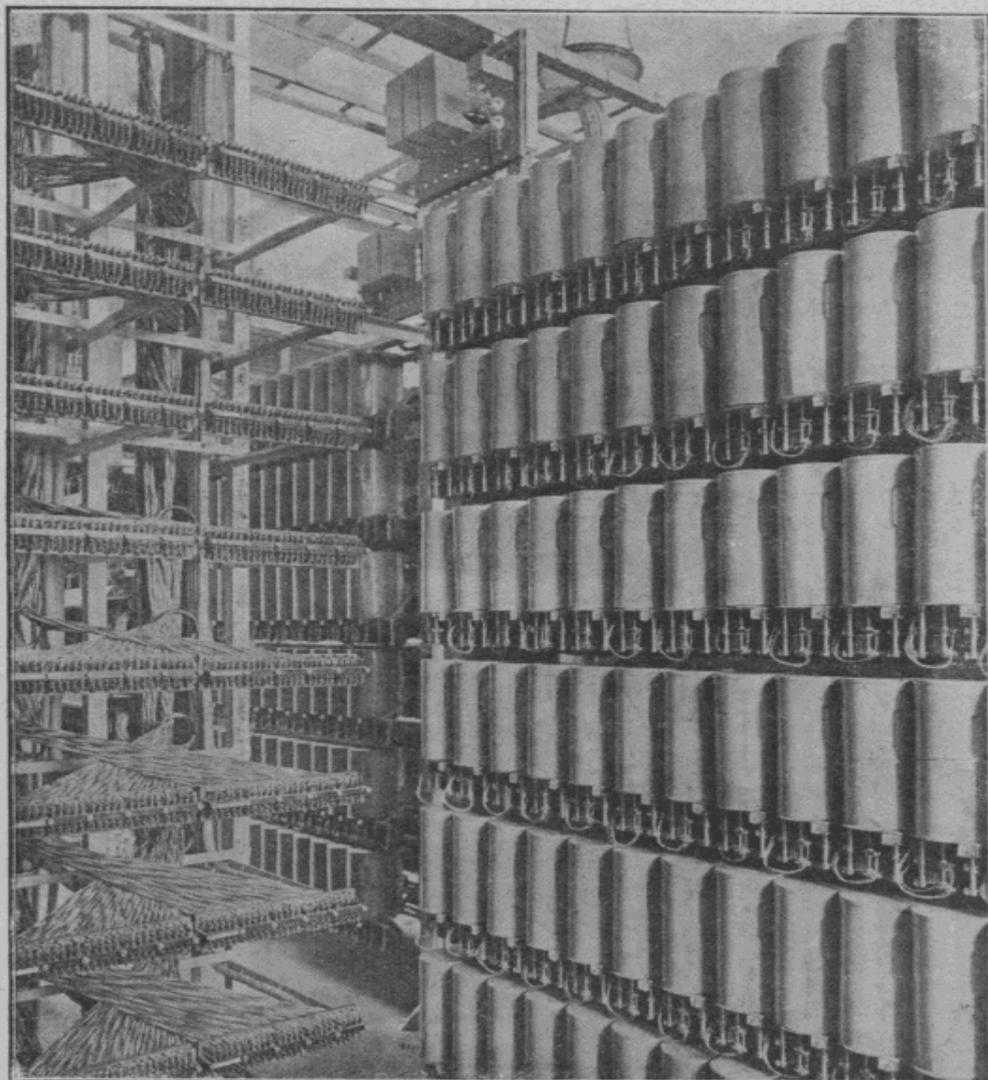


Fig. 30. — Central téléphonique automatique de Luxembourg.
Répartiteur des lignes auxiliaires et sélecteurs.

Les figures 28, 29, 30 et 31 montrent la constitution de ces organes et leur disposition sur les bâtis.

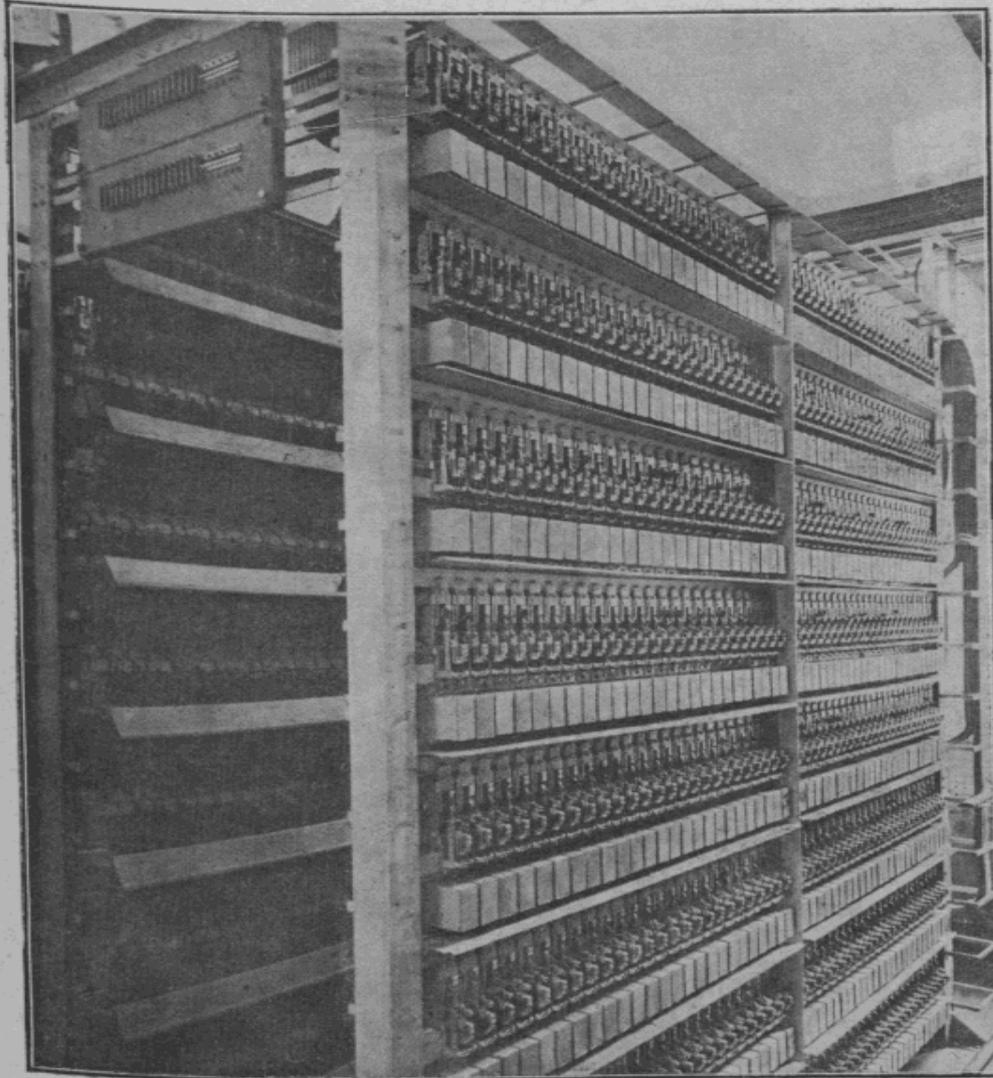


Fig. 31. — Central téléphonique automatique de Luxembourg.
Bâties des commutateurs rotatifs.

ications sont les suivantes, outre celles qui résultent de la suppression du commutateur latéral dans le connecteur :

1^o Quand un sélecteur, après avoir parcouru tous les contacts de lignes auxiliaires, n'en a trouvé aucune libre, des contacts supplé-

mentaires sont actionnés par l'arbre; l'abonné reçoit un signal d'occupation et libère en raccrochant.

2° Quand le demandeur seul raccroche, le connecteur reste en prise sur la ligne du demandé, et un circuit de signalisation est fermé; les autres organes sont libérés.

3° Les divers circuits, comprenant les électros d'ascension, de rotation, de libération, ont été étudiés de façon à améliorer les conditions de fonctionnement de ces organes et à diminuer les risques d'échauffement de leurs enroulements au cas où, par suite d'un incident quelconque, ils resteraient trop longtemps sous courant; le court-circuitage intermittent d'un relais à grande résistance, inséré sur le circuit de l'électro d'ascension, par exemple, améliore les conditions de sécurité de fonctionnement de cet organe.

4° Divers circuits de signalisation ont été ajoutés; ils seront étudiés en même temps que le fonctionnement des organes.

Fonctionnement du relais d'appel et de coupure et du chercheur double (*fig. 32*). — (*N. B.* — Dans tous les schémas qui vont suivre, les contacts commandés par un relais sont désignés par un numéro commençant par le chiffre indicatif du relais; exemple : le contact 42 est commandé par le relais 4.)

L'abonné décroche. — Le relais d'appel et de coupure 4 est excité avec ses deux enroulements en série par le circuit :

Batterie, enroulement de 100^m, enroulement de 1000^m, 44 au repos, ligne de l'abonné appelant, 43 au repos, terre.

Dans ces conditions, le nombre d'ampères-tours du relais 4 est tel que sa première armature seule est attirée, et les contacts de travail 41 et 42 sont seuls fermés (le contact secondaire de repos *b* de 42 restant fermé); le relais 4 est en position d'appel.

41 met sur le troisième fil ou fil privé de la ligne de l'abonné un potentiel un peu inférieur à celui du pôle libre de la batterie (à cause de la perte de charge dans l'enroulement de 100^m) par le contact secondaire de repos *b* de 44.

42 relie le fil de commande commun des chercheurs, par son contact secondaire 42 *b*, à un compteur statistique commun et à la terre.

Mise en marche du chercheur d'appel. — Les fils de commande, venant d'un certain nombre de relais d'appel d'abonné, sont

groupés ensemble, ainsi qu'un fil de renvoi venant du chercheur précédent, et le fil de commande commun ainsi constitué aboutit au ressort 11 du relais 1 d'un chercheur double déterminé, qui est ainsi le chercheur normal de ce groupe d'abonnés. Si ce chercheur est libre, 11 est au repos, et le fonctionnement d'un relais d'appel ferme le circuit suivant :

Batterie, enroulement de 500^m du relais 2, 11 au repos, fil de commande, et la terre du compteur statistique comme ci-dessus.

Le relais 2 attire son armature, ferme en 24 le circuit de l'électro de rotation du chercheur d'appel qui se met à tourner.

Prise de la ligne appelante par le chercheur. — Le balai privé du chercheur est à la terre par 22 au travail et l'enroulement du relais 1. Les contacts privés des lignes d'abonnés au repos sont isolés, mais celui d'une ligne appelante est relié à la batterie, comme nous l'avons vu plus haut, et dès que le balai du chercheur l'atteint, nous avons le circuit :

Batterie, enroulement de 100^m du relais 4 d'appel et de coupure, contact secondaire *b* de 44, 41 au travail, fil privé, 22 au travail et enroulement de 100^m du relais 1. Ce dernier, en fonctionnant, coupe en 12 le circuit de l'électro de rotation, et le chercheur s'arrête.

Le nombre d'ampères-tours dans l'enroulement de 100^m du relais d'appel s'accroît, et il attire ses deux armatures; 43 et 44 viennent au travail, puis les contacts secondaires *b* de 42 et 44 sont ouverts.

Les liaisons de la ligne d'abonné avec la batterie et la terre sont coupées en 44 et 43; le circuit du fil de commande commun est coupé en 42 *b* (de façon à ne pas actionner le chercheur suivant quand le relais 2, d'ailleurs retardé, retombera); le circuit du fil privé, coupé en 44 *b*, a été au préalable rétabli en 44 au travail avec insertion de l'enroulement de 1000^m du relais 4. ce qui est suffisant pour maintenir les deux armatures de 4 au collage et empêche ce relais de chauffer. En même temps, le potentiel mis sur le troisième fil de la ligne d'abonné, tant sur les contacts des chercheurs que des connecteurs, est suffisamment voisin de la terre (1100^m côté batterie, 100^m côté terre) pour que cette ligne soit marquée occupée aux connecteurs, et qu'un autre chercheur en mouvement ne puisse s'y arrêter.

Le relais 4 est alors en position de coupure.

Mise en marche du chercheur secondaire. — Le relais 2, en fonctionnant lors de la mise en marche du chercheur d'appel, a fermé également le circuit suivant :

Batterie, enroulement de l'électro de rotation du chercheur secondaire, répartiteur intermédiaire des chercheurs, 23 au travail, 33 au repos, répartiteur intermédiaire, balai du troisième fil du chercheur secondaire. Si celui-ci est arrêté à ce moment sur une ligne de premier sélecteur libre, le troisième fil est isolé et le chercheur secondaire reste immobile; si la ligne de premier sélecteur est occupée, le troisième fil est à la terre, le circuit de l'électro de rotation est fermé, et le chercheur secondaire se met en mouvement jusqu'à ce qu'il trouve une ligne libre.

L'enroulement de droite du relais 3 est sous courant par l'électro de rotation et 24 au travail, dès qu'il n'est plus court-circuité par la terre du troisième fil, mais sa résistance (1300^{ohm}) est trop élevée pour que l'électro de rotation puisse être excité. Le relais 3 est par ailleurs construit de telle sorte que ses armatures ne sont attirées que quand ses deux enroulements sont sous courant ⁽¹⁾.

Connexion de la ligne appelante avec un sélecteur. — Quand le relais 1 a fonctionné, au moment de la prise de la ligne appelante, il a coupé en 11 le fil de commande commun des abonnés du groupe, et l'a renvoyé sur le chercheur suivant. D'autre part, par 12, il a fermé le circuit suivant :

Batterie, enroulement de gauche de 3, 12 au travail, 24 au travail et terre. Chacun des deux enroulements du relais 3 correspond donc à une des parties du chercheur double, et quand ces deux parties ont terminé leur recherche, les deux enroulements sont sous courant : à ce moment seulement, le relais 3 fonctionne, produisant les effets suivants :

1^o Fermeture du circuit de conversation en 36 et 37 (avec dérivations vers un jack d'essai);

2^o Fermeture du circuit du compteur de conversations en 34;

(1) Le circuit magnétique est en effet fermé dans le noyau du relais lui-même, et quand un seul enroulement est sous courant, il n'y a pas de flux dans l'entrefer; quand les deux enroulements, dont les forces magnétomotrices sur le circuit magnétique fermé sont opposées, sont sous courant, il se forme un pôle conséquent qui attire l'armature.

3^o Ouverture en 31 du circuit de collage du relais 2 (destiné à maintenir 2 si le chercheur d'appel a terminé sa recherche avant le chercheur secondaire);

4^o Mise en relation du balai privé du chercheur secondaire, par 33 au travail, avec l'enroulement de droite de 3 et la batterie de l'électro de rotation.

La fermeture du circuit de conversation met en relation la ligne de l'abonné avec le premier sélecteur pris, et le relais de ligne de celui-ci, fonctionnant, met une terre sur le troisième fil ou fil privé. La présence de cette terre maintient l'enroulement de droite du relais 3 excité lorsque le relais 2 en retombant ouvre en 24 les circuits qui avaient précédemment mis sous courant les deux enroulements de 3; le relais 2 étant retardé, cette coupure n'a lieu qu'après que la terre a été mise sur le troisième fil au premier sélecteur.

L'excitation de l'enroulement de droite de 3 seul suffit à maintenir ses armatures collées pendant toute la conversation. Le relais 1 reste également excité, ainsi que le relais 4 en position de coupure, le contact 35 étant substitué au contact 22, sur le circuit de ces deux relais.

Libération. — A la fin de la communication, la terre sur le troisième fil est coupée au sélecteur, 3 retombe au repos et coupe en 35 le circuit des relais 1 et 4; tous les relais reviennent donc à la position de repos.

Contacts de chaîne. — Quand une ligne auxiliaire allant à un premier sélecteur est occupée, un relais H, dit relais de chaîne, monté sur le troisième fil de cette ligne, ferme un contact de chaîne. Quand toutes les lignes auxiliaires que peut explorer un même chercheur secondaire sont occupées, l'ensemble des contacts ainsi fermés ferme un circuit commun à tous les chercheurs secondaires sur les banes desquels ces lignes sont multipliées; ce circuit passe par 32 au repos, une résistance morte de 1300^{ohms} sur le relais 2, 22 au repos, le relais 1 et la terre. Tous les chercheurs inoccupés, c'est-à-dire pour lesquels 3 et 2 sont au repos, sont ainsi mis hors d'état de fonctionner, leur relais 1 étant excité. On a ainsi l'assurance qu'une ligne d'abonné appelant ne sera pas prise par un chercheur double qui ne peut lui assurer la connexion avec un premier sélecteur libre.

La présence du répartiteur intermédiaire entre le chercheur d'appel

et le chercheur secondaire, permet de relier les chercheurs d'appel explorant un même groupe de 50 abonnés, à des chercheurs secondaires explorant des groupes différents de lignes auxiliaires; de cette façon, et grâce au jeu des contacts de chaîne, un abonné qui peut être pris par n chercheurs doubles explorant chacun un groupe de N lignes auxiliaires différent, peut être mis en relation avec la première libre de ces $N \times n$ lignes auxiliaires.

Une autre série de contacts de chaîne est fermée, par les contacts 13, quand tous les chercheurs d'appel d'un même groupe d'abonnés sont immobilisés; cette série ferme un circuit de signalisation et, au besoin, actionne un compteur statistique.

Cas de l'abonné appelé. — Quand l'abonné est appelé, une terre est mise au connecteur sur le troisième fil; l'enroulement de 100 ohms du relais 4 est excité d'abord seul par 44 b au repos, ce qui attire les deux armatures de 4 et le met en position de coupure, puis en série avec l'enroulement de 1000 ohms pour le maintien dans cette position.

Commande échelonnée des chercheurs d'appel. — Nous avons vu qu'un certain nombre de relais d'appel et de coupure avaient leurs fils de commande groupés et aboutissant à un même chercheur; si n est le nombre de chercheurs qui peuvent explorer les 50 abonnés d'un même groupe, ce nombre de relais d'appel sera de $\frac{50}{n}$. Si le chercheur normal de ces $\frac{50}{n}$ abonnés est occupé, le fil de commande est renvoyé au chercheur suivant (qui est le chercheur normal des $\frac{50}{n}$ abonnés suivants) et ainsi de suite; un appel quelconque mettra donc en marche le premier des n chercheurs trouvé libre par le renvoi successif des fils de commande.

FONCTIONNEMENT DU SÉLECTEUR (fig. 33).

Ascension. — Quand la ligne d'un abonné appelant est reliée à un premier sélecteur, le relais 1 de celui-ci est excité en même temps qu'une tonalité spéciale est envoyée sur la ligne indiquant à l'abonné qu'il peut manœuvrer son disque; un courant se ferme sur la batterie centrale à travers un relais de supervision commun (en 3'), l'enroulement de l'électro d'ascension, le contact de travail 11 du

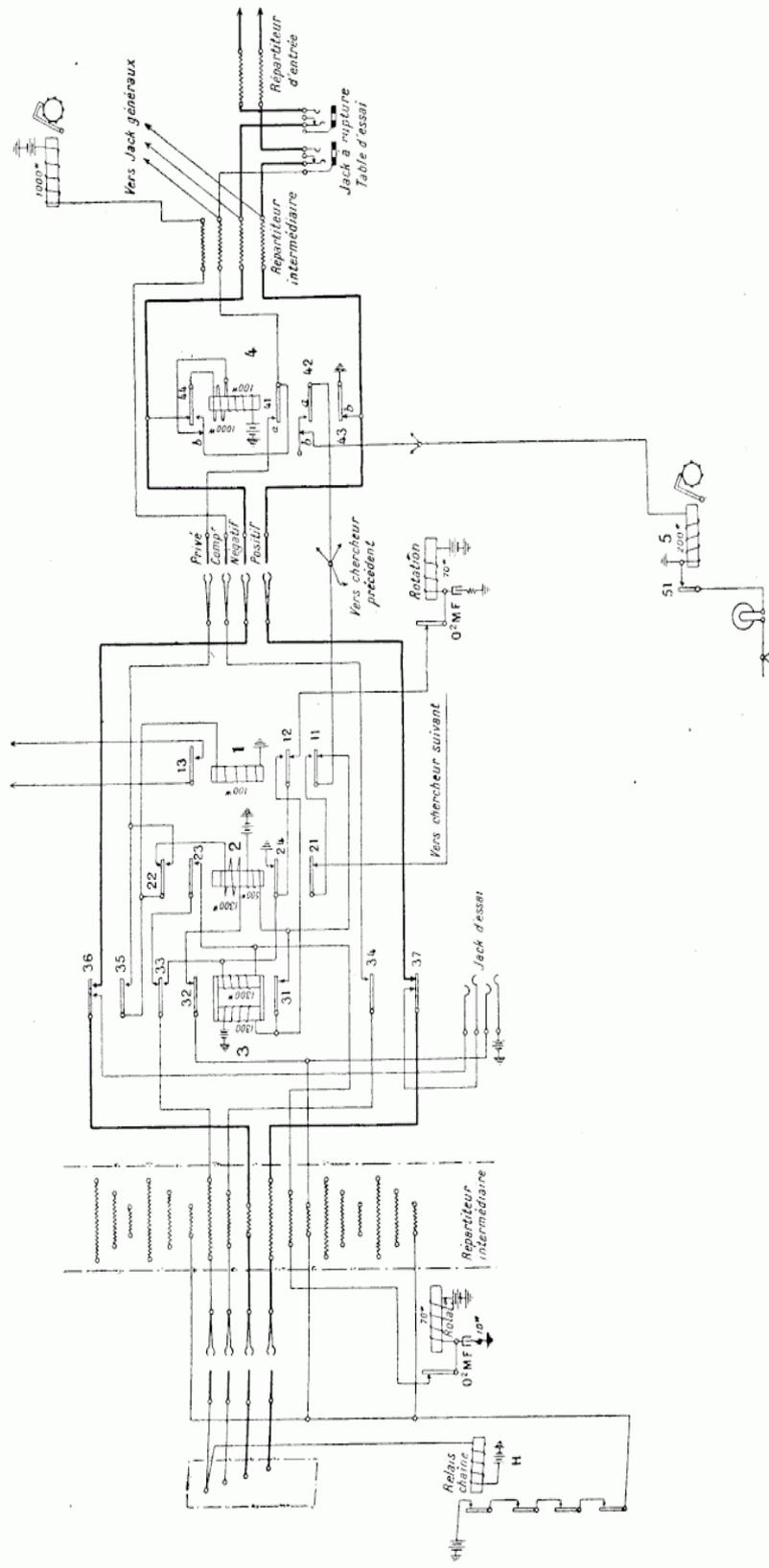


Fig. 32. — Chercheur double (p. 74).

relais 1, l'enroulement de 800^m du relais 2 et la terre en 41. L'électro d'ascension ne fonctionne pas, à cause de la résistance de ce circuit, mais le relais 2 est excité. Il met en 22 une terre sur le troisième fil venant du chercheur secondaire, ce qui assure l'occupation de la ligne. La fermeture de 21 n'a pour l'instant aucun effet utile, l'enroulement du relais 3 étant court-circuité par le contact de travail de 11.

Quand l'abonné manœuvre son disque, le relais 1 retombe à chaque ouverture du circuit de ligne; le relais 2 est aussi court-circuité par intermittence, ce qui n'a pas d'effet sur ses armatures puisqu'il est retardé, et il reste au collage; l'électro d'ascension trouve, chaque fois que retombe 11, son circuit fermé par l'enroulement, de faible résistance, du relais 3, le contact de travail du relais 2, 11, 41 et la terre; il fait donc monter l'arbre d'autant de niveaux que le circuit de ligne a été ouvert de fois.

Rotation. — Pendant l'envoi des impulsions d'ascension, le relais 3, à fonctionnement retardé, a été excité de façon continue, ce qui a fermé en 31 le circuit du relais 5, par un contact d'arbre X, fermé dès que l'arbre du sélecteur a commencé à monter, 31, 22 et la terre. La fermeture du contact 52 prépare le circuit de l'électro de rotation, qui reste ouvert en 31 pendant l'ascension.

Dès que cesse l'envoi des impulsions, les relais 1 et 2 restent excités, mais 3 retombe, et le circuit de l'électro de rotation est fermé. Le circuit du relais 5 reste fermé par un de ses propres contacts, 51.

L'arbre se met à tourner, et le frotteur du troisième fil vient en contact avec le troisième fil de la première ligne auxiliaire.

Premier cas. — La première ligne auxiliaire est libre; il n'y a pas de terre sur son troisième fil. L'électro de rotation, après avoir fait faire un premier pas à l'arbre, attire sa propre armature et ouvre un contact placé sur le circuit de collage du relais 5, qui retombe. Le circuit de l'électro de rotation est ouvert en 52, et l'arbre cesse de tourner.

D'autre part, le circuit du relais 4, jusqu'à présent court-circuité en 51, est fermé par la batterie, l'enroulement du relais 5, le contact de repos de l'électro de rotation, qui est retombé, l'enroulement

(de 1300^m) du relais 4, un contact de repos Y et la terre du troisième fil en 22. La grande résistance de ce circuit empêche le relais 5 de fonctionner à nouveau mais 4 est excité, ce qui provoque les diverses modifications de circuit suivantes :

43 et 44 sont attirés, ce qui assure la continuité du circuit de conversation, et coupe le circuit du relais 1, qui retombe;

41 est ouvert, ce qui ouvre le circuit du relais 2, qui retombe également mais avec un certain retard;

42 assure la continuité du troisième fil qui, par le frotteur, va trouver une terre sur le connecteur ou sélecteur suivant, par le fonctionnement des relais de cet organe, avant que celle qu'assurait le fonctionnement du relais 2 lent soit retirée.

Le relais 4 reste excité par cette terre pendant toute la durée de la connexion.

Deuxième cas. — La première ligne auxiliaire est occupée. Dans ce cas, il y a une terre sur son troisième fil. Quand l'armature de l'électro de rotation retombe après le premier pas, par suite de l'ouverture du circuit de collage du relais 5, le circuit du relais 5 se ferme de nouveau par le contact de repos de l'électro, 42 et la terre que trouve le frotteur du troisième fil; le relais 4 reste court-circuité: 5 fonctionne et ferme de nouveau le circuit de l'électro de rotation, qui fonctionne ainsi pas à pas jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de terre sur un troisième fil, et nous retombons au cas précédent.

Troisième cas. — Toutes les lignes auxiliaires sont occupées. Arrivé à sa onzième position de rotation, l'arbre actionne les contacts Y, ce qui a pour effet d'une part d'ouvrir le circuit du relais 4 et de l'empêcher de fonctionner, d'autre part d'envoyer une tonalité d'occupation sur la ligne d'abonné.

Libération. — A la libération, la terre du troisième fil est supprimée, le relais 4 retombe, et le circuit de l'électro de libération est fermé par les contacts X, 21, 11 et 41; l'arbre retombe, ouvre les contacts X et tout revient au repos.

Libération prématurée. — Si l'abonné demandeur raccroche pendant que sa ligne est encore reliée uniquement à un premier sélecteur, le relais 1, puis le relais 2 retombent; si l'arbre vertical s'est

déjà déplacé, les contacts X sont fermés, le circuit de l'électro de libération est fermé comme ci-dessus.

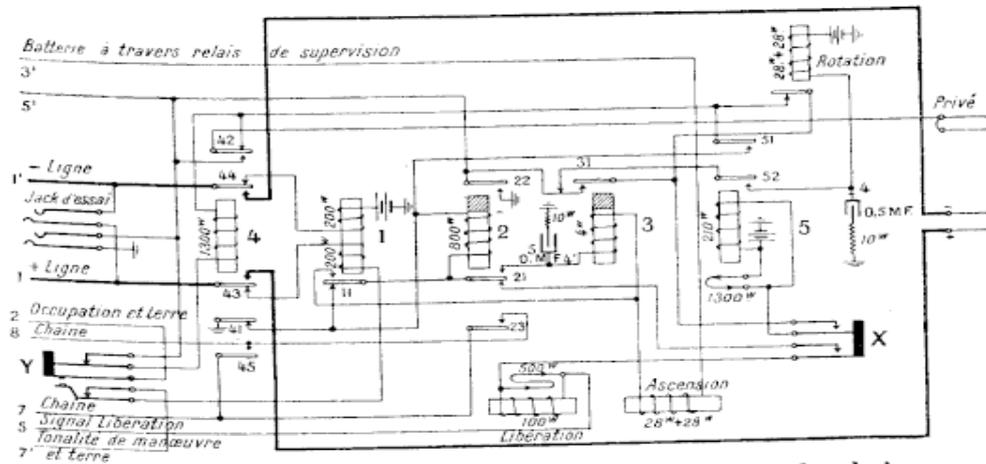


Fig. 33. — Schéma du sélecteur normal avec contacts de chaîne.

Signalisation. — Des circuits de signalisation sont fermés :

1° Quand l'abonné tarde à transmettre la série d'impulsions qui doit actionner le sélecteur, le courant qui alimente le circuit de l'électro d'ascension, venant d'un relais de supervision commun qui actionne un signal différé.

2° Quand l'arbre n'est pas revenu en fin de communication à sa position normale; les contacts X restent en effet fermés, et le circuit de l'électro de libération se ferme à travers un relais de signalisation commun.

Enfin, des contacts de chaîne sont fermés pendant l'occupation du sélecteur, c'est-à-dire quand le relais 2 ou le relais 4 sont excités, par le contact 23 ou le contact 45. Lorsque tous les sélecteurs d'un même groupe sont occupés, le circuit des contacts de chaîne actionne un signal et un compteur statistique.

Circuit de comptage. — Lorsque le système comporte un compteur de conversation, celui-ci est actionné par la réponse du demandé. A ce moment, comme nous le verrons dans la description du connecteur, celui-ci envoie le courant d'une batterie supplémentaire sur le troisième fil.

Le premier sélecteur comporte, dans ce cas, un relais supplémentaire, le relais 6 (fig. 34), qui a deux enroulements égaux. Avant que

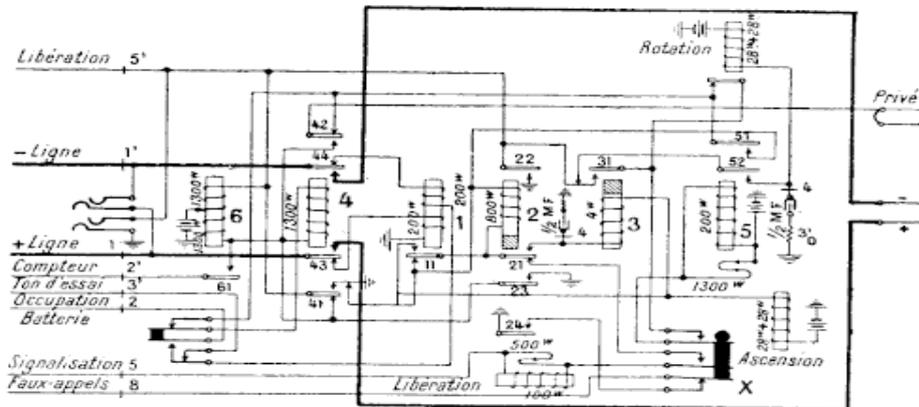


Fig. 34. — Premier sélecteur avec comptage par survoltage sur le 3^e fil.

le relais 4 n'ait fonctionné, le circuit de ces deux enroulements est fermé pour le premier par la terre en 22 et pour le second par la terre en 23, leur action s'annule et l'armature reste au repos; quand le relais 4 a fonctionné, le circuit du premier est encore fermé, en 41 cette fois, et celui du second par la terre du troisième fil; mais au moment du décrochage du demandé, le voltage d'une batterie supplémentaire est appliqué sur ce troisième fil, l'action des deux enroulements ne s'annule plus et le relais 6 attire son armature, qui ferme le circuit du compteur de conversations (voir schéma du chercheur double, fig. 32).

Recherche des faux appels. — Quand un système de recherche des faux appels est utilisé, le premier sélecteur comporte une armature supplémentaire du relais 2; cette armature ferme en 24 un circuit qui, par un des contacts de repos X, va mettre en marche le système en question, lorsque le premier sélecteur est pris sans qu'aucune impulsion lui soit envoyée.

FONCTIONNEMENT DU CONNECTEUR (fig. 35).

Quand un connecteur est relié à la ligne d'un abonné appelant :
Le relais d'alimentation 1 est excité par la batterie centrale, les

contacts de repos 43 et 44 du relais 4, et la ligne bouclée sur le poste du demandeur;

Le relais 2 qui prépare le circuit d'ascension est excité par la batterie, l'enroulement de l'électro d'ascension, le contact de travail 11 de 1, l'enroulement de 2 et la terre; la grande résistance (1300^m) du relais 2 empêche l'électro d'ascension de fonctionner; une terre est mise en 22, par l'intermédiaire d'un contact de repos de 7, sur le troisième fil venant du sélecteur, marquant ainsi l'occupation du connecteur et de la ligne qui y aboutit.

Ascension. — Quand l'abonné envoie l'avant-dernière série d'impulsions, le relais 1 laisse retomber son armature à chaque ouverture du circuit; 11 retombe et court-circuite l'enroulement de 2, ce qui n'empêche pas celui-ci de rester au collage.

A la première ouverture du circuit de ligne, le circuit de l'électro d'ascension se ferme par l'enroulement de faible résistance (4^m) du relais 3, un des contacts d'arbre X, 21 au travail, 11 au repos et la terre; le relais 3 est excité et reste collé pendant les fermetures du circuit des impulsions par suite de son dispositif de retardement; l'électro d'ascension attire son armature à chaque ouverture et fait mouvoir l'arbre porte-balais, qui s'élève d'autant de niveaux qu'il y a d'ouvertures du circuit des impulsions; l'arbre, en se déplaçant, fait passer les contacts X du repos au travail; quand les impulsions de l'avant-dernier chiffre sont terminées, 11 reste au travail, le relais 3 retombe et prépare, par 31 au repos, le circuit de l'électro de rotation; le relais 2 reste excité.

Rotation. — Quand l'abonné fait la transmission du dernier chiffre, le circuit de l'électro de rotation est fermé à chaque ouverture par 102 au repos, 81 au repos, l'enroulement de 4^m du relais 5, 31 au repos, un contact de X au travail, 21 au travail et 11 au repos; l'arbre porte-balais tourne d'autant de pas qu'il y a d'ouvertures.

En même temps, le relais 5 est excité pendant les impulsions de rotation, et prépare en 52 le circuit du relais de test 8.

Test. — *Premier cas.* — Le demandé est occupé.

Si, à la fin des impulsions de rotation, le balai du troisième fil trouve le demandé occupé, et par suite une terre sur son troisième fil,

le circuit du relais 8 est fermé par 52 au travail et cette terre; quand 5 retardé retombe, le circuit du contact de travail 52 est remplacé par 52 au repos, 84 au travail et la terre en 23, et le relais 8 reste excité. Il coupe en 81 le circuit de l'électro de rotation, et met, par 85 au travail et 101 au repos, la tonalité d'occupation sur la ligne du demandeur.

Deuxième cas. — Le demandé est libre.

Il n'y a pas de terre sur le troisième fil de la ligne du demandé; mais, au contraire, la batterie par l'enroulement de son relais de coupure; le circuit du relais 10 est fermé par cette batterie, le balai du troisième fil, l'enroulement de 10, 82 au repos, 51 quand 5 retombe, 22 au travail et la terre; 10 est excité et ferme en 104 et 105 le circuit de conversation.

Appel. — Le courant d'appel ⁽¹⁾ est alors envoyé sur la ligne de l'abonné demandé par l'enroulement de 200^m du relais 6, le contact 63, la ligne du demandé et la terre en 62. Le demandeur entend par induction l'envoi du courant d'appel grâce au second enroulement de 6, induit du premier, un enroulement du relais 4, un fil de ligne, coupé par un condensateur, l'autre fil et le relais 1.

Le courant d'appel est interrompu par des intermittences de courant continu; quand l'abonné demandé décroche, le courant continu passe à la première interruption dans l'enroulement du relais 6, qui est insensible au courant alternatif, et le fait fonctionner.

Connexion. — Le relais 6 en fonctionnant, ferme en 62 et 63 le circuit de conversation, coupe en 63 le circuit d'appel, se maintient excité par son enroulement de 1300^m, 61 et la terre en 23.

Le relais d'alimentation du demandé 4 est excité par la batterie, son premier enroulement, la ligne du demandé (dont le circuit vient de se fermer en 62 et 63), son second enroulement et la terre.

Le relais 4, en fonctionnant, inverse en 43 et 44 les connexions entre le relais 1 et la ligne du demandeur, ce qui inverse sur celle-ci le sens du courant de la batterie centrale; les deux abonnés sont

(1) Dans les petits bureaux, ou aux heures de faible trafic, le générateur d'appel a été mis en marche au moment où le connecteur a commencé son mouvement d'ascension, par un fil commun, 64 au repos et un contact d'arbre Y.

alors alimentés, le demandeur par 1 et le demandé par 4, et la conversation peut avoir lieu.

Pendant la conversation, outre les relais d'alimentation 1 et 4, les relais 2, 6 et 10 restent excités, ce dernier par son contact de travail 103 et la terre en 23.

Comptage. — Au moment de la réponse du demandé, le contact du relais de comptage 7 est fermé par 83 au repos, 42 au travail, 64 au travail, un contact X et la terre; 7 en fonctionnant ouvre en 71 le circuit du troisième fil venant des sélecteurs et du chercheur double, puis y intercale le circuit d'une batterie de survoltage de 10 volts; en même temps, le circuit du relais 8 se ferme en 72, ce qui coupe en 83 le courant de 7, qui retombe après un temps suffisant pour que le compteur du demandeur, branché sur le circuit du troisième fil, puisse marquer une unité.

Le relais 8 reste collé par 52 au repos et 84 au travail et empêche le relais 7 de fonctionner à nouveau.

Libération. — A la fin de la conversation, deux cas peuvent se présenter :

1° Le demandeur raccroche le premier :

Les relais 1, puis 2 retombent, ce dernier avec un certain retard parce qu'il est court-circuité; dans l'intervalle, un circuit s'est fermé par l'électro de rotation (qui ne peut fonctionner à cause de la résistance de ce circuit), 102 au travail, 81 au travail, le relais 5, 31 au repos, un contact X, 21 au travail et 11 à la terre; 5, qui s'est excité, ne retombe qu'un certain temps après 2, étant lui aussi retardé; entre le retour au repos de 2 et celui de 5, la terre est coupée sur le circuit du troisième fil venant des sélecteurs, les contacts 22 étant au repos et 51 au travail.

Les sélecteurs et le chercheur double reviennent alors au repos, libérant la ligne de l'abonné demandeur. Mais la ligne de l'abonné demandé reste prise par le connecteur, l'électro de libération de celui-ci ayant son circuit coupé en 41; d'autre part, la terre sur le troisième fil étant remise par 51 au repos, 82 au travail et 22 au repos dès que 5 retombe, le connecteur resté en prise est de nouveau marqué occupé et ne peut être pris par un autre sélecteur.

Quand le demandé raccroche à son tour, le circuit de l'électro de

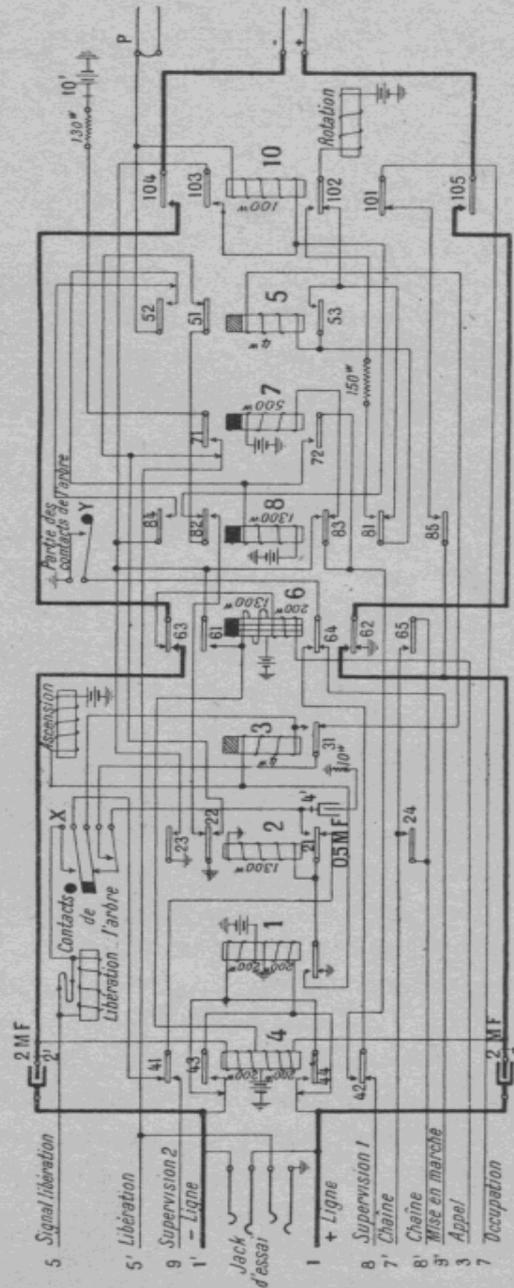


Fig. 35. — Schéma du connecteur normal avec comptage par survoltage sur le 3^e fil.

libération est fermé par un contact X, 41 au repos, 21 au repos, et 11 au repos, et le connecteur revient à sa position normale.

2° Le demandé raccroche le premier :

Un circuit de supervision est fermé par 42 au repos, 64 au travail et un contact de l'arbre.

La déconnexion totale a lieu quand le demandeur raccroche à son tour, comme ci-dessus.

Supervision et contact de chaîne. — Un premier circuit de supervision est fermé, comme nous venons de le voir, quand le demandé a raccroché et que le demandeur reste à l'appareil.

Un second circuit est fermé par 41 au travail, 21 et 11 au repos, quand le demandeur ayant raccroché, le demandé, toujours décroché, reste pris au connecteur.

Enfin le circuit de l'électro de libération est fermé, comme d'habitude, sur un signal d'alarme différé, qui fonctionne quand le connecteur tarde à revenir à sa position normale.

Un contact de chaîne est fermé quand le relais 2 ou le relais 6 sont excités, c'est-à-dire quand le connecteur est occupé soit normalement, soit sur demandé après raccrochage du demandeur; quand tous les connecteurs d'une centaine sont occupés, le circuit des contacts de chaîne actionne un compteur statistique.

CONNECTEUR ROTATIF.

Les abonnés à plusieurs lignes sont répartis dans des centaines spéciales desservies par des connecteurs spéciaux, appelés *connecteurs rotatifs*, dont le principe est le même que celui qui a déjà été décrit dans le Chapitre précédent.

Les banes comportent quatre contacts par ligne, et les connecteurs quatre balais. Pour toutes les lignes d'un même abonné, les deux contacts autres que ceux des fils de conversation sont reliés tous deux au troisième fil de chacune des lignes, sauf pour la dernière qui doit donner l'occupation, et où un seul de ces deux contacts est relié au troisième fil, l'autre étant isolé.

Le numéro porté à l'annuaire est celui qui correspond à la première ligne. Quand le connecteur y arrive, ses balais dits *privés* (P_1 et P_2) trouvent la terre sur les deux contacts reliés au troisième fil de cette ligne, si elle est occupée. Nous avons alors les circuits suivants :

Batterie, relais 10, 53 au travail (avant que 5 retardé ne retombe), et terre sur P₂.

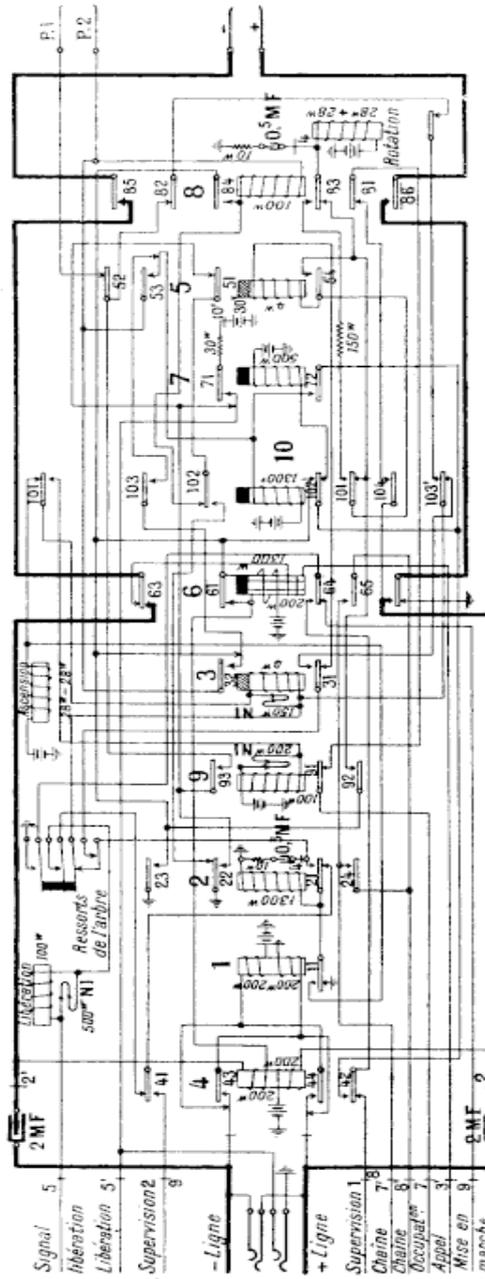


Fig. 36. — Schéma d'un connecteur rotatif avec comptage par survoltage sur le 3^e fil.

Le relais 10 est excité et se maintient au collage, quand 5 retombe par :

Batterie, relais 10, 53 au repos, 103 au travail, 32 au repos, 23 au travail et la terre.

D'autre part, quand 5 retombe et 10 est collé, nous avons :

Batterie, relais 9, 101' au travail, relais 3, 103' au travail, contact de repos de l'électro de rotation, 82 au repos, 52 au repos et la terre du contact du troisième fil sur P₁.

Les relais 9 et 3 s'excitent tous deux; l'armature 32 de 3 substitue à la terre de maintien du relais 10, qui lui venait par 23, la terre de P₂; le relais 9 ferme le circuit de l'électro de rotation par 83 au repos, 92 au travail, 23 au travail et la terre.

L'électro de rotation attire son armature et fait tourner les balais d'un contact, en même temps qu'il coupe à son contact de repos, le circuit des relais 3 et 9.

Si la deuxième ligne est encore occupée, il y a encore une terre sur P₁ et P₂, les mêmes fermetures de circuit se produisent et l'électro de rotation tourne encore d'un pas, et ainsi de suite, le relais 3, retardé, restant au collage et maintenant 10 collé.

Quand le connecteur trouve une ligne libre, il n'y a plus la terre sur le troisième fil, 10 ne fonctionne pas avant que 5 retombe, et la suite de la connexion a lieu comme pour le connecteur normal.

Si toutes les lignes sont occupées, le connecteur trouve, en arrivant sur la dernière, une terre sur P₂ seulement, et P₁ est isolé; dans ces conditions, le circuit des relais 3 et 9 ne peut se fermer. Le demandeur reçoit l'occupation par 91 au repos, 81 au repos, 104 au travail, un fil de ligne, le poste du demandeur, l'autre fil de ligne et la batterie du relais 1.

Les autres fonctions du connecteur rotatif sont semblables à celles du connecteur normal.

INSTALLATIONS ACCESSOIRES.

Il serait trop long de décrire ici toutes les installations accessoires d'un grand central automatique. Elles sont susceptibles de varier à la demande des services d'exploitation, et leurs transformations sont incessantes. Les plus importantes d'entre elles : installations de supervision, d'essais, d'énergie, etc., ont été décrites sommairement dans le Chapitre précédent et les principes de leur réalisation restent toujours les mêmes. Nous nous bornerons à décrire ici le nouveau

répétiteur, dont le fonctionnement est intimement lié à celui des organes de sélection, et le système de recherche automatique des faux appels récemment réalisé en France.

RÉPÉTITEUR.

Le répétiteur est un organe qui se place sur les lignes auxiliaires réunissant deux bureaux centraux d'un même réseau, au bureau de départ, et qui a pour but :

1^o De séparer l'alimentation en courant microphonique des deux abonnés (qui, dans un réseau à un seul bureau, sont alimentés tous deux par le connecteur), de façon que chacun d'eux soit alimenté par son bureau d'attache, tout en assurant la transmission des impulsions et des signaux nécessaires d'un bureau à l'autre ;

2^o De ramener le nombre des fils de la ligne auxiliaire de trois à deux ;

3^o De marquer occupée au départ une ligne auxiliaire qui se trouve immobilisée à l'arrivée par suite de dérangement, d'essai, de fonctionnement de relais de chaîne, etc.

Dans le système qui vient d'être décrit, où le compteur de conversations fonctionne par survoltage, chaque répétiteur se compose de sept relais et de deux condensateurs.

Fonctionnement du répétiteur. — Quand la ligne auxiliaire sur laquelle est intercalé le répétiteur, est prise par un sélecteur au bureau de départ, le relais 1 du répétiteur est excité par la batterie centrale et la boucle de la ligne de l'abonné demandeur, et ferme en 11 le courant du relais 2 ; celui-ci :

a. Prépare en 23 le circuit du relais 3 qui reste court-circuité par 11 au travail ;

b. Met en 21 la terre de maintien (par 71 au repos) sur le troisième fil venant du sélecteur ;

c. Polarise en 22 le relais 5 par un enroulement de 2000 ohms ;

d. Ferme en 24 le circuit de la ligne auxiliaire sur l'enroulement de 500 ohms du relais 5, par 31 au repos, 41 au repos, et 12 au travail, ce qui a pour effet d'exciter le relais de ligne du sélecteur qui termine la ligne auxiliaire au bureau d'arrivée (l'enroulement de 500^{ohms} détruit l'action de l'enroulement de 2000^{ohms} et 5 n'est pas excité). Quand

L'abonné demandeur envoie ses impulsions, 11 retombe à chaque ouverture du circuit, ce qui court-circuite le relais 2 et décourt-circuite le relais 3; le relais 2 reste néanmoins collé pendant toute la durée des impulsions, et le relais 3 s'excite et reste également collé pendant la durée des impulsions pour retomber après que 11 est revenu définitivement au travail.

A chaque ouverture du circuit côté demandeur, le relais 1 ouvre en 12 le circuit du relais de ligne du sélecteur d'arrivée, de sorte que les

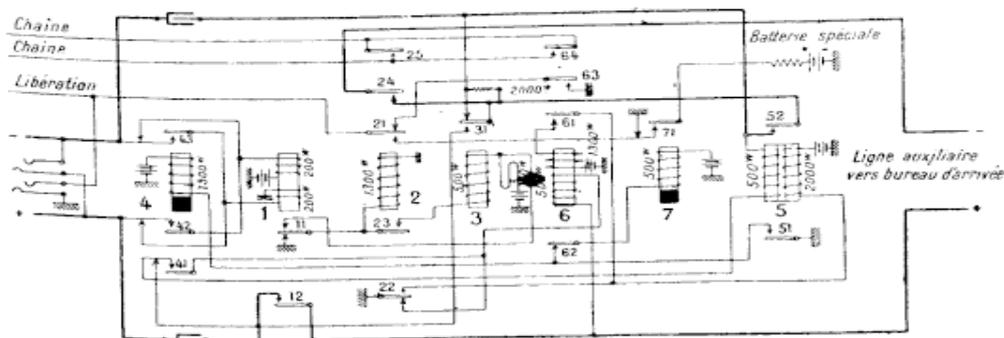


Fig. 37. — Répéteur dans un sens avec comptage par survoltage.

impulsions lui sont fidèlement transmises; en même temps, le relais 3 court-circuite en 31 l'enroulement de 500^m de 5, de façon à rendre plus franches les fermetures de circuit pendant les impulsions.

Quand l'abonné demandé répond, le sens du courant change dans l'enroulement de 500^m du relais 5, l'action des deux enroulements devient concordante; le relais 5 s'excite et ferme en 51 le circuit du relais 4, qui inverse en 42 et 43 les connexions du relais 1, et par suite change le sens du courant du côté du demandeur.

De plus, l'armature 41 de 4 insère en série les deux enroulements, de 500^m de 5 et de 500^m de 6, sur le circuit de la ligne auxiliaire vers le bureau d'arrivée.

D'autre part, au moment où 5 a fonctionné (à la réponse du demandé), le relais 7 a été excité par 62 au repos et 51 au travail, et a eu le temps d'attirer son armature avant que 4 (retardé) n'ait fermé le circuit de 6 et que celui-ci ait ouvert en 62 le circuit de 7.

Le relais 7 n'est donc excité qu'un instant; mais, comme il est retardé, son armature reste attirée suffisamment longtemps pour que la batterie spéciale de comptage, qui est mise en 71 sur le troisième

fil côté demandeur, ait eu le temps d'actionner le compteur de conversations.

Le relais 6, après avoir fonctionné sous l'action de la batterie du bureau d'arrivée, reste au collage par 61 et 22 et son enroulement de 1300^m.

Quand le demandé raccroche, le sens du courant est de nouveau inversé dans l'enroulement de 500^m de 5; 5 retombe, puis 4, mais 6 reste au collage.

Quand le demandeur raccroche, 1 retombe, puis 2, tous les organes reviennent au repos, et la terre est enlevée sur le troisième fil, libérant les sélecteurs et chercheurs.

Une résistance de 2000^m shunte le contact 31 pour éviter l'ouverture du circuit de la ligne auxiliaire (côté bureau d'arrivée) à l'excitation de 3.

Lorsqu'on veut occuper une ligne auxiliaire à partir du bureau d'arrivée, on met la batterie sur l'un des fils de ligne, le fil marqué +; l'enroulement de 500^m du relais 6 est alors excité par 22 au repos et la terre; le relais 6 fonctionne et met en 63 une terre sur le troisième fil, marquant ainsi la ligne occupée sur les bancs des sélecteurs de départ.

RECHERCHE AUTOMATIQUE DES FAUX APPELS.

Lorsque le circuit d'une ligne d'abonné reste fermé sans qu'il y ait appel, soit parce que le récepteur reste décroché, soit par suite d'une fausse manœuvre dans un tableau d'abonné, soit par suite d'une terre ou d'un court circuit en ligne, on dit qu'il y a faux appel. Quand un faux appel se produit, le présélecteur ou le chercheur, et le chercheur secondaire s'il y a lieu, fonctionnent comme à l'ordinaire et immobilisent un premier sélecteur, qui reste pris sans recevoir d'impulsion. Il est nécessaire que l'attention du personnel de surveillance soit attirée sur les faux appels, car d'une part la plupart des dérangements de lignes et de postes d'abonné ne se signalent pas d'autre façon, et d'autre part, il en résulte une immobilisation indue d'organes de connexion, qui diminue le nombre de ces organes accessibles aux appels normaux.

La plupart du temps, l'attention du personnel de surveillance est attirée par un signal différé qui fonctionne un certain temps après que le premier sélecteur est immobilisé sans recevoir d'impulsion.

Du premier sélecteur, le mécanicien doit remonter à la ligne d'abonné cause du faux appel, en recherchant d'abord quel est le chercheur ou présélecteur secondaire qui a pris la ligne du premier sélecteur

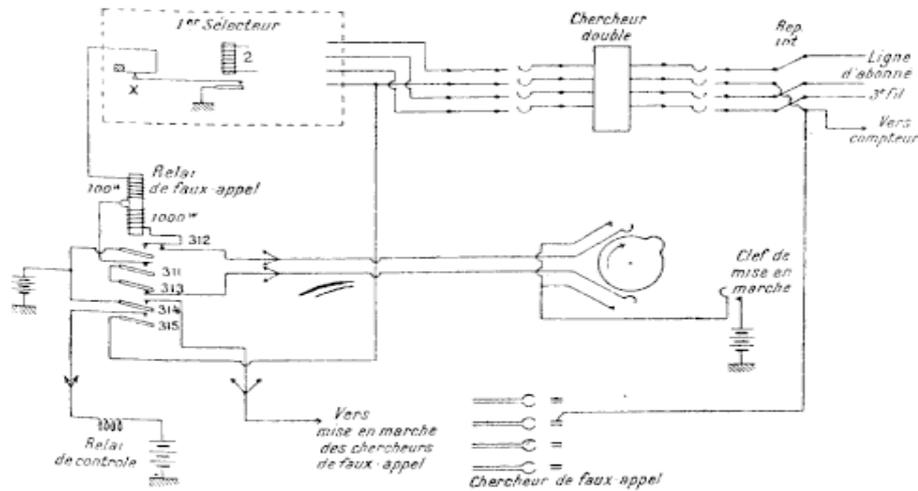


Fig. 38. — Dispositif de recherche automatique des faux appels (schéma de principe).

signalé, et ensuite quel est le présélecteur primaire qui a pris ce présélecteur secondaire, ou sur quelle ligne d'abonné est arrêté le chercheur d'appel correspondant au chercheur secondaire.

Ces recherches sont facilitées par une bonne disposition du numérotage et par l'adjonction aux organes tournants d'un disque numéroté sur lequel un index indique la position dans laquelle l'organe s'est arrêté; mais elles sont néanmoins assez longues dans les grandes installations, lorsque la recherche est double (cas de chercheurs ou présélecteurs secondaires), et il est intéressant de les remplacer par un dispositif automatique.

Voici quel est le dispositif réalisé par la Compagnie Française Thomson-Houston :

Nous avons vu, dans la description du fonctionnement du premier sélecteur, qu'un circuit est fermé par un contact d'arbre X au repos et une armature du relais 2 au travail (voir fig. 34), quand un premier sélecteur est immobilisé par un appel entrant, ou un faux appel, avant le commencement des impulsions.

Ce circuit aboutit à un relais, dit *relais de faux appel*, spécial à

chaque premier sélecteur, et constitué à peu près comme un relais combiné d'appel et de coupure d'abonné; il comporte deux armatures et deux enroulements, l'un de 1000^m, l'autre de 100^m; d'autre part, deux fils communs, A et B, viennent d'un commutateur tournant qui, lorsqu'une clef dite *clef de mise en marche* est abaissée, met le potentiel de la batterie centrale alternativement sur le fil A, puis sur le fil B, avec un intervalle de 30 secondes dans le sens AB.

Lorsqu'une terre est mise au premier sélecteur sur le circuit de faux appel, la première mise à la batterie du fil A ferme le circuit suivant :

Batterie, commutateur tournant, fil commun A, contact de repos 312 du relais de faux appel, enroulement de 1000^m, enroulement de 100^m, contact d'arbre X au repos du premier sélecteur, contact 2 au travail, terre.

Dans ces conditions, seule l'armature à faible force antagoniste du relais de faux-appel est attirée et les ressorts 312 et 311 sont seuls déplacés; le contact de travail 312 substitue à la batterie venant du fil A et du commutateur tournant une batterie fixe, de façon à coller l'armature faible, et le contact 311 met l'enroulement de 100^m en liaison directe avec le fil commun B.

Au bout de 30 secondes, si la terre a persisté au premier sélecteur sur le circuit de faux appel, 311 et 312 sont toujours fermés, et le commutateur tournant met la batterie sur le fil B; le relais de faux appel est alors excité par son enroulement de 100^m et attire ses deux armatures; tous les ressorts sont mis au travail : 313 coupe le circuit de l'enroulement de 100^m (l'action des deux enroulements en série suffisant à maintenir les deux armatures au collage); 314 ferme le circuit de mise en marche du dispositif de recherche automatique; 315 met sur le quatrième balai du premier sélecteur la batterie à travers l'enroulement de faible résistance d'un relais de contrôle; ce quatrième balai est en liaison métallique, à travers le chercheur double, avec le fil de compteur de la ligne d'abonné qui a immobilisé le premier sélecteur.

Le dispositif de recherche automatique consiste en chercheurs analogues aux chercheurs d'appel, associés avec des relais et des lampes indicatrices. Chaque chercheur comporte, comme nous le savons, 8 rangées semi-circulaires de 25 contacts; comme un seul contact par ligne suffit à la recherche, un même chercheur peut

explorer 200 lignes, quatre fois $25 = 100$ au cours d'une demi-rotation et 100 autres au cours de la demi-rotation suivante.

Le fil de compteur de chaque abonné est renvoyé en dérivation sur un contact d'un chercheur; le nombre total des chercheurs est de cinq fois celui des milliers de lignes d'abonné en service.

Dès que le dispositif de recherche automatique est actionné, le premier chercheur du premier mille est mis en marche, et s'il ne rencontre pas sur l'un de ses contacts le potentiel de la batterie à travers une faible résistance, il revient jusqu'à sa position de repos, où il ferme des contacts de came qui mettent en marche le chercheur suivant, et ainsi de suite.

En même temps que les chercheurs sont actionnés, des commutateurs de contrôle et des relais qui, au moyen de connexions qu'il serait trop long de décrire en détail, commandent un jeu de lampes numérotées. Lorsque le potentiel de faux appel est trouvé, le numéro du chercheur en prise, la position dans laquelle il s'est arrêté, et le numéro d'ordre de celui de ses 8 balais qui a trouvé le potentiel, permettent de déterminer le numéro de la ligne de faux appel au moyen d'un système de traduction automatique qui allume les lampes correspondant au numéro d'appel de l'abonné.

On peut alors couper la ligne d'abonné ainsi trouvée au répartiteur, ce qui libère les organes de connexion immobilisés, et la renvoyer à la table d'essais. Une clef de remise en marche permet de continuer le mouvement du dispositif s'il y a d'autres lignes en faux appel.

Si le faux appel disparaît à un instant quelconque de la recherche, la ligne n'est pas signalée.

SYSTÈME DE L'A. T. M. CO, DE LIVERPOOL.

Le système de l'Automatic Telephone Manufacturing Co, de Liverpool, est très voisin de celui que nous venons de décrire (système de la Compagnie Française Thomson-Houston). Les sélecteurs et connecteurs sont du même type. La principale différence est que ce système n'utilise pas de chercheurs doubles, mais des présélecteurs rotatifs, analogues à ceux qui ont été installés à Orléans, et à ceux qu'installe actuellement la Société Industrielle des Téléphones, à Rennes et à Vichy.

Présélecteur rotatif. — Cet organe est basé sur le même principe que le chercheur d'appel, décrit antérieurement; mais comme il est monté en présélecteur, c'est-à-dire affecté individuellement à chaque libre d'abonné, et cherche une ligne auxiliaire libre, sa capacité peut être maintenue à 25. Il ne comporte donc que 4 séries de 25 contacts, et les deux groupes de balais diamétralement opposés sont réunis métalliquement balai à balai, de façon que la recherche d'une ligne auxiliaire est continue et ininterrompue, un groupe de balais s'engageant sur les premiers contacts dès que le groupe opposé quitte les 25^{es}.

A part cette différence, la réalisation mécanique du présélecteur rotatif est la même que celle du chercheur d'appel.

A chaque présélecteur sont associés deux relais, montés l'un B comme un relais d'appel d'un multiple à batterie centrale, l'autre A comme un relais de coupure. Mais l'armature du relais A peut prendre trois positions : une position de repos, où les deux fils de ligne sont reliés aux deux pôles de la batterie par l'intermédiaire du relais B, comme dans un multiple ordinaire; une position de travail, où ces deux fils sont reliés aux deux balais de ligne du présélecteur, et une position intermédiaire, où ils sont isolés.

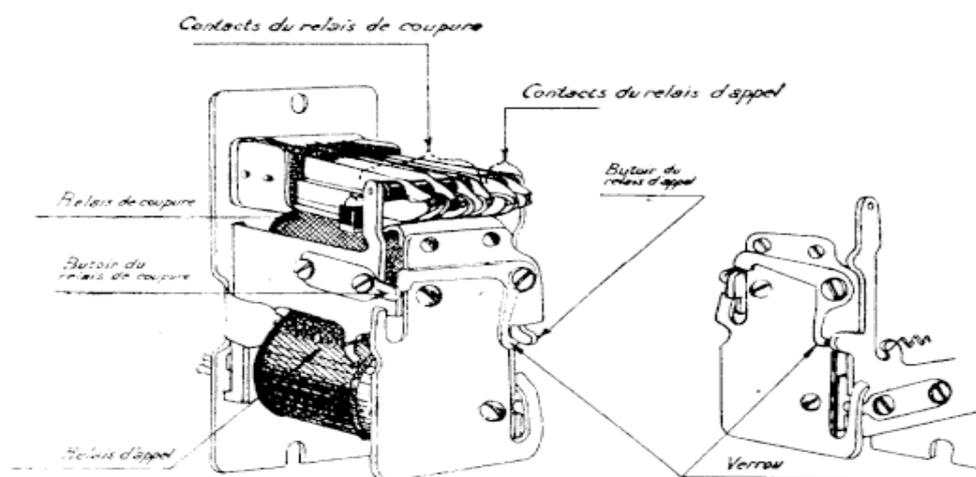


Fig. 39. — Groupe des relais d'appel et de coupure du présélecteur.

La position intermédiaire est celle que prend l'armature du relais A quand l'abonné est demandé et que sa ligne est prise par un connecteur (ou un jack général d'une position manuelle); dans ces condi-

tions, A, relais de coupure, fonctionne sans que B, relais d'appel, ait fonctionné au préalable; un verrou à deux branches est maintenu par son poids dans une position telle que sa branche horizontale rencontre un butoir porté par l'armature du relais de coupure et empêche celle-ci d'aller à fond de course; elle reste dans la position intermédiaire où les balais sont isolés. Quand l'abonné est demandeur, au contraire, le relais d'appel fonctionne en premier lieu; un butoir porté par son armature déplace la branche verticale du verrou, la branche horizontale se relève, ce qui permet à l'armature de A d'être attirée à fond et de fermer ses contacts de travail. La figure 39 représente le groupe de relais d'appel et de coupure; à droite est figurée la position du verrou quand le relais d'appel a fonctionné.

Fonctionnement du présélecteur (*fig. 40*), — Lorsque l'abonné décroche, le relais B fonctionne comme le relais d'appel d'un multiple à batterie centrale et, par son contact *y*, met le pôle + de la batterie à travers un relais de supervision sur le troisième fil de la ligne intérieure de l'abonné et à l'entrée de l'enroulement du relais de coupure A. Par son contact *x*, il relie le balai correspondant au troisième fil (balai privé), par un contact de repos 4 de A, à la sortie 6 du relais de coupure A.

Deux cas sont à considérer, suivant que la ligne auxiliaire sur les contacts de laquelle sont à ce moment arrêtés les balais du présélecteur (qui n'a pas de position de repos), est libre ou occupée :

I. Si la ligne auxiliaire est libre, le balai privé ne trouve pas de terre sur le contact correspondant; le circuit de A est donc fermé par :

Pôle — de la batterie, enroulement de faible résistance (70 ohms) de l'électro de rotation, contact de repos 3 de l'armature de cet électro, enroulement de grande résistance (1270 ohms) du relais A, contact *y* de B et pôle + de la batterie par un relais de supervision.

Le relais A fonctionne, relie les deux fils de ligne aux deux balais de ligne du présélecteur (le relais B ayant fonctionné au préalable), coupe le circuit du relais d'appel B, prépare le circuit du compteur et relie la sortie de son propre enroulement au balai privé. Grâce au fonctionnement retardé du relais B, le pôle + de la batterie (ou

terre) mis par le contact *y* de ce relais sur le circuit de A dure assez longtemps pour que le balai privé ait le temps de trouver une autre

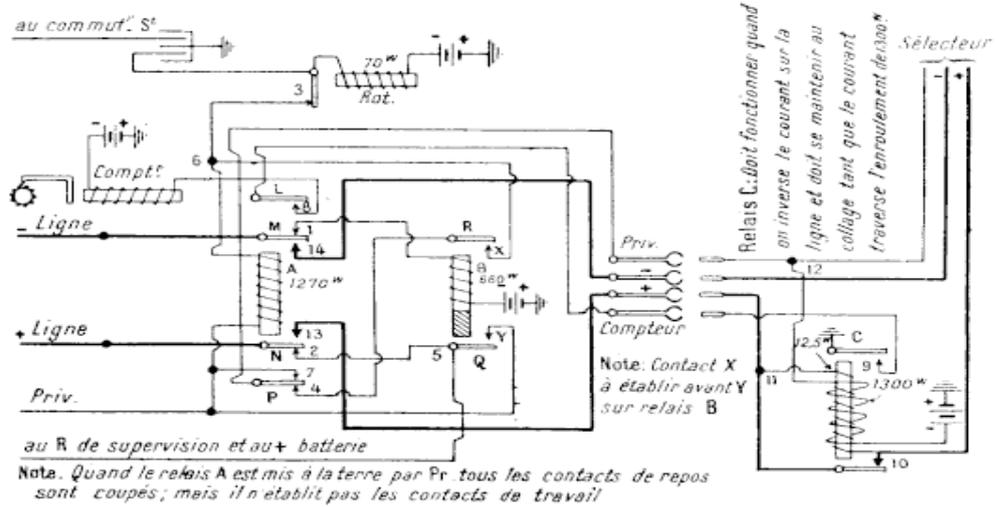


Fig. 40. — Présélecteur rotatif avec compteur.

terre sur le troisième fil de la ligne auxiliaire, par le fonctionnement du sélecteur, et le relais A reste excité. La connexion entre la ligne de l'abonné et la ligne auxiliaire est alors établie.

II. Si la ligne auxiliaire est occupée, le balai qui repose sur le contact de son troisième fil *y* trouve la terre; par suite, l'enroulement du relais de coupure A se trouve court-circuité entre deux terres (ou pôle + batterie), tandis que l'électro de rotation, qui n'était pas excité dans le cas précédent à cause de la grande résistance en série, s'excite et met en marche les balais; cet électro en fonctionnant coupe, en effet, son propre circuit; il fonctionne donc en sonnerie trembleuse.

Tant que le balai privé, dont la partie frottante est allongée par une petite aile, de façon que le contact ne soit pas interrompu, trouve des terres sur les contacts des troisièmes fils, c'est-à-dire des lignes auxiliaires occupées, le mouvement de rotation continue, mais dès qu'il arrive sur un contact isolé, le relais de coupure A est décourt-circuité et nous retombons dans le cas précédent.

A la déconnexion, la terre qui était restée sur le troisième fil pendant la conversation est supprimée. Le circuit du relais de coupure est ouvert, les balais restent dans la position où ils sont, mais A,

revenant à la position de repos, le circuit de conversation est ouvert et le relais d'appel B est remis en ligne.

Lorsque la ligne est prise à l'arrivée, le connecteur met une terre sur le troisième fil (fil privé); le relais A fonctionne donc sans que B ait fonctionné au préalable; dans ces conditions, la cale en équerre commandée par l'armature du relais B reste au repos et limite la course de l'armature de A; celle-ci s'arrête dans la position intermédiaire mentionnée plus haut et le relais d'appel est coupé, sans que les fils de ligne soient reliés aux balais du présélecteur, et que la ligne auxiliaire sur laquelle ils reposent soit prise.

Présélecteur à position de repos. — Dans certaines installations des plus récentes, on a adopté des présélecteurs du type qui vient d'être décrit, mais avec position de repos, ce qui permet de simplifier la construction puisque, au repos, les balais ne sont plus en contact avec aucune ligne auxiliaire et qu'il n'est plus nécessaire de prévoir deux positions de travail différentes du relais A, selon que l'abonné est demandeur ou demandé. Outre cet avantage, il est possible ainsi de tirer parti de l'amélioration de rendement des lignes auxiliaires que permet leur multiplage partiel, comme nous le verrons dans le Chapitre X. Par contre, le présélecteur doit ainsi se mouvoir à chaque appel, tandis que, dans le cas précédent, le présélecteur trouve très souvent libre la ligne même sur laquelle il est arrêté.

CHAPITRE IV.

AUTRES SYSTÈMES AUTOMATIQUES A COMMANDE DIRECTE.

SYSTÈME DE L'ADMINISTRATION ALLEMANDE.

Le système Siemens et Halske, adopté par le Reichspostamt, dont les fonctionnaires ont collaboré pour sa réalisation avec les ingénieurs de la maison dont il porte le nom, dérive également du type Strowger. Les appareils sélecteurs et connecteurs diffèrent peu, en leurs parties essentielles, des appareils déjà décrits, mais le schéma des connexions présente de notables divergences; alors que les ingénieurs de l'Automatic Electric C^o ont surtout cherché à perfectionner leur système, à satisfaire aux besoins nouveaux, sans compliquer, et même en simplifiant le mécanisme, mais en recourant à des sélections électriques plus complexes; la maison Siemens et Halske, au contraire, s'est adressée de préférence aux actions mécaniques, dont elle a augmenté le nombre et la diversité d'application, tout en conservant un schéma électrique relativement simple.

Transmetteur d'appel. — L'appareil transmetteur d'abonné (*fig. 41*) est assez semblable, extérieurement, à l'ancien disque Strowger; dans le type à batterie centrale, le disque, dès qu'il est écarté de sa position de repos, met les deux fils de ligne à la terre; puis, lorsqu'il y revient, coupe l'un des fils, appelé le fil *a*, autant de fois qu'il y a d'unités dans le chiffre correspondant au trou que le doigt de l'abonné a amené jusqu'à l'arrêt (*fig. 42*).

Présélecteur. — Le présélecteur est d'un modèle tout différent de celui de l'Automatic Electric C^o. Il se compose de trois balais *f* (*fig. 43*); montés sur le même axe qu'une roue R et qui, en tournant, frottent sur des contacts K rangés en demi-cercle et reliés respec-



Fig. 41. — Poste mural S. et H.

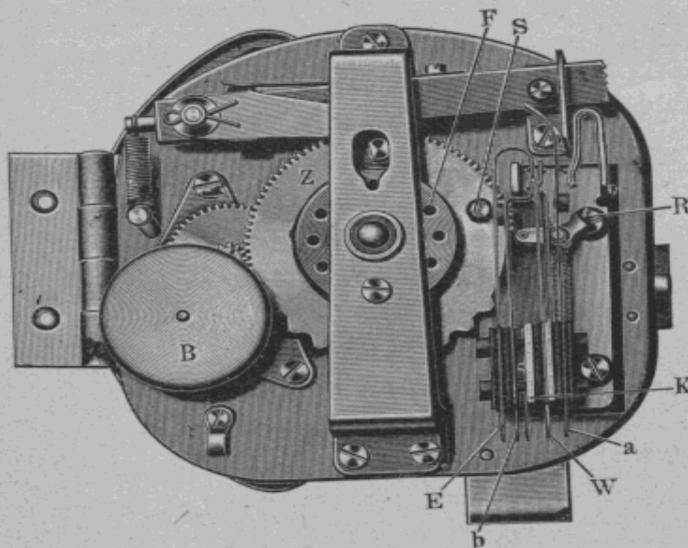


Fig. 42. — Vue arrière du transmetteur d'appels S. et H.

Z, roue dentée: B, régulateur: S, came appuyant au repos sur le ressort E;
 R, doigt déplacé par les dents, large de la roue Z:
 a, b, E, W, ressorts de commutation.

tivement aux trois fils d'un certain nombre de lignes auxiliaires, 10 en général, aboutissant à des premiers sélecteurs. Le mouvement

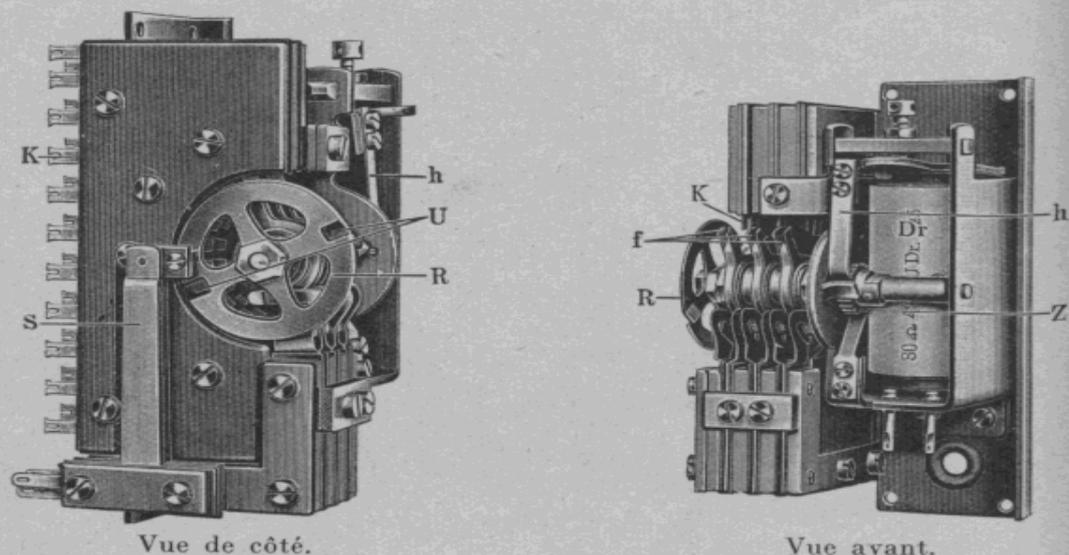


Fig. 43. — Présélecteur Siemens et Halske.

de rotation est provoqué par un électro *Dr*, dont l'armature *h* agit sur une roue dentée *Z*, à la manière de l'électro de rotation des sélecteurs déjà connus. La roue *R* porte deux cames *U*, qui, lorsque le présélecteur est dans une position de repos (il en a deux, écartées de 180°), ouvrent et ferment un certain nombre de contacts en écartant le ressort *S* d'un commutateur latéral ⁽¹⁾.

Outre cet organe, l'équipage individuel de chaque ligne d'abonné comporte un relais d'appel et un relais de coupure.

Sélecteurs. — Les sélecteurs et connecteurs comportent chacun deux parties distinctes : l'une, le sélecteur proprement dit, avec sa partie fixe, les bancs de contacts, et sa partie amovible, comprenant l'arbre des frotteurs et ses électros (*fig. 44*); l'autre, le groupe des relais (*fig. 45*) commandant ces électros, auquel est associé un com-

⁽¹⁾ Dans un modèle plus récent, il y a trois positions de repos, écartées de 120° l'une de l'autre, et chaque fil comporte trois frotteurs; le commutateur latéral est supprimé.

mutateur multipolaire, beaucoup plus important à la fois comme nombre de pôles et comme nombre de positions que celui du connecteur de l'A. E. C', et qu'on appelle *commutateur aiguilleur*. L'arbre

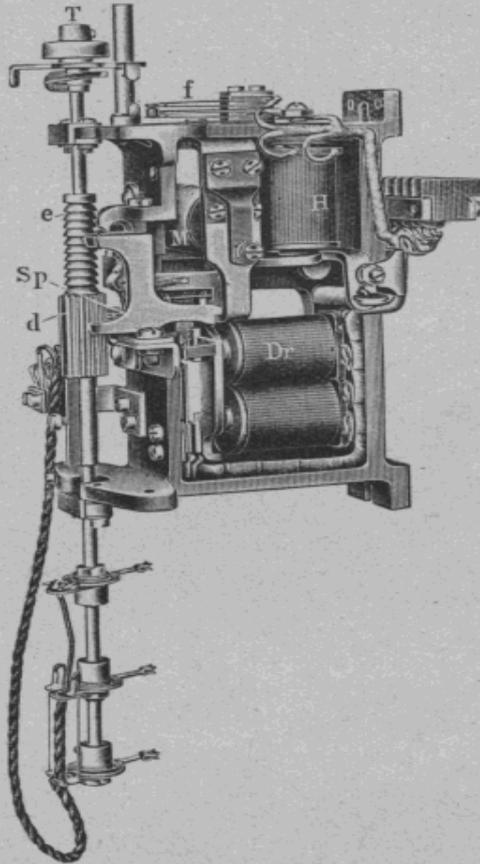


Fig. 44. — Sélecteur (partie amovible) (S. et H.).

commun à ses différents bras est mû, suivant le procédé habituel, par un électro de progression dont l'armature agit sur un secteur denté *u* (fig. 46), tandis qu'un cliquet de retenue l'empêche de revenir en arrière sous l'action d'un ressort *Stf*, sauf quand ce cliquet est écarté sous l'action d'un autre électro, ou électro de déconnexion. Ce commutateur porte également un contact latéral fermé dès qu'il s'écarte de sa position de repos.

L'ensemble des relais et du commutateur aiguilleur est enfermé dans une boîte en tôle qui les protège de la poussière; une partie vitrée permet l'inspection rapide de la position des diverses armatures.

Les câblages à l'arrière des bancs de contacts sont faits exacte-

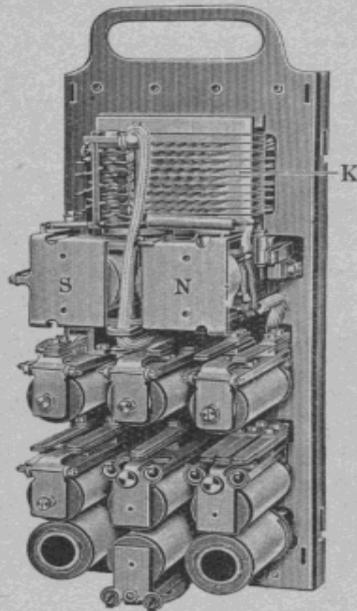


Fig. 45. — Groupe de relais et commutateur aiguilleur du sélecteur.

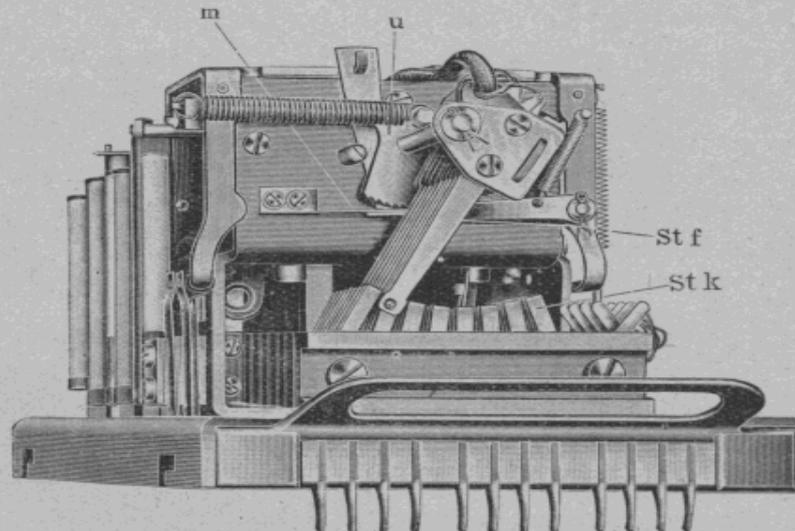


Fig. 46. — Commutateur aiguilleur (S. et H.).

ment comme les câblages des jacks généraux de multiple. Une gaine de tôle les protège également.

FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME.

Nous empruntons à l'Ouvrage de M. Kruckow la description suivante, avec schéma détaillé (*fig. 47*), du fonctionnement général du système :

« Quand un abonné décroche, il boucle la ligne à travers son appareil. Le relais d'appel R_1 du présélecteur est excité et ferme le circuit de l'électro de rotation D_1 sur l'interrupteur tournant U_1 . Les impulsions mettent en mouvement le présélecteur dont le commutateur latéral prend la position de travail. Le fonctionnement de ce commutateur a pour effet, d'abord de préserver la ligne appelante des appels qui pourraient lui parvenir (fil *c* ou troisième fil isolé), c'est-à-dire de la marquer occupée, et ensuite de préparer le circuit de l'électro de rotation D_1 pour la déconnexion. Dans la position de repos, l'enroulement de 600 ohms du relais de coupure T_1 a une de ses extrémités reliée à la batterie par le commutateur latéral. Dans le mouvement du présélecteur, les balais frottent sur les trois rangées de plots auxquels sont reliés les trois fils des lignes auxiliaires. Quand ils rencontrent un sélecteur libre, le troisième fil est relié à la terre par les résistances de 50 ohms et de 360 ohms, l'enroulement de 20 ohms du relais P_1 de ce sélecteur. L'autre extrémité du troisième fil étant reliée au relais de coupure et à la batterie, le relais de coupure T_1 fonctionne. Le relais d'appel est mis hors circuit, le relais de coupure reste excité par son enroulement de 10 ohms; de plus, les deux fils de ligne *a* et *b* sont reliés aux fils correspondants de la ligne auxiliaire. L'enroulement de 600 ohms étant hors circuit, les autres présélecteurs ne peuvent plus s'arrêter sur la ligne auxiliaire. Si, en effet, un autre présélecteur arrive sur la ligne considérée, l'enroulement entier de son relais de coupure (610 ohms) est shunté par l'enroulement de 10 ohms du relais T_1 ; par suite, il ne peut fonctionner. Le fonctionnement du présélecteur ne dure qu'une fraction de seconde et est terminé avant que l'abonné ne commence à tourner son disque transmetteur d'appels.

» Le relais P_1 , étant excité, ferme le circuit de l'électro S_1 de progression du commutateur aiguilleur, sur l'interrupteur tournant U_2 , le c. a. (commutateur aiguilleur) passe à la seconde position. Dans cette position, le relais P_1 est isolé du troisième fil *c*, mais le relais

de coupure reste cependant excité, car le fil c est relié à la terre par le bras 4 du c. a. Dès la position 1, l'alimentation de la ligne était assurée par les relais A, B et X. Cette connexion restera établie jusqu'à ce que le second sélecteur soit en service; à partir de ce moment, l'alimentation sera assurée par le second sélecteur.

» Les relais A et B attirent leurs armatures. Le relais différentiel X ne fonctionne pas. Dans cette position, le courant d'un ronfleur est envoyé sur la ligne par le bras 1. De cette manière, le bruit de réseau nécessaire pour l'emploi des postes supplémentaires, est perçu par l'abonné demandeur. Si alors l'abonné ne manœuvre pas son disque et qu'il raccroche son récepteur, les appareils reviennent au repos. Le raccrochage du récepteur aura pour effet d'ouvrir le circuit d'alimentation des relais A et B. Leurs armatures retombent. Par la chute de l'armature de B, l'électro de déconnexion N_1 du commutateur aiguilleur sera excité par l'intermédiaire du bras 8. En même temps, par l'une des armatures de N_1 , le circuit du troisième fil est ouvert et le relais de coupure laisse retomber son armature. Le présélecteur se met en mouvement, il s'arrêtera seulement quand le circuit de l'électro de rotation sera ouvert par le commutateur latéral du présélecteur, c'est-à-dire quand l'appareil sera revenu au repos.

» Si, au contraire, l'abonné manœuvre son disque d'appel, par l'aller du disque, il met à la terre les deux fils a et b . Par suite, au premier sélecteur, le relais X fonctionne, car un seul de ses enroulements agit. Le relais B reste excité par l'intermédiaire d'un contact spécial du relais X; ce dernier relais, par l'intermédiaire de sa seconde armature, met sous tension le fil de l'électro H d'ascension; le circuit de cet électro reste cependant ouvert à l'armature du relais A. Dans le retour du disque, le fil a est isolé de la terre autant de fois qu'il y a d'unités dans le chiffre demandé et, chaque fois que a est mis à la terre, le sélecteur s'élève d'un cran. Quand le disque a atteint sa position de repos, la connexion avec la terre est rompue et le circuit de conversation est fermé. Le relais X laisse retomber son armature, A et B restent excités.

» Par suite du mouvement vertical du sélecteur, les contacts supérieurs, commandés par ce mouvement, ont été fermés et l'électro S_1 du commutateur aiguilleur a été excité (batterie, contact de droite du relais X, contact supérieur du sélecteur, bras 7 du c. a., S_1 ,

terre). Le commutateur aiguilleur passe à la troisième position. Dans cette position, le circuit de l'électro de rotation D est fermé sur l'interrupteur tournant U_2 . Le sélecteur tourne jusqu'à ce que le contact c de ses balais arrive au troisième fil d'une ligne auxiliaire aboutissant à un second sélecteur libre. Dans la troisième position du c. a., l'électro S_1 est excité par l'intermédiaire du ressort 7 et d'un contact du relais P_1 . Quand le balai c rencontre une ligne auxiliaire libre, qui est sous tension dans la position de repos du second sélecteur (résistance de 400 ohms, bras 3, contact de repos de B, contact supérieur), le relais P_1 est excité, le circuit de l'électro D_1 est ouvert et le commutateur aiguilleur du premier sélecteur passe à la quatrième position. Quand cette position est atteinte, l'enroulement de 600 ohms du relais P_1 est mis en court circuit.

» Le second présélecteur sera occupé, pour les premiers sélecteurs, de la même manière que ceux-ci le sont pour les présélecteurs. Si un premier sélecteur arrive sur la ligne que nous considérons, il ne pourra pas s'arrêter, car son relais P_1 ne recevra pas un courant d'intensité suffisante pour le faire fonctionner.

» Le commutateur aiguilleur ne doit pas s'arrêter à cette quatrième position, mais passe immédiatement à la cinquième (U_2 , bras 7, S_1). Il s'arrête alors, car le circuit de l'électro S_1 est ouvert au contact P_1 . Le courant envoyé sur le fil c par l'enroulement de 20 ohms, cessera quand le circuit sera ouvert par suite du fonctionnement du relais B au second sélecteur. Dans les positions 4 et 5 du c. a., les deux fils de la ligne d'abonné sont reliés par les relais du premier sélecteur au second sélecteur, l'alimentation par le premier sélecteur n'existe plus. Il faut mentionner aussi que le contact du relais A, qui a à supporter l'étincelle de rupture, est pourvu d'un dispositif qui l'empêche d'être brûlé (condensateur et bobine de self).

» Lorsque la ligne d'abonné est reliée au second sélecteur, l'alimentation se fait par les relais de ce second sélecteur. Les opérations effectuées par ce second sélecteur sont très semblables à celles que fait le premier; le commutateur aiguilleur a un nombre moindre de plots, car il n'y a pas de position pour le *bruit de réseau*, le comptage et le signal d'occupation dont il sera question plus tard.

» Ainsi, au moyen du premier sélecteur, la manœuvre du disque au poste d'abonné a mis la ligne appelante en relation avec un second

sélecteur libre. Le second sélecteur rend possible le choix du connecteur.

» Quand la ligne d'abonné est reliée au second sélecteur, les relais A et B de ce sélecteur sont excités, X ne l'est pas. Quand l'abonné met son disque en mouvement pour transmettre le chiffre des centaines, X fonctionne par suite de la mise à la terre des deux fils de ligne *a* et *b*; B reste excité par l'intermédiaire d'un contact spécial et d'une résistance de 200 ohms. Les interruptions de la mise à la terre de *a*, provoquées par le retour du disque, font retomber l'armature de A; le circuit de l'électro d'ascension est fermé par le mouvement de cette armature. Les balais du sélecteur s'élèvent jusqu'à la centaine considérée. Mais l'électro du commutateur aiguilleur S_2 est excité aussitôt que les balais ont quitté leur position de repos; S_2 ne reçoit plus de courant quand le disque arrive à la fin de sa course, car X laisse retomber son armature.

» Par l'action du contact supérieur du sélecteur, le fil *c* est séparé de la batterie. Il n'y a cependant pas à craindre un mouvement du premier sélecteur, car le relais P_1 de ce sélecteur ne peut être excité par le faible courant qu'il reçoit. L'électro du commutateur aiguilleur S_2 ne recevant plus de courant, son armature conduit le c. a. à la deuxième position. Dans cette position, le circuit d'alimentation reste fermé, le circuit de l'électro de rotation est fermé par l'interrupteur tournant et les balais du sélecteur se déplacent sur les plots correspondant à la centaine demandée. L'électro S_2 du c. a. sera excité par l'intermédiaire de son commutateur latéral, ou par le contact supérieur du sélecteur, le bras 5 et le contact de repos de P_2 . Quand une ligne libre est atteinte par le balai du second sélecteur, P_2 est excité par l'intermédiaire des enroulements de 20 et 600 ohms (terre P_2 , contact *c*, résistance 420 ohms, contact supérieur du connecteur, contact de repos du relais B, batterie). P_2 étant excité, le circuit de l'électro S_2 est ouvert et le c. a. va à la troisième position. Le circuit d'alimentation est alors rompu, l'enroulement de 600 ohms de P_2 est mis en court circuit, de sorte que la ligne correspondante sera occupée pour tous les sélecteurs du groupe. De plus, un circuit est fermé sur U_3 pour l'électro du c. a. Le c. a. ne peut donc pas rester à cette position, mais atteint la quatrième. Dans cette position, aussi, les deux fils de ligne sont reliés au connecteur. Le circuit du troisième fil, interrompu dans les trois premières posi-

tions, est maintenant préparé pour la déconnexion par le bras 3. le relais Q, la résistance de 200 ohms, le relais B et la terre. P₂ et Q ne sont pas excités.

» Au connecteur, la commutation s'effectue de la même manière qu'aux sélecteurs. Les relais A et B sont excités. Le relais différentiel X est excité lorsque l'abonné manœuvre son disque pour demander le chiffre des dizaines. Au commencement de la rotation du disque, X ferme ses contacts, maintient excité le relais B (terre, relais B, contact de gauche de X, résistance de 200 ohms, contact de repos de Q, batterie) et ferme le circuit de l'électro-aimant du commutateur aiguilleur S₃. On prépare ainsi un circuit pour l'électro d'ascension, qui reste cependant ouvert tant que le relais A attire son armature. Quand le disque revient, A laisse retomber son armature autant de fois qu'il y a d'unités dans le chiffre demandé; les balais du connecteur s'élèvent jusqu'à la rangée qui correspond à ce chiffre. Quand le disque a achevé son mouvement, X et S₃ ne reçoivent plus de courant, le commutateur aiguilleur passe à la deuxième position; A et B restent excités. L'abonné manœuvre le disque pour demander le chiffre des unités. X est à nouveau excité, S₃ l'est avec lui. Sous l'action des impulsions, le relais A fonctionne, l'électro de rotation D fonctionne aussi et amène les balais du connecteur au contact avec la ligne demandée. Quand le disque a de nouveau achevé son mouvement, X n'est pas excité, S₃ laisse retomber son armature, le commutateur aiguilleur va à la troisième position. Le relais Y₁ va maintenant agir pour faire le test de la ligne demandée.

» Il y a alors trois cas possibles : l'abonné est libre, il est occupé ou il est lui-même appelant. Si le demandé est libre, son présélecteur est au repos, et son troisième fil est relié à la batterie par l'intermédiaire de la résistance de 350 ohms et des deux enroulements du relais de coupure T₂. Le commutateur aiguilleur allant à la troisième position, le circuit du relais Y₁ est fermé par le bras 5 et le fil c, Y₁ et T₂ sont excités. Dans les deux autres cas, Y₁ et T₂ ne fonctionneront pas, car le troisième fil sera à la terre ou son circuit sera ouvert au commutateur latéral du présélecteur.

» Le commutateur aiguilleur va à la quatrième position, car le circuit de son électro est fermé sur l'interrupteur tournant U₄. Le c. a. ne peut s'arrêter dans la position 4, car Y₁ étant excité, le commutateur aiguilleur est relié avec U₄, qui le fait passer à la

position suivante. En arrivant à la position 4, le relais de coupure T, au lieu d'être excité par l'intermédiaire de Y_1 , l'est par le bras 6 du commutateur aiguilleur, mis directement à la terre. Y_1 reste cependant excité par l'intermédiaire du bras 5, de son quatrième contact et de Y_2 ; Y_1 ne laisse retomber son armature que dans la position 5, car son circuit est coupé par le bras 5.

» Dans la position 5, le commutateur aiguilleur ne reste qu'un court instant, dont la durée dépend de celle de la révolution de U_5 . Dans cette cinquième position du commutateur aiguilleur, la machine d'appel est connectée à la ligne par les bras 2 et 3. Le commutateur aiguilleur atteint la position 6. Alors le bras 1 ferme le secondaire d'un ronfleur, dont le courant est envoyé sur la ligne appelante (par induction à travers les enroulements de A et B) et donne au demandeur l'assurance que la sonnerie fonctionne chez le demandé.

» Le commutateur aiguilleur s'arrête dans la position 6. Le relais L est relié au circuit d'un commutateur tournant, et la sonnerie d'appel fonctionne chez le demandé toutes les 10 secondes pendant une durée de 1 seconde. Quand le demandé décroche son appareil, le commutateur aiguilleur va à la septième position, car le circuit de son électro est fermé sur l'interrupteur tournant par le premier contact de Y_1 , qui attire à nouveau son armature. Dans cette position du commutateur aiguilleur, les deux fils de ligne de l'abonné demandeur sont reliés à ceux du demandé, au travers des deux condensateurs par les bras 2 et 3. Du côté du demandeur, l'alimentation est assurée par l'intermédiaire de A, B, X; du côté demandé, par Y_1 et Y_2 . Les deux abonnés sont reliés l'un à l'autre et l'alimentation des microphones de chacun d'eux est assurée.

» Si le demandé est occupé, Y_1 ne peut être excité comme nous l'avons vu. Dans ce cas, le commutateur aiguilleur va à la quatrième position, car le circuit de son électro est fermé sur l'interrupteur tournant par l'intermédiaire du bras 8. Dans la position 4, une émission de courant arrive de la batterie centrale au contact de repos de Q, au troisième contact de repos de Y_1 , balai 9, fil c, résistance de 420 et relais P_2 du second sélecteur. P_2 est excité et met sous tension le relais Q du sélecteur, le bras 3 et le fil c. Le relais P_1 du premier sélecteur est alors excité, il ferme le circuit de l'électro du commutateur aiguilleur sur l'interrupteur tournant et amène le commutateur à la sixième position, puis à la septième, car dans la

sixième, position un nouveau circuit est fermé pour l'électro S_1 , et l'interrupteur tournant par le bras 7. Dans la sixième et dans la septième position, le circuit d'alimentation du premier sélecteur est à nouveau fermé. Le fil c est à nouveau interrompu quand le commutateur aiguilleur arrive à la septième position; P_1 et le relais Q du second sélecteur laissent retomber leurs armatures. Par suite de la chute de l'armature de Q , au second sélecteur, aussi longtemps que P_1 est excité, B l'est aussi, les électros N_2 et M sont sous tension. Le second sélecteur et son commutateur aiguilleur reviennent tous deux à la position de repos. Le circuit du troisième fil est rompu au connecteur, les relais A et B cessent d'être excités. Par suite, le circuit de l'électro de déconnexion du c. a. est fermé (batterie, contact de repos de B , bras 7, relais N_3 , terre). Le commutateur aiguilleur revient à la position de repos et ferme son contact latéral. Le circuit de l'électro M de déconnexion du connecteur est alors fermé; le connecteur revient au repos. Seul le premier sélecteur, dont le c. a. reste dans la position 7, reste en position de travail. L'abonné demandeur reçoit maintenant le signal d'occupation par les bras 1 et 2. Si le demandeur raccroche, B cesse d'être excité, le circuit de l'électro de déconnexion du premier sélecteur est fermé (batterie, bras 8, contact de B , N et contact supérieur, M et contact supérieur, terre). Le c. a. et le sélecteur reviennent au repos; N_1 étant excité, le circuit du troisième fil est coupé. Le relais de coupure du présélecteur ne reçoit plus de courant; le circuit de l'électro de rotation du présélecteur est fermé sur l'interrupteur tournant jusqu'à ce qu'il arrive à sa position de repos. A ce moment, le circuit est ouvert au commutateur latéral du présélecteur et tout revient au repos.

» Dans la déconnexion, après la conversation, les choses se passent d'une manière analogue, mais le comptage de la communication s'effectue. Cette opération a lieu seulement quand la conversation a abouti, c'est-à-dire quand Y_1 a fonctionné. Dans tous les autres cas, le compteur ne fonctionne pas.

» Pour la déconnexion, il peut se présenter deux cas : Si le demandeur raccroche avant le demandé, les relais A et B du connecteur laissent retomber leurs armatures pendant que Y_1 et Y_2 sont excités. Dans l'autre cas, Y_1 et Y_2 cessent d'être excités avant que A et B ne laissent retomber leurs armatures. Si B ne reçoit pas de courant,

son contact médian ferme le circuit de l'interrupteur tournant, le relais Q (enroulement de 3 ohms), le bras 8 dans la position 7 et l'électro S_3 . Le commutateur aiguilleur arrive à la huitième position. Le relais Q est ensuite excité par l'enroulement de 20 ohms. Cet enroulement ferme, comme précédemment, un circuit sur le fil c par l'intermédiaire de P_2 ; P_2 est excité. P_2 excite le relais Q du second sélecteur et, en plus, le relais P_1 du premier sélecteur. Au connecteur, le fil a est mis à la terre par le fonctionnement du relais Q. Au premier sélecteur, le c. a. passe à la sixième et à la septième position, par suite du fonctionnement du relais P_1 . Par la neuvième bras, dans la sixième position, le relais de compteur Zr vient en relation avec le fil de ligne relié à la terre. Comme, d'autre part, Zr est relié à la batterie, il est excité et met le fil c à la terre entre les deux résistances de 50 ohms et 360 ohms. Le courant augmente alors d'une façon intense dans l'enroulement de 10 ohms du présélecteur et le compteur marque une unité. Quand le commutateur aiguilleur du premier sélecteur atteint la septième position, le circuit de déconnexion se ferme, B n'étant pas excité (batterie, bras 8, contact de repos de B sur N_1 et M en parallèle, contact supérieur, terre). Le premier sélecteur et son commutateur aiguilleur reviennent au repos. N_1 étant excité, le circuit du troisième fil est coupé au présélecteur, qui retourne au repos comme on l'a vu plus haut.

» Le premier sélecteur étant revenu au repos, le fil c est interrompu au second sélecteur; le relais Q de ce sélecteur cesse d'être excité et laisse retomber son armature; P_2 est excité, B l'est aussi (batterie, contact P_2 , résistance de 200 ohms, relais B, terre); le circuit de déconnexion se ferme (batterie, contact de travail de B, contact de repos de Q, contact de Y_1 , bras 4 dans la position 4, N_2 et M en parallèle, contact supérieur, terre). Le second sélecteur arrive aussi à la position de repos. Comme le fil c du connecteur est interrompu, le relais Q du connecteur laisse retomber son armature et ferme le circuit de déconnexion du connecteur (batterie, contact de repos de Q, contact de repos de Y_1 , bras 9 dans la position 8, N_3 et terre), quand le demandé raccroche son récepteur. Le commutateur aiguilleur revient au repos et ferme, par son commutateur latéral, le circuit de l'électro de déconnexion. Le connecteur revient au repos. Le présélecteur du demandé n'a pas quitté sa position de

Voir les connecteurs

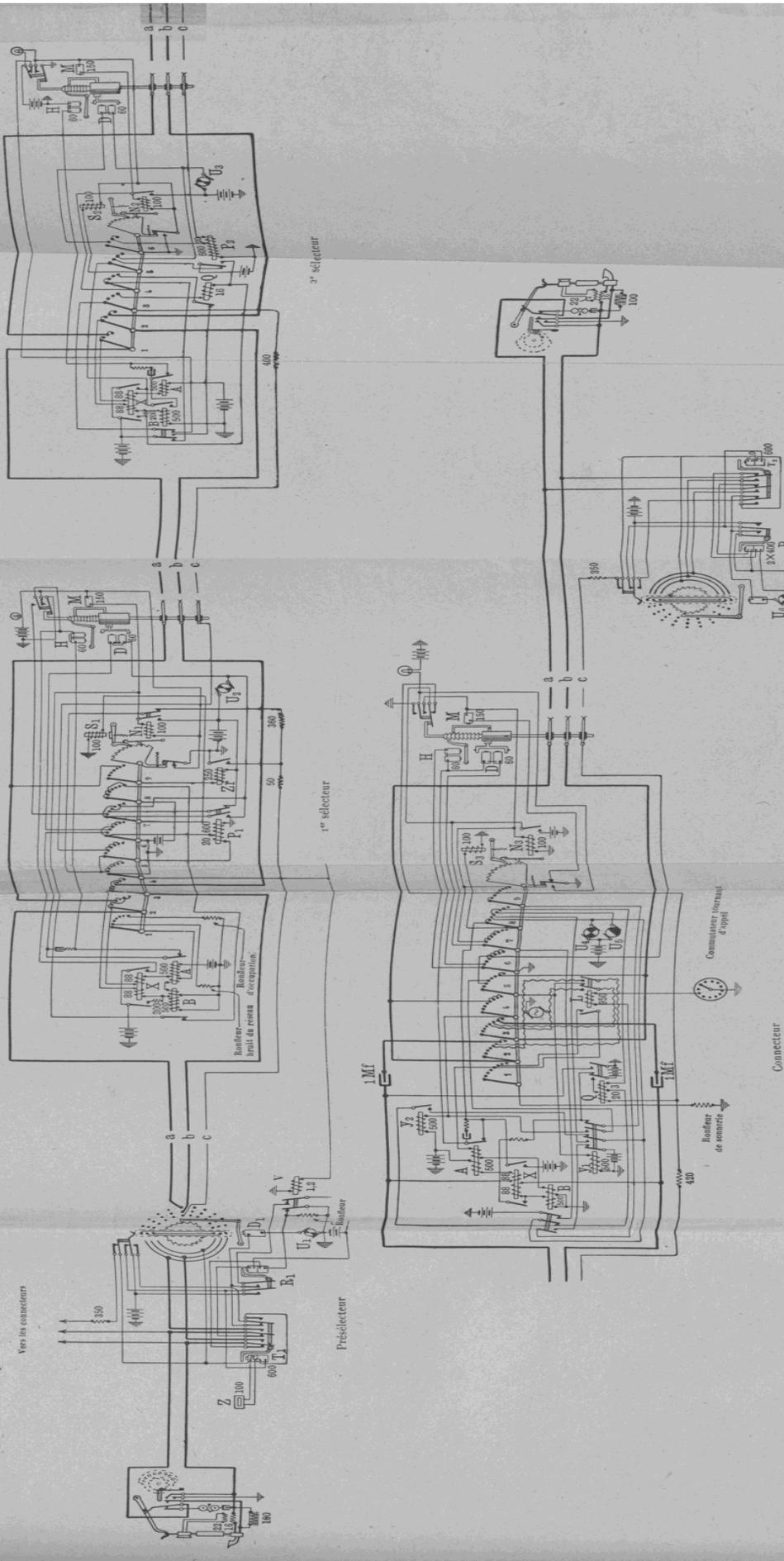


Fig. 47. — Schéma des connexions du système Siemens et Halske à batterie centrale (p. 108).

repos; son relais de coupure est ramené au repos par le retour du connecteur.

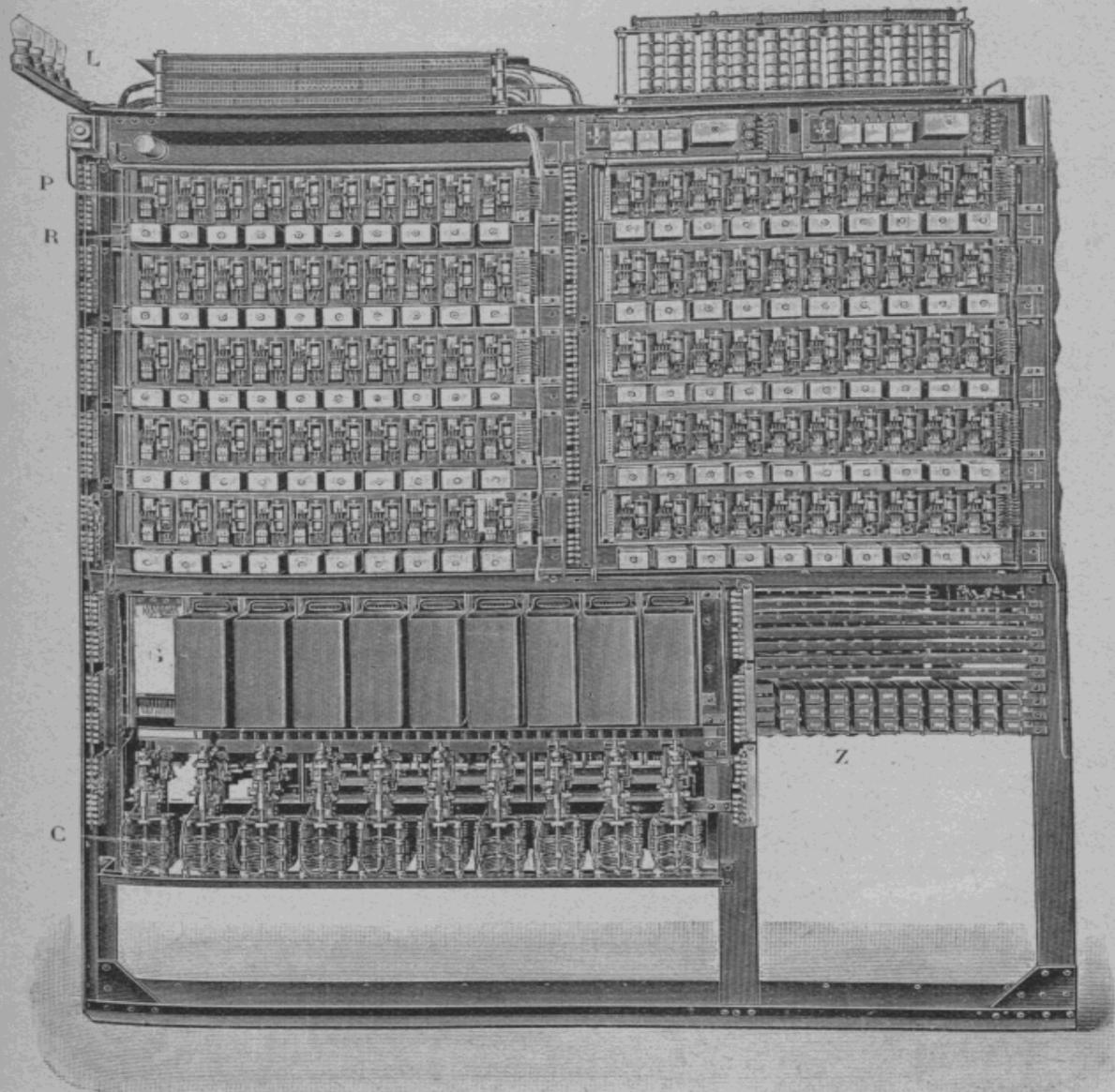


Fig. 48. — Bâti de présélecteurs S. et H.

P, présélecteur; R, relais d'appel et de coupure; C, connecteur; G, groupe de relais et commutateur aiguilleur; Z, compteur; L, lampes de supervision.

» Si le demandé raccroche après le demandeur, le connecteur

reste sur la position de travail afin d'empêcher un mouvement du présélecteur.

» Le schéma est conçu de telle façon que la déconnexion ne dépend que de l'abonné demandeur. L'immobilisation du demandé n'est cependant pas possible, car le demandé peut se rendre libre en manœuvrant une fois son disque d'appel. Dans ce cas, Y_2 est excité pendant que Y_1 ne l'est pas. Par suite du mouvement de Y_2 , un circuit de déconnexion est fermé [batterie, U_4 , contact de repos de Y_1 , contact de travail de Y_2 , Q (enroulement de 3 ohms), bras 8 de la position 7, S_3 , terre] et la déconnexion est effectuée, comme plus haut jusqu'au premier sélecteur. »

Lorsque tous les premiers sélecteurs entre lesquels peut choisir un présélecteur sont occupés, un relais commun V, normalement court-circuité par le bras 4 du c. a. des sélecteurs libres, est excité et coupe l'alimentation par le relais d'appel de l'électro de rotation D_1 , de sorte que tous les présélecteurs sur lesquels sont multipliées les lignes des sélecteurs sont immobilisés, en même temps que le courant d'un ronfleur est envoyé sur les lignes des abonnés appelants.

FORMES RÉCENTES DU SYSTÈME SIEMENS ET HALSKE.

Le système Siemens et Halske, comme tous les autres systèmes automatiques, a subi au cours des dernières années d'assez nombreuses modifications. Les principales sont les suivantes :

I. Le circuit des impulsions n'utilise plus la terre au poste d'abonné et se ferme par la boucle de la ligne de l'abonné. Le circuit avec terre n'est plus employé que dans les installations à postes supplémentaires où le tableau est alimenté en énergie par le bureau central à travers un fil de ligne; l'autre fil constitue avec la terre le circuit des impulsions.

II. Le disque d'appel a pris une forme se rapprochant beaucoup de celle du disque de l'Automatic Electric C, décrit précédemment; certaines de ses particularités ont été retenues dans le disque du Post Office Britannique que nous décrirons plus loin.

III. Le présélecteur a pris également une forme différente (*fig. 49*), se rapprochant de celle du commutateur rotatif décrit dans le Chapitre précédent. Sa capacité d'exploration reste toutefois limitée

à 10 lignes; les 10 contacts de chaque rangée sont répartis sur un tiers de circonférence, et l'arbre mobile porte 3 séries de balais montées en parallèle et calées à 120° l'une de l'autre. Le présélecteur primaire a une position de repos; le présélecteur secondaire n'en a pas. Le mouvement de l'arbre mobile est produit par un électro dont l'armature actionne une roue à rochet et qui coupe son propre circuit pour fonctionner en trembleur dans les petits bureaux, tandis que, dans les grands bureaux, il est alimenté en courant interrompu par un interrupteur à relais, commun à plusieurs organes.

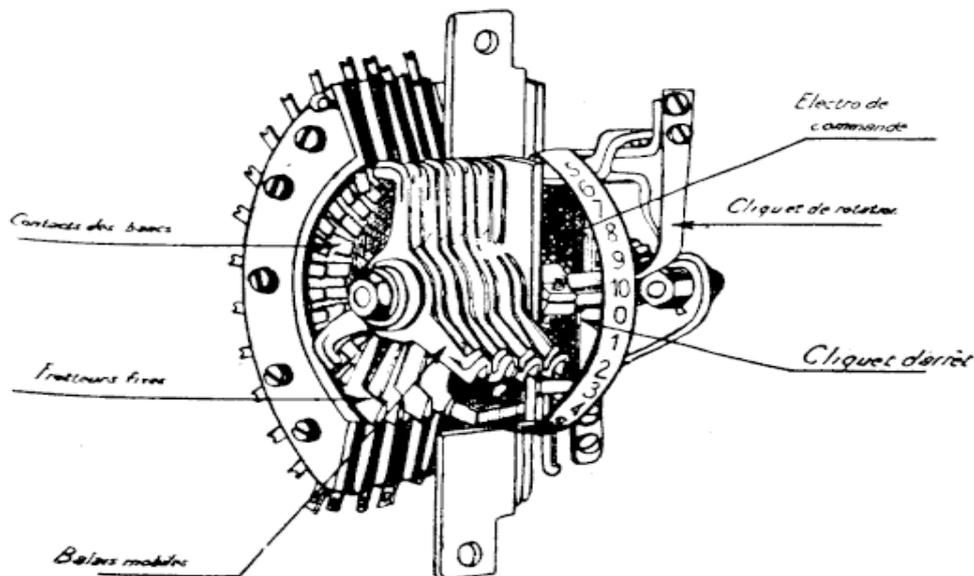


Fig. 49. — Vue du présélecteur (système Siemens).

IV. Le commutateur aiguilleur est supprimé dans les sélecteurs de groupe, et il est maintenu dans le connecteur, sauf dans le matériel destiné aux petites installations; il est alors remplacé par un groupe de relais, dont quelques-uns à fonctionnement retardé, comme dans le système de l'Automatic Electric Co. Le maintien du commutateur aiguilleur dans le connecteur du matériel pour grands bureaux, permet de satisfaire sans difficultés à un certain nombre de conditions, dont les principales sont les suivantes :

a. Le compteur ne fonctionne qu'en fin de communication, et si celle-ci a abouti normalement; cela permet d'éviter le fonctionne-

ment du compteur quand le demandeur est coupé d'office au cours d'une communication locale, pour une communication interurbaine;

b. Lorsque le demandeur raccroche, tous les organes sont libérés, sauf le connecteur qui reste en prise jusqu'à ce que le demandé ait raccroché;

c. Lorsque le demandeur ne raccroche pas en fin de communication et bloque ainsi la ligne du demandé, celui-ci peut se libérer en manœuvrant son disque d'appel et en envoyant un chiffre quelconque, ou en manœuvrant plusieurs fois de suite son crochet commutateur.

Dans les autres systèmes, cette libération forcée n'est pas possible: elle est remplacée, comme nous l'avons vu, par un signal de supervision attirant l'attention du personnel de surveillance quand un seul des deux abonnés a raccroché.

Le commutateur aiguilleur n'est d'ailleurs qu'une forme restreinte du commutateur auxiliaire ou combineur, dont nous verrons l'emploi généralisé dans les systèmes à commande indirecte.

Enfin, la maison Siemens et Halske a mis tout récemment au point un nouveau type de sélecteur, conçu de façon à présenter un encombrement moindre que le type ordinaire du sélecteur Strowger, qualité appréciable dans l'équipement des grands réseaux.

Cette diminution d'encombrement est obtenue en supprimant la partie supérieure de l'arbre porte-balais, celle qui porte les rainures verticales et horizontales pour la commande des électros de rotation et d'ascension. Cet arbre, dont la longueur est ainsi limitée à la distance entre le balai supérieur et le balai inférieur, est solidaire d'une crémaillère verticale qui lui est parallèle et qui coulisse dans une rainure pratiquée dans un disque horizontal denté. L'électro d'ascension agit sur la crémaillère qui monte en entraînant l'arbre porte-balais avec elle, puis l'électro de rotation agit sur le disque denté, qui tourne en entraînant par la rainure la crémaillère et, avec elle, l'arbre porte-balais et les balais; les contacts doivent donc être centrés sur une ligne verticale passant par le centre du disque denté et non plus par l'axe de l'arbre porte-balais qui n'est plus fixe dans l'espace.

Pour le retour au repos, l'électro de rotation commence par reprendre le mouvement de rotation et amener les balais au delà du

dernier contact; à ce moment l'arbre commence par retomber sous l'action de son poids, puis revient à sa position de repos sous l'action d'un ressort bandé pendant le mouvement de rotation. On évite ainsi la présence d'un électro de libération.

SYSTÈME AUTRICHIEN.

Le système autrichien diffère du système Siemens et Halske par son présélecteur, basé sur le même principe, mais dont les trois balais sont calés à 120° dans un même plan et frottent sur des contacts rangés suivant une couronne circulaire (fig. 50), et surtout par son transmetteur d'abonné, qui est à composition préalable.

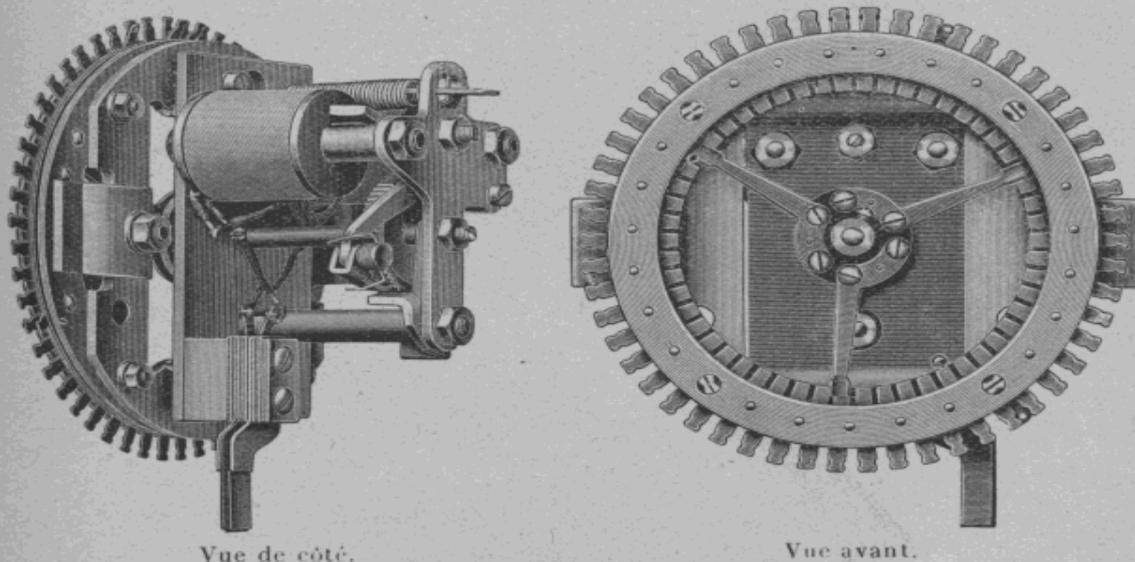


Fig. 50. — Présélecteur de l'Administration autrichienne.

Le transmetteur, appelé transmetteur Dietl (fig. 51), comporte des leviers en nombre égal au nombre de chiffres à transmettre par numéro d'abonné; chacun de ces leviers peut occuper dix positions, chaque position étant repérée par l'apparition d'un numéro 0 à 9 dans une petite fenêtre. Pour effectuer une connexion, l'abonné commence par manœuvrer ses leviers jusqu'à ce que le numéro à transmettre apparaisse tout formé dans les fenêtres; par exemple, pour transmettre 7236, il amène le premier levier à la position 7,

le second à la position 2, etc. Il tourne ensuite une manivelle qui bande un ressort; à un certain moment, ce ressort se déclenche automatiquement et les émissions des divers chiffres s'effectuent comme dans le système allemand, mais sans que l'abonné n'ait plus à intervenir.

L'avantage de ce système est une diminution évidente des risques d'erreur dans la transmission de l'abonné, qui est sûr, si l'appareil fonctionne bien, que le numéro transmis est bien celui qui était tout formé sous ses yeux. Cependant la complication et l'encombre-

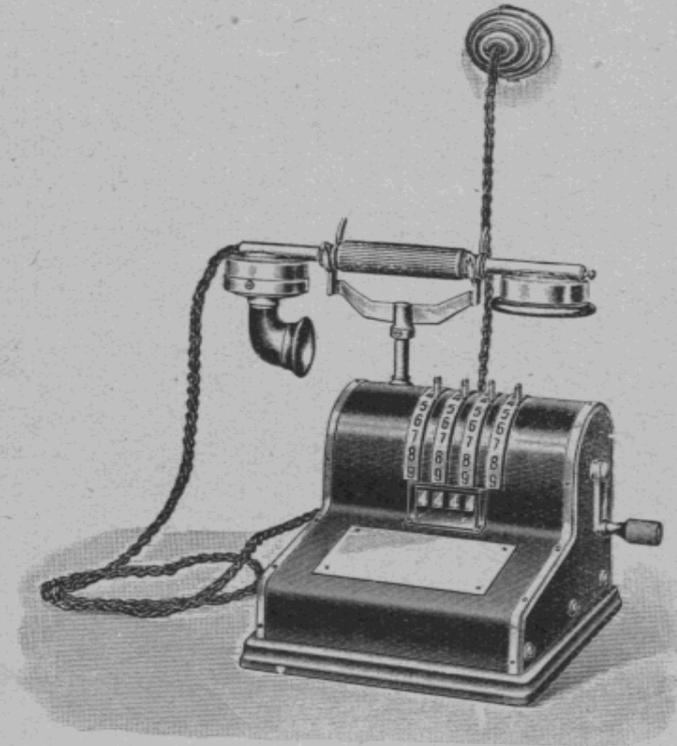


Fig. 51. — Poste d'abonné avec transmetteur d'appels système Dietl.

ment de l'appareil d'abonné ont empêché jusqu'à présent ce système de se répandre en dehors de son pays d'origine.

SYSTÈME BETULANDER.

Le système Betulander, qui date de l'année 1890 environ et qui est utilisé en Suède dans nombre de petits réseaux ruraux, ne dérive

pas du type Strowger, à proprement parler; il est aussi à commande directe de l'abonné, mais à commande directe automatique comme le Dietl.

L'appareil transmetteur d'appels (fig. 52) se compose d'autant de leviers qu'il y a de chiffres à transmettre. L'abonné commence par les amener en regard des chiffres correspondants : ils ne restent d'ailleurs enclenchés que s'ils ont été abaissés dans l'ordre voulu. Puis il décroche son appareil, ce qui libère le cliquet de retenue d'une première roue dentée, solidaire du premier levier; cette roue dentée revient au repos sous l'action d'un ressort bandé par l'abais-

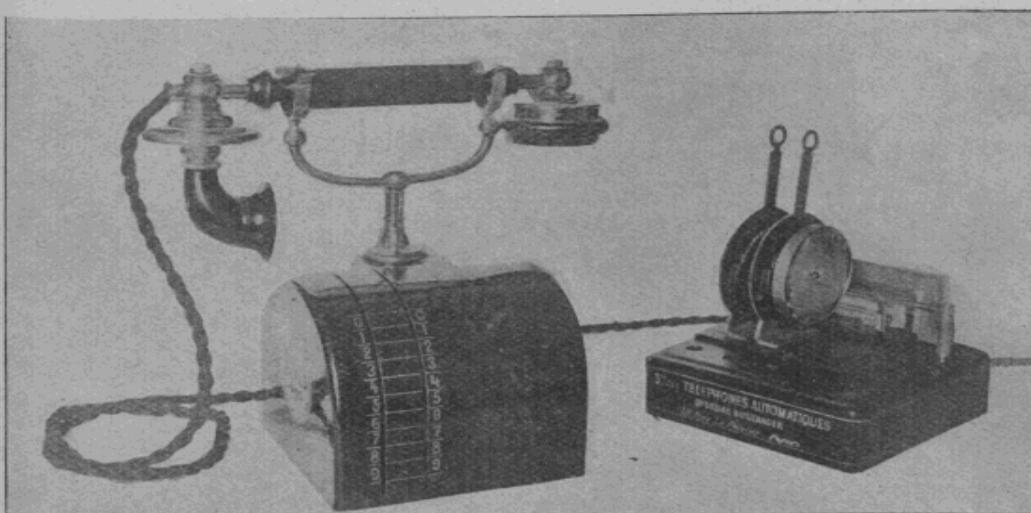


Fig. 52. — Transmetteur d'appels Betulander (équipé seulement pour numéros de deux chiffres).

sement du premier levier, et dans ce mouvement ses dents ouvrent et ferment les contacts de commutation un nombre de fois égal au nombre de crans dont le levier correspondant a été déplacé. Lorsqu'elle est revenue au repos, elle libère le cliquet de retenue de la roue dentée du second levier et ainsi de suite.

Lorsque l'abonné raccroche, un autre contact est fermé pendant un instant, ce qui provoque la déconnexion.

Les appareils sélecteurs, ainsi que le présélecteur, le connecteur, etc., sont d'un type unique, à quelques variantes près, à une seule progression, représenté par les figures 53, 54 et 55. Il se com-

pose de deux électros, A et B, bobinés autour d'un même noyau, mais à champ magnétique et à armatures distinctes, et d'une crémaillère H portant à sa partie supérieure deux balais et une roulette de protection. Le tout peut prendre un léger mouvement de

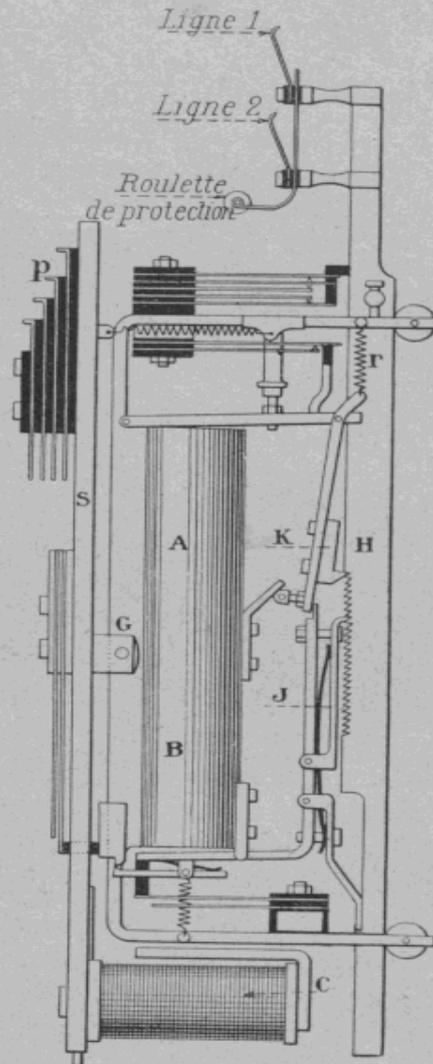


Fig. 53. — Sélecteur Betulander à une progression
(*Génie civil*, n° 15, février 1912).

bascule, autour d'un axe G solidaire de la semelle S, sous l'action de l'armature d'un troisième électro C. Le tout peut être monté

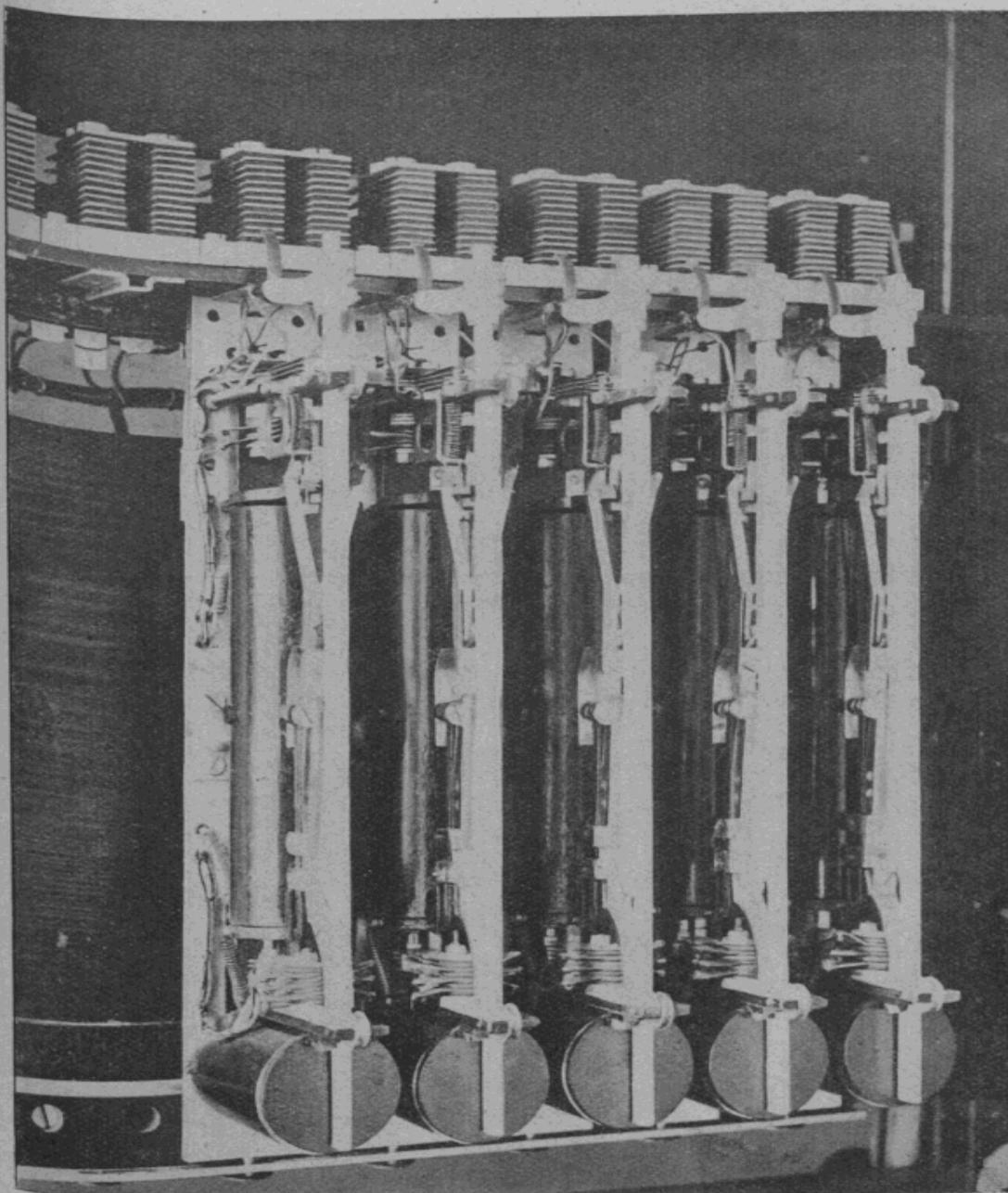


Fig. 54. — Panneau de premiers sélecteurs (Betulander).

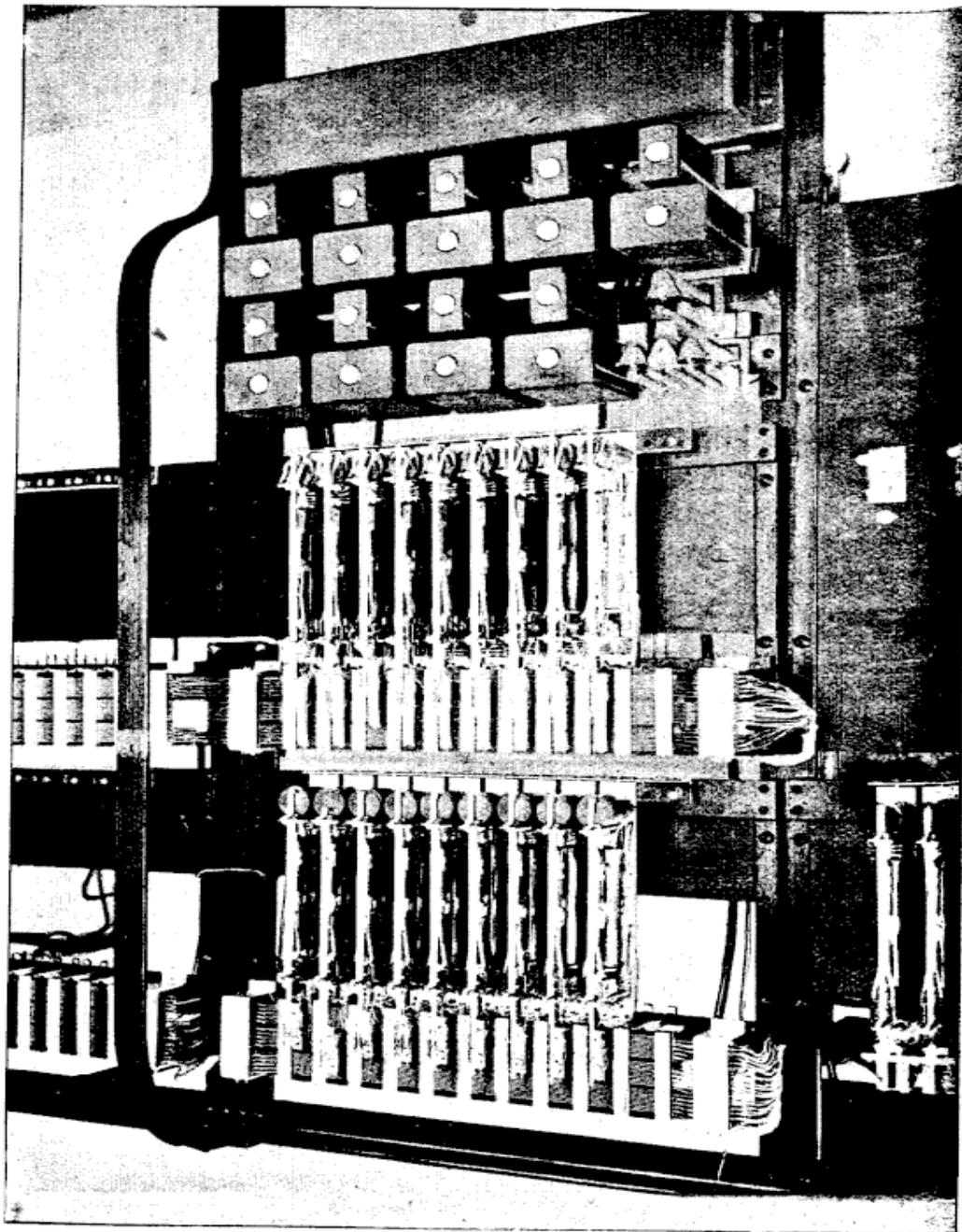


Fig. 55. — Bâti pour 10 lignes d'abonnés (Betulander). En haut, sélecteurs d'unités; au milieu, présélecteurs individuels; en bas, relais individuels de ligne et d'appel.

instantanément sur le bâti correspondant; les connexions sont assurées au moyen des ressorts *p*.

Quand l'appareil est pris, l'électro C fait basculer la crémaillère, ce qui écarte les balais des contacts correspondants reliés aux fils de conversation; la roulette de protection reste seule en prise avec le ou les troisièmes fils. L'électro B, quand il est excité, maintient le cliquet de retenue J contre les dents de la crémaillère, ce qui empêche celle-ci de redescendre sous l'action de son poids; l'électro A, qui est l'électro de progression, élève la crémaillère d'un cran par l'intermédiaire du cliquet K, chaque fois que son armature revient au repos.

Les circuits de ces trois électros sont fermés par trois relais, en relation directe avec la ligne de l'abonné. Un quatrième relais sert à l'envoi du courant d'appel quand l'abonné est demandé, courant d'appel cessant automatiquement quand il décroche. Ces quatre relais constituent, avec un présélecteur, l'équipement individuel de chaque ligne d'abonné.

Le schéma des connexions, d'ailleurs très simple, utilise dissymétriquement les deux fils de ligne, et exige la présence d'une terre chez l'abonné.

Dans sa forme primitive, le système comportait des sélecteurs à double progression (*fig. 56*), le mouvement d'ascension étant obtenu comme ci-dessus et le mouvement de rotation au moyen d'une transformation cinématique. L'équipage des frotteurs, au lieu d'être solidaire de la crémaillère, lui était réuni par l'intermédiaire d'un galet coulissant dans une rainure hélicoïdale. Lors du premier mouvement d'ascension de la crémaillère, le galet se déplaçait dans la rainure et l'équipage tournait sans s'élever; lors du deuxième mouvement seulement l'équipage et la crémaillère étaient rendus solidaires et s'élevaient ensemble.

Cette double progression a été abandonnée à cause de la complexité des organes qui en résultait à la fois au bureau central et au poste d'abonné. Mais, par contre, le nombre des organes nécessaires a été considérablement augmenté. En effet, la ligne d'un abonné aboutit d'abord à un présélecteur qui, lorsqu'il décroche, cherche une ligne libre aboutissant à un premier sélecteur. Ce premier sélecteur reçoit les impulsions du premier chiffre, puis s'arrête sur une ligne qui forcément doit lui être réservée, puisqu'il n'a pas

les moyens d'en chercher une libre; elle aboutit à un second présélecteur qui, automatiquement, cherche un second sélecteur libre,

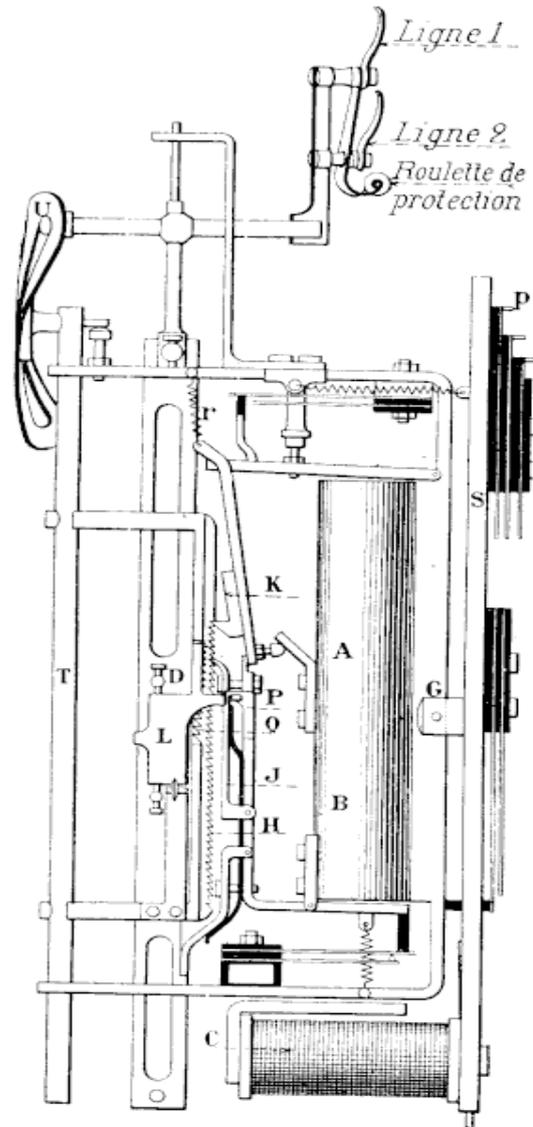


Fig. 56. — Sélecteur à deux progressions (*Génie civil*).

et ainsi de suite; on voit donc que d'abord entre chaque sélecteur intervient un organe jouant le rôle de présélecteur et qu'ensuite un même premier sélecteur, par exemple, doit avoir autant de seconds

présélecteurs à sa disposition exclusive qu'il a de niveaux équipés sur ses bancs de contacts.

Les présélecteurs et le dernier sélecteur, sélecteur d'unités ou connecteur, comportent seul un multiplage à trois fils, le troisième fil indiquant l'occupation de la ligne auxiliaire dans le cas des présélecteurs, de la ligne de l'abonné demandé dans le cas du sélecteur d'unités. L'électro C ne relâche son armature et, par suite, les deux balais ne viennent au contact des fils de conversation que si la ligne est libre. Le multiplage est fait en fils de maillechort parallèles, tendus sur un châssis en ébonite (voir *fig. 55*).

La simplicité des organes rend ce système particulièrement intéressant dans les petites installations à trafic peu intense, où l'accroissement du nombre d'appareils, causé par l'abandon de la double progression, a relativement peu d'importance.

SYSTÈME A RELAIS.

Le système Betulander, sous la forme qui vient d'être décrite, s'est relativement peu répandu, son inventeur ayant mis au point, avec le concours d'un autre ingénieur suédois, M. Palmgreen, un autre système, basé sur des principes tout à fait nouveaux et ne comportant que des relais. Comme il n'y a pas, dans ce nouveau système, de retransmission d'impulsions, nous l'avons rangé parmi les systèmes à commande directe, bien qu'en réalité il soit fort différent des précédents, tant par sa conception que par les procédés de réalisation. Nous nous bornerons ici à un exposé très général des principes essentiels.

La première idée neuve appliquée dans ce système est la *séparation du circuit de sélection et du circuit de connexion*. Le premier, qui comprend les organes chargés de recevoir les impulsions du disque d'appel de l'abonné (qui peut être le même que dans les systèmes Strowger) et de chercher la ligne de l'abonné demandé, n'est constitué et ne dure que pendant la durée de fonctionnement de ces organes; dès que la ligne demandée est trouvée, ces organes sont libérés et la connexion est établie par d'autres organes qui n'ont aucune sélection à accomplir et qui ferment un circuit de conversation complètement indépendant du premier.

La seconde idée maîtresse du système est que tous ces organes,

de sélection ou de connexion, sont constitués par des relais d'un type aussi uniforme que possible et qui ne diffèrent que par le nombre de contacts qu'ils ont à fermer ou à ouvrir. Les figures 57 représentent le type de relais utilisé.

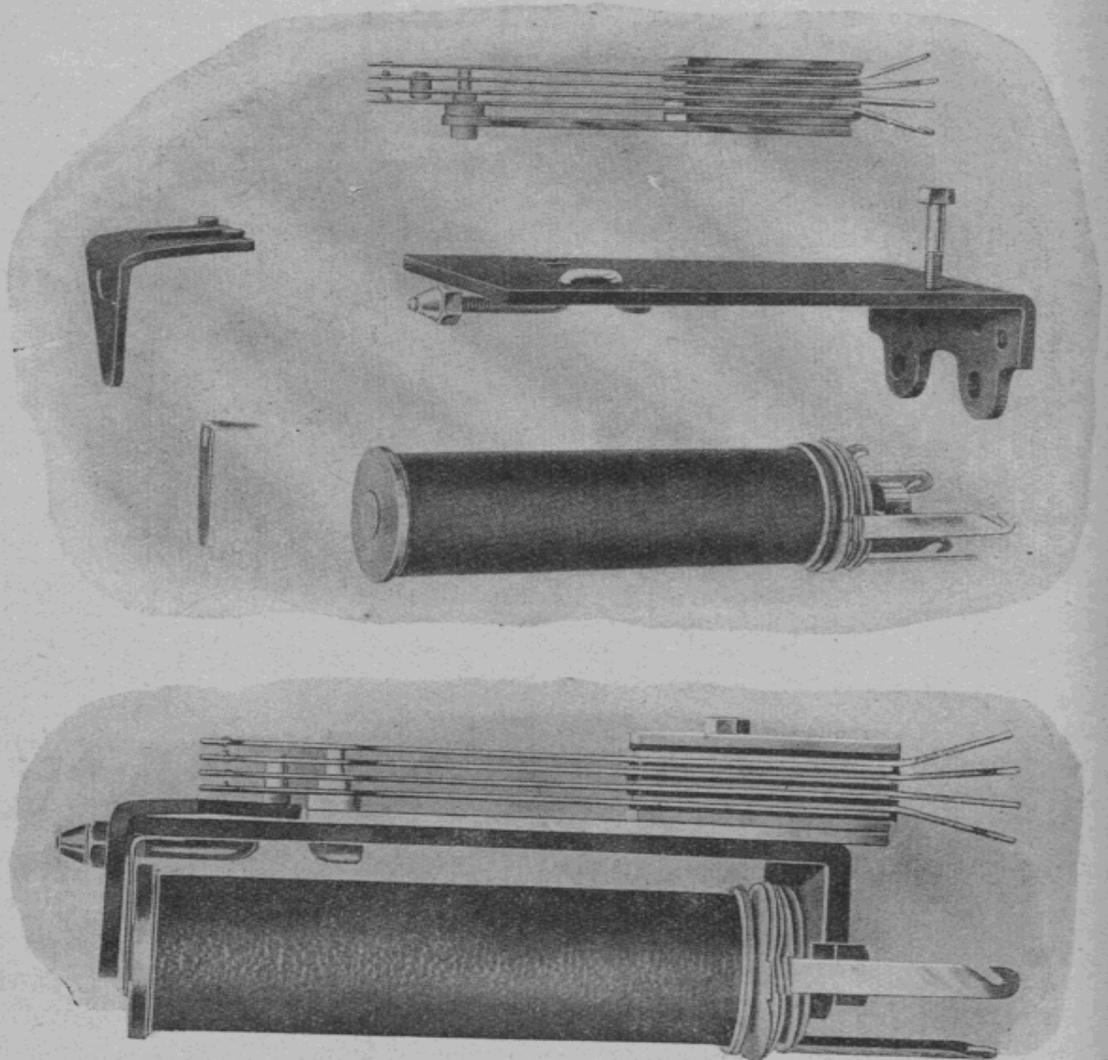


Fig. 57. — Le relais et pièces détachées.

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 le 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 relais 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 relais. Mais le nombre de relais ainsi nécessaire deviendrait rapidement 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 groupes de cinq ou de dix (nous verrons tout à l'heure pourquoi il est nécessaire de constituer des groupes de faible capacité); à chaque groupe est affecté un nombre de lignes auxiliaires égal, suivant le trafic, à trois ou à quatre si le groupe 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 relais; 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 représente le schéma de principe d'un réseau de 100 abonnés, répartis par groupes de 5.

A l'autre extrémité du link, un relais, 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 de chaque faisceau est sensiblement inférieur à celui des links, et *a fortiori* à celui des lignes d'abonné; 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^o aux points d'intersection des lignes d'abonnés et des links (relais LC); 2^o aux points d'intersection 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 $\frac{1}{2}$ links par groupe d'abonnés, le nombre total de ces relais de connexion sera de $\frac{1}{2}N + T^2$; N étant le nombre de lignes d'abonnés du réseau.

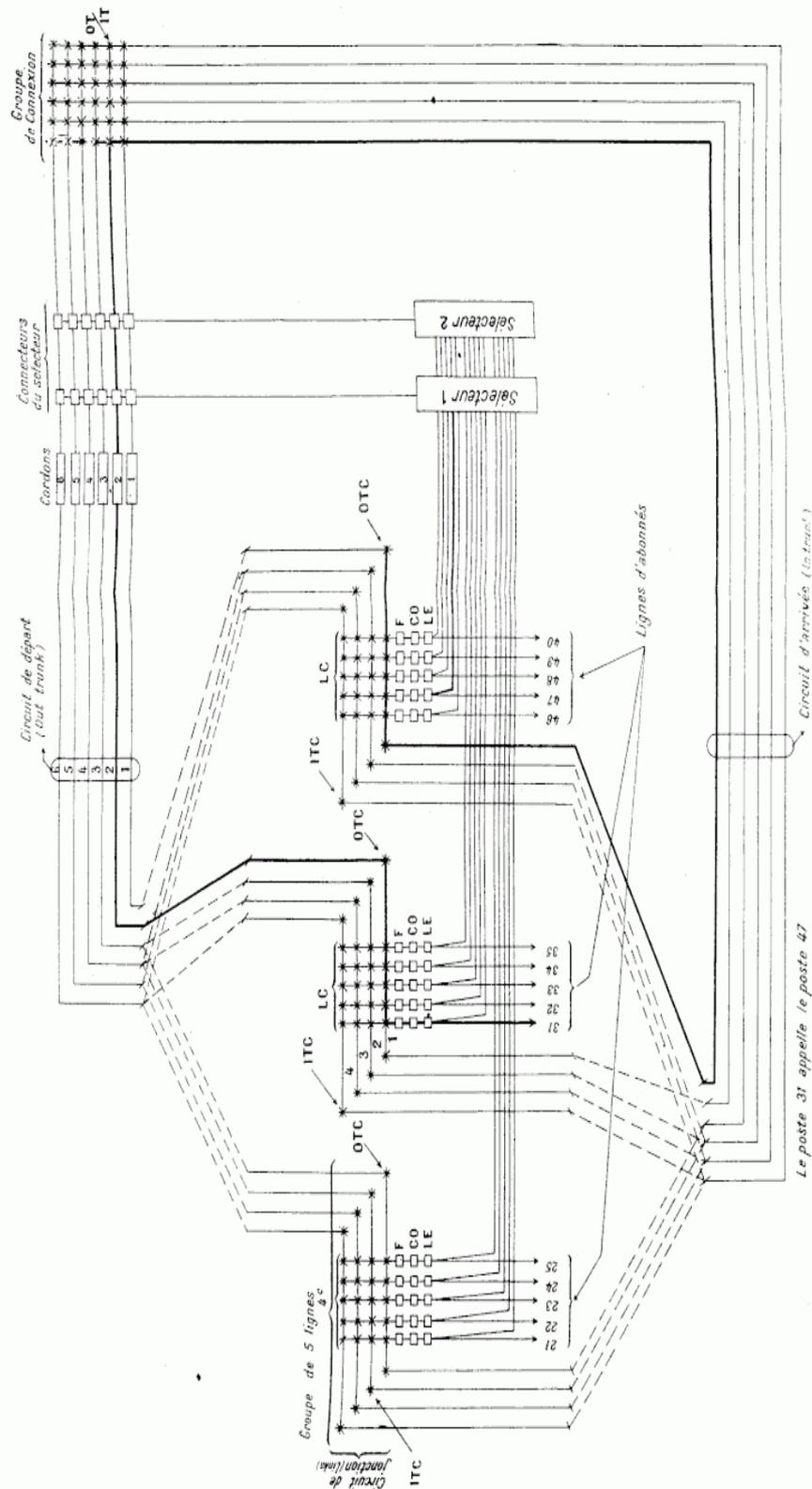
On voit pourquoi il est nécessaire de constituer des groupes d'abonnés de faible capacité, le nombre total de relais étant fonction du nombre de links nécessaires par groupe.

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 entrant, un relais de connexion entre trunks, 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 mise automatiquement en relation avec un link et un trunk entrant libres, les relais de connexion correspondant aux lignes auxiliaires occupées ne fonctionnant 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 sélecteur 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 chiffres 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^r). Son rôle est, d'ailleurs, à propre-



Le poste 31 appelle le poste 47
 Circuit d'arrivée (à transmettre)
 Fig. 58. — Central automatique, 50 postes, schéma de principe de fonctionnement (page 131).

ment 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 leurs armatures un potentiel spécial sur des fils marqueurs communs allant au marqueur, à raison de 10 fils marqueurs communs d'unités, 10 de dizaines, 10 de centaines, etc. Si l'abonné demandé est, par exemple, le n° 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 trois chiffres. Chaque fil marqueur de centaines aboutit à un relais HDM (une clef permettant le cas échéant de le renvoyer à un autre relais identique), pourvu de 10 armatures.

Sur ces armatures sont multipliés les fils marqueurs de dizaines, le fil 1 étant multiplié sur les armatures 1 des relais HDM₁, HDM₂, etc. des diverses centaines, le fil 2 sur les armatures 2, et ainsi de suite. Des contacts, correspondant à ces armatures, partent des fils aboutissant aux relais marqueurs de dizaines TNM₁, ..., TNM₁₀, 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 du troisième fil des dizaines sur le relais TNM₁₃.

Les relais TNM, ou marqueurs des dizaines, ont de même chacun 10 armatures sur lesquelles sont multipliés les fils marqueurs d'unité, et 10 contacts 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 marqueur individuel n° 437.

Ce fil marqueur individuel actionne le relais de coupure et 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 trunks OT/IT au trunk entrant qui a été connecté au sélecteur en prise et sur lequel se trouve l'abonné demandeur. Le sélecteur et le marqueur sont alors libérés.

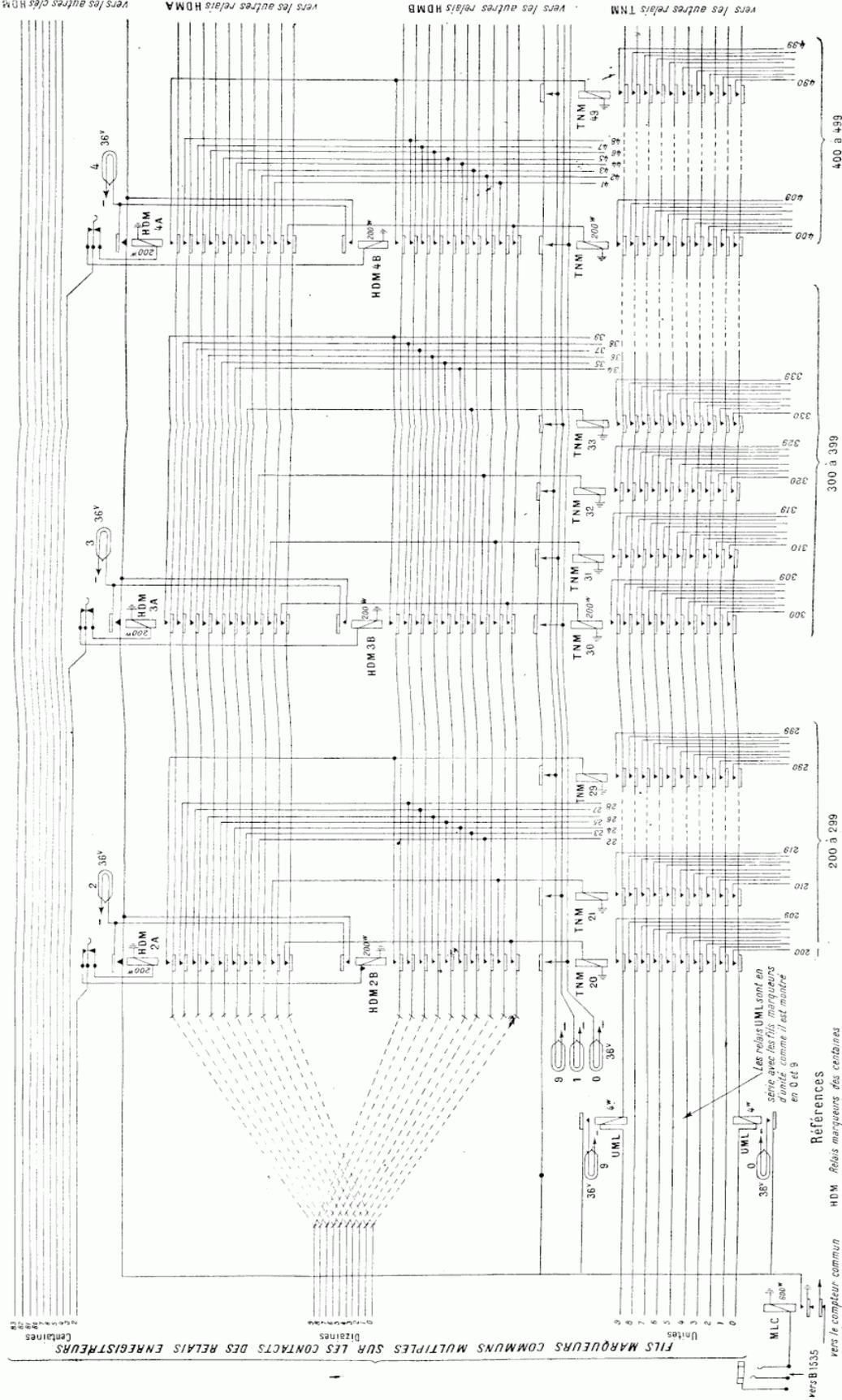
Dans les réseaux de plus de 1000 abonnés, les sélecteurs sont

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 raccroche 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 de leur interchangeabilité poussée évidemment aussi loin qu'il est possible, puisqu'ils sont tous à peu près identiques. Ce système est appliqué en France dans un réseau rural à Biborel (Seine-Inférieure), et le sera prochainement à Fontainebleau.



Les fils marqueurs individuels d'abonnés sont connectés au répartiteur intermédiaire

Fig. 59. — Central public, marqueur à 3 chiffres (page 196).

CHAPITRE V.

SYSTÈMES AUTOMATIQUES A COMMANDE INDIRECTE.

Le premier en date des systèmes automatiques à commande indirecte, dont le principe a été exposé dans le Chapitre I, est le système Lorimer qui a été appliqué dans quelques réseaux du Canada et de la Grande-Bretagne et dans une installation réalisée à Lyon en 1908. Ce système ne s'étant pas répandu, nous n'en entreprendrons pas la description, qui a d'ailleurs été publiée de façon très complète dans divers ouvrages ou revues.

Les systèmes de ce genre actuellement en voie d'expansion sont les deux systèmes de la Western Electric C^y, l'un dit « Rotary » et l'autre dit « Panel », et le système Hultman-Ericsson, de fabrication suédoise. Ces systèmes utilisent d'ailleurs des enregistreurs et comportent la commande directe de l'enregistreur par l'abonné, le disque d'appel étant constitué comme dans les systèmes Strowger et les manœuvres de l'abonné étant les mêmes.

SYSTÈMES DE LA WESTERN ELECTRIC C^y.

Des deux systèmes automatiques réalisés par la Compagnie Américaine Western Electric, le premier en date est le système dit « Rotary » ou « Mac Berty » du nom de son principal inventeur; c'est celui qui s'est le plus répandu en Europe. Comme il a d'abord été conçu et réalisé sous forme d'un système semi-automatique, nous le décrirons dans le chapitre consacré à ces systèmes et nous examinerons ensuite sa forme la plus récente en automatique pur.

Le système « Panel » a été spécialement étudié en vue de l'équipement de très grands réseaux. Nous verrons dans les chapitres ultérieurs les caractéristiques spéciales de l'exploitation en automatique de ces réseaux, ainsi que l'avantage qu'il y a à augmenter

la capacité de sélection des organes. Ceux du système « Panel » ont une capacité de 500 lignes pour les sélecteurs et connecteurs et de 300 lignes pour les chercheurs d'appel; les sélecteurs de lignes auxiliaires peuvent explorer à volonté et moyennant une légère modification de l'équipement, soit 5 groupes de 100 lignes auxiliaires, soit 10 groupes de 50 lignes, soit 20 groupes de 25, soit telle autre combinaison dont le total fasse 500; on conçoit la souplesse d'application qui en résulte pour l'équipement d'un très grand réseau. Quant au sélecteur final ou connecteur, il explore 5 centaines de lignes d'abonné. C'est donc un système à base non décimale qui exige l'emploi d'enregistreurs.

Ce système n'étant jusqu'à présent en exploitation que dans quelques bureaux des plus grands réseaux, nous nous bornerons à en décrire sommairement le principe.

PRINCIPE DU SYSTÈME « PANEL ». — Les champs de contacts des organes sélecteurs sont constitués par des bandes métalliques horizontales, empilées verticalement et séparées par des bandes isolantes, de façon à former un panneau vertical; chaque bande métallique est découpée de façon à présenter de part et d'autre des parties saillantes, espacées d'environ 3cm, disposées comme l'indique la figure 60 de façon que la bande présente l'aspect d'une arête de poisson. Ces parties saillantes constituent les contacts fixes. Chaque bande est reliée à un fil de ligne, les trois bandes correspondant aux trois fils d'une même ligne étant superposées de façon à présenter leurs contacts sur trois lignes verticales différentes. Si l'on appelle a , b , c les trois fils, les 500 bandes superposées dans un même panneau et reliées au fil a des 500 lignes desservies ont leurs contacts disposés sur une même ligne verticale qui constitue le champ d'exploration d'un balai a de sélecteur; les balais b et c frottent sur les contacts disposés sur deux lignes verticales voisines.

Le mouvement d'exploration des organes sélecteurs est donc uniquement un mouvement de translation verticale. Les balais d'un même sélecteur sont disposés comme l'indique la figure 60, ils sont, en réalité, au nombre de 4, deux balais frottant de part et d'autre du contact c qui est sur la ligne médiane. Au repos ils sont écartés des contacts, de façon que le sélecteur puisse se déplacer sans qu'ils frottent; puis, lorsque l'exploration doit commencer, un doigt

déplace la came D qui maintient les ressorts porte-balais écartés, ceux-ci se rapprochent et viennent frotter sur les contacts.

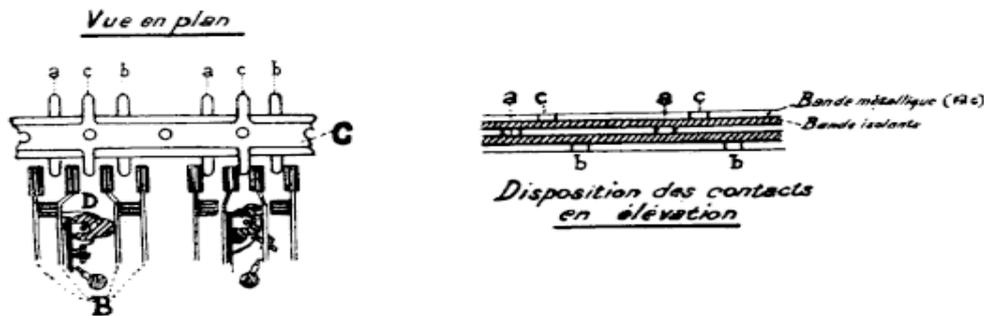


Fig. 60. — Disposition schématique des contacts et des balais dans le système Panel.

Les 1500 bandes correspondant à 500 lignes trifilaires présentent chacune 30 contacts sur chacune de leurs faces; le panneau qu'elles forment constituent donc le champ d'exploration de 60 sélecteurs, 30 d'un côté du panneau, 30 de l'autre. Le panneau lui-même est divisé en cinq sections de 100 lignes, section qui sont superposées verticalement.

Le sélecteur se compose d'un tube vertical de laiton creux, portant cinq groupes de balais, espacés entre eux d'un intervalle correspondant à la hauteur d'une section de panneau; chaque groupe de balais est chargé d'explorer une section de 100 lignes. Les cinq groupes de balais se déplacent simultanément dans le mouvement de translation verticale du sélecteur, mais seul l'un d'eux a ses balais frottant sur les contacts.

La détermination du groupe de balais qui doit frotter fait donc l'objet d'une sélection particulière, qui est réalisée par une tige parallèle à l'arbre du sélecteur et placée entre lui et les contacts; cette tige verticale ou arbre sélecteur de balais peut prendre en tournant autour de son axe cinq positions, et dans chacune de ces positions un doigt vient actionner la came qui maintient écartés les ressorts d'un groupe de balais différents; ce mécanisme est analogue à celui qui sera décrit avec plus de détails pour la sélection des balais dans le système « Rotary ».

Le mouvement de translation des sélecteurs est obtenu de la façon suivante : un ruban métallique perforé est fixé au pied de

l'arbre du sélecteur; il peut être entraîné par l'une ou par l'autre de trois roues motrices R_r , R_l , R_i , eu rotation continue, selon que l'un

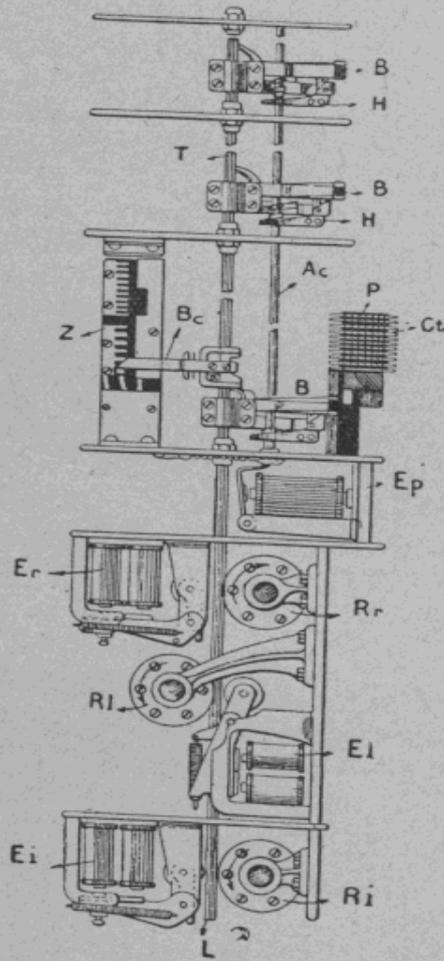


Fig. 61. — Disposition schématique des organes d'un sélecteur dans le système Panel. P, coupe d'un élément de panneau; C', contacts; B, groupe de balais; H, levier de commande de la came mettant les balais en prise; T, arbre portebalais; A, arbre sélecteur de balais; Bc, Z, dispositif de centrage de l'arrêt; Ep, électro de commande de l'arbre sélecteur de balais; Er, El, Ei, électros d'embrayage; Rr, Rl, Ri, roues d'entraînement; L, ruban métallique fixé à l'arbre T.

des galets commandés par l'armature de chacun des trois électros E_r , E_l , E_i , l'appuie sur l'une ou sur l'autre de ces trois roues. La roue motrice R_r lui communique un mouvement d'ascension

rapide, la roue motrice R_1 un mouvement d'ascension lent, et la roue R_2 le mouvement de descente pour le retour au repos.

La recherche de la ligne de l'abonné demandé par le sélecteur final se fait donc de la façon suivante. L'électro E_p commandant la rotation de l'arbre sélecteur de balais, commence par faire prendre à cet arbre la position dans laquelle est actionné le groupe de balais qui parcourt la section de 100 lignes dont fait partie l'abonné demandé. Les impulsions de l'électro E_p sont naturellement commandées par l'enregistreur.

Puis l'ascension du sélecteur commence sous l'action de la roue rapide R_2 , un seul groupe de balais frottant sur celle des cinq centaines dont fait partie le demandé. Le mouvement reste rapide jusqu'à ce qu'il ait atteint le premier contact de la dizaine du demandé; à ce moment, l'électro E_p est désexcité et l'électro E_1 excité, le mouvement d'ascension continue plus lentement, de façon que l'arrêt sur le contact voulu puisse avoir lieu avec plus de précision. L'exactitude de la position d'arrêt est obtenue par un dispositif de centrage constitué par un peigne Z à dents très fines sur lequel frotte un balai de réglage B ; le contact établi par une dent détermine avec précision le moment de l'arrêt.

Le chercheur d'appel est constitué un peu différemment; chaque panneau comprend 300 lignes d'abonnés à 4 fils; les quatre balais d'un même groupe frottent sur 4 contacts différents, dont deux sur la même ligne, la ligne médiane, les deux balais médians frottant, l'un sur le côté gauche du contact supérieur, l'autre sur le côté droit du contact inférieur. Les 300 lignes sont réparties en 15 sections de 20 lignes chacune, au lieu de 5 sections de 100 lignes dans les sélecteurs. Chaque arbre porte-balais porte donc 15 groupes de balais, dont chacun parcourt seulement 20 lignes. Cette disposition a pour but de réduire le temps nécessaire pour trouver la ligne appelante; pour réduire encore ce temps, l'ordre des lignes dans une section de 20 est inversé entre les deux moitiés du panneau, de façon que les 20 lignes soient explorées dans le sens 0 à 19 dans une moitié et dans le sens 19 à 0 dans l'autre.

ÉQUIPEMENT D'UN RÉSEAU EN « PANEL ». — La figure 62 représente la principe de la disposition des organes dans un réseau équipé suivant le système « Panel ». Lorsque le nombre des bureaux du

réseau est petit, la communication n'emprunte qu'un chercheur d'appels, un sélecteur de bureau (tous deux situés au bureau de départ);

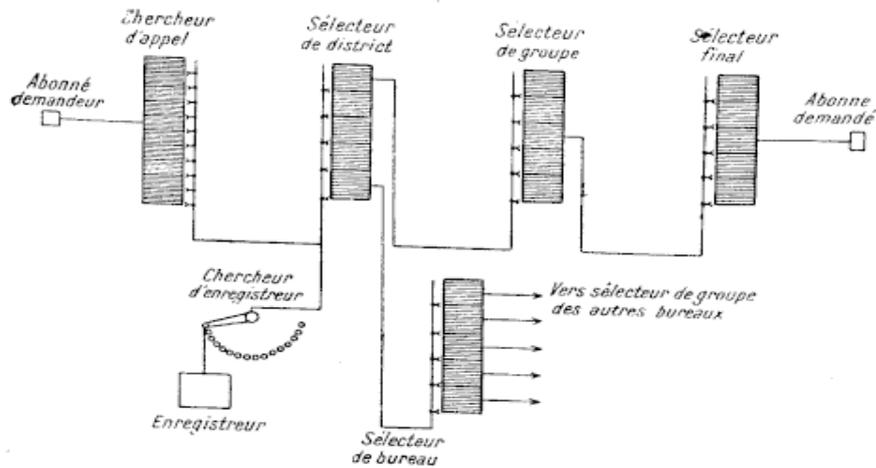


Fig. 62. — Schéma de principe de connexions dans un réseau équipé suivant le système « Panel ». Les communications entre abonnés du même bureau n'empruntent pas de sélecteur de bureau.

un sélecteur d'entrée ou sélecteur de groupe et un sélecteur final (ces deux derniers au bureau d'arrivée). Le sélecteur final explore 500 lignes d'abonnés comme nous l'avons vu. Le sélecteur de groupe explore 20 groupes de 25 lignes (en réalité, 24 et 1 ligne de service), chaque groupe de 24 lignes aboutissant à un panneau de 500 lignes d'abonnés; le sélecteur de groupe peut donc desservir 10 000 lignes et les lignes auxiliaires entrant dans un bureau de 10 000 sont directement reliées à un sélecteur de groupe, d'où leur nom de sélecteur d'entrée. Ce sélecteur ne comporte néanmoins que cinq groupes de balais comme le sélecteur final, chaque groupe de balai explorant quatre groupes de 25 lignes, mais ne commençant à rechercher une ligne libre que quand il a atteint le groupe indiqué par la commande de l'enregistreur.

Le sélecteur de bureau peut explorer, suivant le nombre de bureaux, soit 5 groupes de 100 lignes, soit 10 groupes de 50 lignes, soit 20 groupes de 25 lignes, soit même des groupes comportant des nombres de lignes différents, chaque groupe de lignes aboutissant directement à un bureau d'arrivée différent. Lorsque le nombre des bureaux du réseau dépasse 20, le nombre de lignes par groupe deviendrait trop

petit, et il est nécessaire de prévoir des sélecteurs de district. Il est d'ailleurs possible dans ce cas de desservir certains bureaux avec lesquels le trafic du bureau de départ considéré est important, et en particulier le bureau de départ lui-même pour les communications intérieures, par des lignes auxiliaires partant directement des contacts du sélecteur de district, et aboutissant aux sélecteurs de groupe sans passer par des sélecteurs de bureau. C'est le cas de la figure 62 pour les lignes partant de la section du haut, tandis que celles des autres sections aboutissent à des sélecteurs de bureau. Ces dernières empruntent donc quatre sélecteurs, tandis que les premières n'en empruntent que trois.

On voit que les impulsions commandant tous ces mouvements sont très différentes de celles que l'abonné transmet à l'enregistreur, et sont également différentes entre elles suivant le bureau demandé. Aussi, l'enregistreur devient-il un véritable traducteur. Nous développerons davantage cette fonction de l'enregistreur dans les chapitres ultérieurs.

Nous n'entreprendrons pas ici la description détaillée du fonctionnement du système Panel, ce système n'ayant pas encore été appliqué en Europe. Au point de vue des connexions électriques, il ressemble beaucoup au système Rotary qui sera décrit ultérieurement; les combineurs qui servent à établir ces connexions sont du même type.

Nous allons d'ailleurs retrouver quelques-unes de ses caractéristiques principales dans le système Ericsson, qui est aussi à grande capacité de sélection et qui a été introduit en France dans le réseau de Dieppe.

SYSTÈME AUTOMATIQUE ERICSSON.

Les caractéristiques essentielles du système automatique Hultman-Éricsson sont les suivantes :

I. La sélection est à base non décimale. Le champ d'exploration des sélecteurs et connecteurs est, en effet, de 500 lignes divisées en 25 groupes de 20; un premier mouvement de rotation choisit parmi les 25 groupes, et un second mouvement de translation radiale choisit parmi les 20 lignes d'un groupe.

Les impulsions envoyées par le disque de l'abonné suivant le système décimal sont reçues et transformées dans un enregistreur.

II. Les différents mouvements des sélecteurs et connecteurs, ainsi que ceux des commutateurs auxiliaires, sont commandés mécaniquement au moyen d'arbres en rotation permanente; l'embrayage se fait au moyen de pignons dentés mis en prise sous l'action d'électro-aimants.

III. Les diverses opérations de sélection se font suivant le système dit « des impulsions inverses ». Chaque mouvement de rotation ou de translation d'un sélecteur ou d'un connecteur, — sauf la recherche d'une ligne libre — produit des impulsions qui sont renvoyées à l'enregistreur, en suivant le chemin inverse de celui des impulsions des systèmes Strowger, d'où le nom d'impulsions inverses; chaque série d'impulsions y fait mouvoir un organe de progression pas à pas, jusqu'au moment où cet organe atteint une position repérée par l'enregistrement du numéro demandé : le mouvement est alors arrêté.

Ces trois premières caractéristiques sont communes, dans leur principe, au système Ericsson et aux systèmes de la Western Electric Co.

IV. Le système Ericsson utilise des chercheurs d'appel qui sont absolument semblables, comme réalisation mécanique, aux sélecteurs et aux connecteurs, et ont la même capacité de 500 lignes.

V. Le multiplage des lignes d'abonnés sur les chercheurs d'appel et les connecteurs et des lignes auxiliaires sur les sélecteurs se fait au moyen de fils nus, en laiton dur, tendus verticalement. Les 500 lignes, à trois fils chacune, sont réparties en 25 cadres de 20 lignes

chacun, disposés suivant 25 rayons répartis symétriquement sur un quart de circonférence. Chaque cadre comporte donc $20 \times 3 = 60$ fils tendus verticalement et explorés par les chercheurs de la façon qui va être décrite ci-dessous.

DESCRIPTION DES APPAREILS ET DE LEUR MODE DE FONCTIONNEMENT.

ORGANE DE CONNEXION. -- Chaque sélecteur, connecteur ou chercheur d'appel, consiste essentiellement en un arbre pourvu à l'une de ses extrémités de trois frotteurs, reliés aux trois fils de ligne au moyen d'un cordon souple, et qui peut prendre, *dans un même plan horizontal*, deux mouvements successifs.

Le premier mouvement est un mouvement de rotation autour d'un axe vertical, qui l'amène en regard de l'un des 25 cadres multiples mentionnés plus haut.

Le second mouvement est un mouvement de translation dans la direction dans laquelle il a été pointé par l'arrêt du mouvement précédent, translation au cours de laquelle ses trois frotteurs frottent sur les fils nus du cadre multiple correspondant. Chaque cadre comporte deux rangées de fils, l'une de 40 fils contenant les deux fils de conversation de chacune des 20 lignes, l'autre de 20 fils contenant les troisièmes fils; l'arbre s'engage entre les deux rangées et la rigidité des fils contribue ainsi à guider son mouvement.

Dans ce mouvement de translation l'arbre du chercheur d'appel cherche la ligne appelante, l'arbre du connecteur cherche la ligne appelée, et l'arbre du sélecteur cherche une ligne auxiliaire libre. Lorsque cette ligne est trouvée, les trois frotteurs de l'arbre, deux d'un côté, un de l'autre, sont en contact avec les 3 fils de la ligne.

La figure 63 représente la vue en plan d'un sélecteur et la coupe horizontale d'un cadre multiple MF; *a* et *b* sont les fils de ligne, *c* est le troisième fil. Les mêmes lettres, *a*, *b*, *c* désignent les contacts correspondants de l'arbre KA.

Lors du retour au repos d'un appareil, les deux mouvements ci-dessus doivent naturellement s'accomplir dans l'ordre inverse et en sens inverse, sauf en ce qui concerne le chercheur d'appel, qui n'a pas de position de repos dans le mouvement de rotation et où le retour au repos se fait par l'inversion du seul mouvement de translation.

La commande mécanique de ces divers mouvements se fait au moyen d'un double électro-aimant, MH, MV, dont l'armature porte un pignon denté à chacune de ses extrémités. Le premier pignon, FR, peut être en prise, suivant la position de l'armature, avec l'une ou l'autre de deux roues dentées W superposées et entraînées par le même axe vertical S; selon qu'il est en prise avec la roue supérieure

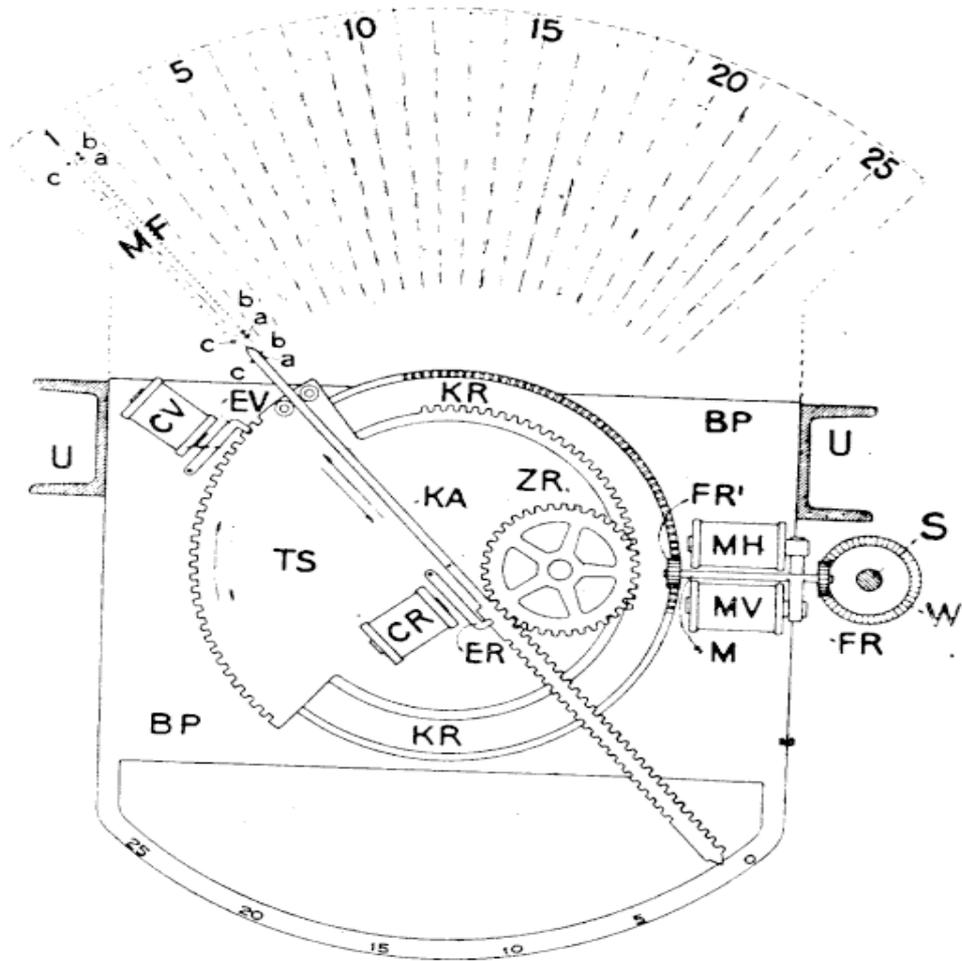


Fig. 63. — Vue en plan d'un sélecteur et coupe horizontale d'un cadre multiple (disposition schématique).

ou inférieure, FR tourne dans un sens ou dans un autre; dans la position de repos de l'armature il n'est en prise avec aucune des

deux roues; l'envoi d'un courant dans l'électro MH ou dans l'électro MV le met en prise avec la roue inférieure ou la roue supérieure.

L'autre pignon, FR', solidaire du premier, engrène en permanence avec le bord denté d'un disque horizontal KR qui porte une seconde série de dents intérieures engrenant avec une roue dentée ZR, également horizontale et excentrée par rapport au disque; cette roue dentée engrène avec une crémaillère dont est muni l'arbre porte-frotteurs dans sa partie postérieure.

Enfin, un secteur denté TS, monté sur le même axe que le disque KR, mais mobile par rapport à ce disque, porte deux galets entre lesquels peut coulisser l'arbre porte-frotteurs KA; il porte également l'axe de la roue ZR.

Un premier électro d'arrêt, CV, fixe dans l'espace, immobilise, quand son armature est au repos, le secteur denté TS; un deuxième électro d'arrêt CR, porté par le secteur denté TS, immobilise par rapport à ce secteur, quand son armature est au repos, la crémaillère de l'arbre porte-frotteurs.

Dans la position de repos, l'extrémité de l'arbre qui porte les frotteurs est à gauche et en deçà de l'entrée du premier cadre multiple.

Quand commence le mouvement de rotation, par l'excitation de l'électro d'embrayage MV, l'électro CV est excité, libérant le secteur denté TS, tandis que CR reste au repos, rendant solidaire la roue dentée ZR, la crémaillère de l'arbre porte-frotteurs et le secteur denté TS; dans ces conditions ces trois organes tournent avec le disque KR, autour de l'axe vertical du sélecteur, axe par lequel passe l'arbre porte-frotteurs et vers lequel convergent les plans milieux des cadres multiples.

Quand le premier mouvement de sélection doit être arrêté, c'est-à-dire quand l'extrémité de l'arbre est en regard du cadre voulu, CV retombe, immobilisant le secteur denté TS, et CR est excité, libérant la crémaillère; KR continuant son mouvement de rotation, ZR, dont l'axe a été immobilisé par l'arrêt de TS, se met à tourner et met en mouvement l'arbre porte-frotteurs qui entre dans le cadre.

L'excitation de l'électro MH, au lieu de l'électro MV, produit les mouvements inverses.

Tout ce qui vient d'être dit est commun aux trois organes, chercheur d'appel, sélecteur et connecteur; nous allons voir maintenant ce qui est particulier à chacun d'eux en décrivant son fonctionnement.

CHERCHEUR D'APPEL. — L'arbre du chercheur d'appel porte à son extrémité un quatrième contact qui, pendant le mouvement de rotation frotte sur un banc circulaire portant 25 contacts correspondant aux 25 cadres multiples.

Quand un abonné décroche, l'excitation de son relais de ligne met un potentiel spécial sur le troisième fil de sa ligne et sur le contact du banc circulaire correspondant au groupe de 20 lignes dont il fait partie; elle met également en marche un certain nombre de chercheurs libres, qui prennent un mouvement de rotation dans un sens ou dans l'autre. Quand le quatrième contact de l'un des chercheurs a trouvé le potentiel spécial d'appel sur le contact du banc circulaire, tous les chercheurs cessent leur mouvement de rotation (à moins qu'un autre appel ne se soit produit dans le groupe), et celui qui est en prise imprime à son arbre le mouvement de translation, jusqu'à ce que le frotteur du troisième fil ait trouvé la ligne appelante.

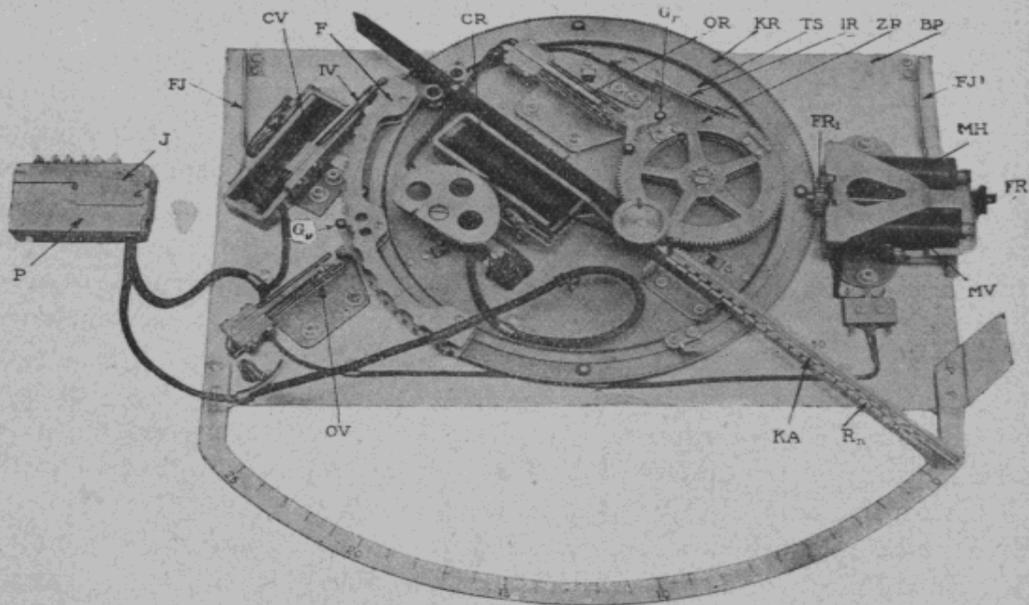


Fig. 64. — Vue d'un connecteur.

Les chercheurs n'ont pas de position de repos, et leur mouvement de rotation s'effectue indifféremment dans un sens ou dans l'autre; quand dans ce mouvement, un chercheur est arrivé à bout de course, il ferme un contact OV qui substitue le premier électro d'embrayage

au second ou inversement et la rotation reprend ainsi dans l'autre sens jusqu'à ce que le cadre de la ligne appelante ait été trouvé.

A la fin de la conversation, l'arbre porte-frotteurs revient au repos en se retirant du cadre, mais reste en regard du cadre dans lequel il vient d'établir une connexion.

SÉLECTEUR ET CONNECTEUR. — Le sélecteur et le connecteur ont une position de repos. L'envoi des impulsions inverses à l'enregistreur se fait, pendant le mouvement de rotation, au moyen de ressorts OV commandés par une came G_c ; celle-ci est actionnée par une seconde série de dents q portée par le secteur TS, et dont les intervalles sont deux fois plus espacés que ceux des dents de progression; quand l'arbre passe devant un cadre, les ressorts s'ouvrent, et quand il passe devant le cadre suivant, les ressorts se ferment. Dans le mouvement de translation radiale, une autre came G_r , qui n'existe que sur le connecteur, tombe de même dans des dents portées par la roue dentée ZR et ouvre ou ferme des contacts OR chaque fois que cette roue et, par suite, la crémaillère progressent d'un pas.

Dans le sélecteur, cet envoi d'impulsions par le mouvement de translation est inutile, le sélecteur se bornant dans ce mouvement à rechercher une ligne libre.

ASSEMBLAGE DES CHERCHEURS, SÉLECTEURS ET CONNECTEURS. — Les lignes d'abonnés sont, comme nous l'avons vu, groupées en cadres verticaux de 20 lignes chacun, et disposés radialement au nombre de 25. Les fils de laiton nus constituant le multiplage sont maintenus tous les 4 centimètres environ par une réglette en substance isolante, fibre ou bakélite, percée de trous par lesquels passent les fils.

Devant les cadres multiples d'abonnés sont superposés, soit les chercheurs, soit les connecteurs. Dans les petites installations à trafic faible, un même bâti peut comprendre à la fois les chercheurs et les connecteurs pour 500 lignes.

Suivant sa hauteur, un même bâti peut porter 40, 50, 60 ou 70 organes de connexion superposés. Chacun de ceux-ci est monté sur une plaque métallique BP, qui pénètre dans des rainures pratiquées dans les deux montants verticaux du bâti et y est solidement maintenue en place au moyen de ressorts de fixation. Chaque série de 10 organes est séparée par une traverse métallique qui maintient

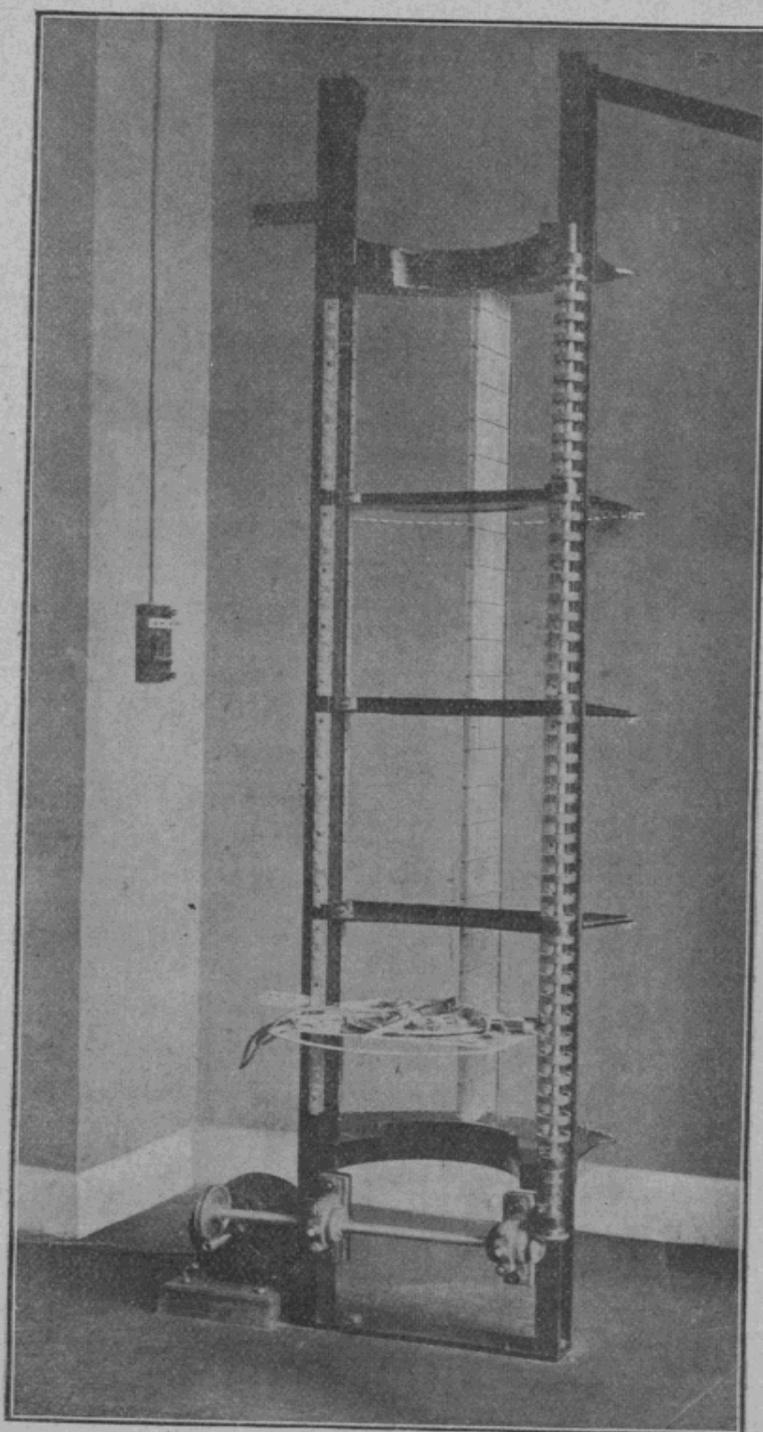


Fig. 65. — Bâti de sélecteurs représenté avec un seul sélecteur et un seul cadre multiple.

les deux montants verticaux du bâti ainsi que les cadres multiples.

Les lignes auxiliaires sont montées devant les sélecteurs, exactement de la même façon que les lignes d'abonnés devant les chercheurs et les connecteurs.

Chaque plaque de base d'un organe de connexion porte à sa partie postérieure un segment de cercle numéroté de 0 à 25, sur lequel se déplace, dans le mouvement de rotation, l'extrémité postérieure de l'arbre porte-frotteurs; pendant le mouvement de translation radiale, une réglette numérotée R^n (fig. 64), accolée à l'arbre, reste immobile et continue à repérer la position de l'arbre par rapport au segment, en même temps que le numéro de la réglette en face duquel s'est arrêtée l'extrémité postérieure de l'arbre, indique la quantité dont l'arbre s'est enfoncé dans le cadre et, par suite, le numéro de la ligne avec laquelle ses frotteurs sont venus en contact. Ce double numérotage permet de déterminer facilement le numéro de la ligne avec laquelle un organe de connexion est en prise.

COMMUTATEURS AUXILIAIRES. — Les mouvements des différents organes de connexion sont contrôlés, et les divers circuits de connexion ou de commande sont constitués, au moyen de commutateurs auxiliaires, dont le principe est analogue à celui des commutateurs séquentiels ou combineurs de la Western Electric C'.

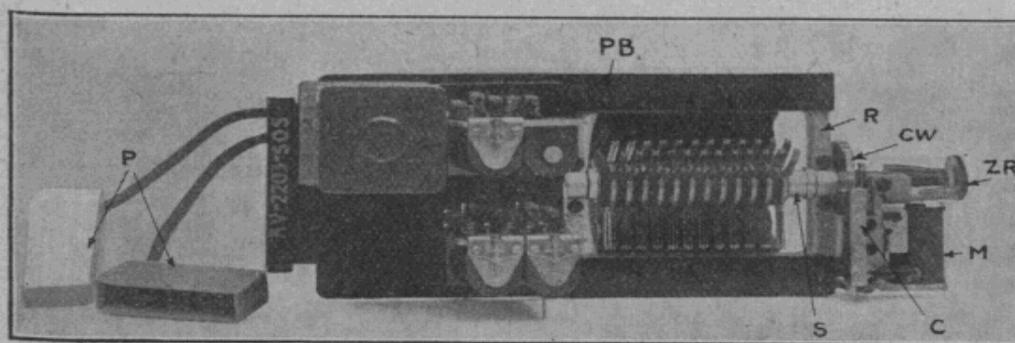


Fig. 66. — Vue d'un commutateur auxiliaire.

Les banes de contacts de ces commutateurs sont formés de couronnes circulaires métalliques séparées par des segments isolants; chaque couronne peut être soit continue — et dans ce cas elle tient

à peu près un tiers de circonférence — soit divisée en un certain nombre de contacts isolés les uns des autres et de longueur variable. Sur la partie de ces couronnes qui débordent, par rapport aux segments isolants à l'intérieur du cylindre constitué par leur superposition, viennent frotter des balais métalliques, montés sur le même axe et réunis métalliquement deux par deux.

L'arbre S qui porte ces balais peut prendre dans son mouvement de rotation un certain nombre de positions, généralement 12. Dans chacune de ces 12 positions, chaque paire de balais met en liaison métallique le contact supérieur et le contact inférieur placés de part et d'autre d'un même segment isolant sur la même génératrice du cylindre. S'il y a 26 couronnes de contacts, soit 13 supérieures et 13 inférieures, les 12 positions de l'arbre porte-balais permettent de réaliser $12 \times 13 = 156$ combinaisons de contacts différentes.

L'entraînement de l'arbre porte-balais se fait de la même façon que pour les sélecteurs, au moyen d'un pignon denté ZR porté par l'armature d'un électro d'embrayage M; mais ce pignon n'engrène qu'avec une seule roue dentée, le mouvement de rotation n'ayant lieu que dans un seul sens.

À la base de l'arbre porte-balais une roue dentée CW déplace une came sollicitée par un ressort qui peut ouvrir et fermer divers contacts C et fixe en même temps l'arbre dans chacune de ses positions. Quand certaines positions sont uniquement de passage, c'est-à-dire que l'arbre ne doit jamais s'y arrêter, la roue dentée comporte un secteur plein en regard de ces positions, de façon que la came maintient fermé un contact commandant le circuit de l'électro d'embrayage.

Chaque commutateur auxiliaire, comme tous les autres organes, est facilement amovible, un cordon souple aboutissant à une fiche P à contacts multiples assurant les connexions avec le câblage fixe.

ENREGISTREUR. — Le rôle de l'enregistreur est, comme nous l'avons vu, de recevoir les impulsions envoyées par le disque de l'abonné appelant d'une part, puis celles envoyées en sens inverse par le mouvement des sélecteurs et connecteurs, d'autre part, et de fermer des circuits qui arrêtent ceux-ci quand le nombre des impulsions inverses reçues correspond au numéro enregistré.

Chaque enregistreur comprend donc côté abonné un organe cor-

respondant à chacun des chiffres du numéro transmis, et côté appareils de sélection un organe correspondant à chaque mouvement de sélection générateur d'impulsions inverses, soit un mouvement pour le sélecteur et deux pour le connecteur.

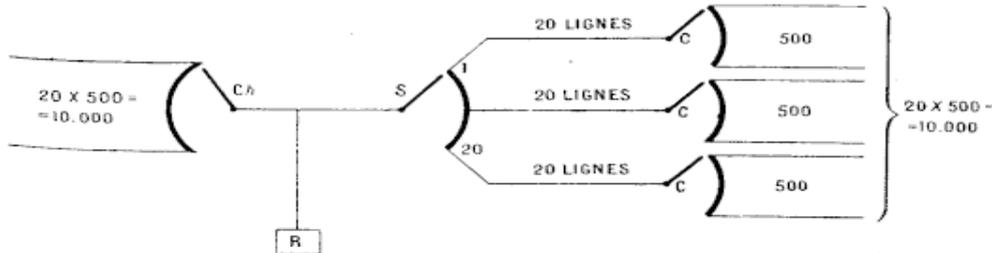


Fig. 67. — Plan schématique du câblage dans un bureau de 10 000 abonnés. Ch, chercheur d'appel; R, enregistreur; S, sélecteur; C, connecteurs.

Supposons un bureau central prévu pour 10 000 lignes d'abonnés au maximum, y compris lignes de service et numéros indisponibles.

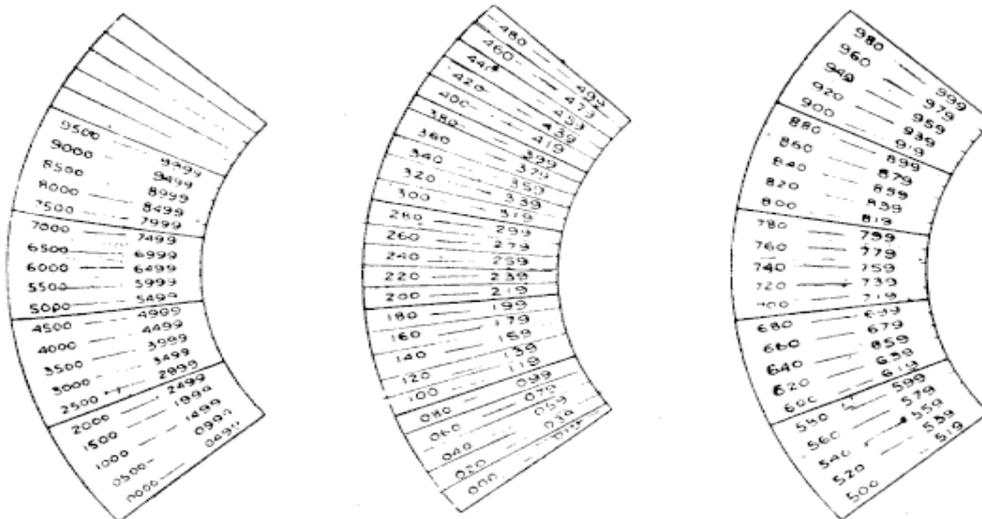


Fig. 68.

Numérotage des cadres multiples de lignes auxiliaires dans un sélecteur.

Numérotage des cadres multiples de lignes d'abonnés dans un connecteur.

Numérotage des cadres multiples de lignes d'abonnés dans un connecteur.

Ses numéros iront donc de 0000 à 9999, soit 4 chiffres. Examinons combien il faudra de mouvements de sélection.

Chaque connecteur peut explorer un groupe de 500 lignes d'abonné, réparties en 25 cadres de 20. Divisons les 10 000 lignes en 20 groupes

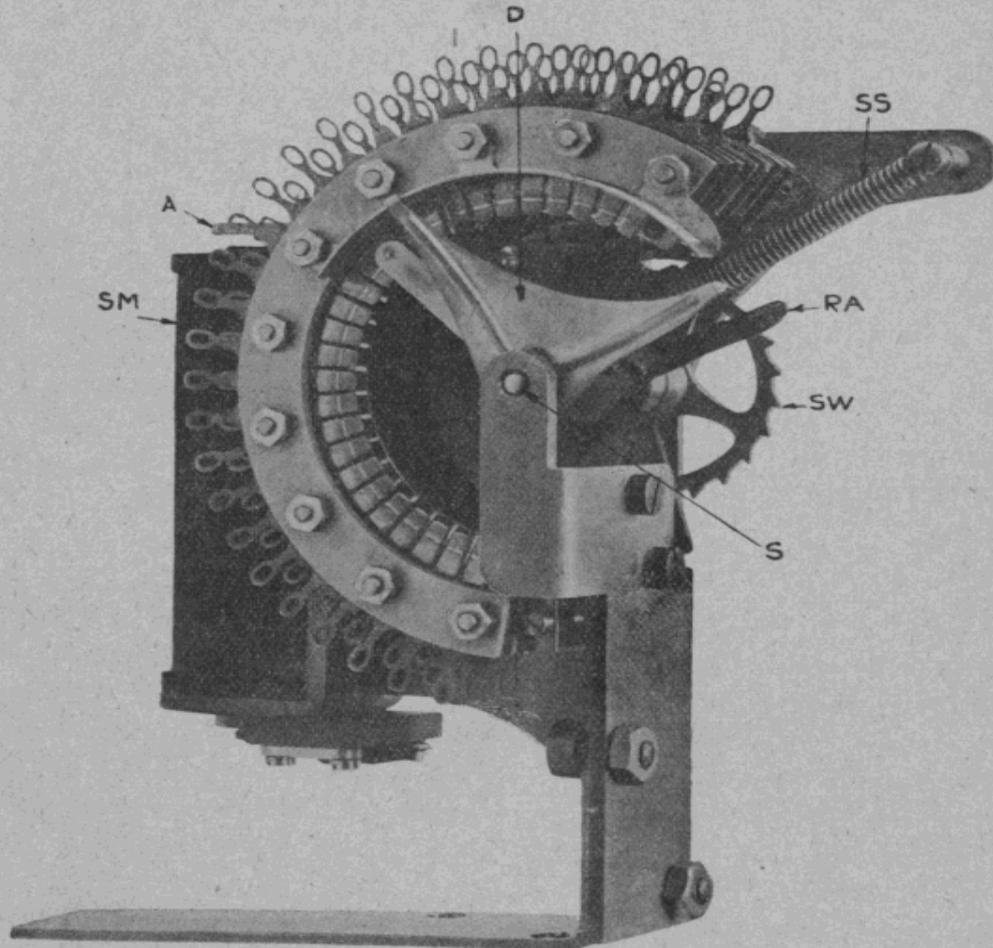


Fig. 69. — Vue d'un organe récepteur d'enregistreur.

de 500; il suffira d'aiguiller l'abonné appelant vers celui de ces 20 groupes qui contient le numéro demandé, puis de rechercher dans les connecteurs qui desservent ce groupe un connecteur libre. Or un seul connecteur permet d'explorer 25 groupes de 20 lignes; on voit donc qu'un seul sélecteur et un connecteur interviendront dans chaque connexion et que trois mouvements de sélection suffiront.

Le premier groupe comportera les abonnés 0 à 499, le second les abonnés 500 à 999, etc., le vingtième les abonnés 9500 à 9999; les 20 pre-

miers cadres des bâtis des sélecteurs seront donc numérotés comme suit (fig. 68) : 0-4, 5-9, 10-14, ..., 90-94, 95-99; les emplacements des cinq derniers cadres resteront disponibles.

Pour préciser par un exemple, supposons que le numéro appelé soit 4723, il fera partie du groupe 45-49, soit du neuvième. Dans ce groupe même, la ligne 4723 fera partie du cadre portant les lignes 4720-4739, soit du treizième (le premier cadre du groupe portant les lignes 4500-4519), et dans ce cadre elle sera la quatrième.

On voit donc que pour trouver l'abonné 4723, il faudra que le sélecteur tourne de 9 pas puis cherche une ligne libre, puis que le connecteur tourne de 13 pas, puis que son arbre avance de 4 pas.

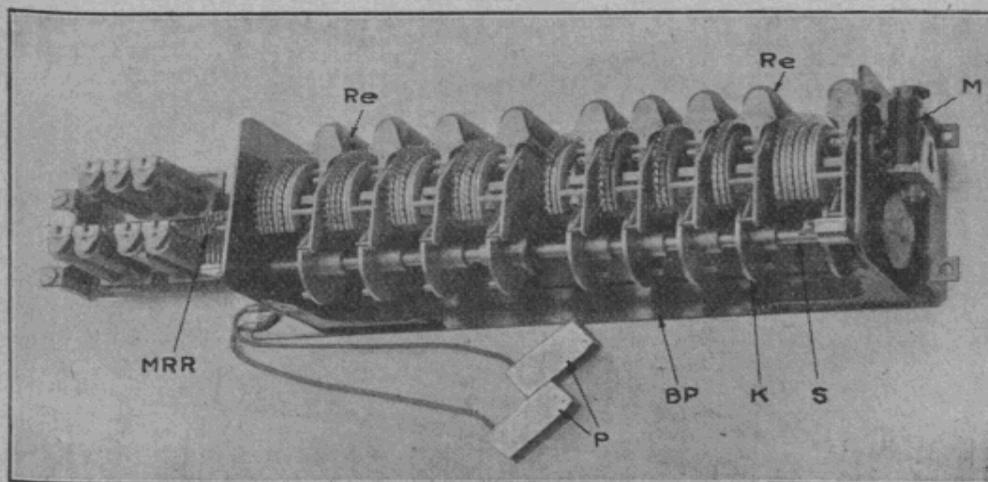


Fig. 70. — Vue d'un enregistreur.

Re, électro d'organe récepteur; MRR, commutateur auxiliaire; M, électro de commande; S, arbre de commande; K, poulie d'embrayage.

Les quatre chiffres 4, 7, 2, 3 se traduisent donc par trois séries d'impulsions inverses, 9, 13, 4.

Dans un réseau de 10 000, l'enregistreur comporte donc quatre organes récepteurs des chiffres et trois organes récepteurs d'impulsions inverses.

Chacun de ces organes est constitué à peu près comme un commutateur auxiliaire, mais avec la différence essentielle suivante. Le mouvement de progression à partir de la position de repos se fait sous l'action d'un ressort à boudin SS bandé autour de l'arbre lors

du mouvement de retour au repos (voir *fig. 69*); il est contrôlé par une roue dentée SW munie d'un échappement à ancre analogue à celui d'une horloge, l'échappement étant commandé par l'armature d'un électro SM qui fait ainsi office d'électro de progression pas à pas. A chaque mouvement d'aller et à chaque mouvement de retour de l'armature de cet électro, l'arbre tourne d'une position.

Le retour au repos se fait au moyen d'un embrayage semblable à celui des commutateurs auxiliaires.

L'arbre des organes récepteurs des chiffres peut prendre 20 positions de travail, outre la position de repos, celui des organes récepteurs d'impulsions inverses peut en prendre 25 (20 suffisent pour le dernier mouvement de sélection du connecteur).

FONCTIONNEMENT DE L'ENREGISTREUR (*fig. 71*). — Prenons, pour simplifier l'exposé, le cas d'un réseau à 4 chiffres. Quand un abonné appelle, le chercheur qui a pris sa ligne est relié par des procédés que nous verrons plus loin à un enregistreur libre.

Le schéma des enregistreurs, comme celui des commutateurs auxiliaires, doit être lu comme suit :

Les contacts d'une même couronne sont disposés horizontalement, les parties métalliques étant figurées en traits pleins. Les couronnes sont disposées par paire, et à chaque position de l'arbre les frotteurs viennent mettre en liaison métallique les deux contacts de la paire de couronnes situés l'un au-dessus de l'autre, suivant la verticale correspondant à la position de l'arbre.

Le circuit des impulsions venant du poste de l'abonné est mis en relation successivement avec chacun des organes récepteurs de chiffres Re_1 , Re_2 , Re_3 et Re_4 au moyen d'un commutateur auxiliaire SOR_1 solidaire de l'enregistreur. Un autre commutateur auxiliaire SOR_2 met successivement en circuit les organes récepteurs d'impulsions Re_5 , Re_6 et Re_7 .

La première série est ainsi reçue dans l'organe récepteur des dizaines de mille, Re_1 . Sous l'action de ces impulsions, l'électro de progression fait faire à l'échappement autant de mouvements d'aller et retour qu'il y a d'unités dans le premier chiffre, et l'arbre avance de deux positions pour chaque unité du chiffre transmis; si ce chiffre est 4, par exemple, l'arbre s'arrête dans la huitième position de travail, soit sur le quatrième contact de la couronne infé-

rière, qui ne comprend qu'un contact toutes les deux positions; il met en liaison métallique ce contact avec le contact continu de la couronne supérieure. Le chiffre zéro correspond à la vingtième position de travail.

Puis le circuit d'impulsions est relié par le commutateur auxiliaire SOR_1 à l'organe récepteur du deuxième chiffre Re_2 . Celui-ci comporte deux paires de couronnes : la première (en bas sur la figure) comporte les 10 contacts, plus le contact de repos, correspondant aux 10 chiffres; mais la seconde, la paire supérieure sur la figure, a ses contacts supérieurs reliés de la façon suivante :

Puisque les abonnés 0000 à 0499 font partie du même groupe, le premier mouvement de sélection, celui qui recherche un groupe de lignes auxiliaires aboutissant aux connecteurs, doit être le même pour les abonnés dont le premier chiffre est zéro et dont le second chiffre est 0, 1, 2, 3 ou 4; la position correspondante de l'organe récepteur de la première série d'impulsions inverses, Re_5 , doit être celle qui correspond au premier cadre de 20 lignes auxiliaires.

De même pour les abonnés dont le premier chiffre est zéro et le second chiffre 5, 6, 7, 8 ou 9 la position de l'organe récepteur Re_5 doit être celle qui correspond au deuxième cadre, et ainsi de suite; pour les abonnés dont le premier chiffre est 4 et le second chiffre 5, 6, 7, 8 ou 9 (ce qui est le cas de l'exemple 4723), la position de Re_5 doit être celle qui correspond au neuvième cadre.

Les liaisons entre Re_1 , Re_2 et Re_5 sont donc constituées de la façon suivante : la première position de Re_5 , après la position de repos, correspond au contact 0 de Re_1 et aux contacts 0, 1, 2, 3 et 4 de Re_2 ; la seconde position de Re_5 correspond au contact 0 de Re_1 et aux contacts 5, 6, 7, 8 et 9 de Re_2 ; la troisième position de Re_5 correspond au contact 1 de Re_1 et aux contacts 0, 1, 2, 3 et 4 de Re_2 et ainsi de suite; d'où les liaisons représentées sur la figure.

Dès que les deux premières séries d'impulsions ont été envoyées par l'abonné et que Re_1 et Re_2 sont en position d'enregistrement, le premier sélecteur commence son mouvement de rotation; chaque fois que l'arbre du sélecteur se déplace de l'intervalle correspondant à un cadre, les ressorts qui commandent les impulsions inverses ouvrent ou ferment le circuit de commande de l'électro de progression de Re_5 ; l'arbre de Re_5 se met en mouvement et tourne d'une

position à chaque ouverture ou fermeture du circuit de commande de l'électro; quand ses balais arrivent à la position correspondant aux deux premiers chiffres enregistrés, soit à la neuvième position de travail si ces deux chiffres sont 4 et 7, un circuit est fermé par la couronne continue de Re_1 , les balais de Re_1 dans la position correspondant au chiffre 4 et le contact inférieur de Re_1 , le contact supérieur de Re_5 correspondant à la neuvième position de travail (chiffre 4) le neuvième contact de Re_5 (après le contact de repos), le contact continu supérieur de Re_2 correspondent aux chiffres 5, 6, 7, 8 et 9 et la couronne continue de Re_2 . Ce circuit excite divers relais et électros, dont l'un arrête le mouvement de rotation du premier sélecteur.

Le troisième chiffre est reçu dans Re_3 ; par un raisonnement analogue, on voit que la position du mouvement de rotation du connecteur, qui envoie les impulsions inverses dans Re_6 , correspond aux abonnés compris dans le premier cadre, c'est-à-dire dont le numéro est compris entre 0000 et 0019 ou entre 0500 et 0519, ou entre 1000 et 1019, ou entre 1500 et 1519, etc. Cette première position de Re_6 correspond donc à la valeur 0 pour le deuxième chiffre (dixième position de travail de Re_2), et aux valeurs 0 ou 1 pour le troisième chiffre (première et dixième positions de Re_3); la deuxième position de Re_6 correspond à la première position de travail de Re_2 et aux deuxième et troisième positions de Re_3 et ainsi de suite.

Enfin le quatrième chiffre est reçu dans Re_5 . La première position de travail de Re_7 , qui reçoit les impulsions inverses du mouvement de translation radiale du connecteur, correspond aux abonnés 0000, 0020, 0040, etc.; elle correspond donc aux chiffres 0, 2, 4, 6, 8 de Re_3 et au chiffre 0 de Re_4 ; la seconde position de Re_7 correspond aux abonnés 0001, 00021, etc., c'est-à-dire aux mêmes chiffres 0, 2, 4, 6, 8 de Re_3 et au chiffre 1 de Re_4 ; la onzième position de Re_7 correspond aux abonnés 0010, 0030, etc., c'est-à-dire aux chiffres 1, 3, 5, 7, 9 de Re_3 et au chiffre 0 de Re_4 , et ainsi de suite.

En résumé, les organes récepteurs d'impulsions inverses Re_5 , Re_6 , Re_7 se mettent successivement en marche sous l'action des mouvements de sélection des organes sélecteurs, et s'arrêtent et arrêtent ceux-ci, quand leurs balais atteignent la position correspondant aux deux chiffres du numéro de l'abonné appelant qui interviennent dans la détermination du mouvement de sélection correspondant, soit le premier et le deuxième chiffre pour Re_5 (mou-

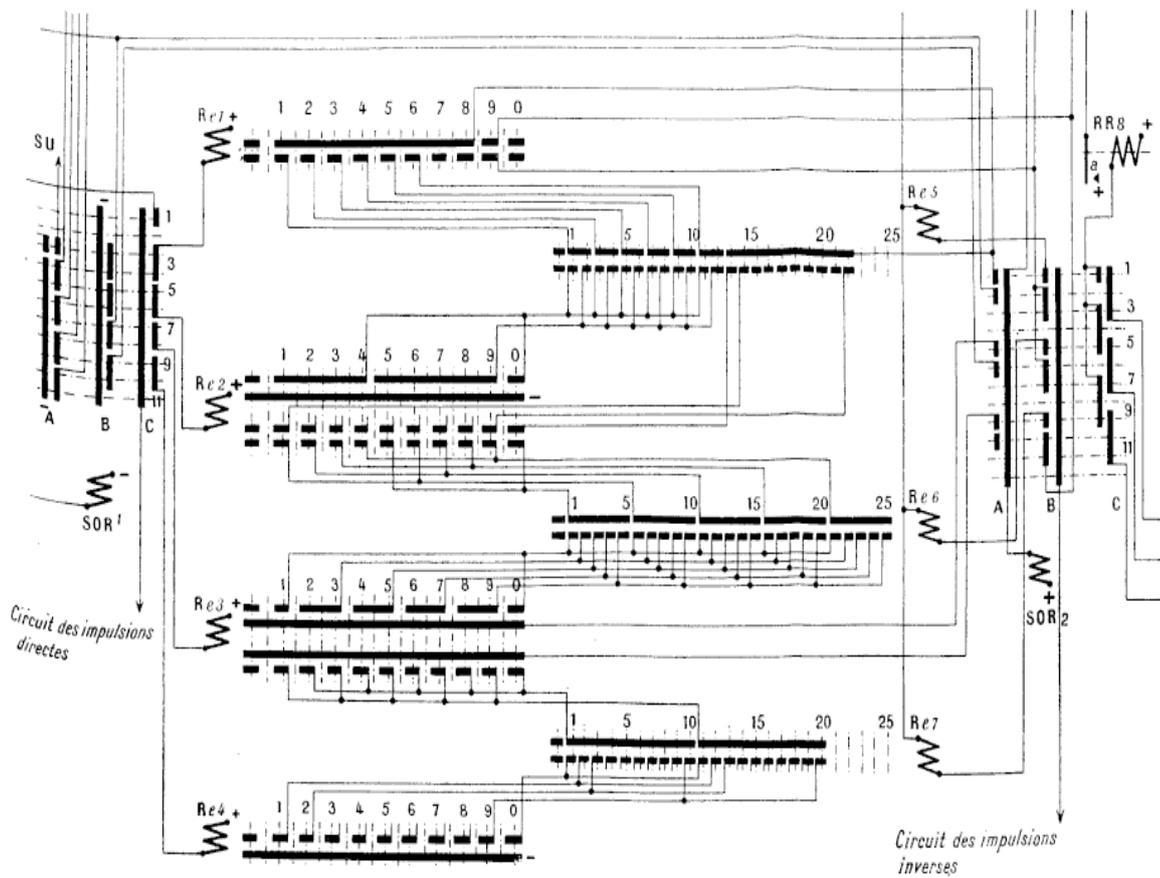


Fig. 71. — Schéma des connexions d'un enregistreur (pages 148 et 149).

vement de rotation du connecteur), le troisième et le quatrième pour Re_7 (mouvement de translation du connecteur).

Quand la ligne de l'abonné appelé est trouvée, tous les organes récepteurs reviennent à la position de repos et l'enregistreur est libéré.

MISE EN RELATION DES ORGANES DE CONNEXION AVEC L'ENREGISTREUR. — Quand un chercheur a pris une ligne appelante, deux procédés différents peuvent être employés pour le mettre en relation avec un enregistreur libre.

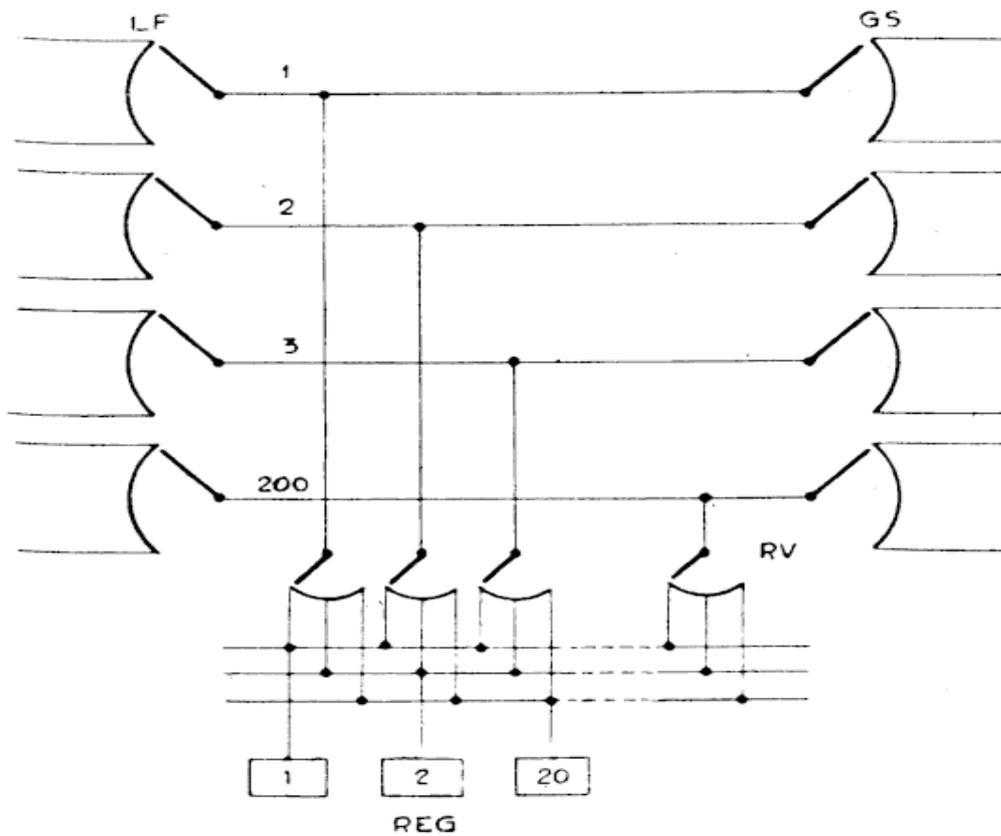


Fig. 79. — Cas des chercheurs d'enregistreur.

Dans le premier, chaque chercheur d'appel LF, relié en permanence à un premier sélecteur GS, est également relié en permanence à un chercheur d'enregistreur RV qui, dès que le chercheur d'appel

est en prise, se met en marche; ses balais explorent les lignes d'un certain nombre d'enregistreurs et s'arrêtent sur la première libre. Ce chercheur d'enregistreur est constitué comme un commutateur auxiliaire, mais n'a pas de position de repos; il tourne toujours dans le même sens et chaque balai se compose en réalité de trois frotteurs décalés de 120° l'un par rapport à l'autre; dès que l'un d'entre eux a quitté un banc de contacts, le suivant commence à explorer le même banc dans le même sens.

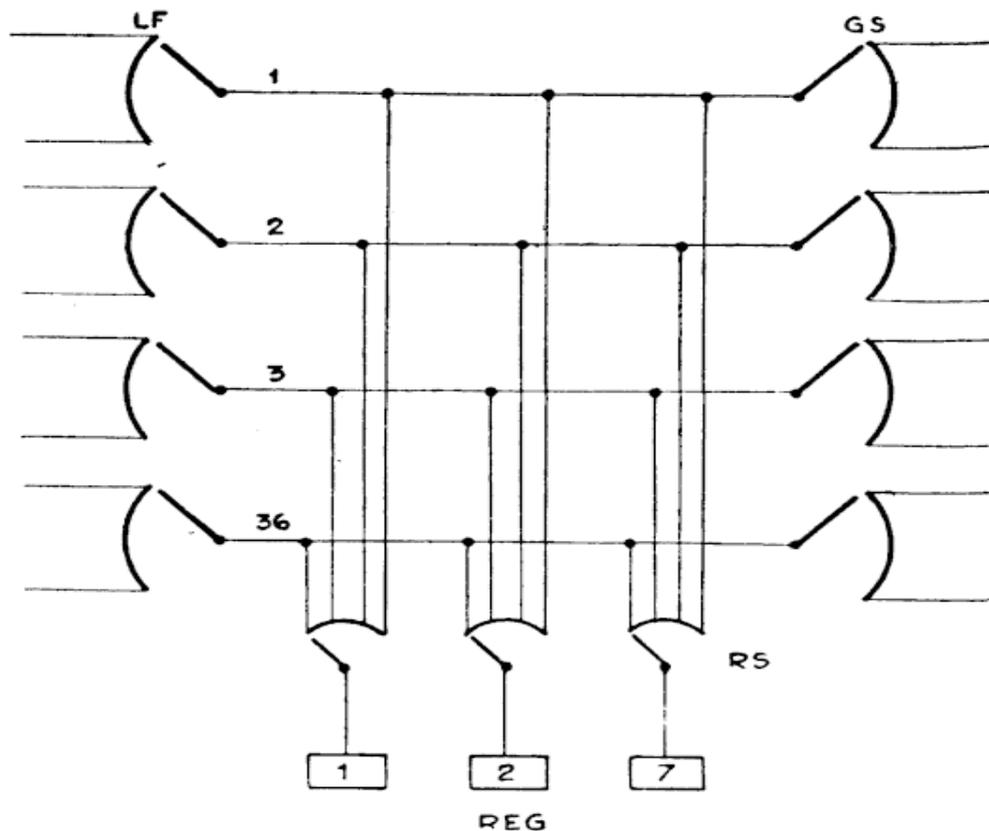


Fig. 73. — Cas des sélecteurs de chercheurs.

Dans le second procédé, la mise en relation se fait en sens inverse: chaque enregistreur est muni d'un sélecteur de chercheurs actionné par un fil de commande commun à tous les chercheurs d'appels d'un groupe et à tous les enregistreurs affectés à ce groupe: dès qu'un chercheur d'appels LF est en prise, le circuit du fil de commande

commun est fermé, et sur tous les enregistreurs REG libres, le sélecteur de chercheurs RS se met en mouvement, ses balais explorant des contacts reliés individuellement à tous les chercheurs du groupe. Dès qu'un sélecteur a trouvé le contact correspondant au chercheur en prise, l'enregistreur correspondant est relié à ce chercheur et les autres sélecteurs s'arrêtent.

Mécaniquement, le sélecteur de chercheurs est constitué comme le chercheur d'enregistreurs.

CAPACITÉ DU SYSTÈME ÉRICSSON. — Nous avons vu que dans un réseau à quatre chiffres, un sélecteur et un connecteur suffisaient pour établir une connexion; en réalité, la capacité d'un système ainsi constitué pourrait même atteindre $25 \times 25 \times 20 = 12\,500$ lignes puisque nous avons vu qu'avec 10 000 numéros, cinq emplacements de cadres de lignes auxiliaires restaient inoccupés sur les sélecteurs. Toutefois, en tenant compte des lignes nécessaires pour l'appel des annotatrices, des services spéciaux, etc., on peut admettre 10 000

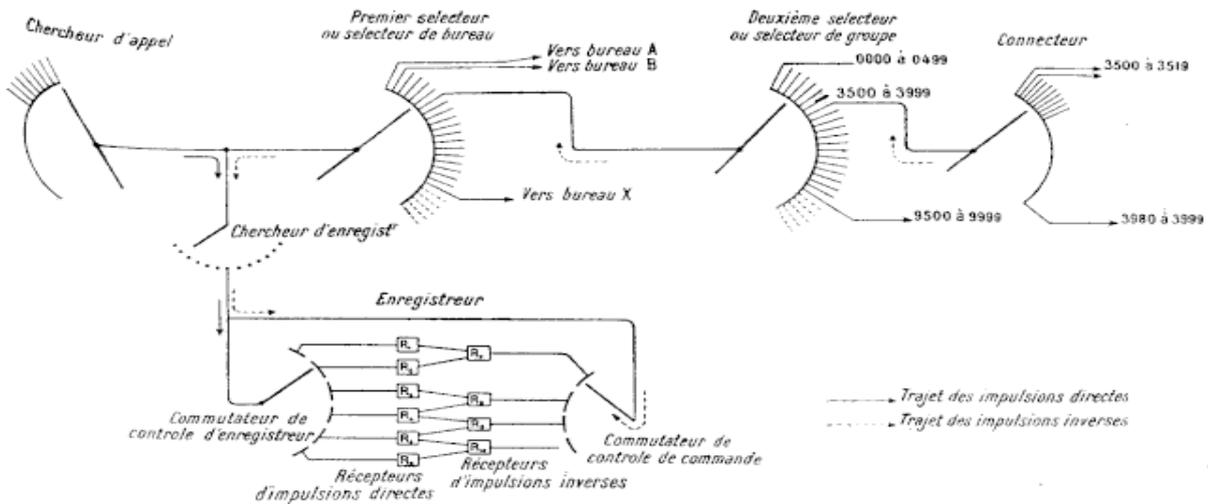


Fig. 74.

comme capacité pratique d'un système comportant un seul sélecteur de groupe.

Avec deux étages de sélection avant le connecteur, on peut atteindre théoriquement une capacité de $25 \times 25 \times 25 \times 20 = 312\,500$ lignes et pratiquement 200 000 à 250 000 lignes.

On voit ici l'avantage des systèmes à grande capacité de sélection;

avec les systèmes Strowger, au delà de 100 000 lignes, il faut quatre étages de sélection avant le connecteur.

La figure 74 représente le schéma simplifié des liaisons d'un réseau comportant, par exemple, 20 bureaux de 10 000 lignes chacun. Le premier sélecteur est appelé dans ce cas sélecteur de bureau et le second sélecteur sélecteur de groupe.

Chaque enregistreur comporte dans ce cas 6 organes récepteurs de chiffre et 4 organes récepteurs d'impulsions inverses; les deux premiers chiffres serviront seulement à contrôler la rotation du sélecteur de bureau (R_1 et R_2 reliés seulement à R_7), et les quatre derniers chiffres contrôleront le sélecteur de groupe et le connecteur comme dans le réseau à quatre chiffres (R_3 et R_4 reliés à R_8 , R_4 et R_5 à R_9 , R_5 et R_6 à R_{10}).

Lorsque le nombre de bureaux centraux dépasse 25, capacité du mouvement de sélection du sélecteur de bureau, on peut n'introduire de deuxième sélecteur de bureau que sur une partie seulement des connexions. Soit, par exemple, un réseau à 40 centraux de 10 000 lignes chacun; dans un central déterminé, les 20 premiers cadres multiples des premiers sélecteurs de bureau seront réservés aux lignes allant vers les 20 centraux avec lesquels le trafic de ce central est le plus élevé, et les connexions empruntant ces lignes ne feront entrer en jeu qu'un seul sélecteur de bureau; les cinq derniers cadres aboutiront à des deuxièmes sélecteurs de bureau, qui répartiront les connexions vers les 20 centraux restant.

La présence des enregistreurs permet, en effet, en faisant varier les connexions entre les organes récepteurs de chiffres et les organes récepteurs d'impulsions inverses, de traduire l'indicatif, littéral ou numérique, d'un central donné par une combinaison de chiffres différant suivant le central de départ; de telle sorte que ce central peut être obtenu d'un central de départ par une combinaison de 4 sélections seulement (un seul sélecteur de bureau) et d'un autre central de départ par une combinaison de 5 sélections (2 sélecteurs de bureau).

Nous reviendrons sur ce point à l'occasion de l'examen des dispositions particulières aux grands réseaux.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME.

Nous pouvons maintenant décrire les différentes phases d'une communication.

Chaque ligne d'abonné comporte, outre les dérivations allant aux cadres multiples des chercheurs et connecteurs, un groupe de relais d'appel et de coupure, semblable à celui d'un multiple à batterie centrale.

Lorsque l'abonné décroche, le fonctionnement de son relais d'appel met le pôle négatif de la batterie sur le contact du banc circulaire du bâti de chercheurs correspondant au cadre dont sa ligne fait partie, met le même pôle à travers le relais de coupure sur le troisième fil de la ligne et excite un relais de commande commun aux 20 lignes d'un même cadre. Ce relais de commande ferme lui-même le circuit de mise en marche d'un commutateur auxiliaire, commun aux 500 lignes d'un bâti de chercheurs, qui joue le rôle de distributeur de chercheurs.

Ce distributeur, en tournant, met successivement en marche tous les chercheurs libres qu'il rencontre jusqu'à ce qu'il y en ait en mouvement un nombre déterminé, 6 à 8 suivant les installations; à ce moment il s'arrête, sans revenir en arrière, n'ayant pas de position de repos. S'il fait plus d'un tour sans rencontrer de chercheur libre, il ferme un circuit d'alarme et de comptage statistique.

Le premier chercheur dont le quatrième contact a trouvé le potentiel négatif de la batterie sur le banc circulaire s'arrête, et son arbre se met en mouvement; les autres chercheurs s'arrêtent aussi et s'immobilisent, s'il n'y a pas d'autre appel en instance; l'arbre du chercheur en prise s'arrête sur la ligne sur le troisième fil de laquelle il trouve le pôle négatif et fait fonctionner le relais de coupure de cette ligne.

En même temps, le commutateur auxiliaire associé au chercheur met en marche le chercheur d'enregistreur ou ferme le circuit du fil de commande commun des sélecteurs de chercheurs, suivant le procédé employé. Le chercheur est ainsi relié à un enregistreur libre.

Lorsque cette dernière connexion est établie, un courant vibré est envoyé sur la ligne de l'abonné, lui indiquant qu'il peut manœuvrer son disque.

Dès que les deux premiers chiffres ont été envoyés, le premier sélecteur (sélecteur de bureau ou sélecteur de groupe suivant la capacité du réseau), associé au chercheur en prise, se met en marche et s'arrête devant le cadre de lignes auxiliaires correspondant à ces deux premiers chiffres (ou indicatifs littéraux) comme il a été expliqué dans le fonctionnement de l'enregistreur.

L'arbre du sélecteur se met ensuite en mouvement et s'arrête sur la première ligne libre; s'il ne l'a pas trouvée dans le mouvement d'aller il continue sa recherche dans le mouvement de retour, et ainsi de suite, faisant ainsi un mouvement de scie jusqu'à ce qu'une ligne libre soit trouvée. Les sélecteurs d'un même bâti explorent les lignes auxiliaires dans l'ordre 1 à 20, puis 20 à 1.

Pendant ce temps, l'enregistreur continue à recevoir les chiffres suivants, et dès que le deuxième sélecteur ou le connecteur a été trouvé, il se met en marche et s'arrête à la position déterminée par les chiffres correspondants enregistrés et ainsi de suite.

Lorsque l'arbre du connecteur arrive à la ligne de l'abonné demandé l'enregistreur est libéré. Si la ligne de l'abonné est occupée, le circuit de conversation n'est pas fermé, et l'abonné demandeur reçoit le signal d'occupation (courant vibré interrompu); lorsqu'il raccroche, tous les organes reviennent à la position de repos.

Si l'abonné est libre, le connecteur envoie sur sa ligne un courant d'appel et l'abonné demandeur entend un roufflement lui indiquant l'appel.

Lorsque l'abonné demandé décroche, l'appel cesse et le circuit de conversation est fermé. Dans les réseaux à un seul bureau, les deux lignes d'abonné sont alimentées en courant microphonique par le chercheur d'appels, suivant le procédé de la self et du condensateur; dans les réseaux à plusieurs bureaux, la ligne du demandé est alimentée par le connecteur.

La déconnexion peut être provoquée, soit par le raccrochage du demandeur, le connecteur seul restant en prise si l'abonné demandé n'a pas encore raccroché, soit par le raccrochage des deux abonnés: un circuit d'alarme différée se ferme, dans le premier cas si le demandeur reste décroché après que le demandé a raccroché, dans le second cas, si l'un quelconque des deux abonnés reste décroché, l'autre ayant raccroché.

Le compteur de conversation est actionné à la déconnexion.

AGENCEMENT DES DIVERSES PARTIES DE L'INSTALLATION D'UN CENTRAL. — Les lignes d'abonnés, après être passées par le répartiteur général d'entrée, aboutissent à des broches de raccordement où chacune d'elles se partage en trois dérivationes :

La première allant au cadre multiple du bâti de chercheurs;



La seconde au cadre multiple du bâti de connecteurs ;

La troisième au groupe de relais d'appel et de coupure.

Dans les petites installations à faible trafic, un seul bâti contenant les chercheurs et connecteurs, les deux premières dérivations se confondent en une.

Dans les bureaux à fort trafic, il peut arriver que le nombre de chercheurs ou de connecteurs nécessaires pour 500 lignes dépasse la capacité maxima d'un bâti (50 à 70 suivant la hauteur). Dans ce cas une même ligne d'abonné est multipliée sur les cadres des deux bâtis voisins au moyen de broches de raccordement placées à la partie supérieure du bâti.

Le bâti de chercheurs et le bâti de connecteurs correspondant au même groupe de 500 lignes sont généralement juxtaposés.

Sur une rangée parallèle aux bâtis de chercheurs et de connecteurs sont disposés les commutateurs auxiliaires de ces organes.

Les sélecteurs et les commutateurs auxiliaires des sélecteurs sont de même disposés en travées parallèles; une dernière travée porte les enregistreurs.

Chaque travée est pourvue d'un moteur qui entraîne les arbres de commande; ces moteurs sont généralement alimentés par le courant du secteur électrique; dans ce cas, un dispositif automatique permet de leur substituer sans interruption dans le mouvement de rotation d'autres moteurs, branchés sur la batterie centrale, si le courant du secteur fait défaut.

L'arbre de commande générale d'une travée est placé horizontalement à la partie inférieure et entraîne les arbres verticaux particuliers à chaque bâti; ces arbres verticaux portent les pignons doubles d'entraînement dans le cas des chercheurs, sélecteurs ou connecteurs ou les pignons simples dans le cas des commutateurs auxiliaires; chaque arbre vertical peut être facilement déconnecté au moyen d'une bague spéciale. La disposition des arbres de commande est visible sur la figure 65.

La vitesse de rotation des arbres est de 30 tours par minute.

Chaque organe de connexion, chaque commutateur auxiliaire et chaque enregistreur est monté et câblé de façon à être facilement amovible; à cet effet, l'ensemble des connexions électriques partant de chaque organe est réuni en un câble souple terminé par une fiche

à nombreuses lames qui s'enfoncent dans une mâchoire. Ces fiches sont visibles sur les figures 64, 66 et 70.

Des jacks d'essai, branchés en dérivation sur les trois fils de ligne de chaque chercheur, sélecteur ou connecteur et disposés sur la partie médiane du bâti, permettent de faire l'essai de fonctionnement de chacun de ces organes à partir de la table d'essais.

SIGNALISATION. — Un dispositif d'alarme différée fonctionne :

1^o Quand le commutateur auxiliaire d'un chercheur, d'un sélecteur, d'un connecteur ou d'un enregistreur reste trop longtemps dans une position dans laquelle il ne doit rester normalement que quelques instants; cela se produit, par exemple, quand un chercheur, après avoir été mis en mouvement ne trouve pas de ligne appelante ou quand il ne trouve pas d'enregistreur libre, ou quand un sélecteur ne trouve pas de ligne auxiliaire libre, ou quand un abonné tarde à envoyer ses impulsions ou s'interrompt avant de les avoir terminées, etc.;

2^o Quand au cours d'une conversation un seul des deux abonnés raccroche, ou quand le demandé raccroche, dans le cas de la déconnexion par le demandeur.

Le retard de la signalisation est obtenu de la façon suivante : un arbre à came, TD, tourne en permanence et ferme successivement, à 30 secondes d'intervalle, ou à tel autre intervalle que l'on juge utile, le circuit de deux relais, RRA_1 et RRA_2 ; le premier RRA_1 est branché directement sur un circuit d'alarme, soit dans le cas de la figure, sur les contacts D2 et D3 du commutateur auxiliaire MRR d'un enregistreur; si la communication a lieu normalement, ce commutateur ne doit rester que quelques secondes dans chacune des positions 2 et 3. Quand il arrive dans la position 2, par exemple, le circuit de RRA_1 est fermé par : Pôle +, contact D₂, RRA_1 , contact de repos de RRA_1 , contact de came de TD et pôle —, dès que TD actionne son premier ressort. RRA_1 attire ses deux armatures, se colle par celle de gauche et prépare par celle de droite le circuit de RRA_2 . Trente secondes après, si MRR est toujours en position 2 et si, par conséquent, RRA_1 est toujours collé, le circuit de RRA_2 est fermé à son tour, et l'armature de droite de RRA_2 ferme le

circuit du signal d'alarme. Si MRR a quitté la position 2 dans l'intervalle, RRA₁ retombe et la signalisation n'a pas lieu.

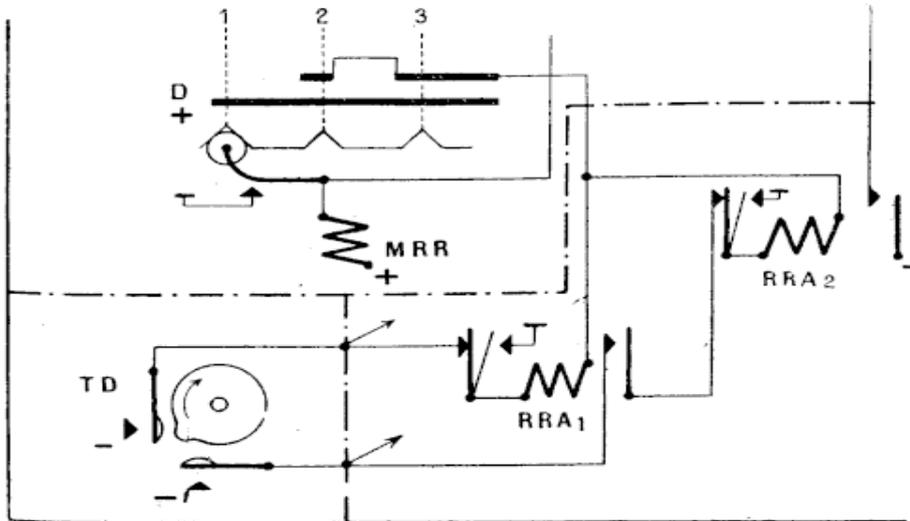


Fig. 75. — Signal d'alarme.

Un autre circuit d'alarme, non différé, se ferme en cas de fonctionnement d'un fusible ou d'arrêt d'un arbre, ou d'interruption du courant d'appel.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES PRINCIPALES PHASES
D'UNE COMMUNICATION.

Nous allons décrire ci-après, en entrant dans le détail des connexions électriques, les principales phases d'une communication, dans le cas d'un réseau à 4 chiffres. Nous utiliserons pour cela des schémas analytiques, ne représentant pour chacune des phases successives, que les connexions essentielles de cette phase. Chaque schéma sera séparé par des traits pointillés en autant de sections qu'il y a d'organes séparés intervenant dans la phase considérée.

Un relais avec ses armatures est représenté comme suit (fig. 76).

Le signe + à côté d'un contact ou d'une extrémité d'un enroulement indique que ce contact ou cette extrémité est relié au pôle positif de la batterie centrale. Le signe - indique le pôle négatif.

Un commutateur auxiliaire est représenté par l'enroulement de son électro (dont la désignation commence généralement par SO),

et par les contacts de ses couronnes. Les contacts placés sur une même génératrice, représentée par un trait pointillé numéroté, sont

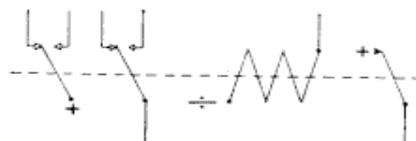


Fig. 76.

ceux qui sont reliés deux à deux dans une même position de l'arbre porte-balais du commutateur auxiliaire.

CONNEXION DE LA LIGNE APPELANTE AVEC LE CHERCHEUR.

La figure 77 représente le schéma des connexions d'une ligne d'abonné, d'un chercheur d'appels et d'un distributeur de chercheurs. Elle est divisée en huit sections, chaque section représentant un organe ou un groupe d'organes solidaires.

La section I représente les trois fils nus tendus verticalement représentant le multiplage de la ligne d'abonné dans le cadre sur le bâti du groupe de connecteurs.

La section II représente le relais de ligne LR, le relais de coupure BR, le compteur SM, organes individuels de la ligne L_a , L_b .

La section III représente le relais de cadre LGR, commun aux 20 lignes faisant partie d'un même cadre sur le bâti de groupe de chercheurs.

La section IV représente les trois fils de multiplage sur le bâti de groupe de chercheurs et le contact du banc circulaire d , unique pour le cadre de 20 dont fait partie la ligne considérée.

La section V représente le distributeur de chercheurs S avec ses trois relais SSR_1 , SSR_2 , SSR_3 . Ce groupe d'organes est unique pour un bâti de groupe de chercheurs, soit pour 500 lignes.

La section VI représente un chercheur d'appels avec ses 4 balais a , b , c , d , le contact OVS commandant l'inversion de la rotation, le double électro de commande MVS, MHS, l'électro d'arrêt CVS commandant la rotation, l'électro d'arrêt CRS commandant la translation radiale et les contacts ORS, actionnés en bout de course par l'arbre porte-balais.

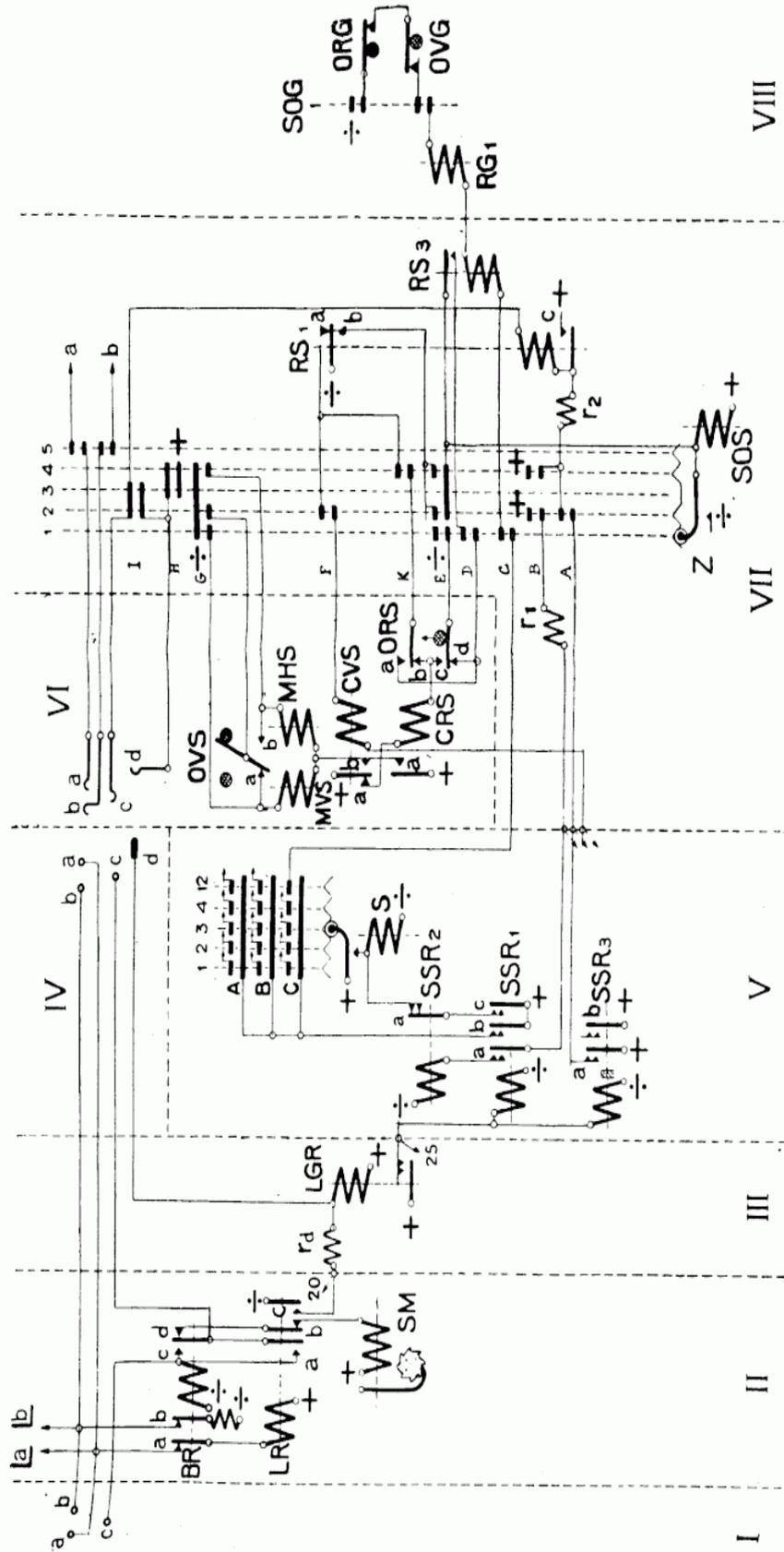


Fig. 77. (p. 158).

La section VII représente le commutateur auxiliaire SOS associé au chercheur d'appels avec ses relais de test RS_1 et de mise en marche RS_3 .

La section VIII représente les organes du premier sélecteur qui interviennent dans le fonctionnement du chercheur.

Les diverses opérations intervenant dans la connexion d'une ligne appelante et d'un chercheur sont les suivantes :

APPEL DE L'ABONNÉ. — L'abonné appelle, LR fonctionne, ferme en c le circuit du relais de cadre LGA, relie en a le troisième fil de multiplage du bâti de groupe de chercheurs au pôle négatif de la batterie par l'enroulement du relais de coupure BR et ouvre en b le circuit du compteur qui, au repos, met ce même troisième fil en relation avec le pôle positif.

MISE EN MARCHÉ DU DISTRIBUTEUR. — Le relais de cadre LGR fonctionne et ferme le circuit des relais SSR_1 et SSR_3 du distributeur de chercheurs; en même temps que LGR est excité, le contact de cadre d qui, au repos, est relié au pôle $+$ par l'enroulement de LGR, est mis en relation avec le pôle $-$ par la résistance r_d et l'armature c du relais LR de la ligne qui a appelé.

FONCTIONNEMENT DU DISTRIBUTEUR. — SSR_1 en fonctionnant ferme par SSR_2 au repos le circuit de l'enroulement S de l'électrode de commande du distributeur qui se met en mouvement. Ce distributeur est un commutateur auxiliaire dont l'arbre peut prendre 12 positions, marquées sur la figure par les génératrices 1, 2, 3, 4, 5, ..., 12; les couronnes supérieures comportent chacune 12 contacts, dont chacun est relié à un contact du commutateur auxiliaire SOS d'un chercheur de ligne différent; les couronnes inférieures sont pleines et reliées toutes par le contact b de SSR_1 , au pôle $+$. Le nombre de paires de couronnes équipées est déterminé par le nombre de chercheurs nécessaires pour un groupe de 500 lignes (1 pour 12, 2 pour 24, etc.). S'il y a cinq paires de couronnes à chaque position du distributeur, 5 circuits de mise en marche de chercheurs d'appels seront fermés.

Sur la ligne est représentée seule la connexion partant du contact 12 de la dernière couronne. Lorsque le distributeur passe à la position 12, un circuit est fermé par :

Pôle +, contact b de SSR_1 , contact C_{12} de S , contact C_1 de SOS (com. aux. du chercheur correspondant à C_{12}), enroulement de RS_3 , enroulement de RG_1 , contacts divers du premier sélecteur associé au chercheur et de son com. aux. et pôle —.

RS_3 excité ferme par D_1 de SOS , le contact d de ORS , E_1 de SOS et le pôle —, le circuit de l'électro de commande de SOS , qui passe de la position 1 à la position 2.

Chaque fois, par conséquent, que le distributeur arrive sur une position, il lance le circuit de mise en marche de 5 com. aux. de chercheurs d'appels qui se mettent en marche et passent de la position 1 à la position 2.

En arrivant à la position 2, chaque com. aux. ferme un circuit passant par le pôle —, l'enroulement de SSR_2 du distributeur, une résistance r_1 associée au chercheur, B_2 de SOS et le pôle +. La partie de ce circuit constituée par l'enroulement de SSR_2 est commune à tous les com. aux. de chercheurs mis en marche, et la valeur de la résistance r_1 est telle que le courant passant dans SSR_2 ne peut le faire fonctionner que quand il y a 6, 8 ou 10 résistances de r_1 en dérivation, c'est-à-dire 6, 8 com. aux. de chercheurs mis en marche. A ce moment SSR_2 fonctionne et coupe en a le circuit de S . Le distributeur s'arrête. Il ne se remettra en mouvement, même s'il y a d'autres appels en instance dans le groupe, que lorsque le nombre de chercheurs en mouvement sera redescendu en dessous d'une certaine valeur (4 ou 5), faisant retomber SSR_2 .

ROTATION DU CHERCHEUR. — SOS en passant à la position 2 ferme le circuit :

Pôle +, contact b de SSR_3 , enroulement de CVS du chercheur, contact F_2 de SOS , contact a de RS_1 et pôle —.

CVS excité ferme en b le circuit :

Pôle +, contact b de CVS , enroulement de MVS ou de MHS suivant la position de OVS , contact G_2 de SOS et pôle —.

Le chercheur se met à tourner dans un sens ou dans l'autre suivant la position de OVS , et son quatrième balai d explore les contacts du banc circulaire. Quand il trouve un contact d au potentiel d'appel, c'est-à-dire relié au pôle négatif par r_d et le contact du relais d'appel LR , il ferme le circuit :

Pôle +, contact a de SSR_3 , contact A_2 de SOS , résistance r_2 ,

enroulement de RS_1 , contact I_2 de SOS, balai d , contact d , r_a , contact c de LR et pôle —.

Le relais RS_1 fonctionne et se maintient collé par son contact c , la résistance r_2 étant court-circuitée; il coupe en $RS_1 a$ le circuit de CVS, électro d'arrêt commandant la rotation du chercheur; celui-ci s'arrête donc en face du cadre où est la ligne appelante.

En même temps le relais de cadre LRG est shunté par l'enroulement de RS_1 après le court-circuitage de r_2 et relâche alors son armature, ouvrant ainsi le circuit des relais SSR_1 et SSR_3 du distributeur, s'il n'y a pas d'autres appels en instance dans d'autres cadres du bâti. SSR_1 en retombant arrête le distributeur s'il est encore en mouvement; SSR_3 arrête tous les chercheurs en mouvement, sauf celui pour lequel RS_1 vient de fonctionner et dont le com. aux. passe par suite de la position 2 à la position 3 comme nous allons le voir; SSR_3 est, en effet, à relâchement retardé et son armature ne retombe qu'un certain temps après la cessation du courant, ouvrant en b le circuit de tous les électros CVS des chercheurs dont le com. aux. est resté dans la position 2.

TRANSLATION DU CHERCHEUR. — RS_1 en fonctionnant a fermé en b le circuit :

Pôle +, enroulement de l'électro de commande de SOS, contact E_2 de SOS, contact b de RS_1 et pôle —.

SOS se met en marche et passe à la position 3 qui n'est qu'une position de passage, pendant laquelle le relais de test RS_1 est court-circuité par le contact H_3 et le pôle + et retombe au repos.

SOS passe de là sans arrêt à la position 4, où est fermé le circuit :

Pôle +, contact de repos a de CVS, enroulement de CRS, contact b de ORS, contact K_4 de SOS, contact a de RS_1 et pôle —.

CRS excité embraie le mouvement de translation radiale et l'arbre porte-balai s'enfonce dans le cadre où est la ligne appelante.

Quand le balai c vient au contact du troisième fil c de la ligne appelante, le circuit suivant est fermé :

Pôle +, contact B_4 de SOS, résistance r_2 enroulement du relais RS_1 , balai c , fil c , contact a de LR, enroulement de BR et pôle —.

RS_1 fonctionne de nouveau et coupe en a le circuit de CRS; le mouvement de translation est arrêté; en même temps, CRS et CVS

étant tous deux privés de courant, le circuit du double électro de commande MHS-MVS est ouvert et le chercheur est débrayé.

Le relais de coupure BR fonctionne également, coupe le circuit du relais d'appel LR, maintient en *c* la continuité du troisième fil entre le bâti de chercheurs et le bâti de connecteurs et coupe en *d* le circuit de compteur.

Enfin RS₁ ferme en *b* le circuit suivant :

Pôle +, enroulement de l'électro de commande SOS, contact E₄ de SOS, contact *b* de RS₁ et pôle —.

SOS passe de la position 4 à la position 5.

A partir de ce moment, le chercheur est en prise avec la ligne appelante. Le relais de test RS₁ s'est collé par son contact *c*, court-circuitant la résistance *r*₂ et reste seul en série avec le relais de coupure BR de la ligne appelante. Si l'arbre d'un autre chercheur passe sur le troisième fil de multiplage *c* de cette ligne, la différence de potentiel entre ce fil et le pôle + est trop faible par suite de la faible résistance de l'enroulement RS du chercheur en prise, pour que le relais RS₁ du chercheur en mouvement, en série à ce moment avec *r*₂, puisse fonctionner.

RECHERCHE D'UN ENREGISTREUR LIBRE ET ENREGISTREMENT.

La figure 78 représente le schéma des connexions essentielles pendant la recherche d'un enregistreur libre. Le procédé supposé adopté est celui du chercheur d'enregistreur, un tel chercheur étant associé à chaque chercheur d'appel et se mettant à rechercher un enregistreur libre dès que le chercheur d'appel est en prise.

La partie gauche de la figure 78 représente le com. aux. du chercheur d'appel SOS, avec ceux de ses contacts qui interviennent dans la recherche de l'enregistreur, les trois balais *a*, *b*, *c* du chercheur d'appel et les deux fils de ligne L_a, L_b.

La partie médiane représente le chercheur d'enregistreur, organe semblable à un commutateur auxiliaire avec son électro de commande RV.

La partie droite de la figure 78 représente les parties du schéma d'un enregistreur qui interviennent dans la recherche d'un enregistreur libre. MRR est le commutateur auxiliaire de l'enregistreur : il n'a que trois positions, la première correspondant au repos, la

seconde à la réception des impulsions du demandeur, et la troisième à la commande des sélecteurs. SOR_1 est un autre commutateur auxiliaire, dit commutateur de contrôle d'enregistrement, dont le

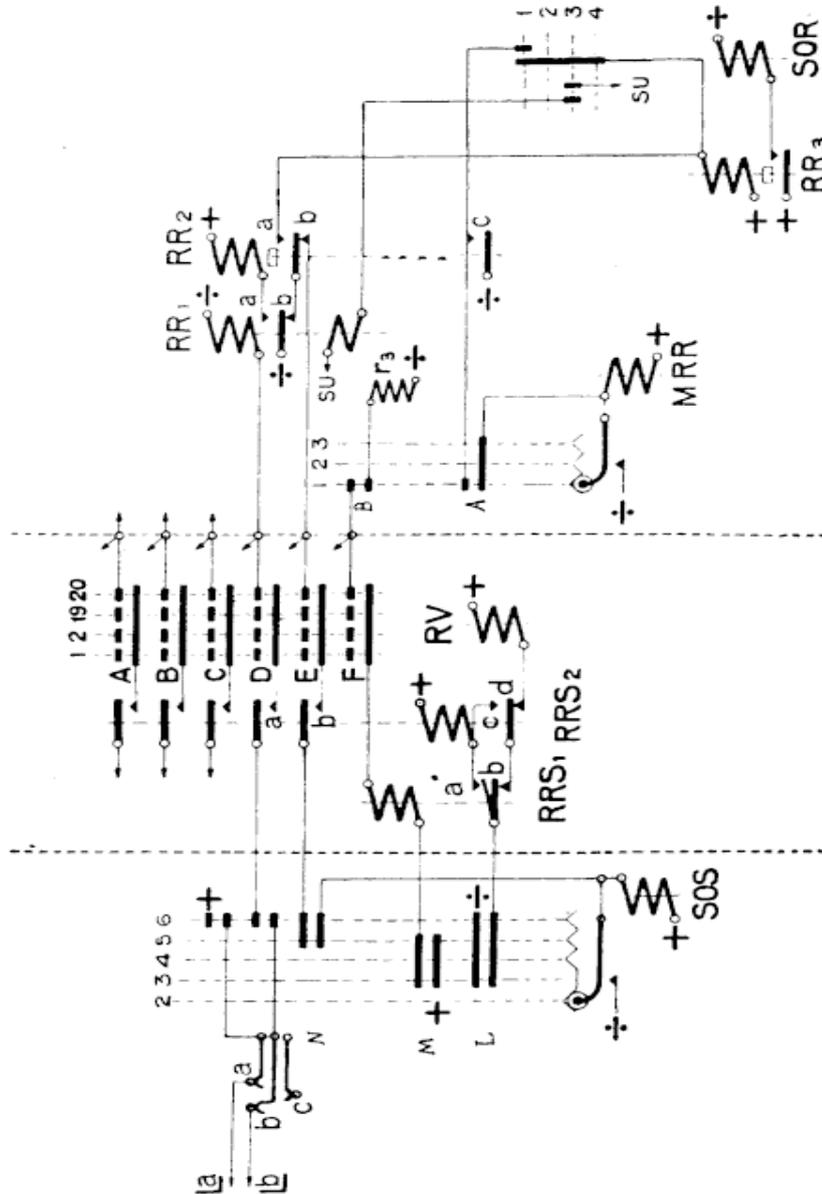


Fig. 78. — Recherche d'un enregistreur libre.

rôle est de mettre successivement en circuit les différents organes récepteurs de l'enregistreur.

RECHERCHE D'UN ENREGISTREUR LIBRE. — Dès que le com. aux. SOS d'un chercheur d'appel passe en position 3 et pendant les positions 4 et 5, c'est-à-dire pendant le mouvement de translation radiale et la connexion, un circuit est fermé par :

Pôle —, contact L_3 (ou L_4, L_5, L_6) de SOS, contact de repos b de RRS_1 , contact de repos d de RRS_2 , enroulement de l'électro de commande RV du chercheur d'enregistreur et pôle +.

Le chercheur d'enregistreur (qui n'a pas de position de repos) se met en marche jusqu'à ce que le circuit suivant puisse se fermer :

Pôle +, contact M_3 (ou M_4 ou M_5) de SOS, enroulement de RRS_1 , un contact F de RV, contact B_1 de MRR, résistance r_3 et pôle —.

Ce circuit se fermera dès que les balais de RV rencontreront le contact d'un enregistreur libre, c'est-à-dire dont le com. aux. MRR soit dans la position 1. Si RV était précisément arrêté sur un enregistreur libre, il ne se met pas en marche.

RRS_1 excité coupe le circuit de RV qui s'arrête et ferme le circuit de RRS_2 , qui connecte en a et b les couronnes D et E du chercheur d'enregistreur au circuit d'impulsions venant de SOS. Ce dernier passe alors de la position 5 (connexion avec la ligne appelante) à la position 6 (enregistrement), par suite de la fermeture du circuit :

Pôle +, enroulement de SOS, contact N_5 de SOS, contact b de RRS_2 , le contact E de RV correspondant à l'enregistreur pris, contacts de repos des relais RR_1 et RR_2 de l'enregistreur et pôle —.

Dans la position 6 de SOS, le circuit de RRS_1 est coupé, et RRS_1 retombe, mais RRS_2 reste excité par son contact c .

CONNEXION DE LA LIGNE APPELANTE AVEC L'ENREGISTREUR. —

Dans la position 6 de SOS les deux fils de ligne de l'abonné sont reliés l'un au pôle +, l'autre au contact a de RRS_2 , un contact D de RV, le relais d'impulsion RR_1 de l'enregistreur pris et le pôle —. Le relais RR_1 est donc en série avec la ligne appelante; il coupe en b le circuit de l'enroulement de l'électro de commande SOS et ferme en a le circuit de RR_2 .

RR_2 en fonctionnant ferme : 1° le circuit de RR_3 par un contact de la position 1 de SOR_1 ; 2° le circuit de MRR par son contact A_1 .

RR_3 en fonctionnant ferme le circuit de l'électro de SOR_1 qui se met en marche et passe à la position 2.

MRR passe également à la position 2 (réception des impulsions).

Quand le courant de RR_3 est coupé, l'électro de SOR_1 retombe, ce qui fait passer le commutateur de contrôle à la position 3, position dans laquelle un enroulement inducteur SU , ménagé autour du noyau de RR_1 , fait entendre à l'abonné demandeur la tonalité indiquant qu'il est connecté à l'enregistreur et qu'il peut commencer l'envoi des impulsions.

ENREGISTREMENT. — Le fonctionnement de l'enregistreur a été décrit plus haut; aussi nous bornerons-nous à une description sommaire du schéma des connexions.

La figure 79 représente schématiquement les connexions entre

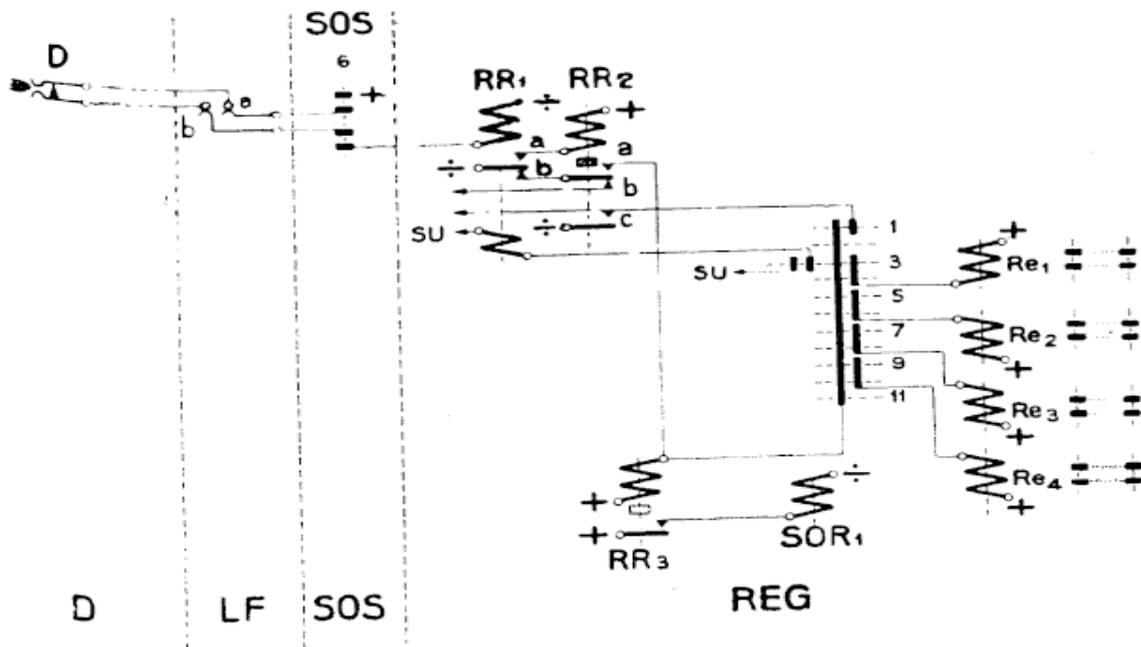


Fig. 79. — Enregistrement.

un abonné appelant D et un enregistreur REG , par l'intermédiaire du chercheur d'appels LF et des contacts de son com. aux. SOS .

Re_1 , Re_2 , Re_3 , Re_4 sont les électros de commande des organes récepteurs des milliers, des centaines, des dizaines et des unités.

Au moment où l'abonné va commencer sa transmission d'impulsions, SOR_1 est, comme nous venons de le voir, dans la position 3, et nous avons le circuit suivant, non encore fermé :

Pôle +, enroulement de Re_1 , contact 3 de SOR_1 , contact a de RR_2 , contact b (ouvert à ce moment) de RR_1 et pôle —.

Quand l'abonné commence à transmettre, l'armature de RR_1 retombe à chaque ouverture du circuit de ligne, mais l'armature de RR_2 , qui est à fonctionnement retardé, reste collée par suite de la faible durée des ouvertures du circuit. Re_1 est donc excité à chaque ouverture, et fait progresser l'organe récepteur des milliers d'autant de pas qu'il y a d'unités dans le chiffre des mille.

En même temps que Re_1 et en dérivation sur lui, est excité RR_3 , mais celui-ci reste collé pendant toute la durée de la première série d'impulsions; il ferme le circuit de SOR_1 qui passe à la position 4 (où Re_1 est toujours en circuit); mais après la dernière ouverture, RR_3 retombe, SOR_1 également, et celui-ci passe à la position 5 qui met en circuit Re_2 pour la réception du chiffre des centaines.

La même série d'opérations se renouvelle, les positions 5 et 6 de SOR_1 correspondant à la réception des centaines, les positions 7 et 8 à la réception des dizaines et les positions 9 et 10 à la réception des unités.

A la fin de l'enregistrement, SOR_1 passe à la position 11.

COMMANDE DU PREMIER SÉLECTEUR.

La figure 80 représente le schéma des connexions de la commande du premier sélecteur. La section de gauche représente une partie de l'enregistreur, avec son commutateur auxiliaire MRR , son commutateur de contrôle d'enregistrement SOR_1 et son commutateur de contrôle de commande SOR_2 . Les organes récepteurs d'impulsions inverses Re_5 , Re_6 et Re_7 sont représentés seulement par les enroulements de leurs électros. Les connexions entre les organes récepteurs des chiffres Re_1 , Re_2 , etc., et les organes récepteurs d'impulsions inverses Re_5 , Re_6 , Re_7 ne sont pas indiquées sur la figure 80, le principe du fonctionnement de l'enregistreur ayant été décrit plus haut.

A droite de la figure sont représentées les parties essentielles (pour le mouvement de rotation) du schéma d'un premier sélecteur GS , et de son commutateur auxiliaire SOG , dont les trois premières positions interviennent seules dans le mouvement de rota-

tion. CVG est l'électro d'arrêt commandant la rotation du sélecteur, MHG l'électro d'embrayage (pour le mouvement de rotation de sélection), l'électro d'embrayage pour le retour au repos n'étant pas

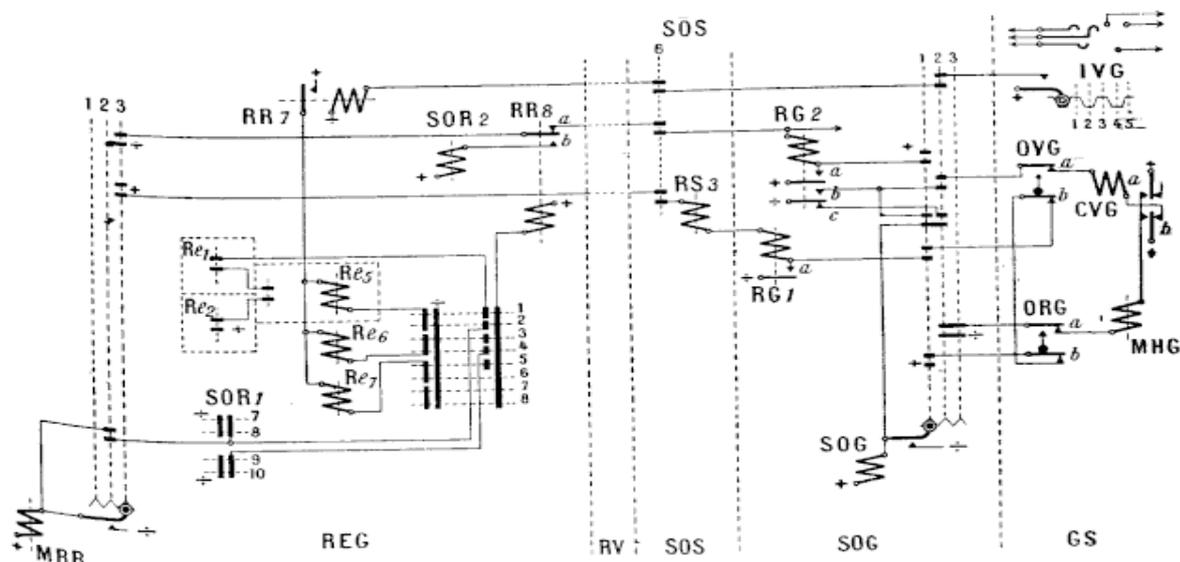


Fig. 80. — Commande du premier sélecteur.

représenté. IVG est le secteur denté qui produit les impulsions inverses. OVG sont des contacts actionnés à l'extrémité du mouvement de rotation et ORG des contacts actionnés à l'extrémité du mouvement de translation radiale.

ROTATION DU PREMIER SÉLECTEUR. — Dès que le nombre de chiffres nécessaires pour déterminer la première sélection, soit deux, a été transmis, le commutateur auxiliaire MRR de l'enregistreur passe à la position 3 par le circuit : pôle +, MMR, contact en position 2 de MRR, contact en position 7 et 8 (réception des dizaines) de SOR_1 et pôle —. De cette façon, le mouvement du sélecteur peut commencer avant que l'abonné appelant ait terminé sa transmission.

MRR en position 3 ferme les deux circuits suivants :

Pôle +, contact en position 3 de MRR, contact en position 6 de SOS, enroulement du relais RS_3 du chercheur d'appel, enroulement du relais RG_1 du premier sélecteur, contact en position 1 de SOG (com. aux. du premier sélecteur), OVG-*b*, ORG-*b*, autre contact en position 1 de SOG et pôle —. RG_1 s'excite et se colle.

Pôle —, contact en position 3 de MRR, contact de repos *a* de RR₈, contact en position 6 de SOS, enroulement de RG₂, contact en position 1 de SOG et pôle +.

RG₂ s'excite, se colle en *a* et ferme en *b* le circuit :

Pôle +, enroulement de l'électro de SOG, contact en position 1 de SOG, RG₂ et pôle —. SOG se met en marche et passe à la position 2. Dans cette position, le circuit de l'électro CVG est fermé par :

Pôle +, contact *b* de CRG (électro d'arrêt de translation, non figuré), enroulement de CVG, contact *a* de OVG, contact en position 2 de SOG, RG₂-*b* et pôle —.

CVG dégage le cliquet d'arrêt de rotation et ferme en même temps le circuit de l'électro d'embrayage MHG par son contact *a*.

Le premier sélecteur se met donc à tourner à partir de sa position de repos et le secteur denté IVG ferme et ouvre par alternance le circuit :

Pôle +, IVG, contact en position 2 de SOG, contact en position 6 de SOS, enroulement du relais d'impulsions inverses RR₇ et pôle —.

Le relais RR₇ transmet ses impulsions à Re₅ par le circuit :

Pôle +, contact de travail de RR₇, enroulement de Re₅, contact en position 1 de SOR₂ (commutateur de contrôle de commande de l'enregistreur) et pôle —.

Re₅ se met donc en marche et quand il atteint la position repérée par l'enregistrement de Re₁ et Re₂, le circuit de RR₈ se ferme par :

Pôle +, enroulement de RR₈, contact en position 1 de SOR₂, un contact en Re₁, un contact en Re₅, un contact en Re₂ et le pôle —.

Le relais RR₈ actionné coupe en *a* le circuit de RG₂, qui retombe, ce qui coupe le circuit de CVG; le cliquet d'arrêt de rotation retombe et l'arbre porte-balais du sélecteur s'arrête devant le cadre dont le rang correspond à la position de Re₅.

En même temps, le circuit de SOG est fermé par :

Pôle +, enroulement de SOG, contact en position 2 de SOG, contact de repos *c* de RG₂ et pôle —.

Le com. aux. SOG passe de la position 2 à la position 3.

Le relais RR₈ en fonctionnant a également fermé le circuit de l'électro SOR₂, qui passe de la première à la seconde position. Dans cette position RR₈ reste actionné par un circuit passant par les contacts 7 et 8 de SOR₁ (réception du chiffre des dizaines); il ne retombe et ne fait passer SOR₂ à la position 3 (commande du connecteur),

que quand la transmission du chiffre des dizaines est terminée (SOR₁ passe en position 9).

RECHERCHE D'UN CONNECTEUR LIBRE. — La figure 81 représente le schéma de connexions intervenant dans la recherche d'un connecteur libre, recherche effectuée par l'arbre porte-balais du premier sélecteur plongeant à l'intérieur du cadre en regard duquel le mouvement précédent l'a arrêté. SOG est le commutateur auxiliaire

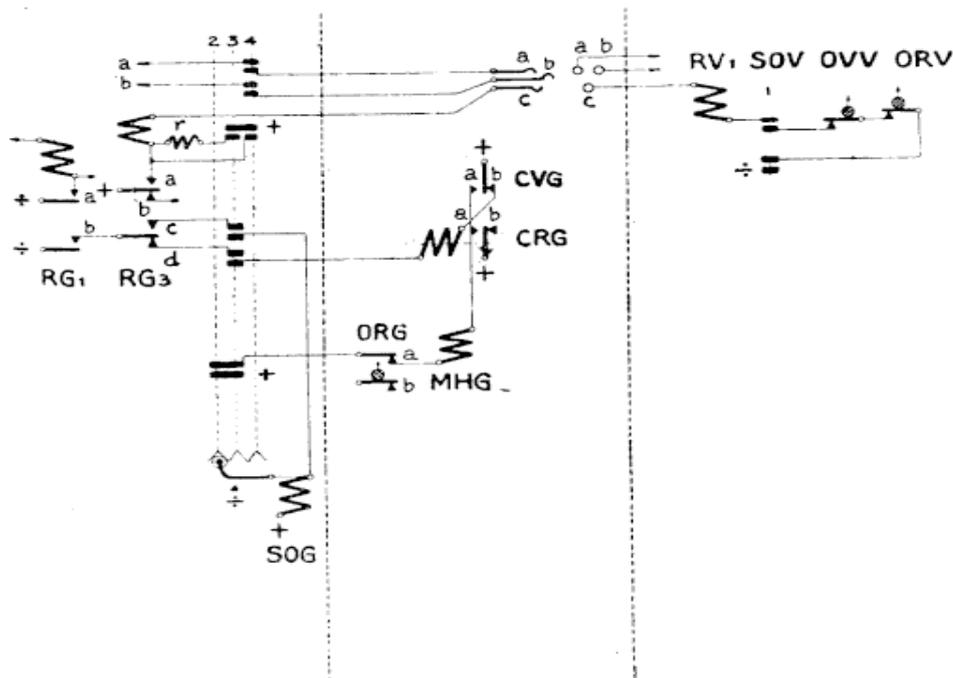


Fig. 81. — Recherche d'un connecteur libre.

du premier sélecteur qui vient de passer de la position 2 à la position 3. CRG est l'électro d'arrêt commandant le mouvement de translation radiale, MHG l'électro d'embrayage. SOV est le com. aux. du connecteur qui va être pris, OVV, ORV les contacts d'arbre de ce connecteur.

En arrivant à la position 3, SOG ferme le circuit suivant :

Pôle +, contact de repos *b* de CVG revenu au repos, enroulement de CRG, contact en position 3 de SOG, contact de repos *d* de RG₃, contact de travail *b* de RG₁, pôle —.

CRG excité libère l'arbre porte-balais pour son mouvement de translation, et l'électro d'embrayage MHG étant toujours sous courant (par le contact *a* de CRG et le contact *a* de ORG), l'arbre plonge dans le cadre.

Le balai *c* de l'arbre frotte contre les fils *c* aboutissant aux divers connecteurs, et quand il rencontre un fil *c* au potentiel du pôle —, ce qui a lieu quand ce fil aboutit à un contact en position 1 (position de repos) du com. aux. SOV, il ferme le circuit suivant :

Pôle +, contact en position 3 de SOG, résistance *r*, enroulement de RG₃, balai *c* du premier sélecteur, fil *c* du connecteur, enroulement de RV₁, contact en position 1 de SOV, contacts de repos OVV et ORV et pôle —.

RG₃ excité, attire ses armatures, coupe en *d* le circuit de CRG qui retombe, arrête le mouvement de translation radiale et ferme en *c* le circuit de l'électro de SOG qui passe à la position 4.

Dans cette position, la résistance *r* en série avec RG₃ et le troisième fil est court-circuitée, de sorte que le potentiel du fil *c* prend une valeur assez voisine du pôle +, pour qu'un autre premier sélecteur ne puisse s'y arrêter, le relais RG₃ de cet autre sélecteur étant pendant la recherche en série avec sa résistance *r*.

Le circuit de l'électro d'embrayage MHG est également ouvert en position 4 de SOG, et le premier sélecteur est arrêté.

COMMANDE DU CONNECTEUR.

Le mouvement de rotation du connecteur est commandé de la même manière que le mouvement de rotation du premier sélecteur. Les impulsions inverses du connecteur sont reçues dans l'organe récepteur Re₆ de l'enregistreur, et quand l'arbre de cet organe arrive à la position repérée par le fonctionnement de Re₂ et Re₃ (organes récepteurs des centaines et des dizaines), le mouvement de rotation du connecteur est arrêté. SOR₂ de l'enregistreur passe ensuite en position 7 et met en circuit Re₇. Cet organe reçoit les impulsions inverses engendrées par le mouvement de translation de l'arbre porte-balais du connecteur, qui s'arrête quand l'arbre a atteint la position correspondant à celle des organes récepteurs Re₃ et Re₄ (chiffre des dizaines et chiffre des unités).

RETOUR AU REPOS DE L'ENREGISTREUR.

Quand le dernier mouvement de sélection du connecteur est terminé, l'enregistreur doit être libéré et revenir au repos pour être prêt à recevoir un autre appel. La figure 82 représente le schéma des connexions intervenant dans ce retour au repos.

SOS est le commutateur auxiliaire du chercheur d'appel en prise,

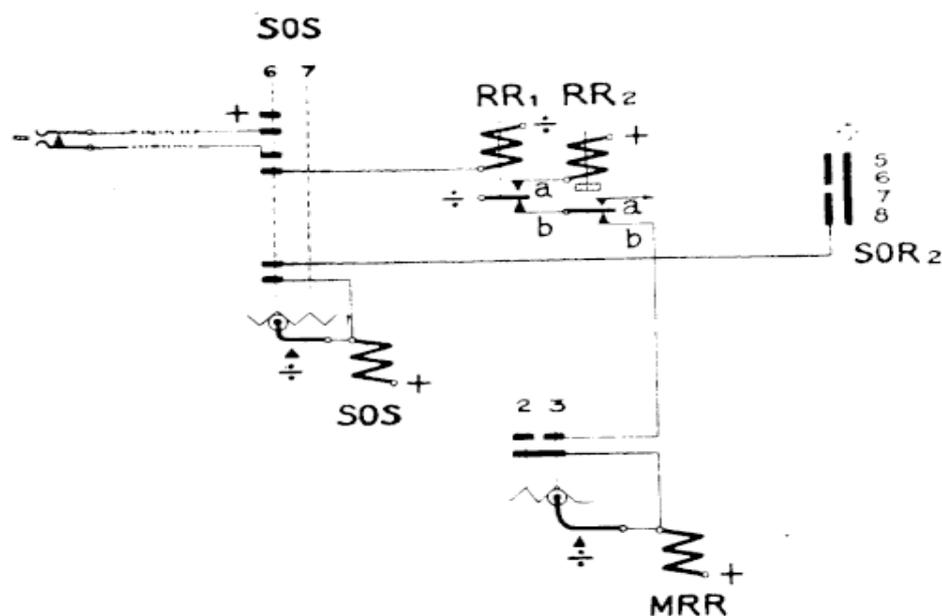


Fig. 82. — Retour au repos de l'enregistreur.

RR_1 et RR_2 sont les deux relais qui commandent les organes des chiffres de l'enregistreur, MRR est le com. aux. de l'enregistreur et SOR_2 le commutateur de contrôle de commande.

En passant à la position 7 (commande du dernier mouvement du connecteur), SOR_2 a fermé le circuit de l'électro de commande SOS qui passe de la position 6 (enregistrement) à la position 7. RR_1 et RR_2 retombent au repos (ce dernier avec un certain retard), ce qui ferme le circuit de l'électro MRR , à ce moment dans la position 3. MRR achève alors sa révolution pour revenir de la position 3 à la position de repos 1, et dans ce mouvement, il ferme successivement le circuit des divers électros d'embrayage des organes récepteurs Re_1 , Re_2 , ..., Re_7 , qui reviennent tous au repos ainsi que SOR_1 et SOR_2 .

ESSAI DE LA LIGNE DE L'ABONNÉ DEMANDÉ.

La figure 83 représente le schéma des connexions intervenant dans l'essai de la ligne de l'abonné demandé. SOV est le commutateur auxiliaire du connecteur, avec des relais RV_1 , RV_3 , RV_5 ; a , b , c sont les trois fils de ligne du demandé en prise avec les trois balais du

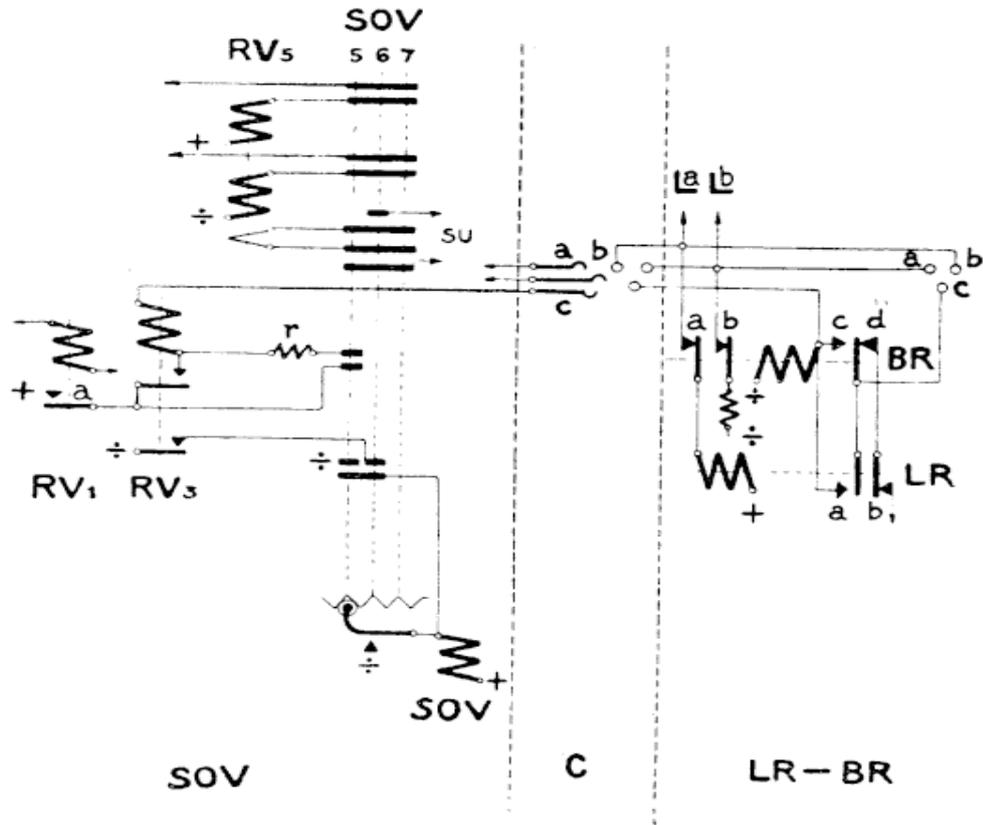


Fig. 83. — Essai de la ligne de l'abonné demandé.

connecteur; L_a , L_b est la ligne du demandé avec son relais de ligne LR et son relais de coupure BR.

Le commutateur auxiliaire SOV est passé de la position 1 à la position 4 au cours des mouvements de sélection du connecteur, et lorsque l'arbre porte-balais s'est arrêté sur la ligne du demandé, SOV est passé de la position 4 à la position 6 sans s'arrêter à 5. C'est en passant à 5 que le connecteur fait le test en fermant le circuit suivant :

Pôle +, contact de travail a de RV_1 , contact en position 5 de SOV, résistance r , enroulement de RV_3 , balai c du connecteur, fil c de l'abonné demandé, enroulement de BR et pôle —.

Si l'abonné est libre, BR n'est pas sous courant et le circuit ci-dessus est le seul fermé; dans ces conditions, RV_3 reçoit assez de courant pour fonctionner et, en attirant son armature, se colle en court-circuitant la résistance r . BR, excité aussi, fonctionne et coupe le relais de ligne LR, l'abonné est pris normalement; arrivé à la position 6, SOV trouve son circuit fermé par un contact de travail de RV_3 et passe à la position 7.

Si l'abonné demandé est occupé, BR est déjà sous courant en série soit avec le relais RS_1 d'un chercheur d'appel s'il est occupé comme demandeur, soit avec le relais RV_3 d'un autre connecteur s'il est occupé comme demandé; dans les deux cas, les résistances en série avec ces relais étant court-circuitées, la chute de potentiel dans BR (par rapport au pôle —) est trop élevée pour que le relais RV_3 d'un autre connecteur, à ce moment en série avec sa résistance r , puisse fonctionner. En arrivant à la position 6, SOV dont le circuit n'est pas dans ce cas fermé par RV_3 , s'y arrête. Un courant de tonalité SU est envoyé par des contacts en position 6 sur un enroulement supplémentaire du relais RV_5 , placé en dérivation entre les deux fils de ligne et la batterie. L'abonné demandeur entend le bruit lui indiquant que le demandé est occupé.

APPEL DE L'ABONNÉ DEMANDÉ.

La figure 84 représente le schéma des connexions intervenant dans l'appel de l'abonné demandé, RG est le générateur de courant d'appel, K un commutateur tournant en permanence, fermant le contact rK pendant 1 seconde et demie environ et l'ouvrant pendant 4 secondes et demie; R et rg sont des résistances (la première avec forte self), reliant les barres communes d'appel à la batterie.

Nous venons de voir que si l'abonné demandé est libre, le commutateur auxiliaire SOV passe de la position 6 à la position 7; mais les positions 7, 8 et 9 ne sont que des positions de passage, par suite de la présence d'un secteur plein sur la roue dentée solidaire de l'arbre porte-balais; au cours du passage dans ces positions, un premier courant d'appel est envoyé à l'abonné demandé par le circuit :

Pendant toute la durée de l'appel, une tonalité SU_2 (positions 7, 8, 9) ou SU_3 (position 10) est envoyée dans un enroulement supplémentaire du relais RV_5 en dérivation entre la batterie et le circuit de ligne côté demandeur; celui-ci est donc avisé : 1° que les opérations de sélection sont terminées; 2° que l'appel de son correspondant a lieu.

Quand l'abonné demandé répond, le courant de la batterie centrale passe dans l'enroulement de RV_4 par le circuit indiqué plus haut; RV_4 attire son armature, ce qui ferme le circuit de l'électro SOV , qui fait passer le commutateur auxiliaire dans la position 11. L'appel cesse.

POSITION DE CONVERSATION.

Quand le commutateur auxiliaire SOV du connecteur passe en position 11, le relais d'alimentation RV_5 est connecté à la ligne du

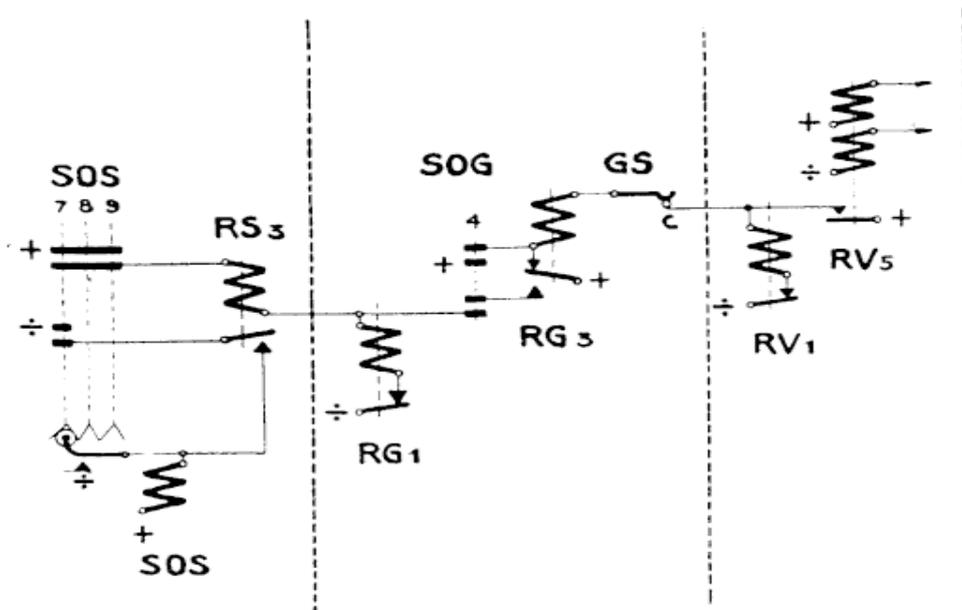


Fig. 85. — Le chercheur d'appel passe à la position de conversation.

demandé; celui-ci étant à l'appareil; RV_5 attire son armature qui court-circuite l'enroulement du relais RG_3 du premier sélecteur (voir *fig. 85*) par le court circuit :

Pôle +, contact de travail de RV_5 , fil *c* de la ligne auxiliaire abou-

tissant au connecteur, balai *c* du premier sélecteur, enroulement de RG_3 , contact en position 4 de SOG et pôle +.

RG_3 laisse retomber son armature, ce qui court-circuite l'enroulement du relais RS_3 du chercheur d'appel dont le commutateur auxi-

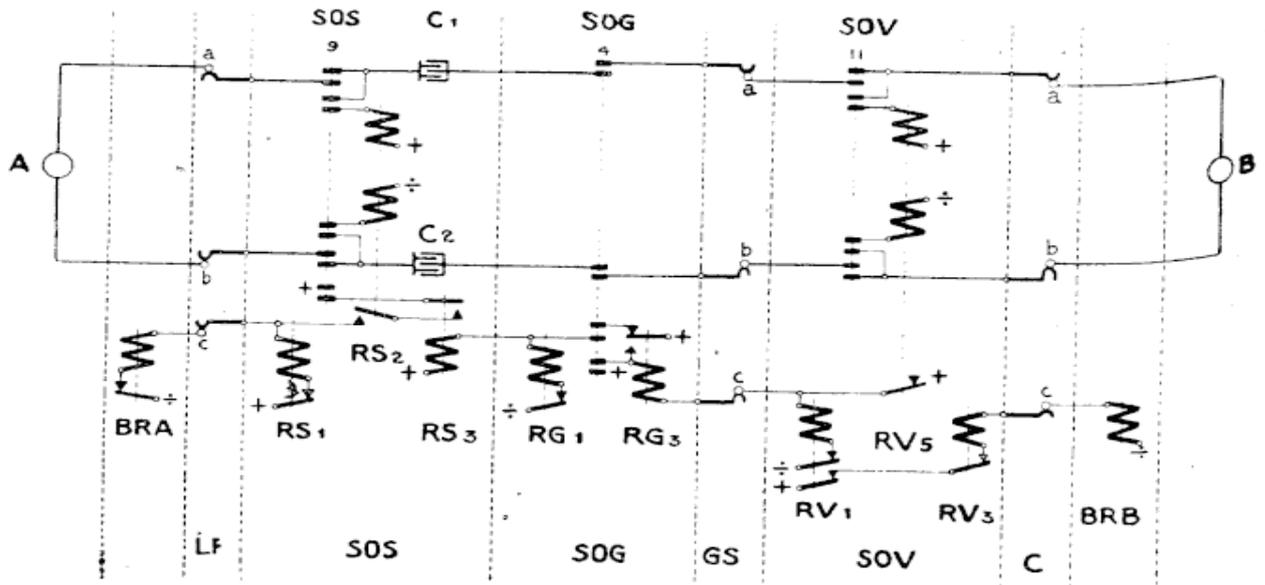


Fig. 86. — Schéma des connexions pendant la conversation.

liaire SOS est alors en position 7. RS_3 en retombant ferme le circuit de l'électro de commande SOS, qui passe en position 8. Cette position sert, par des connexions non représentées ici, à permettre la libération si l'abonné demandeur raccroche avant que le demandé ait répondu. Dans le cas contraire, c'est-à-dire dans le cas d'une communication normale, SOS passe en position 9 par un circuit non représenté.

La figure 86 représente le schéma des connexions pendant la conversation. Le commutateur auxiliaire SOS du chercheur d'appel est en position 9; celui SOG du premier sélecteur est en position 4, celui SOV du connecteur est en position 11. L'alimentation du demandeur est assurée par le relais RS_2 et celle du demandé par le relais RV_5 , tous deux à deux enroulements symétriques $400 + 400$. La continuité du circuit de conversation est assurée par les condensateurs C_1 et C_2 de deux microfarads chacun.

Le maintien des divers organes en prise est assuré comme suit :

Le relais de coupure du demandeur BRA est en série avec le relais de test RS_1 du chercheur et sont tous deux excités tant que RS_2 (alimentation du demandeur) attire son armature.

Le relais RG_1 du premier sélecteur se maintient collé par un contact en position 4 de SOG et un contact de repos de RG_3 (en court circuit pendant la conversation). Ce dernier contact court-circuite également l'enroulement du relais RS_3 du chercheur.

Le relais RV_1 du connecteur se maintient de même collé par un contact de travail de RV_5 (alimentation du demandé), ce dernier contact court-circuitant également RG_3 comme il a été vu plus haut.

Enfin RV_3 et le relais de coupure BRB de l'abonné demandeur sont en série (par le balai *c* du connecteur) avec un contact de travail de RV_1 et sont tous deux excités.

DÉCONNEXION.

La déconnexion peut être commandée à volonté soit par le raccrochage des deux abonnés, soit par le raccrochage du demandeur seul. Dans le premier cas, tous les organes restent en prise jusqu'à ce que les deux abonnés aient raccroché et ne sont libérés qu'à ce moment; dans le second cas, les organes sont libérés au raccrochage du demandeur, sauf le connecteur qui reste en prise jusqu'au raccrochage du demandé de façon à éviter un faux appel.

La première solution (libération par le raccrochage des deux abonnés) est supposée adoptée dans le cas de la figure 86.

RV_5 retombant au raccrochage du demandé décourt-circuite le relais RG_3 qui, en série avec RV_1 , attire son armature, se colle et décourt-circuite RS_3 . Ce dernier, en série avec RG_1 , attire son armature; si, à ce moment, le demandeur a aussi raccroché, ou dès qu'il raccroche à son tour, RS_1 est court-circuité par un contact en position 9 de SOS, un contact de travail de RS_3 et un contact de repos de RS_2 .

RS_1 , en retombant, ferme le circuit de l'électro de commande SOS qui quitte la position 9; il coupe alors la connexion entre RS_3 et RG_1 qui retombent au repos, ce qui ferme également le circuit de l'électro de commande de SOG, qui quitte la position 4, et ainsi de suite jusqu'au connecteur.

La mise en circuit des électros d'embrayage qui font revenir au repos tous les organes n'est pas indiquée dans les schémas analytiques représentés ci-dessus; elle ne présente d'ailleurs aucune particularité et peut se suivre sans difficulté sur les schémas complets. Il faut noter à ce sujet que le retour au repos du chercheur d'appel consiste seulement dans le mouvement de translation en sens inverse de l'arbre porte-balais, qui reste ensuite en regard du cadre dont faisait partie la dernière ligne appelante.

ENREGISTREMENT DE LA COMMUNICATION.

Au moment où le commutateur auxiliaire SOS du chercheur d'appel passe en position 10, le circuit de collage du relais de coupure BRA

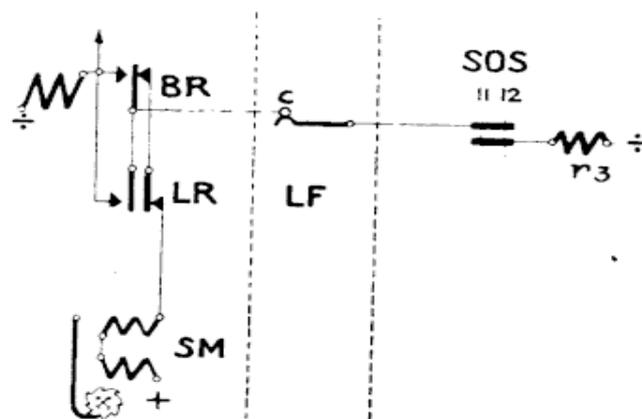


Fig. 87. — Enregistrement de la communication.

du demandeur est ouvert et ce relais retombe au repos. Dans les positions 11 et 12 de SOS, le circuit suivant est fermé (*fig. 87*).

Pôle +, compteur SM du demandeur, contact de repos du relais de ligne LR, contact de repos du relais de coupure BR, 3^e fil et frotteur du chercheur d'appel, contact en position 11 et 12 de SOS, résistance r_3 et pôle —.

Le compteur est alors actionné.

Si la conversation n'a pas eu lieu, le commutateur auxiliaire SOS n'arrive pas jusqu'à la position 10 : il ne passe, en effet, à la position 9 qu'à la réponse du demandé. Si celui-ci n'est pas libre ou ne répond pas, ou si pour une raison ou une autre le demandeur raccroche avant que le demandé n'ait répondu, la déconnexion a lieu

en position 8 du commutateur auxiliaire SOS et le circuit du compteur n'est pas fermé, le contact entre le troisième fil et le frotteur *c* du chercheur étant déjà rompu quand le SOS passe dans les positions 11 et 12.

Des dispositions analogues sont prises pour que le compteur ne fonctionne pas quand la ligne demandée est une ligne d'annotatrice, de renseignements, etc.

CHAPITRE VI.

SYSTÈMES SEMI-AUTOMATIQUES.

Dans les systèmes semi-automatiques, l'abonné n'a plus aucune manœuvre à faire; il décroche son récepteur et énonce le numéro demandé comme dans un système ordinaire à batterie centrale. La téléphoniste qui reçoit son appel le met en communication avec la ligne de l'abonné demandé en utilisant des appareils sélecteurs et connecteurs qui peuvent être entièrement semblables à ceux déjà décrits.

Les deux principaux problèmes nouveaux qui se posent sont : la liaison de l'abonné appelant à la téléphoniste et le mode d'action de la téléphoniste sur les organes sélecteurs.

LIAISON DE L'ABONNÉ APPELANT A L'OPÉRATRICE. — Dans la première forme du système de la Western Electric Co, où l'on avait en vue surtout de garder dans le nouveau système les avantages déjà acquis de l'exploitation manuelle, cette liaison se faisait comme dans les systèmes manuels ordinaires. L'appel parvenait à une lampe qui s'allumait au-dessus d'un jack local dans lequel l'opératrice enfonçait une fiche monocorde. Cette fiche était reliée à un premier sélecteur que l'opératrice actionnait comme nous le verrons plus loin.

Mais il semble plus logique de pousser l'automatisme plus loin et d'assurer cette liaison par des procédés analogues à ceux déjà connus. La ligne de l'abonné appelant sera donc connectée, comme dans l'automatique, à un premier sélecteur libre; mais, en même temps que cette connexion, sera établie une dérivation aboutissant au poste soit d'une opératrice déterminée, soit de la première opér-

ratrice libre. L'abonné pourra donc parler à l'opératrice et lui indiquer le numéro demandé; pour obtenir celui-ci, l'opératrice agira sur son transmetteur d'appels qui, par la même dérivation établie momentanément vers son poste, fera mouvoir le premier sélecteur engagé puis les sélecteurs suivants comme dans l'automatique.

Lorsque la communication sera établie, l'opératrice pourra en conserver la supervision, comme dans le manuel, et provoquer la déconnexion en temps opportun; ou bien la connexion pourra être soustraite au contrôle de l'opératrice et la déconnexion faite automatiquement par l'un ou l'autre abonné.

On voit donc les diverses modalités qui peuvent se présenter :

I. La ligne d'un abonné appelant peut être mise en relation avec un premier sélecteur libre, et subséquemment avec le poste d'une opératrice, par le procédé du présélecteur ou par le procédé du chercheur de lignes.

II. L'opératrice à laquelle parvient l'appel peut être une opératrice déterminée par la position de l'abonné ou du sélecteur pris ou peut être la première opératrice trouvée libre.

III. L'opératrice peut avoir la supervision de la communication ou ne pas l'avoir : dans ce dernier cas la déconnexion et le comptage sont forcément automatiques.

TRANSMETTEUR D'APPELS DE L'OPÉRATRICE. — Il est nécessaire de donner à l'opératrice un type de transmetteur d'appels dont le manement soit le plus rapide possible; celui du disque Strowger, qui l'immobiliserait pendant 7 à 10 secondes rien que pour la transmission, serait trop long. Le type adopté dans tous les systèmes actuellement en service est une sorte de clavier, composé d'autant de séries de 10 clefs qu'il y a de chiffres dans les nombres à transmettre, les clefs étant numérotées de 0 à 9 dans chaque série. Par exemple, pour donner l'abonné 7324, la téléphoniste doit appuyer sur la clef 7 de la première série, la clef 3 de la deuxième, la clef 2 de la troisième et la clef 4 de la quatrième; son rôle doit être terminé ensuite, tout au moins pour la mise en relation des deux abonnés et la commande des divers sélecteurs ou connecteurs doit être automatique. Nous décrirons plus loin un de ces claviers.

DIFFÉRENTS TYPES DE SEMI-AUTOMATIQUES
ACTUELLEMENT EN SERVICE.

Il y a actuellement trois types de semi-automatiques en service : le type Clément, ou automanuel, en service à Ashtabula (Ohio); le type Siemens et Halske en service à Amsterdam et dans plusieurs villes d'Allemagne (Posen, Dresde, Leipzig), et le type Mac Berty, construit par la Western Electric C^y, en service dans diverses villes d'Europe et, en particulier, à Marseille et à Angers. Les deux premiers emploient des sélecteurs et connecteurs avec mécanismes de progression pas à pas analogues aux organes Strowger, et fonctionnant sous la commande directe, non pas de la téléphoniste, puisqu'elle doit être libérée dès qu'elle a enfoncé les boutons de son clavier, mais d'un mécanisme émetteur d'impulsions, mis en marche par l'enfoncement soit du dernier bouton (bouton des unités), soit d'un bouton spécial appelé *bouton de départ*.

Le système de la Western Electric C^y emploie, au contraire, des organes sélecteurs tournants entraînés sous l'action d'un embrayage magnétique, par une commande mécanique générale, et qui s'arrêtent dès qu'un organe, se mouvant symétriquement avec eux, est parvenu à une position repérée par l'enfoncement des clefs du clavier. Le principe du système est donc analogue à celui des appareils automatiques à commande indirecte.

SYSTÈME CLÉMENT.

Ce système a été décrit dans une brochure (*Exploitation téléphonique semi-automatique*) éditée par la Bibliothèque des *Annales des P. T. T.* Rappelons-en les caractéristiques essentielles.

Lorsque l'abonné demandeur décroche, un relais semblable au relais d'appel d'un système à batterie centrale met en marche un distributeur primaire *d'* (fig. 88), organe de sélection du premier degré (analogue à un présélecteur) qui cherche un dicorde libre. Nous appellerons *dicorde*, par analogie avec le système manuel, l'ensemble d'un chercheur de lignes appelantes *S'* et d'un premier sélecteur *S₁* réunis entre eux par une ligne auxiliaire *l₁*. Dès que ce dicorde est trouvé, le chercheur de lignes se met en marche et explore les lignes d'abonnés de son groupe; il s'arrête dès qu'il a trouvé la ligne de

l'abonné en position d'appel, qui est ainsi reliée à un premier sélecteur libre.

Dans ce système, le chercheur de lignes, comme les divers sélecteurs, est un organe de sélection du deuxième degré, c'est-à-dire à deux mouvements, le premier de rotation, le second d'ascension (de cette façon les contacts sont à surface verticale).

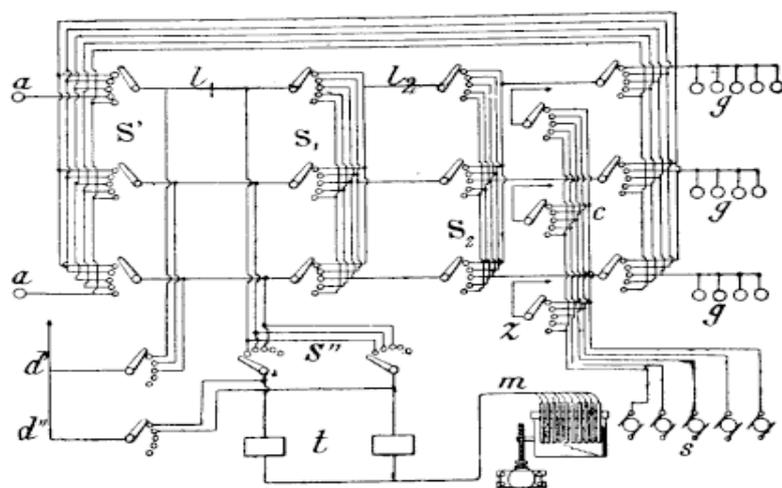


Fig. 88. — Schéma d'un bureau automatique du système Clément.

a, abonné; *g*, postes groupés; *m*, mécanisme émetteur d'impulsions; *s*, générateurs sélectifs de sonnerie; *d'*, distributeur primaire; *d''*, distributeur secondaire; *S'*, chercheur primaire; *S''*, chercheur du clavier; *S*₁, premier sélecteur; *S*₂, second sélecteur; *c*, connecteur; *z*, sélecteur de sonnerie; *t*, clavier de touches d'opératrices; *l*₁, lignes auxiliaires de premier sélecteur; *l*₂, lignes auxiliaires de second sélecteur.

Pendant ce temps, un second distributeur *d''*, mis en marche en même temps que le premier, cherche un clavier d'opératrice libre. Chaque clavier est relié à un chercheur de lignes *S''*, qui se met à explorer, dès qu'il a été mis en mouvement par le distributeur, des lignes reliées aux différents dicordes du bureau ou de la fraction de bureau que ce clavier peut desservir (le chercheur ne peut explorer, en effet, que 100 lignes au maximum).

Dès qu'il trouve un dicorde en position de réception d'appel (c'est-à-dire relié à une ligne d'abonné appelant, mais non encore actionné par le clavier d'une opératrice), il s'y arrête, et le dicorde est ainsi relié à un clavier libre. Le poste d'opératrice est mis en

écoute automatiquement et, après avoir pris connaissance du numéro demandé, elle manœuvre son clavier. Elle appuie finalement sur une clef spéciale, dite *clef de départ*, qui met en marche le mécanisme émetteur d'impulsions. Aussitôt après avoir manœuvré sa clef de départ, l'opératrice est libre et peut se porter sur un second clavier. Le premier clavier est immobilisé tant que durent les impulsions et est rendu libre dès que commence l'appel de l'abonné demandé. Chaque opératrice dispose, en conséquence, de deux claviers.

On voit que, dès que la mise en relation des deux lignes est effectuée, le clavier et son chercheur de lignes sont entièrement libérés et peuvent servir pour un autre appel; le circuit des deux abonnés est entièrement comparable à celui d'une connexion automatique. La déconnexion, le comptage, etc., seront résolus comme dans l'automatique. Aucune supervision n'est ménagée à l'opératrice.

Le chercheur de lignes *S''* du clavier, ou plutôt le chercheur de dicordes engagés, peut d'ailleurs être relié au clavier par une ligne de longueur quelconque, ce qui permet de placer les opératrices dans un endroit différent de celui où se trouvent les divers organes sélecteurs. Nous pourrions donc avoir un réseau entièrement semblable, au point de vue de la distribution des bureaux et du tracé des lignes auxiliaires, à un réseau automatique et, en un point quelconque de ce réseau, un bureau où seront concentrées toutes les opératrices, relié aux autres bureaux par des lignes aboutissant aux chercheurs de dicordes engagés; ces lignes seront en très petit nombre puisque, pour chaque communication, elles ne sont occupées que pendant le temps très court que dure l'envoi des impulsions de courant commandant les organes sélecteurs.

SYSTÈME SIEMENS ET HALSKE.

Comme le système précédent, le système Siemens et Halske est un semi-automatique où l'intervention de l'opératrice est limitée exclusivement à l'établissement de la communication, c'est-à-dire à la commande des divers organes sélecteurs. Il utilise les organes déjà connus du même constructeur.

FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME. — Dès que l'abonné décroche, sa ligne, qui aboutit au bureau central à un présélecteur semblable au type déjà connu (*fig. 89*), est mise en relation avec une ligne

auxiliaire libre terminée par un premier sélecteur. Comme il n'y a plus à craindre ici que l'abonné ne commence ses manœuvres de transmission avant que cette liaison ne soit terminée, il y a intérêt à intercaler des présélecteurs secondaires, qui diminueront le nombre des organes sélecteurs nécessaires.

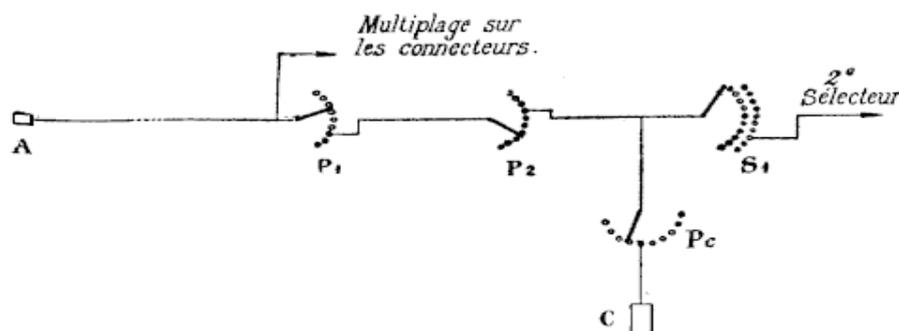


Fig. 89. — Schéma de principe du système semi-automatique S et H. A, poste d'abonné; P_1 , présélecteur primaire; P_2 , présélecteur secondaire; S_1 , premier sélecteur; P_c , présélecteur chercheur de clavier; C, clavier d'opératrice.

A chaque premier sélecteur correspond un présélecteur d'un type analogue au présélecteur d'abonné, mais à quatre balais, et qui, dès que la ligne aboutissant à ce premier sélecteur est prise, se met en mouvement et l'oriente vers une position d'opératrice, ou plutôt vers un clavier libre. Quand le nombre de claviers du bureau dépasse 10, il y a intérêt soit à utiliser des présélecteurs secondaires, soit à constituer des organes pouvant explorer plus de 10 lignes. A Posen (Allemagne), les présélecteurs distributeurs d'appels sont à 25 directions.

L'opératrice est mise automatiquement en écoute et manœuvre un clavier semblable à celui du système Clément, dont l'action sur les sélecteurs est décrite plus loin. Dès que le dernier bouton, ou bouton des unités, est enfoncé, les manœuvres automatiques commencent et l'opératrice est libérée. Le bouton de départ est, comme on le voit, supprimé. Toutefois, d'après certains résultats d'exploitation, acquis en particulier dans le réseau d'Amsterdam, cette suppression n'irait pas sans certains inconvénients : l'opératrice manœuvrant ses boutons en même temps qu'elle collationne le numéro demandé, l'abonné a rarement le temps de rectifier une erreur avant que le bouton des unités ne soit enfoncé.

Quand tous les claviers sont occupés, les appels en surnombre aboutissent à des jacks munis de lampes placés sur une table de décharge, qui est en même temps une table de contrôle du trafic. En temps normal, les appels y aboutissant par suite d'un à-coup momentané sont laissés en attente et ils s'écoulent automatiquement vers les claviers qui deviennent libres. Mais si aux heures chargées leur nombre devient trop grand, on ne peut plus les laisser s'écouler d'eux-mêmes, car l'ordre de priorité n'est pas observé. Une téléphoniste de secours prend alors place à cette table et renvoie méthodiquement les appels vers les opératrices disponibles en touchant avec la pointe d'une fiche spéciale la douille de chacun des jacks dont la lampe s'allume dans l'ordre où cet allumage s'est produit. Si la lampe ne s'éteint pas, c'est qu'aucun clavier n'est redevenu libre, l'opératrice prend alors elle-même l'appel à l'aide d'un monocorde et y donne suite en manœuvrant un clavier spécial. Cette table, qui joue le rôle de table de contrôle, comporte également un jack et une lampe par premier sélecteur.

La déconnexion est automatique; le demandeur en raccrochant libère tous les organes, sauf le connecteur, et le demandé libère de même tous les organes depuis le premier sélecteur; c'est, en somme, la déconnexion par l'un ou l'autre abonné, avec ce correctif que celui qui raccroche en second lieu reste en prise et ne donne pas lieu à un faux appel. Il convient de rappeler que la méthode employée dans l'automatique Siemens et Halske, où le demandeur seul libère et où le demandé ne peut se déconnecter qu'en manœuvrant son disque d'appel, n'est pas applicable ici, les postes d'abonnés ne comportant pas cet organe.

A Leipzig, cependant, le même mode de déconnexion, appelé *déconnexion forcée*, a été réalisé de la façon suivante : le demandeur seul déconnecte, mais le demandé peut se libérer en raccrochant, puis en décrochant et raccrochant une seconde fois. Ce résultat est obtenu au moyen d'un relais dont l'armature a une double course, comme celle de l'électro privé de l'Automatic Electric Co.

Des signaux audibles indiquent au demandeur l'issue de la connexion, le signal d'occupation si le demandé n'est pas libre, le signal indicateur d'appel s'il est libre.

DESCRIPTION DU CLAVIER D'OPÉRATRICE ET DU MÉCANISME ÉMET-

TEUR D'IMPULSIONS. — La figure 90 indique la disposition des organes sur une position d'opératrice (bureau d'Amsterdam). La lampe D s'allume en cas d'arrêt dans les organes de sélection, et l'opératrice, en manœuvrant simultanément E et A, prévient la table d'essais sur laquelle s'allument une lampe verte indiquant le clavier et une lampe blanche indiquant le sélecteur en dérangement.

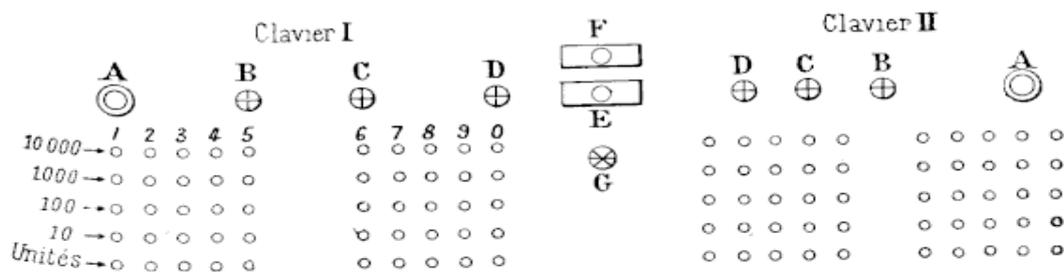


Fig. 90. — Disposition des organes sur une position d'opératrice S et H.

A, bouton de renvoi vers le bureau manuel; B, lampe d'appel (blanche); C, lampe d'occupation du clavier (rouge); D, lampe de dérangement (arrêt dans les organes de sélection); E, clé de rentrée en écoute en cas de dérangement (la téléphoniste prévient l'abonné de raccrocher et de rappeler); F, clé de jonction; G, lampe pilote indiquant l'occupation simultanée des deux claviers.

La position comporte également une mâchoire de poste d'opératrice; lorsque aucun appareil n'y est enfoncé, aucun appel ne parvient à la table.

La figure 91 indique les connexions du clavier et du mécanisme émetteur d'impulsions commandé par ce clavier. Chaque clef met à la terre un ressort réuni à un plot d'une couronne circulaire A, qui comporte par suite autant de plots qu'il y a de clefs, soit 40 dans un réseau à 4 chiffres, par exemple, répartis en 4 séries de 10 séparées par un intervalle un peu plus grand. Les clefs de la série des unités mettent, en outre, à la terre un fil venant de l'électro de commande KR du mécanisme émetteur d'impulsions. Par conséquent, dès que la clef correspondant au chiffre des unités est abaissée, l'électro de commande est excité et produit un embrayage entre un arbre tournant M et l'arbre Y de l'émetteur. Celui-ci entraîne un bras mobile K réuni au relai J, et frottant sur les plots de la couronne A, et ensuite quatre disques munis de cames ouvrant ou fermant des contacts.

Supposons que le numéro demandé soit 4567; les clefs 4 de la série des 1000, 5 de la série des 100, 6 de la série des dizaines et 7 de la série des unités sont abaissées et restent abaissées grâce à un

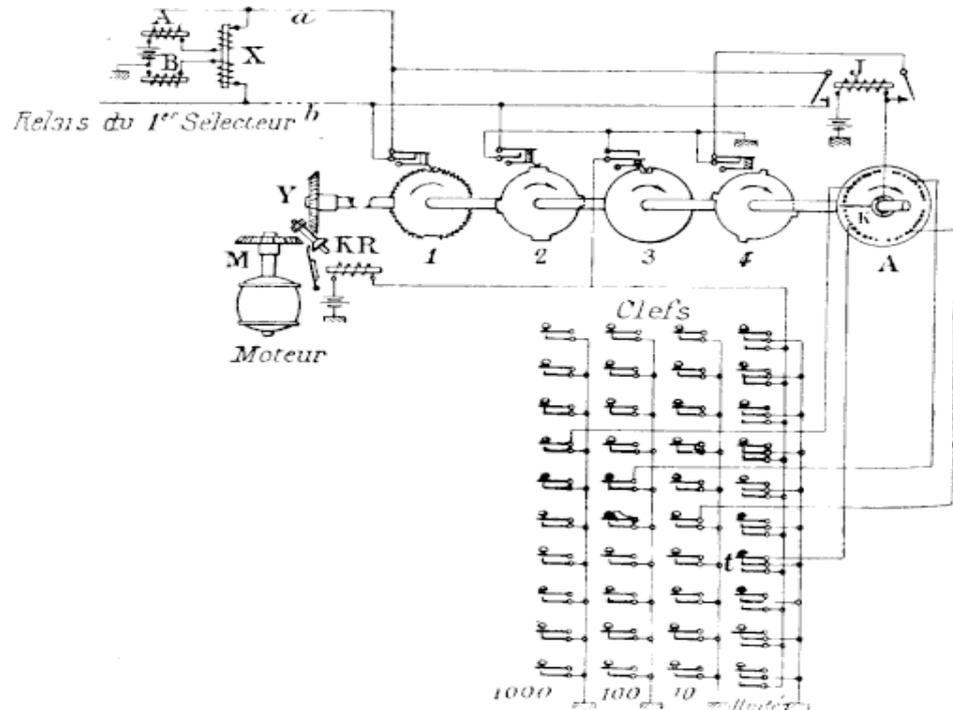


Fig. 91. — Schéma des connexions du clavier et du mécanisme émetteur d'impulsions S. et H.

enclenchement mécanique, jusqu'à ce qu'une autre clef de la même série soit actionnée. Les plots correspondants de la couronne sont donc à la terre.

Dès que l'arbre commence à tourner, le disque 2 ferme un contact qui met une terre sur le fil *b* d'une ligne aboutissant au premier sélecteur auquel est connecté la ligne appelante, puis le disque 1 met en court circuit les fils *a* et *b*, c'est-à-dire met le fil *a* à la terre, chaque fois qu'une came du disque 1 soulève le ressort frotteur; l'électro de commande du premier sélecteur suit ces impulsions, grâce aux relais A, B et X et élève verticalement l'arbre porte-balais. A chaque came du disque 1 correspond un plot de la couronne circulaire, sur lequel passe le bras mobile au moment où la came déplace le ressort. Par conséquent, au moment où le plot 4, mis à la

terre par la clef des 1000, passe sous le bras mobile et, par suite, ferme le circuit du relais J, l'électro du sélecteur a reçu quatre impulsions; le relais J met en court circuit les fils *a* et *b* par une de ses armatures et par l'autre est maintenu excité jusqu'à ce que le disque 4 ait fait un quart de tour et qu'une de ses cames ait coupé le circuit de collage de J. Pendant le temps où ce relais a maintenu en court circuit *a* et *b*, l'électro de commande verticale du sélecteur n'a plus reçu d'impulsions et la sélection du premier chiffre a été terminée par le choix d'une ligne libre; le disque 2 coupe la terre du fil *b* à la fin du premier quart de tour.

Pendant le second quart de tour, les mêmes opérations se succèdent; le plot 5 étant à la terre dans la seconde série, l'électro de commande verticale du second sélecteur reçoit cinq impulsions, et ainsi de suite.

Quand l'arbre du mécanisme a fait un tour complet, la sélection des quatre chiffres est terminée, le ressort frotteur du disque 3 retombe dans son encoche et le circuit de l'électro d'embrayage est coupé. Le clavier redevient libre pour une nouvelle transmission.

SYSTÈME DE LA W. E. C.

CARACTÉRISTIQUES D'EXPLOITATION.

Le système semi-automatique de la Western Electric C⁷ présente au point de vue de l'exploitation les caractéristiques essentielles suivantes :

I. Pour la mise en relation de l'abonné appelant avec la téléphoniste, le système dans sa forme primitive ne prévoyait aucun organe automatique, mais utilisait les organes ordinaires du manuel, relais et lampe d'appel, jack local dans lequel l'opératrice enfonce une fiche monocorde; cette fiche est reliée aux appareils au moyen desquels elle effectue ensuite les opérations de transmission. La forme la plus récente prévoit des chercheurs de lignes appelantes et des chercheurs secondaires dans les grands réseaux.

II. Le système ne comporte pas d'organe pour la recherche d'une opératrice libre; l'abonné est simplement mis en relation avec un *dicorde* (au sens figuré) libre, et l'opératrice normalement chargée de desservir ce dicorde est mise automatiquement en écoute, dès

qu'elle devient libre sur ce dicorde. Un procédé spécial permet l'entraide entre téléphonistes voisines, dans les mêmes conditions que pour le manuel.

III. L'opératrice garde la supervision de la communication, au moyen de lampes de supervision semblables à celles de la batterie centrale manuelle. C'est sous son contrôle que s'effectue la déconnexion et le comptage.

On voit dès à présent que le principe directeur des créateurs du système a été de se rapprocher autant que possible d'une exploitation manuelle, en gardant tous les avantages de celle-ci, et en n'empruntant à l'automatique qu'un outillage perfectionné de façon à réduire au minimum la main-d'œuvre opératoire.

Le principe directeur des systèmes Clément et Siemens et Halske a été, au contraire, de se rapprocher autant que possible de l'exploitation automatique, en remédiant au principal inconvénient de celle-ci, c'est-à-dire en supprimant l'obligation pour l'abonné de manœuvrer son disque d'appel, grâce à l'intervention d'un intermédiaire humain, intervention limitée à ce seul objet.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES.

Au point de vue technique, les traits principaux du système de la W. E. C² sont les suivants :

I. Tous les organes sont à commande mécanique; l'action électrique transmise par le clavier de l'opératrice a simplement pour but de repérer en quelque sorte les points où doivent commencer et finir les commandes mécaniques des divers organes.

On reconnaît ici le principe des appareils automatiques (du type Lorimer, par exemple), à commande intérieure du bureau, contrôlée par l'abonné, ou commande indirecte.

II. En raison de la complication qui résulterait pour cette commande mécanique de la coexistence de deux mouvements, et pour assurer une sécurité plus grande des contacts, on n'utilise que des mouvements de rotation dans les manœuvres des organes sélecteurs.

III. Comme il n'y a pas de synchronisme obligatoire entre le fonctionnement des organes sélecteurs et celui du transmetteur d'appels de l'opératrice, puisque celui-ci sert simplement à repérer

des positions d'arrêt, la durée de fonctionnement des premiers peut varier dans de plus grandes limites. On en a profité pour augmenter la capacité de sélection de chaque organe. Un sélecteur, au lieu de choisir entre 10 lignes auxiliaires, peut choisir entre 20. Un connecteur, au lieu de ne desservir que 100 abonnés, en dessert 200. Comme nous le verrons dans le calcul du nombre d'appareils nécessaires, il en résulte une augmentation du rendement de chaque organe.

IV. Comme dans le système à batterie centrale manuelle de la W. E. C^y, le circuit de conversation comporte un ou deux translateurs, suivant que les abonnés sont ou ne sont pas dans le même bureau, et les relais de supervision nécessaires intercalés en série, mais shuntés par une résistance sans self.

DESCRIPTION DES PRINCIPAUX ORGANES.

En dehors des organes bien connus, relais, translateurs, conducteurs, lampes, clefs, etc., le système comporte des organes de deux

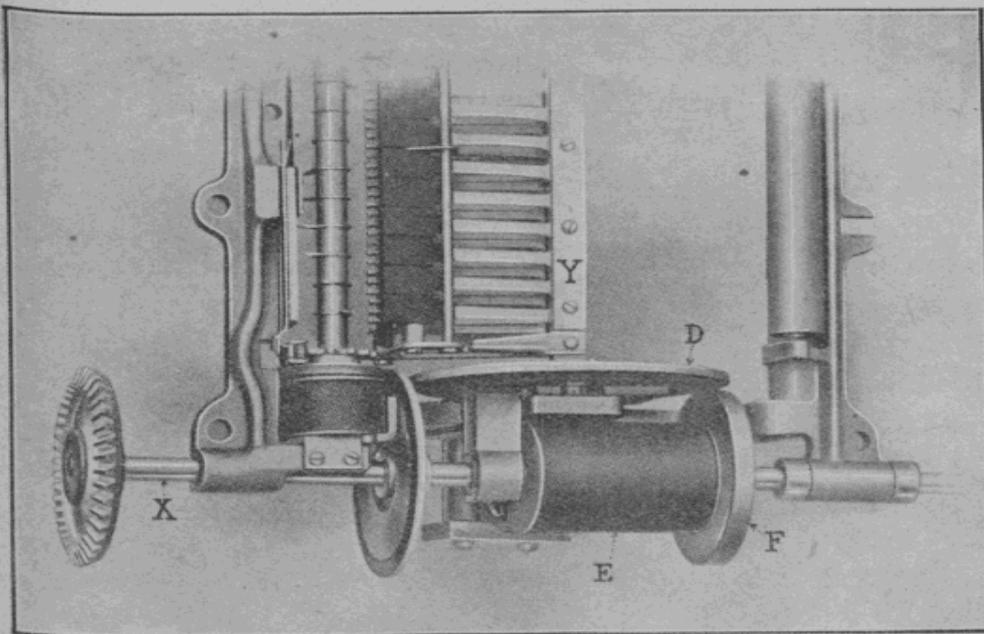


Fig. 92.

types différents : les *appareils sélecteurs* qui, n'ayant plus de mouvement de translation, ont deux organes tournants, l'arbre sélec-

teur de balais et l'arbre porte-balais, et les *commutateurs séquentiels* ou combineurs, sorte de commutateurs tournants établissant des contacts consécutifs dans un ordre invariable.

Ces organes ont un mode de commande identique (fig. 92); un disque D de fer doux est fixé en son centre à l'arbre à entraîner Y; la partie centrale du disque est amincie de façon à pouvoir s'incurver légèrement. L'arbre de commande X est muni également d'un disque de fer doux F, formant l'armature d'un électro E bobiné autour de cet arbre, et dont la tranche est très voisine de l'une des faces du premier disque. Celui-ci est attiré dès qu'un courant passe dans la bobine et vient au contact du disque tournant, qui entraîne ainsi l'arbre du sélecteur ou du commutateur. Lorsque le courant cesse, le premier disque, sous l'influence de l'élasticité de sa partie centrale quitte le contact et cesse de tourner. La position des deux disques peut d'ailleurs être inversée, comme dans la partie gauche de la figure. Quand cela est nécessaire, un courant est en même temps envoyé dans un électro fixe, placé également sous le premier disque et qui, faisant frein, l'arrête instantanément.

SÉLECTEURS. — L'appareil sélecteur se compose d'une partie fixe,

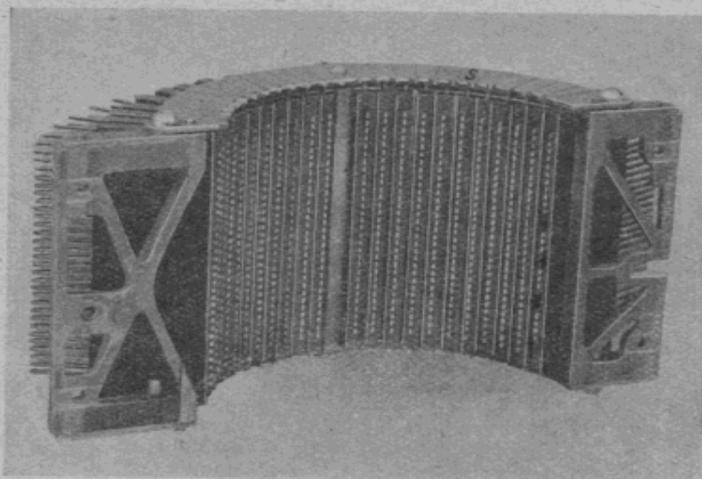


Fig. 93. — Partie fixe du sélecteur (vue avant).

portant le multiplage, et de deux parties mobiles, l'arbre porte-balais et l'arbre sélecteur de balais.

La partie fixe (*fig. 93 et 94*) comporte autant de plots qu'il y a de fils des lignes sur lesquelles portent la sélection. Ces plots sont rangés de façon que leurs surfaces terminales, sur lesquelles frottent les balais (tandis que dans les systèmes précédents les balais frottent sur les surfaces latérales des contacts), soient sur un même demi-cylindre. A l'autre extrémité *f* de ces plots est fixé le fil du multiplage, fait en câbles plats spéciaux dont nous parlerons plus loin. A la partie supérieure du demi-cylindre est disposé un segment denté *S*, présentant dans sa concavité des creux et des pleins.

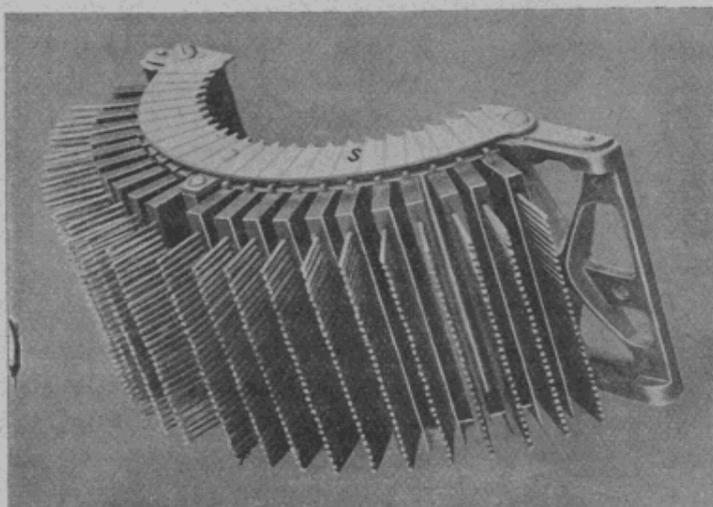


Fig. 94. — Partie fixe du sélecteur (vue arrière).

Dans les appareils faisant office de sélecteur de lignes auxiliaires ou de connecteurs, la sélection porte sur 200 lignes, réparties en 10 niveaux de 20 lignes. Chaque ligne comportant 3 fils reliés à 3 plots superposés, nous aurons donc 30 rangées horizontales de 20 plots.

Dans les appareils faisant office de chercheurs de lignes appelantes ou de chercheurs secondaires, le nombre de plots est variable.

L'arbre porte-balais (*fig. 95*), dont l'axe coïncide avec celui de la surface cylindrique, comporte, dans les appareils sélecteurs proprement dits, 30 balais *B*, dont chacun est au niveau d'une rangée de plots. Chacun de ces balais est sollicité par un ressort *R* qui tend à le faire appuyer sur les plots quand l'arbre porte-balais est en

rotation, mais il en est empêché par un verrou V, commun aux trois balais qui sont en regard des trois fils d'une même ligne, et qui les maintient légèrement écartés de la surface des plots.

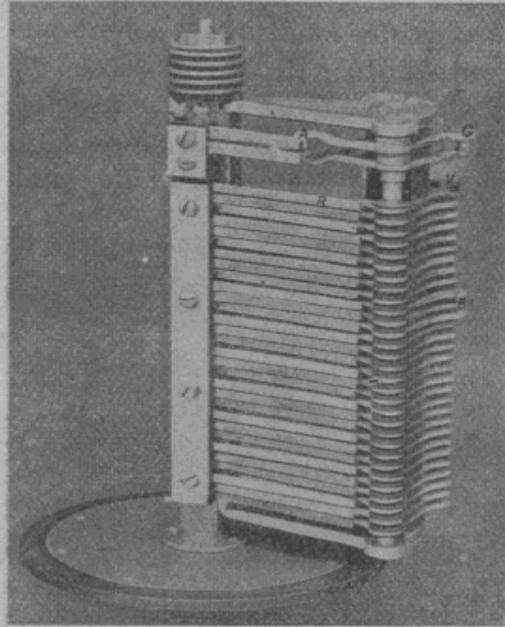


Fig. 95. — Arbre porte-balais.

Les 30 balais sont reliés 10 par 10 aux trois fils de la ligne auxiliaire aboutissant en monocorde à l'appareil sélecteur, les premiers de chaque groupe de trois balais étant reliés ensemble au premier fil de ligne, les seconds au deuxième fil et les troisièmes au troisième fil.

A la partie supérieure de l'arbre porte-balais sont disposés deux ressorts A dont l'un porte un petit galet G qui vient, dans la rotation, au contact du segment denté du demi-cylindre; quand le galet tombe dans un creux, un contact est établi entre les deux ressorts; quand le galet est sur un plein, le contact des deux ressorts est rompu. Dans le mouvement de rotation de l'arbre porte-balais, ce contact est donc successivement établi et ouvert chaque fois que les balais viennent au contact des plots consécutifs.

L'arbre sélecteur de balais (fig. 96) est une tige cylindrique T portant 10 doigts D disposés suivant une spire d'hélice. Cet arbre en tournant peut prendre 10 positions, dans chacune desquelles un

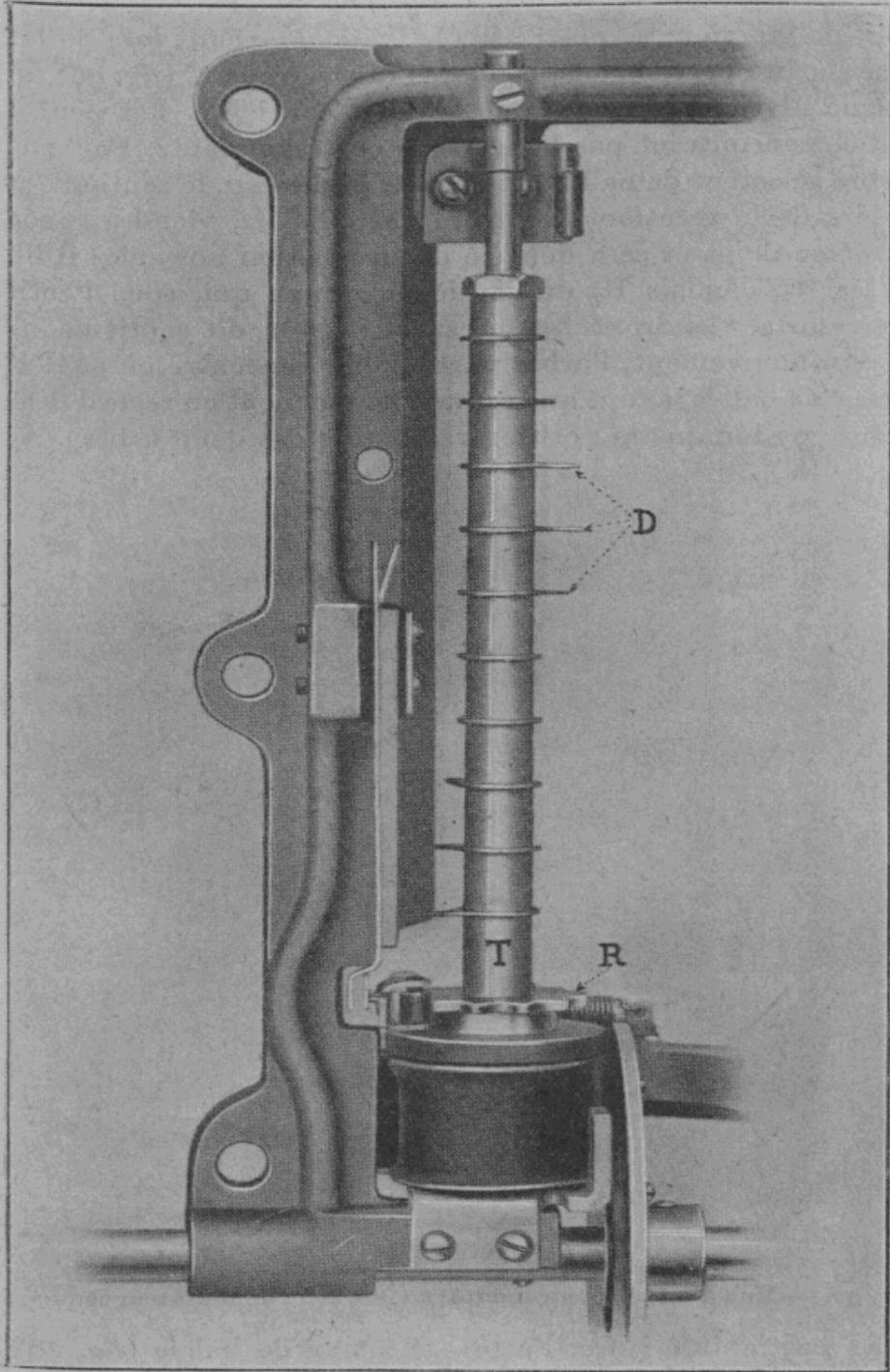


Fig. 96.

des dix doigts vient se poster sur le trajet que suit, lors de la rotation de l'arbre porte-balais, celui des dix verrous V (*fig. 95*), qui est au même niveau horizontal que le doigt considéré. Les neuf autres doigts ne rencontrent pas les verrous correspondants. Par exemple, si l'arbre sélecteur de balais est dans la position 7, le septième verrou seul, lors de la rotation de l'arbre porte-balais, viendra rencontrer le septième doigt et sera déplacé de sa position normale; il libérera alors les trois balais R_7 du septième groupe qui, sous l'action de leurs ressorts, viendront frotter sur les plots du septième niveau. Dans son mouvement, l'arbre porte-balais rencontre en effet l'arbre sélecteur de balais, avant que ceux-ci ne viennent en regard des plots. La figure 97 indique la position respective des deux arbres.

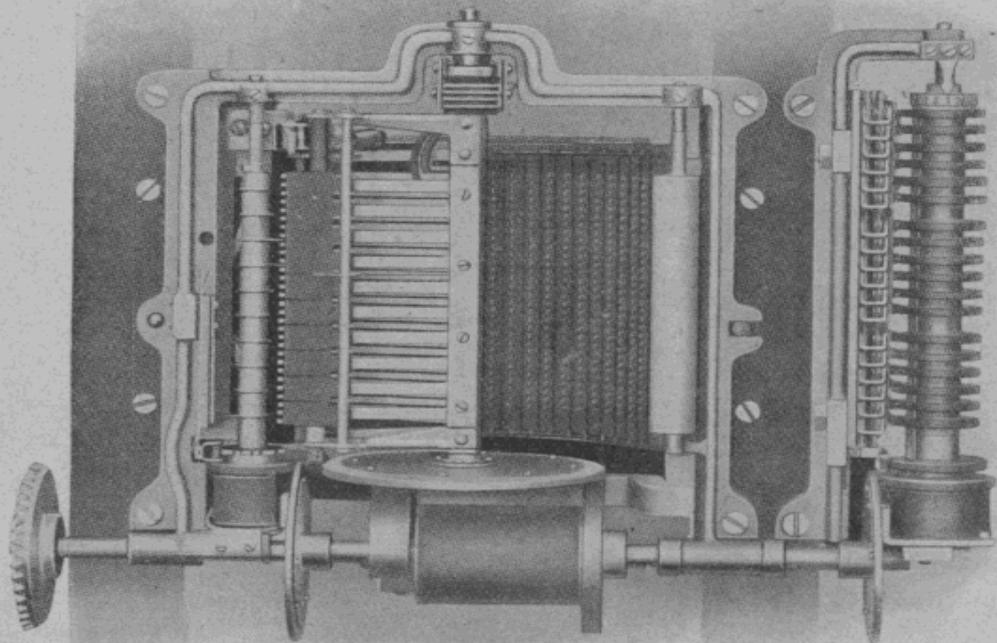


Fig. 97. — Vue d'un sélecteur monté; à côté, son commutateur séquentiel.

A sa partie inférieure, l'arbre sélecteur de balais (*fig. 96*) porte une roue dentée R portant dix petites encoches et une grande; un

bras mobile porte un galet qui, au repos, est dans la grande encoche. Lorsque, sous l'action de son embrayage magnétique, l'arbre se met à tourner, le galet oscille entre les dents et les petites encoches. Le bras mobile porte deux contacts; quand le galet est sur une dent, ces deux contacts viennent toucher deux ressorts; quand il est dans une petite encoche, un seul ressort reste au contact, et quand il est dans la grande encoche, c'est-à-dire au repos, les deux ressorts ont quitté les contacts.

Le contact établi par les petites encoches, ainsi que le contact établi par les ressorts supérieurs de l'arbre porte-balais des connecteurs, sont utilisés pour l'émission des impulsions qui, reçues dans des organes appropriés, permettent de repérer à chaque instant la position prise par ces arbres dans leur mouvement de rotation et de l'arrêter dans la position requise.

COMMUTATEURS SÉQUENTIELS. — Les commutateurs séquentiels (fig. 28) se composent d'une sorte d'arbre à cames A, muni d'un

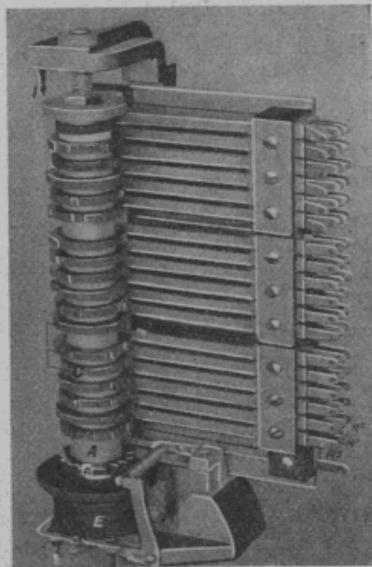


Fig. 98. — Commutateur séquentiel.

embrayage magnétique E semblable à celui décrit plus haut. Les cames en ébonite, superposées verticalement en nombre variable, ont un profil tel que le ressort R_1 frottant sur chacune de ces cames

peut prendre trois positions différentes : dans la première, il est en contact avec un ressort fixe R_2 placé à sa droite; dans la deuxième il est isolé, et dans la troisième il est en contact avec un ressort R_3 placé à sa gauche. Les contacts sont platinés et sont assurés avec toute la pression désirable.

A la partie inférieure est une came spéciale G, portant un certain nombre d'encoches, dans lesquelles vient tomber un galet porté par le ressort de commande. Quand le galet n'est pas dans une encoche, le circuit de l'électro d'embrayage E est fermé par le ressort de commande et, par suite, le commutateur se met à tourner jusqu'à ce que le galet tombe dans une encoche; le circuit est alors ouvert, le commutateur s'arrête et ne se remet en marche que quand le circuit de l'électro d'embrayage E est fermé par une autre voie.

A chacune des encoches correspond donc une position de repos du commutateur séquentiel, position dans laquelle un certain nombre de contacts sont ouverts, d'autres fermés, suivant la disposition des cames. D'autres contacts peuvent se fermer ou s'ouvrir dans des positions intermédiaires, où le commutateur ne s'arrête pas; un contact ainsi fermé peut se rouvrir avant que le commutateur n'atteigne sa prochaine position de repos, ou rester fermé dans cette position. Bref, on se rend compte qu'un très grand nombre de combinaisons de contacts peut être obtenu par ce moyen. Il suffit que l'ordre dans lequel ils doivent se produire soit invariable.

A la partie supérieure, un index I indique la position à laquelle est arrêté le commutateur.

CHERCHEURS DE LIGNES. — Quand les appareils sélecteurs jouent simplement le rôle de chercheurs de lignes (*fig. 99*), c'est-à-dire qu'ils n'ont à opérer qu'une sélection simple, un seul mouvement de rotation suffit. Il n'y a plus qu'une seule série de balais, en nombre égal au nombre de fils de chaque ligne, et l'arbre sélecteur de balais est supprimé. Nous verrons plus loin le mode de fonctionnement de ces organes.

MODE DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME.

Il serait trop long de décrire ici, avec schémas à l'appui, toutes les phases d'une mise en communication de deux lignes, avec toutes les variantes qu'elle comporte. D'ailleurs, l'un des avantages du

Le système est que l'emploi des commutateurs séquentiels permet de varier à l'infini les schémas des connexions électriques et de se prêter ainsi, avec une grande souplesse, aux divers besoins de l'exploitation. Je me bornerai donc à décrire d'abord, sommairement, le fonctionnement général du système, puis je prendrai, à titre d'exemple, l'une des phases principales, le fonctionnement du dernier sélecteur ou connecteur, cherchant la ligne de l'abonné demandé, et pour celle-là seulement j'indiquerai les connexions électriques complètes.

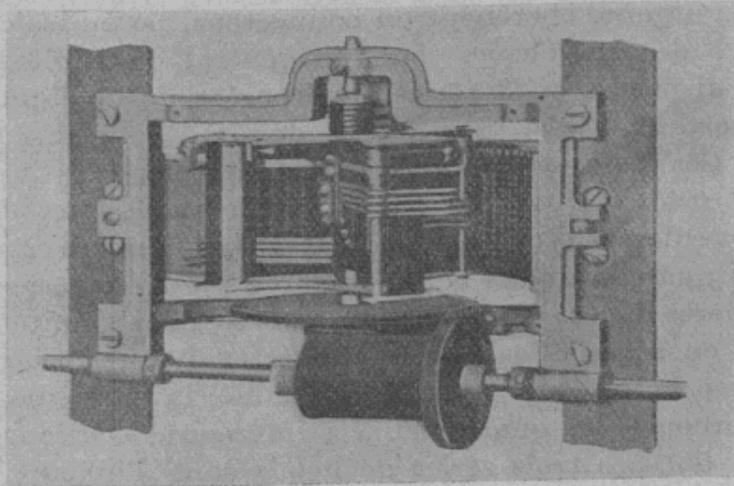


Fig. 99. — Chercheur de lignes.

APPEL DU BUREAU PAR L'ABONNÉ. — Le poste d'abonné est constitué comme un poste à batterie centrale ordinaire. Au bureau central, sa ligne aboutit :

- 1° A un relais de ligne monté comme un relais similaire d'un multiple à batterie centrale, avec relais de coupure;
- 2° A un multiplage à quatre fils pratiqué sur les plots d'un certain nombre de chercheurs de lignes;
- 3° A un multiplage à trois fils pratiqué sur les plots d'un certain nombre de derniers sélecteurs ou connecteurs.

Quand l'abonné décroche, son relais de ligne fonctionne; mais, au lieu de fermer le circuit d'une lampe, il met un potentiel particulier sur le quatrième fil de la ligne multiplée à l'arrière des chercheurs et ferme le circuit d'un relais pilote de groupe, qui met en marche

tous les chercheurs libres sur lesquels les lignes de ce groupe sont multipliées. Dès que, dans le mouvement de rotation de ceux-ci, le quatrième balai de l'un d'eux trouve le plot d'un quatrième fil au potentiel d'appel, ce chercheur s'arrête sur la ligne correspondante et fait fonctionner, par le troisième fil, le relais de coupure qui coupe le relais d'appel; s'il n'y a pas d'autre appel en instance, le relais pilote retombe et les autres chercheurs s'arrêtent; la ligne appelée est ainsi mise en relation avec la ligne auxiliaire terminée par ce chercheur. Ses troisième et quatrième fils sont alors à un potentiel tel qu'aucun organe, chercheur ou connecteur, ne puisse s'y arrêter.

A l'arrière des chercheurs sont, en général, multipliées 60 lignes d'abonnés, disposées en 3 séries superposées de 20 lignes; chaque ligne comportant 4 fils, nous avons donc 12 rangées horizontales de 20 plots. Ces plots sont répartis sur un segment de cylindre de 120° d'ouverture (voir *fig. 99*). Il y a 12 balais en 3 séries de 4, et les 3 séries sont calées à 120° l'une de l'autre. La première série parcourt d'abord les quatre rangées supérieures de plots, correspondant aux vingt premières lignes; dès qu'elle est arrivée à l'extrémité, la seconde série vient en regard des quatre rangées suivantes, correspondant aux lignes 20 à 39, et quand elle a terminé, la troisième série commence à parcourir les quatre rangées inférieures correspondant aux lignes 40 à 59. Les trois séries de balais sont d'ailleurs multipliées entre elles et correspondent à une seule ligne auxiliaire. On évite ainsi, ou de disposer un trop grand nombre de contacts sur une même rangée horizontale, ou de limiter à 20 le nombre de lignes d'abonnés que pourrait desservir un chercheur, ce qui donnerait à celui-ci un rendement très peu élevé, ou enfin d'utiliser comme chercheurs des sélecteurs complets à deux mouvements (comme dans les systèmes Clément ou Ericsson), ce qui compliquerait l'installation et en augmenterait le prix.

Dès qu'une ligne auxiliaire est ainsi raccordée à une ligne d'abonné en position d'appel, cette ligne auxiliaire aboutit à une position d'opératrice déterminée, soit d'une façon normale et permanente, soit par l'intermédiaire d'un chercheur secondaire dont le fonctionnement est semblable à celui du chercheur primaire et dont la raison d'être est, comme pour le présélecteur secondaire, l'augmentation de rendement des organes consécutifs, sélecteurs et accessoires, immobilisés par une communication. La présence de ces chercheurs

secondaires permet aussi à une position d'opératrice déterminée d'avoir accès à un plus grand nombre de lignes d'abonnés. Si l'opératrice qui dessert cette position est libre, la ligne auxiliaire que nous continuerons à appeler *dicorde* et qui comporte d'ailleurs, comme les dicordes des systèmes manuels, un translateur pour l'alimentation par la batterie centrale, est reliée automatiquement au poste de l'opératrice. Si celle-ci n'est pas libre, la communication reste en attente, sur l'un des dicordes que dessert celle-ci, et l'opératrice est mise automatiquement en écoute dès qu'elle devient libre.

MANŒUVRES DE L'OPÉRATRICE. — L'opératrice dessert, en général, 30 dicordes ou moins si les conditions d'exploitation du réseau ne permettent pas un service aussi rapide. L'équipement de chaque dicorde comprend les organes suivants placés devant l'opératrice (*fig. 100*) :

1° Une *lampe verte* d'appel, qui s'allume quand une ligne appelante est connectée au dicorde correspondant et se met à scintiller quand celui-ci est relié au poste de l'opératrice : un petit ronflement se produit en même temps dans le récepteur de cette dernière. Le scintillement dure jusqu'à ce que commencent les manœuvres des organes sélecteurs ;

2° Deux *lampes de supervision*, qui fonctionnent comme dans les systèmes manuels à batterie centrale ;

3° Une *lampe rouge* indicatrice d'appel, qui se met à scintiller dès que commencent les manœuvres des sélecteurs, s'allume fixement quand commence l'appel de l'abonné demandé et s'éteint quand celui-ci vient à l'appareil ;

4° Une *clef à deux positions de travail* : dans la première, elle sert de *clef d'écoute* et permet à l'opératrice de rentrer sur une communication quand le fonctionnement des lampes de supervision l'y incite ; dans la seconde, elle provoque la *déconnexion* en fin de conversation, en même temps qu'elle fait fonctionner le compteur de l'abonné demandeur, mais seulement si la communication a abouti, c'est-à-dire si le demandé a répondu.

Outre ces organes, la position d'opératrice comporte :

Un *clavier* semblable aux claviers déjà connus, avec une lampe pilote indiquant qu'une communication est en instance sur ce clavier ;

Une *clef générale de correction*, qui provoque le déclenchement des boutons du clavier déjà enfoncés, si l'opératrice s'aperçoit d'une erreur avant que les manœuvres des sélecteurs n'aient commencé;

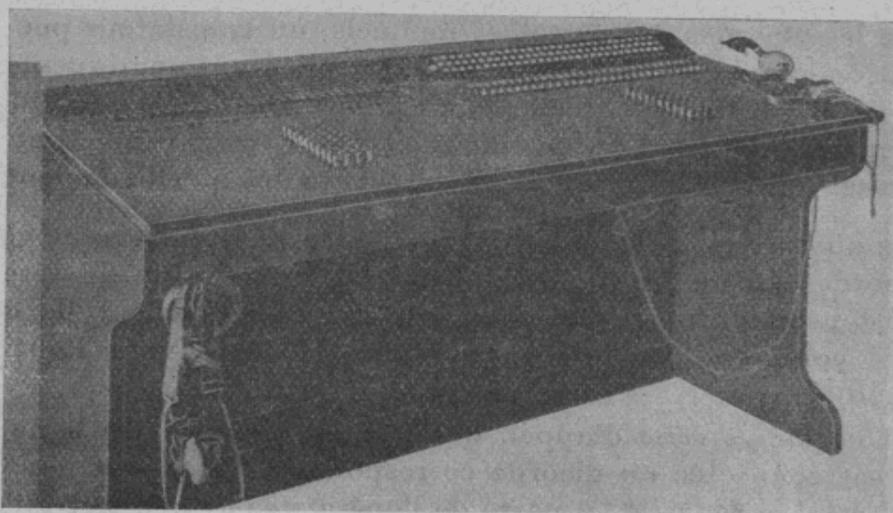


Fig. 100. — Position d'opératrice
(celle de droite est seule équipée complètement).

Une *clef générale de déconnexion* qu'il faut abaisser en même temps que la clef de déconnexion ordinaire d'un dicorde, si l'abonné demandeur relié à ce dicorde est resté à l'appareil;

Une *clef générale d'annulation* qui, lorsqu'elle est abaissée en même temps qu'une clef de déconnexion ordinaire, empêche le fonctionnement du compteur;

Une *clef générale de blocage* qui, lorsqu'elle est actionnée en même temps que la clef d'écoute d'un dicorde, libère les abonnés, tout en maintenant en position de conversation tous les organes qui entrent dans le circuit de la communication. En même temps une lampe s'allume sur un panneau indiquant au mécanicien chargé de l'entretien le dicorde dont les organes ont été ainsi immobilisés;

Deux *clefs d'entr'aide* permettant à l'opératrice de venir en aide, comme il sera vu plus loin, à ses deux voisines.

ENREGISTREUR. — Dans le système de la W. E. Cy, le clavier n'agit pas directement sur les sélecteurs, pour éviter qu'il ne reste immobilisé pendant tout le temps que durent les manœuvres de ceux-ci.

La combinaison faite sur le clavier est reproduite par un organe spécial appelé *enregistreur* qui se compose d'autant de commutateurs séquentiels qu'il y a de séries de boutons, c'est-à-dire de chiffres (ou de lettres indicatives de bureau) dans le numéro de l'abonné demandé. Si celui-ci, par exemple, est 7243, le commutateur séquentiel des milliers se met en mouvement dès que les quatre clefs composant le numéro ont été abaissées et s'arrête à la position 7; le commutateur séquentiel des centaines s'arrête à la position 2, et ainsi de suite. Quand tous ces commutateurs se sont arrêtés, les clefs abaissées remontent et le clavier est libéré.

La communication suivante sera reproduite par un second enregistreur, le premier achevant au besoin pendant ce temps la commande de ses sélecteurs. Il n'est pas toujours nécessaire d'en prévoir un troisième, le premier étant toujours redevenu libre quand l'opératrice a terminé sa seconde combinaison.

L'enregistreur comprend, en outre, une série de 20 (chaque rangée horizontale des sélecteurs comportant 20 contacts) ensembles de deux relais, chaque ensemble fonctionnant successivement sous l'action des impulsions envoyées lors de la rotation des arbres sélecteurs de balais et porte-balais. Ces relais sont appelés *relais compteurs d'impulsions*.

COMMANDE DES SÉLECTEURS. — En même temps qu'un dicorde occupé est mis sur écoute, un commutateur séquentiel spécial le met en relation avec celui des deux enregistreurs qui doit être actionné par le clavier. Le dicorde est terminé, à son extrémité côté abonné demandé, par un premier sélecteur; l'arbre sélecteur de balais de celui-ci est mis en mouvement et s'arrête à la position qui correspond à celle du premier commutateur séquentiel de l'enregistreur, dans l'exemple choisi à la position 7, suivant un processus qui sera décrit en détail plus loin. Puis l'arbre porte-balais commence son mouvement de rotation, rencontre au passage le doigt 7 de l'arbre sélecteur, qui dégage le septième groupe de trois balais. Ceux-ci vont donc frotter sur les plots des rangées horizontales correspondantes; dès que le troisième balai rencontrera le plot d'une ligne libre, l'arbre porte-balais s'arrêtera et la sélection correspondant au premier chiffre sera terminée.

Si dans son premier tour le sélecteur n'a pas trouvé de ligne libre,

il continue à tourner jusqu'à ce qu'il en ait trouvé une. L'enregistreur garde en attente la combinaison, qui n'est pas perdue comme elle le serait dans les systèmes à commande directe, et il ne s'ensuit d'autre inconvénient qu'un retard dans la libération de cet enregistreur, et dans l'achèvement de la connexion.

La sélection s'opère de même pour les chiffres suivants. Le fonctionnement du dernier sélecteur ou connecteur est décrit d'une façon plus détaillée ci-après.

FONCTIONNEMENT DU CONNECTEUR.

REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES ORGANES. — La figure 52 représente, en 320, le translateur du dicorde emprunté par la communication : après une ou plusieurs sélections, ce translateur est réuni par un nombre égal de lignes auxiliaires, formant les deux fils 104 et 105, à un connecteur libre, dont le translateur est figuré en 108 (*fig.* 102). (On suppose, en effet, que les deux abonnés sont reliés à deux bureaux différents et, par suite, qu'il faut deux translateurs.)

Près du translateur 320 du bureau de départ est figuré l'enregistreur. Les deux derniers commutateurs séquentiels, correspondant aux deux derniers chiffres à transmettre, sont seuls représentés schématiquement, le premier, ou plutôt l'avant-dernier, par ses contacts 451, 452, 453, etc. ; le dernier, par ses contacts 471, 472, 473, etc. Les deux derniers chiffres à transmettre étant 4 et 3, l'avant-dernier commutateur séquentiel est arrêté à la position 4, c'est-à-dire que 454 est le seul contact fermé, et le dernier à la position 3, c'est-à-dire que 473 est seul fermé.

Les autres c. s. (commutateurs séquentiels) sont représentés de la façon suivante. Par exemple, en 80 est le c. s. du connecteur. Son électro de commande est figuré en 81 et l'arbre de transmission auquel il vient s'embrayer magnétiquement sous l'action de 81 est figuré en 79. En 87 est représenté le ressort de commande qui oscille sous l'action de sa roue dentée inférieure : les chiffres 1, 2, 5, 9, 11, 12, etc., inscrits au-dessus signifient qu'aux positions 1, 2, 5, 9, etc., de la roue dentée et, par suite, de l'arbre du c. s., le ressort de commande ne touche pas le contact 101 ; dans toutes les autres positions, le contact 101 est fermé et, par suite, un courant venant de la batterie 109 passe dans 81, et le c. s. se met en mouvement. Les seules positions de repos de ce c. s. sont donc 1, 2, 5, 9, 11, etc.

Les ressorts de contact de ce c. s. sont figurés en 201-202, 203-102, 220, 218-219, 207-208, 209, etc. Les chiffres placés à côté de ces ressorts ont la signification suivante, par exemple : en regard de 201, nous lisons 9, 11, 16, et en regard de 202, 12 et 13 : cela veut dire que le contact 201 est fermé seulement aux positions 9, 11 et 16, et le contact 202 aux positions 12 et 13 ; en regard de 227, nous lisons 17 to 1 : cela veut dire que le contact 227 est fermé pendant le mouvement du c. s. entre sa position 17 et sa position 1, ou position de repos, inclusivement. (Le c. s. tourne, en effet, toujours dans la même sens et, après avoir pris sa dernière position, revient à la première.)

SÉLECTION DE L'AVANT-DERNIER CHIFFRE. — Ceci posé, examinons la série des manœuvres correspondant à la transmission de l'avant-dernier chiffre. A ce moment, le c. s. du premier sélecteur, 380, est à la position 6 ; par conséquent, les deux fils du dicorde aboutissent, par les contacts 303 et 304, aux contacts 422 et 403, ce dernier étant commandé par le c. s. 480 de l'enregistreur. Celui-ci étant à ce moment dans la position 11, 403 est précisément fermé ; donc le relais 424 est mis en dérivation sur les deux fils de ligne.

Au connecteur, le c. s. 80, au moment où ce connecteur est pris par l'avant-dernier sélecteur, est naturellement dans sa position de repos 1. Par conséquent, 211 et 212 sont fermés et les deux fils de ligne 104 et 105 sont reliés, l'un au pôle libre de la batterie par le relais 103 et le contact 260, l'autre à la terre par le contact 261. Un courant passe donc par le relais 103, le fil de ligne 104, le relais 424 de l'enregistreur et le fil de ligne 105 ; 103 et 424 fonctionnent.

Le relais 103, en fonctionnant, met par 124 une terre sur le contact 203 ; mais, dans la position 1, 203 est précisément relié par le ressort correspondant à l'électro 81 ; celui-ci est donc excité et le c. s. 80 se met en mouvement : il passe de la première à la deuxième position où 203 est coupé et s'y arrête.

424, en fonctionnant, ferme en 432 le circuit 405, 411, 428 du relais 411, qui ferme le contact 429, lequel le maintient collé, et 430 qui prépare le circuit du deuxième relais 441 ; 411 et 441 constituent le premier groupe de deux relais compteurs d'impulsions.

Revenons au connecteur. Son c. s. venant de passer dans la position 2, le contact 204 est fermé. Nous avons donc un courant qui passe par l'électro de commande 68 de l'arbre sélecteur de balais,

le contact 204, le contact 124 du relais 103, toujours excité, et la terre. L'arbre sélecteur 40 se met en marche et le bras 57, oscillant sous l'action de la roue dentée 58, ferme et ouvre alternativement le contact 60. Quand ce contact est fermé, une terre est mise par 223 et 211 sur le fil 104. Dans le circuit déjà tracé, batterie, 260, relais 103, 211, 104, 304, 403, relais 424, 422, 303, 105, 212, 261 et terre, qui avait fait fonctionner 103 et 424, la terre mise sur 104 court-circuite le relais 424 dont l'armature retombe. Par suite, ce relais, dit *relais pas à pas*, suit les impulsions envoyées par l'arbre sélecteur de balais.

Dans l'enregistreur, le premier retour au repos de 424 ferme par 432, 430 (relais 411 collé), 433, 441 et 404, le circuit du relais 441; celui-ci attire ses deux armatures dont l'une le maintient collé par 461 et l'autre prépare le circuit du deuxième relais compteur d'impulsions 412. Quand 424 est réactionné, 412 est actionné, se colle et prépare le circuit de 442 et ainsi de suite.

Le commutateur séquentiel correspondant à l'avant-dernier chiffre est supposé fermer le contact 454. Par conséquent, quand le relais 414 du quatrième groupe de relais compteurs fonctionne, c'est-à-dire quand 424 est actionné pour la quatrième fois, non seulement il fait fonctionner 444, mais il ferme par 454 et 406 le circuit de 423 qui ouvre le contact 422. Le circuit de commande du relais pas à pas 424 est alors ouvert, et ce relais, ainsi que le relais 103 du connecteur retombent au repos.

L'électro 68 de l'arbre sélecteur de balais est alors privé de courant par suite de la rupture du contact 124, et cet arbre s'arrête dans sa quatrième position.

Entre temps, le relais 425, actionné en même temps que 423, ferme par 426 et 402 le circuit de l'électro de commande du c. s. de l'enregistreur qui passe de sa onzième à sa treizième position. En passant par sa douzième, à laquelle il ne s'arrête pas, il ouvre un instant les contacts 404 et 405, ce qui fait revenir au repos tous les relais compteurs d'impulsions 411, 441, 412, etc., qui étaient collés.

La sélection de l'avant-dernier chiffre est ainsi terminée.

En résumé, l'arbre sélecteur de balais du connecteur, en tournant, fait fonctionner successivement les relais compteurs d'impulsion de l'enregistreur, jusqu'à ce qu'il arrive aux relais de rang correspondant au contact auquel s'est arrêté le c. s. des dizaines, de rang 4

dans l'exemple choisi; à ce moment est fermé un circuit qui arrête l'arbre sélecteur de balais dans la position correspondante.

SÉLECTION DU DERNIER CHIFFRE. — En revenant au repos, 103 a fermé par 121 et 102 le circuit de l'électro du c. s. du connecteur qui passe de sa deuxième à sa cinquième position. Avant qu'il n'arrive à cette cinquième position, le circuit de 103 s'est refermé, 423 ayant relâché son armature et 403 ayant été fermé à l'arrivée du c. s. de l'enregistreur à sa treizième position. Le c. s. du connecteur s'arrête donc à sa cinquième position et le circuit de l'électro 62 de commande de l'arbre porte-balais est fermé en 111 et 124. Cet arbre se met donc en mouvement et rencontre le quatrième doigt de l'arbre sélecteur de balais, qui libère les trois balais du quatrième niveau.

Dès que les balais arrivent en regard des plots, les ressorts supérieurs du connecteur amènent les bras 42 et 43 au contact du secteur denté 50, ce qui ferme et ouvre alternativement le contact entre ces deux ressorts. Quand ce contact est fermé, une terre est mise par 225, les deux ressorts, 223, sur le fil 104 de la ligne auxiliaire, comme cela avait lieu lors des oscillations du bras 56 de l'arbre sélecteur de balais.

Dans l'enregistreur, tout se retrouve comme pour la sélection de l'avant-dernier chiffre, avec cette seule différence que le c. s. étant dans sa treizième position, le contact 407 remplace le contact 406, et le c. s. du dernier chiffre celui de l'avant-dernier.

Le fonctionnement des relais de l'enregistreur se reproduira donc de la même façon jusqu'à l'excitation du relais correspondant à la position où est arrêté le c. s. du dernier chiffre, dans le cas choisi, le relais 413, qui ferme par 473 et 407 le circuit du relais 423. Le contact 422 étant ouvert, 424 et 103 retombent et le circuit de l'électro 62 est ouvert en 124. En même temps, un courant passe par 65, 112, 243 et 121 et excite l'électro 65 de blocage qui arrête l'arbre porte-balais dans sa troisième position.

La sélection du dernier chiffre est terminée; en même temps, le circuit de 81 étant fermé par 102 et 121, le c. s. du connecteur passe de sa cinquième à sa neuvième position, qui est la position de test.

Dans l'enregistreur 425 ferme par 426 et 402 le circuit de 481 et le c. s. de l'enregistreur quitte sa treizième position pour revenir

à sa position de repos. En passant à sa quatorzième, il ferme en 408 le circuit de l'électro 381 du c. s. du premier sélecteur, qui passe de sa sixième à sa dixième position (position de conversation). L'enregistreur est alors libre pour une autre communication.

TEST ET APPEL AUTOMATIQUE DE L'ABONNÉ DEMANDÉ. — Il serait un peu long de décrire ici le détail de ces opérations dont la compréhension ne présente d'ailleurs aucune difficulté particulière si l'on est familiarisé avec la lecture des schémas du système. Ces opérations sont effectuées dans les positions 9, 11 et 12 du c. s. du connecteur.

SUPERVISION. — Quand l'abonné demandé répond, le relais d'appel automatique 251 attire son armature qui, par 225 et 254, ferme le circuit du relais de supervision 228. Le circuit de 81 est alors fermé par 264 et 218, et le c. s. du connecteur passe alors de sa douzième position à sa treizième (position de conversation). Le circuit d'alimentation du demandé est fermé par 113 et 216, et 228 reste attiré.

Le circuit du relais 239 est alors fermé par 219 et 264, et le courant de la batterie est coupé en 260 et 261 sur le circuit de la ligne auxiliaire 104-105.

Au premier sélecteur, le relais 323 étant privé de courant relâche son armature et la lampe 318 s'éteint. Cette lampe étant l'organe de supervision côté demandé du dicorde utilisé devant l'opératrice, celle-ci est ainsi avisée que le demandé est à l'appareil. Quand il raccroche, 228 relâche son armature, 239 également, le courant de la batterie est remis sur la ligne auxiliaire et 323 rallume 318.

DÉCONNEXION. — Quand les deux lampes de supervision d'un dicorde se sont rallumées, l'opératrice manœuvre la clef de déconnexion correspondante, figurée schématiquement en 314. Le c. s. du premier sélecteur, 380, passe de sa dixième à sa quinzième position; dès qu'il a dépassé sa dixième, il ouvre les contacts 306 et 307 du circuit de la ligne auxiliaire, ce qui fait retomber 103, qui avait été réexcité au raccrochage du demandé. Un circuit se ferme pour 81 par 102, 243 et 121, et le c. s. du connecteur passe à sa quatorzième, puis à sa seizième position. Sans poursuivre en détail l'examen des schémas, je me bornerai à dire que les divers organes utilisés reviennent au repos. L'arbre sélecteur de balais était déjà revenu au repos

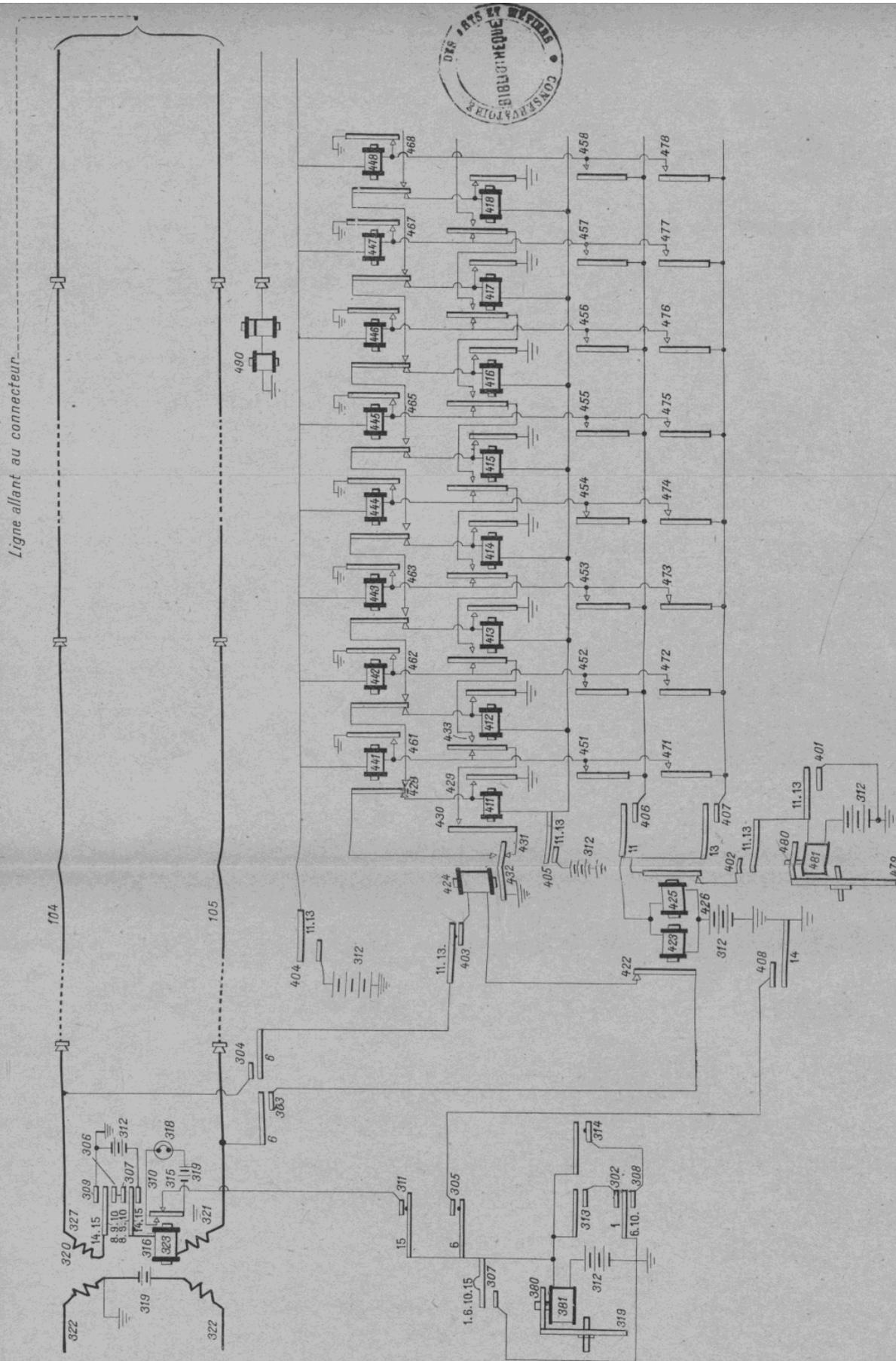


Fig. 101. — Schéma des connexions du système W. E. Cx. (enregistreur) (p. 209).

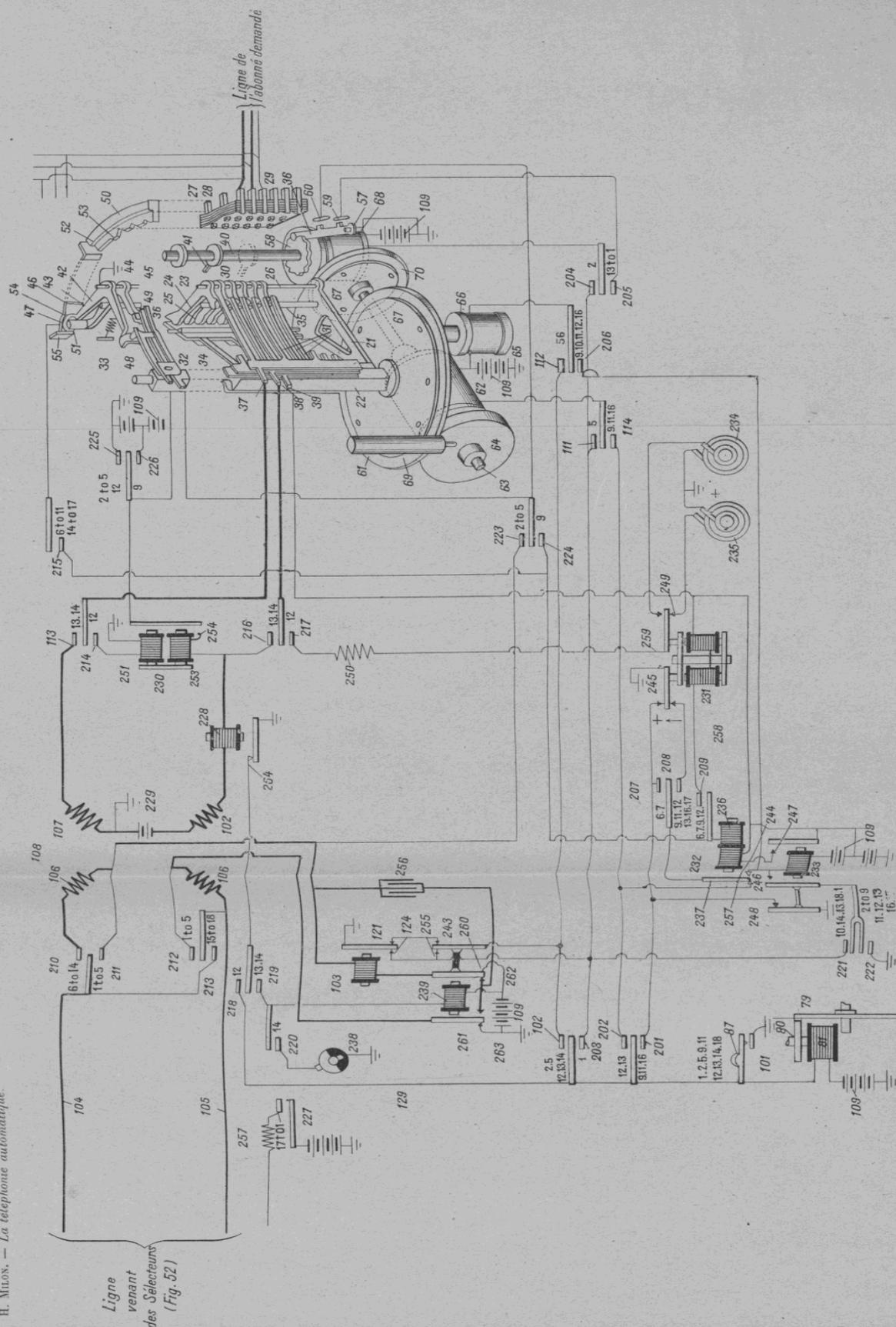


Fig. 102. — Schéma des connexions du système W. E. C' (connecteur) (p. 209).

dès l'établissement du circuit de conversation, le circuit de son électro de commande étant fermé par 205 et le contact 59 de son bras oscillant jusqu'à ce que celui-ci retombe dans son encoche de repos. L'arbre porte-balais revient également au repos par une rotation toujours du même sens; après avoir quitté les plots et avant le retour à la position normale, les trois balais, dégagés de leur verrou et mis en saillie, rencontrent une colonnette fixe 69, qui les réengage dans leur verrou.

De même, sous l'action de son c. s., 380, qui revient de sa quinzième position à sa position normale, le premier sélecteur est remis au repos, ainsi que les sélecteurs d'ordre supérieur et les chercheurs. Toutefois, l'arbre porte-balais de ces derniers n'a pas à se déplacer et reste en position de repos sur les contacts de la dernière ligne pour laquelle il a eu à effectuer une connexion.

SÉLECTION SUR UNE BASE NON DÉCIMALE. — NOUS AVONS VU que les rangées horizontales des organes sélecteurs comportaient 20 plots. Le rendement des sélecteurs de lignes auxiliaires et de ces lignes elles-mêmes est ainsi augmenté, puisqu'ils peuvent choisir parmi 20 lignes au lieu de 10. De même, le rendement des connecteurs, puisque chacun de ces organes peut être utilisé pour les communications demandées pour 200 abonnés au lieu de 100. Mais, dans ce dernier cas, une petite complication s'introduit dans les manœuvres de sélection, puisque le même connecteur doit pouvoir être employé pour des abonnés dont le chiffre de centaine est différent. Voici l'artifice employé. Sur chaque connecteur, les dix premiers plots de chaque rangée appartiennent à une centaine et les dix derniers à la centaine suivante; les commutateurs séquentiels de l'enregistreur sont agencés de telle façon que si le numéro 7024 est bien enregistré sous la forme 7, 0, 2, 4, le numéro 7124 est enregistré sous la forme 7, 0, 2, 14 et, lors de la sélection du dernier chiffre, les relais compteurs d'impulsions fonctionnent jusqu'au groupe 14; le connecteur utilisé pourra donc être le même; mais dans le second cas, il s'arrêtera au plot de rang 14, qui appartient à la centaine 7100 à 7199, tandis que le plot 4 de la même rangée appartient à la centaine 7000 à 7099. De même 7324 est enregistré sous la forme 7, 1, 2, 14; 7524 sous la forme 7, 2, 2, 14, etc.

Comme on n'utilise ainsi que cinq nouveaux sur dix des sélecteurs

de centaines, les chiffres 0 et 1, 2 et 3, etc., étant donnés par le même niveau, les cinq niveaux restants peuvent être utilisés pour des abonnés numérotés différemment. Par exemple, dans un réseau de moins de 20 000 abonnés, l'abonné 17 024 pourra être enregistré sous la forme 7, 5, 2, 4, et l'abonné 17 124 sous la forme 7, 5, 2, 14, les niveaux 5, 6, 7, 8 et 9 des sélecteurs de centaines étant ainsi consacrés aux abonnés numérotés de 10 000 à 19 999. L'abaissement de la clef 1 des dizaines de mille aura simplement pour effet de substituer ces niveaux aux niveaux 0, 1, 2, 3 et 4 dans l'enregistreur des centaines. On voit donc que, pour un même nombre de sélections et, par suite, de catégories d'organes sélecteurs, la capacité du système est double de celle des systèmes précédents. Avec deux sélecteurs et un connecteur par communication, on pourra desservir jusqu'à 20 000 abonnés; avec trois sélecteurs et un connecteur jusqu'à 200 000.

BESOINS DIVERS DE L'EXPLOITATION.

Grâce à la grande souplesse que lui donne l'emploi des commutateurs séquentiels, ce système se prête particulièrement bien à satisfaire les besoins les plus divers de l'exploitation. Nous passerons en revue les principaux.

TAXATION. — Le compteur de conversation fonctionne au moment où l'opératrice manœuvre la clef de déconnexion, mais seulement si l'abonné demandé est bien venu à l'appareil. S'il y a eu erreur dans la transmission du numéro d'appel, l'opératrice, sollicitée par le fonctionnement de la lampe de supervision du demandeur, rentre en écoute et déconnecte avec ses clefs générales de déconnexion et d'annulation, ce qui laisse le demandeur en ligne et ne fait pas fonctionner son compteur. De même, si la communication a été mauvaise, elle déconnecte sans l'enregistrer, après avoir manœuvré la clef de blocage qui permet l'inspection facile des organes qui ont participé à la connexion.

Enfin, il est possible d'agencer l'enregistreur de telle façon que l'enfoncement de certaines clefs du clavier prépare un circuit qui, au moment de la déconnexion, fasse fonctionner le compteur deux ou trois fois. Cela permet l'établissement de taxes multiples dans le cas de réseaux étendus.

Si l'abonné demandé est relié à un bureau pour lequel les com-

munications sont surtaxées, la manœuvre de la ou des clefs correspondant à ce bureau déterminera le fonctionnement multiple du compteur sans que l'opératrice ait à s'en occuper.

ENTR'AIDE. — Selon que l'exploitant désire une entr'aide limitée, ou une entr'aide générale, l'agencement des organes différera.

Dans le premier cas, il est prévu simplement qu'en cas d'affluence d'appels sur une position, ce qui se traduit par un certain nombre de lampes d'appel de dicordes allumées, l'opératrice voisine abaisse sa clef d'entr'aide : dans ce cas, le premier appel en instance et les suivants, tant que cette clef est abaissée, sont dirigés vers la première libre des deux opératrices ; si toutes deux sont libres en même temps, il reste à l'opératrice titulaire, c'est-à-dire à celle qui est devant le dicorde utilisé. L'opératrice qui reçoit l'appel en est avisée par l'allumage de la lampe pilote de son clavier et par le ronflement de son récepteur, et elle établit la communication comme à l'ordinaire ; mais comme le dicorde utilisé a une position déterminée et invariable, l'opératrice titulaire, c'est-à-dire celle qui est placée devant ce dicorde, garde toujours la supervision de la communication, même si celle-ci a été établie par sa voisine.

On voit que sous cette forme, l'entr'aide est plus limitée que dans le service manuel ordinaire, surtout si l'on pratique dans celui-ci la répétition du signal d'appel. Toutefois, il faut noter que le nombre des communications assurées par une seule opératrice étant plus grand dans le semi-automatique, l'inégalité relative entre les charges de deux positions quelconques sera plus faible, comme l'indique le calcul des probabilités.

Si l'entr'aide doit être générale, il est facile de répartir les chercheurs de lignes primaires et secondaires de façon que l'appel d'une même ligne puisse être dirigé sur plusieurs positions différentes, selon le chercheur qui l'aura pris, et il est facile également de ne mettre en mouvement que les chercheurs aboutissant à des positions libres, c'est-à-dire où l'opératrice n'est ni en train de transmettre, ni en train d'écouter, ou à des positions presque libres, c'est-à-dire où l'opératrice n'a que très peu d'appels en instance. Cette seconde combinaison est d'ailleurs préférable, car il existe toujours de nombreux instants de la journée où toutes les opératrices sont occupées, et il vaut mieux que les appels survenant alors restent, sauf le cas d'en-

combrement exceptionnel, répartis devant les diverses opératrices, ce qui stimule leur activité, plutôt que d'aboutir à une table de décharge dont l'exploitation n'est jamais entièrement satisfaisante.

Toutefois, l'entr'aide générale proprement dite, c'est-à-dire la possibilité d'aiguiller un appel vers la première libre de toutes les opératrices d'un bureau, ne peut être réalisée complètement dans les systèmes à supervision, du moins si l'on veut respecter le principe même de ces systèmes, d'après lequel l'opératrice qui a établi la communication doit être autant que possible la même que celle qui en a la supervision, sauf le cas d'intervention d'une voisine par entr'aide. En effet, l'opératrice intervenant étant déterminée par le dicorde choisi, pour qu'un appel quelconque pût être traité par une opératrice quelconque du bureau, il faudrait qu'il pût parvenir à des dicordes répartis sur toutes les positions. Or, le nombre de dicordes auquel peut accéder l'appel d'une ligne d'abonné déterminée est fixé par le nombre de chercheurs primaires de son groupe, le nombre de lignes de chercheurs primaires multipliées sur les contacts des chercheurs secondaires, et la répartition du câblage entre chercheurs primaires et secondaires; il n'est généralement pas assez grand, sauf dans les petits bureaux, pour qu'un appel quelconque puisse accéder à tous les dicordes du bureau; si l'on veut qu'il puisse accéder à toutes les positions d'opératrices, il ne pourra donc accéder à chaque position que par un nombre limité de dicordes, et il suffira que tous ces dicordes soient occupés par des communications en cours, pour que l'appel ne puisse accéder à cette position, même si l'opératrice qui la dessert est libre à ce moment.

Dans les systèmes sans supervision, qui comportent des chercheurs de clavier, le clavier, et, par suite, la position d'opératrice prise, est indépendant du dicorde choisi par les présélecteurs ou chercheurs; il est donc beaucoup plus facile de faire traiter un appel quelconque par une opératrice quelconque.

De même, et pour les mêmes raisons, la variation constante de l'effectif des opératrices, proportionnellement aux variations du trafic, semble moins facile à réaliser avec le système de la W. E. C¹ qu'avec les précédents. En effet, un chercheur secondaire donné aboutissant toujours à une position d'opératrice déterminée, il faut, pour pouvoir mettre hors service une position, mettre hors service tous les chercheurs correspondants. Cela exige que les chercheurs restant en ser-

vice puissent accéder aux lignes d'abonnés desservies normalement par les chercheurs arrêtés. Cela n'est possible que grâce à un câblage approprié entre les chercheurs secondaires et les chercheurs primaires. De plus, même aux heures de trafic très réduit, il est nécessaire qu'il y ait toujours plusieurs chercheurs pouvant accéder à chaque ligne d'abonné, ce qui limite forcément le minimum de positions à laisser en service.

LIGNES D'ABONNÉS SPÉCIAUX. — Le système se prête très facilement à l'introduction de lignes à postes groupés, de lignes de bureaux privés annexes, etc. Par exemple, dans ce dernier cas, l'organe connecteur parcourt automatiquement, sans manœuvre spéciale, toutes les lignes de l'abonné demandé, à condition naturellement qu'elles soient consécutives, et s'arrête à la première libre.

RELATIONS AVEC LES BUREAUX MANUELS. — Le principe généralement admis, et qui semble conforme aux règles d'une bonne exploitation, est le suivant : Toute communication doit être traitée intégralement suivant le mode d'exploitation du bureau du demandeur. Ainsi, une communication émanant d'un bureau manuel, dans un réseau où est employée la méthode de la ligne de conversation, devra aboutir à une opératrice du bureau semi-automatique équipée comme une opératrice B d'un bureau manuel; la communication pourra toutefois être achevée sans inconvénient par la manœuvre d'un clavier, si l'on ne veut pas établir un multiplage de jacks généraux.

Réciproquement, une communication partant d'un bureau semi-automatique ou automatique devrait être établie autant que possible sans l'intervention d'une opératrice manuelle. Toutefois, comme cela exigerait l'installation d'appareils automatiques dans tous les bureaux manuels, chose souvent difficile et surtout onéreuse, il est préférable de munir ces bureaux de positions d'arrivée manuelles à indicateur lumineux, dont nous décrirons le mode de fonctionnement dans un Chapitre ultérieur. Le principe de ce système d'exploitation est que les manœuvres de l'opératrice semi-automatique du bureau de départ doivent être les mêmes, que l'appel soit à destination d'un bureau manuel ou d'un autre bureau semi-automatique.

BUREAUX SATELLITES. — Ce système se prête, comme les précé-

dents, à la constitution de bureaux satellites, où se trouvent seulement des chercheurs de lignes et des connecteurs, réunis par des lignes auxiliaires bifilaires aux organes sélecteurs et aux positions d'opératrices placés dans un bureau central.

Par contre, il ne se prête pas, comme les systèmes Clément ou Siemens et Halske, à la constitution de liaisons directes entre bureaux satellites ou plus exactement entre bureaux centraux dépourvus d'opératrices, puisque le circuit de toute communication doit passer par la position de l'opératrice qui en a la supervision.

AGENCEMENT ET CABLAGE DES ORGANES.

Les répartiteurs et le bâti des relais d'appel ne diffèrent pas de ceux utilisés dans les multiples à batterie centrale; nous avons vu,

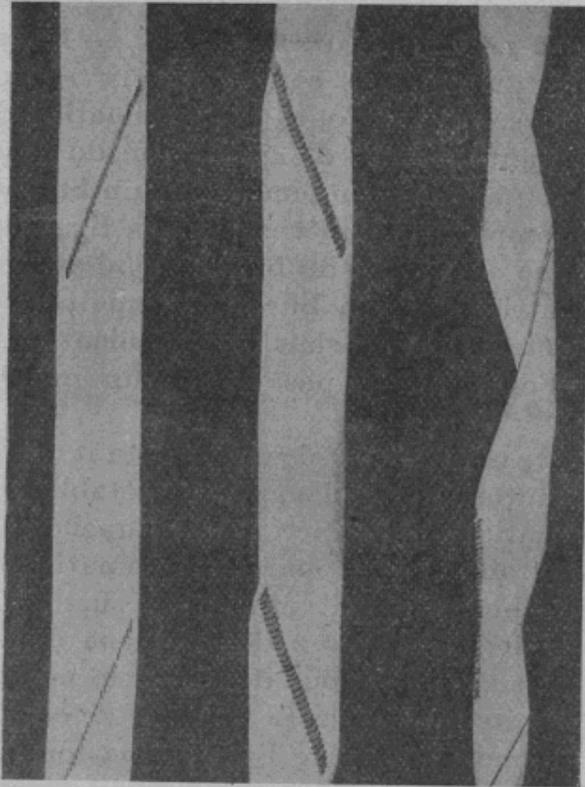


Fig. 103. — Type de câble employé dans le système de la W. E. C.
en effet, que le rôle de ces organes était le même. De même pour le bâti des compteurs.

Du répartiteur intermédiaire, dans la direction qui serait celle du jack local dans un multiple manuel, part pour chaque abonné

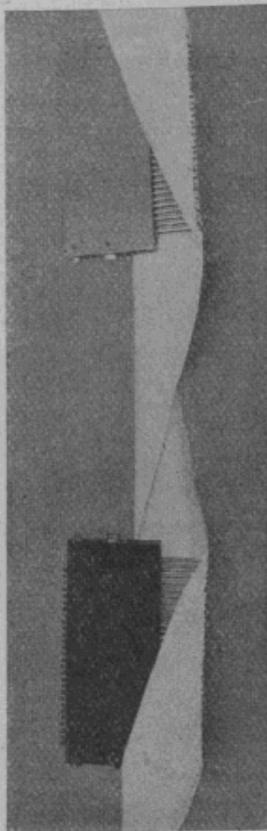


Fig. 104. — Câblage du système de la W. E. C^y.

une ligne à quatre fils, multipliée à l'arrière d'un certain nombre de chercheurs primaires (autant qu'il peut y avoir de communications simultanées pour une probabilité donnée, parmi 60 abonnés considérés comme demandeurs) et, dans la direction du jack général, une ligne à trois fils, multipliée à l'arrière d'un certain nombre de connecteurs (autant qu'il peut y avoir de communications simultanées, pour la même probabilité, parmi 200 abonnés considérés comme demandés).

Les organes sur lesquels est multiplié le même ensemble de lignes sont superposés sur une même travée verticale ou sur deux travées si leur nombre est trop élevé. Le multiplage à l'arrière de ces organes

est constitué par des câbles en forme de ruban plat, où les fils métalliques sont disposés parallèlement côte à côte et maintenus séparés par un tissage fait au métier. De place en place, un vide ménagé

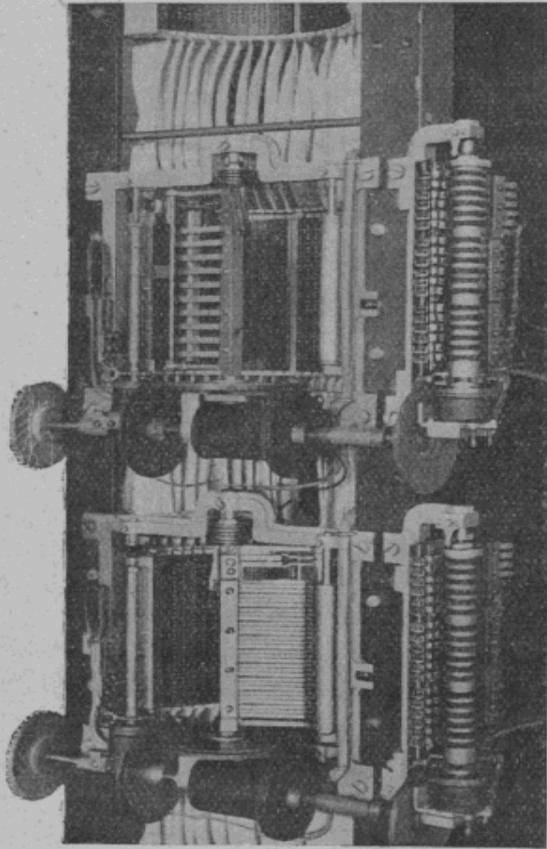


Fig. 105. — Sélecteurs montés.

dans le tissage met le métal à nu, et il suffit de plier le câble obliquement, comme le montrent les figures 103 et 104, pour qu'il soit tout prêt à être soudé aux broches terminales des contacts. Les fils d'une même ligne ne sont pas antiinductés par rapport aux autres lignes du même câble; mais sur de aussi faibles longueurs, l'écartement relativement grand des fils empêche toute induction nuisible. Si le même câble est multiplié sur deux travées, on croise une ligne sur deux entre les deux travées.

Les organes sur lesquels sont multipliées des lignes auxiliaires, c'est-à-dire les sélecteurs, sont agencés de la même façon. A côté de chaque organe, chercheur, sélecteur ou connecteur, est le commutateur séquentiel qui le commande (*fig. 105 et 106*).

FORCE MOTRICE. — La figure 106 montre également comment la force motrice est transmise aux organes tournants. Ceux-ci, comme nous venons de le voir, sont superposés sur une travée verticale, chaque travée supportant de 8 à 10 organes similaires. Un certain nombre de travées juxtaposées forment un bâti, dont la longueur varie suivant l'emplacement dont on dispose. Au bas de chaque bâti court un arbre horizontal auquel un mouvement de rotation permanent est imprimé par un petit moteur électrique agissant au moyen d'une vis sans fin.

A gauche, bâti des relais (relais d'abonnés, relais des compteurs d'impulsions, etc.); au milieu, travée des chercheurs (à gauche) et des sélecteurs (à droite); à droite, bâti des commutateurs séquentiels de l'enregistreur, du poste d'opératrice, etc.

Au droit de chaque travée règne un arbre vertical qui engrène avec l'arbre horizontal par deux pignons dentés. Sur l'arbre vertical viennent engrener, de la même façon, les arbres de commande horizontaux qui agissent directement sur les organes tournants. Sur les bâtis de sélecteurs, un arbre de commande est spécial à chaque organe et entraîne séparément l'arbre sélecteur de balais, l'arbre porte-balais et le commutateur séquentiel.

Les moteurs sont du type à courant continu et à excitation shunt; leur puissance varie suivant le nombre d'organes à entraîner; pour un bureau de 1000 lignes, avec 1000 appels à l'heure la plus chargée, la force motrice totale requise ne dépasse pas 4 chevaux.

La vitesse des arbres de transmission horizontaux et verticaux est d'environ deux tours par seconde; celle des arbres de commande un tour par seconde. La vitesse imprimée aux arbres porte-balais est d'un demi-tour par seconde. Le fonctionnement du système est donc assez lent; par contre, cette vitesse réduite permet, malgré une force motrice peu élevée, d'avoir une pression entre chaque balai et son contact d'environ 40#. La vitesse des arbres sélecteurs de balais et des commutateurs séquentiels est de deux à quatre fois plus grande.

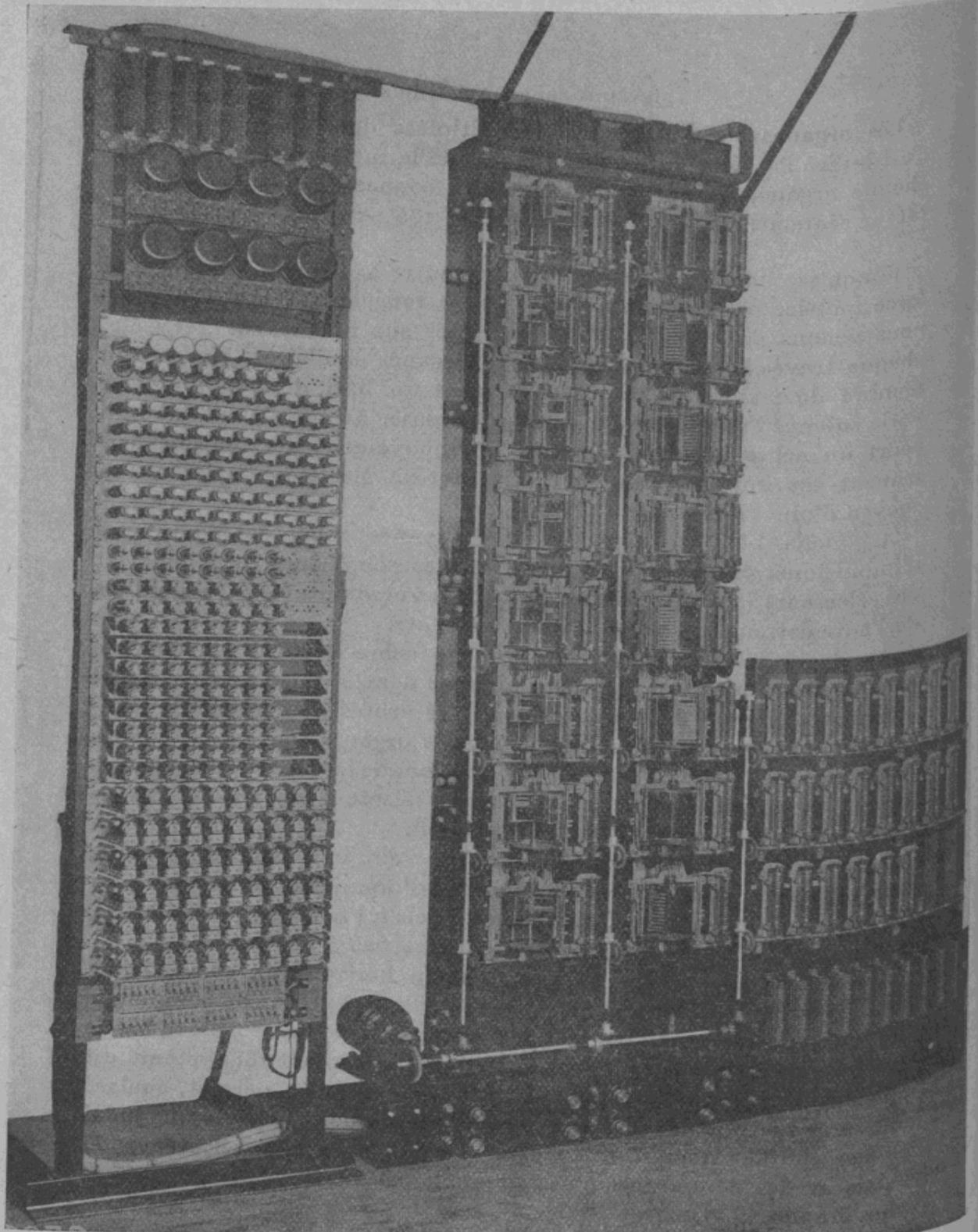


Fig 106. — Panneau de démonstration indiquant l'agencement des organes du système Mac Berty.

Dans les petits bureaux, ou aux heures de trafic réduit, les moteurs peuvent être normalement arrêtés et mis seulement en marche par le fonctionnement d'un relais dont le circuit est fermé dès qu'un abonné appelle ou qu'un sélecteur est pris dans le bâti correspondant.

CONVERTIBILITÉ EN AUTOMATIQUE.

Le système semi-automatique de la Western Electric C³ peut être converti aisément, comme les autres systèmes semi-automatiques d'ailleurs, en système purement automatique. Il suffit pour cela de supprimer au bureau central les positions d'opératrice et leur équipement avec les organes accessoires et d'installer dans chaque poste d'abonné un organe transmetteur d'appels. Cet organe peut d'ailleurs être soit un simple disque genre Strowger, soit un appareil à leviers et à composition préalable genre Dietl ou Betulander (*fig. 107*).

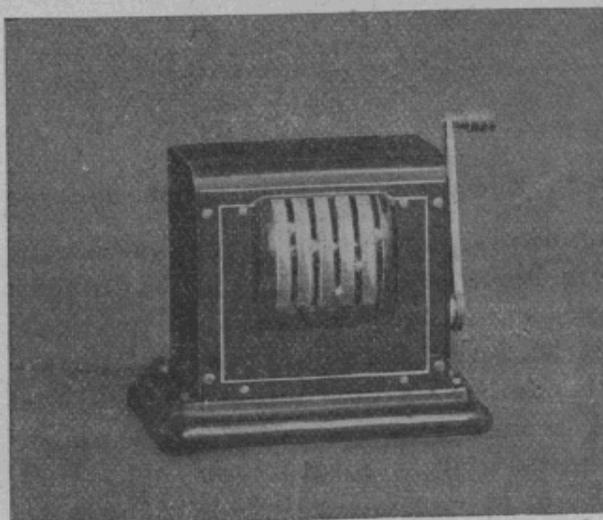


Fig. 107. — Transmetteur d'appels automatiques.

Mais la constitution au poste d'abonné d'un appareil récepteur d'impulsions, conçu d'après le schéma théorique de la figure 4 (commande indirecte contrôlée par l'abonné), répondrait difficilement aux conditions de simplicité de construction et d'entretien requises des organes placés dans ces conditions; de plus, et surtout, il serait très difficile de commander par ce moyen des connecteurs à base non décimale. Aussi a-t-on conservé le principe de l'emploi d'appareils

enregistreurs qui commencent par recevoir les impulsions provenant du poste d'abonné, les traduisent au besoin dans une numération à base non décimale, puis jouent vis-à-vis des sélecteurs et connecteurs le rôle déjà connu.

L'enregistreur (*fig. 108*) est constitué dans ce cas par une série de

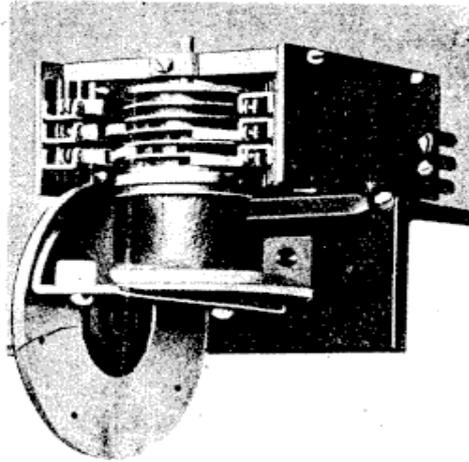


Fig. 108. — Enregistreur d'appels automatiques (1^{er} type).

combineurs numériques, sorte de commutateurs séquentiels simplifiés, en nombre égal à celui des chiffres des numéros à transmettre; sur chacun de ces combineurs agissent en premier lieu un électro-aimant recevant les impulsions envoyées du poste d'abonné et faisant progresser le combineur d'un nombre de divisions égal au chiffre transmis, et en second lieu un autre électro-aimant recevant les impulsions produites par la rotation des sélecteurs et connecteurs et faisant progresser le combineur dans le même sens jusqu'à ce qu'il ait effectué un tour complet. Un contact, qui se ferme quand il est revenu à sa position de repos, provoque l'arrêt de ces organes. La sélection sur une base non décimale est obtenue par des corrections effectuées au moyen de contacts supplémentaires fermés ou ouverts suivant que l'abonné demandé appartient à une centaine, à un millier, etc., pair ou impair.

Le fonctionnement de ces enregistreurs sera d'ailleurs décrit en détail dans le Chapitre suivant.

CHAPITRE VII.

LE NOUVEAU SYSTÈME ROTARY DE LA WESTERN ELECTRIC C^e.

Nous avons décrit, dans le Chapitre précédent, le système semi-automatique de la Western Electric C^e et nous avons indiqué que le même matériel pouvait être utilisé pour l'équipement en automatique complet, moyennant naturellement les modifications nécessaires dans les schémas des circuits de connexion et des enregistreurs. Depuis, la Western Electric C^e a mis au point un matériel automatique conçu d'après les mêmes principes, mais d'une réalisation mécanique un peu différente, et à capacité de sélection plus élevée. Ce système est appelé système « Rotary » pour le distinguer du système « Panel » également mis au point par la W. E. C^e, mais convenant surtout aux grands réseaux.

Nous allons tout d'abord rappeler les caractéristiques principales du système automatique « Rotary ».

I. La sélection est à base non décimale. La capacité d'exploration des divers sélecteurs est de 300 lignes (au lieu de 200 dans le modèle ancien). Sur les sélecteurs proprement dits, ces 300 lignes sont réparties en 10 niveaux de 30, de sorte que la sélection *numérique*, ou recherche d'un niveau correspondant à un chiffre donné, reste à base décimale, la sélection *automatique* seule, ou recherche d'une ligne libre dans une direction déterminée par la sélection numérique, portant sur un nombre de lignes plus élevé : 30 au lieu de 20 dans l'ancien système Rotary et de 10 dans les systèmes Strowger ordinaires. Nous verrons, dans le Chapitre relatif au calcul du Nombre des organes, que cette augmentation du nombre de lignes par groupe permet d'améliorer leur rendement.

Sur le sélecteur final ou connecteur, ces 300 lignes pourraient constituer trois centaines d'abonnés différentes; mais en réalité, dans les

réseaux jusqu'à présent équipés suivant ce système, 200 lignes seulement ont été utilisées pour des abonnés ordinaires, la troisième centaine étant, soit supprimée et l'équipement correspondant enlevé, soit réservée aux abonnés à plusieurs lignes. Dans ce dernier cas, les lignes de la troisième centaine, réparties comme toujours sur dix niveaux horizontaux différents, portent, pour chaque niveau, le même numéro que la dernière ligne de la deuxième centaine: ces numéros, qui sont généralement les numéros terminés par 1 des centaines impaires, sont réservés aux abonnés à plusieurs lignes, dont le nombre peut ainsi s'élever jusqu'à 11. De cette façon le nombre de numéros d'appel desservi par chaque connecteur reste toujours 200, la traduction sur une base à 200 lignes étant plus facile que sur une base à 300 lignes.

II. Le système Rotary se range comme nous le savons déjà parmi les systèmes à commande indirecte, avec enregistreurs; les impulsions émanant du disque d'appel du demandeur, disque qui est conçu suivant les mêmes principes qu'un disque Strowger ordinaire, sont reçues dans un enregistreur; puis les organes sélecteurs se mettent successivement en mouvement, chacun d'eux engendrant, lors de sa ou de ses sélections numériques, des impulsions, dites *inverses*, qui sont également reçues dans l'enregistreur; lorsque le nombre de ces impulsions correspond pour chaque organe, d'après le mode de traduction adopté, au nombre d'impulsions directes reçues de l'abonné, l'enregistreur ferme un circuit qui arrête le mouvement de sélection numérique.

III. Les différents mouvements des organes sélecteurs sont commandés mécaniquement au moyen d'arbres en rotation permanente; l'embrayage de chaque organe avec l'arbre en rotation se fait au moyen d'un électro de commande.

IV. La liaison entre la ligne de l'abonné appelant et le premier sélecteur se fait par l'intermédiaire de deux chercheurs successifs, tous deux montés en chercheur d'appel; chaque chercheur secondaire est donc connecté en permanence à un premier sélecteur, et l'ensemble forme ce qu'on appelle un *circuit de connexion*. La capacité d'exploration des chercheurs, primaires comme secondaires, est de 100 lignes.

La figure 109 représente le schéma simplifié d'une connexion entre deux abonnés d'un bureau de moins de 20 000 lignes. L représente la ligne d'abonné, multipliée sur les contacts des chercheurs primaires CL, avec une dérivation allant au relais d'appel LR, au relais de coupure COR, et au compteur SM, qui constituent l'équipement individuel d'une ligne d'abonné, et une autre dérivation L₁ multipliée sur les contacts des sélecteurs finals ou connecteurs. CA est le chercheur secondaire, SGP le premier sélecteur, SGS le second sélecteur, et SGF le connecteur. CE représente un chercheur d'enregistreur libre associé à chaque circuit de connexion, et E est un enregistreur. Les différentes lettres se réfèrent aux schémas analytiques représentés et expliqués plus loin.

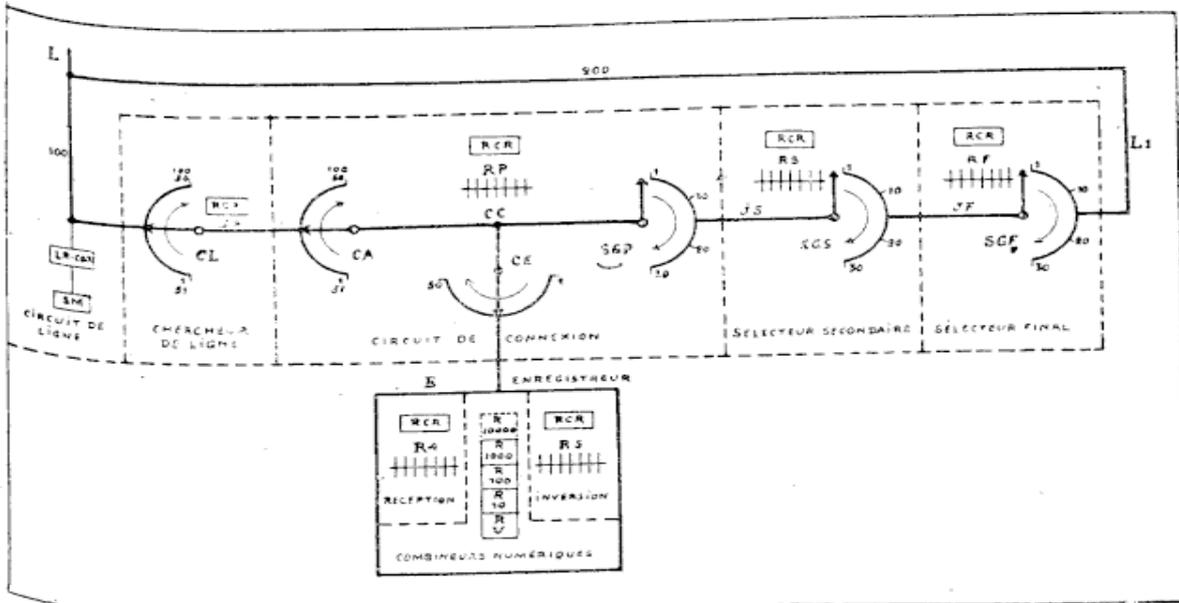


Fig. 109. — Diagramme de jonction.

V. Comme nous l'avons vu dans la description du semi-automatique de la W. E. C., les différents circuits qui interviennent dans le fonctionnement d'un même organe étant toujours les mêmes et se succédant dans un ordre invariable pour chaque mise en communication, sont constitués au moyen d'organes appelés combineurs, sortes d'arbres à cames tournant, ouvrant et fermant un certain nombre de contacts dans les diverses positions qu'ils peuvent prendre autour de leur axe.

DESCRIPTION DES APPAREILS.

Les divers appareils utilisés dans le nouveau système Rotary sont conçus d'après les mêmes principes que ceux de l'ancien système, qui ont déjà été décrits dans le Chapitre relatif aux systèmes semi-automatiques; aussi n'insisterons-nous que sur les différences de réalisation. L'organe où ces différences sont le plus marquées est le chercheur, aussi commencerons-nous par lui.

CHERCHEUR D'APPEL. — Cet appareil se compose d'une partie fixe, constituée par le banc de contacts auxquels est relié le multipage des lignes explorées, et par les frotteurs fixes assurant le contact entre les fils de la ligne explorante et les balais mobiles, et d'une partie mobile constituée par l'arbre porte-balais et les balais.

Le banc de contacts comprend 6 ou 8 (6 ou 8 dans les chercheurs secondaires, 8 dans les chercheurs primaires) arcs superposés, occupant presque une demi-circonférence, et comptant chacun 51 broches métalliques. Chaque arc, ou rangée de broches, est séparé des rangées

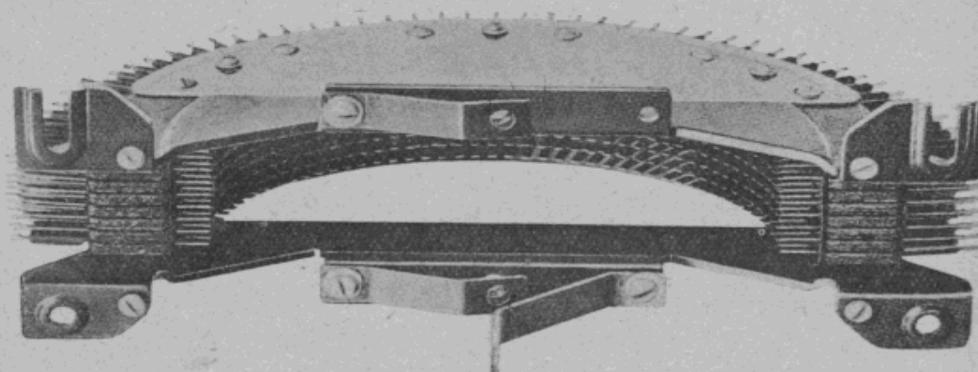


Fig. 110. — Banc de contacts d'un chercheur (isolé).

voisines par deux bandes isolantes de papier imprégné comprenant entre elles une bande en aluminium formant écran électrostatique. L'ensemble des rangées de broches et de leurs séparateurs est fortement comprimé et maintenu serré par deux flasques, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure; ces deux flasques portent des équerres permettant la fixation du banc sur les montants verticaux du bâti.

Chaque broche fait saillie à l'intérieur et à l'extérieur; la saillie intérieure constitue le contact sur lequel frottent les balais; la saillie extérieure constitue le point de soudure avec le fil de multiplage.

L'arbre porte-balais est constitué par une tige cylindrique sur laquelle sont fixées à angle droit, à des niveaux correspondant aux rangées horizontales de contacts, des lames en maillechort appelées *balais*, frottant sur la face supérieure ou la face inférieure des contacts. En haut et en bas de la tige, sont ménagées deux rotules, qui viennent se loger dans des cavités ménagées dans les ressorts de fixation vissés aux flasques du banc; un léger déplacement des ressorts permet ainsi de parfaire le centrage de l'arbre porte-balais sur le banc.

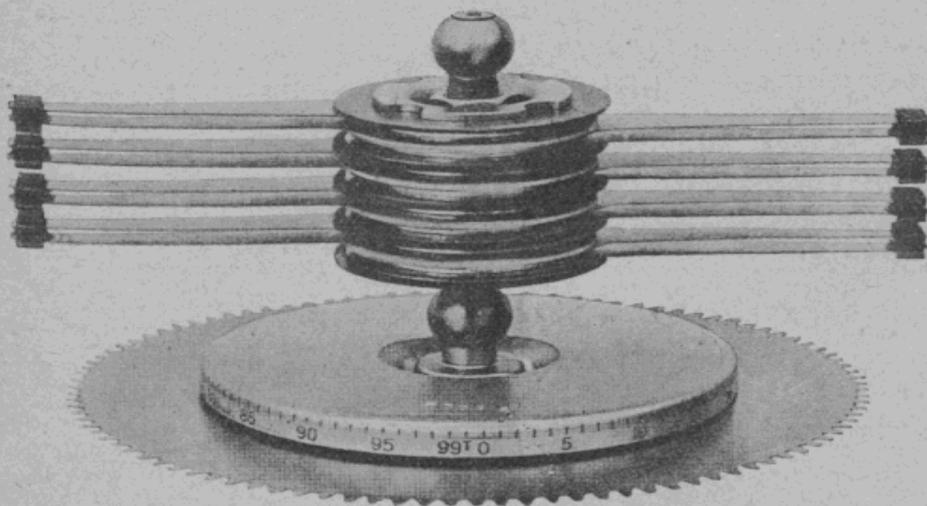


Fig. 111. — Arbre porte-balais, avec le tambour gradué et le disque flexible d'entraînement.

Les balais sont groupés par paires. Une paire de balais peut frotter sur les deux faces des mêmes contacts, de façon à équilibrer les pressions : les deux balais ne constituent dans ce cas qu'un seul conducteur. Une paire de balais peut également frotter, le balai supérieur sur la face inférieure d'une rangée de contacts et le balai inférieur sur la face supérieure de l'autre rangée. La contre-pression est assurée dans ce cas par un faux balai garni à son extrémité d'une chape isolante.

Deux paires de balais peuvent être diamétralement opposées et

reliées balai à balai : la première frotte sur la ou les deux rangées de contacts qui lui correspondent pendant un demi-tour de l'arbre porte-balais, et la seconde frotte sur la ou les mêmes rangées pendant le demi-tour suivant.

Enfin deux paires de balais diamétralement opposées mais placées à des niveaux différents peuvent être reliées électriquement, de façon que le chercheur explore successivement deux séries de lignes différentes.

Des frotteurs fixes, frottant sur des parties annulaires des balais ménagées autour de l'arbre, assurent la connexion avec la ligne auxiliaire explorante.

Un tambour gradué, monté sur l'arbre porte-balais et tournant avec lui, indique, par la graduation qui se trouve devant un index fixe, le numéro de la ligne sur laquelle sont arrêtés les balais.

La figure 112 représente les diverses combinaisons que l'on peut

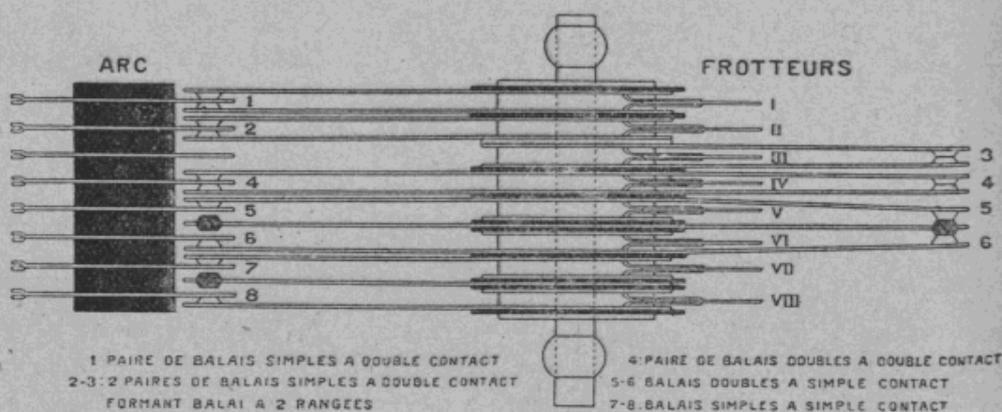


Fig. 112.

réaliser avec les paires de balais. Les chiffres arabes représentent les balais, les chiffres romains les frotteurs fixes.

Chercheur primaire. — Sur les broches des chercheurs primaires sont multipliées 100 lignes d'abonné à 4 fils, en deux séries de quatre rangées de 50 contacts; les 51^{es} contacts servent aux essais et à la vérification. La figure 113 représente la disposition des rangées de contacts et des balais, A, B, C, D représentant les quatre fils de la première série de 50, et A₁, B₁, C₁, D₁ les quatre fils de la seconde.

L'arbre porte 8 paires de balais décalées d'un niveau et diamétra-

lement opposées deux à deux, de telle façon que les quatre premières paires explorent une cinquantaine ABCD d'abonnés pendant un demi-tour, et les quatre autres, opposées, explorent l'autre cinquantaine, $A_1 B_1 C_1 D_1$, pendant l'autre demi-tour.

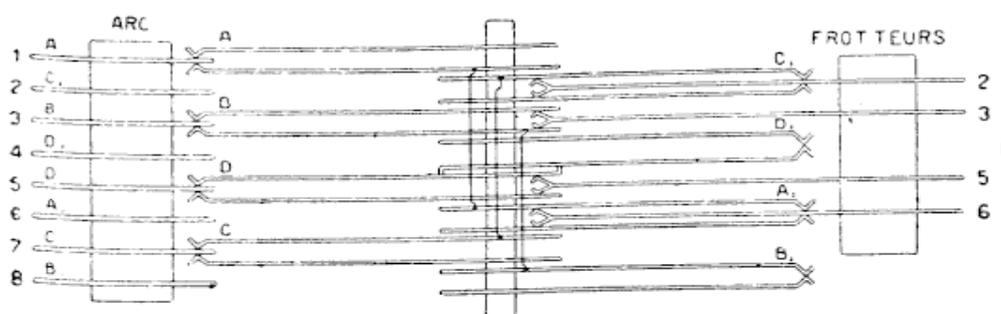


Fig. 113. — Disposition schématique des balais d'un chercheur primaire.

Quatre frotteurs fixes, placés en 2, 3, 5, 6, suffisent pour les 8 paires, grâce aux liaisons représentées sur la figure.

Chercheur secondaire. — Sur les broches des chercheurs primaires sont multipliées 100 lignes auxiliaires à 3 fils venant des chercheurs primaires, en deux séries de trois rangées de 50 contacts. La figure 114

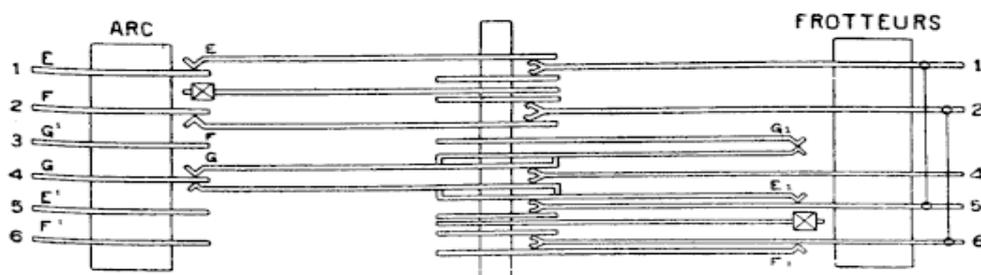


Fig. 114. — Disposition schématique des balais d'un chercheur secondaire.

montre la disposition des contacts et des balais; E, F, G sont les trois fils de la première cinquantaine, E' , F' , G' les trois fils de la seconde.

Chercheur d'enregistreur. — La figure 115 représente la disposition des contacts et des balais dans le chercheur d'enregistreur; sur ses

broches sont multipliées les lignes de 50 enregistreurs, à 7 fils chacune. Chaque balai est double, de façon que la recherche soit continue pendant les deux demi-tours de l'arbre.

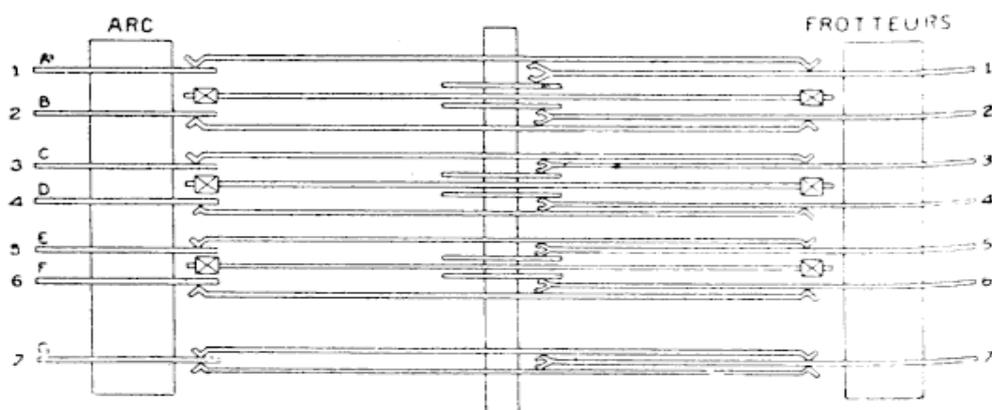


Fig. 115. — Chercheur d'enregistreur.

Mécanisme d'entraînement. — Le mécanisme d'entraînement est différent de celui du premier système Rotary : il est mécanique, au lieu d'utiliser un embrayage magnétique comme celui qui a été décrit dans le Chapitre précédent.

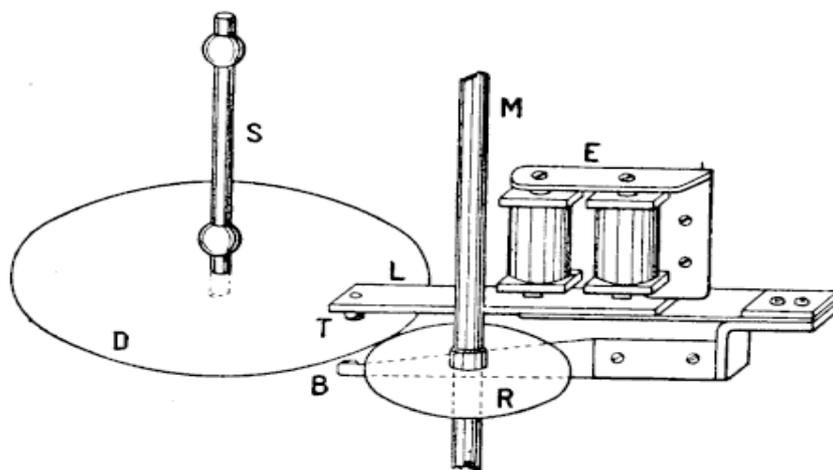


Fig. 116. — Disposition schématique du mécanisme d'entraînement.

A la partie inférieure de l'axe S des balais est fixé un disque D (fig. 116) flexible en maillechort d'environ 0^{mm},4 d'épaisseur.

qui est denté et peut venir en prise avec une roue dentée R du même métal, de 0^{mm}, 5 d'épaisseur, calée sur l'arbre en rotation permanente M.

Au repos, le disque flexible est infléchi vers le bas par l'action d'un levier L terminé par un tampon en caoutchouc et qui constitue l'armature de l'électro de commande E; ses dents sont ainsi maintenues à un niveau inférieur à celui des dents de la roue en rotation, et l'arbre porte-balais reste immobile.

Dès que l'électro attire son armature, le disque revient à sa position naturelle en vertu de son élasticité et ses dents viennent alors en prise avec celles de la roue. Celle-ci est maintenue entre deux plateaux circulaires rigides : le plateau supérieur, plus grand, déborde légèrement l'extrémité des dents de la roue, tandis que le bord du plateau inférieur, plus petit, n'atteint que le creux des dents, comme le montre la figure 117. De cette façon le disque flexible ne peut dépasser vers le haut la position où il est en prise avec la roue.

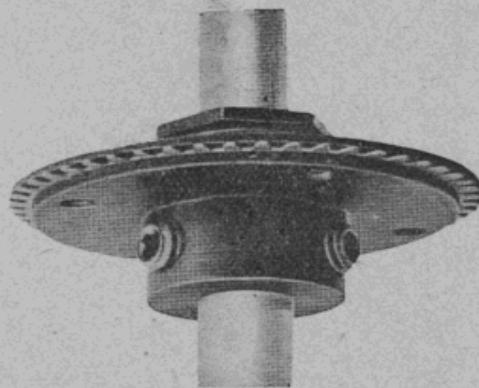


Fig. 117. — Roue dentée calée sur l'arbre en rotation.

Quand il faut arrêter le chercheur, l'électro est désexcité et relâche son armature qui, sous l'action de son ressort antagoniste, vient appuyer sur le disque flexible et le débrayer; le disque, coincé entre le tampon en caoutchouc T de l'armature et un butoir B, est arrêté instantanément.

La roue dentée R et ses deux plateaux peuvent être déplacés de leur position normale, où ils sont maintenus par un fort ressort spiral, de façon à dégager complètement le disque flexible et à permettre la visite et les essais du chercheur.

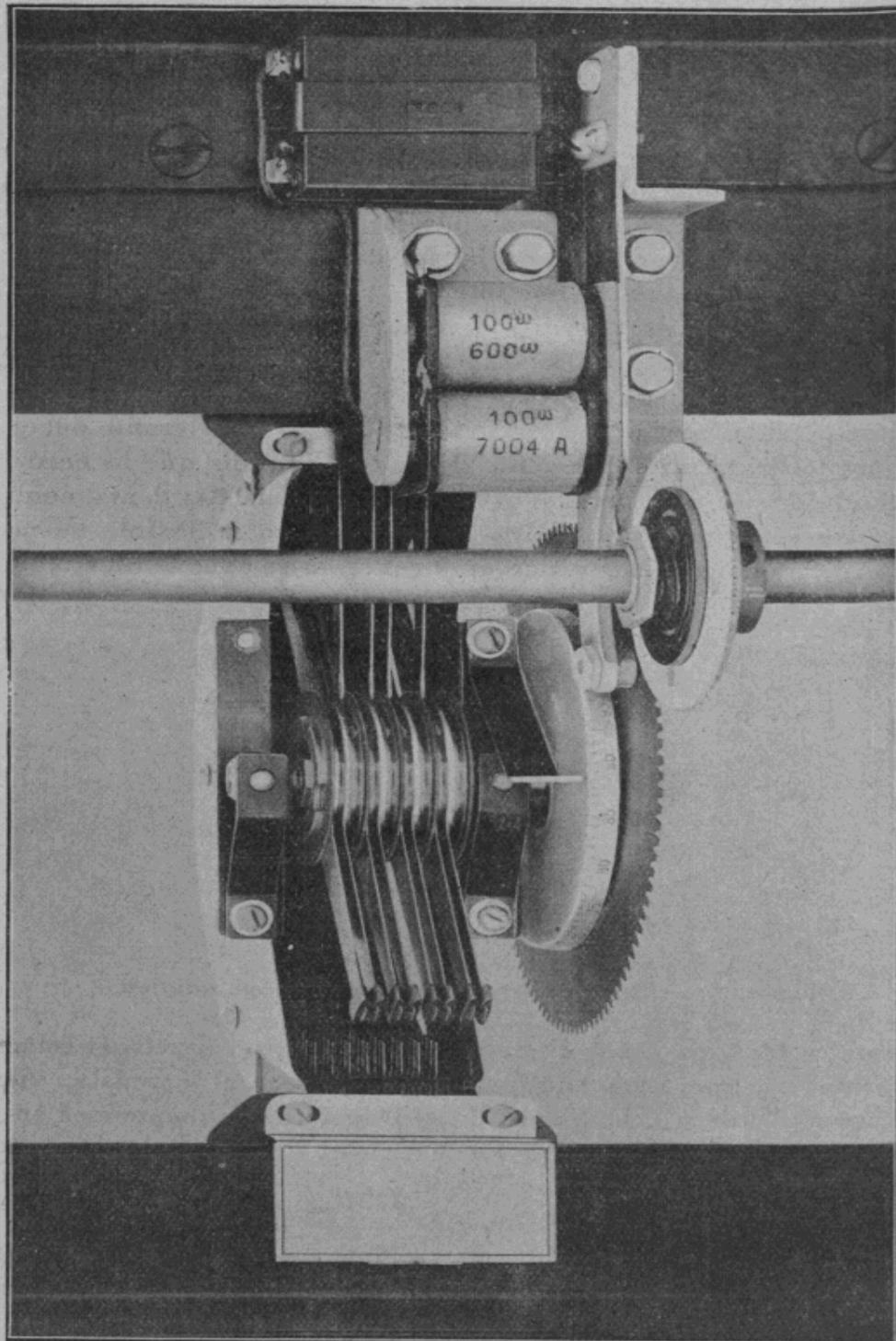


Fig. 118. — Chercheur, (vue d'ensemble).

La figure 118 représente la vue d'ensemble d'un chercheur et la figure 119 représente une baie de chercheurs (vue avant à droite et vue arrière à gauche); à la partie supérieure de la baie sont les relais d'appel et de coupure des 100 abonnés desservis par les 9 chercheurs; le multiplage sur les broches des chercheurs est fait au moyen de câbles-rubans, du modèle décrit dans le Chapitre précédent.

Les avantages de ce type de chercheur sur le précédent sont les suivants :

- 1° Capacité de 100 au lieu de 60.
- 2° Commande par engrenage diminuant les risques de mauvais embrayage ou de glissement et permettant d'augmenter la vitesse (40 à 50 pas par seconde au lieu de 20).
- 3° Construction plus simple et encombrement total moindre.
- 4° Facilité de déterminer immédiatement le numéro de la ligne prise.

SÉLECTEUR. — Le sélecteur est, comme nous le savons, à 300 points au lieu de 200. Sa constitution est la même que celle du sélecteur décrit dans le Chapitre précédent, sauf sur les points suivants :

Le mécanisme d'entraînement est le même que celui du nouveau type de chercheur qui vient d'être décrit.

La vitesse de rotation étant plus grande, il a été nécessaire d'étudier un nouveau type d'interrupteur, dont le fonctionnement soit plus sûr aux grandes vitesses. Dans l'arbre sélecteur de balais du sélecteur de l'ancien type, cet interrupteur est constitué par une roue dentée placée au bas de l'arbre et qui, pendant la rotation, fait mouvoir une came qui actionne les ressorts de contact produisant les impulsions inverses; quand la vitesse de rotation s'accroît, les vibrations des ressorts risquent de mal assurer les contacts de fermeture. Il a été reconnu préférable de constituer cet interrupteur par un tambour dont la surface cylindrique extérieure porte une couronne métallique crénelée en haut et en bas. Des ressorts fixes placés en regard des parties crénelées viennent frotter pendant la rotation du tambour sur des parties alternativement métalliques et isolantes, et les interruptions sont ainsi produites par des contacts glissants sans déplacement de ressort et par suite sans vibrations.

De même en ce qui concerne le mécanisme interrupteur commandé par la rotation de l'arbre porte-balais du sélecteur final.

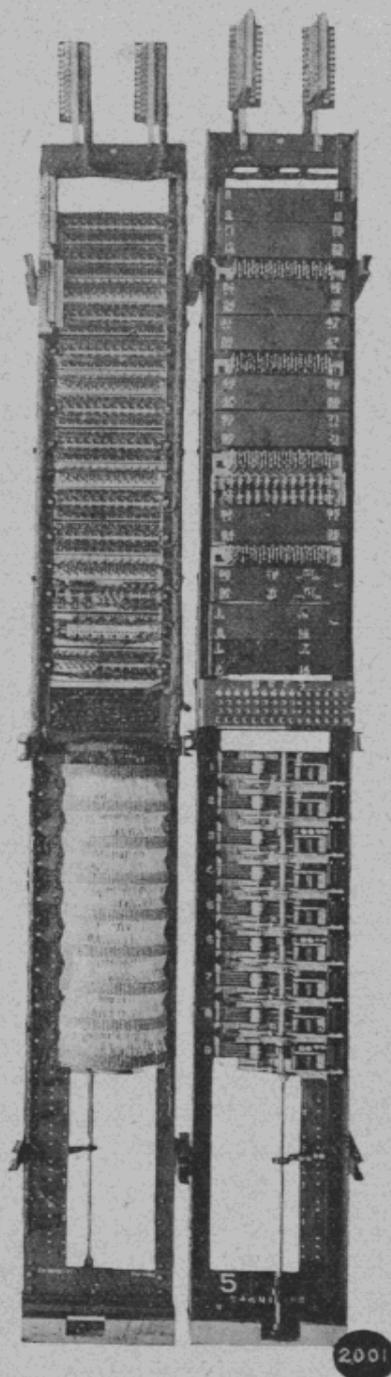


Fig. 119. — Baie de chercheur (vue avant et vue arrière).

La figure 120 montre comment fonctionne un sélecteur. Dès que le sélecteur est pris, et que le circuit de l'enregistreur qui doit recevoir les impulsions inverses est en position convenable, l'électro de commande E_2 de l'arbre-choisisseur de balais attire son armature L_2 , ce qui met le disque flexible denté D_2 en prise avec la roue R_2 calée sur l'arbre moteur; D_2 est solidaire, par le moyen d'un manchon

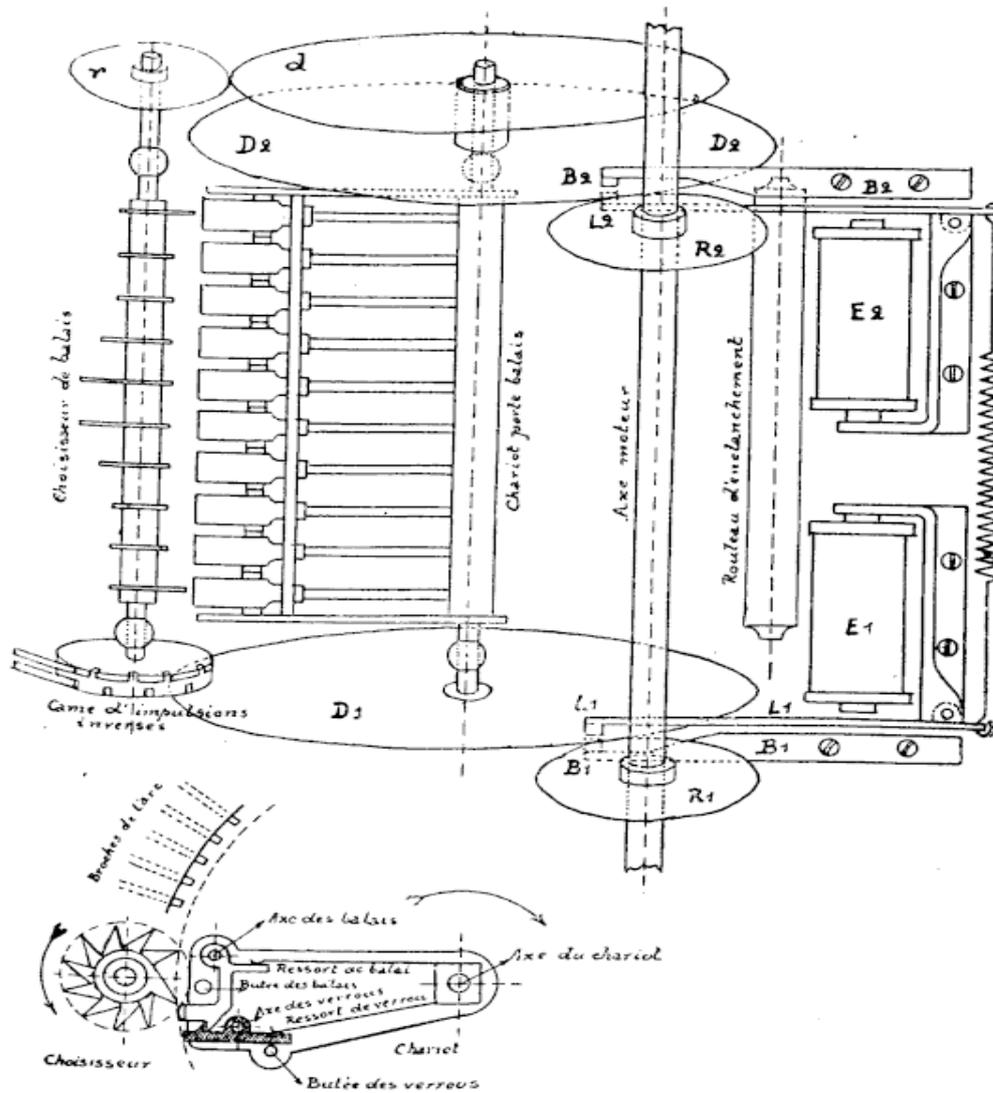


Fig. 120. — Dessin schématique d'un sélecteur.

voir les impulsions inverses est en position convenable, l'électro de commande E_2 de l'arbre-choisisseur de balais attire son armature L_2 , ce qui met le disque flexible denté D_2 en prise avec la roue R_2 calée sur l'arbre moteur; D_2 est solidaire, par le moyen d'un manchon

tournant librement sur l'extrémité supérieure de l'arbre porte-balais, d'un autre disque d engrenant avec une roue r calée sur l'arbre choisisseur de balais. Celui-ci se met donc à tourner, et la couronne à double crénelure de la came d'impulsions inverses met à la terre et isole alternativement l'un et l'autre des deux ressorts frotteurs.

Les impulsions inverses ainsi produites sont reçues dans l'enregistreur, qui, lorsque la position convenable de l'arbre choisisseur de balais est atteinte, coupe le courant d'excitation de l'électro E_2 ; l'armature L_2 , ramenée au repos par le ressort antagoniste, presse sur le disque flexible, lui fait lâcher la prise avec la roue dentée R_2 , et l'arrête en le coinçant contre le butoir fixe B_2 .

L'électro de commande E_1 de l'arbre porte-balais est ensuite excité et, par le même mécanisme, met en mouvement le disque D_1 et l'arbre porte-balais. Le doigt de l'arbre choisisseur de balais qui s'est arrêté dans la position la plus proche de l'axe de l'arbre porte-balais rencontre seul, dans la rotation de celui-ci, le verrou qui correspond à son niveau; ce verrou bascule autour de son axe, et dégage ses trois balais, qui, sollicités par un ressort plat, viennent faire saillie sur la ligne des autres balais et frottent ensuite sur les contacts du niveau correspondant.

A la libération, E_1 et E_2 sont de nouveau excités, l'arbre porte-balais et l'arbre choisisseur de balais terminent leur rotation dans le même sens jusqu'à ce qu'ils soient revenus à la position de repos, où ils ouvrent un contact qui coupe le courant dans les électros. Au passage, les balais dégagés ont rencontré le rouleau d'enclanchement, qui les a remis en prise avec la butée du verrou, de façon qu'ils soient en ligne avec les autres balais restés au repos.

La figure 121 représente une vue de l'arbre choisisseur de balais. En haut est la roue dentée (roue r de la figure schématique) serrée entre deux plateaux. Le plateau inférieur porte une came, qui dans la position de repos vient ouvrir un contact fermé dans toutes les autres positions, et qui met à la terre la couronne interruptrice; l'ouverture de ce contact sert à arrêter l'arbre dans son mouvement de retour au repos.

En bas est la couronne interruptrice avec ses deux frotteurs; elle porte 10 numéros, de façon à permettre de reconnaître immédiatement la position dans laquelle elle se trouve. A gauche sont les broches de connexion du sélecteur.

La figure 122 représente l'arbre porte-balais séparé. En bas est le

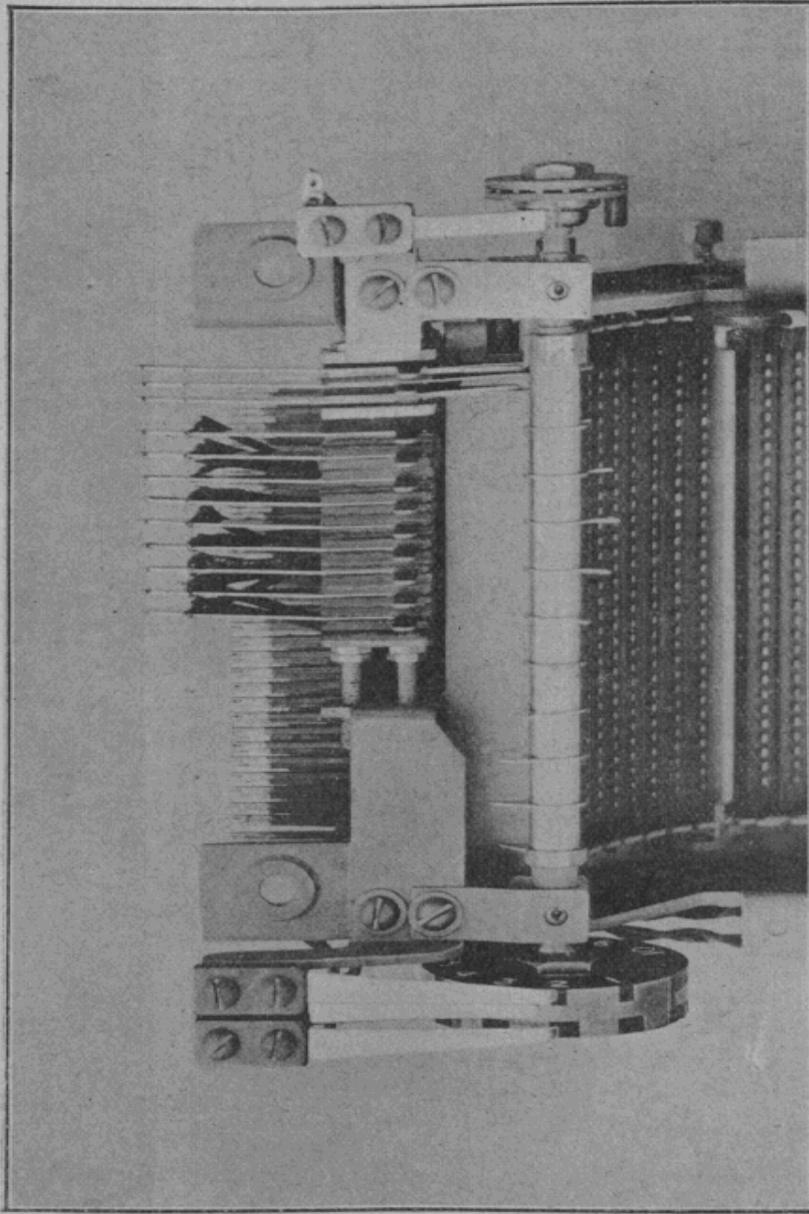


Fig. 121. — Vue de l'arbre choisisseur de balais.

disque flexible qui l'entraîne; en haut sont les deux disques (dont le disque inférieur seul est flexible) servant à l'entraînement de l'arbre

choisisseur de balais; ils sont calés tous deux sur un manchon fou autour de l'arbre porte-balais.

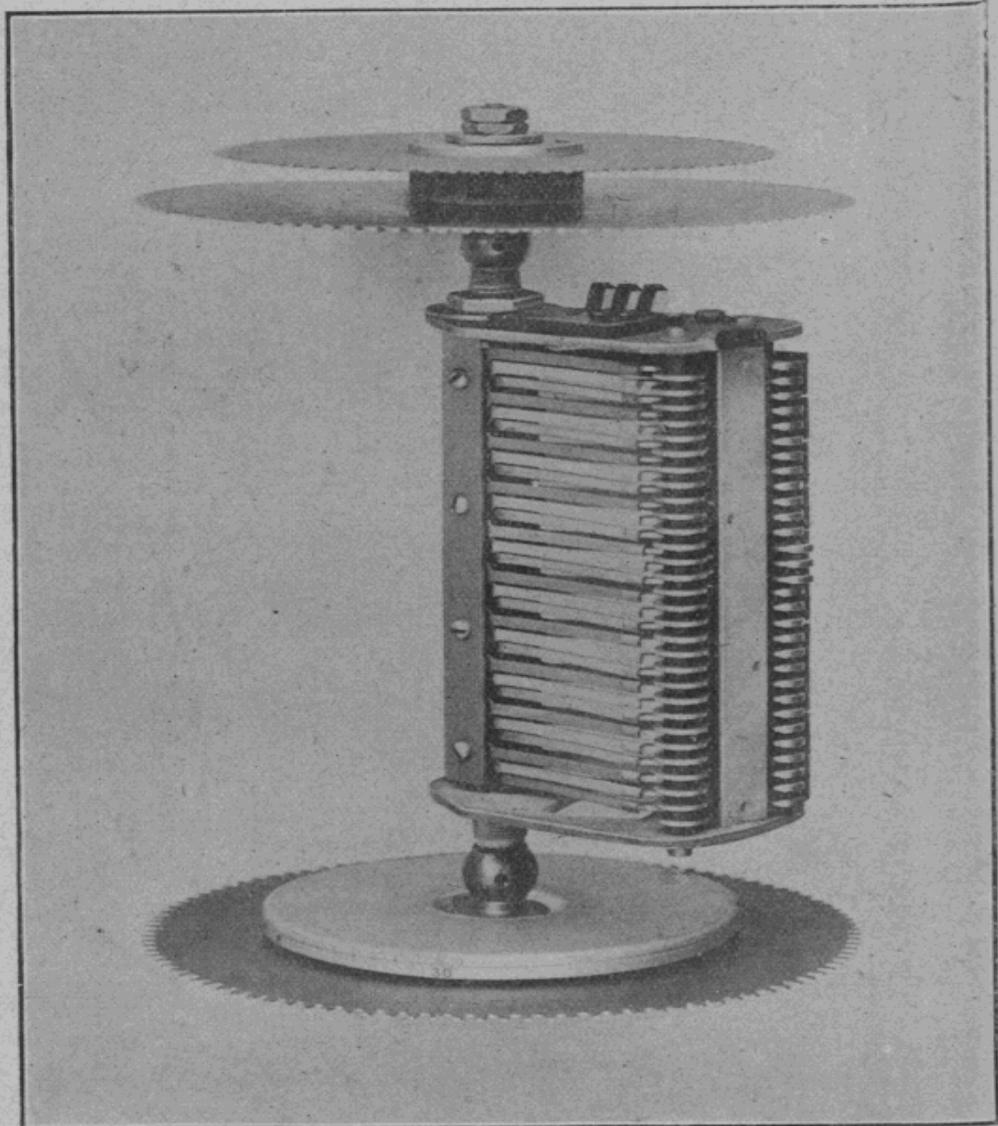


Fig. 122. — Vue de l'arbre porte-balais (isolé).

Les connexions entre les balais et les fils de ligne, au lieu d'être assurées par des bagues circulaires calées sur l'arbre à sa partie supérieure, comme dans le système décrit dans le Chapitre précédent,

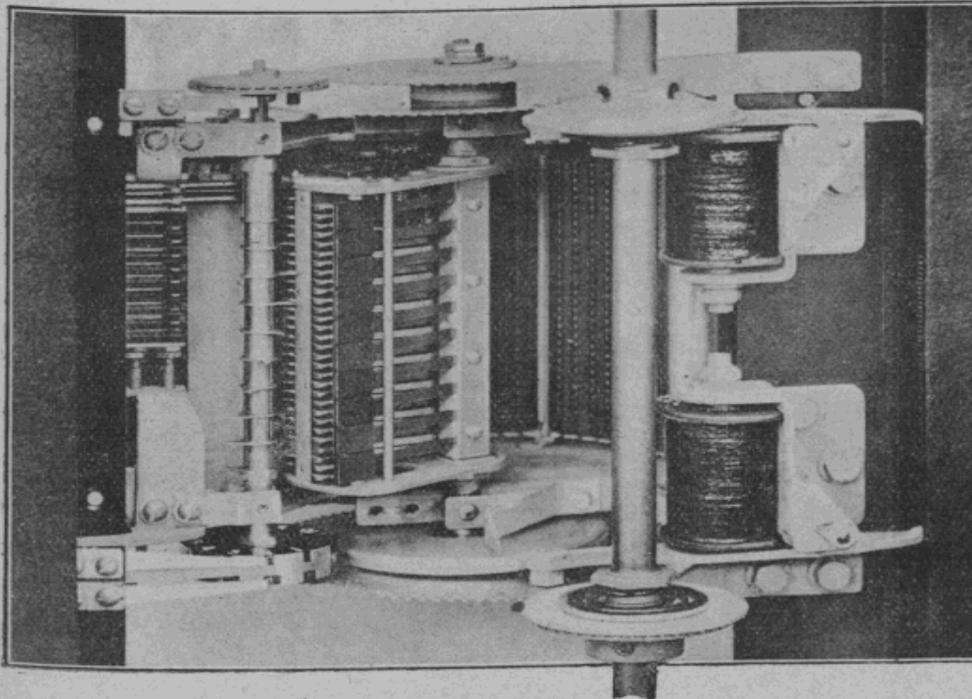


Fig. 123. — Vue d'ensemble d'un sélecteur.

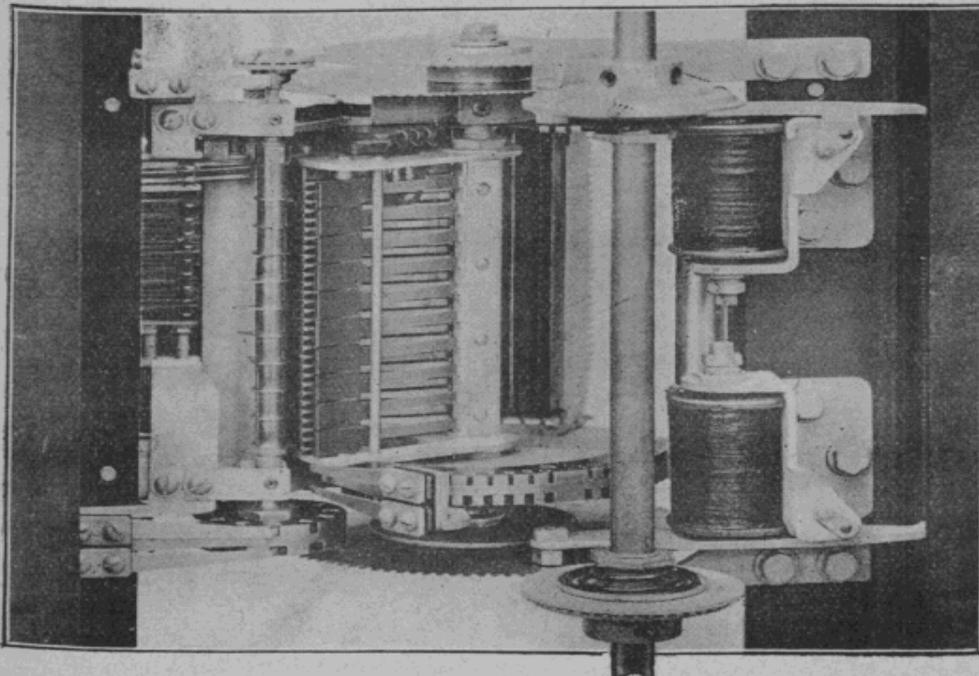


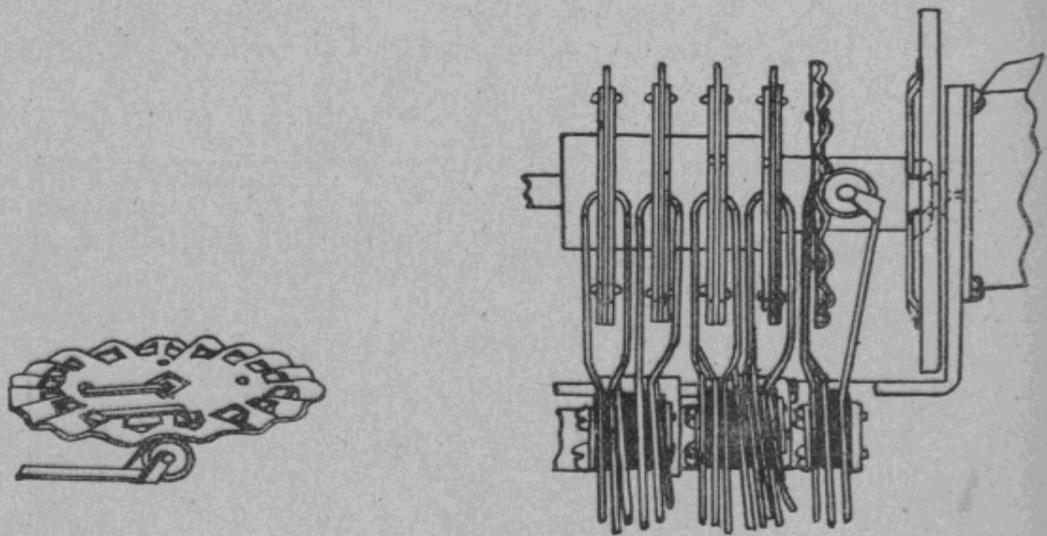
Fig. 124. — Vue d'ensemble d'un sélecteur final.

sont assurées par trois ressorts frotteurs visibles sur le plateau supérieur du chariot des balais, et qui pendant la rotation de l'arbre frottent sur un chemin circulaire portant trois bagues métalliques.

L'arbre est fixé, comme celui du chercheur, au moyen de deux billes maintenues en place par des ressorts évidés.

La figure 123 représente une vue d'ensemble du sélecteur monté et la figure 124 une vue d'ensemble du connecteur ou sélecteur final. Il diffère du sélecteur de groupe par la présence, à la partie inférieure de l'arbre, de la seconde couronne interruptrice servant à l'envoi des impulsions inverses pendant le mouvement de rotation de l'arbre porte-balais. De plus le sélecteur final ne porte que deux centaines équipées.

COMBINEUR. — Le combineur est, comme nous le savons, un commutateur auxiliaire chargé d'établir différentes combinaisons de contacts se succédant dans un ordre invariable.



Vue de la couronne de centrage isolée.

Fig. 125.

Vue de profil d'un élément de combineur.

Dans sa forme nouvelle, le combineur de la Western Electric C^r se compose d'une série de disques verticaux calés sur un même arbre horizontal. Chaque disque, en matière isolante, porte sur chacune de ses deux faces une couronne métallique convenablement découpée;

les deux couronnes sont reliées métalliquement entre elles par des rivets traversant la matière isolante. Sur chaque face frotte une paire de ressorts, les deux arêtes frottantes étant disposées suivant un même rayon du disque.

Dans sa rotation, l'arbre horizontal peut prendre 18 positions différentes, et il est calé dans chacune d'elles par un dispositif de centrage représenté par la figure 125 et constitué par un galet tombant dans les creux d'une couronne ondulée suivant 18 rayons symétriquement espacés. Dans les modèles les plus récents, on a d'ailleurs reconnu la possibilité de supprimer ce dispositif de centrage.

Sur chaque disque, les ressorts frotteurs pourront donc prendre 18 positions représentées par les rayons numérotés 1 à 18; suivant la façon dont sont découpées les deux couronnes métalliques, les quatre ressorts frottant sur les deux faces du disque porteront sur une partie isolante ou sur une partie métallique.

La figure 126 montre comment le relais de commande *Glr* d'un circuit de connexion agit tantôt sur l'électro PF du chercheur secondaire, tantôt sur l'électro P_2 de l'arbre sélecteur de balais, tantôt sur l'électro P_1 de l'arbre porte-balais, par l'intermédiaire d'un disque C du combineur. Dans la position 1 du combineur, le premier ressort frotteur de la face gauche, relié au contact de travail de *Glr*, est sur une partie métallique ainsi que le second ressort relié à PF; PF sera donc excité dès que *Glr* aura attiré son armature. Dans la position 2, le ressort relié au contact de *Glr* est isolé, et le circuit précédent est ouvert. De même *Glr* commande P_2 en 5 par la face droite, P_1 en 6, puis de nouveau P_2 en 15 (pour le retour au repos) et P_1 en 18. En haut de la figure est indiquée la représentation schématique des mêmes combinaisons.

Les couronnes métalliques de plusieurs disques ou cames consécutives peuvent être reliées entre elles au moyen d'un manchon métallique.

Le mouvement de l'arbre du combineur est obtenu au moyen d'un dispositif d'embrayage semblable à celui des chercheurs et des sélecteurs. L'électro de commande, R, dont l'excitation provoque l'embrayage, a son circuit fermé par l'intermédiaire d'une came régulatrice A représentée dans la figure 127. Dans les positions 1, 3, 4, 6, 7, etc. du combineur, le ressort frotteur, dont le rôle est de fermer par la terre le circuit de l'électro R, tombe sur une partie

isolante de la face droite de A, et R ne peut être excité que par un autre circuit, fermé par des combinaisons de contact entre la came B et les relais Lm_2 et Lb_2 ; dans les positions 2 et 5 du com-

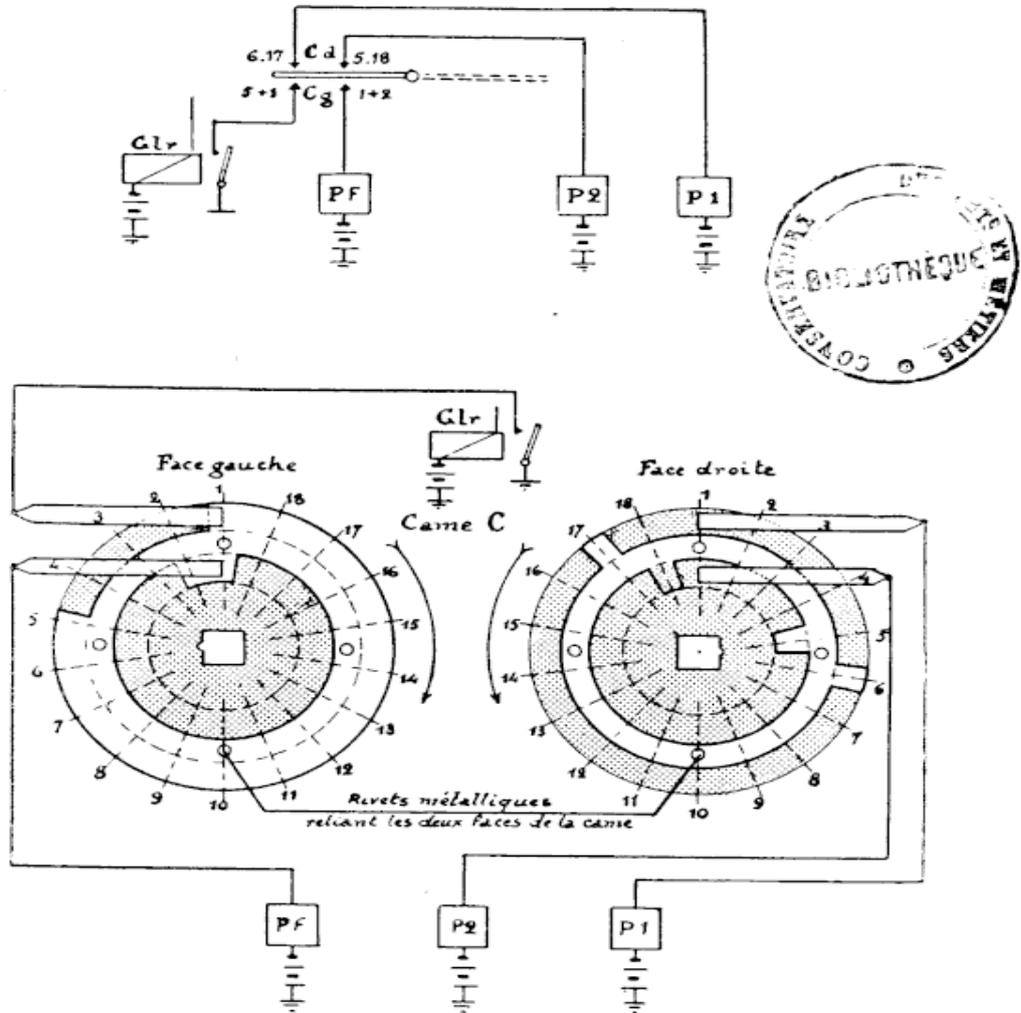


Fig. 126.

bineur, le circuit de R est fermé par la came A elle-même, et le combineur ne peut donc s'y arrêter, allant directement de la position 1 à la position 3 et de la position 4 à la position 6.

La figure 128 représente une baie (vue avant et vue arrière) portant les combineurs de 33 sélecteurs finals, avec l'arbre vertical

de commande à gauche. A droite sont les relais correspondant à chaque sélecteur final (Ftr relais de commande, Fer relais de main-

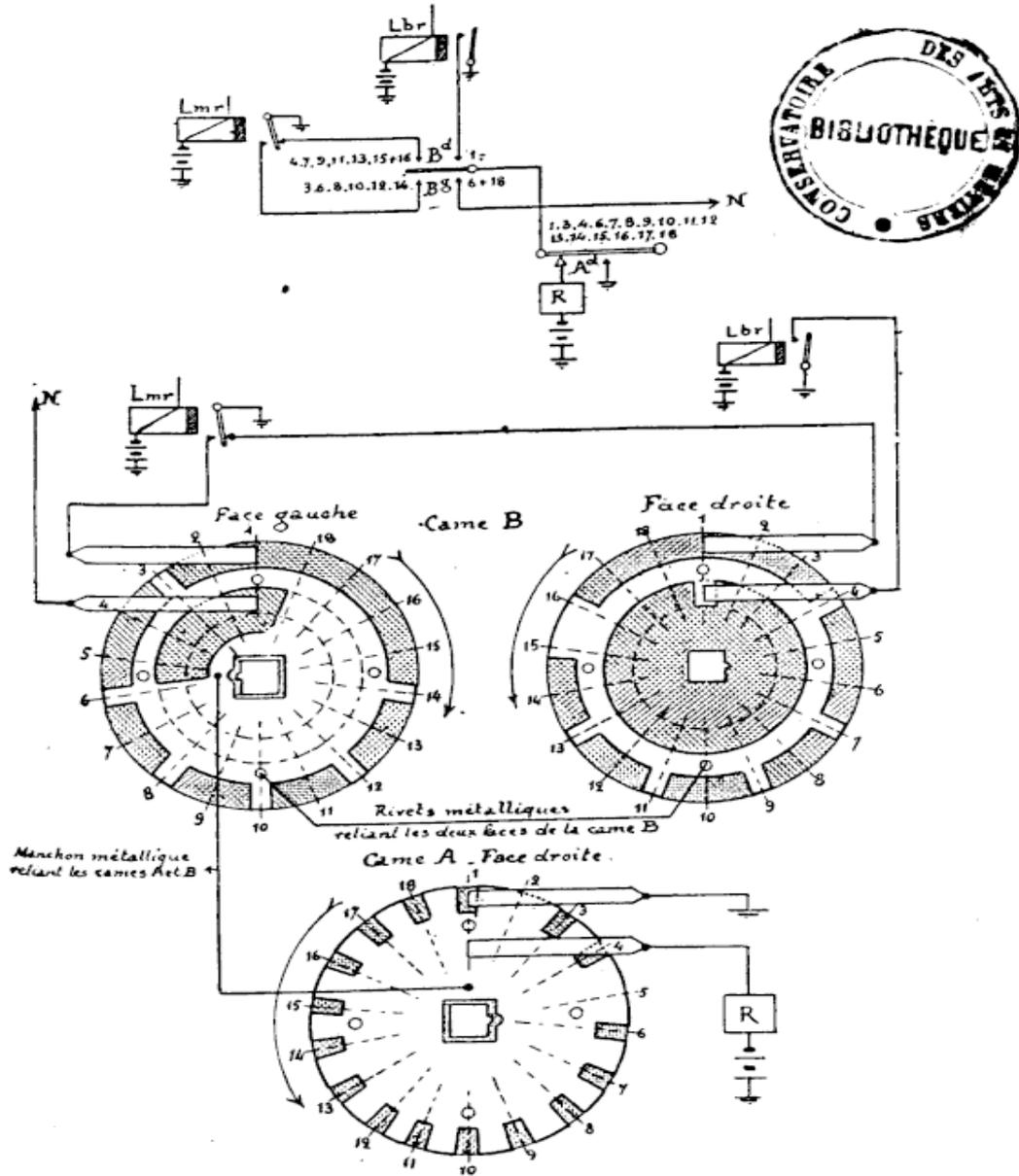


Fig. 127.

ten, Ftr relais de test, Rbr relais de rupture d'appel) dont nous verrons le fonctionnement plus loin.

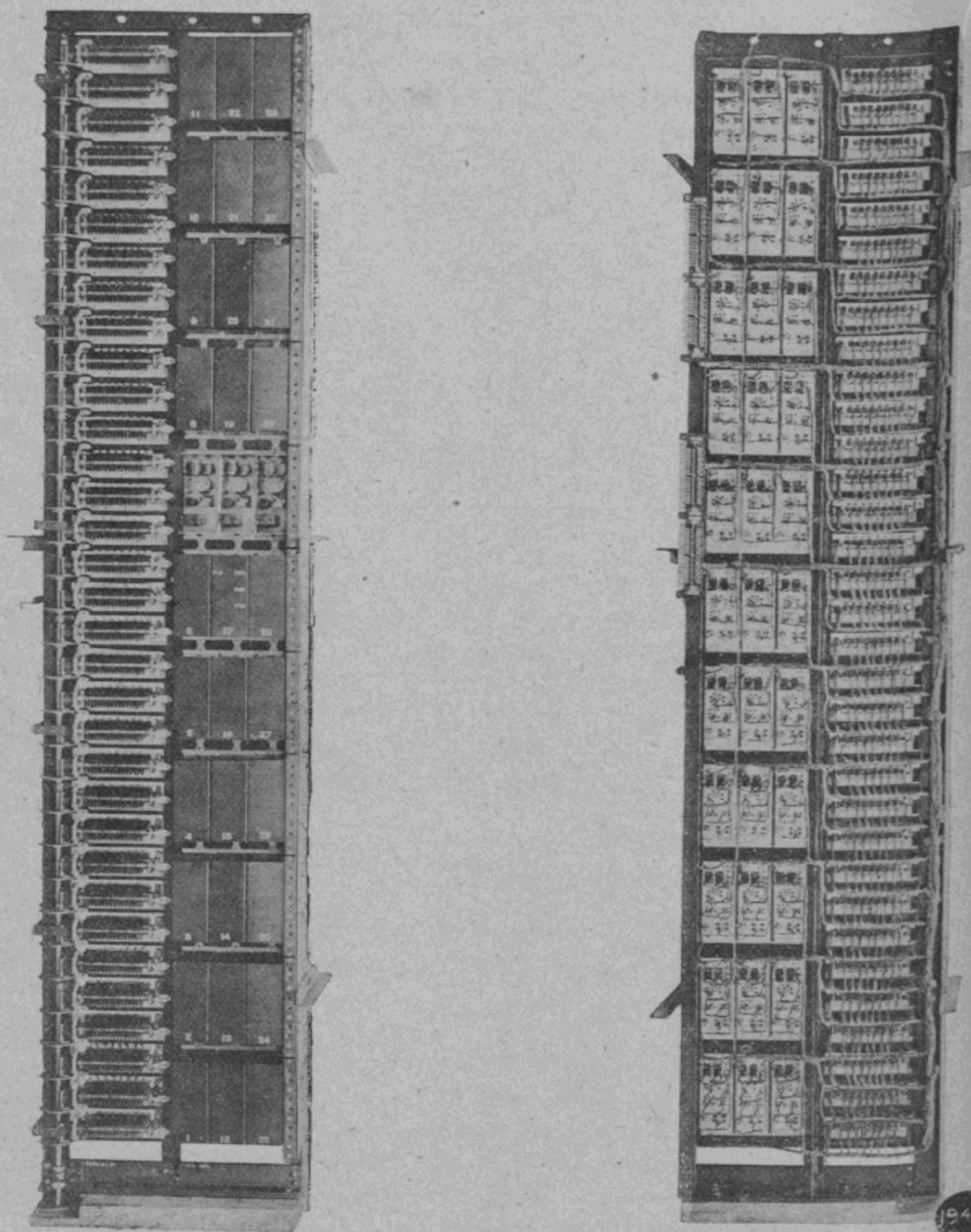


Fig. 128. — Baie portant les combineurs et les relais des sélecteurs finals
(vue avant et vue arrière).

Relais. — Les relais sont de deux types distincts : le relais plat et le relais à armature latérale.

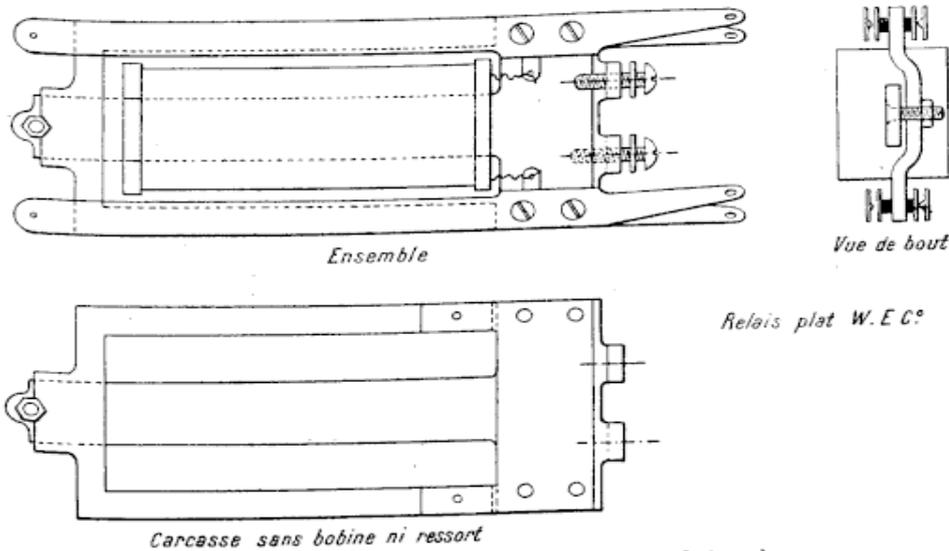


Fig. 129. — Vue schématique d'un relais plat.

Le *relais plat* a la forme d'un électro-aimant plat formé par un noyau à section rectangulaire allongée entouré d'une bobine ovale à joues rectangulaires; l'armature encadre extérieurement la bobine et relie magnétiquement les deux extrémités du noyau; elle agit mécaniquement seulement sur des jeux de ressorts fixés à une des extrémités du noyau.

La force antagoniste est fournie soit par les ressorts de contact eux-mêmes, soit par des ressorts spéciaux dont la tension est aisément réglable.

Le relais plat permet de réaliser sous un très faible volume un très grand nombre de combinaisons de contacts, les ressorts pouvant être disposés en deux jeux simples ou doubles symétriques par rapport au noyau et à l'armature.

Le *relais à armature latérale* a la forme d'un électro-aimant boîteux comprenant une bobine à joues carrées, enroulée sur un noyau cylindrique; l'armature relie magnétiquement les extrémités des deux branches de l'électro-aimant sur l'une desquelles elle est pivotée; elle fait partie des circuits électriques commandés par le relais, et peut osciller entre deux butoirs fixes qui constituent ses contacts de repos et de travail.

La force antagoniste est fournie par un ressort à boudin tendu entre l'armature et la carcasse de l'électro-aimant.

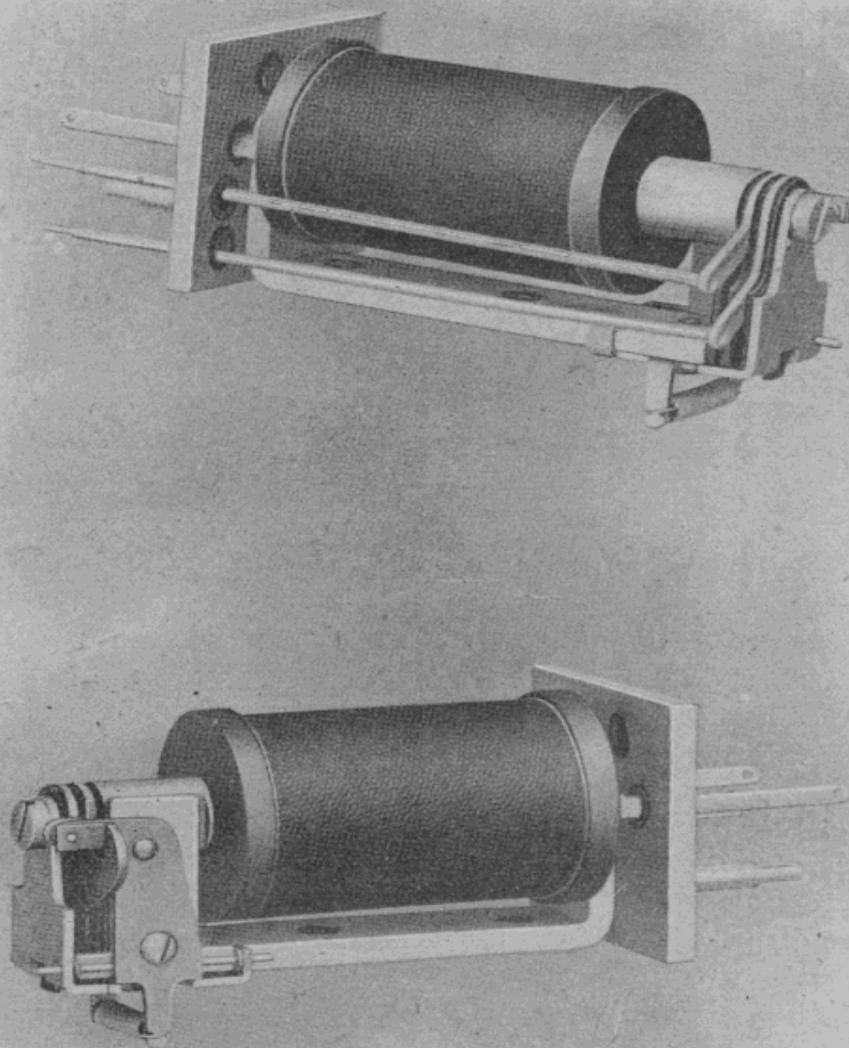


Fig. 130. — Vue d'un relais à armature latérale.

Le relais à armature latérale est très sensible et très rapide; les

contacts se faisant entre des parties rigides, son réglage peut être très précis et pratiquement invariable.

Il est employé quand il est nécessaire d'obtenir la fermeture ou l'ouverture aussi instantanée que possible d'un circuit, par exemple du circuit de test commandant l'arrêt du sélecteur sur une ligne auxiliaire libre ou du sélecteur final sur la ligne de l'abonné demandé (relais *Glr* et *Ftr* des schémas décrits plus loin); il est également employé pour la réception des impulsions directes ou inverses (relais *Isr* et *Osr*, relais *S cr* dans les enregistreurs à relais, etc.).

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES DIFFÉRENTES PHASES D'UNE COMMUNICATION.

Nous allons décrire séparément chaque phase d'une communication au moyen d'un schéma simplifié ne comportant que les connexions intervenant dans cette phase. Les symboles utilisés sont les suivants (*fig. 131*) :

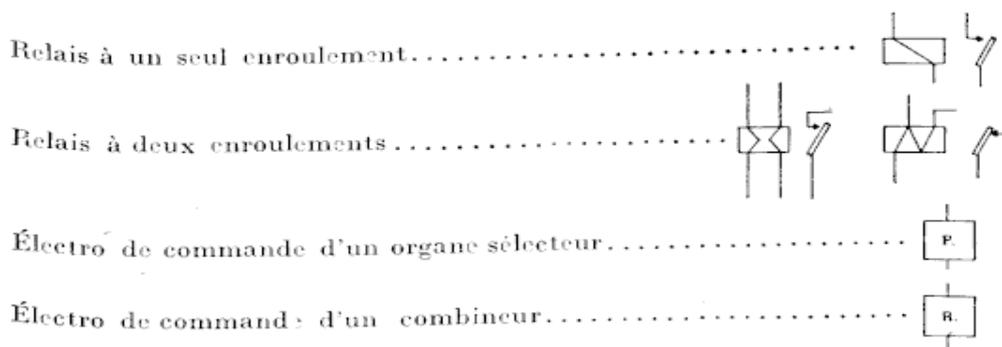


Fig. 131.

Les contacts établis par un combineur sont représentés en des points quelconques du schéma, au moyen d'une armature désignée par une lettre majuscule, A, B, C, etc. Les chiffres 1, 3, 6, 7, etc. à côté d'un contact autre que A indiquent que ce contact est fermé exclusivement dans les positions 1, 3, 6, 7, etc. du combineur. Les chiffres 1 + 3, 6 + 9 indiquent que le contact est fermé depuis la position 1 jusqu'à la position 3 inclusivement, depuis la position 6 jusqu'à la position 9 inclusivement, etc. Les chiffres 1, 2, 4, etc.

placés à côté d'une armature A indiquent que le combineur ne peut s'arrêter que dans les positions 1, 2, 4, etc.

Lorsque deux combineurs différents interviennent dans le même schéma, une ligne pointillée sépare les contacts de l'un et de l'autre.

RECHERCHE ET PRISE D'UNE LIGNE APPELANTE
PAR UN CHERCHEUR PRIMAIRE.

Chaque ligne d'abonné se termine au bureau central par un relais d'appel Lr , un relais de coupure Cor , des résistances r_1 et r_2 , un compteur SM , un multiplage à 4 fils (A, B, C, D) sur les bancs de contacts des chercheurs primaires, et un multiplage à 3 fils (A, B, C) sur les bancs de contacts des sélecteurs finals; cet ensemble

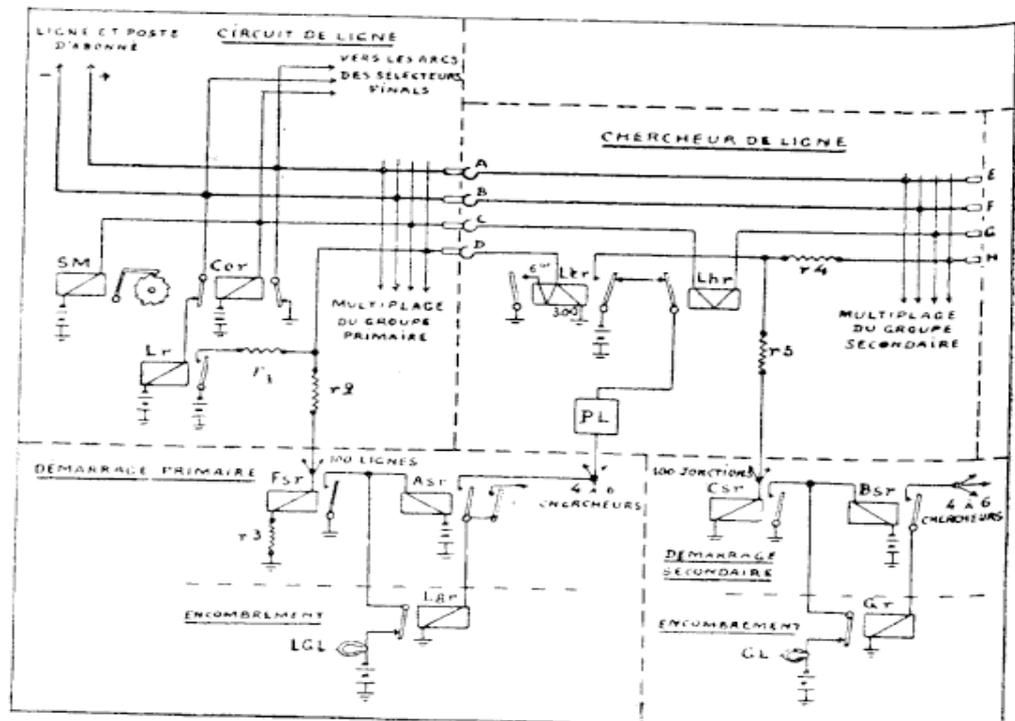


Fig. 132. — Recherche et prise d'une ligne appelante par un chercheur.

constitue l'équipement individuel d'une ligne. Le compteur est monté en parallèle sur le troisième fil avec le relais de coupure, et ne peut être actionné que par une différence de potentiel d'au moins 100 volts.

MISE EN MARCHÉ DES CHERCHEURS PRIMAIRES. — Lorsque l'abonné

décroche, le relais Lr attire son armature, ce qui ferme à travers r_1 et r_2 le circuit d'un relais Fsr , monté en relais pilote et commun à un groupe primaire (ensemble des 100 lignes d'abonnés qu'explorent les mêmes chercheurs). En même temps, un potentiel spécial, déterminé par les valeurs relatives de r_1 , r_2 et Fsr , est mis sur le contact D de la ligne appelante.

Le relais Fsr (qui n'a qu'une seule armature, de façon à pouvoir être à la fois sensible et de faible résistance ohmique, puisqu'il est monté en pilote) ferme le circuit d'un relais Asr à plusieurs armatures, dont chacune ferme le circuit d'un certain nombre, 4 à 6, d'électros de commande PL de chercheurs primaires, à condition que ces chercheurs soient disponibles; s'ils sont occupés en effet, leur circuit est ouvert par ailleurs par les relais Ltr ou Lhr . En même temps est excité le relais d'encombrement Lgr, sauf dans le cas où aucun chercheur n'est disponible : la lampe d'encombrement LGL s'allume dans ce dernier cas dès que Fsr est excité, c'est-à-dire dès qu'un appel se produit.

PRISE DE LA LIGNE APPELANTE. — Tous les chercheurs mis en marche tournent jusqu'à ce que le balai D de l'un d'eux ait rencontré un contact au potentiel d'appel. Le relais Ltr de ce chercheur est alors excité par son enroulement de 300 ohms; attire son armature de gauche, ce qui shunte l'enroulement de 300 ω par l'enroulement de 6 ω . Dans ces conditions le relais Ltr du chercheur en prise reste excité, mais la différence de potentiel à ses bornes devient trop faible pour que l'enroulement de 300 ω du relais Ltr d'un autre chercheur passant sur la même ligne puisse être excité. Au cas improbable où deux chercheurs passeraient en même temps sur la même ligne, et où les deux relais Ltr fonctionneraient en même temps, ils ne pourraient rester simultanément excités, et celui dont l'armature retomberait le plus tôt repartirait.

L'armature de droite du relais Ltr coupe le circuit de l'électro PL du chercheur en prise qui s'arrête instantanément.

Quant aux autres chercheurs en mouvement, ils s'arrêtent si aucun autre appel n'est en attente dans le même groupe; en effet, l'enroulement de 6 ω shunte également la dérivation constituée par la résistance r_2 de la ligne appelante et l'enroulement de Fsr ; celui-ci retombe et coupe l'alimentation des électros PL.

PRISE DE LA LIGNE PAR UN CIRCUIT DE CONNEXION.

Les lignes reliées aux balais des chercheurs primaires sont multipliées sur les bancs de contacts des chercheurs secondaires, avec intercalation d'un relais *L hr* sur le troisième fil de chacune d'elles.

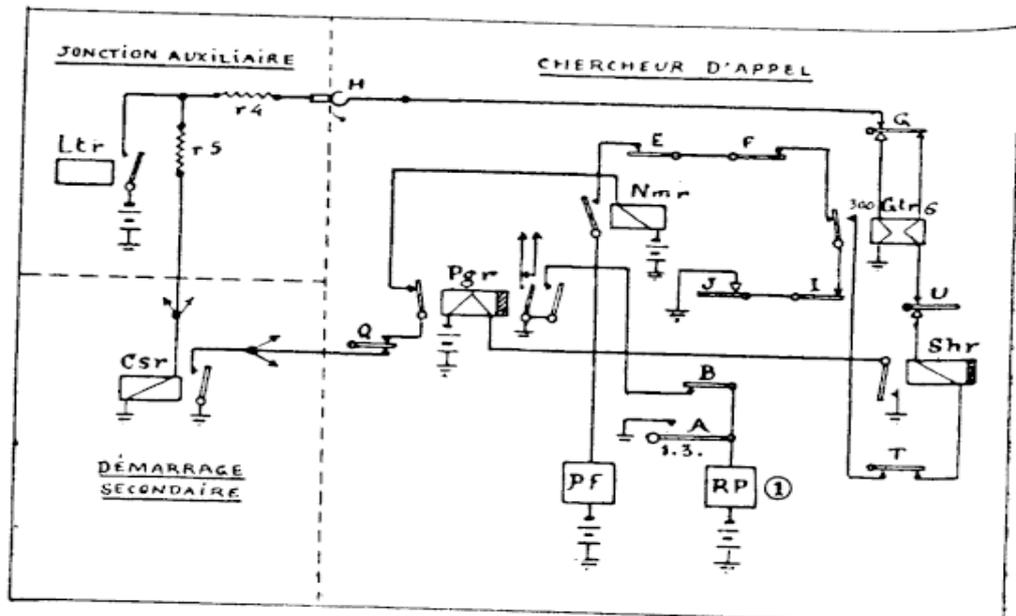


Fig. 133. — Prise de la ligne par un circuit de connexion.

MISE EN MARCHÉ DES CHERCHEURS SECONDAIRES. — Le relais *L tr* du chercheur primaire en prise a fermé par son armature de droite un circuit qui met la batterie sur le fil multiplié sur les quatrièmes contacts *H*, en même temps qu'une dérivation excite dans les mêmes conditions que pour le démarrage des chercheurs primaires un relais pilote *C sr* unique pour un groupe secondaire (ensemble de 100 lignes auxiliaires multipliées sur les contacts des mêmes chercheurs secondaires). Le relais *C sr* ferme le circuit d'un relais *B sr* (non représenté sur la figure 133) à plusieurs armatures qui met en marche les chercheurs secondaires dont le combineur *RP* est dans la position 1 ou de repos (le contact *Q* n'étant fermé que dans cette position). Un dispositif de signalisation d'encombrement est également associé au circuit de démarrage des chercheurs secondaires.

Comme le nombre de chercheurs secondaires desservant un groupe secondaire de 100 lignes est assez élevé (50 à 70), un dispositif approprié permet de ne mettre en marche qu'une partie des chercheurs (1 sur 2 ou 1 sur 4) aux heures de faible trafic.

Le relais *Nmr* de chacun des chercheurs disponibles ferme le circuit de l'électro de commande PF à travers les contacts E, F, I, J du combineur RP, et le contact de repos de l'armature du relais d'essai *Gtr*. Ces chercheurs se mettent en mouvement et quand le balai H de l'un d'eux rencontre sur un contact H le potentiel d'appel, un courant passe par le contact de combineur G dans l'enroulement de 300 ω de *Gtr*. *Gtr* attire son armature, ce qui coupe le circuit de l'électro PF du chercheur en prise et ferme par G, U l'enroulement

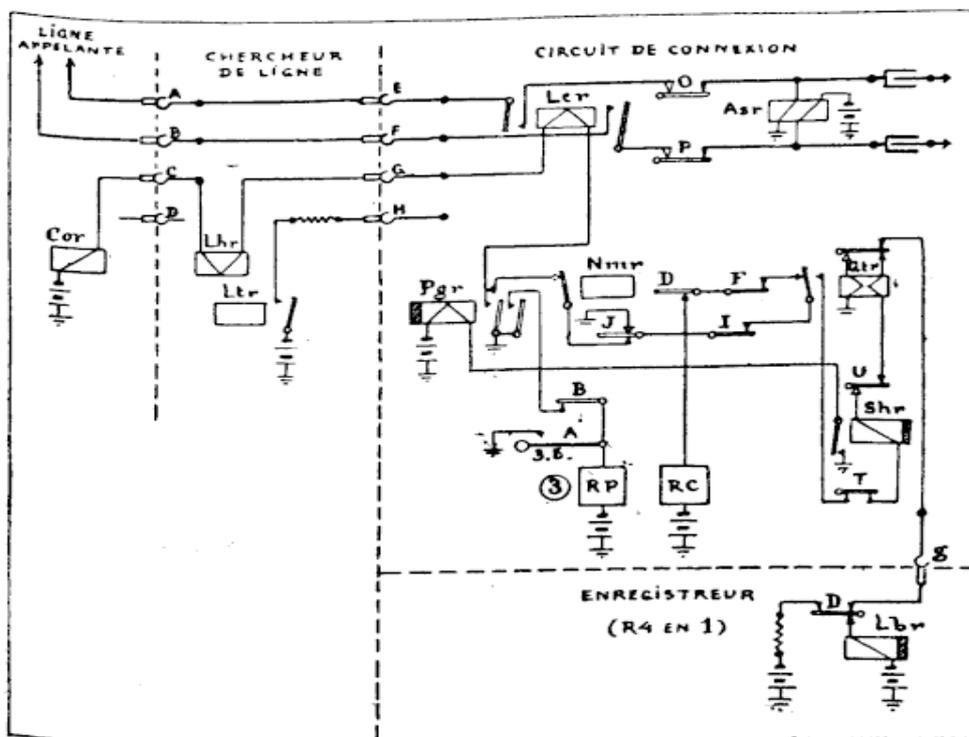


Fig. 134. — Recherche d'un enregistreur libre.

de *Shr*, T, le contact de travail *Gtr*, I et J une dérivation comprenant l'enroulement de 6 ohms de *Gtr*; cet enroulement shunte dans les mêmes conditions que plus haut l'enroulement de 300 ω du même relais *Gtr* et la dérivation comprenant le relais pilote *Csr*,

ce qui produit les mêmes résultats : arrêt des autres chercheurs secondaires si aucun autre appel n'est en instance dans le groupe, et impossibilité pour un autre chercheur de s'arrêter sur le même contact H.

Le relais *S hr*, dont l'enroulement de faible résistance est en série avec celui de 6ω de *G tr*, ferme le circuit du relais *P gr*, qui fait passer le combineur RP du chercheur secondaire en prise de la position 1 à la position 3. Le chercheur secondaire devient indisponible, les circuits des relais *G tr*, *S hr* et *P gr* sont coupés et ces relais retombent. De plus, en passant en 3, le combineur RP ferme (*fig. 134*) le circuit du relais de coupure *C or* de l'abonné appelant, du relais de maintien *L hr* du chercheur primaire en prise (ce qui le maintient indisponible quand *L tr* retombe en même temps que le relais d'appel de l'abonné) et du relais de maintien *L er* du circuit de connexion, ce qui ferme les deux fils du circuit de conversation de la ligne appelante, par les contacts de combineurs O et P, sur le relais d'alimentation *A sr* du circuit de connexion (rappelons que l'expression circuit de connexion désigne l'ensemble chercheur secondaire-premier sélecteur). Le relais *L tr* du chercheur primaire en prise retombe, et le potentiel du contact H revient à zéro.

RECHERCHE D'UN ENREGISTREUR LIBRE.

MISE EN MARCHÉ DU CHERCHEUR D'ENREGISTREUR. — En passant à la position 3, le combineur RP ferme par ses contacts D, F, I, J et le contact de repos de *G tr* retombé le circuit de l'électro de commande RC du chercheur d'enregistreur; sur les contacts *g* de ces chercheurs (un chercheur par circuit de connexion) sont multipliés des fils allant aux contacts D des combineurs d'enregistreurs; sur le premier enregistreur libre, *g* trouve la batterie par D en position de repos, ce qui ferme le circuit de l'enroulement de gauche de *G tr*; *G tr* est excité et coupe le circuit de RC et le chercheur d'enregistreur s'arrête; en même temps *G tr* ferme le circuit du relais *S hr*, qui ferme celui du circuit *P gr*, et le combineur RP du circuit de connexion passe en position 5.

CONNEXION DE LA LIGNE APPELANTE ET DE L'ENREGISTREUR. —

Les deux fils de conversation de la ligne appelante sont alors réunis par les contacts O et P du combineur RP (*fig. 135*) et les

balais *a* et *b* du chercheur d'enregistreur, au relais *I sr*, ou relais récepteur d'impulsions directes de l'enregistreur; ce relais attire son armature, ce qui ferme le circuit du relais *L br* déjà excité d'ailleurs par le contact *g* du chercheur d'enregistreur (*fig. 134*); *L br* ferme lui-même le circuit de l'électro R_4 du combineur de réception de l'enregistreur par les contacts B_1 et A_1 de ce combineur. R_4 passe de la position 1 à la position 3, où il s'arrête, ouvre le contact *D* (*fig. 134*), ce qui marque l'occupation de l'enregistreur, et ferme le contact *O* (*fig. 135*); celui-ci ferme le circuit d'un courant interrompu qui par induction dans la bobine DTC envoie sur la ligne appelante un bruit indiquant à l'abonné qu'il peut manœuvrer son disque.

ENREGISTREMENT DU NUMÉRO DEMANDÉ.

L'enregistreur se compose dans l'exemple choisi de cinq enregistreurs numériques constitués par des combineurs; le premier R_{10000} enregistre le chiffre des dizaines de mille, le second R_{1000} celui des milliers, etc. Deux combineurs, l'un de réception R_4 , l'autre de commande R_5 , règlent les différentes phases du fonctionnement.

Dès que commence l'envoi des impulsions du premier chiffre par le disque d'appel de l'abonné, le relais récepteur d'impulsions directes *I sr* retombe à la première ouverture du circuit de conversation, mais le relais *L br*, retardé, ne retombe pas tant que les ouvertures restent de faible durée. *I sr*, en retombant, ferme par *C* en position 3 le circuit du relais à deux enroulements *I dr*, dont un enroulement est en série avec *L mr* et l'autre par *G* en position 3 avec l'électro de commande de R_{10000} . *L mr* attire son armature, ce qui fait passer le combineur R_4 en position 4 et supprime l'envoi du signal de manœuvre chez le demandeur. R_{10000} tourne en même temps d'un pas.

I dr, dont les deux enroulements s'opposent, n'a pas fonctionné tant qu'ils sont tous deux sous courant; mais R_{10000} en quittant sa position de repos ferme en *a* son circuit local d'embrayage par une terre qui met en court circuit l'enroulement de gauche de *I dr* (par G_4 , C_4 et le contact de repos de *I sr*); *I dr* fonctionne alors et coupe le circuit de son enroulement de gauche; R_{10000} , livré à la seule action de son électro d'embrayage, s'arrête alors en 1 (cet artifice a pour résultat de rendre la progression du combineur numérique indépendante de la plus ou moins grande durée des ouvertures de cir-

cuit des impulsions; si l'armature de I_{sr} est attirée de nouveau avant

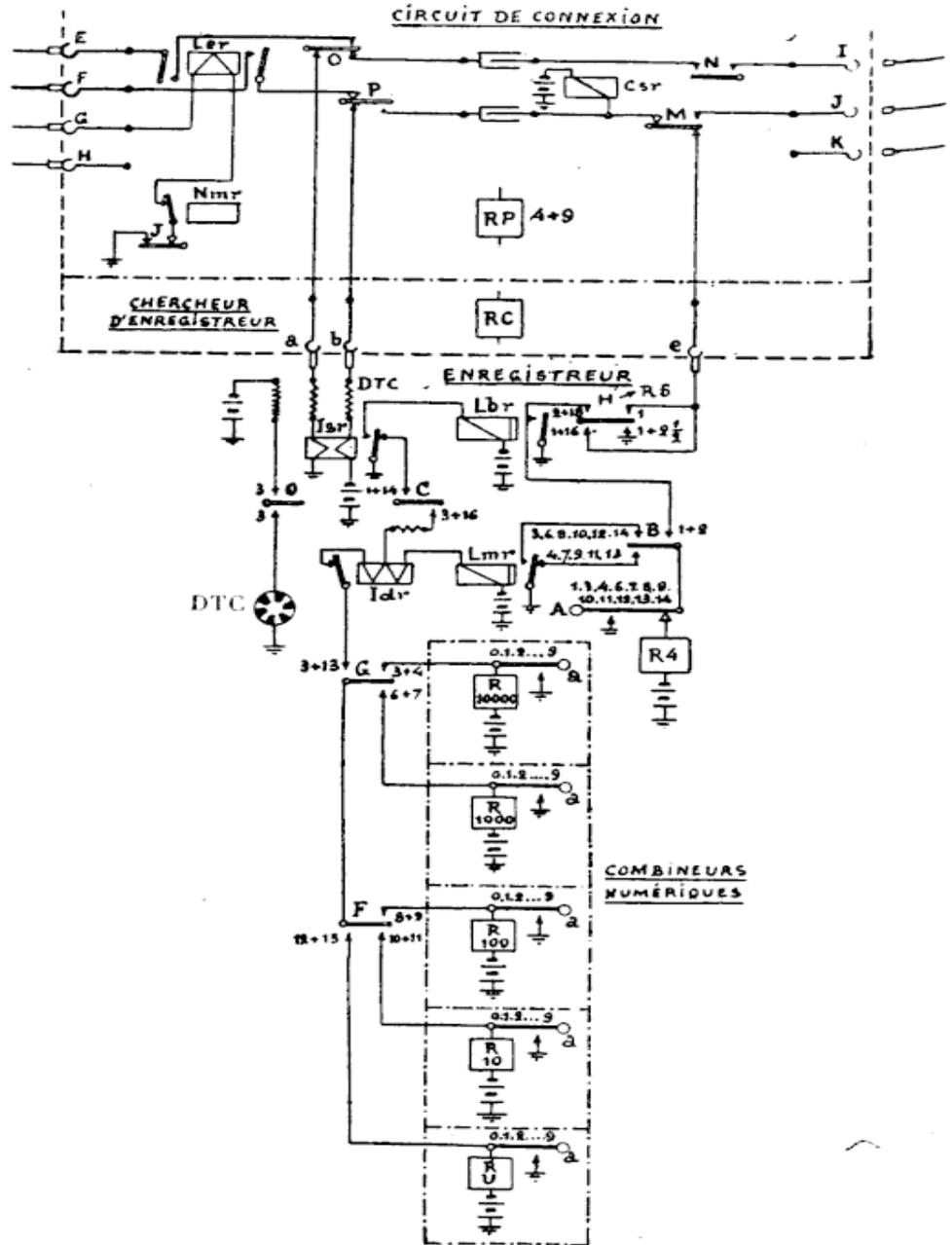


Fig. 135. — Enregistrement du numéro demandé.

que celle de I_{dr} n'ait le temps de retomber le résultat est le même).

A la deuxième ouverture du circuit de ligne, l'armature de $I sr$ retombe de nouveau, R_{10000} progresse de nouveau d'un pas et ainsi de suite. Quand les impulsions du premier chiffre sont terminées R_{10000} est parvenu à la position correspondant à ce chiffre. $L br$ et $L mr$, tous deux retardés, sont restés collés pendant les impulsions, mais $L mr$ retombe pendant l'intervalle entre le premier et le second chiffre, $I sr$ restant alors excité assez longtemps. $L mr$ en retombant ferme le circuit de R_4 qui passe à la position 6; le circuit de R_{10000} est alors coupé en G , et le circuit d'impulsions est renvoyé par G_6 à R_{1000} .

La deuxième série d'impulsions est reçue dans R_{1000} comme la première l'avait été dans R_{10000} ; à la première retombée de l'armature de $I sr$, $L mr$ est attiré de nouveau, ce qui fait passer R_4 de la position 6 à la position 7 où il reste pendant la réception du second chiffre. Quand cette réception est terminée, R_{1000} est à la position correspondant au second chiffre, et $L mr$ en retombant fait passer R_4 de 7 en 8.

Les chiffres suivants sont reçus de la même façon, R_4 occupant successivement les positions 8 et 9 pour le troisième chiffre, 10 et 11 pour le quatrième, et 12 et 13 pour le cinquième. Quand la réception du dernier est terminée, R_4 passe à la position 14, et les cinq combineurs numériques ont enregistré les cinq chiffres.

Pendant toute la durée de l'enregistrement, le circuit de connexion (chercheur secondaire-premier sélecteur) est maintenu sous le contrôle de l'enregistreur par le fil e du chercheur d'enregistreur, qui ferme le circuit suivant :

Batterie, enroulement du relais d'alimentation côté demandé $C sr$, contact M de RP , fil e du chercheur d'enregistreur, contact H du combineur R_5 (combineur de commande de l'enregistreur) d'abord en position 1, puis en position 5, armature de $L br$ et terre. Si le circuit de ligne côté demandeur s'ouvre en permanence à un moment quelconque de la mise en communication, $I sr$ retombe, puis au bout d'un certain temps $L br$ (retardé) et le circuit de $C sr$ est ouvert, ce qui provoque la libération.

COMMANDE DES SÉLECTEURS PAR L'ENREGISTREUR.

Nous supposons d'abord, pour simplifier l'exposé, que la sélection se fait sur une base décimale, et qu'il n'y a pas lieu de traduire

sur une base différente les indications des combineurs numériques de l'enregistreur.

Nous savons que la commande des divers sélecteurs se fait suivant le procédé dit *des impulsions inverses* : chaque sélection numérique (la recherche automatique d'une ligne auxiliaire libre sur un niveau de sélecteur ne constituant naturellement pas une sélection numérique) provoque une émission d'impulsions dont le siège est dans le sélecteur en mouvement; ces impulsions sont reçues dans l'enregistreur.

Dans le système Rotary, les impulsions inverses reçues dans l'enregistreur sont *complémentaires* à 10 des impulsions directes reçues de l'abonné et sont reçues, chiffre par chiffre, dans le même combineur numérique; celui-ci, qui s'est arrêté au chiffre 7 par exemple, reprend son mouvement de rotation dans le même sens quand il commence à recevoir les impulsions inverses; dès qu'il est revenu à sa position de repos, c'est-à-dire dès qu'il a reçu trois impulsions, il ferme un circuit, qui arrête le mouvement de sélection au moment où une dernière impulsion supplémentaire envoyée par le sélecteur est reçue dans les relais de l'enregistreur. En réalité le nombre des impulsions inverses transmises par le sélecteur, qui règle le nombre de pas dont se compose sa progression, est complémentaire à 11 du chiffre enregistré; si ce chiffre est 9, le sélecteur (ou plutôt son arbre sélecteur de balais) fait deux pas; si ce chiffre est 0, équivalent à 10, le sélecteur fait un pas.

Les différentes phases de la commande des sélecteurs sont réglées par le combineur de commande R_5 de l'enregistreur, qui est en position 1 au début de l'enregistrement. Le combineur RP du circuit de connexion est à ce moment dans la position 5. Le circuit des impulsions inverses passe par le fil d et le contact d du chercheur d'enregistreur (*fig. 136*).

Les opérations de commande des sélecteurs ne commencent que quand les deux premiers chiffres (dans le cas d'un réseau à 5 chiffres) sont reçus dans l'enregistreur. A ce moment, nous avons vu que le combineur de réception R_4 passe de la position 7 à la position 8. Le circuit de l'électro du combineur de commande R_5 est alors fermé par L_8 de R_4 et B_1 de R_5 et R_5 passe de la position 1 à la position 5.

Le relais de commande Glr du circuit de connexion est alors excité par les contacts E_5 et F_5 de RP, le fil d du chercheur d'enre-

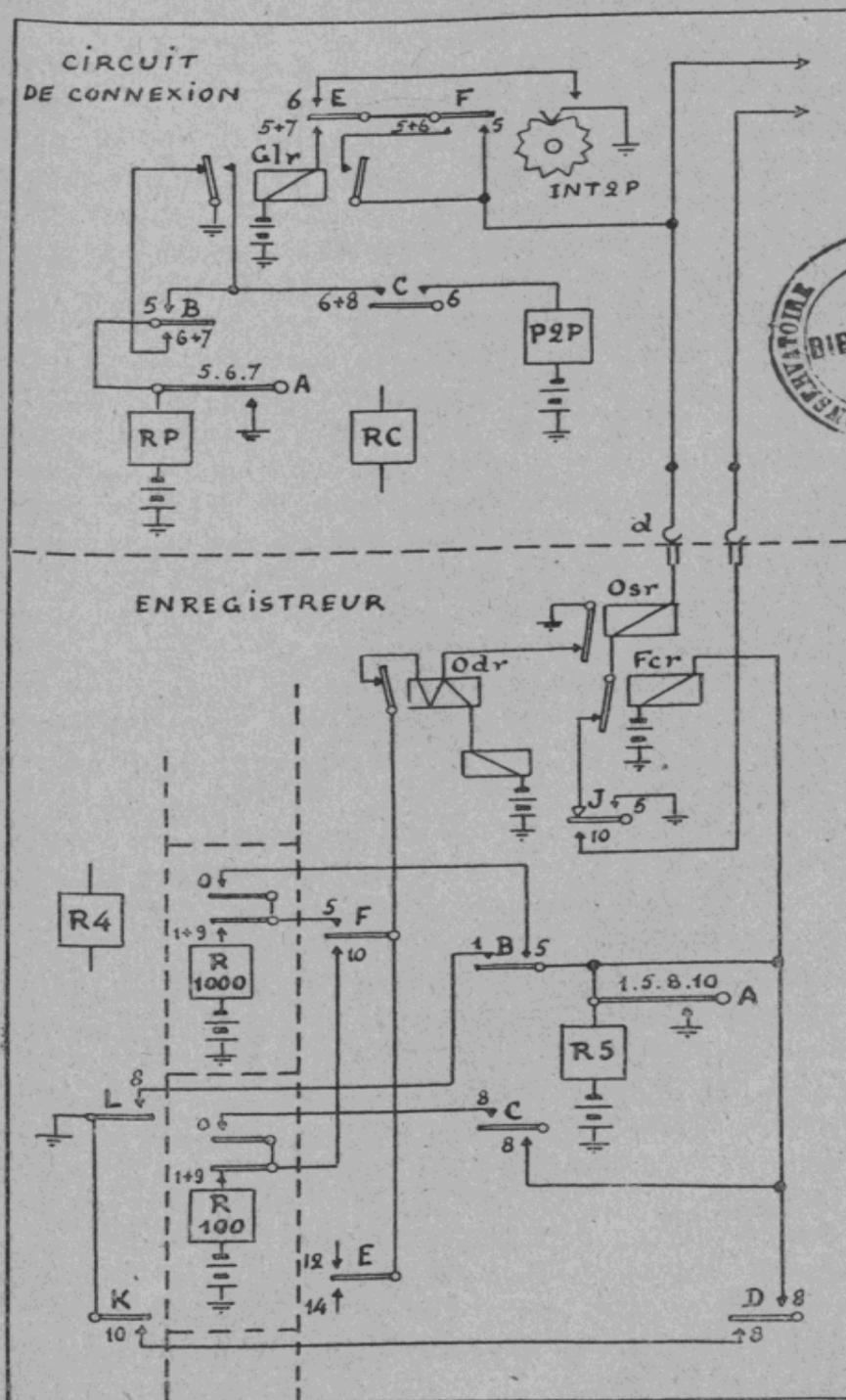


Fig. 136. — Commande du premier sélecteur par l'enregistreur.

gistrateur, l'enroulement du relais récepteur d'impulsions inverses $O sr$ et le contact J_5 de R_5 . Il fait passer RP de la position 5 (connexion à l'enregistreur) à la position 6 (commande du 1^{er} sélecteur). Le circuit de l'électro d'embrayage $P_2 P$ de l'arbre sélecteur de balais du premier sélecteur est alors fermé par C_6 et l'armature de $G lr$.

L'arbre sélecteur de balais du premier sélecteur se met à tourner et entraîne sa couronne interruptrice $INT_2 P$, qui, par E_6 , vient mettre par intermittence une terre à la sortie du relais $G lr$; cette terre court-circuite la dérivation F_6 , contact de $G lr$, fil d , enroulement de $O sr$, J_5 et la terre. Le relais $O sr$ est donc court-circuité à chaque terre en $INT_2 P$ et reçoit ainsi les impulsions inverses. Par son contact de repos et le relais à deux enroulements $O dr$, il les transmet, dans les mêmes conditions que la réception des impulsions directes, aux électros des combineurs numériques successifs (la figure 136 représente seulement les combineurs R_{1000} et R_{100}), chacun de ces combineurs continue sa rotation dans le même sens à partir de la position où il était arrêté, et lorsqu'il arrive à sa position normale, O , il ferme le circuit suivant :

Batterie, relais d'arrêt $F cr$, contact B_5 de R_5 , contact O du combineur numérique, contact F_5 de R_5 , contact de repos de $O dr$ et contact de repos de $O sr$.

$F cr$ coupe le circuit des impulsions inverses, et dès que la terre est coupée en $INT_2 P$, $G lr$ a son circuit ouvert; son armature de gauche retombe et fait passer RP de la position 6 à la position 7; $P_2 P$ privé de courant s'arrête.

Il faut remarquer qu'au moment où le combineur numérique revient à sa position de repos, l'arbre sélecteur de balais entraînant le mécanisme interrupteur $INT_2 P$ fait encore un pas; en effet la terre en $INT_2 P$ qui a provoqué le dernier mouvement du combineur numérique a disparu quand ce combineur ferme son contact en position O , et $O sr$ est de nouveau excité; le circuit d'arrêt de $F cr$ ne peut donc se fermer que quand $O sr$ est de nouveau retombé, c'est-à-dire quand une nouvelle terre a été mise en $INT_2 P$, et c'est seulement quand cette dernière terre est coupée que l'arbre sélecteur de balais s'arrête.

En même temps le circuit de l'électro du combineur de commande R_5 , en dérivation sur le relais $F cr$, est excité simultanément et R_5 passe à la position suivante.

La recherche d'une ligne auxiliaire libre a alors lieu automatique-

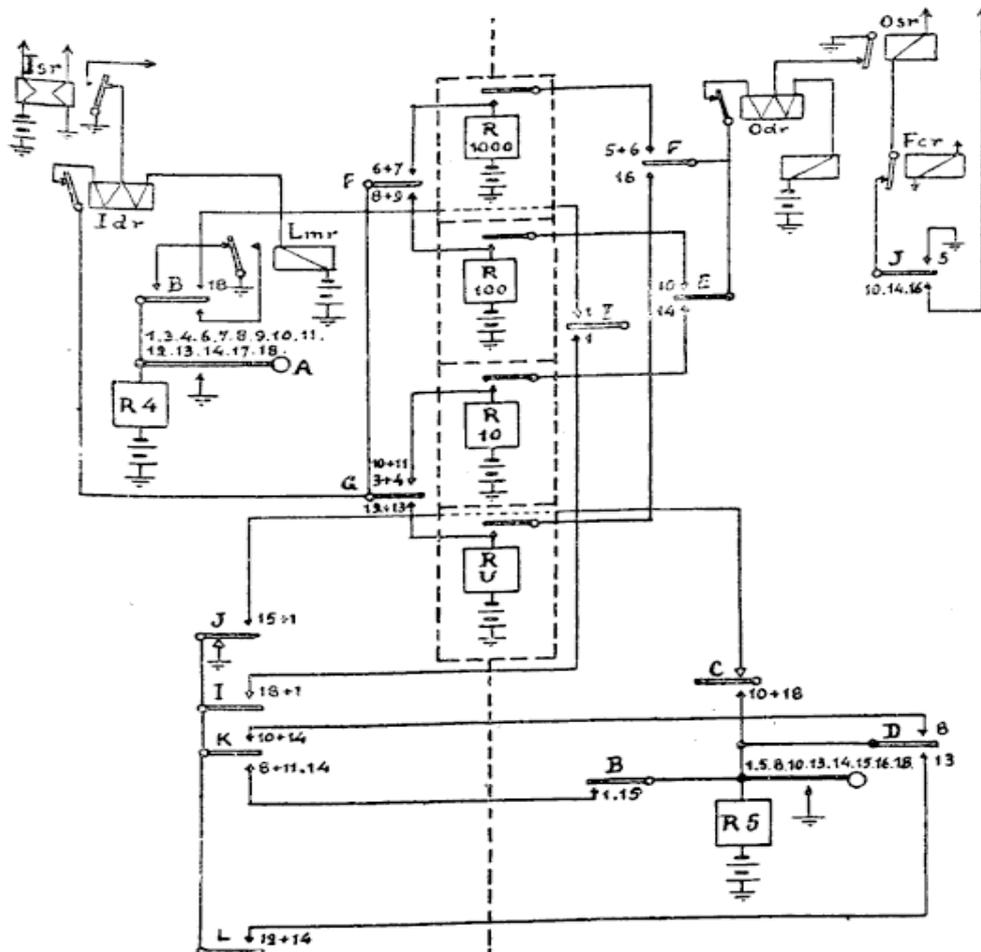


Fig. 137. — Succession des opérations de l'enregistrement.

Positions de R_4 .

- 1, normale; 3, attente de 10000; 4, réception de 10000 sur R_{10} ; 6, attente de 1000;
- 7, réception de 1000 sur R_{1000} ; 8, attente de 100, envoi de R_5 en 5; 9, réception de 100 sur R_{100} ; 10, attente de 10, envoi de R_5 en 10; 11, réception de 10 sur R_{10} ; 12, attente de U, envoi de R_5 en 14; 13, réception de U sur RU; 14, fin de réception, envoi de R_5 en 16; 17, envoi de R_5 en 1; 18, retour de R_4 en 1.

Positions de R_5 .

- 1, normale, attente de R_4 en 8; 5, commande du sélecteur primaire, passe en 8; 8, attente de R_4 en 10; 10, sélecteur secondaire, passe en 13; 13, attente de R_4 en 12; 14, sélecteur final dizaine, passe en 15; 15, attente de R_4 en 14; 16, sélecteur final unité, passe en 18; 18, envoi de R_4 en 17; (1) envoi de R_4 en 18.

ment dans le sélecteur en mouvement, puis la connexion est prolongée

jusqu'au sélecteur suivant. Le même cycle d'impulsions inverses recommence alors avec le combineur numérique suivant.

Il est essentiel que les manœuvres de commande des sélecteurs suivent dans un ordre déterminé les opérations de réception dans l'enregistreur; en effet, non seulement il est nécessaire que les impulsions correspondant à un chiffre soient complètement reçues dans l'enregistreur avant que la commande du sélecteur correspondant puisse commencer; mais si une traduction est nécessaire, il faut que un ou plusieurs des chiffres suivants soient connus et par suite transmis pour que la traduction concernant le chiffre à transmettre puisse être effectuée.

Pour cela les positions successives du combineur de commande R_5 sont commandées par celles du combineur de réception R_4 . R_5 ne peut passer en 5 que quand R_4 est en 8, puis il passe en 8, où il attend que R_4 passe en 10 (fin de la réception du chiffre des centaines). A ce moment R_5 passe en 10 par le contact K_{10} de R_4 et commande le second sélecteur. Après cela R_5 passe en 13, où il attend que R_4 ait passé en 12 (fin de la réception des dizaines) et ainsi de suite. Le schéma de la figure 137 indique comment se succèdent les diverses opérations.

A la fin de la commande du dernier chiffre, quand le sélecteur final est sur les contacts de l'abonné demandé, R_5 passe en 18; à ce moment le circuit de contrôle du circuit de connexion par le fil e du chercheur d'enregistreur est ouvert (fig. 135); le relais d'alimentation du demandé $C sr$ retombe et fait passer le combineur RP du circuit de connexion à la position suivante (position d'appel de l'abonné demandé). Les connexions entre le circuit de connexion et l'enregistreur sont coupées, le relais $I sr$ retombe définitivement. D'autre part R_5 a fait passer R_4 en 17, ce qui fait passer R_5 de la position 18 à la position 1 de repos. R_4 passe également de 17 à 18, puis de 18 à 1, si $L mr$, commandé par $I sr$, est retombé, et tous les organes de l'enregistreur sont ainsi revenus au repos.

ENREGISTREUR A RELAIS. — Nous avons vu, dans la description du système semi-automatique de la W. E. C., un enregistreur conçu d'après un principe différent et constitué par des groupes de relais, dits *relais compteurs d'impulsions*. Il est un peu plus encombrant et un peu plus coûteux que l'enregistreur à combineurs numé-

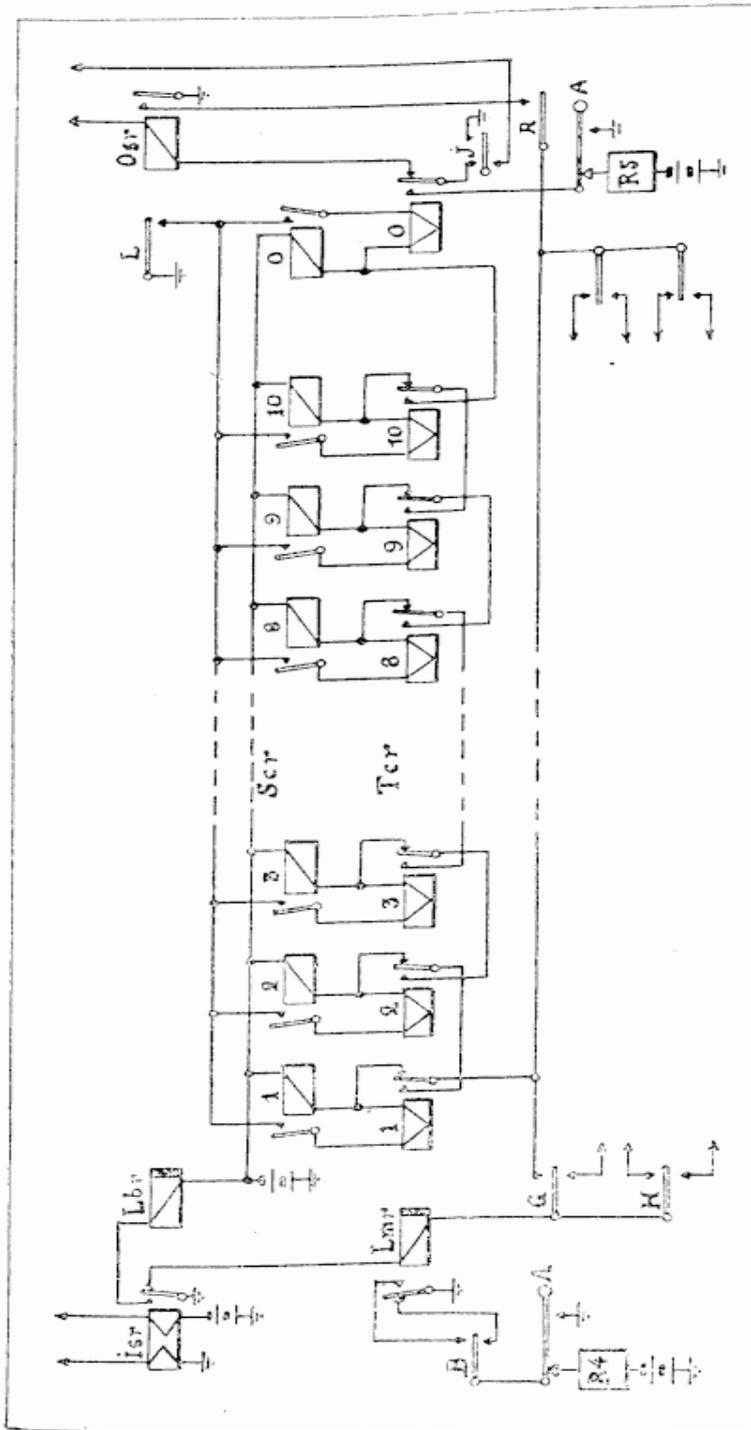


Fig. 138. — Enregistreur à relais.

riques (certaines combinaisons permettent d'ailleurs de réduire le nombre de relais nécessaires); mais il a l'avantage de permettre un enregistrement plus rapide — ce qui est nécessaire dans le semi-automatique où l'opératrice peut enfoncer très rapidement les boutons de son clavier et où celui-ci doit être libéré le plus tôt possible — et de permettre également une commande plus rapide des organes sélecteurs, ce qui est avantageux pour les installations pourvues du nouveau matériel, dont la durée de révolution est moindre.

Le principe du fonctionnement de l'enregistreur à relais des nouvelles installations est indiqué par le schéma de la figure 138.

Chaque série d'impulsions est reçue (en principe, et sauf emploi de combinaisons permettant de réduire le nombre de relais) par un groupe de 22 relais numérotés $S_{cr} 1, 2, 3, \dots, 10, 0$ et $T_{cr} 1, 2, 3, \dots, 10, 0$; le combineur de réception R_4 dirige les impulsions successivement vers les n groupes de relais correspondant aux n chiffres à enregistrer au moyen de ses contacts G, H , etc.

Les impulsions émanant du disque d'appel de l'abonné sont reçues comme on l'a vu plus haut dans le relais I_{sr} . Quand ce relais retombe pour la première fois il ferme un circuit par la batterie, le relais $S_{cr} 1$, le contact de repos du relais $T_{cr} 1$, un contact de combineur G , le relais L_{mr} , le contact de repos de I_{sr} et la terre. $S_{cr} 1$ et L_{mr} sont actionnés en série, L_{mr} retardé restant au collage pendant la série des impulsions correspondant à chaque chiffre. $S_{cr} 1$ attire son armature, et ferme le circuit de l'enroulement de $T_{cr} 1$ entre la sortie de son propre enroulement et la terre par un contact L du combineur de réception R_5 et la terre; mais $T_{cr} 1$ est à ce moment shunté par L_{mr} , de faible résistance, et reste au repos. Quand le circuit de ligne est de nouveau fermé, I_{sr} attire de nouveau son armature, ce qui coupe le circuit de L_{mr} . $S_{cr} 1$ reste actionné, trouvant la terre en L à travers $T_{cr} 1$, qui, n'étant plus shunté, fonctionne et attire son armature; le circuit de L_{mr} est alors renvoyé sur $S_{cr} 2$.

La seconde impulsion est reçue de même dans $S_{cr} 2$, qui ferme le circuit de $T_{cr} 2$, et ainsi de suite jusqu'à la dernière impulsion du premier chiffre; si ce chiffre est 8 par exemple, les relais S_{cr} et T_{cr} sont actionnés jusqu'aux relais $S_{cr} 8$ et $T_{cr} 8$ inclusivement, et le restent jusqu'à la commande du premier sélecteur.

Lorsque le premier chiffre est transmis, I_{sr} reste excité assez

longtemps pour que *L mr*, retardé, retombe, et le combineur R_4 passe à la position suivante, où il envoie les impulsions du deuxième chiffre sur le deuxième groupe de relais.

Pour la commande des sélecteurs, les impulsions inverses engendrées dans ces sélecteurs sont reçues comme on l'a vu dans *O sr*, le circuit des impulsions inverses se fermant par *J* et la terre pour le premier chiffre, par *J* et un deuxième fil pour les sélections suivantes.

Quand *O sr* attire son armature, il met une terre, par le contact *R* de R_5 , et les contacts de travail successifs des relais *T cr* excités sur le premier relais *S cr* qui n'est pas excité, soit dans le cas pris comme exemple sur *S cr 9*; celui-ci attire son armature et prépare le circuit de *T cr 9* qui reste toutefois court-circuité par la terre de *O sr*, tant que celui-ci est excité; quand *O sr* retombe, *T cr 9* attire son armature et renvoie le circuit venant de l'armature de *O sr* sur *S cr 10*. La seconde impulsion inverse actionne successivement *S cr 10* et *T cr 10*, et ainsi de suite.

L'impulsion inverse complémentaire à 11 du chiffre transmis actionne les relais *S cr 0* et *T cr 0*, et ce dernier fait passer le combineur de commande R_5 dans la position suivante, où les impulsions inverses sont reçues dans le groupe de relais du deuxième chiffre.

L'arbre sélecteur de balais (et l'arbre porte-balais du sélecteur final pour le dernier chiffre) qui envoie une impulsion inverse dans *O sr* à chaque pas fait donc bien 1 pas si le chiffre enregistré est 0 (10 impulsions reçues), 2 pas si le chiffre enregistré est 9, 3 pas si le chiffre est 8, etc., comme il a été vu plus haut.

Quand une série d'impulsions est transmise, le combineur R_5 ouvre un contact *L* qui fait retomber au repos tous les relais du groupe correspondant.

Comme les opérations de commande des sélecteurs commencent avant que les opérations de réception de l'enregistrement ne soient terminées, il est possible, quand le nombre de chiffres composant les numéros d'appel est élevé, que le premier groupe de relais soit libéré, après commande du premier sélecteur, avant que le numéro ne soit complètement enregistré; il peut alors resservir pour la réception du dernier ou même de l'avant-dernier chiffre, ce qui permet de réduire le nombre de groupes de relais nécessaires, à condition que les opérations de commande des sélecteurs soient assez rapides.

On peut aussi, en faisant servir deux fois de suite le même relais

au cours de la réception ou de la transmission d'un chiffre, réduire de 22 à 12 le nombre de relais nécessaires par groupe.

CORRECTION.

On sait que la capacité d'un sélecteur final étant de 200 lignes, il est nécessaire de transformer les impulsions directes reçues du disque d'appel de l'abonné sous forme décimale, en séries d'impulsions inverses non décimales. Cette opération s'appelle la correction. Avant d'étudier les moyens d'opérer cette correction, il faut examiner la façon dont les lignes sont numérotées sur les contacts des différents sélecteurs.

NUMÉROTAGE DES CONTACTS DE SÉLECTEURS. — Sur les sélecteurs finaux, les lignes d'abonnés sont numérotées comme l'indique le tableau suivant (*fig. 138 bis*) qui représente le développement de la surface cylindrique intérieure d'un sélecteur final desservant par exemple les abonnés numérotés de 6000 à 6199.

Il faut se rappeler en effet que $0 = 10$, et que, d'après le principe des impulsions inverses complémentaires, le chariot porte-balais doit rencontrer dans son mouvement de rotation les abonnés d'une même dizaine dans l'ordre 10, 9, 8, ..., 1.

Les centaines paires sont disposées à gauche, et les centaines impaires à droite. Nous en déduisons donc que pour amener les balais enclanchés en face de la ligne demandée, il faut tout d'abord que l'arbre sélecteur de balais tourne d'un nombre de pas complémentaire à 11 (10 pour 1, 9 pour 2, etc., 1 pour $0 = 10$) du chiffre des dizaines du numéro demandé, puis que l'arbre porte-balais tourne d'un nombre de pas complémentaire à 11, comme ci-dessus, du chiffre des unités si le numéro de la centaine est pair, et du même nombre augmenté de 10 (c'est-à-dire du nombre de pas complémentaire à 21 du chiffre des unités) si la centaine est impaire.

Nous avons vu dans la commande des sélecteurs que, sans aucune correction, le mouvement de sélection numérique se fait sur la base du complément à 11 du chiffre enregistré. Il n'y a donc pas de correction nécessaire pour la commande du chiffre des dizaines, et pour celle des unités la seule correction nécessaire consiste à augmenter de 10 le nombre des impulsions inverses à transmettre par le mou-

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 6000 | 6009 | 6008 | 6007 | 6006 | 6005 | 6004 | 6003 | 6002 | 6001 | 6100 | 6109 | 6108 | 6107 | 6106 | 6105 | 6104 | 6103 | 6102 | 6101 |
| 6090 | 6099 | 6098 | 6097 | | | | | | 6091 | 6190 | 6199 | | | | | | | | 6191 |
| 6080 | 6089 | 6088 | | | | | | | 6081 | 6180 | 6189 | | | | | | | | 6181 |
| 6070 | | | | | | | | | 6071 | 6170 | | | | | | | | | 6171 |
| 6060 | | | | | | | | | 6061 | 6160 | | | | | | | | | 6161 |
| 6050 | | | | | | | | | 6051 | 6150 | | | | | | | | | 6151 |
| 6040 | | | | | | | | | 6041 | 6140 | | | | | | | | | 6141 |
| 6030 | | | | | | | | | 6031 | 6130 | | | | | | | | | 6131 |
| 6020 | | | | | | | | | 6021 | 6120 | | | | | | | | | 6121 |
| 6010 | | | | | | | | | 6011 | 6110 | | | | | | | | | 1119 |

Fig. 138 bis. — Numérotage des contacts d'un sélecteur final desservant les abonnés 6000 à 6199.

vement de l'arbre porte-balais du sélecteur final quand le demandé appartient à une centaine impaire.

Sur chaque niveau des sélecteurs précédant le sélecteur final (seconds sélecteurs dans un réseau de moins de 20 000 abonnés) nous aurons les lignes desservant 200 abonnés; comme il y a 10 niveaux, ce sélecteur desservira donc 2000 abonnés; les lignes auxiliaires multipliées sur ses contacts seront disposées comme l'indique le tableau suivant, en prenant comme exemple un sélecteur desservant les abonnés 6000 à 7999 :

| | |
|--|-----------|
| 1 ^{er} niveau : lignes aboutissant aux sélecteurs finaux..... | 7800-7999 |
| 2 ^e » | 6800-6999 |
| 3 ^e » | 7600-7799 |
| 4 ^e » | 6600-6799 |
| 5 ^e » | 7400-7599 |
| 6 ^e » | 6400-6599 |
| 7 ^e » | 7200-7399 |
| 8 ^e » | 6200-6399 |
| 9 ^e » | 7000-7199 |
| 10 ^e » | 6000-6199 |

Il faut donc que, pour les milliers impairs, 1 impulsion inverse corresponde aux chiffres de centaine 8 et 9, 3 impulsions inverses correspondent aux chiffres 6 et 7, 5 impulsions inverses aux chiffres 4 et 5, etc. Comme les impulsions inverses sont complémentaires à 11 de la position dans laquelle est arrêté le combineur numérique avant la commande de sélection, il faut donc que le combineur numérique R_{100} soit arrêté dans les positions :

| | |
|---|---------------------------|
| 2 | pour les centaines 0 et 1 |
| 4 | » 2 et 3 |
| 6 | » 4 et 5 |
| 8 | » 6 et 7 |
| 0 | » 8 et 9 |

Cette condition étant réalisée, si le millier est impair, le fonctionnement normal de l'arbre sélecteur de balais du second sélecteur l'amènera à la position voulue; si le millier est pair, il faudra une impulsion inverse de plus, faisant faire un pas de plus à l'arbre sélecteur de balais pour une même valeur du chiffre des centaines.

Sur les niveaux des premiers sélecteurs on peut adopter la même disposition que sur ceux des seconds sélecteurs ou une disposition

analogue. Si l'on veut par exemple avoir une capacité totale de 20 000 lignes, avec des numéros allant par exemple de 10 000 à 29 999,

| | | |
|---------------------------|---|-----------------|
| Du 1 ^{er} niveau | partiront les lignes desservant les abonnés | 18 000 à 19 999 |
| Du 2 ^e | » | 28 000 à 29 999 |
| Du 3 ^e | » | 16 000 à 17 999 |
| | | |
| Du 9 ^e | » | 10 000 à 11 999 |
| Du 10 ^e | » | 20 000 à 21 999 |

Si l'installation du réseau n'est prévue que pour 10 000 lignes on n'équiperait que les niveaux impairs des premiers sélecteurs. D'autres dispositions sont d'ailleurs possibles.

Nous verrons plus loin les positions correspondantes du combineur numérique R₁₀₀₀.

CORRECTION DU SÉLECTEUR FINAL. — Nous avons vu que cette correction consiste simplement à faire faire 10 pas de plus à l'arbre porte-balais quand la centaine est impaire. La figure 139 représente le schéma des connexions spéciales permettant cette correction.

Quand la centaine est *impaire*, le combineur numérique R₁₀₀ est comme nous le verrons plus loin arrêté dans l'une des positions *paires* 0, 2, 4, 6, 8 au moment où il vient de recevoir les impulsions directes et avant que le combineur de commande R₅ n'ait passé à la position 10 de sélection secondaire. En passant aux positions 8 $\frac{3}{4}$ et 9, R₅ ferme le circuit d'un relais *Wnr* dit *relais de correction*, à travers les contacts L et M de R₅, L et J de R₄ et la came *d* de R₁₀₀, qui ferme le circuit seulement dans les positions 0, 2, 4, 6 et 8; *Wnr* ferme alors son propre circuit et reste collé jusqu'en position 15 de R₅, par le contact M₁₅, puis en position 16 (sélection du chiffre des unités) par une came spéciale *d* du combineur R₅ et le contact M₁₆. La came *d* ferme le circuit de collage de *Wnr*, quand *Wnr* passe de 1 à 2, 3, ..., 0, puis l'ouvre quand il revient de 0 à 1.

Par son autre armature *Wnr* ouvre le circuit de rupture qui provoque l'arrêt de l'arbre porte-balais du sélecteur final.

Si par conséquent la centaine est impaire, *Wnr* est actionné depuis la position 8 $\frac{3}{4}$ de R₅ jusqu'à la sélection de l'unité; quand cette sélection est terminée, R₅ est revenu en 0, mais le circuit de *Wnr* est toujours fermé par la came *d* de R₅, et le circuit de rupture

CORRECTION DU DEUXIÈME SÉLECTEUR. — Le combineur numérique des centaines R_{100} reçoit une impulsion préliminaire, avant tout enregistrement de sa part, au moment où le combineur de réception R_4 passe en position 4, par les contacts E_4 , le contact de repos et l'enroulement de gauche de $O dr$, le contact de repos de $O sr$ et I_4 (fig. 140). R_{100} passe à ce moment de la position 0 à la position 1. Quand il reçoit le chiffre des centaines (position 9 de R_4), il s'arrête donc dans la position 2 pour le chiffre 1, dans la position 3 pour le chiffre 2, etc. et dans la position 1 pour le chiffre 0 (0=10). Quand le combineur de commande R_5 passe en position 9, $W nr$ est actionné comme nous venons de le voir, si R_{100} est dans une des positions 2, 4, 6, 8, 0, correspondant aux chiffres impairs 1, 3, 5, 7, 9. Quand R_5 passe ensuite en position 9 $\frac{1}{2}$, une correction supplémentaire est apportée par une came e de R_{100} , qui ferme le circuit de R_{100} lui-même s'il est dans une des positions 1, 3, 5, 7, 9, correspondant aux chiffres reçus pairs. R_{100} passe à ce moment à la position suivante 2, 4, 6, 8 ou 0.

En résumé grâce à une correction préliminaire qui a lieu dans tous les cas, et à une correction ultérieure qui n'a lieu que si le chiffre reçu est pair, R_{100} est au moment où la commande du deuxième sélecteur va commencer :

| | | | | |
|--------------------|------------------------|----------|----|------|
| Dans la position 2 | si le chiffre reçu est | 0 (= 10) | ou | 1 |
| » | 4 | » | 2 | ou 3 |
| » | 6 | » | 4 | ou 5 |
| » | 8 | » | 6 | ou 7 |
| » | 0 | » | 8 | ou 9 |

Nous avons vu que c'est bien la position qui convient à la commande du deuxième sélecteur si le millier est impair.

Si le millier est pair, il faut une impulsion inverse supplémentaire. Pour cela quand R_{100} est revenu à la position 0, la dernière impulsion inverse est renvoyée par une came c de R_{100} et I_{10} de R_5 (voir fig. 141) sur un circuit spécial de correction du combineur numérique des 1000 R_{1000} . Si le chiffre des 1000 est impair, R_{1000} , qui a achevé sa commande, est à ce moment en position 0; le circuit de correction venant de I_{10} est raccordé par la came d de R_{1000} au circuit de rupture et la dernière impulsion inverse du deuxième sélecteur produit son arrêt à la façon normale.

Si le chiffre des 1000 était pair, R_{1000} s'est arrêté en fin de commande à la position 9 et la dernière impulsion inverse du deuxième sélec-

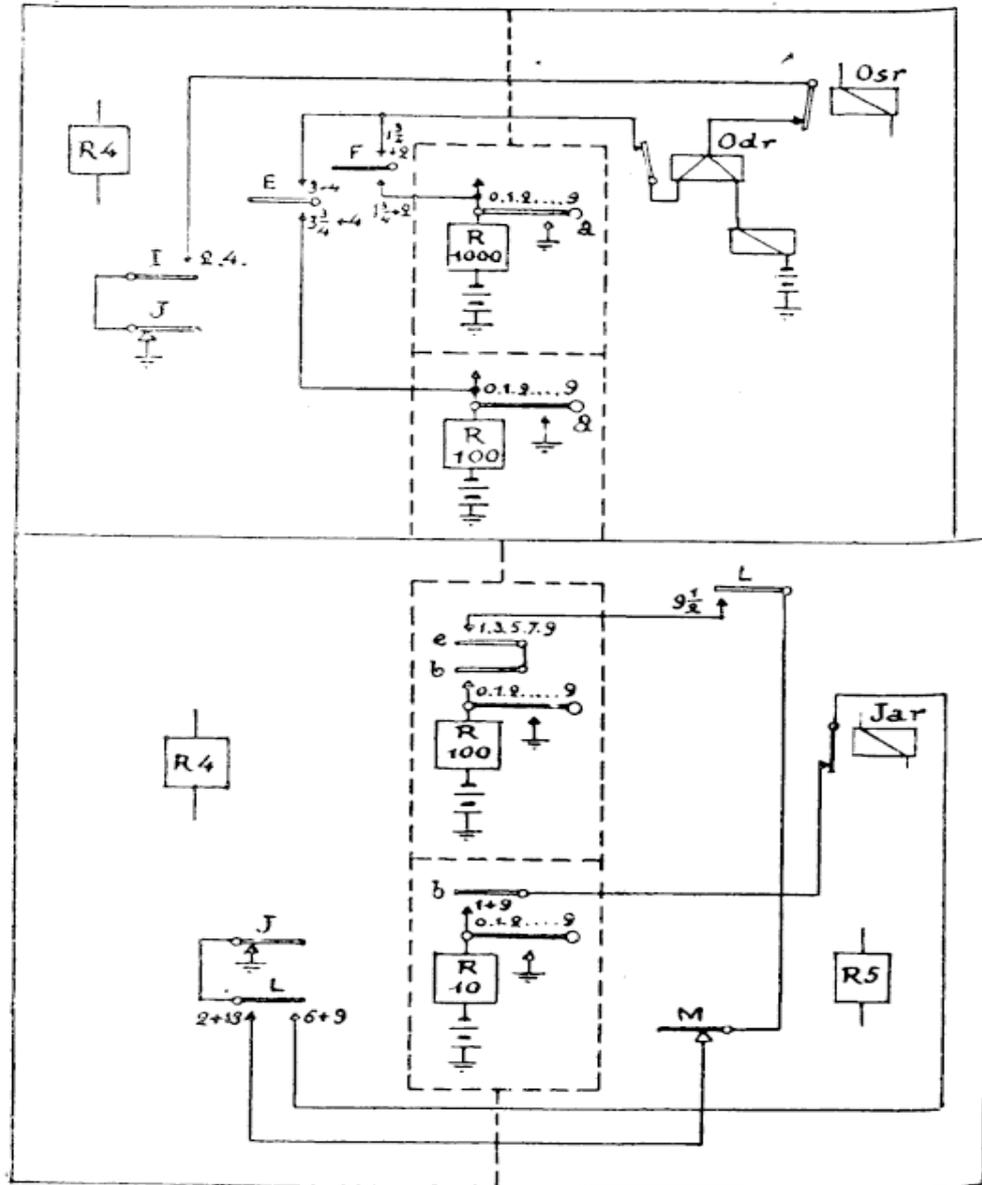


Fig. 140. — Correction du deuxième sélecteur.

teur est alors reçue, par I_{10} , la came c de R_{1000} et le contact de repos du relais $L tr$, dans le combineur R_{1000} lui-même, qui passe de la posi-

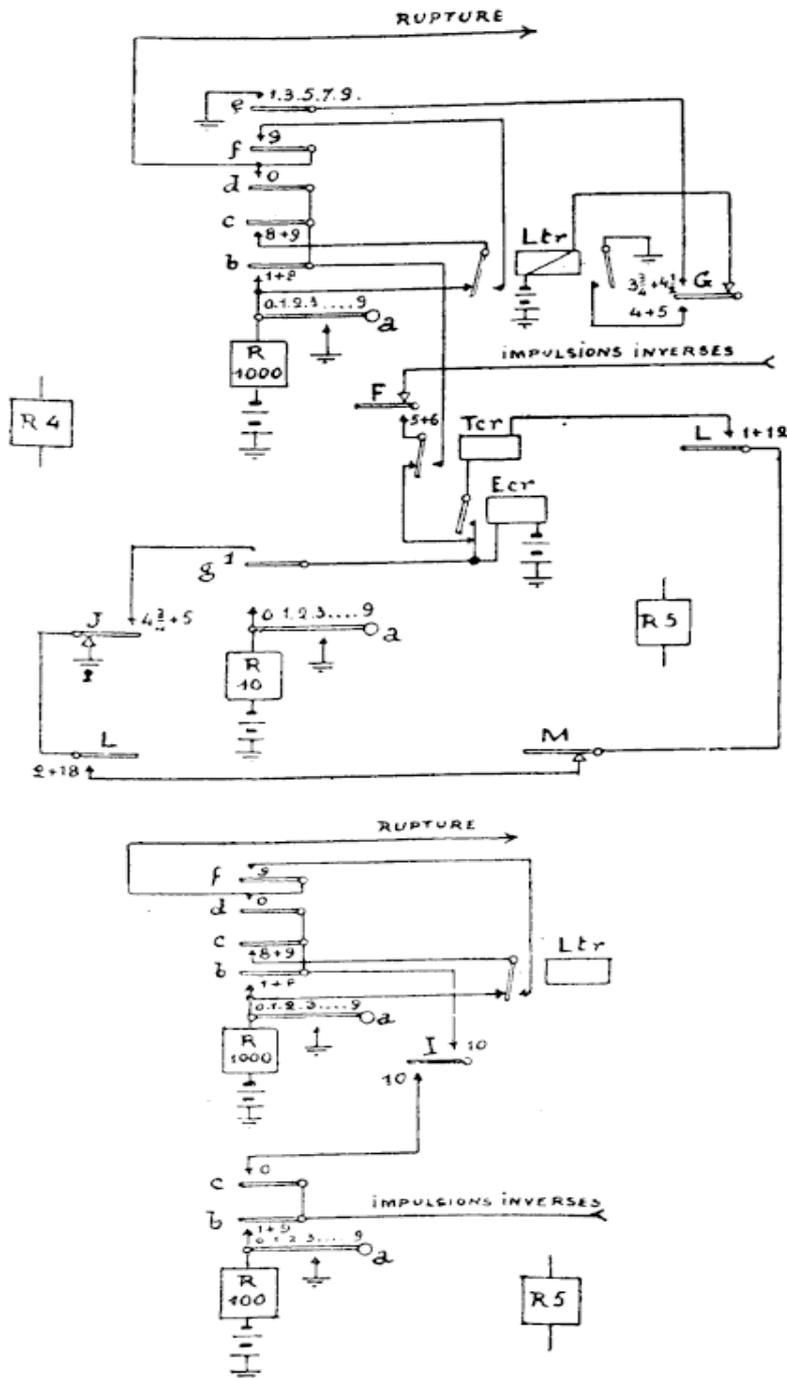


Fig. 141. — Correction du premier sélecteur.

tion 9 à la position 0; mais comme cette dernière impulsion n'a pas produit la rupture, il faut une impulsion supplémentaire qui cette fois produit la rupture comme ci-dessus.

CORRECTION DU PREMIER SÉLECTEUR. — En nous reportant à la numérotation des contacts du premier sélecteur, nous voyons que si le chiffre des dizaines de mille est 1, une seule impulsion inverse doit permettre d'atteindre le niveau correspondant aux milliers 8 et 9, trois impulsions le niveau des milliers 6 et 7, etc.

Pour obtenir ce résultat le combineur numérique des 1000 reçoit comme R_{100} une correction préliminaire d'un pas, avant tout enregistrement, qui l'amène en 1; s'il reçoit le chiffre 9, il ira donc en 0, position où une seule impulsion inverse produit la rupture; la condition ci-dessus est donc bien remplie par le chiffre 9; de même pour le chiffre 7, qui l'amène en position 8 où trois impulsions inverses produisent la rupture.

Si le combineur R_{1000} reçoit par contre le chiffre 8, il va de 1 en 9; s'il reçoit le chiffre 6, il va de 1 en 7, etc.; il faut que pour 8 une seule impulsion suffise, que pour 6, trois impulsions suffisent, etc.; il faut donc que quand le chiffre des 1000 reçus est un chiffre *pair*, c'est-à-dire que R_{1000} après réception s'arrête en une position *impaire*, la rupture se produise à l'impulsion inverse qui suit celle qui a amené R_{1000} en position 9. C'est ce que montre la figure 141.

Si après réception R_{1000} est dans une position impaire, le relais L_{tr} est excité par G de R_5 et la came e de R_{1000} en position 1, 3, 5, 7 ou 9; il reste alors excité jusqu'à la fin de la sélection primaire (position 5 de R_5) par G_5 , et quand R_{1000} arrive en position 9, le circuit de rupture est alors relié au circuit des impulsions inverses par les cames f et c de R_{1000} et le contact de travail du relais T_{cr} dont nous verrons le rôle plus loin; la rupture se produit bien à la première impulsion après celle qui a amené R_{1000} en 9. Si au contraire R_{1000} est après réception en position paire, e n'est pas fermé, L_{tr} ne s'excite pas et la rupture se produit normalement en position 0.

L'arrêt de R_{1000} en position 9, si le chiffre des 1000 est pair, est utilisé comme nous l'avons vu pour la correction du deuxième sélecteur, qui envoie dans ce cas une impulsion inverse supplémentaire pour le faire revenir à 0.

Si l'équipement total du réseau ne dépasse pas 10 000 lignes,

seuls les niveaux impairs des premiers sélecteurs sont pourvus de lignes auxiliaires, et la correction détaillée ci-dessus est complète. Elle peut se résumer ainsi :

Le combineur des unités R_1 fait un tour complet supplémentaire, si la centaine est impaire, pour la commande de l'arbre porte-balais du sélecteur final.

Le combineur des dizaines R_{10} ne subit aucune correction.

Le combineur des centaines R_{100} subit d'abord une correction préliminaire qui dans tous les cas le fait passer à la position 1; puis il reçoit le chiffre des centaines, actionne le relais de correction des unités Wnr si ce chiffre est impair, et reçoit ensuite dans le cas où ce chiffre est pair une correction supplémentaire qui le fait encore avancer d'un pas. A la commande, R_{100} fonctionne normalement, mais une impulsion inverse supplémentaire est envoyée avant l'arrêt du deuxième sélecteur, quand le chiffre des mille est pair.

Le combineur des mille R_{1000} reçoit également une correction préliminaire qui le fait passer à la position 1, puis il reçoit normalement le chiffre des 1000. Mais à la commande il produit la rupture et l'arrêt à l'impulsion inverse suivant celle qui l'a amené à la position 9 si le chiffre des 1000 est pair.

Si le nombre de lignes prévues dans le réseau est supérieur à 20 000, le sélecteur actionné par R_{1000} n'est plus le premier sélecteur, et il devra subir comme le second sélecteur dans le cas qui vient d'être examiné une correction supplémentaire basée sur la parité du chiffre des dizaines de mille.

CAS D'UN RÉSEAU DE 10 000 A 20 000 LIGNES. — Si le nombre de lignes prévues est compris entre 10 000 et 20 000, quatre sélecteurs suffisent pour 5 chiffres, le numérotage des lignes sur les 10 niveaux des premiers sélecteurs étant disposé comme il a été indiqué plus haut. Dans ce cas le chiffre des dizaines de mille, qui ne pourra prendre que deux valeurs, par exemple 1 et 2, est reçu dans le combineur numérique R_{10} des dizaines, de façon à éviter l'installation d'un combineur numérique supplémentaire.

Si le chiffre des dizaines de mille est 1, R_{10} ferme par sa came g et par le contact J de R_4 en position 5 (position suivant immédiatement la réception des 10 000) le circuit du relais correcteur Ecr , qui ferme à son tour celui de Tcr ; le circuit des impulsions inverses

est renvoyé par l'armature de *T cr* sur le combineur R_{1000} , qui fonctionne comme il a été indiqué ci-dessus.

Si au contraire le chiffre des dizaines de mille est 2, le circuit de *E cr* n'est pas fermé, *E cr* et *T cr* restent au repos, et quand le mouvement de l'arbre sélecteur de balais du premier sélecteur commence, la première impulsion inverse, au lieu d'actionner R_{1000} , est reçue dans *E cr*, qui actionne *T cr*, lequel renvoie alors le circuit des impulsions inverses sur R_{1000} . Une impulsion inverse supplémentaire a donc été envoyée, et pour un même chiffre des 1000, l'arbre sélecteur de balais a fait un pas de plus que si le chiffre des dizaines de mille avait été 1. En nous reportant à la disposition alternée des milliers de chacune des deux dizaines de mille sur les niveaux des premiers sélecteurs, nous voyons que c'est bien le résultat qu'il fallait obtenir.

TRADUCTION.

Il peut arriver, comme nous le verrons dans l'étude de l'équipement des grands réseaux, que les trains d'impulsions correspondant aux premiers chiffres transmis, ou aux lettres constituant l'indicatif du bureau demandé, lorsque les numéros d'appel sont composés de lettres et de chiffres, doivent être enregistrés sous une forme différente, pour permettre d'emprunter, entre le bureau demandeur et le bureau demandé, des lignes auxiliaires suivant un tracé déterminé, et passant par des bureaux tandems. Dans ce cas, la traduction est réalisée au moyen de commutateurs semblables à des chercheurs d'appel; ceux-ci sont en effet des commutateurs à 50 ou même à 100 directions.

Supposons par exemple un réseau comptant au maximum 50 bureaux; à chaque enregistreur sera joint un commutateur traducteur à 50 directions, dont chaque direction correspondra à 1 bureau. Lorsque les deux premiers chiffres transmis auront été enregistrés dans les deux premiers combineurs numériques le commutateur traducteur se mettra en marche; au moyen d'un répartiteur intercalé entre ce commutateur et les deux premiers combineurs numériques, des liaisons seront établies entre les contacts de ces organes, de façon que si par exemple la communication enregistrée sous les deux premiers chiffres 34 doit être aiguillée vers le bureau 27, un circuit se ferme entre les deux premiers balais du

commutateur traducteur quand celui-ci arrive à la position 27, le premier combineur numérique à la position 3 et le deuxième à la position 4, et le commutateur s'arrête.

Dans cette même position 27, les autres balais du commutateur traducteur actionneront les organes préposés à la commande des deux premiers sélecteurs, qui seront distincts cette fois des combineurs numériques chargés de la réception des impulsions du poste d'abonné, et qui pourront être par exemple des relais compteurs. La première série de relais sera excitée jusqu'au relais 2, la seconde jusqu'au relais 7, et la connexion s'établira comme si le numéro de l'abonné demandé avait commencé par 27 au lieu de 34.

FONCTIONNEMENT DU SÉLECTEUR.

Nous savons que le fonctionnement d'un sélecteur de lignes auxiliaires se divise en deux phases. Dans la première, l'arbre sélecteur de balais est mis en mouvement, et, sous la commande de l'enregistreur, s'arrête dans une position telle que celui de ses 10 doigts dont le rang correspond au chiffre transmis déclanchera les balais qui doivent explorer le niveau correspondant : c'est la sélection numérique. Dans la seconde, l'arbre porte-balais se met à tourner, et le groupe de balais, mis en position de travail par la rencontre du doigt de l'arbre sélecteur de balais, parcourt les contacts du niveau correspondant jusqu'à ce qu'une ligne auxiliaire libre soit trouvée : c'est la sélection automatique.

SÉLECTION NUMÉRIQUE (RP EN POSITION 6) (*fig. 142*). — Nous avons vu dans la commande des sélecteurs par l'enregistreur le principe de l'envoi des impulsions inverses. Au moment où le combineur RP du circuit de connexion passe de la position 5 à la position 6, l'arbre sélecteur de balais P_2 du premier sélecteur est mis en mouvement, comme nous l'avons vu, par c_6 et le contact de travail du relais de commande $G lr$. Le mécanisme interrupteur INT_2 entraîné par cet arbre se compose, comme nous l'avons vu, d'une couronne doublement crénelée, qui met alternativement à la terre ou isole les ressorts b et c , dès que la partie métallique de la couronne a été mise à la terre elle-même, c'est-à-dire dès que l'arbre sélecteur de balais a quitté sa position de repos.

Glr reste excité en permanence jusqu'au moment où, la dernière impulsion transmise par le ressort c de l'interrupteur mettant en court circuit le relais Osr de l'enregistreur, selon le mécanisme décrit plus haut, le relais Fcr coupe le circuit du fil d , ou circuit des impulsions inverses; Glr retombe alors dès que le ressort c est isolé, mais à ce moment P_2 reste excité par le ressort b jusqu'au moment où celui-ci est isolé au passage d'une partie isolante de la couronne. Le rôle du ressort b est donc de bien préciser la position d'arrêt de l'arbre sélecteur de balais.

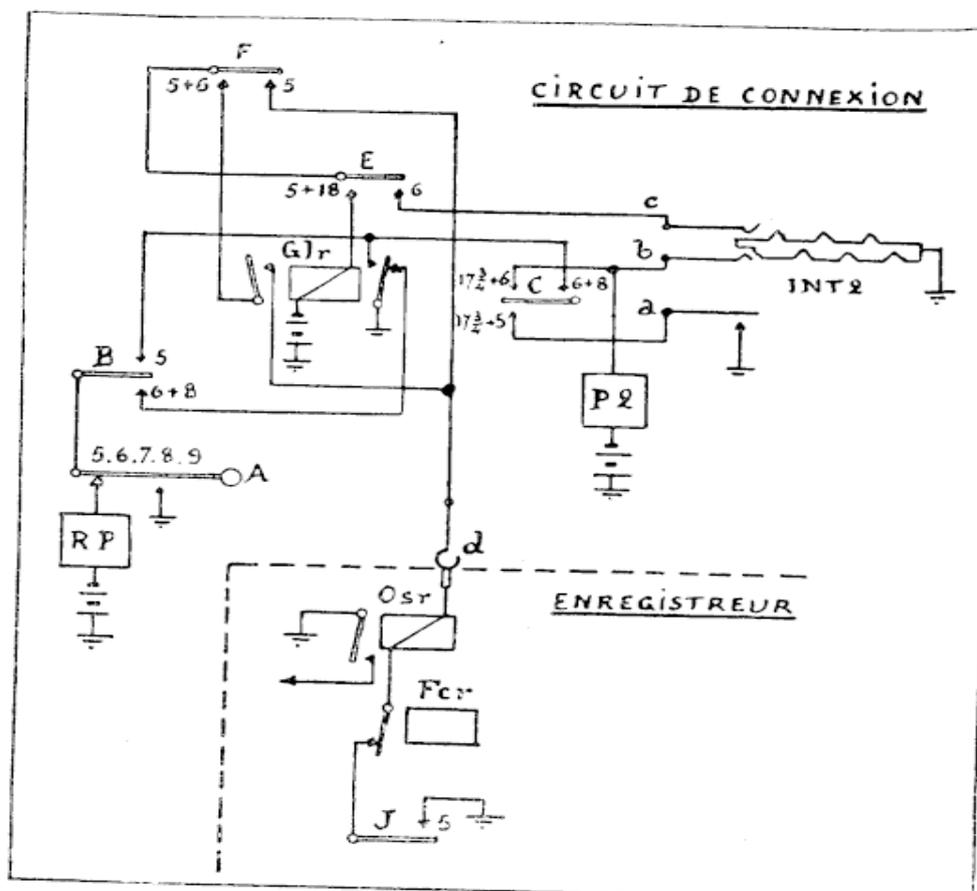


Fig. 142. — Sélection numérique du premier sélecteur.

Glr en retombant fait passer RP de la position 6 à la position 7 (sélection automatique). Un peu avant qu'il arrive à cette position, le circuit de Glr est fermé de nouveau (fig. 143) par E (5 à 18),

F (6 à 8) le contact de repos du relais d'essai *G tr* et le contact de travail du relais d'alimentation *C sr*, toujours fermé par le circuit de contrôle de l'enregistreur. *G tr*, attiré de nouveau, arrête RP en position 7.

SÉLECTION AUTOMATIQUE (RP EN POSITION 7). — L'électro de commande P_1 de l'arbre porte-balais est alors excité par C_7 et le

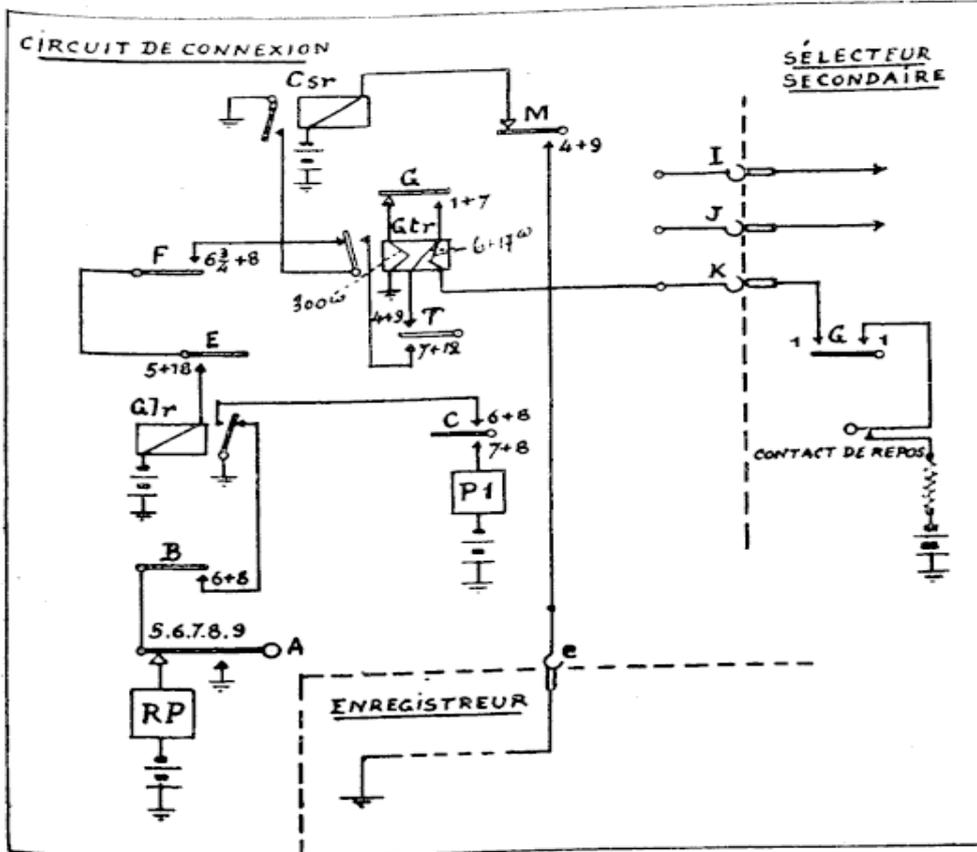


Fig. 143. — Sélection automatique du premier sélecteur.

contact de travail de *G tr*. Cet arbre se met à tourner, le groupe de balais qui rencontre un doigt de l'arbre sélecteur de balais est déclenché, et ces balais se mettent à frotter sur les contacts de ligne auxiliaire du niveau correspondant. Les contacts de troisième fil (K) des lignes occupées sont isolés, et l'arbre continue à tourner jusqu'à ce que le balai K rencontre une ligne libre, ce qui est caractérisé par la

position 1 du combineur du sélecteur auquel elle aboutit : dans cette position, un contact de ce combineur met le potentiel de la batterie à travers une résistance d'environ 300^m sur le troisième fil. Le relais d'essai *G tr* du sélecteur en mouvement est alors excité par deux de ses enroulements en série, et attire son armature, ce qui met en dérivation (par *T₇* et le contact de travail de *C sr* toujours excité) son troisième enroulement à faible résistance (6^m), et ouvre le circuit du relais de commande *G br*. (Notons en passant que le même relais d'essai *G tr* est déjà intervenu deux fois au cours de la même connexion, pour la recherche d'une ligne appelante par le chercheur secondaire, puis pour la recherche d'un enregistreur libre.)

G br, en laissant retomber son armature, ouvre le circuit de *P₁*, ce qui arrête le mouvement de rotation de l'arbre porte-balais, et ferme le circuit de l'électro *RP* du combineur qui passe en position 8. Dans cette position *G tr* est toujours attiré (à moins que *C sr* n'ait relâché son armature), le circuit de *G br* est donc toujours ouvert; *RP* ne s'y arrête donc pas et passe à la position 9. Cette position 8 sert seulement à la libération prématurée, au cas où, le demandeur ayant raccroché, *C rs* est retombé sous l'action du relais *I sr* de l'enregistreur. En position 9, *RP* a son circuit coupé en *B* et s'arrête.

La faible résistance du troisième enroulement de *G tr* empêche le relais *G tr* d'un autre sélecteur d'être actionné, quand cet autre sélecteur passe sur la même ligne; ultérieurement, quand le second sélecteur a été actionné, la grande résistance de son relais de maintien en série sur le troisième fil de ligne fait retomber *G tr* du premier sélecteur et la ligne reste gardée.

FONCTIONNEMENT DU DEUXIÈME SÉLECTEUR. — Nous venons de voir le fonctionnement du premier sélecteur. Dès que sa double sélection est terminée, son combineur passe en position 9 (position de sélections ultérieures). Dans cette position ses deux balais de fils de ligne *I* et *J*, en contact avec les deux fils de ligne auxiliaire aboutissant au second sélecteur, sont mis en relation par les contacts *L₉* et *N₉* (*fig. 144*) avec les fils *d* et *c* du chercheur d'enregistreur et par là avec le circuit des impulsions inverses de l'enregistreur (qui devient bifilaire à partir de ce moment).

Le circuit du relais de commande *SG br* du second sélecteur se ferme à travers ce circuit d'impulsions inverses, c'est-à-dire les deux

fil de ligne et le relais *O sr* de l'enregistreur, au moment où le combineur de commande *R₅* de cet enregistreur passe en 10, c'est-à-dire au moment où la deuxième sélection numérique peut commencer.

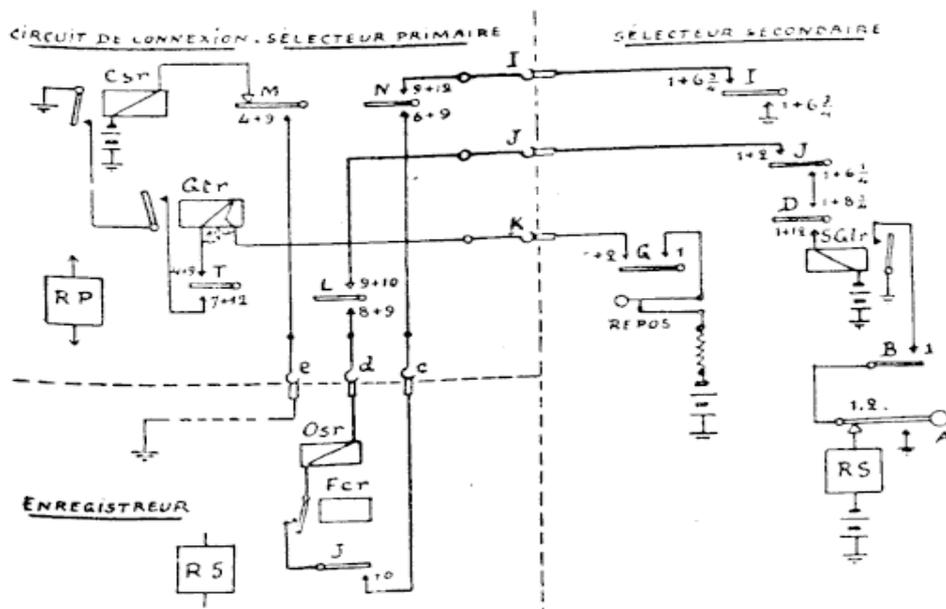


Fig. 144. — Fonctionnement du deuxième sélecteur.

A ce moment, *SG tr* fait passer en position 2 le combineur *R S*, et fait démarrer l'arbre sélecteur de balais du deuxième sélecteur; le mécanisme interrupteur de celui-ci court-circuite par intermittence les deux fils de ligne, et par suite l'enroulement du relais *O sr*, récepteur d'impulsions inverses. Le deuxième combineur numérique revient pas à pas à sa position de repos selon le mécanisme déjà étudié. Le relais d'arrêt *F cr* de l'enregistreur est alors actionné, coupe le circuit des impulsions inverses, et *SG tr* se trouve privé de courant dès que cesse le dernier court-circuitage des deux fils de ligne. La deuxième sélection numérique est alors terminée.

La sélection automatique du deuxième sélecteur se fait comme celle du premier. S'il y a d'autres sélecteurs de lignes auxiliaires, leurs deux sélections se font comme celles du deuxième sélecteur. Chaque sélecteur comporte un relais d'essai *SG tr* pour l'essai des lignes auxiliaires, un relais de commande *SG tr* pour la commande des électros d'embranchement, et un relais de maintien *SG er*, en série

sur le troisième fil de la ligne auxiliaire venant du sélecteur précédent.

FONCTIONNEMENT DU SÉLECTEUR FINAL.

Le sélecteur final (ou connecteur) effectue deux sélections numériques, la première correspondant au chiffre des dizaines, la seconde correspondant au chiffre des unités.

La première sélection, celle des dizaines, se fait comme les sélections numériques précédentes; mais quand elle est terminée, le combineur du sélecteur final, au lieu de mettre automatiquement en mouvement le chariot porte-balais pour la recherche d'une ligne libre, rétablit le circuit d'impulsions inverses par les deux fils de

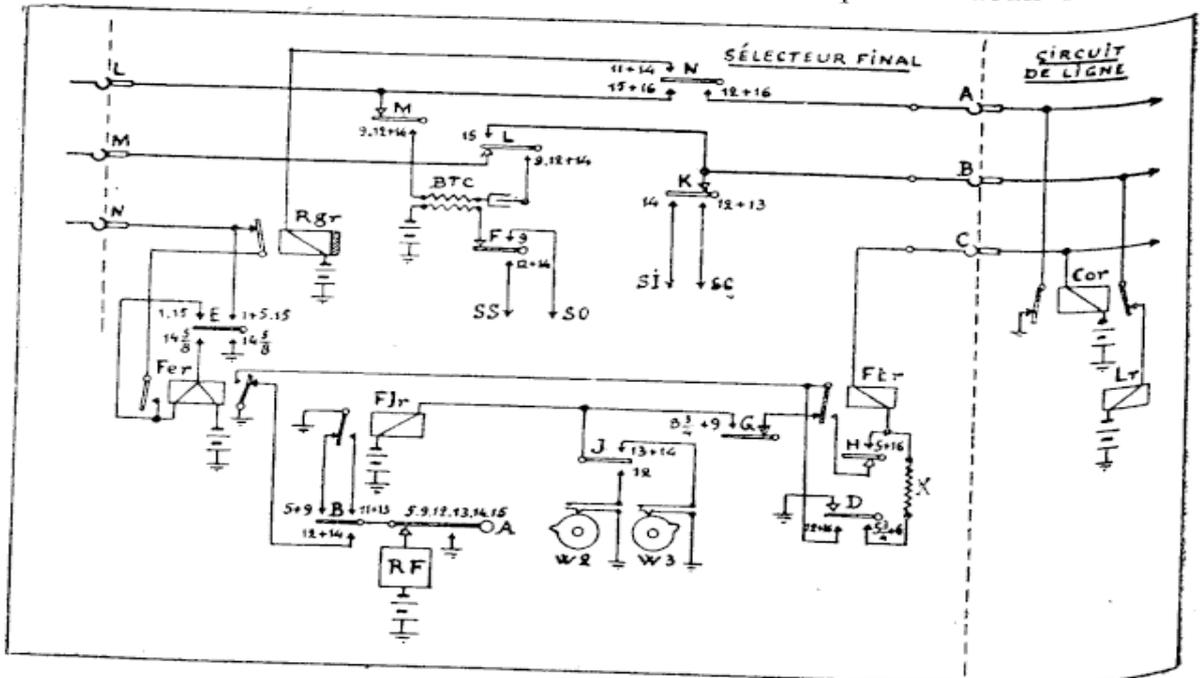


Fig. 145. — Fonctionnement du sélecteur final.

ligne et l'enregistreur; ce circuit est fermé seulement quand le combineur de commande R_5 passe en 16, c'est-à-dire quand l'enregistreur est prêt à commander la sélection des unités. A ce moment l'arbre porte-balais se met en marche, et la couronne interruptrice du sélecteur final produit les impulsions inverses en mettant en court circuit les deux fils de ligne suivant le procédé déjà décrit.

Ces impulsions inverses reçues dans le relais O_{sr} de l'enregistreur

font revenir le combineur numérique des unités à sa position de repos. A ce moment si l'abonné demandé appartient à une centaine impaire, le relais d'arrêt de l'enregistreur fonctionne et coupe le circuit des impulsions inverses, ce qui arrête, suivant un processus semblable à ceux déjà décrits, le mouvement de l'arbre porte-balais, et la sélection est terminée.

Si le numéro demandé appartient à une centaine paire, le circuit d'arrêt n'est pas fermé, le mouvement continue, et le combineur numérique des unités refait un tour complet avant que le circuit d'arrêt ne soit fermé. L'arbre porte-balais fait donc dix pas de plus et ses balais se trouvent en regard de la ligne portant le numéro d'unité enregistré dans la deuxième centaine.

Ces diverses opérations se succèdent pendant que le combineur RF du sélecteur final, parti de la position 1, a occupé les positions 2 à 5 (fig. 145).

TEST. — Au moment où la sélection est terminée, et où le circuit des impulsions inverses est définitivement ouvert, le relais de commande *F tr* retombe; le circuit du combineur RF est alors fermé par B_5 , et le combineur quitte la position 5.

En passant à la position $5\frac{3}{4} + 6$, il ferme en D le circuit comprenant le relais d'essai *F tr* du sélecteur, le balai C, le troisième fil et le relais de coupure COR de l'abonné demandé; si cet abonné est libre, il n'y a pas de dérivation sur le troisième fil, et le relais *F tr* est excité. Il reste ensuite excité par H, son propre contact de travail, et le contact de travail du relais de maintien *F er*. *F er* est en effet actionné depuis que le sélecteur final a été pris par le sélecteur précédent, par un circuit comprenant d'abord E en position 1, puis après que le combineur a quitté la position 1, le contact de travail de *F er*, le contact et le balai N, le troisième fil de la ligne auxiliaire et le relais SG *tr* du sélecteur précédent.

F tr étant excité, le circuit du relais de commande *F tr* reste ouvert quand le combineur passe en position 9, l'électro de celui-ci reste excité par B_9 et le contact de repos de *F tr*, et le combineur passe en position 12, où commence l'appel.

OCCUPATION. — Si l'abonné demandé est occupé, son relais de coupure *C or* est en série avec des relais de faible résistance ohmique

(relais de maintien *L hr* et *L er* des chercheurs s'il est demandeur, relais *F tr* mis directement à la terre d'un autre sélecteur final s'il est demandé). Au moment où le contact D du combineur ferme pour la première fois (en $5\frac{2}{3}$) le circuit du relais *F tr* sur le troisième fil, ce relais est en série avec une résistance X (supprimée ensuite quand *F tr* a fermé son propre circuit par le contact H). Dans ces conditions la différence de potentiel entre le troisième fil de l'abonné demandé et la terre est trop faible, pour que le relais *F tr* puisse fonctionner, et son armature reste au repos.

Un peu avant d'arriver en 9, le combineur ferme en G le circuit de *F lr* par le contact de repos de *F tr* et le contact de travail de *F er*; le circuit de l'électro RF est alors ouvert, et il s'arrête en 9 (position d'occupation).

Les deux fils de ligne vers le demandeur sont alors reliés par M et L au secondaire d'une bobine BTC dont le primaire est fermé par F₉ sur le signal d'occupation SO. Le demandeur entend ce signal.

APPEL. — En arrivant en 12, le combineur relie le fil A côté demandé par N au relais lent *R gr*, peu sensible au courant alternatif, et à la batterie; le fil B est relié par K₁₂ à un circuit d'appel immédiat SC, de façon que l'abonné demandé commence à être appelé le plus tôt possible.

D'autre part en J₁₂, le circuit de *F lr* est relié à un interrupteur à came W₂, dont le premier passage ferme le circuit de *F lr*, ce qui fait passer le combineur de la position 12 à la position 13. L'appel immédiat, ininterrompu, continue en K₁₃. Un autre interrupteur à came W₃ ferme encore le circuit de *F lr* à son premier passage, par J₁₃ et le combineur passe à la position 14, où l'appel continu cesse pour faire place à l'appel intermittent, le fil de ligne B étant relié par K₁₄ à la source d'appel intermittent SI.

Pendant ce temps la ligne côté demandeur est reliée par M₁₂₊₁₄ et L₁₂₊₁₄ à la bobine BTC dont le primaire est fermé par F₁₂₊₁₄ sur le signal de sonnerie SS. Le demandeur entend ce signal.

RÉPONSE DE L'ABONNÉ DEMANDÉ. — Quand l'abonné demandé répond, le relais de rupture d'appel *R gr* est attiré et ouvre son contact de repos; le circuit du relais *F er* est ouvert, son armature retombe et par B₁₄ ferme le circuit de RF, le combineur passe en position 15

et l'appel cesse. Les contacts L et N ferment le circuit de conversation.

Le circuit du relais de maintien *Fer* et du troisième fil de la ligne auxiliaire ayant été ouvert, le relais d'essai *SGtr* du sélecteur précédent retombe un instant et fait passer le combineur de ce sélecteur en position de conversation, mouvement qui se transmet de proche en proche jusqu'au deuxième sélecteur.

Avant même que le combineur du sélecteur final n'ait atteint la position 15, le circuit de *Fer* a été rétabli par E en position 15 $\frac{2}{8}$, et le circuit du troisième fil de la ligne auxiliaire, interrompu un court instant, est aussitôt rétabli.

CIRCUIT DE CONNEXION. — Le premier sélecteur est resté en position 9 pendant toutes les opérations de sélection qui ont suivi les siennes propres; la sélection terminée, le relais *Csr*, d'alimentation du demandé, jusqu'alors branché sur le circuit de contrôle de l'enregistreur (voir *fig. 135*), retombe et fait passer le combineur de la

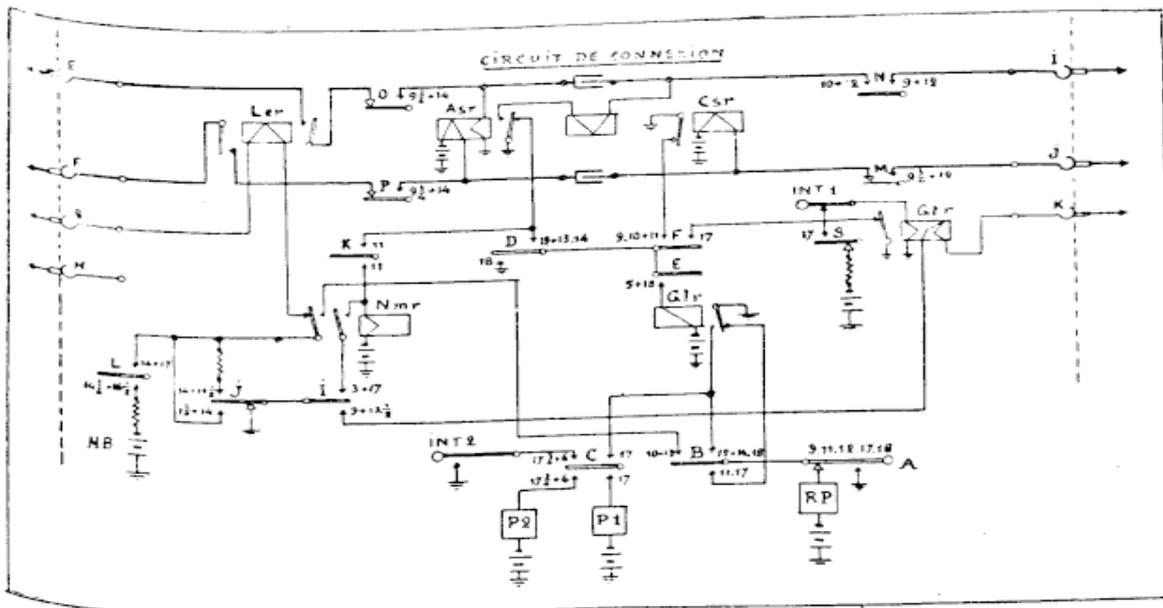


Fig. 146. — Circuit de conversation et libération.

position 9 à la position 11 (*fig. 146*). Dans cette position le circuit de conversation est fermé par ses condensateurs, et l'abonné deman-

deur peut entendre les signaux d'occupation ou de sonnerie émanant du sélecteur final.

Quand le demandé répond, le relais *Csr* est excité de nouveau, il fait retomber le relais *Glr* et le combineur passe à la position 12 ou position de conversation. Dans cette position, la libération passe sous la commande du relais *Asr*, relais d'alimentation du demandeur. Le circuit de conversation est fermé par les deux condensateurs, le demandeur est alimenté par *Asr* et le demandé par *Crs*.

ENREGISTREMENT DE LA COMMUNICATION. — Quand le demandeur raccroche, l'armature de *Asr* retombe, le circuit de *Glr* est fermé par E_{12} , D_{12} et le contact de repos de *Asr*, et l'électro RP a son circuit fermé par B_{12} et le contact de repos de *Glr*. Le combineur quitte la position 12.

Le relais de non-comptage *Nmr* ne peut fonctionner que si le combineur est en position 11 en même temps que *Asr* est désexcité. Il ne peut donc fonctionner dans une communication normale.

Le circuit du troisième fil de l'abonné demandeur est fermé par son relais de coupure *Cor*, le relais de maintien *Lhr* du chercheur primaire et le relais de maintien *Lcr* du chercheur secondaire ou circuit de connexion; il est mis à la terre jusqu'en $14\frac{1}{2}$ par le contact J du combineur RP. En $14\frac{3}{4}$ et jusqu'en $16\frac{1}{2}$, le contact L substitue à cette terre le pôle + de la batterie de comptage MB dont le pôle — est à la terre, et dont le voltage s'ajoute par conséquent à celui de la batterie centrale (dont le pôle + est à la terre) dans le circuit du relais de coupure et du compteur. Celui-ci est en conséquence actionné et marque une communication. •

RETOUR DES ORGANES AU REPOS. PREMIER SÉLECTEUR. — En arrivant en 17 (les positions entre 12 et 17 ne sont que de passage) le combineur ferme le circuit de *Glr* par F_{17} et le contact de repos de *Gtr* (dont le circuit a été coupé depuis $12\frac{1}{2}$ en I). *Glr* ferme par C_{17} le circuit de l'électro de commande P_1 de l'arbre porte-balais, qui se met en marche pour achever sa révolution complète et revenir à sa position de repos. En passant devant le rouleau de réenclanchement le groupe de balais déclanché revient au repos. A la fin de la révolution, un contact provoqué par la couronne interruptrice INT, excite momentanément par S_{17} le relais *Gtr*, qui ouvre le circuit

de *G lr*. L'armature de *G lr* ferme en arrivant au repos le circuit de RP par B_{17} et le combineur passe en position 18. Le circuit de P_1 est coupé, et l'arbre porte-balais s'arrête.

Avant d'arriver à la position 18, le combineur ferme en $C_{17 \frac{3}{4}}$ un circuit pour l'électro de commande P_2 de l'arbre sélecteur de balais par la terre de la couronne interruptrice INT_2 . L'arbre sélecteur de balais revient au repos et coupe la terre en INT_2 , ce qui l'arrête.

En arrivant en 18, le combineur excite à nouveau *G lr* par E_{18} et D_{18} ; celui-ci ferme à nouveau par B_{18} le circuit de l'électro de RP, qui passe de 18 à 1. Tout est alors au repos dans le premier sélecteur.

CHERCHEURS. — Aussitôt après le fonctionnement du compteur, le circuit du troisième fil de l'abonné demandeur est coupé en L. Le relais de coupure *Cor* et les deux relais de maintien des chercheurs *L hr* et *L er* reviennent au repos; le circuit de conversation est ouvert, mais les deux chercheurs restent dans la position où ils étaient arrêtés; la ligne de l'abonné est remise sur relais d'appel *L r*.

AUTRES SÉLECTEURS. — Dès que le combineur du premier sélecteur a quitté la position 12, le circuit du troisième fil de la ligne auxiliaire est coupé au contact T (*fig. 143*); le relais de maintien *SG er* du second sélecteur (voir *fig. 144*) retombe et ferme un circuit qui fait passer le combineur à la position suivante; les différentes manœuvres de retour au repos se succèdent comme ci-dessus, et se propagent de proche en proche jusqu'au relais de maintien *F er* du sélecteur final. Celui-ci en retombant au repos ferme le circuit de l'électro de commande RF du combineur; celui-ci passe de la position de conversation, 15, à la position suivante, dans laquelle un circuit est fermé par le relais *F lr* et les deux fils de ligne côté demandé; si l'abonné demandé n'a pas encore raccroché, le relais *F lr* est attiré et empêche le combineur d'aller plus loin, maintenant le sélecteur final en prise. Dès que l'abonné demandé raccroche, *F lr* retombe et le combineur passe à la position de libération: les manœuvres de retour au repos du sélecteur final se succèdent comme ci-dessus.

LIBÉRATION SANS COMPTAGE. — Si l'abonné est occupé ou ne répond pas, le relais d'alimentation *C sr* du demandé n'est pas excité

et le combineur du premier sélecteur RP reste en position 11 où il est passé quand C *sr* est retombé à la fin de la sélection. Quand le demandeur raccroche, un circuit se ferme par le relais N *mr*, K₁₁ et le contact de repos de A *sr*; N *mr* coupe le circuit du troisième fil du demandeur et se colle jusqu'en 17. Le demandeur et le chercheur primaire sont donc libérés sans que le compteur ait pu fonctionner; en même temps N *mr* ferme un circuit par B₁₁ pour l'électro du combineur qui passe en 12 sans s'y arrêter et continue, provoquant le retour au repos comme ci-dessus.

LIGNES AUXILIAIRES A DEUX FILS. — Jusqu'à présent nous avons supposé que tous les organes étaient à l'intérieur d'un même bureau, et qu'il n'y avait pas d'inconvénient à constituer des lignes auxiliaires à 3 fils.

Si au contraire le réseau comporte plusieurs bureaux automatiques, il y a intérêt à réduire à deux le nombre de fils des lignes auxiliaires entre ces bureaux, c'est-à-dire, si un seul étage de sélection est suffisant au bureau de départ, entre les sélecteurs primaires du bureau de départ et les sélecteurs secondaires du bureau d'arrivée. De plus, l'abonné demandé doit être alimenté par un organe placé dans son propre bureau, et non plus par le sélecteur primaire placé au bureau de départ.

La figure 147 indique la différence entre les schémas de connexion dans les deux cas. Dans le cas d'une connexion entre deux bureaux différents, le troisième fil des lignes auxiliaires sortantes au bureau de départ est relié à la batterie par une résistance placée dans le bureau de départ même. Le relais G *tr* fonctionne comme à l'ordinaire, mais ne retombe que quand le combineur RP du sélecteur primaire quitte la position de conversation.

L'abonné demandé est alimenté par le relais S *sr* placé au sélecteur secondaire, où des condensateurs assurent également la continuité du circuit de conversation et la séparation des circuits d'alimentation. Toutefois ces condensateurs ne sont mis en circuit, par le combineur, que quand la sélection est terminée, le circuit des impulsions inverses, qui emprunte les deux fils de la ligne auxiliaire, devant rester métallique entre l'enregistreur placé au bureau de départ et les différents sélecteurs placés au bureau d'arrivée.

A la libération, le sélecteur primaire se met en marche, comme

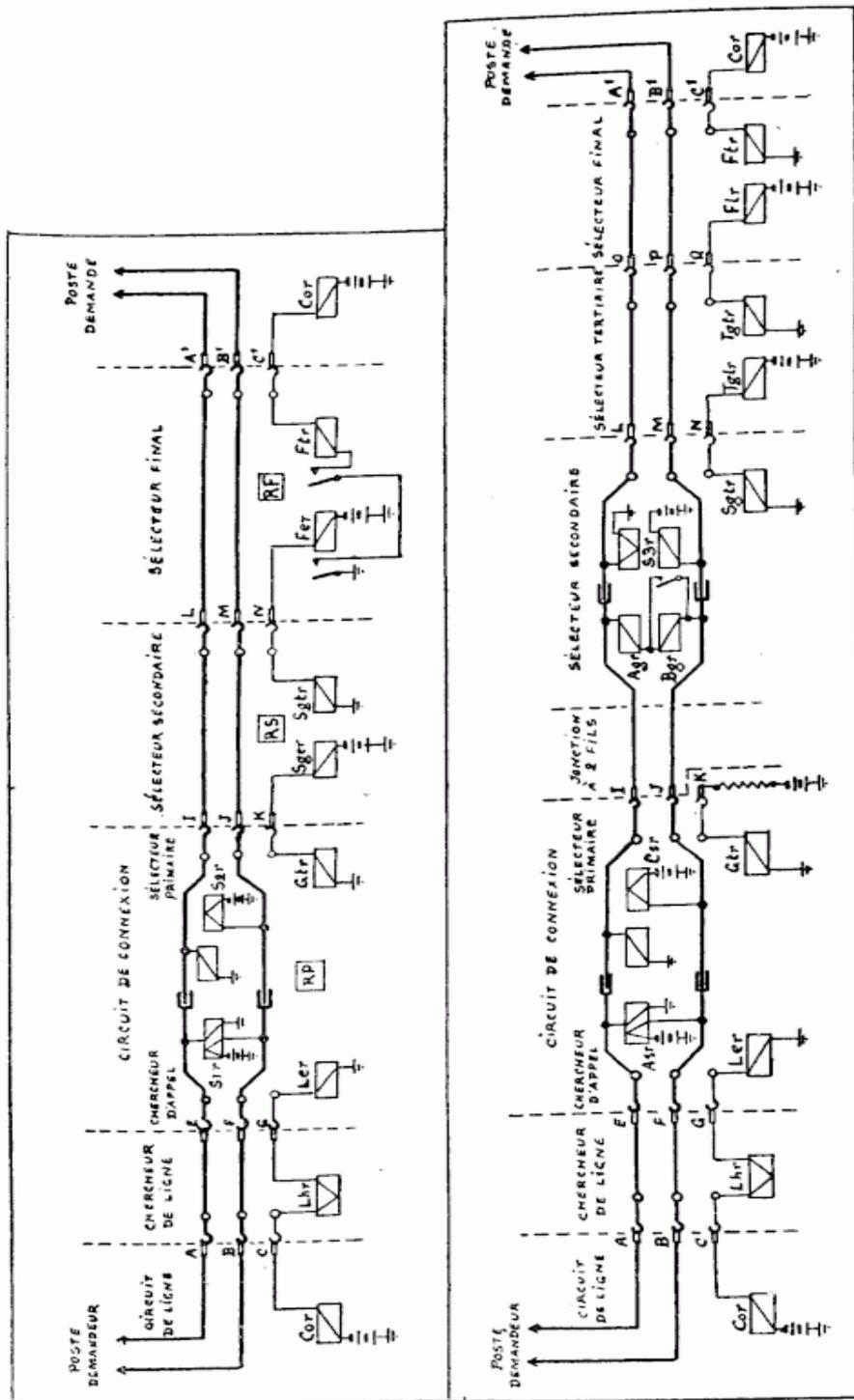


Fig. 147. — Schéma des connexions entre deux abonnés d'un même bureau ou entre deux abonnés de bureaux différents.

nous l'avons vu, au raccrochage du demandeur; dès que ses balais quittent les contacts de la ligne auxiliaire sortante, les relais A_{gr} et B_{gr} du sélecteur secondaire, qui recevaient par la ligne le courant du bureau de départ, retombent et provoquent la libération des organes du bureau de départ, dans l'ordre déjà décrit.

La supervision et le fonctionnement du compteur sont commandés par le relais d'alimentation du demandé S_{zr} , qui court-circuite quand le demandé est à l'appareil, le relais B_{gr} à grande résistance. Le relais A_{gr} étant à faible résistance, le relais C_{sr} du sélecteur primaire reproduit le fonctionnement du relais S_{zr} , et fonctionne donc pour les communications sortantes comme pour les communications intérieures.

Dans tous les cas, la disponibilité d'une ligne auxiliaire est indiquée par l'existence sur les contacts de son troisième fil d'un potentiel suffisamment élevé, et à travers une résistance suffisamment faible, pour qu'un relais d'essais G_{tr} ou SG_{tr} puisse être excité.

L'inconvénient du procédé simple, qui vient d'être décrit pour réduire de 3 à 2 le nombre de fils d'une ligne auxiliaire, est que le ligne redevient disponible au départ dès que le sélecteur qui l'avait prise quitte ses contacts, avant même que l'organe qui la termine au bureau d'arrivée ne soit revenu à sa position de repos. De même l'occupation pour essai, ou par suite de dérangement, d'un sélecteur d'arrivée ne rend pas automatiquement indisponible au départ la ligne qui y aboutit.

Pour éviter cet inconvénient, il est nécessaire de caractériser la disponibilité d'une ligne auxiliaire à l'arrivée par l'existence d'un potentiel déterminé sur un des deux fils de ligne; par exemple, le premier fil de ligne est à la terre à l'arrivée quand le sélecteur d'arrivée est au repos, ou quand il est en position de transmission d'impulsions inverses, et cette terre est supprimée dans les opérations subséquentes et en position de conversation. Par conséquent, pour qu'un sélecteur au bureau de départ ne s'arrête que sur une ligne auxiliaire libre aux deux extrémités, il faut qu'il ne s'arrête que s'il trouve le potentiel de la batterie sur le troisième fil, et la terre sur le premier fil; un des relais normaux du premier sélecteur lui permet de faire l'essai du premier fil. Si l'une quelconque de ces deux conditions n'est pas remplie, le sélecteur ne s'arrête pas et continue sa recherche.

Si l'on veut faire l'essai d'un sélecteur, ou si l'on veut pour une cause quelconque marquer occupée au départ la ligne qui y aboutit, il suffit donc d'enlever la terre sur le premier fil.

LIGNES D'ABONNÉS A PLUSIEURS LIGNES. — Lorsqu'une même installation d'abonné est reliée au bureau central par plusieurs lignes, ces lignes sont rangées les unes à la suite des autres sur les contacts d'un même niveau du sélecteur final. L'abonné demandeur compose sur son disque le numéro correspondant à la position de la première, numéro seul porté à l'annuaire; le sélecteur final doit alors essayer successivement toutes les lignes du même abonné, et s'arrêter sur la première libre; si toutes sont occupées, il doit s'arrêter sur la dernière et envoyer au demandeur le signal d'occupation, sans établir la connexion.

Le schéma du sélecteur final est dans ce cas modifié comme l'indique la figure 148.

Lorsque le sélecteur final arrive sur la première ligne, le relais d'essais *F tr* trouve la batterie sur le troisième fil; il est à ce moment en série avec 100 ohms (*H* est en court circuit, le combineur venant de passer de la position 5 à la position 6) et trouve la terre en $D_{3/1+6}$. Dans ces conditions il peut fonctionner s'il est seul en série avec le relais de coupure du demandé COR, c'est-à-dire si la ligne est libre. *F tr*, en fonctionnant, court-circuite la résistance de 100 ohms et se colle par la terre de l'armature du relais de maintien *F er* au travail; de plus il coupe le circuit de *F tr* qui en retombant ferme le circuit de l'électro du combineur. Celui-ci franchit sans s'y arrêter les positions 6 et 9, et la connexion continue normalement par l'appel, etc.

Si la première libre est occupée. *F tr* en série avec 100 ohms se trouve shunté par un circuit de faible résistance (relais *F tr* mis directement à la terre d'un autre sélecteur final, ou relais de chercheur) et ne fonctionne pas. Le relais *F tr* trouve dans ces conditions une terre en position 6 par G_6 , le contact de repos de *F tr* et le contact de travail de *F er* et le combineur RF s'arrête en position 6 (position de recherche d'une ligne dans un groupe).

De plus l'électro de commande de l'arbre porte-balais a son circuit fermé également par *F tr* et l'arbre se remet à tourner. Lorsqu'il arrive devant une ligne libre, *F tr* (toujours en série avec 100 ohms)

est excité, fait retomber *F tr*, l'arbre porte-balais s'arrête, et le combineur quitte la position 6.

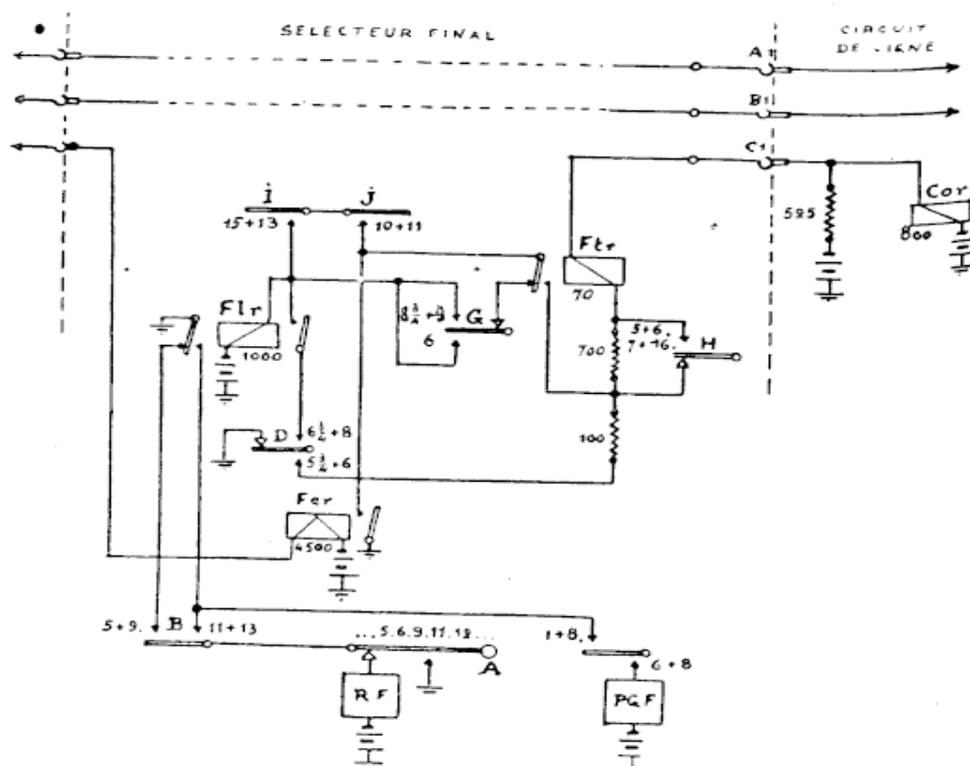


Fig. 148. — Sélecteur final pour abonnés à plusieurs lignes.

La dernière ligne du groupe est pourvue d'un équipement spécial consistant en une résistance de 525 ohms shuntant le relais de coupure de 800 ohms. Dans ces conditions, même si elle est occupée, le relais *F tr* est parcouru par un courant suffisant pour le faire fonctionner, et l'arbre porte-balais s'arrête.

Si cette dernière ligne est occupée également, le contact H, en s'ouvrant entre 6 et 7, met 700 ohms en série avec *F tr*; dans ces conditions *F tr* retombe, puisqu'il est shunté par un autre circuit de faible résistance, et reste ensuite au repos; lorsque le combineur arrive en position $8\frac{1}{2}$, il actionne *F tr* par le contact de repos de *F tr*; le combineur s'arrête alors à la position suivante, 9, qui est la position d'occupation, le demandeur reçoit le signal d'occupation et la connexion n'est pas établie.

Si la dernière libre est libre, *F tr* ne retombe pas, même quand il

est en série avec 700 ohms, il reste donc collé; *F* *lr* reste au repos, et le combineur franchit la position 9 d'occupation pour passer à la position d'appel.

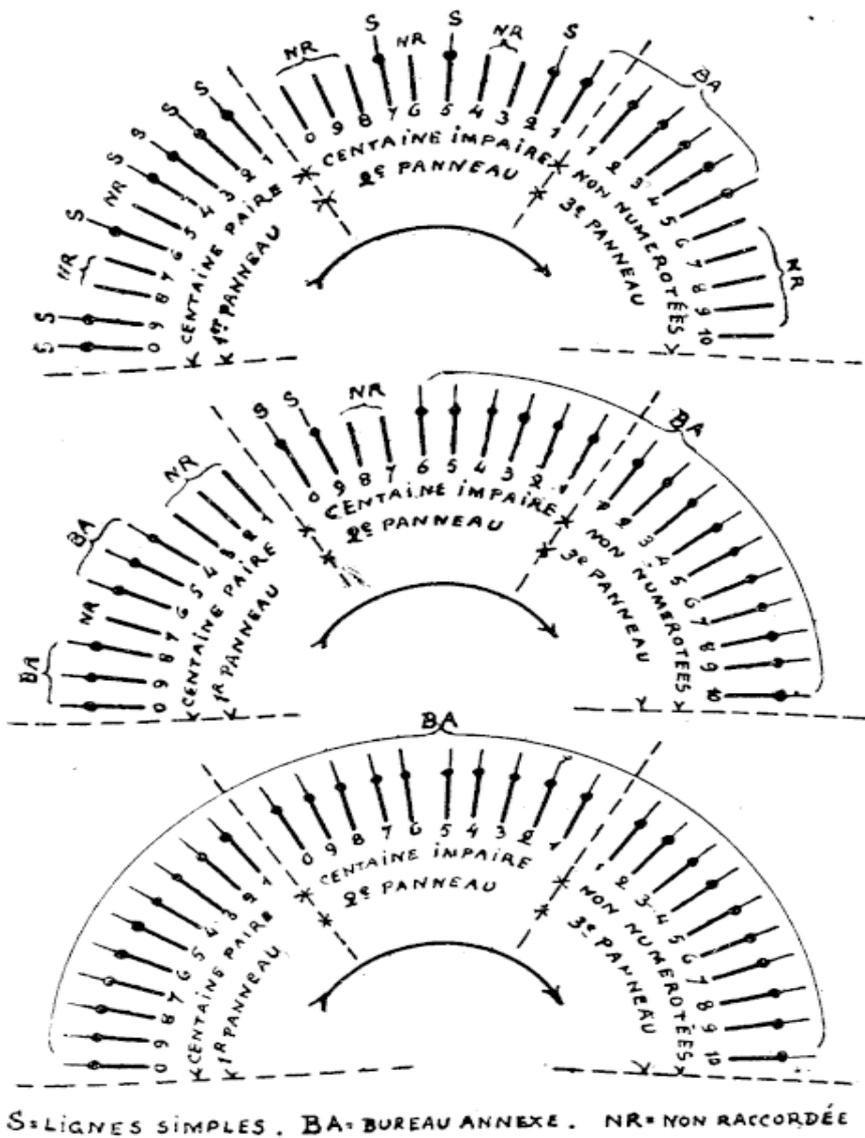


Fig. 149.

La dernière ligne de chaque groupe doit donc être seule pourvue d'un équipement spécial. Si sur les contacts des mêmes sélecteurs

finals sont mélangées des lignes simples et des lignes d'abonnés à plusieurs lignes, les lignes simples doivent également être munies de la résistance shuntant le relais de coupure, de façon que le sélecteur final ne passe pas à la suivante si elles sont occupées.

Ce mélange présente certains inconvénients : outre une dépense de courant plus importante, il oblige à munir toutes les lignes d'abonné non équipées d'un équipement mettant la batterie sur le troisième fil; en effet le sélecteur final, équipé suivant le dispositif qui vient d'être décrit, ne pourrait s'y arrêter s'il n'y a pas de courant sur le troisième fil; si donc un abonné demande par erreur ce numéro, le sélecteur lui donnerait automatiquement le premier numéro suivant équipé.

Il est donc préférable dans les grands réseaux de grouper les lignes d'abonnés à plusieurs lignes sur des sélecteurs finals spéciaux qui seront seuls équipés suivant le schéma qui vient d'être décrit.

Avec le matériel de type nouveau — sélecteurs à 300 points — un certain nombre de sélecteurs finals ont leur troisième centaine équipée et réservée aux abonnés importants. Si l'on donne à ces abonnés un numéro terminé par un 1 dans une centaine impaire, leur première ligne sera la vingtième de chaque niveau horizontal, il sera donc possible de leur affecter les 10 lignes suivantes sans qu'aucune place supplémentaire soit immobilisée dans le numérotage normal. Les lignes d'abonnés à plusieurs lignes disposées par contre sur les contacts des sélecteurs à 200 points, ou sur les vingt premiers contacts de chaque niveau dans les sélecteurs à 300 points, immobilisent naturellement autant de numéros d'appel qu'il y a de lignes, même si un seul de ces numéros est porté à l'annuaire.

La figure 149 indique différentes combinaisons possibles pour la disposition des lignes d'abonnés à une seule ligne (S), des lignes d'abonnés à plusieurs lignes (BA) et des lignes non raccordées (NA) sur un niveau d'un sélecteur final à 300 lignes. Un même abonné peut avoir jusqu'à 30 lignes explorées successivement par le même sélecteur, et immobilisant 20 numéros seulement.

SIGNALISATION.

La signalisation du système, c'est-à-dire le fonctionnement d'un signal avertisseur chaque fois que l'intervention du personnel de

surveillance et d'entretien est nécessaire, peut être assurée de façon très complète, grâce au grand nombre de combinaisons de circuits que permet de réaliser l'emploi des combineurs.

Si l'intervention du personnel d'entretien n'est nécessaire qu'au bout d'un certain temps, par exemple si telle position des organes normale quand elle ne dure que quelques secondes, devient anormale et risque de compromettre le service quand elle se prolonge quelques minutes, le signal avertisseur est retardé.

Le retard est obtenu, dans le système de la W. E. C^o par le dispositif suivant : un petit solénoïde enroulé autour d'un noyau creux, à l'intérieur duquel passe un axe en fer doux, animé d'un mouvement très lent de rotation permanente. A ce solénoïde est fixé un levier dont l'extrémité peut se déplacer sur un arc de circonférence portant des contacts convenablement espacés. Lorsque aucun courant ne parcourt le solénoïde, le poids du levier le maintient au repos, et il n'est pas entraîné par l'axe. Lorsqu'un courant le parcourt, son noyau évidé est au contact de l'axe par une génératrice quelconque, et l'adhérence devient assez forte pour que le solénoïde soit entraîné ainsi que le levier; si le circuit du solénoïde est fermé assez longtemps, le levier vient au contact des plots ménagés sur son parcours, et ferme le circuit de signalisation; sinon, l'adhérence cesse et le levier revient au repos.

Les principaux circuits de signalisation sont les suivants :

a. Signalisation immédiate :

- 1^o Quand un fusible fond;
- 2^o Quand un arbre de transmission ou de commande s'arrête;
- 3^o Quand le courant de la batterie ou le courant d'appel fait défaut;
- 4^o Quand un enregistreur ne se libère pas par suite d'un défaut dans l'enregistreur lui-même.

b. Signalisation différée :

- 1^o Quand une ligne d'abonné reste en position d'appel, et immobilise un chercheur, un circuit de connexion et un enregistreur sans qu'il soit envoyé d'impulsion d'appel : c'est le cas du faux appel;
- 2^o Quand l'un des deux abonnés ne remet pas son récepteur au crochet à la fin de la communication.

De plus quand un intervalle de temps trop long, par exemple plus de 30 secondes, s'écoule entre deux séries d'impulsions reçues dans l'enregistreur, celui-ci est libéré automatiquement, la rupture se produit; si l'abonné n'a pas raccroché, il reprend un autre circuit de connexion (ou le même) et un autre enregistreur, il reçoit le signal de manœuvre, et s'il n'envoie pas d'impulsions, on se retrouve dans le cas du faux appel. De même si l'abonné n'envoie qu'un nombre de séries d'impulsions inférieur au nombre de chiffres du réseau.

La libération automatique de l'enregistreur est obtenue au moyen d'un dispositif à temps semblable à celui de la signalisation retardée.

FAUX APPELS. — En cas de faux appel, il importe de libérer l'enregistreur assez rapidement, car le nombre de ces organes est assez restreint, et leur immobilisation indue est susceptible, aux heures de plein trafic, de compromettre gravement l'exploitation. L'enregistreur est donc libéré automatiquement au bout de 30 secondes par exemple; à ce moment le circuit de connexion n'est pas libéré, et reste en prise ainsi que le chercheur primaire. Une lampe s'allume au-dessus du chercheur secondaire en prise, ainsi que, si on le désire, sur une table générale de surveillance comportant autant de lampes qu'il y a de circuits de connexion.

Comme il n'est nécessaire d'intervenir que si le faux appel dure assez longtemps, et qu'il serait onéreux de procéder à la localisation de toutes les lignes en faux appel même si celui-ci ne dure que quelques minutes, un second signal, généralement constitué par le scintillement de la lampe de faux appel précédemment allumée fixe, est envoyé au bout de 10 minutes par exemple. A ce moment le personnel d'entretien procède à la localisation de la ligne d'abonné, facilitée par le fait que le numéro de la ligne sur lequel sont arrêtés les balais d'un chercheur est immédiatement indiqué par le tambour gradué.

Des tableaux de référence indiquent où est situé le chercheur primaire correspondant à telle ligne multipliée sur les contacts des chercheurs secondaires et une plaquette de numérotage fixée à chaque baie de chercheurs primaires indique les numéros d'appel des 100 lignes d'abonné multipliées sur cette baie. Il suffit d'ouvrir la ligne au répartiteur pour libérer les chercheurs.

CHAPITRE VIII.

DÉTERMINATION DU NOMBRE D'ORGANES NÉCESSAIRES DANS UN CENTRAL AUTOMATIQUE.

Parmi les organes de connexion utilisés dans les systèmes automatiques, seul le présélecteur primaire, quand cet organe est utilisé, est solidaire de la ligne d'abonné; tous les autres organes peuvent intervenir dans une communication émanant d'un abonné ou d'un autre et doivent par conséquent être accessibles à un certain nombre de lignes d'abonné.

Le nombre des organes de chaque catégorie, pour un nombre de lignes d'abonné déterminé, varie suivant le trafic, et suivant le degré de certitude que l'on consent à donner à chaque abonné qu'il trouvera un organe de chaque catégorie libre et accessible, au moment, quel qu'il soit, où il fera un appel.

Pour que cette certitude fût absolue, il faudrait qu'il y ait à la disposition exclusive de chaque abonné autant d'organes de chaque catégorie qu'il est nécessaire pour qu'il puisse atteindre n'importe quelle autre ligne.

Une installation ainsi conçue serait d'un encombrement et d'un prix de revient inadmissible dans la pratique, et il faut se contenter, au lieu d'une certitude, d'une probabilité telle que le service puisse être considéré comme satisfaisant par la clientèle la plus exigeante. Si par exemple, au moment où il décroche, un abonné a 999 chances sur 1000 de trouver un premier sélecteur libre et immédiatement raccordé à sa ligne, on peut admettre que pour cette partie de la mise en connexion la qualité du service offert est entièrement satisfaisante.

Comme plusieurs opérations de sélection automatique successives s'ajoutent dans une connexion, la probabilité pour que l'ensemble aboutisse sans délai est évidemment inférieure à la probabilité pour que l'une d'entre elles réussisse; si ces opérations sont indépendantes les unes des autres, la probabilité pour qu'une communication

n'aboutisse pas faute d'une ligne disponible, est la somme des probabilités pour que chacune des opérations de sélection successives se heurte à un manque de lignes.

Si donc on veut qu'il y ait 99 chances sur 100 pour qu'une communication aboutisse dans un réseau comprenant présélecteurs primaires, premiers sélecteurs, deuxièmes sélecteurs et connecteurs, il faut que la somme des probabilités pour que chacune des trois opérations successives de sélection automatique se heurte à un manque de lignes, ne dépasse pas $\frac{1}{100}$; si ces trois probabilités sont égales, chacune ne devra pas dépasser $\frac{1}{300}$.

· DONNÉES DU PROBLÈME. — Pour calculer le nombre d'organes de connexion nécessaires dans chaque catégorie, par exemple le nombre de premiers sélecteurs, il faut donc connaître :

1° Le nombre de lignes d'abonnés qui peuvent avoir accès à un même *groupe* de premiers sélecteurs, étant bien entendu que n'importe quelle ligne d'abonné doit pouvoir accéder à n'importe quel premier sélecteur du groupe ⁽¹⁾;

2° Le nombre et la durée des communications susceptibles d'émaner de ces lignes d'abonnés;

3° La probabilité maxima imposée pour que tous les premiers sélecteurs soient occupés simultanément.

La première donnée est fixée par la capacité de sélection du système; la forme sous laquelle elle se présente varie d'ailleurs suivant le sens dans lequel se fait la sélection. S'il s'agit par exemple de présélecteurs individuels explorant des lignes de premiers sélecteurs, le nombre de lignes d'abonné ayant accès à un même groupe de premiers sélecteurs n'est pas fixé *a priori* : c'est au contraire le nombre de premiers sélecteurs constituant un même groupe dont le maximum est déterminé par construction; il est par exemple de 25 dans le cas des présélecteurs rotatifs du type Strowger.

Les données du problème seraient dans ce cas, outre ce maximum de 25, le trafic moyen par ligne d'abonné, et la probabilité maxima imposée pour que les 25 premiers sélecteurs d'un même groupe soient

(1) D'une façon générale, un *groupe* est un ensemble de lignes ou d'organes répondant à la condition suivante : un appel entrant, aiguillé vers ce groupe, peut accéder à n'importe quelle ligne libre ou à n'importe quel organe libre du groupe.

tous occupés : l'inconnue du problème est le nombre de présélecteurs individuels sur les contacts desquels les 25 lignes de premier sélecteur doivent être multipliées.

Prenons au contraire le cas des chercheurs primaires. Le nombre de lignes d'abonné qu'un même chercheur peut explorer est une caractéristique du système; il est par exemple de 500 dans le système Ericsson. Les données du problème sont, dans ce cas, le trafic moyen émanant de ces 500 lignes, et la probabilité maxima imposée pour que tous les chercheurs desservant ces 500 lignes soient occupés : l'inconnue est le nombre de ces chercheurs à installer sur le bâti de 500 lignes.

Dans le premier cas, la capacité maxima du *groupe* est fixée. dans le second cas elle ne l'est pas.

EXPRESSION DU TRAFIC. — Le trafic à écouler est exprimé sous la forme du nombre de conversations-minutes à l'heure la plus chargée. Chaque organe de connexion (sauf les enregistreurs dans les systèmes qui en comportent) est en effet immobilisé pendant toute la durée de la communication entre deux abonnés et l'encombrement moyen est le même s'il s'agit par exemple d'écouler 1000 appels de 3 minutes chacun ou 2000 appels d'une minute et demie.

On considère le trafic dans l'heure la plus chargée parce que l'on admet que c'est la plus grande partie du temps à l'intérieur de laquelle il n'y a pas de période qui soit systématiquement plus chargée qu'une autre; en établissant les statistiques de trafic pour cette heure chargée, qui est toujours la même pour un même réseau, on obtient ainsi des moyennes égales ou supérieures à celles que donnerait tout autre intervalle de temps fixe de la journée.

Comme tous les appels n'immobilisent pas le même nombre d'organes de connexion et ne les immobilisent pas pendant le même temps, il est essentiel de les différencier dans l'établissement des statistiques. Par exemple les appels urbains normaux immobilisent le connecteur pendant la durée de la conversation précédée de la durée d'envoi du courant d'appel et de la sélection des deux derniers chiffres, et les organes précédents pendant une durée égale à celle du connecteur augmentée du temps nécessaire aux opérations de sélection précédentes. Les appels aboutissant à une ligne occupée n'immobilisent le connecteur que quelques secondes. Les appels aboutissant à une annotatrice ou au service des renseignements n'immobilisent qu'un premier sélecteur si ces services sont désignés

par un seul chiffre, etc. Il est donc nécessaire que les statistiques de trafic portent sur ces différentes catégories d'appels, avec les durées observées pour chacune d'elles.

Dans le calcul du nombre d'enregistreurs, il faut faire intervenir non plus les conversations-minutes, mais le nombre d'appels, chaque appel immobilisant un enregistreur pendant un temps à peu près constant pour un nombre de chiffres donné.

FORMULES DE PROBABILITÉ. — Pour établir les formules qui permettent de calculer le nombre d'organes nécessaires en fonction de la probabilité imposée et du trafic à écouler, il est nécessaire de faire intervenir le calcul des probabilités. Il serait trop long d'exposer ici dans le détail les raisonnements et les calculs qui permettent de résoudre les différents problèmes qui se posent et nous nous bornerons à exposer les principaux résultats.

La formule donnant la probabilité P_x pour que x communications aient lieu simultanément est

$$P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!},$$

e étant la base des logarithmes népériens, l'expression $x!$ représentant le produit $1 \times 2 \times 3 \times \dots \times x$, et m étant le nombre moyen de communications simultanées dans le groupe de lignes considérées; en d'autres termes, m est le nombre de conversations-minute écoulées par ce groupe, divisé par 60 (1).

Cette formule est dérivée d'une formule qui a été établie par Poisson; elle suppose : 1° que le nombre de lignes d'où émanent les appels est grand par rapport à m ; 2° que le nombre des organes de connexion et lignes auxiliaires nécessaires pour établir les communications n'est pas limité.

Lorsque le nombre des communications simultanées possibles est limité à une valeur donnée, n par exemple (cas où il n'y a par exemple que n premiers sélecteurs), une formule établie par Erlang donne la

(1) En effet, supposons qu'à chaque minute de l'heure chargée nous comptions le nombre de communications en cours dans le groupe: soient n_1, n_2, n_3, \dots ces nombres, et soit m leur moyenne. Le nombre total de communications-minutes écoulées est égal à $n_1 + n_2 + n_3 + \dots = 60 \times m$. L'expression m peut également être interprétée comme le nombre de conversations-heures.

valeur suivante pour P_x

$$P_x = \frac{\frac{m^x}{x!}}{1 + \frac{m}{1} + \frac{m^2}{1 \cdot 2} + \dots + \frac{m^n}{n!}}$$

on retrouve la formule précédente pour $n = \infty$.

Lorsque le nombre de lignes d'où émanent les appels n'est pas grand par rapport à m , c'est-à-dire lorsque le trafic moyen de chacune de ces lignes est élevé, il faut faire intervenir séparément le nombre N de ces lignes, et la fraction t de l'unité de temps pendant laquelle chacune de ces lignes est occupée en moyenne. Dans ce cas le nombre moyen de communications simultanées est donné par le produit Nt , qui est égal à la valeur m des formules précédentes.

En appliquant le théorème des probabilités composées aux différentes combinaisons qui peuvent se produire, et en supposant que la probabilité d'occupation de chacune des lignes est indépendante de celle des autres, on a la formule

$$P_x = \frac{N(N-t) \dots (N-x+1)}{1 \cdot 2 \dots x} t^x (1-t)^{N-x},$$

soit le terme de rang $x + 1$ du développement du binôme

$$[(1-t) + t]^N,$$

comme le montre facilement la théorie des combinaisons.

Quand N est grand et t petit, le produit Nt étant fini et égal à m , on retrouve facilement, à partir de cette formule, celle de Poisson (1)

$$P_x = e^{-m} \frac{m^x}{x!}.$$

APPLICATION DES FORMULES PRÉCÉDENTES. — Ces formules nous donnent, dans différentes hypothèses, la probabilité pour que x lignes auxiliaires (ou x organes de connexion) soient occupées simultanément. Mais ce qui est intéressant dans la pratique c'est la probabilité pour qu'un appel ne puisse aboutir faute de lignes auxiliaires ou d'organes libres, ou, si l'on veut, le pourcentage des appels perdus.

Or, pour traiter ce problème complètement, il est nécessaire

(1) Voir *Annales des P. T. T.*, septembre 1921.

d'étudier la façon dont sont traités les appels qui se produisent quand tous les organes de connexion auxquels peut accéder cet appel sont occupés. Cette façon varie suivant les systèmes, et même, pour un système donné, suivant la phase de la mise en communication. Par exemple dans un système Strowger à présélecteurs, si un abonné décroche au moment où tous les premiers sélecteurs auxquels peut accéder son présélecteur sont occupés, celui-ci continue à tourner jusqu'à ce que ses frotteurs aient trouvé une ligne libre, ou plutôt libérée par la fin de l'une des communications en cours au moment où l'appel s'est produit. Il ne s'agit donc pas ici d'un appel perdu proprement dit, mais d'un appel différé.

Par contre, si entre deux trains d'impulsions, toutes les lignes auxquelles peut accéder un sélecteur sur un niveau déterminé sont occupées, le sélecteur ne peut revenir en arrière, et l'abonné demandeur doit raccrocher pour recommencer son appel plus tard. C'est donc bien un appel perdu.

Il serait d'ailleurs difficile, dans les systèmes à commande directe sans enregistreurs, de concevoir des sélecteurs à recherche continue, car il faudrait que l'abonné demandeur fût avisé, à un moment quelconque de sa transmission, qu'il doit l'interrompre faute de lignes libres, puis quelques instants après, qu'une ligne s'est libérée et qu'il peut la reprendre.

Dans les systèmes à enregistreurs au contraire, chacun des organes numériques de l'enregistreur ne commençant à commander le sélecteur qui lui correspond que quand le circuit y aboutissant est constitué, la recherche continue peut être réalisée sans autre inconvénient qu'une immobilisation plus prolongée de l'enregistreur et des organes de connexion déjà en prise. Aussi dans ces systèmes n'y a-t-il que des appels différés.

Le pourcentage pur et simple des appels différés n'est d'ailleurs pas suffisant en lui-même pour donner une idée exacte de la qualité du service, car il n'est évidemment pas indifférent qu'un appel soit différé quelques secondes ou quelques minutes; de plus, quand plusieurs appels différés se produisent en même temps sur un même groupe de lignes, les immobilisations supplémentaires qui en résultent tendent à aggraver et à prolonger l'encombrement dans ce groupe. Avec l'appel perdu au contraire, l'abonné demandeur renonçant à obtenir sa communication sur-le-champ et ne renouvelant sa tenta-

tive que quelques instants plus tard, les périodes d'encombrement tendent à être plus courtes.

La théorie complète de ces divers aspects de la question ne paraît pas encore avoir été établie de façon indiscutable. En pratique, pour se rendre compte de la qualité du service, on considère :

a. Soit la probabilité pour que tous les organes auxquels peut accéder un appel soient occupés; on trace des courbes donnant le nombre d'organes en fonction du trafic pour différentes probabilités d'après la formule d'Erlang :

$$\frac{\frac{m^x}{x!}}{1 + m + \frac{m^2}{1.2} + \dots + \frac{m^x}{x!}} = P \quad \text{pour} \quad P = \frac{1}{100}, \quad \frac{1}{200}, \quad \frac{1}{1000}, \quad \dots$$

b. Soit la somme des probabilités pour qu'il se produise plus d'appels qu'il n'y a d'organes disponibles, d'après les formules de Poisson :

$$\sum_{x+1}^{\infty} e^{-m} \frac{m^x}{x!} = P \quad \text{pour} \quad P = \frac{1}{100}, \quad \frac{1}{200}, \quad \frac{1}{1000}, \quad \dots$$

et l'on a ainsi x , nombre d'organes ou de lignes auxiliaires, en fonction de m , nombre moyen de communications simultanées, pour différentes valeurs de la qualité du service.

Au lieu de porter en abscisse la valeur de m en nombre moyen de communications simultanées, ou, ce qui revient au même, comme nous l'avons vu plus haut, le trafic exprimé en conversations-heures, on peut aussi exprimer le trafic en conversations-minutes; la quantité portée en abscisse est alors $60 \times m$.

On a ainsi les courbes représentées par les figures 150, 151 et 152. Les nombres obtenus par l'une ou l'autre formule sont d'ailleurs très suffisamment équivalents pour les besoins de la pratique; ceux obtenus par la formule d'Erlang (nombre de lignes nécessaire pour un même trafic) sont très légèrement inférieurs.

Rappelons les conditions pour que ces courbes soient applicables :

1° Il faut que tous les appels constituant le trafic considéré et exprimé en conversations-heures ou en conversations-minutes soient indépendants les uns des autres, et qu'il n'y ait pas de dispositif de répartition des appels, aiguillant systématiquement un appel

vers un groupe de lignes ou un autre, suivant l'encombrement relatif des différents groupes (cas des présélecteurs secondaires avec

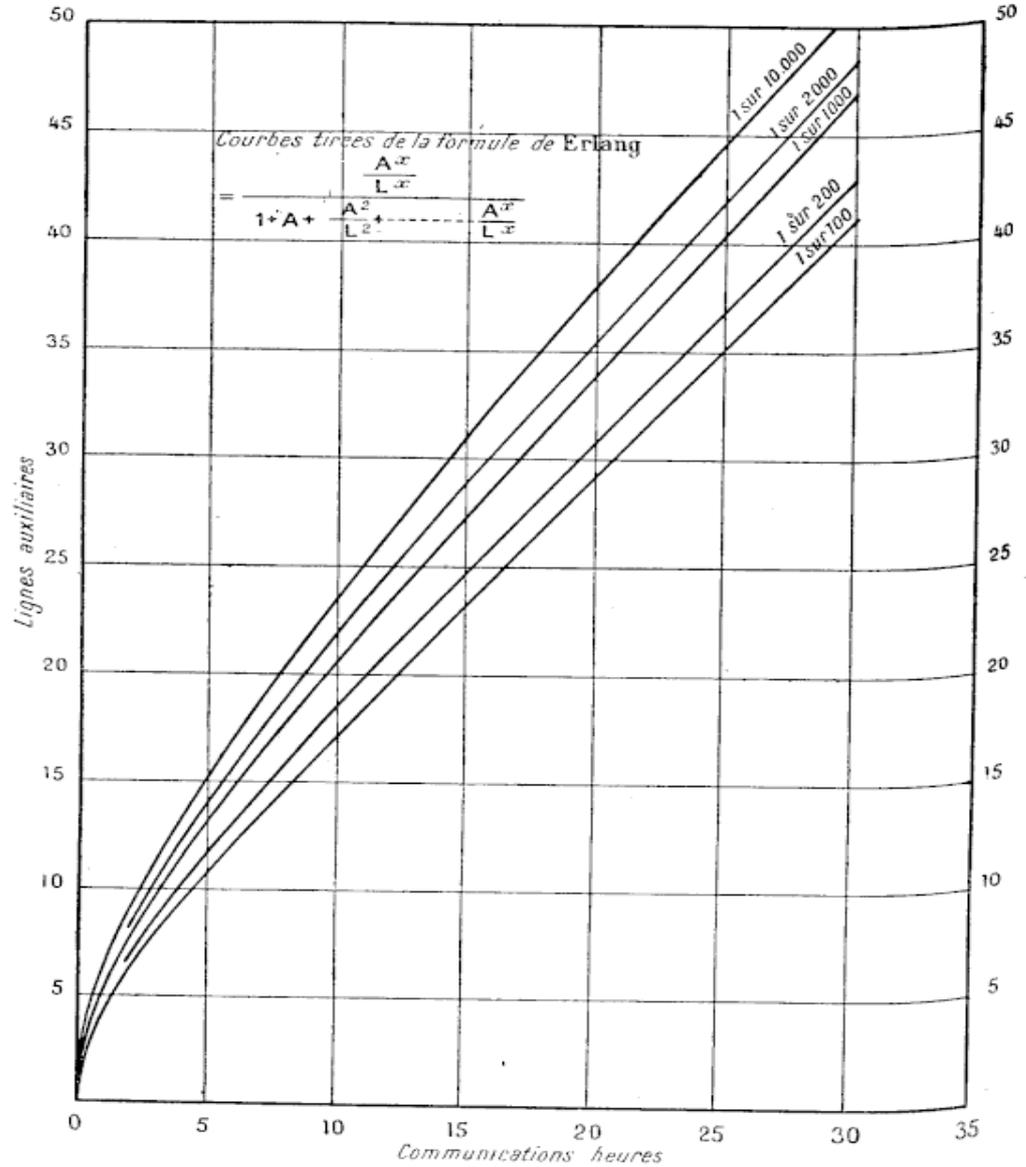


Fig. 150. — Courbes établies par le « General Post Office » britannique pour le calcul des organes d'une installation téléphonique automatique.

relais de chaîne, cas de la répartition des appels sur des positions semi-automatiques ou à indicateur lumineux d'appel, etc.);

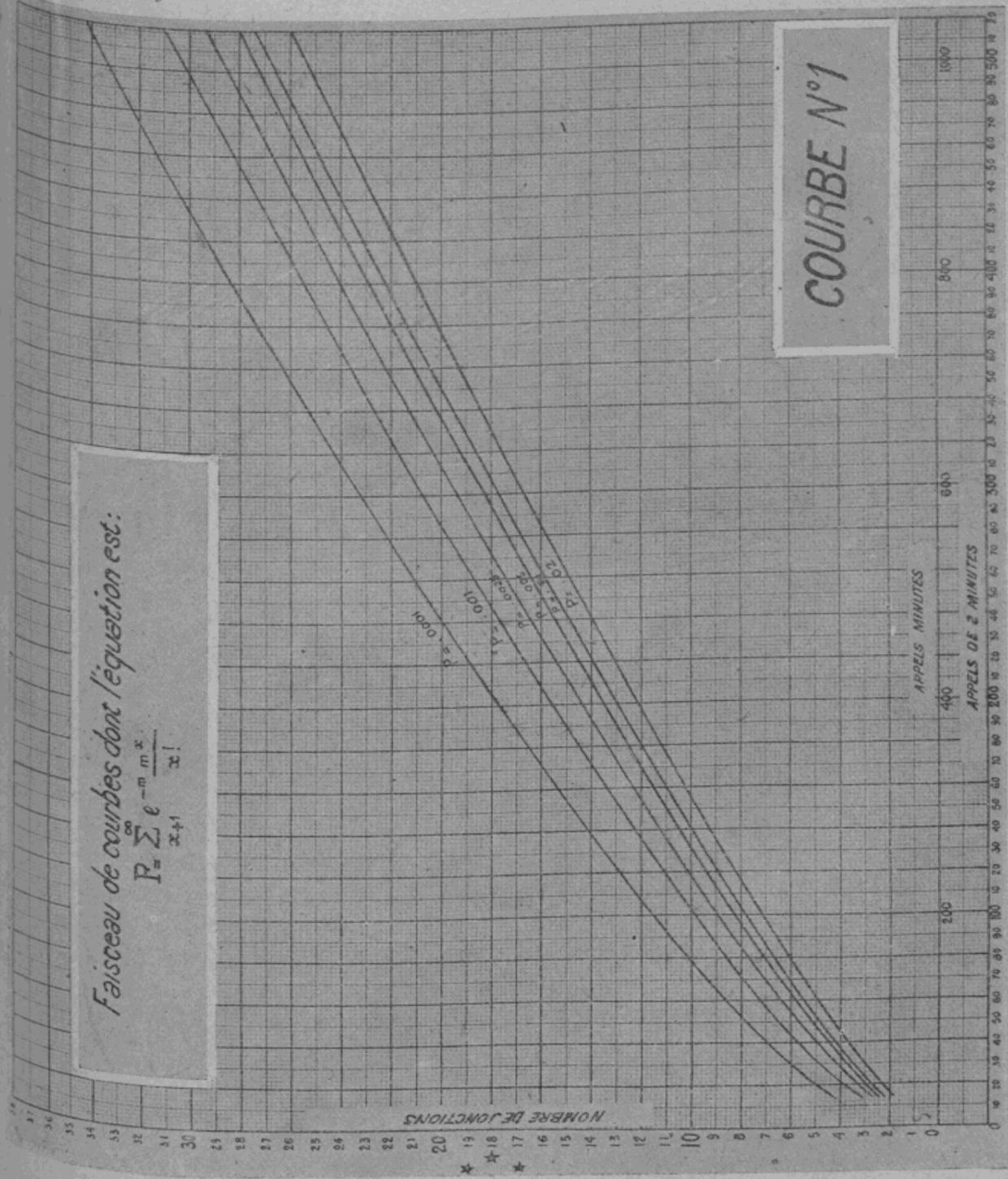
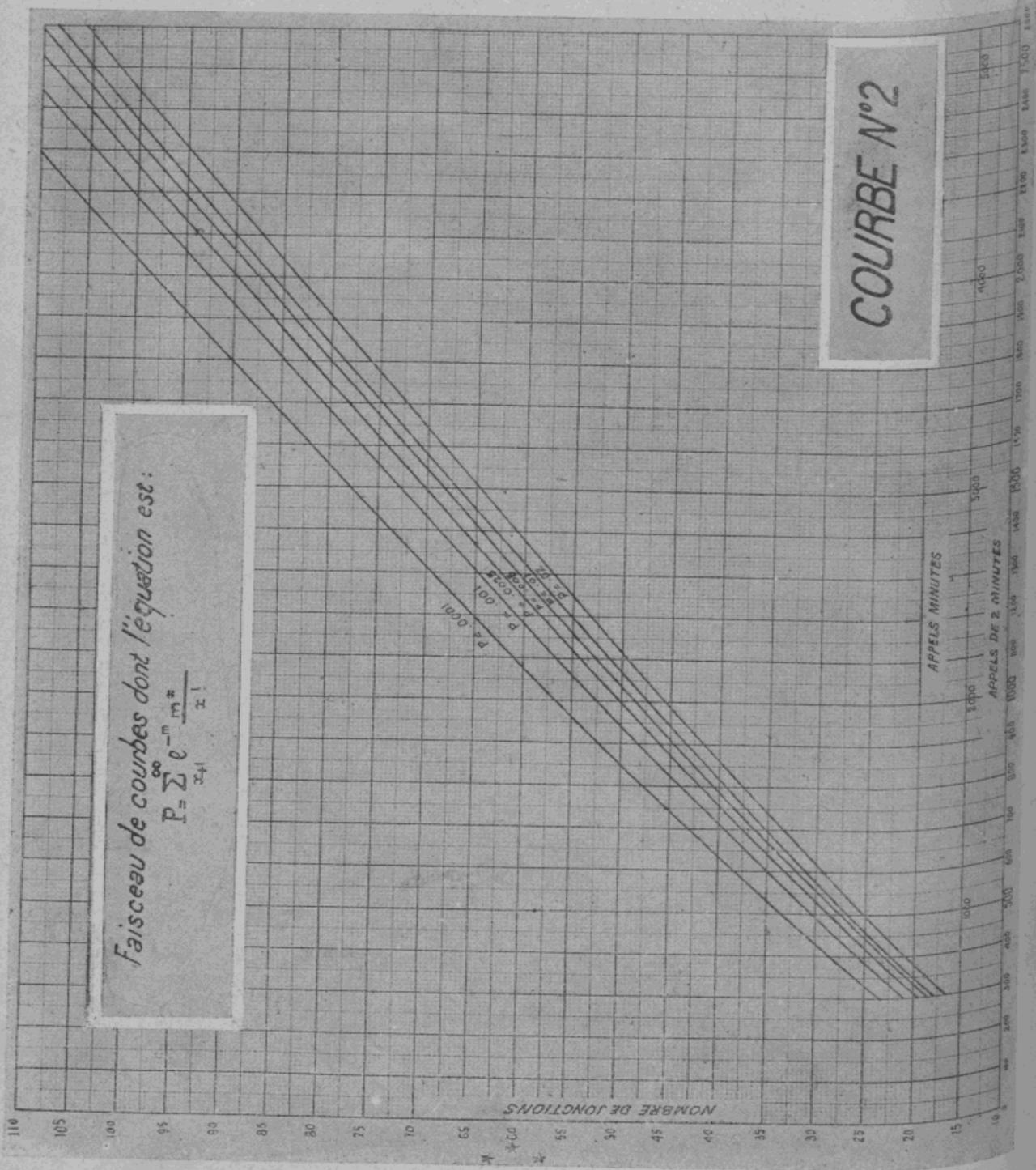


Fig. 151.



2° Il faut que chacun des appels puisse accéder sans restriction à chacune des lignes auxiliaires, ce qui exclut le cas où toutes les lignes auxiliaires ne sont pas multipliées devant tous les organes d'une même série;

3° Il faut que les appels se produisant quand tous les organes accessibles sont occupés (appels perdus ou appels différés) soient en petit nombre, autrement dit que la probabilité considérée P soit petite, de sorte que la façon dont ces appels en surnombre sont traités n'influe pas sensiblement sur la répartition des autres.

Lorsque ces conditions sont remplies, il faut, pour appliquer les courbes, déterminer le nombre d'appels susceptibles d'être aiguillés vers un même groupe de lignes auxiliaires ou d'organes. La façon de déterminer ce nombre varie d'ailleurs comme nous l'avons vu suivant le type d'organe considéré : tantôt c'est le nombre de lignes appelantes, et par suite d'appels, qui est fixé *a priori*, par construction, et le nombre de lignes auxiliaires par groupe qui est à calculer (cas des chercheurs d'appel); tantôt c'est l'inverse (cas des présélecteurs). Nous allons donner un exemple de calcul dans les divers systèmes.

EXEMPLE DE CALCUL DE NOMBRE D'ORGANES DE CONNEXION. —
 Considérons un réseau de 6000 lignes, dont 5400 d'abonnés à une seule ligne et 600 d'abonnés à plusieurs lignes, desservies par des connecteurs spéciaux.

Le trafic moyen de chaque ligne dans chaque sens est supposé égal à 2,5 communications-minutes à l'heure la plus chargée pour les lignes ordinaires et à 5 communications-minutes pour les lignes d'abonnés à plusieurs lignes, ces chiffres tenant compte non seulement des communications locales effectives, mais encore des communications aboutissant à un pas-libre ou à une non-réponse.

Aux communications locales il faut ajouter :

1° Les appels vers les annotatrices, qui sont supposés donner naissance à un trafic moyen de 0,1 communication-minute pour les lignes ordinaires et 0,2 communication-minute pour les lignes d'abonnés à plusieurs lignes;

2° Les faux appels, qui, comme les précédents, n'immobilisent que les premiers sélecteurs, et qui sont supposés représenter une

immobilisation de 0,25 communication-minute en moyenne par ligne.

Le trafic total intéressant les chercheurs ou présélecteurs et les premiers sélecteurs sera donc de $2,5 + 0,1 + 0,25 = 2,85$ communications-minutes pour les lignes ordinaires et $5 + 0,2 + 0,25 = 5,45$ pour les lignes d'abonnés à plusieurs lignes.

Pour les autres organes, les chiffres correspondants seront respectivement de 2,5 et de 5, si l'on suppose que les annotatrices sont appelées par un seul chiffre et si l'on ne tient pas compte de la durée de manœuvre des organes.

Nous allons faire le calcul des organes de connexion nécessaires dans deux systèmes différents, en nous donnant une probabilité totale de 0,01.

a. CAS DU SYSTÈME STROWGER AVEC PRÉSÉLECTEUR ROTATIF INDIVIDUEL A 25 DIRECTIONS. — Le nombre des opérations de sélection nécessaires pour une connexion est de trois : la recherche d'un premier sélecteur libre par le présélecteur, la recherche d'un deuxième sélecteur et la recherche d'un connecteur. Chaque opération devra donc être faite avec une probabilité de perte de $\frac{1}{300}$.

Ce qui est déterminé dans le cas du présélecteur individuel, c'est le nombre maximum de lignes de premier sélecteur entre lesquelles un abonné peut choisir, soit 25 dans le cas présent. Les courbes de probabilité nous indiquent que le trafic écoulé par 25 organes de connexion avec une probabilité de perte de $\frac{1}{300}$ est de 14,5 communications-heures, ou 870 communications-minutes.

Les 25 lignes pourront donc écouler le trafic de $870 : 2,85 = 305$ lignes d'abonné ordinaire et $870 : 5,45 = 159$ lignes d'abonnés à plusieurs lignes. Pour la commodité du câblage et de la numérotation, ces chiffres seront arrondis, par défaut, à 300 et 150.

Nous grouperons donc les lignes d'abonné ordinaire par groupes de 300, soit $5400 : 300 = 18$ groupes et les lignes d'abonnés à plusieurs lignes par groupes de 150, soit 4 groupes. Chacun de ces groupes aura à sa disposition 25 lignes, multipliées sur les contacts de tous les présélecteurs du groupe. Le nombre total de groupes sera de $18 + 4 = 22$.

Nous aurons donc au total $22 \times 25 = 550$ premiers sélecteurs.

Calcul du nombre des deuxièmes sélecteurs, ou sélecteurs des mille. — Le trafic à destination de chacun des cinq premiers mille, est de $1000 \times 2,5 = 2500$ communications-minutes (le trafic d'arrivée étant supposé égal en moyenne au trafic de départ); le trafic à destination du sixième mille est de $400 \times 2,5 + 600 \times 5 = 4000$.

Dans le système Strowger, la sélection des lignes de deuxième sélecteur par les premiers sélecteurs s'opère sur des groupes de 10 lignes au maximum (si l'on n'emploie pas de chercheurs secondaires sur ces lignes). Le trafic écoulé par un groupe de 10 lignes avec une probabilité de perte de $\frac{1}{300}$ est de 4,2 communications-heures ou 252 communications-minutes.

Pour écouler 2500 communications-minutes, il faudra donc 10 groupes de 10 lignes (9 groupes de 10 lignes et 1 groupe de 9 lignes ne pourraient écouler que $9 \times 252 + 210 = 2478$ communications-minutes).

Pour écouler 4000 communications-minutes il faudra $4000 : 252 = 16$ groupes de 10 lignes, en arrondissant cette fois par excès.

Les lignes des deuxièmes sélecteurs seront donc multipliées sur les bancs des 550 premiers sélecteurs de la façon suivante :

- a. Pour chacun des 5 premiers niveaux, 10 sectionnements de 10 lignes, chaque sectionnement comportant 55 premiers sélecteurs.
- b. Pour le sixième niveau, 16 sectionnements de 10 lignes, les 10 premiers comportant chacun 34 premiers sélecteurs et les 6 derniers 35.

Le nombre total des deuxièmes sélecteurs est donc de

$$5 \times 10 \times 10 + 16 \times 10 = 660.$$

Calcul du nombre des connecteurs. — Le trafic à destination d'une centaine ordinaire est de 250 communications-minutes et celui d'une centaine rotative de 500 communications-minutes. La sélection des connecteurs s'opérant également par groupes de 10, le trafic à considérer est celui qu'écoulent 10 lignes avec une probabilité de perte de $\frac{1}{300}$, soit comme plus haut de 252 communications-minutes. Il faudra donc 10 connecteurs par centaine ordinaire, et 20 par centaine rotative. Les lignes auxiliaires aboutissant à ces 20 connecteurs

teurs seront multipliées en deux sectionnements de 10 sur les 6 derniers niveaux des deuxième sélecteurs du sixième mille.

Le nombre des connecteurs sera donc de $54 \times 10 + 6 \times 20 = 660$.

b. CAS DU SYSTÈME ERICSSON. — Nous diviserons les 5400 lignes d'abonnés ordinaires en 10 groupes de 500 et 1 groupe de 400, et les 600 lignes d'abonnés à plusieurs lignes en 2 groupes de 300.

Le nombre des opérations de sélections nécessaires n'est plus que de deux, les premiers sélecteurs pouvant explorer 25 groupes de 20 lignes au maximum desservant chacun 500 abonnés. La première est celle de la recherche de l'appel par un chercheur d'appel, la seconde est la recherche d'une ligne de connecteur libre par un premier sélecteur. Il suffira donc pour que la probabilité de perte totale ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ que chacune des opérations se fasse avec une probabilité au plus égale à $\frac{1}{200}$.

Calcul du nombre des chercheurs. — Le trafic émanant d'un groupe de 500 lignes ordinaires est de $2,85 \times 500 = 1425$ communications-minutes, ou 23,75 communications-heures. Cherchons sur les courbes de probabilité le nombre d'organes pouvant écouler 1425 communications-minutes avec une probabilité $\frac{1}{200}$: nous trouvons 37. Nous aurons donc sur chaque bâti de 500 lignes ordinaires 37 chercheurs.

Sur le bâti de 400 lignes ordinaires, où le trafic est de 19 communications-heures, le nombre de chercheurs sera de 31.

Sur chaque bâti de 300 lignes, le trafic à écouler étant de $\frac{300 \times 5,45}{60} = 27,25$ communications-heures le nombre de chercheurs nécessaires sera de 42.

Le nombre de chercheurs et par conséquent celui des premiers sélecteurs sera donc de $10 \times 37 + 31 + 2 \times 42 = 485$.

Calcul du nombre de connecteurs. — Le trafic à destination d'un groupe de 500 lignes ordinaires est de 1250 communications-minutes, ou 20,83 communications-heures; pour l'écouler avec une probabilité de perte de $\frac{1}{200}$, il faudrait 33 connecteurs. Mais le nombre de lignes de connecteurs que peut explorer un sélecteur dans un même groupe est au maximum de 20; la condition indispensable qu'un appel quelconque puisse accéder à l'un quelconque des 33 connecteurs ne serait donc pas remplie; il faut donc procéder autrement,

comme nous l'avons fait pour le calcul des sélecteurs dans l'exemple précédent, et déterminer le trafic qui peut être écoulé par le nombre d'organes correspondant à la capacité maxima d'exploration.

Le trafic qui peut être écoulé par 20 lignes avec la probabilité $\frac{1}{20.7}$ est de 11 communications-heures; il reste donc à écouler $20,83 - 11 = 9,83$, ce qui, pour la même probabilité, exige 19 lignes. Il faut donc installer 39 connecteurs, dont les 39 lignes seraient réparties en deux sectionnements, l'un de 20 lignes, l'autre de 19 lignes. Les 485 premiers sélecteurs devraient donc être répartis en deux groupes, proportionnels aux trafics, c'est-à-dire à 11 et à 9,83, dont le premier aurait à sa disposition 20 lignes vers chaque bâti de 500 lignes ordinaires et le second 19 lignes.

Le même raisonnement pour le bâti de 400 lignes ordinaires conduirait à 32 connecteurs (20 + 12) et pour les bâtis à 300 lignes d'abonnés à plusieurs lignes à 48 connecteurs (20 + 20 + 8).

Mais en constituant des sectionnements comprenant moins de 20 lignes, on utilise insuffisamment la capacité d'exploration du système et l'on diminue le rendement des organes. Ainsi dans l'exemple précédent et dans le cas des bâtis de 300 lignes, on a pour le troisième sectionnement 8 lignes de connecteurs qui n'écoulent qu'un trafic de 3 communications-heures, soit 0,375 par connecteur, tandis que dans les sectionnements de 20, le trafic par connecteur est de $11 : 20 = 0,55$ par connecteur.

Pour remédier à cet inconvénient, on emploie le procédé dit *des multiplages partiels*.

Multiplages partiels. — Lorsque le nombre de lignes nécessaire pour écouler un trafic donné n'est pas un multiple exact de la capacité d'exploration des organes qui cherchent parmi ces lignes, il est néanmoins avantageux d'utiliser au maximum cette capacité d'exploration, en équipant tous les contacts et en procédant à des multiplages partiels.

Soit p la capacité d'exploration d'un sélecteur; si l'on a n sectionnements de p lignes, dont les $p - 1$ premières sont particulières à chaque sectionnement, et la dernière commune à tous les n sectionnements, on aura ainsi au total $n(p - 1) + 1 = np - (n - 1)$ lignes; si les 2 dernières lignes sont communes on a

$$n(p - 2) + 2 = np - 2(n - 1);$$

si la dernière ligne au lieu d'être commune, ou divisée en n sectionnements, est divisée en 2, ou en 3 sectionnements, on a au total $n(p-1) + 2$ lignes ou $n(p-1) + 3$ lignes; si la dernière est commune et si l'avant-dernière est divisée en 2 sectionnements, on a au total $n(p-2) + 2 + 1$, etc.; on voit qu'on peut ainsi réaliser un grand nombre de combinaisons, et constituer un nombre de lignes quelconque tout en équipant tous les contacts.

Lorsque l'ordre dans lequel les lignes sont explorées est toujours le même, et que les sélecteurs ont une position de repos, à partir de laquelle ils commencent toujours leur exploration, la ligne multipliée sur les premiers contacts explorés est évidemment plus souvent occupée que les suivantes; aussi, dans les multiplages partiels, les lignes qui comportent le plus grand nombre de sectionnements doivent-elles être les premières explorées, et les lignes communes à tous les sectionnements doivent-elles être les dernières.

Ainsi pour multiplier 48 lignes de connecteurs sur des contacts de sélecteurs de capacité égale à 20, on pourra avoir 3 sectionnements de 13 lignes multipliées sur les 13 premiers contacts, 2 sectionnements de 2 lignes multipliées sur les 14^e et 15^e, et 5 lignes communes sur les 16^e, 17^e, 18^e, 19^e et 20^e, ce qui fait bien au total

$$3 \times 13 + 2 \times 2 + 5 = 48.$$

Mais dans ce cas les conditions indispensables requises pour l'application des formules de probabilité établies plus haut ne sont plus remplies; les 48 lignes ne sont plus à la disposition de l'un quelconque des appels entrants; si l'une des 13 lignes d'un des 3 sectionnements est libre, et si les 47 autres sont occupées, tous les appels acheminés par un sélecteur appartenant aux deux autres sectionnements seront perdus ou différés, bien que les 48 lignes ne soient pas toutes occupées.

Des procédés de calcul applicables aux multiplages partiels ont été étudiés par divers auteurs ⁽¹⁾, mais ils sont trop complexes pour pouvoir être exposés ici.

La plupart du temps on se contente d'appliquer la règle approchée suivante : les lignes appartenant à un système de multiplage partiel

⁽¹⁾ VAULOT, *Revue générale d'Électricité*, 13 septembre 1924. — MERKER, *Annales des P. T. T.*, mars 1924.

ont le même rendement moyen, à probabilité égale, que si elles appartaient à des sectionnements indépendants utilisant le même nombre de contacts.

Dans ce cas, il suffit de déterminer une fois pour toutes le rendement moyen par ligne, pour une probabilité donnée et une capacité de sélection donnée; ainsi pour une probabilité $\frac{1}{200}$, le rendement moyen d'une ligne dans un système à capacité de sélection égale à 20 est $\frac{11}{20} = 0,55$. Pour écouler un trafic quelconque N , il suffira de prendre un nombre de lignes au moins égal à $N : 0,55$, et de les multiplier et les sectionner d'une façon quelconque, pourvu que les 20 contacts soient toujours utilisés.

Ainsi dans l'exemple précédent, pour écouler le trafic, égal à 25 communications-heures, d'un groupe de 300 lignes d'abonné à plusieurs lignes, il suffit de $25 : 0,55 = 46$ lignes, au lieu de 48 obtenues avec le mode de calcul précédent; ces 46 lignes seront par exemple réparties en 3 sectionnements de 13 lignes et 7 lignes communes.

Le mode de calcul qui vient d'être exposé revient à déterminer, dans les courbes qui donnent le nombre de lignes en fonction du trafic pour une probabilité donnée, le point correspondant à la capacité de sélection du système (par exemple le point d'ordonnée 10 dans les calculs relatifs aux sélecteurs Strowger), et à remplacer la courbe par une droite passant par ce point et l'origine, le rendement moyen de chaque ligne $\left(\frac{m}{x}\right)$ étant constant.

Comme ce procédé de calcul approché donne des rendements un peu moindres, pour une probabilité donnée, que le calcul exact, on le remplace quelquefois, pour serrer de plus près la réalité, par le procédé dit *de la tangente*, qui revient à remplacer la courbe, non plus par la droite reliant à l'origine le point correspondant à la capacité de sélection, mais par la tangente à la courbe en ce point; on a ainsi des valeurs de $\frac{x}{m}$ plus faibles pour les nombres de lignes plus grands, c'est-à-dire des rendements $\left(\frac{m}{x}\right)$ plus élevés.

Chercheurs secondaires. — L'examen des courbes de probabilité montre que, pour une probabilité de perte donnée, le rendement d'une ligne est d'autant meilleur qu'elle fait partie d'un groupe de

lignes plus nombreux; il est d'ailleurs évident qu'un sélecteur cherchant parmi 20 lignes a plus de chances d'en trouver une libre, à coefficient moyen d'occupation égal, que s'il ne cherche que parmi 10; par conséquent à probabilité égale, c'est le coefficient moyen d'occupation, c'est-à-dire le rendement, qui pourra être plus grand dans le cas de 20 lignes que dans le cas de 10.

Il y a donc un intérêt évident à augmenter la capacité de sélection d'un système automatique; toutefois on est limité dans cette voie par des possibilités de réalisation mécanique d'abord, et par la complexité et le coût croissants des multiplages nécessaires ensuite. Nous avons vu dans l'exemple de calcul A (système Strowger à présélecteur individuel) qu'il fallait multiplier 25 lignes de premier sélecteur sur les contacts de 300 présélecteurs individuels, bien que le trafic moyen supposé fût loin d'être faible. Si l'on voulait utiliser des présélecteurs explorant 100 lignes, il faudrait pour le même trafic et la même probabilité multiplier ces 100 lignes sur les contacts de 1600 présélecteurs; on conçoit quels seraient non seulement le coût, mais encore la difficulté de rechercher un dérangement dans un tel multiplage. L'augmentation de rendement qui en résulterait pour les premiers sélecteurs serait loin de compenser ces inconvénients.

Il existe un autre moyen d'augmenter la capacité de sélection pour une opération donnée : c'est de diviser cette opération en deux temps, en intercalant un chercheur ou un présélecteur secondaire.

Par exemple dans un réseau à plusieurs bureaux, nous avons un groupe de lignes auxiliaires partant des banes des premiers sélecteurs d'un bureau de départ pour arriver aux seconds sélecteurs d'un bureau d'arrivée. Si la capacité de sélection des premiers sélecteurs est de 10 lignes par niveau, le rendement moyen par ligne, pour une probabilité $1/1000$, ne dépasse pas 0,31, ce qui est faible, surtout si ces lignes sont longues et par conséquent coûteuses.

Si dans ce cas on fait aboutir les lignes multipliées sur les banes des premiers sélecteurs à des chercheurs secondaires placés au bureau de départ, et doués d'une capacité de sélection égale à 25, on peut multiplier les lignes auxiliaires sortantes sur les contacts des chercheurs secondaires, de façon que les 10 chercheurs secondaires entre lesquels peut choisir un même premier sélecteur explorent des lignes auxiliaires différentes, si bien qu'un appel acheminé par un même

premier sélecteur pourra emprunter jusqu'à 250 lignes auxiliaires différentes, si le trafic total justifie un tel nombre de lignes.

De même, lorsque le nombre de chercheurs d'appels nécessaires pour écouler un trafic donné est petit, parce que le nombre de lignes d'abonné qu'ils peuvent explorer est faible, le rendement de chacun de ces organes est peu élevé; de même pour le rendement des premiers sélecteurs qui leur sont reliés un à un; de plus les inégalités accidentelles de trafic prennent d'autant plus d'amplitude relative autour de la valeur moyenne, qu'il s'agit d'un nombre de lignes d'abonnés plus petit, et par suite les chances d'encombrement partiel s'accroissent. Il peut donc y avoir intérêt à intercaler des chercheurs secondaires entre les chercheurs d'appels et les premiers sélecteurs. C'est le cas par exemple du système Thomson-Houston à chercheur double : si le chercheur d'appel était relié directement à un premier sélecteur le rendement de celui-ci serait trop faible, et ne dépasserait pas 0,3 à 0,4 suivant le trafic.

Sélection conjuguée. — Lorsqu'une opération de sélection est ainsi dédoublée, les courbes de probabilité obtenues plus haut ne sont plus applicables à l'opération totale. Par exemple, bien qu'un premier sélecteur puisse, comme nous l'avons vu, chercher entre 250 lignes auxiliaires grâce à l'intercalation de chercheurs secondaires, il ne suffit pas qu'une seule de ces 250 lignes soit libre, pour qu'un appel quelconque puisse dans tous les cas l'utiliser. Deux éventualités peuvent être envisagées, où un appel ne peut aboutir, bien qu'il y ait des lignes auxiliaires libres :

1° Les 10 lignes de chercheurs secondaires entre lesquelles peut choisir un premier sélecteur sont toutes occupées, bien qu'il y ait des lignes auxiliaires libres sur les contacts de ces chercheurs secondaires;

2° Un premier sélecteur trouve une ligne de chercheur secondaire libre et s'y arrête, mais toutes les lignes auxiliaires multipliées sur ce chercheur sont occupées, et par suite l'appel ne peut aboutir, bien qu'il y ait des lignes auxiliaires libres sur les contacts d'autres chercheurs également libres et accessibles au même premier sélecteur.

Cette seconde éventualité peut être écartée par l'emploi d'un pro-

cédé analogue à celui des relais de chaîne, qui ont pour rôle de marquer occupée la ligne d'un chercheur secondaire lorsque toutes les lignes multipliées sur les contacts de ce chercheur sont occupées; on est sûr alors que quand un premier sélecteur trouve une ligne de chercheur libre, il trouvera également une ligne auxiliaire libre.

Les deux opérations de sélection successives sont dites *conjuguées* dans ce cas; les courbes de probabilité ne sont plus applicables, ni à l'opération totale, puisque la première éventualité contraire subsiste, ni à chacune des deux opérations prises successivement puisqu'elles ne sont plus indépendantes.

Le calcul exact peut être fait, mais comme il est assez complexe, on préfère généralement appliquer la courbe ordinaire à l'opération totale, puis majorer le chiffre d'organes ou de lignes auxiliaires ainsi obtenu, d'un certain pourcentage déterminé plus ou moins expérimentalement, pour tenir compte de la première éventualité.

S'il n'y a pas de relais de chaîne, ou de dispositifs remplissant le même office, et si les deux opérations successives restent ainsi indépendantes; on peut appliquer les courbes ordinaires à chacune d'elles. Mais dans ce cas l'emploi de chercheurs secondaires est rarement justifié. Il faut, pour qu'il le soit, que le chercheur secondaire ait une capacité de sélection très supérieure à celle de l'organe qui le précède et que l'augmentation de rendement qui en résulte pour l'organe qui le suit compense, tout compte tenu, l'augmentation de dépenses, d'encombrement, etc. qu'entraîne son utilisation. ✓

Capacité de sélection des chercheurs. — Considérons, en particulier, le cas des chercheurs d'appel; lorsque la capacité d'exploration de ces chercheurs est peu élevée (50 dans le système Thomson-Houston, 100 dans le système W. E. C. Rotary), et que le trafic moyen par ligne d'abonné est faible, le nombre de chercheurs primaires desservant un même groupe d'abonnés tombe à une valeur assez réduite, et le rendement en est peu satisfaisant; si on leur associait directement des premiers sélecteurs, le rendement de ces organes, plus coûteux, serait également peu satisfaisant. Il est donc nécessaire dans ce cas d'utiliser des chercheurs secondaires.

Dans le système Thomson-Houston, ces chercheurs secondaires sont du type présélecteur, et cherchent parmi des lignes auxiliaires aboutissant aux premiers sélecteurs; l'ensemble du chercheur pri-

naire et du chercheur secondaire, associés en permanence, constitue un système dicorde appelé *chercheur double*.

Dans le système Rotary, le chercheur secondaire est du type chercheur d'appel, et cherche une ligne de chercheur primaire sur laquelle s'est produit un appel; il est associé en permanence à un premier sélecteur et l'ensemble forme un système dicorde appelé *organe de connexion*.

Voyons quelles sont les capacités de sélection dans les deux cas. La capacité de sélection d'un chercheur du type présélecteur est bien déterminée et égale au nombre de lignes auxiliaires qu'il peut explorer. La capacité de sélection d'un chercheur du type chercheur d'appel, ou plutôt d'un groupe de chercheurs, entendue dans le sens de la caractéristique qui détermine le rendement en fonction de la probabilité, c'est-à-dire le nombre de lignes entre lesquelles peut choisir un même appel, n'est pas déterminée *a priori* : elle dépend du trafic.

Par exemple, si les 100 lignes que peut explorer un même chercheur d'appel n'écoulent au total qu'un trafic tel que 5 chercheurs suffisent pour la probabilité donnée, la capacité de sélection, ou nombre de lignes entre lesquelles peut choisir un même appel, est de 5 seulement : il est donc essentiel de bien différencier les deux termes, capacité d'exploration et capacité de sélection, qui, dans l'exemple cité, sont respectivement 100 et 5. Si les lignes à explorer sont à trafic faible — cas des lignes d'abonnés — la capacité de sélection sera faible; si elles sont à trafic élevé — cas des lignes auxiliaires venant des chercheurs primaires — la capacité de sélection sera élevée. Par exemple, s'il faut 60 chercheurs secondaires du type Rotary pour écouler le trafic, avec une probabilité donnée, des 100 lignes de chercheurs primaires qu'ils peuvent explorer, nous aurons un groupe d'organes dont la capacité de sélection sera égale à 60, et dont par suite le rendement sera élevé.

En résumé, nous aurons, dans le système Thomson-Houston, deux organes associés constituant le chercheur double, dont le rendement est celui du chercheur d'appel et par suite est généralement assez faible. Il est nécessaire dans ce cas d'employer la sélection conjuguée, de façon à obtenir un rendement élevé des premiers sélecteurs; dans le cas contraire en effet, c'est-à-dire dans le cas des deux sélections indépendantes, le rendement des premiers sélecteurs serait le même que si chaque ligne d'abonné était munie simplement d'un

présélecteur à 25, semblable au chercheur secondaire, et sans présélecteur secondaire; ce second système, plus simple et comportant une opération de recherche de moins, serait alors préférable.

Dans le système Rotary au contraire, le chercheur secondaire peut être à capacité de sélection élevée et par suite à rendement élevé, et l'on peut se dispenser de la sélection conjuguée. Par contre les problèmes d'installation et d'entretien soulevés par la nécessité de rendre une même ligne appelante accessible, après intervention du chercheur primaire, à un nombre de chercheurs secondaires de l'ordre de 60, sont évidemment plus compliqués.

Les procédés de multiplage partiel, qui permettent comme on l'a vu, d'augmenter le rendement des lignes auxiliaires, ne sont pas applicables aux chercheurs d'appel; nous venons de voir en effet que la capacité de sélection d'un groupe de chercheurs n'est pas limitée par la constitution de ces organes, mais par le trafic à écouler; on pourra toujours mettre le nombre de chercheurs nécessaire pour écouler ce trafic, quelque élevé qu'il soit. Un système analogue à celui du multiplage partiel consisterait par exemple à réaliser des chercheurs à capacité d'exploration réduite, qui seraient mis en marche en premier lieu; par exemple, un groupe de 100 abonnés serait d'abord divisé en deux groupes de 50, dont les lignes seraient multipliées sur les contacts de chercheurs à 50 lignes; puis le groupe entier serait multiplié sur les contacts de chercheurs à 100, qui ne seraient mis en marche qu'en cas d'occupation de tous les chercheurs à 50. Le nombre total de chercheurs devrait être évidemment supérieur, à probabilité égale, à celui d'un groupe unique de chercheurs à 100; mais le prix de revient inférieur des chercheurs à 50 et la réduction de leur multiplage pourraient peut-être compenser l'augmentation de leur nombre.

Conditions d'emploi des chercheurs ou présélecteurs secondaires. — Dans les systèmes automatiques la seule considération permettant de déterminer s'il convient ou non d'utiliser des chercheurs ou présélecteurs secondaires est celle du prix de revient total de l'installation pour une qualité de service donnée; dans les systèmes semi-automatiques au contraire, il faut aussi faire entrer en ligne de compte la nécessité, aux heures de trafic réduit, de concentrer le trafic sur un petit nombre de positions d'opératrice, ce qui, dans les

systèmes à supervision tout au moins, oblige à rendre accessibles un grand nombre d'organes de connexion.

Le problème à résoudre dans les systèmes automatiques est donc le suivant : l'augmentation de rendement des premiers sélecteurs, que permet de réaliser l'utilisation de chercheurs ou présélecteurs secondaires, procure-t-elle une économie supérieure à l'augmentation de dépense qu'entraîne leur installation ? Si la différence est peu sensible, il vaut mieux d'ailleurs ne pas installer d'organes supplémentaires de façon à réduire les frais d'entretien et les risques de dérangement.

L'étude économique comparée doit donc être entreprise dans chaque cas particulier. D'une façon générale il semble qu'elle doive conduire aux résultats suivants :

Dans les systèmes utilisant des présélecteurs à 25 directions, le rendement des lignes auxiliaires multipliées sur les contacts de ces présélecteurs est suffisant, surtout si l'on procède à des multiplages partiels (ce qui exige des présélecteurs pourvus d'une position de repos), pour qu'on puisse y relier directement les premiers sélecteurs. L'existence d'une présélection secondaire n'est justifiée que si le trafic moyen par ligne d'abonné est peu élevé; l'équipement des 25 contacts conduirait dans ce cas à de grandes longueurs de multiplage; 25 lignes peuvent en effet écouler, avec une probabilité de perte $\frac{1}{1000}$, un trafic égal à 13,3 communications-heures, soit, si le trafic moyen par ligne d'abonné n'est que de 2 communications-minutes par heure, le trafic de $\frac{13,3 \times 60}{2} = 400$ abonnés, et les 25 lignes devraient être multipliées sur les contacts de 400 présélecteurs. L'affectation à chaque ligne d'abonné d'un présélecteur individuel serait d'ailleurs peu indiquée pour ces faibles trafics, et c'est un système à chercheurs qui convient le mieux.

Dans les systèmes utilisant des présélecteurs à 10 directions, le rendement des lignes auxiliaires ne peut guère dépasser 28 à 33 pour 100, et l'emploi de présélecteurs secondaires, avec sélection conjuguée, est généralement indiqué. Signalons toutefois la solution intermédiaire adoptée par l'administration allemande. Lorsque les présélecteurs ont une position de repos, les lignes qui sont explorées les premières par tous les présélecteurs ont évidemment un rendement supérieur aux autres. Par exemple, si l'on prend un groupe de

5 lignes multipliées sur les 5 premiers contacts de tous les présélecteurs, le rendement moyen de ces 5 lignes sera voisin de 45 pour 100, tandis que le rendement moyen des 5 dernières sera de l'ordre de 15 pour 100; les premières pourront donc aboutir directement à des premiers sélecteurs, tandis que les secondes seront reliées à des présélecteurs secondaires. En combinant ce système avec l'emploi de multiplages partiels, on pourra arriver à une solution tout à fait satisfaisante du problème.

Rappelons en passant que la sélection conjuguée est nécessaire dans le cas des présélecteurs secondaires, car dans le cas de deux présélections indépendantes, le rendement des premiers sélecteurs ne pourrait dépasser celui qui est déterminé par la capacité de sélection du présélecteur secondaire, soit 50 à 55 pour 100 dans le cas de présélecteur à 25, et 28 à 33 pour 100 dans le cas de présélecteur à 10.

Dans le cas des systèmes à chercheurs, la double présélection est presque toujours indiquée, sauf pour le système Ericsson, à cause de la capacité d'exploration élevée (500 lignes) de ses chercheurs d'appel. Le rendement d'un chercheur d'appel n'atteint en effet 50 pour 100 que si le trafic total du groupe de lignes qu'il explore atteint 11 communications-heures, ou 660 communications-minutes, chiffre rarement atteint par un groupe de 100 abonnés et *a fortiori* de 50. Dans les systèmes où les chercheurs ont une capacité d'exploration égale ou inférieure à 100 lignes, on installera donc soit des présélecteurs secondaires (système Thomson-Houston), soit des chercheurs secondaires (système Rotary); dans ce second cas, la sélection conjuguée n'est pas nécessaire.

Brassage des lignes auxiliaires. — Lorsque des organes de sélection ont une position de repos, ils explorent toujours leurs contacts dans le même sens, réserve faite de la possibilité d'un mouvement de retour comme dans le système Ericsson. Si donc une même ligne auxiliaire est toujours multipliée sur le contact de même rang, son rendement dépendra de ce rang; la ligne explorée en premier lieu aura un rendement très élevé dont la valeur dépendra du trafic total émanant du groupe d'organes qui l'explorent; la dernière ligne aura au contraire un rendement très faible dépendant de la probabilité de perte imposée, puisque le pourcentage d'appels

trouvant cette dernière ligne occupée ne doit pas dépasser cette probabilité de perte. L'usure des organes terminant ces lignes serait donc très inégale; de plus si une de ces lignes ou l'organe la terminant est affecté d'un défaut tel que la communication ne puisse aboutir, sans qu'elle soit marquée occupée, l'abonné aiguillé sur cette ligne la libère presque aussitôt en raccrochant pour renouveler son appel; il arrive donc que très peu d'appels peuvent la dépasser, et si elle est la première du groupe, tout le groupe est mis à peu près hors d'état de servir.

Aussi procède-t-on à ce qu'on appelle le brassage des lignes auxiliaires : toutes les lignes d'un même groupe, multipliées sur les contacts d'un même nombre d'organes, subissent une permutation circulaire, qui leur fait occuper successivement tous les contacts du groupe dont elles font partie. Par exemple si, dans un système de multiplage partiel, 5 lignes sont multipliées sur les 5 premiers contacts de 30 sélecteurs (ou présélecteurs à position de repos) la ligne n° 1 sera multipliée sur le premier contact des 6 premiers sélecteurs, le second des 6 suivants, etc. et sur le dernier des sélecteurs 25 à 30; la ligne n° 2 sur le deuxième contact des sélecteurs 1. à 6, sur le troisième des sélecteurs 7 à 12, etc. et sur le premier des sélecteurs 25 à 30, et ainsi de suite.

Au lieu de faire une véritable permutation circulaire, on peut aussi plus simplement séparer les organes explorant un même groupe de lignes en deux sectionnements, et inverser l'ordre des lignes entre eux, celle qui est la première dans le premier étant la dernière dans le second et inversement.

La figure 153 représente le schéma d'un multiplage de lignes auxiliaires sur des contacts de sélecteurs à 10 directions, avec multiplage partiel et brassage par chevauchement régulier, ou permutation circulaire. Les petits cercles, disposés régulièrement par 20 rangées de 10, représentent les broches de raccordement (à raison d'un seul cercle pour les trois broches d'une ligne trifilaire) correspondant à un même niveau de 20 rangées de sélecteurs, les rangées étant numérotées *a*, *b*, *c*, etc. Nous supposons que le trafic émanant de 20 rangées de sélecteurs dans une direction déterminée — par exemple vers les connecteurs d'une même centaine — exige 22 lignes. Ces 22 lignes seront multipliées sur les 10 contacts du niveau correspondant des sélecteurs de la façon suivante : 4 groupes de 3 lignes chacun sont

multiplés sur les 3 premiers contacts, en formant 4 sectionnements de 5 rangées chacun; 2 groupes de 3 lignes sont multiplés sur les con-

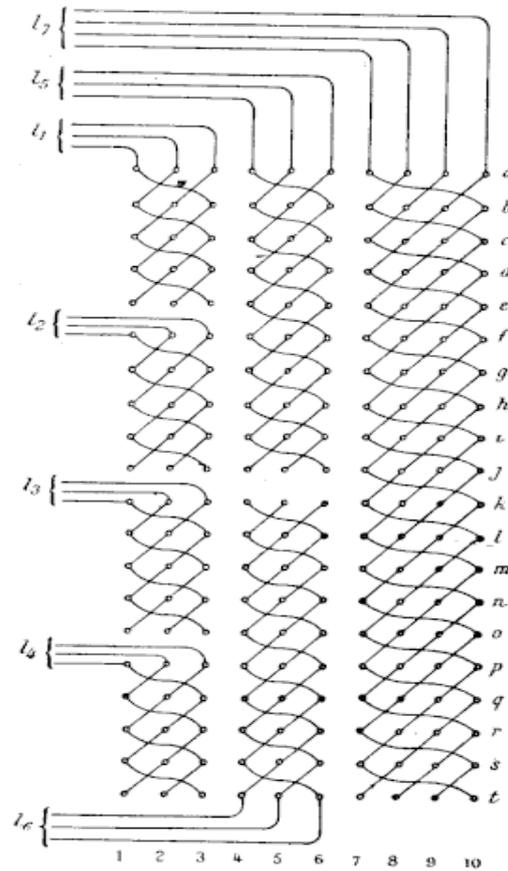


Fig. 153. — Exemple de multiplage partiel avec brassage des lignes par chevauchement régulier dans chaque groupe. l_1, l_2, l_3, l_4 , groupes de 3 lignes multiplés sur les contacts 1, 2 et 3 et formant quatre sectionnements; l_5, l_6 , groupes de 3 lignes multiplés sur les contacts 4, 5 et 6 formant deux sectionnements; l_7 , groupe de 4 lignes communes.

taets 4, 5 et 6 en formant 2 sectionnements, et un groupe commun de 4 lignes est multiplé sur les 4 derniers contacts. Dans chaque groupe les lignes sont brassées de façon à former une permutation circulaire; les raccordements de chaque ligne aux broches chevauchent d'un pas en passant d'une rangée à l'autre.

EXTENSION D'UN CENTRAL AUTOMATIQUE.

Le câblage d'un central automatique doit être conçu de manière à faciliter les extensions ultérieures. Lorsqu'on augmente en effet le nombre de lignes équipées dans un bureau automatique, il est nécessaire de modifier le câblage des installations préexistantes non seulement pour assurer leurs liaisons avec les installations nouvelles, mais encore pour tenir compte des variations de trafic que l'extension entraîne entre les différentes parties des installations anciennes elles-mêmes.

Supposons, en effet, que le nombre d'abonnés reliés passe de N à $2N$; le trafic moyen entre deux abonnés quelconques pris parmi les N premiers ne doit pas rester après l'extension ce qu'il était avant l'extension; s'il en était ainsi, comme l'attribution à de nouveaux abonnés de numéros résiliés mélange assez rapidement, à l'intérieur d'une même centaine, abonnés anciens et abonnés nouveaux, et que le trafic moyen d'un abonné quelconque vers les N dernières lignes tend à se rapprocher de celui vers les N premières, le trafic moyen total d'un abonné quelconque serait au bout de peu de temps voisin du double de ce qu'il était avant l'extension. Or, si l'expérience permet de constater que le trafic moyen d'un abonné croît généralement avec le nombre total des abonnés du réseau, il s'en faut de beaucoup que cet accroissement soit proportionnel, et que le nombre total de communications échangées croisse comme le carré du nombre de lignes, ce qui en serait la conséquence directe.

En d'autres termes, lorsque le nombre de centaines d'abonnés augmente, le trafic moyen entre deux centaines déterminées tend à diminuer et il s'ensuit, au bout d'un certain temps, la nécessité de modifier le câblage des lignes auxiliaires reliant ou servant à relier ces deux centaines.

Un exemple simple nous permettra de mieux comprendre comment se présentent ces modifications. Prenons le cas d'un bureau de 2000 lignes, dont il s'agit de porter l'équipement à 3000. Le nombre des premiers sélecteurs est de 80, celui des seconds sélecteurs de 120, soit 60 par millier, et celui des connecteurs de 160, soit 8 par centaine. Nous supposons qu'il s'agit d'un système Strowger à présélecteurs, sans présélecteurs secondaires; la différence entre les nombres

de ces différents organes provient du fait que les lignes des premiers sélecteurs forment des groupes de 25, les lignes des seconds sélecteurs des groupes de 10, et les lignes de connecteurs des groupes de 8; de plus l'emploi de multiplages partiels permet de réaliser des gains de rendement pour les lignes des deux premières catégories, mais non pour les lignes de connecteurs.

Lorsque l'équipement est porté de 2000 à 3000, il est nécessaire d'augmenter le nombre des seconds sélecteurs de chacun des deux premiers milliers et le nombre des connecteurs de chacune des 20 premières centaines, pour tenir compte du fait que le trafic total moyen à destination de chacun des abonnés de ces centaines augmentera; mais comme nous venons de le voir, il augmentera dans une proportion beaucoup moindre que le nombre total d'abonnés, et pour une extension de 2000 à 3000, soit 50 pour 100, il augmentera par exemple de 15 pour 100; le nombre de seconds sélecteurs par mille passera donc de 60 à 69 et le nombre de connecteurs par centaine passera de 8 à 9.

Si l'on admet pour les 1000 nouveaux abonnés un trafic moyen égal à celui des anciens — ce qui n'est pas vrai au début, mais tend à le devenir par la suite — le nombre total de seconds sélecteurs passera donc de 120 à $69 \times 3 = 207$ et celui des connecteurs de 160 à $9 \times 30 = 270$.

Quant au nombre total des premiers sélecteurs, il devra également subir, outre l'augmentation de 50 pour 100 résultant de l'extension, l'augmentation de 15 pour 100 résultant de l'accroissement de trafic moyen par abonné, et passera donc de 80 à 138.

On voit donc que le câblage des lignes auxiliaires à l'intérieur du bureau devra subir un remaniement assez profond. Si l'on prend en particulier les lignes multipliées sur un niveau de premier sélecteur, le niveau correspondant au premier mille par exemple, nous voyons que nous avons maintenant 69 lignes multipliées (par groupes de 10 au maximum) devant 138 organes, au lieu de 60 devant 80. Même si l'on n'avait pas estimé nécessaire de prévoir une augmentation du trafic moyen par ligne, on serait passé de 60 lignes multipliées devant 80 organes, aux mêmes 60 lignes multipliées devant 120, et une modification du câblage se serait également imposée.

Si dans l'installation primitive il n'y a pas de multiplages partiels, les 60 lignes sont divisées en 6 groupes de 10 et les 80 premiers sélec-

teurs doivent être répartis en 6 sectionnements aussi égaux que possible, soit 4 de 13 et 2 de 14. Il est bon de signaler à ce sujet les difficultés que rencontre dans la pratique la réalisation de semblables dispositions. Les sélecteurs sont réunis par rangées horizontales dans le système Strowger, par baies verticales dans le système de la W. E. C'; ils sont superposés dans le même bâti dans le système Ericsson. On ne peut évidemment réaliser des rangées, des baies ou des bâtis dont la capacité soit toujours un multiple ou un diviseur exact des nombres que donnent les calculs des sectionnements, et l'on est ainsi conduit à laisser des parties importantes de rangées ou de baies inutilisées. Nous verrons plus loin que l'emploi des multiplages partiels permet de réaliser des dispositions beaucoup plus satisfaisantes.

Après extension, nous aurions à répartir les 138 premiers sélecteurs en 7 sectionnements, dont 6 disposant de 10 lignes et 1 de 9, ce qui peut être réalisé par 6 sectionnements de 20 et 1 de 18. Il faut donc passer de sectionnements de 13 à 14 organes, à des sectionnements de 18 et 20, ce qui peut présenter d'assez nombreuses complications.

Facilités d'extension procurées par l'emploi des multiplages partiels. — Supposons au contraire que l'on ait généralisé dès le début l'emploi des multiplages partiels. On peut dans ce cas constituer des rangées uniformes de 20 sélecteurs par exemple, complètement équipées dès le début.

L'installation primitive comportait 60 lignes à multiplier devant 80 premiers sélecteurs disposés sur 4 rangées de 20; nous supposons que certaines lignes sont multipliées sur deux rangées, certaines sur une seule, et certaines sur une demi-rangée. Nous pouvons donc diviser l'ensemble des 80 premiers sélecteurs en deux sections de 40, chaque section ayant à sa disposition 30 lignes. Si x est le nombre des contacts par niveau sur lesquels sont multipliées des lignes communes à une demi-rangée, y celui des contacts des lignes communes à 2 rangées, à 1 rangée et z celui des contacts des lignes communes à 2 rangées, nous avons, pour la section de 2 rangées :

$$\begin{aligned}x + y + z &= 10, \\4x + 2y + z &= 30,\end{aligned}$$

d'où

$$3x + y = 20,$$

x, y et z étant des nombres entiers positifs; il n'y a que deux solutions :

$$x = 6, \quad y = 2, \quad z = 2,$$

ou

$$x = 5, \quad y = 5, \quad z = 0.$$

Nous prendrons la première, qui procure un meilleur rendement des lignes, et nous aurons donc 6 lignes occupant les 6 premiers contacts et multiplées chacune sur une demi-rangée de sélecteurs, 2 lignes occupant les deux suivants et multiplées sur 1 rangée complète et 2 lignes occupant les deux derniers et multiplées sur 2 rangées consécutives. Il suffit, pour pouvoir réaliser très aisément ces dispositions, que le multiplage de chaque rangée de 20 premiers sélecteurs puisse être coupé en son milieu, et se termine à chaque extrémité de la rangée par des broches de raccordement, permettant de relier chaque ligne individuellement soit à la ligne multiplée sur la rangée voisine, soit à une ligne aboutissant à un second sélecteur.

Après extension nous avons à réaliser la disposition suivante : 69 lignes de deuxième sélecteur à multiplier, sur chaque niveau équipé de 138 premiers sélecteurs. Ceux-ci seront répartis en 6 rangées de 20, et 1, incomplète, de 18; il y a intérêt à conserver la même disposition qu'avant l'extension et à constituer des sections de 2 rangées; nous aurons donc 3 sections de 40 sélecteurs, la rangée incomplète de 18 constituant l'amorce d'une section future; les 69 lignes seront de même réparties en 3 groupes de 20 et 1 de 9 pour la rangée de 18. Le multiplage de chaque section devra donc répondre aux conditions :

$$x + y + z = 10,$$

$$4x + 2y + z = 20,$$

d'où deux solutions :

$$x = 2, \quad y = 4, \quad z = 4,$$

$$x = 3, \quad y = 3, \quad z = 6.$$

Nous prendrons la première, qui donne une meilleure répartition. La modification de câblage se réduira donc à ceci : les lignes multiplées sur les contacts 1 et 2 resteront multiplées sur une demi-rangée, les lignes 3, 4, 5 et 6 seront multiplées sur une rangée entière au lieu de l'être sur une demi-rangée, les lignes 7 et 8 seront mul-

tiplées sur 2 rangées au lieu de l'être sur 1, et les lignes 9 et 10 resteront multipliées sur 2 rangées (voir *fig. 154*). On voit quelle simpli-

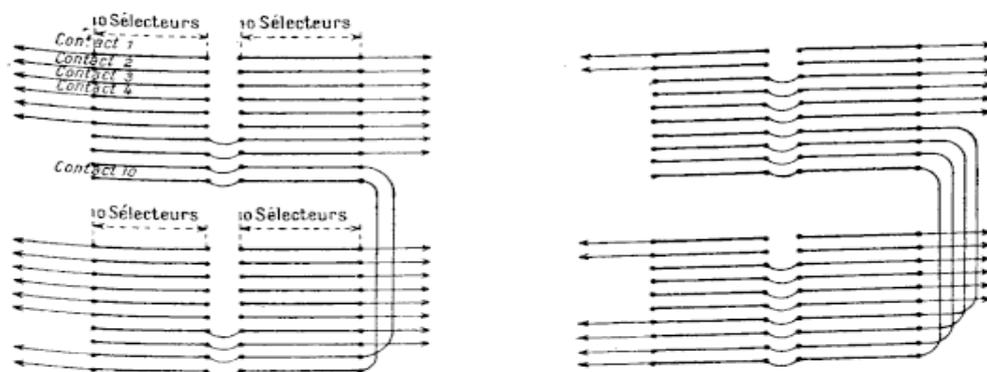


Fig. 154. — Schéma représentant le multiplage partiel de 30 lignes auxiliaires à gauche, et de 20 lignes à droite, sur les 10 contacts de l'un des niveaux de 40 premiers sélecteurs répartis en 4 demi-rangées.

fication en résulte pour les transformations nécessitées par l'extension.

Nous avons supposé dans ce qui précède que l'on ne tenait pas compte des modifications du rendement des lignes et des organes entraînés par les changements de multiplages partiels, ou que ces modifications étaient trop peu importantes pour justifier un changement du nombre de lignes nécessaires. Il serait d'ailleurs facile d'en tenir compte le cas échéant, étant donnée la souplesse du système. Si par exemple le calcul précis montre qu'avec le multiplage partiel réalisé, il est possible de diminuer de 1 le nombre de lignes de second sélecteur nécessaires par section, il suffira d'augmenter de 1 le nombre des lignes communes et de diminuer de 1 le nombre de lignes divisées en deux sectionnements.

Nous avons pris comme exemple le cas d'un système Strowger où les sélecteurs sont disposés par rangées horizontales; le nombre des sélecteurs dans chaque rangée est déterminé par les dimensions des bâtis, qui peuvent varier suivant l'espace disponible; il est d'ailleurs facile de couper le multiplage d'une rangée en deux, comme nous l'avons vu, en le munissant de broches de raccordement à chaque extrémité.

Dans le système « Rotary » de la W. E. C^y, les sélecteurs sont rangés par baies verticales, de capacité fixe, 11 avec les appareils

du type ancien, 13 avec les appareils du type nouveau. Les sections de multiplage devront donc être constituées par des multiples entiers de 13 ou de 11. Comme d'ailleurs on opère sur des groupes de lignes plus importants, puisque la capacité d'un niveau de sélection est de 22 dans l'ancien type et de 30 dans le nouveau, la souplesse du système n'en est pas diminuée. En prenant les mêmes chiffres que dans l'exemple précédent, nous avons 138 premiers sélecteurs, sur un niveau desquels nous devons multiplier 69 lignes de deuxième sélecteur. Les premiers sélecteurs sont répartis sur 11 baies de 13 organes, dont une incomplète; nous prendrons comme section de multiplage 12 baies (il faut prendre, pour faciliter les multiplages partiels, un nombre comportant plusieurs diviseurs), soit au total 156 places, dont 18 seront disponibles pour l'extension ultérieure. Si toutes ces places étaient équipées, il faudrait, au lieu de 69, 78 lignes de second sélecteur, en gardant le même trafic moyen par ligne. Disposons notre multiplage partiel de façon que les x premières lignes soient multipliées sur 3 baies (ce qui fait 4 sectionnements), les y suivantes sur 6 baies, soit 2 sectionnements, et les z dernières communes; nous avons à résoudre

$$\begin{aligned}x + y + z &= 30, \\4x + 2y + z &= 78,\end{aligned}$$

une solution satisfaisante est $x = 12$, $y = 12$, $z = 6$.

Comme nous n'avons en réalité que 138 organes, soit 10 baies complètes, 1 équipée seulement à 8 et une vide, et qu'il n'y a d'autre part que 69 lignes à multiplier au lieu de 78, nous réduirons de 6 lignes le dernier sectionnement x et de 3 lignes le dernier sectionnement y , de façon que la disposition finale soit la suivante : sur les 12 premiers contacts, 3 sectionnements de 12 lignes et 1 de 6, sur les 12 suivants, 1 sectionnement de 12 et 1 de 9, et sur les 6 derniers un groupe de lignes communes de 6. Cette disposition, qui a l'inconvénient de laisser pour certains organes des places de lignes auxiliaires non équipées au milieu d'un niveau, a l'avantage de faciliter grandement l'extension ultérieure.

Si l'on veut éviter l'inconvénient mentionné ci-dessus, on peut d'ailleurs, au prix d'une légère augmentation du coût d'installation initial, équiper dès le début les 12 baies de la section complète, en répartissant aussi également que possible les 138 organes entre elles,

soit 6 baies à 12 organes avec une place disponible et 6 baies à 11 organes avec 2 places disponibles; on aura alors à résoudre

$$\begin{aligned}x + y + z &= 30, \\4x + 2y + z &= 69.\end{aligned}$$

Une solution satisfaisante est $x = 12$, $y = 3$, $z = 15$. Au fur et à mesure de l'extension ultérieure, il suffira de faire passer des lignes du groupe z au groupe y en les sectionnant en deux.

Dans le système Ericsson, la grande capacité des bâtis et la constitution de leur multiplage en fils nus rigides se prêtent moins bien à la réalisation de multiplages partiels. Par contre le fait d'équiper incomplètement les bâtis présente moins d'inconvénients, ceux-ci représentant une fraction moins importante du coût de l'installation totale que dans les autres systèmes. Si nous prenons toujours les mêmes chiffres, 138 premiers sélecteurs sur un niveau desquels (bien que dans le système Ericsson il ne s'agisse plus de niveaux, mais de cadres multiples) doivent être multipliés 69 lignes, nous voyons tout d'abord que nous devons constituer au moins 4 sectionnements pour les lignes les plus sectionnées, puisque la capacité d'un cadre est de 20 lignes, et qu'un même sélecteur ne peut donc explorer plus de 20 lignes par niveau. Nous constituerons donc une section de multiplage de 4 bâtis, et nous répartirons les 138 sélecteurs aussi également que possible entre les 4 bâtis, soit 35 pour chacun des deux premiers et 34 pour chacun des deux derniers; si nous appelons toujours x le nombre de lignes multipliées sur un seul bâti, y celui des lignes multipliées sur 2 bâtis, et z celui des lignes communes aux 4 bâtis, nous avons

$$\begin{aligned}x + y + z &= 20, \\4x + 2y + z &= 69;\end{aligned}$$

deux solutions se présentent :

ou

$$\begin{aligned}x = 15, y = 4, z = 1, \\x = 16, y = 1, z = 3.\end{aligned}$$

D'une façon générale, la faiblesse relative du nombre maximum de lignes par groupe (20), par rapport à la capacité élevée des bâtis (40, 60 ou 70 sélecteurs), fait qu'il est difficile de tirer un grand parti

des multiplages partiels. Quant aux inconvénients résultant de l'équipement incomplet des bâtis, ils ne deviennent véritablement sensibles que dans les petites installations.

Extension des connecteurs. — Il est évidemment impossible de recourir à des multiplages partiels pour le multiplage des lignes d'abonné sur les connecteurs ou sélecteurs finals. Il est donc nécessaire dans l'équipement initial, de réserver sur les bâtis ou baies de connecteurs des places libres pour les extensions futures. Ces extensions et modifications sont d'ailleurs beaucoup moins importantes que pour les sélecteurs; le trafic à destination d'un groupe de 100, 200 ou 500 abonnés ne peut, normalement, que croître assez légèrement à mesure que l'importance du réseau augmente, et une prévision d'augmentation de trafic de 20 à 25 pour 100 par rapport à l'équipement initial suffit généralement pour la vie d'une installation, sauf naturellement si des modifications de tarif sont susceptibles de venir troubler profondément l'allure moyenne du trafic.

Dans les réseaux où les abonnés à plusieurs lignes sont groupés dans des centaines spéciales (cas le plus général pour les réseaux automatiques), le fait que les abonnés dont le trafic augmente et nécessite une seconde ligne sont dénumérotés et enlevés aux centaines ordinaires, permet de ne prévoir pour celles-ci qu'une faible marge d'extension; par contre dans les centaines ou groupes réservés aux abonnés à plusieurs lignes il est nécessaire de prévoir la possibilité d'augmenter dans des proportions beaucoup plus notables le nombre des connecteurs, de 30 à 50 pour 100, ou même 100 pour 100, suivant la façon dont a été calculé l'équipement initial.

Extension des présélecteurs et chercheurs. — Le multiplage des lignes auxiliaires sur les contacts des présélecteurs primaires ou secondaires se prête à la constitution de multiplages partiels, et par conséquent il est possible de disposer ces organes sur des bâtis de capacité fixe, complètement équipés dès le début en organes et en lignes, les variations de trafic donnant simplement lieu à des modifications de multiplages analogues à celles décrites plus haut.

Signalons toutefois à propos des présélecteurs secondaires, ou chercheurs secondaires fonctionnant en présélecteur comme dans le

système Thomson-Houston, que la présence des relais de chaîne, dont nous avons expliqué l'utilité antérieurement, complique un peu la réalisation de multiplages partiels : le relais de chaîne d'une ligne auxiliaire commune à n sectionnements doit comporter n contacts, de façon que l'on puisse constituer autant de circuits de chaîne qu'il y a de sectionnements différents.

D'autre part comme la présence des présélecteurs secondaires permet à une même ligne appelante d'accéder à un grand nombre de premiers sélecteurs différents, il y a généralement intérêt lorsqu'on procède à une extension — à moins que cette extension ne soit très importante — à modifier le câblage de façon que les abonnés de l'extension puissent accéder à des premiers sélecteurs de l'installation primitive, et réciproquement. Ces modifications peuvent se faire sans difficulté s'il y a un répartiteur intermédiaire entre les présélecteurs ou chercheurs primaires et les présélecteurs secondaires.

Quant aux chercheurs d'appel, le principe même de ces organes ne permet guère la réalisation de multiplages partiels sur leurs bancs de contacts. En effet toutes les lignes multipliées sur les mêmes chercheurs ont un circuit commun de démarrage qui met en mouvement tout ou partie des chercheurs libres; ce circuit doit évidemment pouvoir actionner n'importe lequel des chercheurs susceptibles d'atteindre la ligne appelante, chaque chercheur devrait donc être relié à autant de circuits de démarrage différents qu'il y a de groupes de lignes multipliées différemment sur ses contacts.

Cette disposition ne présenterait d'ailleurs nullement le même intérêt que dans le cas de la recherche d'une ligne libre par un sélecteur ou un présélecteur. Il faut se rappeler en effet que la recherche d'une ligne libre par chercheur d'appel se fait en quelque sorte dans le sens inverse; les lignes entre lesquelles on cherche sont celles qui se terminent par les organes actifs, au lieu d'être celles qui sont multipliées sur les contacts fixes. Pour réaliser la même combinaison que les multiplages partiels décrits précédemment, et en tirer les mêmes avantages, il faudrait donc qu'une ligne « recherchée » fût répétée devant plusieurs groupes différents de lignes appelantes, c'est-à-dire qu'une ligne de chercheur secondaire, par exemple, fût terminée par 4 chercheurs montés en dérivation et explorant 4 groupes différents de lignes de chercheurs primaires, qu'une autre ligne de chercheur secondaire fût terminée par 2 chercheurs en dérivation, etc.;

mais la partie coûteuse d'une ligne étant précisément l'organe mobile, la légère augmentation de rendement qu'on pourrait ainsi obtenir par ligne serait beaucoup plus que compensée par le coût supplémentaire des chercheurs en dérivation.

Quant aux multiplages partiels des lignes *appelantes* sur les contacts des chercheurs, outre les difficultés qui viennent d'être signalées pour les circuits de démarrage, ils ne pourraient avoir pour résultat qu'une diminution, au lieu d'une augmentation, du rendement des lignes de chercheur, à qualité de service égale; la disposition envisagée plus haut avec utilisation de chercheurs à 50 et de chercheurs à 100 directions pourrait peut-être avoir un intérêt au point de vue économique, par suite de la diminution du coût des chercheurs, mais elle n'en aurait aucun au point de vue des facilités d'extension.

La seule façon de ménager l'extension sur les bâtis de chercheurs est donc de ménager des places disponibles pour augmenter le nombre de chercheurs par groupe; lorsque toutes les places sont équipées, si l'on ne veut pas prolonger le multiplage sur des bâtis nouveaux ou si l'on ne le peut pas, il ne reste qu'un procédé, c'est de diminuer le nombre de lignes appelantes multipliées en laissant le même nombre de chercheurs, à mesure que le trafic augmente; le rendement des chercheurs n'est d'ailleurs pas diminué, puisque le trafic écoulé par un même groupe de chercheurs reste constant; mais on laisse ainsi une partie d'équipement inemployée et inutilisable.



CHAPITRE IX.

EQUIPEMENT AUTOMATIQUE DES GRANDS RÉSEAUX URBAINS.

L'équipement en automatique des grands réseaux urbains présente un certain nombre de complications, dont les principales viennent du fait que ces grands réseaux, au moment où se pose la question de la transformation de leur outillage, sont déjà pourvus d'un matériel et d'un réseau de lignes conçus et réalisés en vue de satisfaire aux exigences du système manuel. Le mode de numérotage des abonnés est également adapté aux besoins de la commutation manuelle et n'est pas celui qui conviendrait le mieux à la commutation automatique; or on sait combien il est désirable de modifier le moins possible et le moins souvent possible les numéros d'appel. Des changements de numéro sont, il est vrai, nécessaires de temps à autre, même dans un système manuel, par suite des besoins de l'extension; mais au moins une ligne déterminée n'a-t-elle toujours, à un moment donné, qu'un seul numéro d'appel. Dans la transformation en automatique d'un grand réseau au contraire, transformation qui ne peut être réalisée en une seule fois, un même abonné, si l'on adoptait deux systèmes de numérotation différents, l'un pour le manuel, l'autre pour l'automatique, serait désigné de deux façons différentes suivant qu'il est appelé d'un bureau équipé suivant l'un ou l'autre système.

Nous examinerons plus loin les problèmes qui se posent du fait de la coexistence dans un grand réseau, de bureaux manuels et de bureaux automatiques, et ceux qui se posent par suite de la nécessité d'utiliser en automatique un réseau de lignes auxiliaires et un système de numérotage conçus d'après les besoins du manuel. Mais auparavant nous allons considérer le cas, encore un peu théorique à l'heure actuelle, où ces problèmes ne se sont pas posés et où le réseau s'est développé normalement dans le sens qui convient à la commutation automatique.

Numérotage d'un réseau à 6 chiffres. — Prenons le cas d'un réseau automatique équipé pour plus de 100 000 lignes, mais dont on ne prévoit pas qu'il puisse atteindre 1 000 000, du moins avec le système de commutation actuel. Les numéros d'appel devront donc comporter 6 chiffres, ou plutôt 6 caractères, car l'expérience a paru montrer que les erreurs de numéros dans la manipulation du cadran sont moins fréquentes si dans les numéros à chiffres nombreux on remplace les premiers par des lettres. On mettra donc ces numéros sous la forme

AB 4 2 3 1.

Dix lettres seulement seront utilisées, correspondant aux 10 chiffres du cadran d'appel.

Voyons maintenant quel sera le plan du réseau et quelles seront les règles de numérotage, en étudiant tout d'abord le cas d'un système de commutation à base décimale, et dépourvu d'enregistreurs.

Dans les quartiers centraux à grande densité, les bureaux seront généralement aménagés de façon à recevoir soit 10 000 lignes, soit un multiple de 10 000 (20 000 ou 30 000 au plus dans la pratique). Chaque bureau pourra donc être désigné par un groupe de 2 lettres, un central de 20 000 lignes étant considéré comme 2 bureaux réunis dans le même bâtiment; les abonnés reliés au bureau CF par exemple seront numérotés CF 0000 à CF 9999.

Il ne s'ensuit pas de là que si la capacité d'un bâtiment peut être portée par exemple à 14 000 lignes, les 4000 lignes en excédent soient inutilisables; les numéros correspondants pourront être utilisés par exemple pour constituer l'amorce d'une circonscription future; le central contiendra 2 bureaux, BC et BD par exemple, d'importance égale ou inégale, mais qui devront être séparés quand leur équipement total dépassera 14 000. Mais il n'est pas désirable que des numéros d'une même série, BD par exemple, soient répartis dans deux bâtiments différents, du moins dans les quartiers à grande densité.

Dans les quartiers périphériques ou à faible densité, construire des bureaux à capacité de 10 000 lignes pourrait conduire, soit à une mauvaise utilisation de cette capacité, soit à un allongement excessif des lignes d'abonné, et il est préférable de construire des centraux de capacité moindre. Dans ce cas, la zone comprenant ces quartiers sera divisée en secteurs, chaque secteur étant pourvu d'un ou de

plusieurs centraux dont la capacité totale sera de 10 000 par secteur. A chaque secteur correspondra un indicatif de 2 lettres qui entrera dans la composition du numéro de tous les abonnés du secteur. Par exemple le secteur DB comportera 4 centraux, le premier comprenant les abonnés DB 0000 à DB 3999, le second les abonnés DB 4000 à 5999, le troisième les abonnés DB 6000 à 8999 et le quatrième les abonnés DB 9000 à DB 9999.

Parmi ces centraux les uns pourront être des satellites proprement dits, c'est-à-dire ne comportant que des présélecteurs (ou chercheurs d'appel) et des connecteurs, toutes les communications passant par le bureau principal, les autres pourront être des bureaux à équipement complet.

Plan du réseau de lignes auxiliaires. — Voyons maintenant comment doit être conçu le réseau de lignes auxiliaires.

Le système étant à base décimale, le premier sélecteur, celui qui reçoit les impulsions correspondant à la première lettre, ne peut desservir que 10 groupes de lignes auxiliaires, correspondant à ses 10 niveaux. Si donc le bureau ne comportait pas de seconds sélecteurs pour les communications sortantes, toutes les communications à destination de bureaux commençant par la même lettre emprunteraient le même groupe de lignes auxiliaires de départ. On serait ainsi amené à diviser le réseau en 10 zones ou districts (ou un nombre inférieur à 10 si tous les indicatifs ne sont pas utilisés), *chaque zone comprenant tous les bureaux dont l'indicatif commence par la même lettre.*

L'un des bureaux de chaque zone jouerait le rôle de bureau tandem pour les communications entrantes, et les groupes de lignes auxiliaires sortant de chaque bureau de départ y aboutiraient à des deuxièmes sélecteurs. Il n'est pas nécessaire d'ailleurs qu'il n'y ait qu'un seul tandem par zone; les seconds sélecteurs peuvent être répartis entre plusieurs bureaux, selon la direction d'où viennent les lignes auxiliaires qui y aboutissent.

D'autres solutions peuvent toutefois être envisagées : on peut constituer des bureaux tandem en dehors même des zones qu'ils desservent, soit au centre du réseau pour tout le réseau, soit dans la zone de départ pour les communications sortant de cette zone.

Supposons au contraire que l'on veuille placer les seconds sélec-

teurs au bureau de départ pour toutes les communications sortantes. Dans ce cas, les communications seront réparties, dès le départ du bureau, entre un nombre de groupes de lignes auxiliaires égal au nombre d'indicatifs différents utilisés dans le numérotage. Chaque bureau de départ devra donc être réuni à tous les autres bureaux de 10 000 ou secteurs de 10 000 par un groupe distinct de lignes auxiliaires. La constitution de zones n'est plus alors nécessaire; les indicatifs des bureaux ou secteurs peuvent être choisis au hasard. Il n'y a plus de tandems que pour les bureaux de moins de 10 000 lignes, l'un des bureaux du secteur jouant le rôle de tandem et contenant les troisièmes sélecteurs, ou sélecteurs de milliers, pour tout le secteur.

La seconde disposition est évidemment préférable, à la première si l'importance du trafic entre deux bureaux ou secteurs de 10 000 quelconques justifie dans tous les cas un groupe de lignes auxiliaires distinctes. Ce résultat peut être considéré comme acquis si le plus petit nombre de lignes nécessaire dans chaque sens entre deux bureaux, calculé d'après la probabilité admise pour l'ensemble du réseau, est voisin de la capacité de recherche d'un sélecteur dans le système considéré (10 dans le système Strowger ordinaire sans chercheurs secondaires).

Cette condition de trafic est généralement remplie dans les réseaux dont l'importance dépasse de peu les 100 000 lignes; on est donc amené dans ces réseaux à ne pas placer les seconds sélecteurs dans des bureaux tandem, et l'on peut se croire ainsi autorisé à choisir les indicatifs de bureaux au hasard, ou d'après des considérations étrangères au groupement en zones. Mais il est prudent de prévoir qu'avec l'accroissement du nombre de bureaux, le trafic minimum entre deux bureaux quelconques diminuera et qu'il deviendra nécessaire de créer des zones ou districts (le premier sélecteur est souvent appelé *sélecteur de district*).

Division du réseau en districts. — En résumé, un réseau à 6 chiffres sera divisé en un certain nombre, égal ou inférieur à 10, de zones ou districts, chaque district correspondant à une valeur de la première lettre de l'indicatif. Le district A comportera les bureaux AA (cet indicatif à lettre redoublée n'étant utilisé qu'en dernier lieu), AB, AC, etc. en nombre égal ou inférieur à 10, le district B,

les bureaux BA, BB, BC, etc. et ainsi de suite. Un bureau quelconque, BG par exemple, sera relié par lignes auxiliaires directes avec un bureau tandem pour chaque district, bureau tandem dans lequel seront placés les deuxièmes sélecteurs. Toutefois, si le trafic de départ du bureau BG avec *tous* les bureaux (ou secteurs) d'un district donné, A par exemple, est suffisant pour justifier des lignes auxiliaires directes avec chacun d'eux, le niveau correspondant à A sera relié à des seconds sélecteurs placés dans le bureau de départ BG même, et la séparation des lignes vers AB, AD, etc. se fera sur les niveaux de ces seconds sélecteurs.

Il n'est pas possible, avec un système sans traduction, d'utiliser un tandem pour les communications à destination d'un bureau donné, de BD vers CH par exemple, et de n'en pas utiliser, c'est-à-dire d'avoir des lignes auxiliaires directes, vers un autre bureau du même district, c'est-à-dire commençant par la même lettre, de BD vers CF par exemple. Dans le bureau BD, les lignes auxiliaires multipliées sur le niveau C doivent, ou sortir du bureau, et le tandem est nécessaire pour tous les bureaux commençant par C, ou aboutir à des seconds sélecteurs placés dans BD même, et celui-ci devra être réuni par lignes auxiliaires distinctes vers tous les bureaux (ou secteurs) CA, CB, etc. Une combinaison des deux solutions n'est pas possible.

Le réseau hypothétique représenté par la figure 155 comprend 10 zones ou districts représentés chacun par une des 10 lettres A, B, C, D, E, F, G, H, J, K. Dans chaque district, qui compte au maximum 100 000 lignes, les bureaux sont représentés par le double indicatif des séries de 10 000 que chacun d'eux contient : par exemple le bureau BG, BI, BH contient trois séries de 10 000, le bureau BE, BF deux, le bureau BD une seule. Les bureaux satellites sont représentés par des petits cercles, réunis seulement au bureau principal ; par exemple le bureau principal FK compte 4 satellites, la somme totale des abonnés de ces 5 bureaux ne pouvant dépasser 10 000, et tous appartenant à la série FK.

Examinons les liaisons d'un bureau donné, BD par exemple, nous le supposons relié par lignes directes : 1° à tous les bureaux de son propre district ; 2° à un seul bureau de chacun des autres districts, ABAC pour le district A, CACB pour le district C, DA pour le district D, etc. Par conséquent le bureau BD ne comportera de deuxièmes sélecteurs de départ que pour les relations avec les bureaux

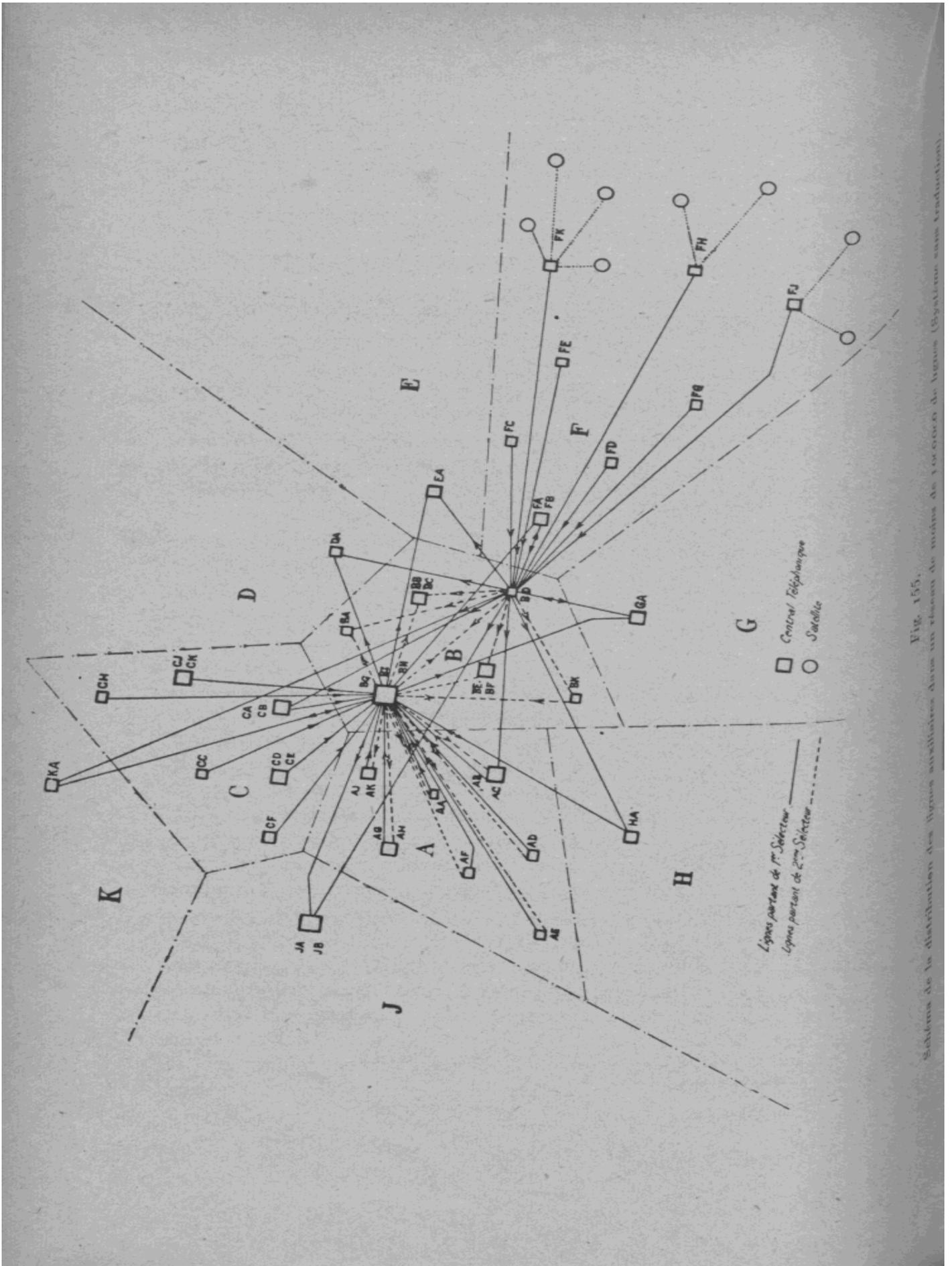


Fig. 155.
Schéma de la distribution des lignes téléphoniques dans les classes de lignes (Système sans traduction).

de son district; à ces deuxièmes sélecteurs aboutiront les lignes partant du niveau B des premiers; les lignes partant des autres niveaux de premiers sélecteurs sortiront des bureaux et aboutiront à des deuxièmes sélecteurs placés dans les bureaux tandem ABAC, CACB, DA, etc.

Un autre cas peut se présenter: le bureau BGBIBH, par exemple, a un trafic suffisant, non seulement avec tous les bureaux de son propre district, mais encore avec ceux d'un district voisin A, pour être relié avec chacun d'eux par des lignes directes. Ce bureau contiendra donc des deuxièmes sélecteurs sur les lignes partant des niveaux A et B des premiers sélecteurs, les lignes des 8 autres niveaux allant à des bureaux tandem.

Il peut y avoir plusieurs bureaux tandem dans un même district; par exemple le bureau BGBIBH sert de tandem pour les relations venant du district A et du district C et le bureau BD pour les relations venant du district F.

Remarquons que ces lignes ne servent que dans un seul sens; le bureau BD par exemple est relié directement au bureau FK parce qu'il sert de tandem pour les relations de FK vers le district B; mais dans le sens BD vers FK les communications passent par le bureau tandem FAFB.

Cas des systèmes à base non décimale. — Ces systèmes présentent deux caractéristiques spéciales :

- 1° Ils utilisent des enregistreurs;
- 2° Les sélecteurs desservent un nombre de groupes de lignes auxiliaires supérieur à 10 (sauf dans le système Rotary de la Western Electric).

Les enregistreurs peuvent — moyennant certaines complications ⁽¹⁾ — être en même temps des traducteurs, c'est-à-dire qu'ils peuvent enregistrer un indicatif sous une forme correspondant à un autre indicatif quelconque, la transformation ainsi réalisée pouvant être différente suivant le bureau de départ considéré; ainsi

⁽¹⁾ Nous avons vu que dans le système Rotary, par exemple, il était nécessaire de séparer, pour les impulsions à traduire, les organes récepteurs d'impulsions directes des organes de commande des sélecteurs et d'intercaler entre eux un commutateur traducteur, semblable à un chercheur d'appel.

au bureau DF, CA sera enregistré sous la forme correspondant à BG, tandis que dans le bureau AH, CA sera enregistré sous la forme DB. Cette facilité permet de réaliser des districts en quelque sorte fictifs, les bureaux d'un réseau étant groupés en districts différents suivant le bureau de départ considéré. Il est ainsi plus facile de constituer des lignes auxiliaires directes vers tous les bureaux avec lesquels le trafic le justifie, et d'emprunter des bureaux tandem, judicieusement choisis, vers les autres.

La seule condition à remplir est que le nombre de directions de tandems empruntées au départ d'un bureau déterminé ne dépasse pas la valeur imposée par la capacité du système envisagé. Prenons le cas d'un réseau à 6 chiffres et d'un système dont les sélecteurs desservent 10 groupes de lignes auxiliaires; si au départ d'un bureau il y a 6 directions de tandem, cela immobilise 6 niveaux sur les premiers sélecteurs et il ne reste que 4 niveaux pour les relations directes, ou 3 si l'on utilise un niveau de premier sélecteur pour l'interurbain, les relations de service, etc. La capacité des seconds sélecteurs étant également de 10, on pourra donc desservir au maximum $3 \times 10 = 30$ bureaux reliés directement avec seconds sélecteurs au bureau de départ.

Lorsque les sélecteurs desservent un nombre de groupes de lignes auxiliaires supérieur à 10 (25 dans le système Ericsson), cette augmentation de capacité présente plusieurs avantages.

Tout d'abord il est possible dans la plupart des cas de réduire le nombre d'organes sélecteurs intervenant dans une communication, d'où économie de prix de revient, de place, de frais d'entretien, etc. Nous avons vu dans la description du système Ericsson qu'une capacité totale de 200 à 250 000 lignes pouvait être atteinte avec 3 étages de sélection seulement, tandis qu'il en faudrait 5 dans le système Strowger et, dans le système Rotary, 4 jusqu'à 200 000, 5 au delà. Quand la capacité totale est supérieure à 200 000, il n'en reste pas moins la possibilité de desservir un certain nombre de directions, celles pour lesquelles le trafic est le plus élevé, au moyen de 3 étages de sélections (deux sélecteurs et un connecteur) seulement, l'utilisation de trois sélecteurs étant réservée pour les autres relations.

Par exemple sur les 25 groupes de lignes auxiliaires que dessert le premier sélecteur, 20 peuvent aboutir directement à des bureaux de 10 000, dans lesquels il n'y aura que sélecteurs de groupe et con-

necteurs; les 5 autres groupes aboutissant à des sélecteurs de bureaux desservant chacun également 25 groupes de lignes, la capacité totale théorique du réseau serait donc encore de $20 + 5 \times 25 = 145$ bureaux de 10 000 (moins les directions immobilisées par l'interurbain, les lignes de service, etc.).

Ensuite, comme nous l'avons vu plus haut, l'augmentation de capacité des sélecteurs permet d'augmenter le nombre des directions tandem, et d'assurer ainsi une meilleure utilisation du réseau des lignes auxiliaires. Si l'on juge désirable par exemple d'avoir au départ d'un bureau 6 directions tandem, il en reste 19 pour les autres relations, qui pourront être partagées, suivant le trafic, en relations directes sans second sélecteur et relations directes avec second sélecteur : 18 des premières et une seule des secondes permettraient encore de desservir $18 + 1 \times 25 = 43$ bureaux reliés directement.

Transformation d'un grand réseau manuel. — Nous avons supposé jusqu'ici que la numérotation des abonnés et le tracé du réseau des lignes auxiliaires avaient été conçus en vue d'un système purement automatique et nous avons vu que, même dans ce cas, si la considération du bon rendement des lignes auxiliaires amène à faire un usage assez fréquent des relations par tandem, il pouvait être nécessaire, ou tout au moins avantageux, de prévoir un système de traduction des indicatifs des bureaux.

Or dans la transformation en automatique d'un grand réseau manuel, il existe toujours une longue période où des bureaux manuels et automatiques coexistent. Pendant tout ce temps il est désirable que les abonnés des bureaux transformés continuent à être demandés par ceux des bureaux restés manuels, sous la même forme, ou sous une forme semblable (généralement un nom suivi de 4 chiffres) à celle sous laquelle ils étaient demandés avant la transformation.

Aussi beaucoup d'administrations ou de Compagnies exploitantes ont-elles décidé que l'indicatif du numéro d'appel en automatique serait constitué par deux (ou trois) lettres prises dans le nom manuel du bureau, de préférence les premières; sur l'annuaire, ces lettres, pendant toute la période de transformation, ressortiraient en plus gros caractères dans l'impression du nom du bureau. Par exemple :

Gutenberg 3 8 1 1,

GoBelins 4 6 2 2

Comme il n'y a que 10 séries d'impulsions possibles et par suite 10 trous dans le disque d'appel, chaque trou doit correspondre à 2 ou 3 lettres qui s'équivalent ainsi dans la composition automatique du numéro. Dans la correspondance entre les chiffres et les lettres, on peut, soit suivre l'ordre alphabétique, soit adopter un ordre étudié de façon à éviter les confusions : la lettre I avec le chiffre 1, la lettre O avec le chiffre zéro, etc.; on a ainsi les deux dispositions indiquées sur la figure 156.

Il est évident, d'après ce que nous avons vu plus haut, qu'avec cette disposition, ou bien tous les bureaux du réseau (un bureau principal et ses satellites pouvant compter pour un seul bureau, si la capacité totale ne dépasse pas 10 000 et si les numéros d'appel comportent le même indicatif) doivent être réunis deux à deux par des groupes de lignes auxiliaires directes, ou bien une traduction est nécessaire.

D'autre part, au moment où commence la transformation en automatique d'un grand réseau manuel, le réseau des lignes auxiliaires existe et constitue une fraction importante du capital investi; il est donc désirable de l'utiliser avec le moins de bouleversements possible. Or dans un grand réseau il n'est pas rare que les relations entre deux bureaux périphériques extrêmes, lorsque le trafic entre

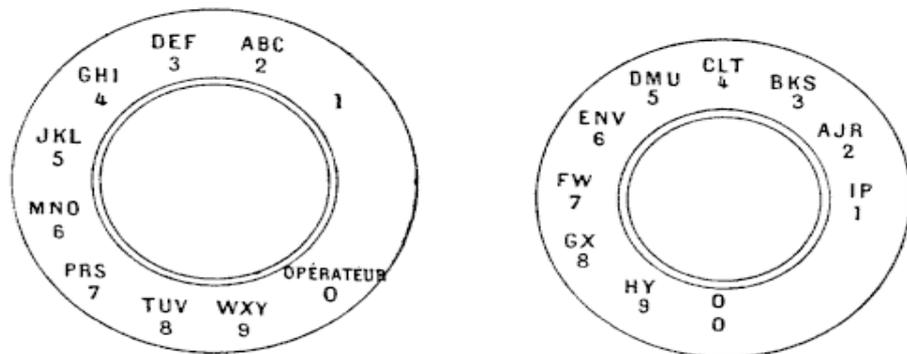


Fig. 156.

ces bureaux est très peu important, soient assurées non pas par un, mais par l'intermédiaire de deux tandems. Lorsque les réseaux de banlieue seront incorporés au réseau de Paris, cela pourra être le cas, par exemple, entre un bureau de la banlieue est et un bureau de la banlieue ouest. Il est donc nécessaire dans ce cas, si l'on veut con-

server la même disposition des lignes auxiliaires en automatique, que la communication emprunte un premier sélecteur au bureau de départ, un second sélecteur au premier bureau tandem et un troisième sélecteur, ou plus exactement un deuxième second sélecteur, au second bureau tandem, pour la simple transmission de l'indicatif d'appel supposé à 2 lettres dans le réseau considéré. On est amené ainsi à prévoir la mise en action successive de 3 organes de sélection indépendants, au moyen de 2 séries d'impulsions seulement. C'est une exigence de plus à laquelle doit satisfaire le système de traduction.

SYSTÈME DIRECTEUR.

Pour résoudre ces divers problèmes dans les systèmes du type Strowger, on a réalisé un organisme traducteur — et par conséquent enregistreur — qui a été appelé le *directeur*. Son but principal est, comme nous venons de le voir, de permettre de réaliser des relations tandem entre bureaux non réunis par des lignes directes sans qu'il en résulte de dispositions obligatoires pour le numérotage des abonnés reliés à ces bureaux; le *tracé du réseau des lignes auxiliaires* et le *numérotage* restent ainsi *indépendants* l'un de l'autre.

Nous allons décrire sommairement le système *directeur* tel qu'il est présenté par la Compagnie française Thomson-Houston, concessionnaire pour la France des brevets relatifs à ce système, pour un réseau de l'importance de celui de Paris et dont les numéros d'appel comportent 6 chiffres ou lettres.

Ce système permet :

1° De transformer les deux premières séries d'impulsions reçues du poste de l'abonné et correspondant aux deux lettres constituant l'indicatif du bureau demandé, en des séries d'impulsions différentes, et dont le nombre peut varier de 1 à 4; par exemple l'indicatif AB peut être traduit par un nombre quelconque comprenant 1, 2, 3 ou 4 chiffres, ce qui veut dire que le bureau AB peut être atteint, soit directement par des lignes auxiliaires partant d'un niveau du premier sélecteur, soit par l'intermédiaire de 1, 2 ou 3 tandems.

2° De réaliser le comptage simple ou le comptage multiple suivant que le bureau demandé appartient à une zone ou à une autre, et également de réaliser le comptage à la durée, le compteur marquant une unité au bout de chaque intervalle de 3 minutes.

Description des organes constitutifs du directeur. — Sur la ligne auxiliaire partant des contacts du présélecteur ou du chercheur double et aboutissant au premier sélecteur, est intercalé un groupe de relais, d'où part une dérivation allant au chercheur de directeur. Ce chercheur de directeur est, dans le système présenté, constitué comme un chercheur double ordinaire, ce qui permet à une même ligne auxiliaire d'être reliée à un grand nombre de directeurs différents, d'où augmentation possible du rendement de ces organes.

Le directeur proprement dit se compose des organes suivants (*fig. 157*) :

1° Un commutateur directeur, organe dont le rôle est analogue à celui d'un commutateur séquentiel ou combineur, et qui commande les différentes opérations de réception des impulsions émises par le poste d'abonné;

2° Un mécanisme récepteur et traducteur des impulsions correspondant aux indicatifs littéraux;

3° Un mécanisme enregistreur des chiffres;

4° Un mécanisme envoyeur d'impulsions;

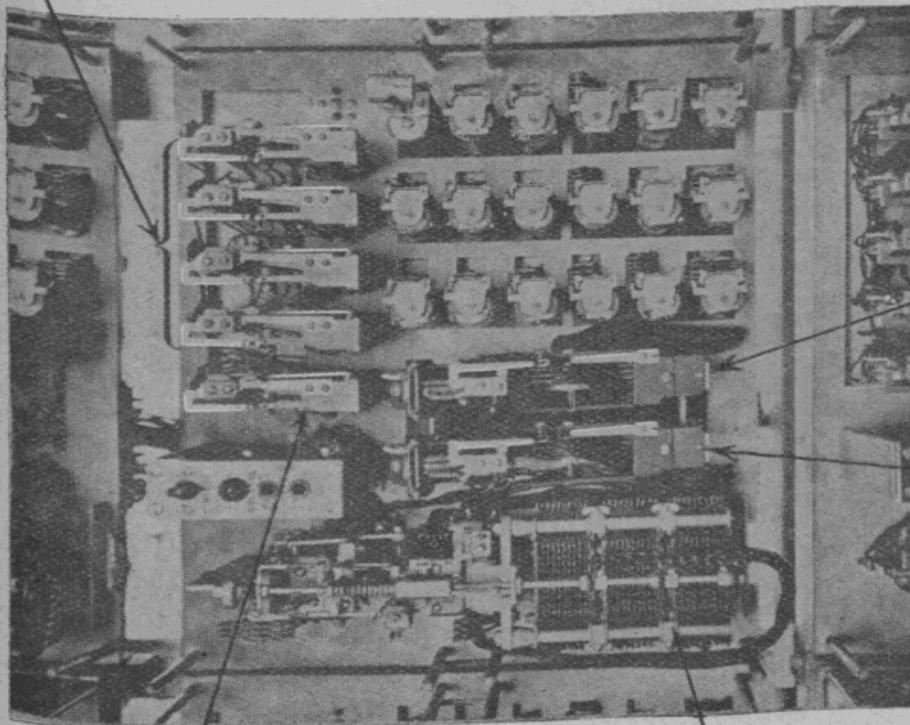
5° Un contrôleur, autre commutateur séquentiel qui commande les opérations de commande des divers sélecteurs et connecteurs.

Le *commutateur directeur* est constitué par un commutateur rotatif à 3 balais, frottant sur 3 rangées de 25 contacts. Pour chaque communication, ce commutateur prend 7 positions successives, 1 pour la réception de chacune des 6 séries d'impulsions émanant du poste d'abonné et une septième maintenant l'occupation du système. Les 25 contacts seront donc divisés en 3 groupes de 7 séparés par des plots morts, et au cours d'une demi-rotation de l'arbre des balais, le commutateur pourra donner 3 communications.

Le *mécanisme récepteur et traducteur des impulsions littérales* consiste en un sélecteur associé à un répartiteur traducteur. L'arbre du sélecteur comporte autant de frotteurs qu'il y a, au maximum, de séries d'impulsions qui doivent remplacer les deux impulsions littérales, soit 4 dans le projet considéré. Les frotteurs du sélecteur pouvant prendre 100 positions différentes, comme dans tous les sélecteurs du type Strowger, il y aura au total 400 contacts, reliés à une des faces du répartiteur-traducteur. Les impulsions cor-

respondant à la première lettre imprimant à l'arbre son mouvement d'ascension; les impulsions correspondant à la seconde lui imprimant

Enregistreur
des chiffres



Contrôleur

Fig. 157. — Vue d'un directeur.

Envoyeur

Commutateur
directeur

Sélecteur
traducteur

son mouvement de rotation. Si l'indicatif du bureau demandé est par exemple DF, correspondant à 46, les frotteurs du sélecteur

s'arrêteront sur les contacts occupant le sixième rang du quatrième niveau.

Si l'indicatif DF doit être traduit en un groupe de 4 chiffres correspondant à l'utilisation de 3 tandems pour aller du bureau de départ considéré au bureau DF, soit 3651 par exemple, les 4 contacts correspondant à la position 46 sont reliés comme suit :

Le contact du premier frotteur à la borne 3 de l'autre face du répartiteur;

Le contact du deuxième frotteur à la borne 6 de l'autre face du répartiteur;

Le contact du troisième frotteur à la borne 5 de l'autre face du répartiteur;

Le contact du quatrième frotteur à la borne 1 de l'autre face du répartiteur.

Si l'indicatif DF doit être traduit en un groupe de moins de 4 chiffres, 2 par exemple, les contacts des 2 premiers frotteurs sont reliés aux bornes correspondant aux chiffres à transmettre, et les contacts des 2 autres à une borne spéciale ne commandant l'envoi d'aucune impulsion.

Le *mécanisme enregistreur des chiffres*, qui n'a pas à effectuer de traduction dans le système Strowger, consiste simplement en 4 commutateurs rotatifs, 1 pour chaque chiffre (milliers, centaines, dizaines, unités) comportant chacun 3 balais frottant sur 3 séries de 25 contacts; ces 25 contacts sont divisés en deux séries de 10 séparées par des plots morts.

L'*envoyeur* est également un commutateur rotatif comportant 2 balais et associé à un groupe de relais; une machine génératrice d'impulsions est commune à tout le bureau.

Le *contrôleur* est un commutateur rotatif à 4 balais; au cours d'une communication, il prend successivement 9 positions, une correspondant à chacune des séries d'impulsions commandant les sélecteurs et connecteurs, séries dont le nombre maximum est 8 (4 au maximum pour la traduction des lettres et 4 pour les chiffres), les positions correspondant à des séries manquantes étant simplement des positions de passage, et une neuvième position pour la libération du directeur. Les 25 contacts sont donc divisés en 2 séries de 9 séparées par des plots morts.

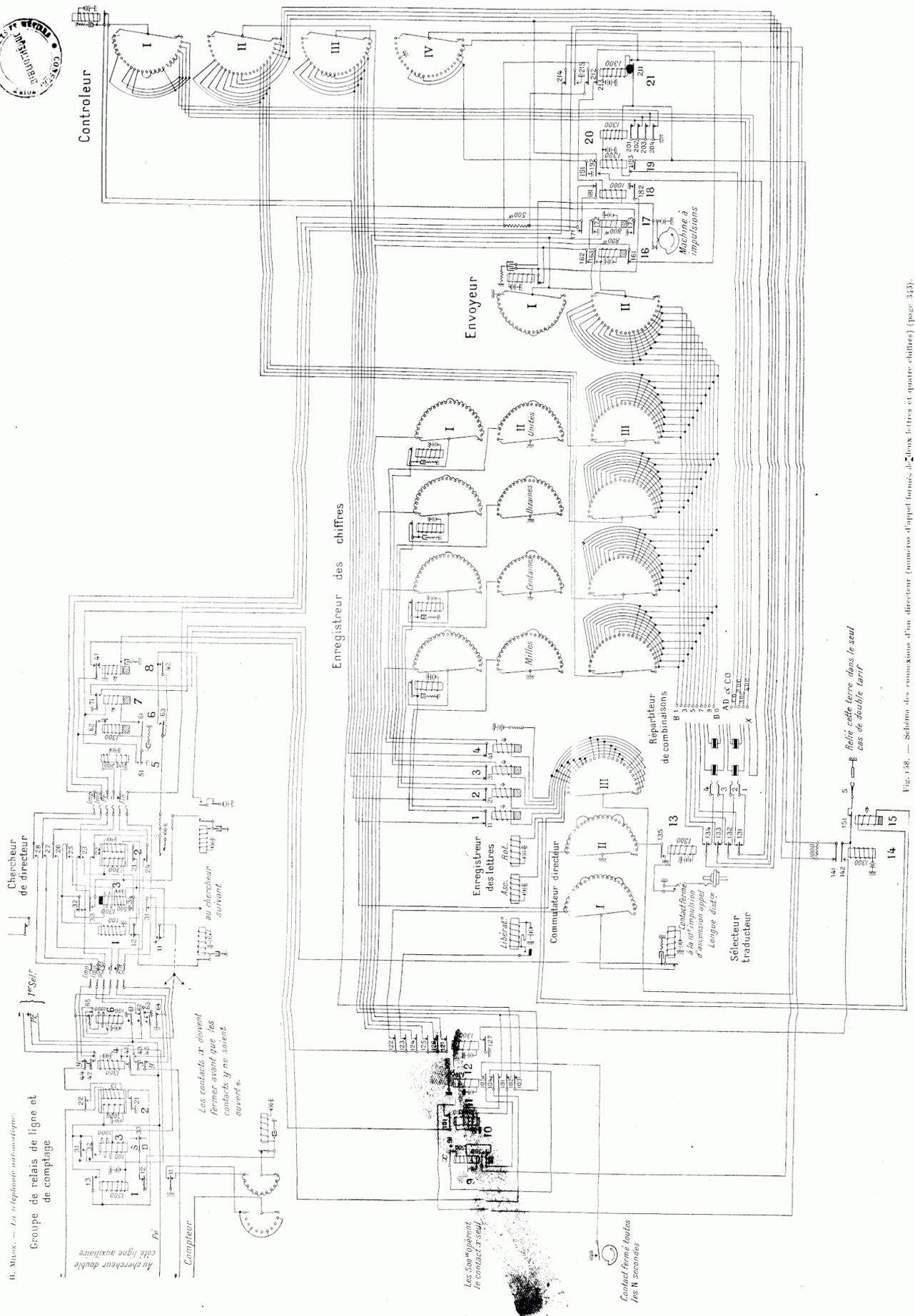


Fig. 138. — Schéma des connexions d'un directeur (numéros d'appel formés de deux lettres et quatre chiffres) (page 343).

Fonctionnement du Directeur. — Lorsque l'abonné demandeur décroche, son présélecteur, ou un chercheur double mis en mouvement par son appel, relie sa ligne à une ligne auxiliaire libre aboutissant à un premier sélecteur, et sur laquelle est intercalé un groupe de relais. Ce groupe de relais fonctionne et met en mouvement un chercheur de directeur (chercheur simple ou chercheur double) qui relie la ligne appelante à un directeur libre. Dès que celui-ci est connecté, un courant de tonalité est envoyé sur la ligne appelante, indiquant au demandeur qu'il peut commencer à manœuvrer son disque.

Le commutateur directeur étant dans la position 1, la première série d'impulsions est reçue, par l'intermédiaire de divers relais, dans l'électro d'ascension du sélecteur-récepteur, puis le commutateur-directeur passant à la position 2, la deuxième série d'impulsions est reçue dans l'électro de rotation. L'arbre du sélecteur-récepteur s'arrête donc dans la position correspondant au bureau demandé; ses 4 balais sont alors reliés, par l'intermédiaire du répartiteur-traducteur, aux bornes de ce répartiteur qui vont commander les manœuvres de l'envoyeur correspondant à la sélection du bureau demandé. Si cette sélection par exemple nécessite l'envoi successif de 2, 5, 7 et 8 impulsions, les 4 balais sont reliés aux bornes 2, 5, 7 et 8; si au contraire elle ne nécessite que l'envoi de deux séries, 2 et 5 par exemple, les deux premiers frotteurs sont reliés aux bornes 2 et 5, et les deux derniers aux bornes spéciales supprimant l'envoi d'impulsions.

Dès que les deux premières séries ont été reçues, le contrôleur est actionné et met en mouvement le mécanisme envoyeur d'impulsions. Celui-ci envoie sur la ligne auxiliaire, côté premier sélecteur, des impulsions de commande jusqu'à ce que les balais de l'envoyeur aient atteint la position correspondant à la borne du répartiteur-traducteur à laquelle est relié le premier balai du sélecteur-récepteur (borne 2 dans l'exemple considéré), puis l'envoi des impulsions cesse pendant que l'envoyeur achève son premier quart de tour. Le premier sélecteur a ainsi reçu deux impulsions, puis recherché une ligne libre aboutissant à un deuxième sélecteur. A ce moment, le contrôleur passe à la position 2 et l'envoyeur commence son deuxième quart de tour en envoyant un nombre d'impulsions correspondant à la borne reliée au deuxième balai du sélecteur-récepteur, et ainsi de suite jusqu'à ce que la sélection du bureau demandé soit ter-

minée. Si deux séries d'impulsions seulement sont nécessaires pour cette sélection, le contrôleur passe sans s'arrêter sur les positions 3 et 4 et arrive à la position 5 où commence l'envoi des chiffres.

Pendant ce temps, l'abonné demandeur a continué à manœuvrer son disque, et par la manœuvre du commutateur-directeur, sa ligne a été reliée successivement aux commutateurs-enregistreurs des milliers, des centaines, des dizaines et des unités, dont les balais ont pris respectivement la position correspondant aux impulsions reçues. Aucune traduction n'est plus nécessaire, et dans les positions 5, 6, 7 et 8 du contrôleur, l'envoyeur est mis successivement en relation avec les 4 commutateurs-enregistreurs et envoie des impulsions correspondant aux chiffres enregistrés.

Le contrôleur ne peut passer à la position correspondant à l'envoi des impulsions d'un chiffre déterminé que quand ce chiffre a bien été enregistré, de façon à prévenir le cas où, un abonné manœuvrant trop lentement, le mécanisme d'envoi des impulsions ne rattrape le mécanisme de réception et où une série d'impulsions pourrait ainsi être interrompue ou retardée en cours de transmission.

Dès que la dernière série d'impulsions est envoyée, le contrôleur passe en position 9, le directeur est libéré et ses différents organes reviennent en position de repos.

Le nombre de directeurs nécessaires est, comme pour les autres organes, déterminé d'une part par sa durée moyenne d'immobilisation par communication (16 à 18 secondes), d'autre part par la probabilité, que l'on s'impose, qu'un appel trouve un directeur libre. Il est, en général, égal approximativement à $\frac{1}{6}$ ou à $\frac{1}{7}$ du nombre des premiers sélecteurs.

Cas d'un réseau où les bureaux sont désignés par trois lettres. — Lorsque le nombre de bureaux centraux (non compris les bureaux satellites proprement dits, c'est-à-dire n'ayant pas d'indicatif littéral propre) prévu dans un réseau est susceptible de dépasser 100 (ou 90 si l'on n'utilise pas de lettre correspondant au 0 pour la première) il est nécessaire de composer les indicatifs littéraux de trois lettres.

La figure 159 représente le schéma de principe des connexions entre un central de départ et un central d'arrivée, lorsque la communication doit emprunter deux bureaux tandem successifs. Au

central de départ, le groupe de relais intercalé entre le présélecteur secondaire (C^r S. L.) et le premier sélecteur met la ligne appelante

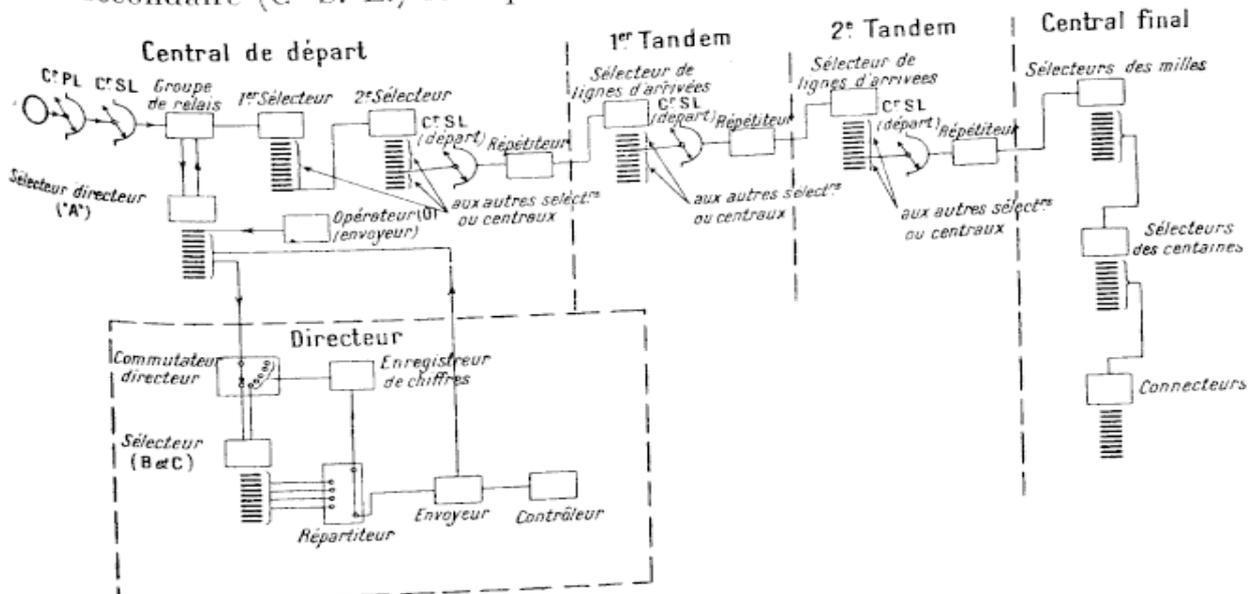


Fig. 159.

en relation avec un sélecteur-directeur, qui remplace le chercheur de directeur décrit plus haut, et qui est chargé en outre de recevoir les impulsions constituant la première lettre; sur le niveau correspondant à cette première lettre, il cherche un directeur libre, lequel directeur, semblable à celui déjà décrit, reçoit les deux lettres suivantes. D'où les expressions sélecteur-directeur « A » et sélecteur « B et C ».

Lorsque l'abonné demandeur fait le signal O (opérateur) le sélecteur-directeur « A » le renvoie à une opératrice, qui est munie d'un envoyeur et peut faire pour l'abonné la combinaison nécessaire.

Ces dispositions sont celles qui sont prévues pour le réseau de Londres.

RELATIONS ENTRE BUREAUX MANUELS ET BUREAUX AUTOMATIQUES.

Lorsque des bureaux manuels et des bureaux automatiques coexistent dans un grand réseau urbain, le principe qui régit les règles d'exploitation est le suivant : l'abonné ne doit pas s'aperce-

voir de la coexistence des deux systèmes. Pour un abonné relié à un bureau manuel, tout doit se passer comme si le réseau entier était manuel, et pour un abonné relié à un bureau automatique, tout doit se passer comme si le réseau entier était automatique.

Relations manuel vers automatique. — L'abonné demandeur relié à un bureau manuel appelle l'opératrice comme d'ordinaire, lui désigne le numéro demandé et ne doit pas avoir à se livrer à d'autres manœuvres, ni à entrer en relation avec une autre opératrice.

Pour la suite de la connexion, trois méthodes sont possibles :

1^o L'opératrice A manuelle dispose soit d'un cadran d'appel (solution qui n'est admissible que quand le trafic est faible), soit d'un clavier avec lequel elle commande, par l'intermédiaire d'une ligne auxiliaire, des organes automatiques placés au bureau automatique, et qui achèvent la connexion.

2^o L'opératrice A manuelle s'adresse par ligne de conversation à une opératrice B du bureau automatique; celle-ci est munie d'un équipement semblable à celui de positions semi-automatiques, et achève la connexion au moyen d'un clavier commandant des organes automatiques; cette opératrice est souvent appelée « opératrice semi-B ».

3^o L'opératrice A manuelle s'adresse par ligne de conversation à une opératrice B manuelle placée dans le bureau automatique et disposant d'un multiplage de jacks généraux; la communication est entièrement manuelle.

Le choix entre ces trois méthodes dépend des circonstances locales. La première est celle qui entraîne le moins de frais d'exploitation, le personnel étant réduit au strict minimum, et qui assure le service le plus satisfaisant en ce qui concerne la rapidité de la mise en connexion et les risques d'erreur. Mais elle exige une adjonction d'équipement assez importante à toutes les positions manuelles, ce qui n'est pas toujours possible. En tout cas le temps pendant lequel doit servir cet équipement supplémentaire et son prix de revient doivent entrer en ligne de compte.

La troisième méthode est celle qui entraîne le plus de frais de personnel, le rendement d'une opératrice B manuelle étant à peu

près équivalent à celui d'une opératrice B semi-automatique aux heures de plein trafic, et moindre aux heures de trafic réduit. La différence à ce point de vue entre les méthodes 2 et 3 est d'ailleurs faible. Le principal avantage de la méthode 2 (positions B semi-automatiques ou positions semi-B) est qu'à mesure que progresse la transformation du réseau, les organes sélecteurs et connecteurs manœuvrés par les positions semi-B peuvent servir tels quels pour les relations avec des bureaux automatiques, tandis que les jacks généraux des positions B manuelles deviennent inutiles.

La méthode 3, entièrement manuelle, moins coûteuse comme prix de première installation, est surtout indiquée quand le nombre total de positions B à prévoir (semi-B ou manuelles) est peu important et qu'il existe déjà un multiplage de jacks généraux nécessaire pour les relations avec l'interurbain (quand cette solution est adoptée); elle a aussi l'avantage d'utiliser une partie des téléphonistes rendues disponibles par la transformation à un travail qu'elles ont l'habitude d'accomplir, tandis que la méthode 2 exige qu'elles apprennent la manipulation des positions semi-B.

Description sommaire de la méthode avec appel par clavier. — La réalisation de cette méthode dépend naturellement du type d'organes automatiques adoptés dans le réseau. Voici le principe de la disposition proposée par la Compagnie française Thomson-Houston pour Lyon.

Chaque position manuelle de départ est pourvue :

1^o D'une réglette de jacks de départ vers chaque bureau automatique, chaque jack étant accompagné d'un signal lumineux d'occupation. Nous verrons tout à l'heure pourquoi il est possible que ces jacks soient en petit nombre;

2^o D'un clavier, qui, pour économiser la place nécessaire, est composé d'une seule rangée de boutons numérotés de 1 à 0. Une lampe d'occupation accompagne le clavier.

Chaque jack de départ, multiplié devant un certain nombre de positions A, aboutit à un chercheur, analogue à un présélecteur rotatif, qui cherche une ligne auxiliaire libre. Lorsque le nombre de lignes auxiliaires à destination d'un bureau automatique déterminé dépasse la capacité (25) du chercheur, les différents jacks de départ

placés sur une même position A aboutissent à des chercheurs sur les contacts desquels sont multiplés des groupes de lignes auxiliaires différents, si bien qu'avec un petit nombre de jacks de départ, chaque opératrice A peut avoir accès à toutes les lignes auxiliaires sortantes.

Le signal lumineux indique l'occupation du jack non seulement quand la ligne de chercheur correspondante est réellement occupée, mais aussi quand toutes les lignes auxiliaires que peut explorer le chercheur sont occupées; ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de relais de chaînes, semblable à ceux déjà décrits.

Quand la téléphoniste A enfonce une fiche dans un jack de départ libre, le chercheur correspondant se met en marche et choisit une ligne auxiliaire libre. En même temps un groupe de relais connecte le jack de départ au clavier et à l'équipement correspondant.

Cet équipement se compose :

a. D'un dispositif d'enregistrement, composé de 4 groupes de 4 relais chacun. Il n'y a en effet que 4 chiffres à enregistrer, le bureau étant choisi manuellement par l'opératrice A qui dispose d'une réglette de jacks vers chaque bureau. Le premier groupe enregistre le premier chiffre, le second groupe enregistre le second chiffre, etc.; 4 relais par groupe suffisent, le nombre de combinaisons obtenues soit par l'excitation d'un seul relais (4), soit par l'excitation de deux relais sur 4, $\binom{4 \times 3}{2}$ étant égal à 10;

b. D'un mécanisme envoyeur d'impulsions, analogue à un pré-sélecteur rotatif;

c. D'un dispositif de commutation analogue à un commutateur séquentiel ou combineur, chargé de relier successivement le clavier, après chaque enfoncement de bouton, au groupe de relais d'enregistrement suivant, puis de mettre ces groupes de relais successivement en relation avec le mécanisme envoyeur d'impulsions.

Un seul équipement suffit par clavier, car le temps qui s'écoule entre deux appels manuels successifs est toujours suffisant pour que l'enregistreur, l'envoyeur d'impulsions et le clavier soient redevenus libres, surtout dans le système Strowger qui ne comporte pas de recherche continue au bureau automatique; d'autre part au bureau manuel l'opératrice n'enfonce sa fiche et n'actionne son clavier

que si elle a la certitude d'avoir une ligne auxiliaire libre; il n'y a donc de cause d'immobilisation prolongée d'un clavier qu'en cas de dérangement. D'ailleurs une lampe indicatrice lui indique que son clavier est libéré et qu'elle peut composer.

Le fonctionnement du système est le suivant :

A la réception d'un appel à destination d'un bureau automatique, l'opératrice choisit une ligne libre, enfonce sa fiche et actionne son clavier s'il est libre. L'enfoncement du bouton correspondant au premier chiffre actionne soit un, soit deux relais du premier groupe de l'enregistreur, puis le commutateur séquentiel passe au second groupe, où l'enfoncement du bouton du clavier correspondant au deuxième chiffre actionne de même un ou deux relais, et ainsi de suite. Quand l'enregistrement est terminé, le commutateur séquentiel met les 4 groupes de l'enregistreur successivement en relation avec l'envoyeur d'impulsions, qui envoie, sur la ligne auxiliaire, 4 séries d'impulsions correspondant aux 4 chiffres enregistrés, chaque série étant séparée de la suivante par le temps nécessaire à la manœuvre des sélecteurs.

Dès que l'opératrice a enfoncé le bouton correspondant au quatrième chiffre, elle redevient libre pour répondre à un nouvel appel, mais le clavier et son équipement ne sont libérés qu'à la fin des impulsions.

Si l'opératrice s'aperçoit d'une erreur ou d'un dérangement au cours de la transmission, elle manœuvre une clef de libération qui fait revenir tous les organes au repos et recommence sa combinaison.

La supervision et la rupture de la communication se font comme à l'ordinaire.

Positions semi-automatiques B. — Une position semi-automatique comporte :

1° Un poste d'opératrice auquel aboutit une ligne de conversation et ses organes accessoires habituels;

2° Un certain nombre de directions de lignes auxiliaires venant des bureaux manuels, nombre généralement voisin de 30. L'équipement de chaque direction varie suivant les constructeurs; sous sa forme la plus complète, il consiste en une clef dite *d'assignation*, une clef de rupture, une lampe d'occupation et une lampe indicatrice d'appel et de fin;

3° Un clavier semblable à celui d'une position semi-automatique ordinaire, avec un nombre d'enregistreurs égal à deux ou à trois



Fig. 160. — Positions semi-automatiques B (réseau de Bruxelles).

suivant la rapidité de fonctionnement du système; sur une position B en effet les appels se succèdent avec plus de rapidité que sur une position A où, comme dans le cas précédent, un seul enregistreur peut suffire. Au clavier est associée une lampe d'occupation et une clef de libération;

4° Éventuellement un système de pilotage des enregistreurs, consistant en un jeu de lampes-pilotes par enregistreur permettant de suivre la progression de la commande des sélecteurs.

L'opératrice A du bureau manuel demande la communication par ligne de conversation comme à l'ordinaire; l'opératrice semi-B lui indique une ligne libre, ce dont elle s'assure par l'extinction de la ou des deux lampes correspondantes, et elle abaisse la clef d'assignation de cette ligne auxiliaire, ce qui la met en relation avec le clavier et un enregistreur libre; puis elle manœuvre son clavier à la façon ordinaire, et elle redevient libre, ainsi que le clavier, pour recevoir un autre appel; l'enregistreur reste occupé jusqu'à la fin de la commande des sélecteurs. L'opératrice n'a pas à s'occuper

de la libération qui se fait automatiquement au retrait de la fiche au départ (la clef d'assignation est à retour automatique).

La lampe ou les lampes de chaque direction doivent permettre de distinguer les quatre cas suivants : 1^o ligne libre; 2^o ligne indiquée (dont la clef d'assignation vient d'être actionnée) mais non encore prise au départ; 3^o ligne prise au départ mais non indiquée; 4^o ligne occupée par une communication en cours. Lorsqu'il n'y a qu'une seule lampe, le cas 1 est représenté par l'extinction, le cas 4 par l'allumage fixe, les cas 2 et 3 par des scintillements ou des allumages intermittents à cadence différente.

En cas d'erreur, si l'opératrice semi-B s'en aperçoit avant d'avoir terminé la manœuvre de son clavier, elle actionne la clef de libération du clavier et recommence la combinaison; si elle s'en aperçoit ou si on l'en avise ultérieurement, elle actionne la clef de rupture, puis la clef d'assignation de la direction intéressée et recommence la combinaison.

La clef de rupture lui sert également à rompre une communication qui n'a pas été prise au départ. Dans certains systèmes la rupture dans ce cas a lieu automatiquement un temps déterminé après la fin de la manœuvre des sélecteurs; l'appel du demandé ne doit pas avoir lieu.

Enfin il est désirable que si une communication tarde à aboutir (dans le cas des systèmes à recherche continue) ou ne peut aboutir (dans le cas des systèmes à appels perdus) faute d'un sélecteur ou connecteur libre à un étage de sélection quelconque, l'enregistreur correspondant ne reste pas bloqué jusqu'au retrait de la fiche au départ. Cette libération de l'enregistreur doit avoir lieu automatiquement au bout d'un temps donné, ou bien être commandée par l'opératrice semi-B, qui dans ce cas doit être avisée de l'incident par les lampes de pilotage de l'enregistreur et un scintillement particulier de l'une des lampes de la direction intéressée et manœuvrer la clef de rupture correspondante.

Relations automatiques vers manuel. — L'application du principe général énoncé plus haut conduit à adopter un système tel que l'abonné automatique demandeur compose le numéro demandé sur son cadran comme à l'ordinaire et n'a à rentrer en relation avec aucune opératrice. On peut évidemment se soustraire à cette obli-

gation et imaginer d'autres solutions, mais au prix d'une diminution certaine de la qualité du service, qui ne doit être admise que si le trafic entre le bureau automatique et le bureau manuel est peu important.

Si l'on admet cette règle, la communication doit être achevée dans le bureau manuel, soit par des organes entièrement automatiques, soit par des opératrices muettes, en ce sens qu'elles n'ont normalement à rentrer en relation ni avec l'abonné demandeur ou demandé, ni avec une autre opératrice.

Cette seconde solution est la plus fréquemment adoptée, car l'installation d'organes automatiques nombreux dans un bureau manuel qui n'a pas été agencé pour les recevoir soulève en général de grandes difficultés, et est de plus très onéreuse si le bureau manuel ne doit pas être transformé en automatique sur place.

Si au contraire le trafic entre le bureau automatique et le bureau manuel est faible, et surtout si ce dernier est à batterie locale, on adopte souvent la solution suivante, moins coûteuse comme équipement en matériel. L'abonné automatique appelle le bureau manuel au moyen d'un numéro spécial, généralement composé d'un nombre de chiffres réduit; cet appel arrive sur une position manuelle, avec entr'aide multiple ou automatique le cas échéant, et l'opératrice, après avoir pris connaissance du numéro demandé, achève la communication manuellement; elle agit directement sur le compteur du demandeur par une clef spéciale si la communication aboutit.

Une telle solution ne doit d'ailleurs être adoptée, comme nous l'avons déjà vu, que si le trafic est restreint et si le nombre des bureaux manuels accessibles de cette façon est peu élevé, car dans le cas contraire il y aurait intérêt à faire passer ces communications par un ou plusieurs bureaux tandem, où des positions tandem à indicateurs lumineux d'appel pourraient être installées.

Positions à indicateurs lumineux d'appel. — Ces positions peuvent être soit des positions d'arrivée, auquel cas elles comportent un multiplage de jacks généraux d'abonnés, soit des positions tandem, auquel cas elles comportent un multiplage de jacks de lignes auxiliaires de départ et des boutons de conversation. Les lignes auxiliaires d'arrivée y aboutissent à des fiches monocordes, comme sur une position B ordinaire.

Lorsque l'abonné automatique manœuvre son disque d'appel, la sélection du bureau demandé se fait comme dans un réseau automatique et l'appel est dirigé vers une ligne auxiliaire libre aboutissant à ce bureau. Les impulsions correspondant aux chiffres, et

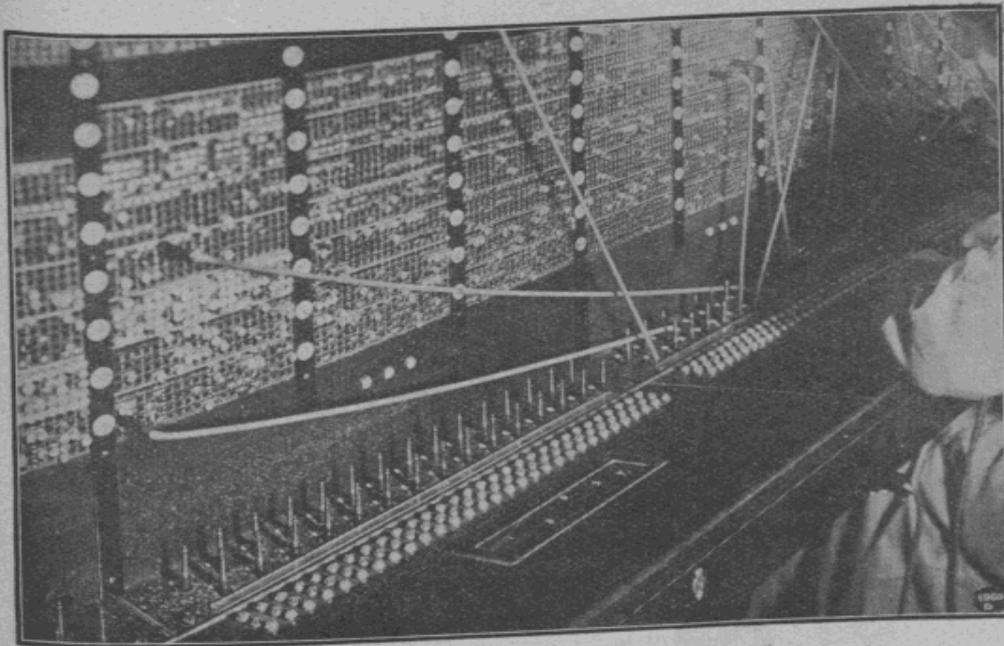


Fig. 161. — Positions B à indicateur lumineux d'appel.

envoyées soit directement par l'abonné demandeur, soit par l'enregistreur de départ dans les systèmes à enregistreurs, sont reçues dans un mécanisme de réception appelé également enregistreur, bien que son rôle et sa constitution soient différents de celui de l'enregistreur de départ, et qui est connecté momentanément au monocorde terminant la ligne auxiliaire empruntée.

Lorsque les impulsions des chiffres ont été enregistrées à l'arrivée, un organe, appelé *indicateur lumineux d'appel*, et composé de 4 séries de lampes numérotées de 0 à 9 (dans un bureau de 10 000), est relié à l'enregistreur d'arrivée, et les 4 lampes correspondant au numéro de l'abonné demandé sont allumées; par exemple si le numéro demandé est 4831, la lampe numérotée 4 de la série des 1000, la lampe numérotée 8 de la série des 100, la lampe numérotée 3 de la série des dizaines et la lampe 1 des unités, s'allument simultanément devant les yeux de la téléphoniste d'arrivée.

En même temps une lampe, associée au monocorde auquel est momentanément connecté l'enregistreur d'arrivée utilisé, se met à scintiller, indiquant à l'opératrice sur quelle ligne est relié le demandeur à desservir; elle prend le monocorde correspondant, fait le test du numéro demandé et enfonce la fiche dans le jack général si l'abonné est libre; à ce moment l'enregistreur d'une part et l'indicateur lumineux d'autre part sont libérés pour une autre communication.

Si l'abonné demandé est occupé, le monocorde est enfoncé dans un jack d'occupation, envoyant le signal de tonalité habituel vers le demandeur.

L'appel de l'abonné demandé est automatique; le compteur de conversation est actionné, suivant les systèmes, soit à la réponse du demandé, soit à la fin de la communication si elle a eu lieu.

La fin est donnée, dans la plupart des systèmes, par le raccrochage du demandeur, qui libère les organes automatiques empruntés au bureau de départ, et allume une lampe devant le monocorde correspondant à l'arrivée; l'opératrice d'arrivée retire alors ce monocorde et tout revient au repos. Toutefois, il est également possible de ne libérer tous les organes, aussi bien au bureau de départ qu'au bureau d'arrivée, que par le retrait de la fiche à l'arrivée, et de donner à l'opératrice d'arrivée la supervision des deux abonnés; celle-ci ne coupe alors que quand elle constate que les deux abonnés ont bien raccroché. Cette seconde solution a l'avantage d'éviter des faux appels en cas de raccrochage tardif du demandé, et également celui de permettre au demandeur, en manœuvrant son crochet, de faire rentrer l'opératrice d'arrivée sur supervision, de façon à pouvoir rectifier une erreur. Par contre, elle immobilise plus longtemps le demandeur en fin de communication.

Le nombre des enregistreurs d'arrivée est naturellement inférieur à celui des lignes auxiliaires, puisqu'ils sont occupés pendant beaucoup moins longtemps pour chaque connexion. Il y a généralement, par position d'arrivée, un nombre de lignes auxiliaires voisin de 30, et un nombre d'enregistreurs variant de 3 à 6 suivant les systèmes. Dans les systèmes comportant des enregistreurs au départ et la recherche continue d'une ligne auxiliaire libre, le nombre d'enregistreurs à l'arrivée peut être réduit, car : 1° l'envoi des impulsions des chiffres, commandé par l'enregistreur de départ, est régulier; 2° si tous les enregistreurs d'arrivée sont occupés, l'appel est simple-

ment différé d'un temps généralement court. Dans les systèmes Strowger sans traduction au contraire, le nombre des enregistreurs d'arrivée doit être plus élevé, car l'envoi des impulsions par l'abonné demandeur peut être irrégulier et risquer d'immobiliser plus longtemps l'enregistreur d'arrivée, et si tous les enregistreurs sont occupés, l'appel est perdu, comme nous allons le voir.

Répartition des appels sur les positions d'arrivée à indicateur lumineux. — Lorsque le trafic exige plusieurs positions d'arrivée à indicateur lumineux, il y a intérêt et il est même nécessaire, si l'on veut concilier un bon service avec un bon rendement de ces positions et des lignes auxiliaires, de répartir les appels entrants, soit entre les positions d'arrivée desservant un même bureau de départ automatique, soit, ce qui est mieux encore, entre toutes les positions d'arrivée à indicateur. Mais dans ce dernier cas, il faut intercaler un chercheur entre la ligne auxiliaire entrante, et le monocorde d'arrivée, de façon qu'un appel venant d'un bureau de départ puisse avoir accès à un nombre suffisant de monocordes répartis sur toutes les positions d'arrivée.

Le procédé le plus généralement adopté pour assurer une équitable répartition des appels entre les diverses positions d'arrivée, et réduire au minimum la durée d'attente de ces appels, est le suivant :

Supposons que l'entr'aide automatique soit assurée entre 6 positions d'arrivée, soit que ces 6 positions soient affectées à un même bureau automatique de départ, soit qu'elles soient affectées à des bureaux différents mais avec intercalation de chercheurs de distribution à l'arrivée; supposons également que chaque position comporte 30 monocordes et 3 enregistreurs, 1 enregistreur étant affecté à un groupe de 10 monocordes. Prenons une position libre, c'est-à-dire n'ayant aucun appel en attente ni en cours de traitement — un nombre quelconque de ses monocordes pouvant d'ailleurs être occupé par des communications en cours —. Un appel se présente et immobilise un enregistreur : si, à ce moment, il y a parmi les 5 autres positions 1 position au moins qui soit libre, la position considérée est marquée occupée, ainsi que tous ses monocordes libres, et aucun autre appel ne peut lui parvenir avant que l'appel en cours n'ait été servi, c'est-à-dire que le monocorde n'ait été enfoncé dans un jack général.



Lorsque les 6 positions constituant la section d'entr'aide ont toutes un appel en cours, elles redeviennent toutes libres, par le jeu d'un groupe de relais par position, et peuvent recevoir chacune un second appel; une position ayant ainsi un appel en cours (c'est-à-dire sur indicateur) et un appel en attente (c'est-à-dire sur enregistreur seulement) est marquée occupée tant qu'une autre position de la section n'a qu'un appel en cours.

Lorsque les 6 positions ont toutes un appel en cours et un appel en attente, elles redeviennent toutes libres pour recevoir un troisième appel; lorsqu'elles ont chacune un appel en cours et deux appels en attente, tous les enregistreurs sont ainsi occupés et, tant que l'un d'eux n'est pas redevenu libre, les appels qui se présentent restent en attente dans les sélecteurs au départ ou dans les chercheurs de distribution à l'arrivée si le bureau en comporte.

Dans les systèmes à appels perdus, le nombre des enregistreurs d'arrivée doit être comme nous l'avons vu plus élevé; il peut y avoir dans ce cas jusqu'à 4 ou 5 appels en attente sur enregistreur par position. Si aucun enregistreur n'est immédiatement accessible, l'appel est perdu.

Nous avons supposé dans ce qui précède qu'un enregistreur était affecté de façon fixe à un groupe de 10 monocordes; il peut arriver que les 10 monocordes d'un même groupe étant occupés par des communications en cours, l'enregistreur correspondant, quoique libre, ne puisse recevoir d'appel, ce qui diminue le nombre total possible des appels en attente.

Il résulte de ce qui précède que pour qu'un monocrorde puisse être pris par un appel entrant, il faut : 1^o qu'il soit libre; 2^o que l'enregistreur qui le dessert soit libre; 3^o que la position dont il fait partie soit accessible, c'est-à-dire n'ait pas un appel en attente de plus qu'une autre position de la section. On conçoit donc qu'il est nécessaire de rendre accessibles à un même appel un assez grand nombre de monocordes; aussi dans les systèmes où le nombre de lignes auxiliaires que peut explorer un sélecteur n'est que de 10, ou même de 20, il y a lieu d'installer des chercheurs secondaires, soit au bureau de départ, ce qui améliore le rendement de la ligne auxiliaire elle-même et évite d'installer des organes automatiques nombreux au bureau manuel, soit au bureau d'arrivée, ce qui permet de répartir

les appels venant de bureaux automatiques quelconques entre toutes les positions d'arrivée.

Lorsqu'une position d'arrivée n'est pas desservie par une opératrice, tous ses monocordes doivent être rendus inaccessibles aux appels entrants. Aux heures de trafic réduit, tout le trafic d'arrivée peut être concentré sur un petit nombre de positions d'arrivée, suffisant toutefois pour que chaque appel entrant puisse avoir accès à ces positions par un nombre suffisant de monocordes.

Si un moncorde est défectueux, l'opératrice d'arrivée doit pouvoir le marquer occupé, soit au bureau de départ s'il n'y a pas de chercheurs à l'arrivée, soit sur les contacts de ceux-ci, en l'enfonçant dans un jack spécial.

Enfin lorsqu'un enregistreur est immobilisé trop longtemps par une fausse manœuvre de l'abonné demandeur par exemple, il doit pouvoir être libéré au bout d'un temps donné, soit automatiquement, soit par l'opératrice dont un signal attire l'attention.

CHAPITRE X.

INSTALLATIONS D'ABONNÉ.

DISQUE TRANSMETTEUR D'APPELS.

Jusqu'à présent nous n'avons décrit que le disque transmetteur d'appels de l'Automatic Electric C^o, le premier en date de ceux



Fig. 162.

dont l'usage se soit largement répandu. Chacun des autres systèmes automatiques a constitué son propre disque ou cadran d'appel,

sur un principe toujours analogue au précédent, les postes d'abonné à composition préalable ne s'étant pas répandus, mais avec des procédés de réalisation plus ou moins différents. Aussi était-il désirable, tout au moins pour les Administrations ou Compagnies exploitant plusieurs systèmes différents d'automatique, d'unifier le disque d'appel, de façon qu'un même poste d'abonné soit interchangeable. L'Administration française est en train de le faire, mais les caractéristiques du nouveau type ne sont pas encore complètement déterminées. Le Post Office britannique a de son côté déjà imposé à ses constructeurs un modèle de disque unique dont voici la description.

Extérieurement (*fig. 162*) ce disque se présente à peu près comme celui de l'Automatic Electric C. Toutefois l'intervalle entre le trou marqué 1 et l'arrêt est plus grand, de façon qu'il s'écoule plus de temps entre le moment où l'abonné enfonce son doigt dans le trou 1 et commence à manœuvrer son disque, et celui où la première impulsion est envoyée dans les sélecteurs. Ce temps est en effet mis à profit par ceux-ci pour chercher une ligne libre, et, surtout lorsque l'abonné envoie plusieurs fois de suite le chiffre 1, il peut arriver que cette recherche n'ait pas le temps de se terminer. Le centre du disque est occupé par une plaquette portant, outre le numéro d'appel du poste, quelques brèves recommandations aux abonnés.

Le mécanisme intérieur (*fig. 163*) est basé sur le principe suivant : les ouvertures de circuit produisant les impulsions sont obtenues non pas en faisant tourner une came isolante entre deux ressorts, qu'elle sépare pour produire l'ouverture, et qui ferment le circuit en se rejoignant, mais en actionnant deux ressorts A par une roue dentée R; suivant que la courbure d'un troisième ressort actionnant les deux premiers tombe dans un creux de la roue dentée, ou monte sur une dent, le contact A est ouvert ou fermé. La force élastique des ressorts tendant ainsi à ouvrir le contact, au lieu de le fermer comme dans le premier dispositif, on évite les vibrations qui agitent les ressorts quand ils se rejoignent, et qui risquent de provoquer des ouvertures supplémentaires du circuit.

La présence d'une roue dentée amovible permet également de modifier les impulsions, si le système l'exige, en remplaçant simplement la roue par une autre présentant des dents d'un profil ou d'un espacement différent.

Un autre groupe de ressorts B est actionné par une came isolante C, qui les déplace uniquement dans la position de repos; le disque est alors hors circuit; dès qu'il est déplacé, la came s'éloigne et les ressorts B mettent en circuit le disque et court-circuitent les organes de conversation du poste.

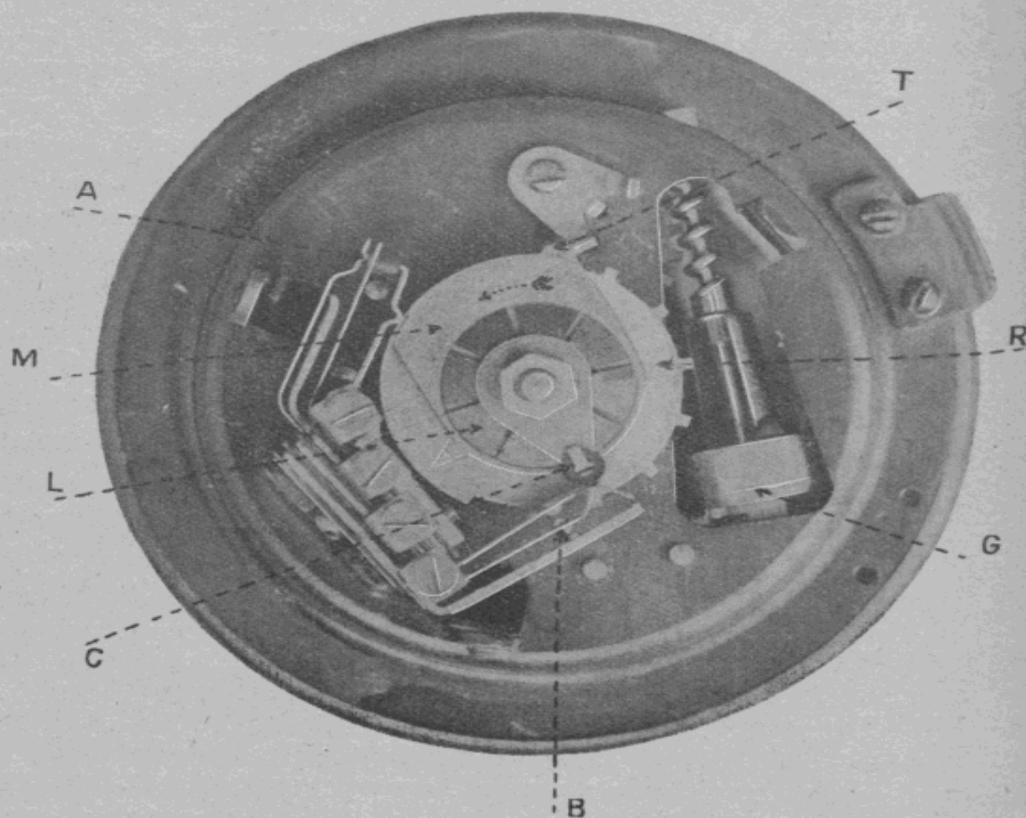


Fig. 163.

Une autre particularité de ce mécanisme est la présence, au-dessus de la roue dentée, et entraînée par elle à frottement doux, sous la pression de lamelles de bronze phosphoreux L, d'une came métallique plate M qui masque un certain nombre de dents, et empêche les creux des dents sur lesquelles elle se trouve placée, d'actionner les ressorts et d'ouvrir leur contact. Entraînée par le déplacement du disque par le doigt, elle s'arrête lorsque sa partie postérieure, qui forme un petit talon T, rencontre la courbure du ressort et laisse la roue dentée continuer son déplacement. Quand le disque et la

roue dentée commencent leur mouvement de retour en arrière, la came M revient en arrière aussi par suite du frottement, et maintient ainsi les ressorts fermés pendant une partie déterminée de la course, les impulsions commençant seulement ensuite. On assure ainsi l'intervalle de continuité du circuit nécessaire entre deux séries d'impulsions, pour que, comme on l'a vu plus haut, les sélecteurs aient le temps d'effectuer leurs opérations de recherche.

Le régulateur de vitesse G destiné à assurer la constance de la vitesse du mouvement de retour du cadran est du même type que celui qui a été décrit dans le Chapitre II.

POSTE D'ABONNÉ.

Les seules conditions qu'ait à remplir un poste d'abonné pour pouvoir être utilisé dans un réseau automatique sont les suivantes :

- 1° Il doit être adapté à la batterie centrale;
- 2° Il doit permettre de monter facilement le disque d'appel, de façon que le circuit de conversation, ou tout au moins le récepteur, soit court-circuité dès que le disque est déplacé de sa position de repos, et que le circuit de ligne soit ouvert au courant continu pendant les intervalles de coupure des impulsions;
- 3° S'il comporte un microtéléphone, ou combiné à main, le circuit de ligne ne doit pas pouvoir être ouvert par une fausse position donnée involontairement pendant la conversation à ce combiné.

L'Administration française a récemment mis au concours un type ou plutôt un certain nombre de types de postes d'abonné à B. C. pouvant être facilement adaptés à leur utilisation dans un réseau automatique; ces types sont les suivants :

- 1° Mural à microphone fixe monté sur genouillère;
- 2° Mural à microtéléphone, ou combiné;
- 3° Mobile à microphone fixe, ou type dit à *colonne*;
- 4° Mobile à combiné.

Les appareils primés sont représentés dans les figures 164 à 167, ils avaient été présentés par la Société Le Matériel téléphonique. Les photographies montrent le disque d'appel monté sur le socle ou le boîtier métallique de l'appareil; lorsque celui-ci doit être utilisé dans un réseau manuel, le disque n'est pas installé, et son emplacement est masqué par une plaquette amovible.

Les postes muraux et mobiles à microphone fixe sont du type bien connu de la Western Electric C^y.

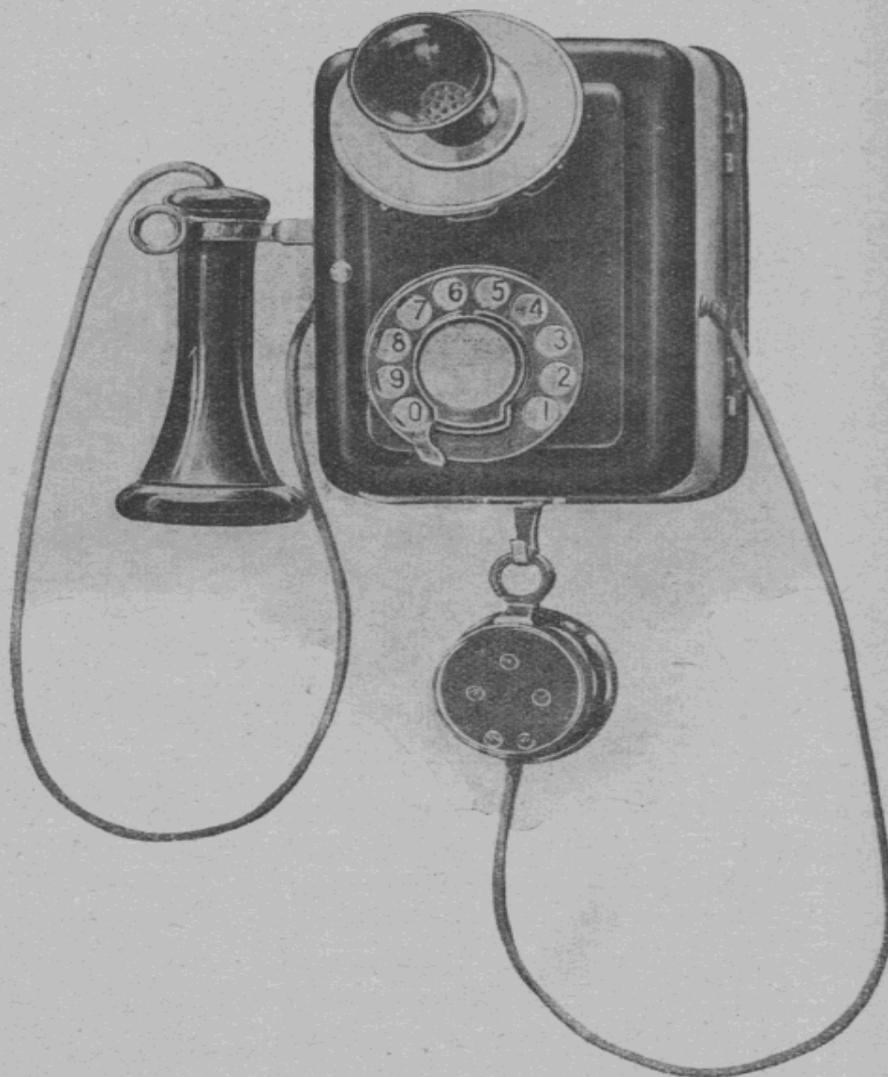


Fig. 164. — Poste mural à B. C. avec microphone Solid Back et récepteur Bell (muni d'un disque d'appel automatique).

Le poste à microtéléphone est d'un type nouveau, spécialement étudié en vue d'éliminer les inconvénients que présentent souvent, à un degré plus ou moins grand, les appareils combinés à main; ces inconvénients sont les phénomènes de résonance (phénomène

de Larsen) produits par la transmission mécanique des ondes sonores entre le récepteur et le transmetteur par la poignée, ainsi qu'une tendance plus accentuée au brûlage (production de petites étincelles aux



Fig. 165. — Poste mural à B. C. avec combiné à récepteur électromagnétique et circuit antilocal (muni d'un disque d'appel automatique).

contacts microphoniques) que les appareils à micro fixe. Le schéma des connexions intérieures des appareils à microtéléphone est représenté par la figure 168, il est caractérisé par les particularités suivantes :

1^o Le récepteur, du type électromagnétique, est parcouru pendant la conversation par une dérivation du courant de ligne;

2^o Un transformateur à trois enroulements a pour double effet de renforcer le courant de transmission par l'action d'un circuit induit pris aux bornes du microphone et fermé sur le condensateur

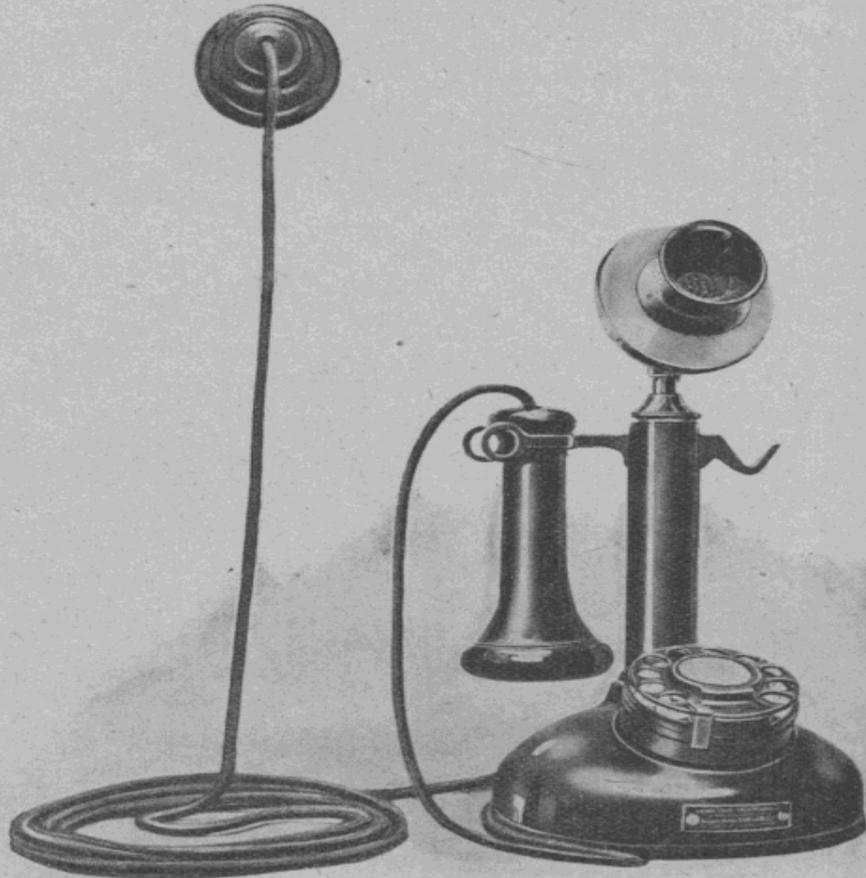


Fig. 166. — Poste mobile à B. C. avec microphone Solid Back et récepteur Bell (muni d'un disque d'appel automatique).

du poste, conformément au schéma bien connu de la Western Electric C^y, et de produire un effet antilocal, c'est-à-dire de neutraliser partiellement l'action sur le récepteur du courant de transmission produit par le microphone lui-même. Cet effet antilocal concourt à combattre les phénomènes de résonance, de même que la présence

d'un circuit induit comprenant un condensateur aux bornes du microphone concourt à combattre les phénomènes de brûlage;

3° Des résistances variables intercalées permettent de maintenir entre certaines limites, sur des lignes de longueur différente, l'intensité du courant continu qui alimente à la fois le microphone et le récepteur électromagnétique;



Fig. 167. — Poste mobile à B. C. avec combiné à récepteur électromagnétique et circuit et antilocal (muni d'un disque d'appel automatique).

4° Un circuit comprenant le condensateur, un enroulement de la bobine et le microphone reste en dérivation sur les ressorts émetteurs d'impulsions du disque, de façon à diminuer les *surtensions*

que le fonctionnement du disque peut produire en ligne dans certains cas, et qu'on a reconnues dangereuses pour les isolants des cables, entrées de poste, etc.

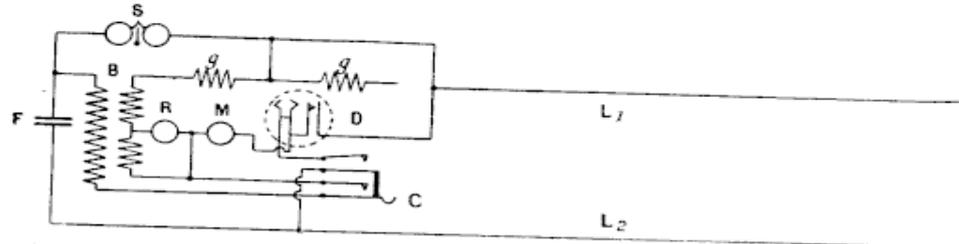


Fig. 168. — Schéma des connexions du poste à microtéléphone type 1924, avec disque d'appel. — $L_1 L_2$, ligne au réseau; C, crochet commutateur; R, récepteur électromagnétique; M, microphone; F, condensateur; S, sonnerie magnétique; B, bobine d'induction à 3 enroulements; g, g , résistances de réglage; D, disque d'appel (les ressorts de gauche produisent les interruptions, les ressorts de droite mettent la ligne en court circuit quand le disque est déplacé).

TABLEAUX D'ABONNÉS.

Les installations intérieures d'abonnés peuvent répondre à des besoins très divers et revêtir des formes très variables : toutes peuvent se prêter au raccordement à un central automatique, pourvu qu'elles permettent de monter le disque d'appel dans les conditions requises pour le bon fonctionnement des organes automatiques. Toutefois comme une fausse manœuvre possible de l'abonné risque d'être plus gênante que dans un réseau manuel, soit parce qu'elle provoque une déconnexion intempestive, soit parce qu'elle produit un faux appel au bureau central, il importe que ces installations soient bien étudiées à ce point de vue et que les chances de fausse manœuvre soient réduites au minimum.

Les tableaux commutateurs d'abonné permettent de relier une ligne dite *principale*, aboutissant au bureau central, avec un certain nombre de lignes dites *supplémentaires* et aboutissant à des postes qui doivent pouvoir également causer entre eux par l'intermédiaire du même tableau. Lorsque le trafic l'exige, le tableau peut être relié au bureau central par plusieurs lignes principales.

Au point de vue des garanties que doivent présenter les tableaux d'abonné contre les risques de fausse manœuvre, il importe de distinguer les tableaux du type dit « bien desservi » de ceux du type

dit « mal desservi ». Dans les premiers, réservés généralement aux installations importantes, un opérateur ou une employée se tient en permanence, tout au moins pendant les heures de service actif, à proximité du tableau et doit pouvoir intervenir immédiatement pour répondre à un signal, effectuer une connexion ou une déconnexion, etc. Dans les seconds, au contraire, l'employé chargé de manœuvrer le tableau a d'autres occupations, et il importe de se prémunir contre les risques d'une absence ou d'une inattention momentanée de sa part.

Tableaux du type « bien desservi ». — Dans les tableaux bien desservis, qui sont généralement du type dit « standard » avec panneau vertical portant les jacks et signaux d'appel et planchette horizontale portant les fiches, cordons et groupes de clefs, la libération comme la commande des organes du bureau central sont provoquées par les manœuvres de l'opérateur du tableau, et il n'y a pas lieu de prendre de précautions spéciales contre une déconnexion intempestive ou un faux appel. La seule adjonction qu'exige

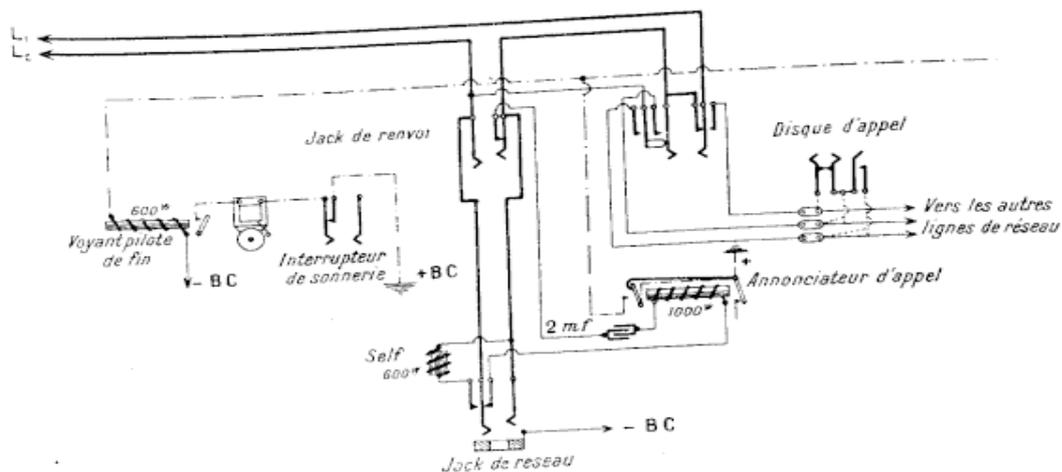


Fig. 169. — Schéma d'une ligne au réseau dans un tableau du type bien desservi.

le raccordement d'un tel tableau à un central automatique est celle du disque d'appel, monté sur la ligne principale comme sur une ligne d'abonné ordinaire; toutefois comme il y a généralement plusieurs lignes au réseau sur ces tableaux, et qu'un seul disque suffit évidemment quand il n'y a qu'un seul opérateur, il peut être branché

sur l'une ou l'autre des lignes au réseau, soit par l'abaissement d'une clef, comme dans le schéma de la figure 169, soit par l'enfoncement d'une fiche monocorde dans un jack spécial.

Aux heures où aucun opérateur n'est présent pour desservir le tableau, on demande généralement que chaque ligne principale soit raccordée en permanence à un poste supplémentaire déterminé, qui doit dans ce cas être muni d'un disque d'appel et être constitué comme un poste principal ordinaire. Pour que la transmission des impulsions ne soit pas gênée par la présence des organes du tableau, et que les dispositifs de signalisation de celui-ci ne fonctionnent pas en pure perte, ces connexions permanentes doivent être établies par un jack (jack de renvoi) ou par une clef spéciale, qui coupe tous les organes du tableau : annonciateurs, voyants, sonnerie, etc., et établit une liaison métallique directe.

Tableaux du type « mal desservi ». — Les tableaux du type mal desservi, qui sont généralement de dimensions plus réduites, doivent, pour se prêter à une exploitation satisfaisante dans un réseau automatique, répondre aux conditions suivantes :

1° Le disque d'appel doit être monté sur la ou les lignes du réseau comme dans le cas précédent et être normalement manœuvré par l'opérateur du tableau; une disposition spéciale doit toutefois permettre des communications permanentes avec disque d'appel au poste supplémentaire et absence de toute signalisation au tableau;

2° Lorsque l'opérateur du tableau établit une connexion entre une ligne au réseau et une ligne supplémentaire, une disposition spéciale doit être prévue pour que la ligne au réseau reste « gardée » pendant les manœuvres nécessaires au tableau, c'est-à-dire que le circuit de ligne ne se trouve pas momentanément ouvert, ce qui provoquerait la rupture automatique au bureau central si le tableau considéré est demandeur, ou une signalisation intempestive s'il est demandé;

3° La libération doit être provoquée par le raccrochage du poste supplémentaire, avec signalisation audible au tableau;

4° Toute fausse manœuvre susceptible de produire un faux appel au bureau central, ou d'entraîner une immobilisation inutile des organes de ce bureau, doit être signalée à l'opérateur du tableau par un signal audible.

La figure 170 représente le schéma des connexions d'un tableau à jacks satisfaisant aux conditions ci-dessus. La ligne au réseau, ou chaque ligne au réseau s'il y en a plusieurs, est munie d'une clef à deux positions de travail, l'une reliant la ligne au disque d'appel et au poste d'opérateur, l'autre la reliant, en coupant tout organe de signalisation, à un poste supplémentaire déterminé (communication permanente). Le disque d'appel est monté de façon à court-circuiter la ligne dès qu'il est déplacé et à ouvrir le circuit pendant les impulsions. Un circuit de *décharge*, composé d'une résistance et d'un condensateur, est monté sur le disque d'appel de façon à éviter les surtensions produites par les ouvertures brusques de circuit.

Chaque ligne au réseau est également munie d'un annonceur d'appel, en série avec un condensateur, dont le circuit n'est coupé que par le renvoi en direct sur un poste supplémentaire et le renvoi sur disque, d'un électro-voquant en série sur un fil de ligne et shunté par un condensateur pour ne pas gêner les courants de conversation, et d'un relais de garde.

Chaque ligne supplémentaire est munie d'un relais-voquant d'appel et de fin, et d'un relais de coupure.

Le tableau est muni d'un certain nombre de paires de cordons, dont chacune est pourvue d'une clef double d'appel, renvoyant l'une ou l'autre fiche sur la magneto d'appel, et d'une clef double d'écoute, qui permet à l'opérateur du tableau de se porter en écoute soit normalement (clef à gauche), soit en coupant le réseau (clef à droite).

Lorsqu'un poste supplémentaire désire une communication avec le réseau, il appelle le tableau en décrochant son récepteur; le courant de la batterie du tableau passe dans le relais-voquant, qui ferme un circuit de sonnerie. L'opérateur répond en enfonceant une fiche (indiquée comme fiche d'appel sur le schéma de la figure 170) dans le jack de la ligne supplémentaire, ce qui actionne un dispositif d'inversion des contacts du circuit de sonnerie, et relie le relais de coupure au troisième fil du cordon.

Après avoir pris connaissance du numéro demandé, l'opérateur enfonce l'autre fiche (fiche de réponse) dans le jack d'une ligne de réseau, puis il met sur disque d'appel la clef de renvoi de cette ligne, et manœuvre le disque. L'abaissement de la clef a pour résultat de fermer sur le réseau le circuit du relais de garde, par un contact

de travail de la clef et les ressorts du disque d'appel; ce relais ferme alors un circuit de collage par ses contacts de travail, un contact fermé par l'enfoncement de la fiche dans le jack de réseau et un contact de repos de l'électro-voyant de la ligne. Si donc le poste supplémentaire a raccroché au moment où l'opérateur du tableau remet au repos la clef de renvoi de la ligne au réseau, celle-ci reste néanmoins gardée par l'enroulement du relais de garde. L'opérateur peut alors rappeler le poste supplémentaire, et lorsque celui-ci vient à l'appareil le circuit de collage du relais de garde est rompu par l'attraction de l'armature de l'électro-voyant de la ligne au réseau.

Lorsque le poste supplémentaire raccroche en fin de communication, la libération est provoquée au bureau central et l'attention de l'opérateur est attirée par le ronfleur de fin, dont le circuit est fermé par un contact de repos du relais de garde, le contact de repos de l'électro-voyant et le contact actionné par l'enfoncement de la fiche dans le jack du réseau; l'opérateur retire alors celle-ci, le voyant lui indiquant de quelle ligne il s'agit.

Si l'opérateur laisse par mégarde la clef de renvoi abaissée dans la position d'émission, le relais de garde reste attiré et ferme le circuit du ronfleur au moment où l'opérateur raccroche son propre appareil.

Quand c'est le réseau qui appelle un poste supplémentaire, l'opérateur répond en enfonçant une fiche de réponse dans le jack de réseau, en abaissant la clef de renvoi et d'écoute, ce qui met le relais de garde en circuit et fait cesser l'appel automatique; il offre ensuite la communication au poste supplémentaire en enfonçant la fiche d'appel d'un dicorde dans le jack de ce poste, et en mettant la clef double d'écoute à gauche (sur le schéma) s'il veut laisser le réseau en ligne, et à droite s'il veut le couper.

Quand une paire de cordons établit une connexion entre une ligne au réseau et une ligne supplémentaire, le relais de coupure de la ligne supplémentaire fonctionne, le troisième fil de la paire de cordons trouvant le pôle — de la batterie sur la douille du jack de la ligne supplémentaire et le pôle + sur celle de la ligne au réseau. Au contraire quand il s'agit d'une communication entre deux lignes supplémentaires, les relais de coupure ne fonctionnent pas, ou plutôt ne fonctionnent que pendant l'appel, l'abaissement d'une clef double d'appel mettant le pôle + sur le troisième fil. Pendant la

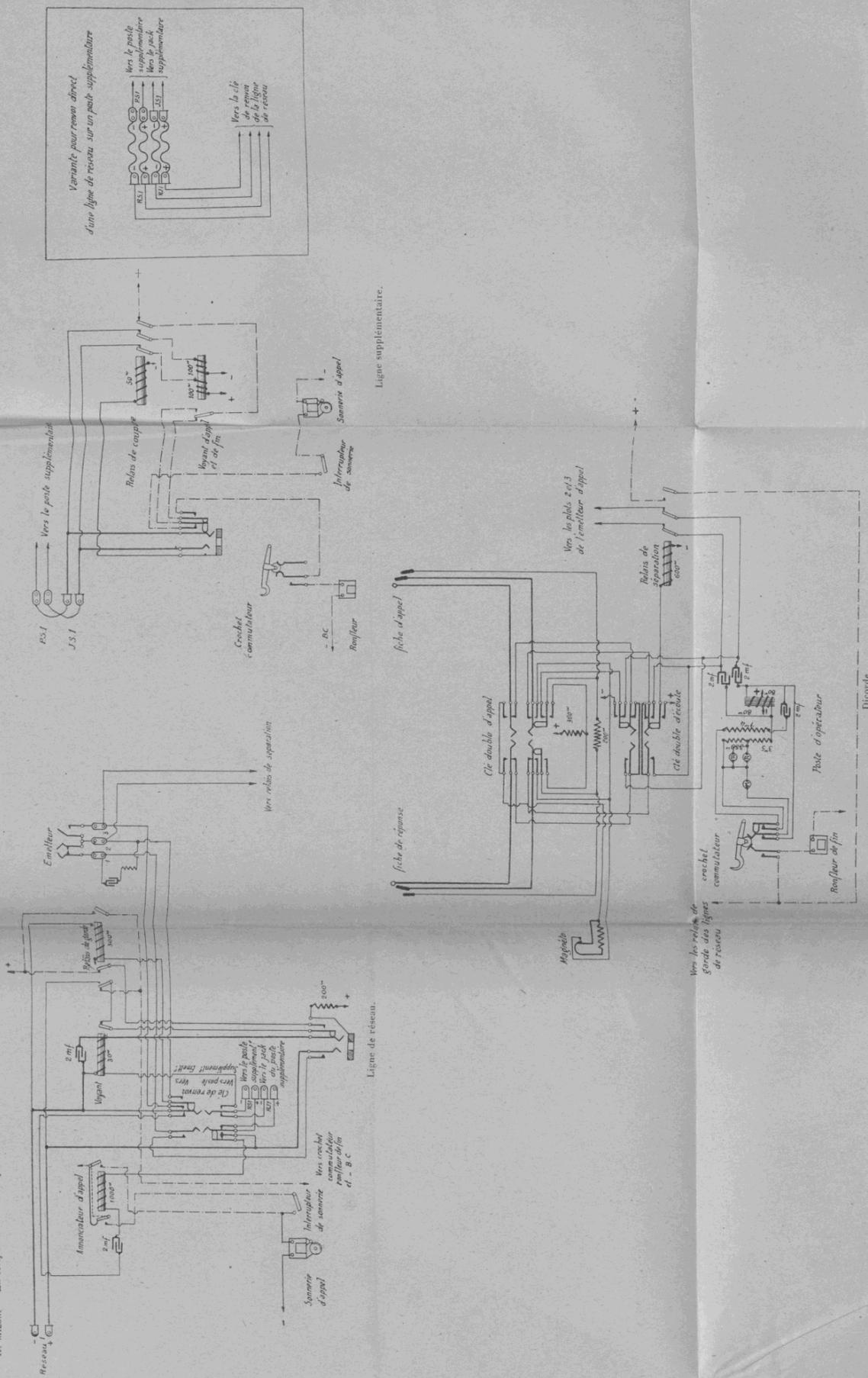


Fig. 170. — Schéma des connexions d'un tableau à jacks pour réseau automatique (type mal desservi) (p. 370).

conversation, les relais-voyants des deux lignes restent en dérivation, et reviennent simultanément au repos quand les deux postes supplémentaires ont racroché.

Tableau auxiliaire. — Dans les réseaux manuels dont on transforme l'équipement en automatique, il est préférable, tant par mesure d'économie que pour troubler le moins possible les habitudes des usagers, de laisser à ceux-ci leur installation de tableau existante, installation qui peut parfois répondre à des besoins assez complexes, et d'y adjoindre simplement un tableau auxiliaire, ne comportant que des clefs comme organes de connexion et destiné à établir uniquement les communications avec le réseau. Ce tableau est agencé de façon à satisfaire aux conditions énumérées plus haut pour les tableaux du type mal desservi.

La figure 171 représente le schéma des connexions d'un tableau, adopté pour le réseau de Nice et répondant à ces conditions. Il ne comporte qu'une seule ligne au réseau, avec un nombre quelconque de directions supplémentaires.

Les manœuvres de transmission d'appel sont normalement faites par l'opérateur de poste principal, mais le système permet l'adjonction d'un disque aux postes supplémentaires.

Lorsqu'un poste supplémentaire P_2 appelle, il boucle, au moyen d'un bouton d'appel de son poste, les fils 3 et 4 de sa ligne (l'un de ces fils peut être remplacé par la terre pour les lignes d'une certaine longueur), ce qui fait passer le courant de la pile du tableau dans l'annonciateur A_2 . Le poste principal P répond en mettant la clef C_2 dans la position 2 et en décrochant son récepteur.

Pour appeler le numéro désiré, l'opérateur du tableau abaisse la clef C dans la position 1, et manœuvre son disque transmetteur d'appel D . Quand l'abonné demandé est à l'appareil, il relève C et met C_2 dans la position 1.

Quand c'est au contraire le réseau qui appelle, l'opérateur décroche, abaisse C dans la position 1, prend connaissance du poste supplémentaire demandé, soit P_2 , relève C , abaisse C_2 dans la position 2, appelle P_2 au moyen de son appel magnétique AM , puis établit la communication en mettant C_2 dans la position 1.

La garde du réseau est assurée automatiquement au moyen de l'enroulement du relais G qui est mis en dérivation sur la ligne dès

que C est abaissée et qui y reste, même après que C est relevée, soit tant qu'une clef C_2 est abaissée dans la position 1 et que R n'a pas fonctionné, c'est-à-dire que la communication est établie avec un p. s. (poste supplémentaire) qui *n'est pas encore* venu à l'appareil, soit tant que le p. p. (poste principal) n'a pas raccroché. Dès que le p. s. relié a répondu et que le p. p. a raccroché, l'enroulement de G est coupé, et la déconnexion est laissée à la commande du p. s.

Le p. p. est averti de la fin de communication par le fonctionnement simultané du voyant V et du ronfleur FL. Celui-ci est actionné dès qu'une clef C_2 est abaissée (position 1), R n'étant pas excité, c'est-à-dire le p. s. n'étant pas à l'appareil et le p. p. P ayant raccroché.

Il est également actionné lorsque G est excité alors que l'opérateur a raccroché, ce qui veut dire soit qu'il a donné une communication avec un p. s. qui n'est pas venu à l'appareil, soit qu'il a oublié de relever sa clef de réseau C.

Lorsqu'un poste supplémentaire doit être relié au réseau en permanence, par exemple pendant la nuit, la clef C est mise dans la position 2 en même temps que la clef C_2 est abaissée; relais de supervision, voyant, annonceur de réseau et ronfleur sont mis en court-circuit ou coupés.

Pour les intercommunications entre postes supplémentaires, on se sert des jacks J_1 , J_2 et d'un cordon à double fiche F. Le p. s. peut toujours rappeler ou donner le signal de fin au p. p. au moyen de son annonceur A_1 , A_2 , etc.

Le tableau représenté s'applique au cas de postes supplémentaires équipés à la batterie locale; pour l'adapter au cas de postes à batterie centrale, il suffirait d'adjoindre un circuit d'alimentation sur le cordon F et sur les deux fils *a* et *b* communs aux clefs C_1 , C_2 (position 2).

Tableaux auxiliaires à plusieurs lignes au réseau. — La figure 172 représente le schéma des connexions d'un tableau auxiliaire à trois lignes au réseau. Comme dans le cas précédent, ce tableau auxiliaire ne sert qu'à établir les communications entre les lignes au réseau d'une part et les lignes supplémentaires d'autre part, les communications de ces dernières entre elles étant assurées par l'ancien tableau, ou par un tableau indépendant; les manœuvres de ce tableau s'effectuent uniquement au moyen de clefs.

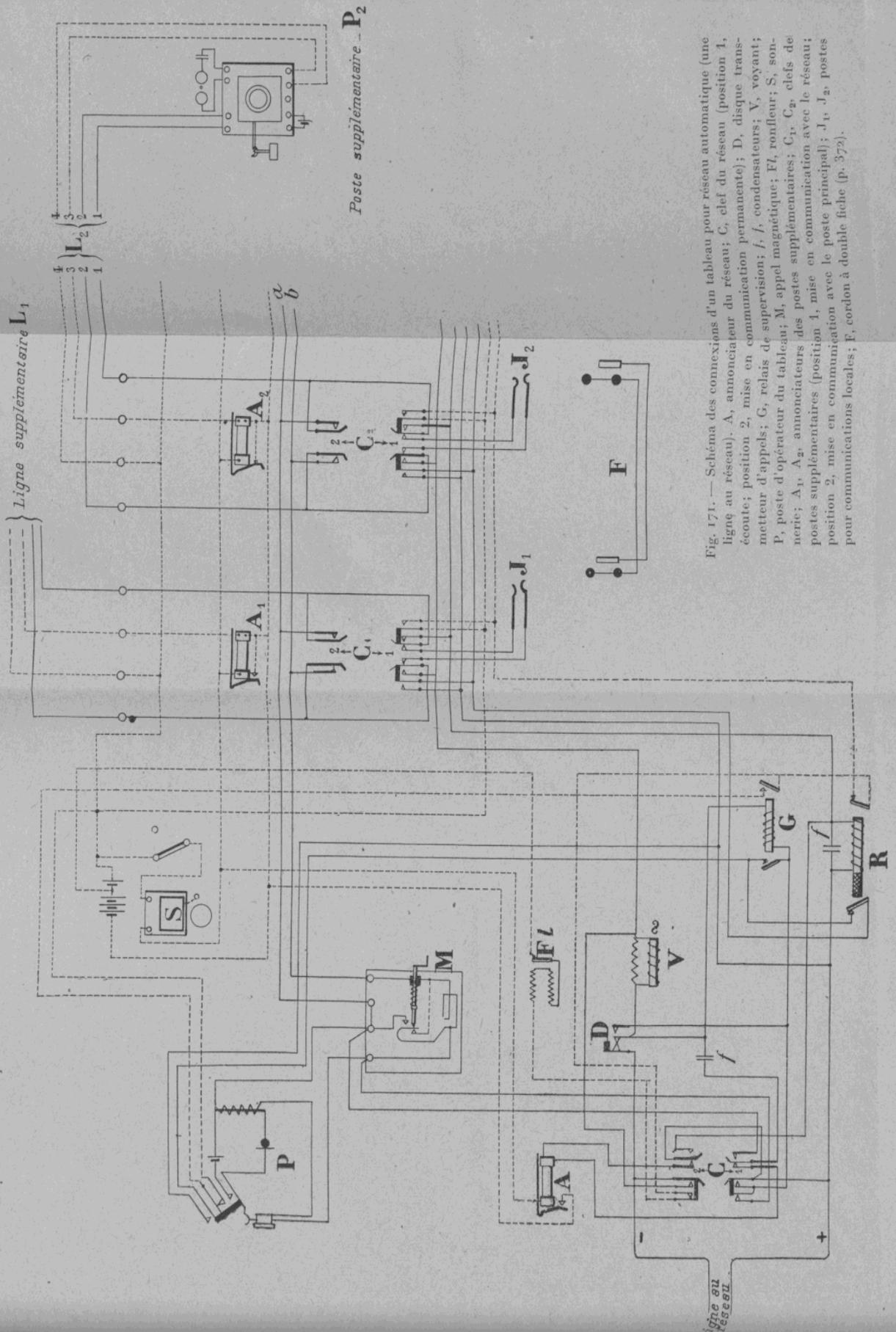


Fig. 171. — Schéma des connexions d'un tableau pour réseau automatique (une ligne au réseau). A, annoncateur du réseau; C, clef du réseau (position 1, écoute; position 2, mise en communication permanente); D, disque transmetteur d'appels; G, relais de supervision; f, f. condensateurs; V, voyant; P, poste d'opérateur du tableau; M, appel magnétique; FL, ronfleur; S, sonnerie; A₁, A₂, annoncateurs des postes supplémentaires; C₁, C₂, clefs de postes supplémentaires (position 1, mise en communication avec le réseau; position 2, mise en communication avec le poste principal); J₁, J₂, postes pour communications locales; F, cordon à double fiche (p. 372).

Chaque ligne au réseau est pourvue d'un annonceur d'appel, d'un voyant et d'une clef à deux positions de travail, l'une, vers la gauche sur la figure, correspondant à l'écoute, et l'autre, vers la droite, correspondant aux communications permanentes, sans signalisation au poste du tableau. Chaque ligne supplémentaire est pourvue d'autant de clefs qu'il y a de lignes au réseau; quant aux organes d'appel et de connexion avec le poste d'opérateur du tableau, ils n'existent que sur l'ancien tableau (sur la figure, les contacts actionnés dans chaque position des clefs sont divisés en deux séries, l'une à la partie supérieure du schéma, l'autre à la partie inférieure, afin d'éviter trop de confusion dans le tracé des connexions).

Le tableau auxiliaire porte également un disque d'appel automatique commun pour toutes les lignes.

Appel provenant du réseau. — Les courants d'appel du réseau parviennent dans l'annonceur d'appel de la ligne prise par un connecteur; le circuit de l'annonceur et de son condensateur est en dérivation permanente sur la ligne, par l'intermédiaire d'un contact de la position de communication directe. L'opérateur répond en abaissant la clef dans la position d'écoute, et décroche son appareil suspendu au crochet de l'ancien tableau. Deux circuits sont ainsi mis en dérivation sur la ligne au réseau, le premier circuit par le contact supérieur Y de la position d'écoute, les ressorts (normalement en court circuit) du disque d'appel, un condensateur, le poste d'opérateur et un contact inférieur de la position d'écoute; le second circuit par le même contact Y, le disque d'appel, un autre contact supérieur X de la position d'écoute (il est nécessaire d'avoir sur chaque clef de ligne au réseau deux contacts l'un avant, l'autre après le disque, en vue d'éviter les mélanges entre lignes, le disque étant unique et commun pour toutes les lignes) et le relais de garde (500 ohms); ce second circuit fait cesser l'appel automatique et maintient fermé le circuit de l'abonné demandé.

Si la communication est à destination du poste d'opérateur du tableau il la prend, et tout revient au repos quand il relève la clef d'écoute et raccroche son poste. Si par mégarde il laisse la clef d'écoute abaissée, le circuit d'un ronfleur est fermé par le pôle positif CR d'une pile locale, le ronfleur, un contact inférieur de la position d'écoute, un contact du crochet commutateur du poste

et le pôle négatif ZS, au moment où l'opérateur raccroche.

Si la communication est à destination d'un poste supplémentaire, l'opérateur relève la clef d'écoute et appelle le poste supplémentaire par l'ancien tableau. La ligne au réseau reste gardée pendant ce temps; le relais de garde (500^m) qui avait fonctionné lors de l'abaissement de la clef d'écoute reste en effet collé par un circuit passant par son contact de travail, le contact de repos du relais de supervision (100^m), un contact de repos de la position de communication directe, un contact de travail d'un relais R actionné par le décrochage du poste et un contact de repos Z de la position d'écoute.

Lorsque le poste supplémentaire est à l'appareil, l'opérateur abaisse la clef du tableau auxiliaire qui met ce poste en liaison avec la ligne de réseau appelante; à ce moment le courant de la batterie centrale du réseau passe dans l'enroulement de 100^m du relais de supervision ⁽¹⁾, enroulement relié aux bornes d'un condensateur inséré sur un fil de ligne, et ce relais coupe le circuit de collage du relais de garde qui retombe.

Quand le poste supplémentaire raccroche, le relais de supervision retombe et son armature inférieure ferme un circuit passant par le ronfleur et sa pile et par un contact de travail de la clef de poste supplémentaire; l'opérateur du tableau, averti par le ronfleur, et à qui le voyant indique de quelle ligne au réseau il s'agit, relève la clef de poste supplémentaire et tout revient au repos.

Si le poste supplémentaire n'a pas répondu, ou n'a pas accepté la communication, l'opérateur du tableau coupe le circuit de collage du relais de garde en raccrochant son propre appareil, ce qui coupe le circuit du relais R et fait retomber ses armatures intercalées sur les circuits de garde des diverses lignes au réseau.

Si le poste supplémentaire n'est pas encore à l'appareil au moment où l'opérateur abaisse la clef de poste supplémentaire, la ligne au réseau reste gardée, même si l'opérateur raccroche, par le contact supérieur de gauche des clefs de poste supplémentaire; dans ce cas, le ronfleur fonctionne jusqu'à ce que le poste supplémentaire ait répondu, de façon que l'attention de l'opérateur soit appelée si la ligne au réseau reste trop longtemps gardée indûment.

(1) Sur le schéma de la figure 172, chaque relais de supervision comporte un enroulement de 1300^m, en court circuit, inutilisé quand le tableau sert de tableau auxiliaire à trois lignes au réseau.

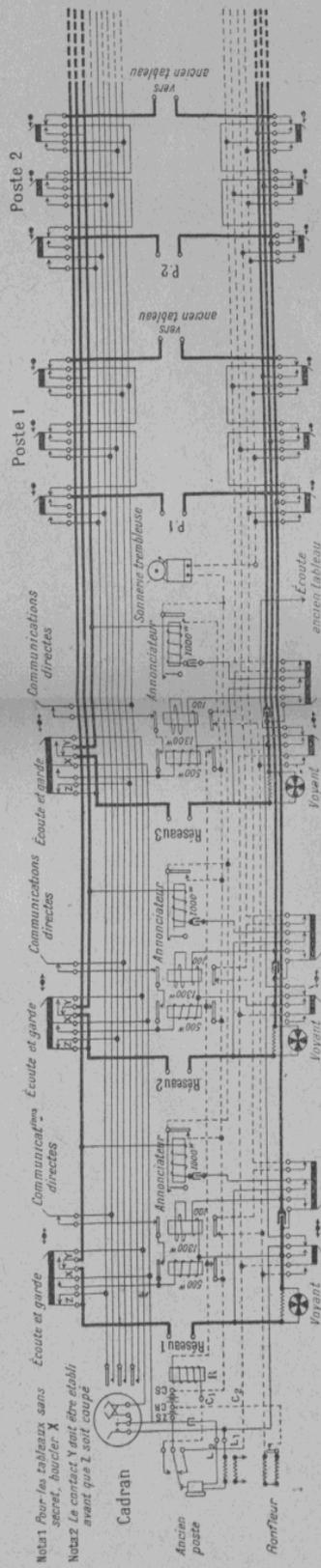


Fig. 172 (p. 374.)

Appel à destination du réseau. — Lorsque le poste supplémentaire a appelé l'opérateur par l'ancien tableau, et lui a désigné le numéro demandé, l'opérateur abaisse la clef d'écoute d'une ligne au réseau libre, ce qui, comme nous l'avons vu, met le relais de garde en dérivation sur cette ligne et fait fonctionner le présélecteur ou chercheur du bureau central, décroche son appareil et, lorsqu'il a entendu le signal de manœuvre, actionne son disque d'appel; le fonctionnement de celui-ci, comme d'ordinaire, met en court circuit les deux fils de ligne, puis ouvre par intermittence ce circuit.

Lorsque l'abonné demandé est à l'appareil, l'opérateur relève la clef d'écoute de la ligne au réseau et abaisse la clef correspondante du poste supplémentaire demandeur; la ligne au réseau reste gardée dans l'intervalle, comme nous l'avons vu plus haut, jusqu'au moment où l'abonné supplémentaire vient à l'appareil, s'il n'y est pas déjà au moment où l'opérateur a abaissé la clef de poste supplémentaire; si cet abonné tarde à y venir, le fonctionnement du ronfleur indique à l'opérateur qu'il doit le rappeler par l'ancien tableau.

La fin de la communication est indiquée à l'opérateur du tableau comme dans le cas précédent. En cas de difficulté au cours de la communication, ou d'erreur, le poste supplémentaire libère en raccrochant et rappelle l'opérateur par le fonctionnement du ronfleur, à moins qu'il ne dispose d'un circuit d'appel indépendant vers l'ancien tableau.

Communication permanente. — En cas de communication permanente entre une ligne au réseau et un poste supplémentaire (qui, dans ce cas, doit naturellement être muni d'un disque d'appel) l'opérateur abaisse la clef de poste supplémentaire et la clef de la ligne au réseau en position de communication directe, ce qui coupe tout circuit de signalisation au tableau, de façon à éviter une usure inutile des piles locales, et court-circuite le condensateur et le relais de supervision de la ligne au réseau, pour ne pas gêner l'envoi des impulsions du disque du poste supplémentaire. Seul le voyant indique à l'opérateur du tableau si la ligne est occupée ou non.

CHAPITRE XI.

INSTALLATIONS AUTOMATIQUES RURALES ET INSTALLATIONS PRIVÉES.

Les commutateurs automatiques sont susceptibles d'une application absolument générale en ce qui concerne la téléphonie urbaine, et peuvent desservir des réseaux d'un nombre quelconque d'abonnés. Mais l'étude économique du problème montre généralement que leur emploi n'est avantageux que pour les réseaux assez importants, à trafic intérieur ou local élevé, et surtout si le nombre total de lignes ou la grande étendue du réseau nécessite ou fait prévoir à brève échéance l'existence de plusieurs bureaux.

Dans les réseaux moins importants, le trafic local est plus réduit et occupe moins d'opératrices que le trafic interurbain. L'installation d'un commutateur automatique ne remplace qu'une partie de l'installation manuelle et, étant donné le nombre élevé de communications locales que peut donner une opératrice manuelle dans un multiple à batterie centrale perfectionné, tout en assurant aux abonnés un service de qualité irréprochable, les frais supplémentaires de première installation et d'entretien qu'entraînent l'automatique ne sont plus compensés par la réduction des frais d'installation dès que le nombre d'abonnés tombe en dessous d'une limite qui peut varier de 1000 à 5000 suivant les systèmes et les circonstances locales.

Mais dans les très petits réseaux, d'autres considérations peuvent intervenir. Si le trafic total n'est pas suffisant pour justifier la spécialisation d'une opératrice, la manœuvre du commutateur téléphonique devient l'occupation accessoire d'une employée ou d'une simple gérante, dont la fonction principale ou le métier est tout différent; c'est une receveuse des postes ou une commerçante, qui ne peut pas toujours interrompre immédiatement sa besogne pour répondre à un appel; sa présence constante auprès du tableau est difficile à obtenir, même pendant les heures où le trafic est relati-

vement élevé; *a fortiori* est-il impossible de songer à assurer aux abonnés de ces réseaux, avec le service manuel, un service permanent de jour et de nuit.

Aussi a-t-on cherché à réaliser des commutateurs automatiques spécialement destinés aux petits réseaux, de moins de 100 abonnés, non pas tant dans le but de réaliser une économie de frais d'exploitation, généralement négligeable devant l'accroissement des frais d'entretien et de charge du capital, que dans celui d'assurer un meilleur service à la clientèle, moyennant par exemple une élévation des tarifs d'abonnement.

Ces petites installations ne doivent naturellement pas exiger la présence constante d'un agent de surveillance et d'entretien, auquel cas elles perdraient tout intérêt. Elles doivent donc présenter les caractéristiques suivantes :

1^o Tous les organes entrant dans leur composition doivent être robustes et d'un entretien facile; ceux qui exigent un réglage délicat doivent être proscrits;

2^o Chaque organe séparé, connecteur, chercheur ou présélecteur, relais ou groupe de relais, doit être monté de façon à être facilement amovible, et à pouvoir être enlevé et remplacé par un simple manœuvre dépourvu de toutes connaissances spéciales; de la sorte un organe défectueux peut être enlevé par un agent local quelconque, remplacé par un organe de réserve en bon état et emporté dans un centre de réparation;

3^o Certaines opérations d'entretien très simples et particulièrement fréquentes ou importantes, telles que la mise en marche du dispositif de charge des batteries et le changement de batterie, le remplacement d'un fusible brûlé, la mise hors circuit d'une ligne signalée défectueuse, doivent pouvoir être exécutées par une personne travaillant à proximité de l'installation et dont l'attention est attirée par un signal automatique;

4^o Quand, ce qui est le cas le plus fréquent, l'installation est située non loin d'un centre important, ou tout au moins d'un bureau à personnel permanent, ce personnel doit pouvoir être avisé, soit au moyen d'une signalisation automatique à distance, soit au cours d'essais périodiques faits également à distance, des dérangements importants qui peuvent survenir dans l'installation automatique;

5° Enfin ces installations doivent être conçues de façon que les risques d'incendie ou de détérioration par l'humidité soient réduits au minimum.

Mode d'exploitation des bureaux automatiques ruraux. — On sait que la commutation automatique ne convient, en principe, qu'à l'écoulement du trafic local, où les connexions ne sont pas taxées à la durée, ne font l'objet d'aucune annotation ni inscription à un compte et peuvent être données sans délai. Dans un petit réseau, ces communications intérieures ne constituent toujours qu'une très faible partie du trafic total; aussi est-il nécessaire de prévoir un mode d'exploitation tel que l'intervention du mécanisme automatique, dans les communications entrantes ou sortantes, soit poussée aussi loin que possible et, en tout cas, qu'aucun intermédiaire humain ne soit nécessaire dans le bureau même.

Plusieurs cas sont à considérer.

I. Le bureau automatique peut être considéré comme le satellite d'un bureau manuel important relativement rapproché, par lequel transitera tout son trafic extérieur. Le trafic local est négligeable. Le mode d'exploitation prévu dans ce cas est le suivant :

L'abonné du réseau automatique est pourvu d'un poste à B. C. ordinaire, sans cadran d'appel automatique, et lorsqu'il décroche, un présélecteur ou un chercheur met automatiquement sa ligne en relation avec un circuit aboutissant au central manuel; un appel se produit devant une opératrice, qui prend note de la demande et y donne suite de la même façon qu'à un appel d'un abonné de son propre réseau. En sens inverse, les appels à destination d'un abonné du petit central automatique sont acheminés par une opératrice munie d'un cadran d'appel; cette opératrice prend au moyen d'une fiche et d'un jack un circuit aboutissant au central automatique et relié à un connecteur, soit en permanence, soit par le moyen d'un présélecteur ou d'un chercheur qui se met en marche quand le circuit est pris; puis elle manœuvre son disque d'appel, ce qui met en marche le connecteur et connecte le circuit à la ligne de l'abonné demandé.

Les communications entre deux abonnés tous deux reliés au petit central automatique immobiliseraient ainsi deux des circuits reliant ce central au bureau manuel; mais, moyennant une certaine compli-

cation du mécanisme automatique, il est possible de n'immobiliser qu'un seul circuit pendant la durée des transmissions et de le libérer ensuite complètement pendant la conversation des deux abonnés.

II. Tout le trafic extérieur du bureau automatique passe par un même bureau manuel, mais le trafic local est suffisant pour justifier l'installation de postes automatiques chez les abonnés.

Dans ce cas, l'abonné obtient une communication locale par la manœuvre de son disque comme dans un système automatique ordinaire; pour obtenir une communication extérieure, il compose sur son cadran d'appel un numéro spécial; le connecteur auquel il est relié choisit un circuit libre aboutissant au bureau manuel, comme un connecteur du type rotatif choisit une ligne libre quand l'abonné demandé dispose de plusieurs lignes. L'abonné est alors en relation avec une opératrice du bureau manuel, qui lui donne satisfaction comme à l'ordinaire. Les appels à destination du petit réseau automatique sont traités comme ci-dessus.

Dans les deux cas qui viennent d'être examinés, la taxation des communications interurbaines est assurée par l'opératrice du bureau manuel et ne présente donc pas de difficultés. L'opératrice peut, si elle veut s'assurer de l'identité du demandeur en vue d'éviter une fraude possible, le rappeler au moyen de son cadran d'appel même lorsque la communication pourrait être établie immédiatement. Quant aux communications locales, elles sont taxées par l'opératrice manuelle, dans le premier cas, et enregistrées par un compteur automatique, dans le second cas. L'institution d'un régime forfaitaire, évitant d'avoir à tenir compte des communications locales ou à installer des compteurs, serait d'ailleurs particulièrement indiquée dans ces petits réseaux.

III. Le bureau automatique est relié directement à divers autres bureaux manuels ou automatiques.

Chaque abonné doit être dans ce cas muni d'un poste automatique à cadran, il appelle directement les abonnés des autres bureaux automatiques qui doivent donc porter des numéros appartenant à des séries (centaines ou milliers) différentes suivant le bureau auquel ils appartiennent; quant aux bureaux manuels, il les appelle en composant sur son cadran un numéro spécial qui le met en relation avec l'opératrice du bureau demandé, qui achève la communication.

La seule difficulté à résoudre est la taxation des communications purement automatiques; on peut d'ailleurs la tourner en traitant ces communications comme des communications locales; il existe également des mécanismes assurant des comptages simples, doubles ou triples suivant le circuit emprunté, et tenant compte de la durée.

Rendement des circuits. — Dans tous ces systèmes, l'abonné qui fait un appel à destination d'un autre réseau commence par relier sa propre ligne à un circuit sortant de son bureau; si ce circuit est occupé, ou si aucun circuit n'est libre dans la direction demandée, il reçoit le signal d'occupation; il doit alors raccrocher et recommencer son appel au hasard, rien ne lui indiquant quand un circuit est redevenu libre. Dans un bureau manuel au contraire, note serait prise de sa demande et il serait rappelé en temps utile. Pour que le service ne soit pas plus défectueux que dans un bureau manuel, il est donc nécessaire que les circuits acheminant les appels *sortant* du bureau automatique soient en nombre suffisant pour que leur occupation simultanée soit relativement rare. Pour que cette condition soit compatible avec un rendement satisfaisant de ces circuits, il faut que le trafic total à écouler soit élevé; ou bien ce rendement doit être de peu d'importance, c'est-à-dire que ces circuits doivent être très courts. L'une ou l'autre condition ne se rencontrent guère que pour les localités voisines d'une grande ville, ou situées dans une région très peuplée. Aussi l'automatique dit *rural* ne s'est-il guère développé jusqu'à présent dans les régions réellement rurales.

Signalons toutefois que dans un système imaginé par le Dr Steidle, et appliqué en Bavière, l'abonné du réseau automatique, qui ne dispose d'ailleurs pas de cadran d'appel, peut, lorsqu'il a trouvé la ligne interurbaine occupée, abaisser une clef qui met son poste en position d'attente; il est alors avisé automatiquement du moment où le circuit devient libre.

Spécialisation et équipement électrique des circuits. — Lorsque le nombre de circuits reliant le petit bureau automatique au centre manuel dont il dépend est peu élevé, il y a évidemment intérêt à ne pas les spécialiser et à les utiliser indifféremment pour les communications entrantes et sortantes. Cela complique un peu l'équipement électrique dont ces circuits sont munis au bureau automa-

tique et au bureau manuel, équipement qui doit répondre, autant que possible, aux conditions suivantes :

1° L'opératrice manuelle doit avoir la supervision de l'abonné du bureau automatique, qu'il soit demandeur ou demandé;

2° Lorsque l'opératrice manuelle établit la connexion avec un abonné automatique, il est désirable que l'appel n'ait pas lieu automatiquement, mais seulement à la commande de l'opératrice, de façon que celle-ci puisse préparer à l'avance une communication interurbaine à grande distance;

3° Le compteur de conversation, s'il en existe au bureau automatique, ne doit pas fonctionner quand la communication est demandée avec le bureau manuel;

4° Le circuit doit être libéré par le retrait de la fiche au bureau manuel quand l'abonné automatique est demandé; il est désirable qu'il le soit aussi par le retrait de la fiche même quand l'abonné automatique est demandeur, de façon à éviter une immobilisation d'un circuit par suite d'une fausse manœuvre ou d'un oubli de l'abonné.

Ces conditions sont plus faciles à réaliser quand les circuits sont spécialisés, c'est-à-dire séparés en circuits de départ et d'arrivée.

On peut également imposer le mode d'exploitation suivant : l'abonné automatique désirant une communication sortante la fait d'abord inscrire par l'opératrice du bureau manuel qui reçoit la demande et qui agit uniquement dans ce cas comme une annotatrice; il est ensuite rappelé dans tous les cas, soit par la même opératrice, soit par une autre si les circuits vers le petit bureau automatique sont multiplés devant plusieurs positions manuelles toutes munies de cadran d'appel. Ce mode opératoire, qui ralentit un peu les connexions à destination d'un abonné du centre manuel même (les communications de transit étant traitées obligatoirement de cette manière), a l'avantage de permettre à l'opératrice manuelle de s'assurer dans chaque cas de l'identité du demandeur et de taxer à coup sûr. Dans ce cas, les circuits de départ du bureau automatique ne servent qu'à acheminer des demandes de communication, et sont en nombre beaucoup plus réduit que les autres; leur équipement électrique peut être également simplifié.

Description d'un bureau automatique rural. — Nous allons décrire sommairement l'installation du bureau d'Oissel (Seine-Inférieure) réalisée par la Compagnie française Thomson-Houston. Le matériel utilisé, du type Strowger, étant composé des mêmes organes que ceux qui servent dans les grandes installations, nous insisterons seulement sur les particularités du système.

L'installation d'Oissel comprend l'équipement nécessaire pour le raccordement de 50 lignes d'abonnés dont les postes sont pourvus de cadrans d'appel, et de 4 circuits, tous reliés au bureau central manuel de Rouen. Ces 4 circuits sont exploités de la façon suivante : 3 d'entre eux servent uniquement aux communications, toujours données dans le sens Rouen-Oissel, le demandeur d'Oissel étant rappelé par Rouen; le quatrième peut servir dans les deux sens, soit aux communications dans le sens Rouen-Oissel, soit à l'inscription des demandes dans le sens Oissel-Rouen. Ce quatrième circuit est le seul multiplié sur les contacts des connecteurs à Oissel, où il porte le n° 00; l'abonné d'Oissel désirant faire inscrire une communication à Rouen fera donc 00 sur son cadran d'appel et obtiendra une opératrice faisant fonction d'annotatrice. Ce circuit, étant immobilisé pendant très peu de temps par chaque inscription et ne devant servir à l'échange des communications elles-mêmes qu'exceptionnellement, sera assez peu occupé pour que les demandeurs ne soient pas dans l'obligation de renouveler trop souvent leurs appels.

L'installation automatique est constituée par deux panneaux contigus, dont le premier porte les organes automatiques proprement dits : les relais d'appel et de coupure et les compteurs, et dont le second porte les organes accessoires : installation d'essai, équipement de l'installation d'énergie, installation de supervision.

Les organes automatiques comprennent ;

Six organes de connexion, constitués chacun par un chercheur d'appel et un connecteur réunis entre eux de façon permanente ;

Trois répéteurs insérés sur les circuits servant uniquement aux communications Rouen-Oissel ;

Un répéteur inséré sur le circuit servant aux communications dans les deux sens.

Fonctionnement du système. — *a. Appel d'un abonné d'Oissel pour Oissel.* — L'abonné appelant décroche, ce qui excite son relais

de ligne comme à l'ordinaire; le premier chercheur libre se met en marche et s'arrête sur la ligne appelante. Le schéma de ce chercheur est semblable à celui du chercheur d'appel étudié plus haut, simplifié seulement par l'absence du chercheur de ligne auxiliaire. Dès que la connexion est établie, un signal de manœuvre est envoyé chez l'abonné, qui sait ainsi qu'il peut manœuvrer son disque. Les impulsions sont reçues dans le connecteur qui ne diffère du connecteur normal déjà décrit que par les points suivants :

1° La libération complète a lieu lors du raccrochage du demandeur; il serait d'ailleurs possible de laisser le connecteur en prise si le demandé n'a pas encore raccroché, à condition de marquer occupé le chercheur associé; dans un cas comme dans l'autre, il y aurait d'ailleurs un circuit de connexion immobilisé;

2° Lorsque le connecteur est arrêté sur la ligne 00 (appel de Rouen par Oissel) un contact spécial est ouvert, qui empêche le compteur de fonctionner;

3° L'électro de libération a deux armatures, dont l'une insère dans son propre circuit une résistance de 300^Ω dès qu'il est attiré, de façon à l'empêcher de chauffer s'il reste trop longtemps sous courant, et dont l'autre ferme un circuit qui provoque l'immobilisation du chercheur associé tant que le connecteur, pour une raison ou une autre, ne revient pas au repos;

4° Un relais spécial sert à réaliser l'appel du demandé à la commande de l'opératrice de Rouen, dans le cas des communications Rouen-Oissel.

b. Appel d'un abonné d'Oissel vers Rouen. — L'abonné appelant fait 00 et le connecteur occupé met sa ligne en communication avec le circuit spécialisé aux appels vers Rouen. Un contact spécial, comme nous venons de le voir, empêche le compteur de fonctionner à la réponse de l'opératrice. Quand celle-ci a pris note de la communication, le demandeur raccroche, ce qui libère les organes de connexion et allume une lampe sur le Keyboard de l'opératrice, qui retire sa fiche.

c. Appel de Rouen vers Oissel. — L'opératrice de Rouen enfonce sa fiche dans le jack d'un circuit libre, ce qui actionne à Oissel un relais disposé comme un relais d'appel et de coupure d'un abonné.

Ce relais met en marche le premier chercheur libre, par le même mécanisme que d'ordinaire, et le circuit est ainsi relié à un connecteur. L'opératrice perçoit alors le signal de manœuvre en même temps que sa lampe de supervision s'allume, appuie sa clef de cadran, ce qui met celui-ci en relation avec le circuit occupé, et compose le numéro de l'abonné demandé. Le connecteur est actionné comme à l'ordinaire, mais la présence du relais spécial mentionné plus haut coupe le courant d'appel à Oissel jusqu'au moment où l'opératrice de Rouen a abaissé sa clef d'appel.

Au décrochage de l'abonné demandé, l'appel cesse automatiquement et la lampe de supervision s'éteint, pour ne se rallumer qu'au raccrochage. La libération du circuit et des organes de connexion a lieu au retrait de la fiche à Rouen.

Installations accessoires. — L'énergie est fournie par une batterie d'accumulateurs de 75 ampères-heures avec deux cellules contre-électromotrices. Cette batterie est chargée par un redresseur Tungar, qui peut être mis en marche soit à la main, soit automatiquement. Dans ce but, dès que la tension de la batterie descend à 46 volts, un contact ménagé dans le voltmètre ferme le circuit d'un relais, que ferme lui-même le circuit de deux contacteurs; le courant du secteur est alors envoyé dans le redresseur, en même temps que les deux cellules contre-électromotrices sont mises en circuit avec la batterie, de façon à abaisser le voltage de celle-ci pendant la marche en tampon. Quand le voltage dépasse 52 volts un autre contact du voltmètre arrête la charge et provoque le court-circuitage des cellules contre-électromotrices.

Le courant d'appel est produit par un vibreur qui n'est mis en marche que lorsqu'un connecteur est pris; en même temps un distributeur, commandé par un relais lent, se met en marche et produit les alternances du courant d'appel nécessaires pour le fonctionnement intermittent de la sonnerie. Il y a deux équipements d'appel distincts; une clef permet de passer de l'un à l'autre.

Le bruit d'occupation et le signal de manœuvre sont produits par des relais fonctionnant en vibreurs à fréquence musicale et les interruptions du courant d'occupation sont produites par le fonctionnement de deux relais lents en cascade.

Une installation semblable de générateurs de courants d'appel

et d'occupation pour petit central, sera décrite plus complètement plus loin, à propos de l'étude d'une installation automatique privée.

L'installation d'essai comporte un cordon d'essai muni d'un volt-mètre à grande résistance, gradué en ohms, et un indicateur de vitesse des cadrans. Chaque ligne d'abonné est munie d'un double jack à simple rupture, permettant, par l'enfoncement d'une double fiche, de renvoyer séparément le côté extérieur et le côté intérieur de la ligne au cordon d'essais.

Signalisations. — Diverses signalisations sont réalisées au moyen de lampes s'allumant dans les cas suivants :

1° Un fusible ou une bobine thermique saute au répartiteur général d'entrée : divers boutons de sectionnement permettent de localiser la ligne interrompue;

2° Un fusible saute sur un circuit intérieur; dans le cas où ce fusible intéresse un connecteur, un ressort, maintenu par le fusible, vient établir un contact qui ferme le circuit d'un relais; celui-ci fait passer le fil de mise en marche du chercheur associé à ce connecteur sur le chercheur suivant, de façon que cet organe ne puisse être pris par un appel;

3° Un condensateur pare-étincelles est claqué; la signalisation est réalisée par une bobine thermique en série avec ce condensateur;

4° Le vibreur d'appel ne se met pas en marche au moment où son circuit de commande est fermé;

5° Un connecteur ne revient pas au repos à la libération;

6° Une ligne d'abonné bouclée immobilise un organe de connexion; un dispositif simplifié de recherche de faux appels permet dans ce cas de déterminer, par la manœuvre d'une clef, le numéro de la ligne bouclée, dans le jack d'essai de laquelle il suffit d'introduire une fiche pour libérer l'organe de connexion;

7° Un abonné demandé raccroche avant le demandeur;

8° Tous les organes de connexion sont pris ou immobilisés; cette signalisation est produite par une chaîne de relais.

La receveuse du bureau de poste où est installé le petit central automatique est pourvue de consignes lui permettant d'intervenir dans les cas simples, par exemple de localiser et de remplacer un fusible sauté, de localiser et d'isoler une ligne d'abonné bouclée, de

manœuvrer la clef de changement d'équipement d'appel lorsque la signalisation lui indique qu'un vibreur ne se met pas en marche.

Il est également possible de répéter quelques-unes de ces signalisations au central manuel distant, en utilisant des appropriations des circuits; on peut par exemple les séparer en deux groupes, selon l'urgence de l'intervention nécessaire, et piloter chacun de ces groupes au bureau manuel par une lampe, qui indiquera au mécanicien chargé de l'entretien s'il doit se rendre sans délai au bureau automatique ou si son intervention peut être différée.

INSTALLATIONS AUTOMATIQUES PRIVÉES.

Il ne saurait être question de décrire ici tous les types d'installations automatiques privées qui ont pu être réalisées pour satisfaire aux besoins très divers des usagers. Ces besoins sont d'ailleurs généralement compliqués encore par la nécessité de prévoir les liaisons entre l'installation privée et le réseau général, et de satisfaire aux règlements auxquels sont assujetties ces liaisons. La plupart des grandes installations comportent d'ailleurs une partie manuelle très importante, puisqu'une opératrice doit intervenir pour établir les communications avec le réseau général.

Pour qu'aucune intervention manuelle ne fût nécessaire, il faudrait en effet :

a. Pour les communications à destination du réseau général, que celui-ci fût équipé en automatique, que les disques d'appel des postes de l'installation privée fussent du modèle imposé sur le réseau général, et qu'après avoir composé sur ces disques le numéro correspondant à la ligne au réseau, le poste privé, si celle-ci est libre, composât ensuite le numéro de l'abonné demandé.

b. Pour les communications venant du réseau, que les numéros particuliers des postes de l'installation privée fussent portés à l'annuaire, que le demandeur, après avoir composé sur son disque le numéro d'appel des lignes principales, le fût suivre du numéro particulier du poste demandé dans l'installation privée, et que les organes du bureau central fussent d'un type approprié, permettant la transmission correcte des impulsions jusqu'aux organes du bureau privé, qui devraient naturellement obéir au même mode d'impulsions que ceux du bureau central.

Cette dernière condition, en particulier, est rarement remplie. D'ailleurs la présence d'un intermédiaire humain reste presque toujours nécessaire, dans les communications venant du réseau général, pour aiguiller le demandeur vers la personne ou le service requis, les indications de l'annuaire, si complètes qu'elles soient, ne pouvant suffire à le renseigner utilement dans tous les cas.

Les grandes installations automatiques privées sont généralement réalisées avec un matériel semblable à celui du réseau général; le trafic moyen par ligne de ces installations est d'ailleurs souvent très supérieur au trafic local d'une installation d'État, et les mêmes qualités doivent être exigées des organes chargés de l'écouler.

La satisfaction de besoins particuliers peut d'ailleurs exiger l'adjonction de dispositifs spéciaux; par exemple on peut demander qu'un même poste puisse appeler simultanément un certain nombre d'autres postes pour leur transmettre à tous le même ordre ou le même renseignement; on peut demander qu'un poste spécial (poste de Directeur) puisse se porter en écoute ou en coupure sur un certain nombre de lignes, etc.

Nous nous bornerons ici à décrire la partie purement automatique d'une petite installation pourvue d'un matériel spécialement étudié pour les réseaux de peu d'importance. Nous prendrons comme exemple le central automatique à capacité réduite (type 48 directions) de la Compagnie française Thomson-Houston, qui utilise les organes d'un modèle déjà décrit dans un Chapitre précédent, mais équipés et agencés d'une façon différente.

Le disque d'appel, dans les installations de ce type, est d'un modèle spécial à 25 trous, représenté par la figure 173, les trous sont numérotés de 1 à 24, le 25^e correspondant au chiffre 0, et le nombre d'impulsions envoyées par la manœuvre du disque varie de 1 à 25. Pour le reste, ce disque est semblable aux modèles connus.

Les organes de sélection sont constitués uniquement par des commutateurs rotatifs du type déjà décrit et utilisé dans les réseaux d'État soit comme chercheur d'appel, soit comme chercheur secondaire, soit comme présélecteur. Chaque circuit de connexion est composé de deux commutateurs rotatifs associés, le premier faisant office de chercheur d'appel, et le second de connecteur. Dans le type à 48 directions ce dernier comporte deux séries de balais, frottant

sur deux séries superposées de trois rangées de 25 contacts, les lignes intérieures étant trifilaires.

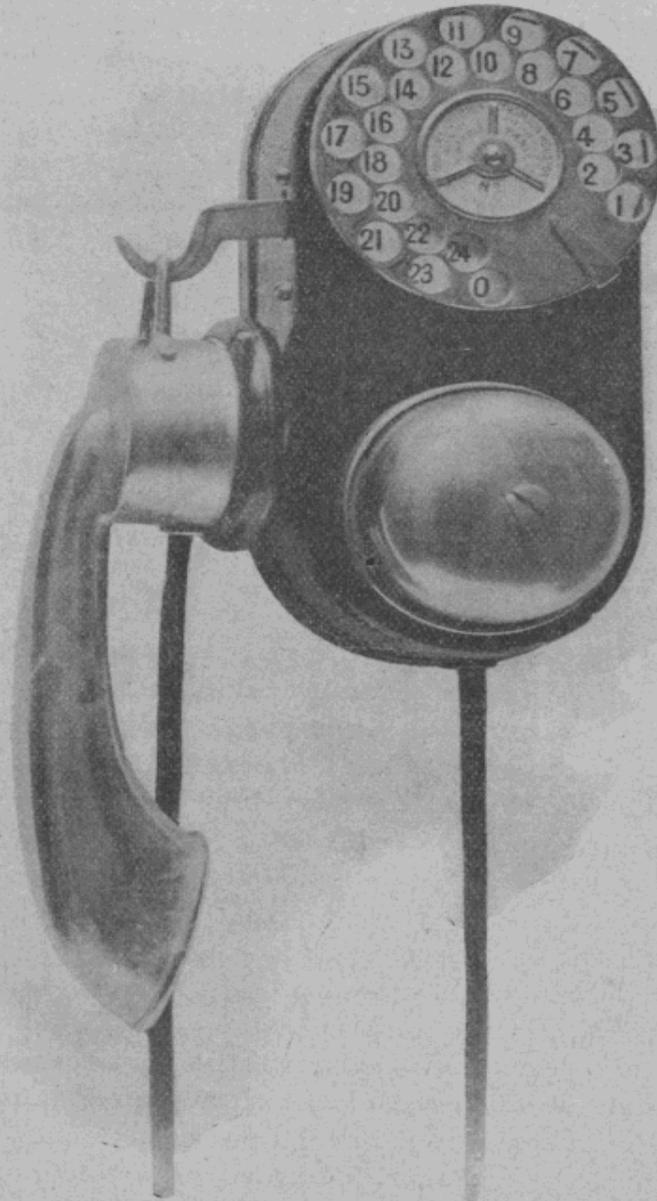


Fig. 173. — Poste automatique mural comportant un cadran d'appel à 25 numéros et une sonnerie ronde à mécanisme sans timbre.

Les 48 numéros d'appel sont divisés en deux séries, la première

comprenant les 24 premières lignes numérotées 1 à 24, la seconde comprenant les 24 suivantes numérotées 01 à 024. Quand le demandeur fait un numéro de la première série, au moyen d'un seul mouvement de son disque d'appel, le commutateur rotatif faisant office de connecteur parcourt les lignes de la première série au cours du premier demi-tour de sa rotation; quand le demandeur fait un numéro de la seconde série, il commence par faire un zéro, soit 25 impulsions, ce qui fait faire un demi-tour complet au connecteur, puis il envoie un nombre d'impulsions compris entre 1 et 24, et le second jeu de balais, diamétralement opposé au premier, mais à un niveau différent, parcourt les lignes de la seconde série.

Le chercheur d'appel fonctionne à peu près comme celui du chercheur double déjà décrit; l'absence de compteur permet de réduire à 3 le nombre de fils par ligne.

La figure 174 représente le schéma des communications.

Appel du poste demandeur et prise de sa ligne par un chercheur.

— Quand un poste appelle en décrochant, le relais de ligne L de ce poste, relais à deux armatures et à deux sensibilités du type déjà décrit dans les installations de réseau, est excité par son enroulement de 500^m en série avec le poste demandeur et avec l'enroulement de 100^m d'un relais-pilote de groupe K; dans ces conditions seule l'armature supérieure est attirée, coupe le contact X et met le contact du troisième fil, ou contact privé, en relation avec la batterie par l'enroulement de 400^m de L.

D'autre part, le relais-pilote de groupe K est excité (les abonnés peuvent être répartis en un ou plusieurs groupes suivant l'intensité du trafic); par sa première armature, il met une terre en X sur les contacts de troisième fil de toutes les lignes dont le relais L est au repos, c'est-à-dire qui n'appellent pas et ne sont pas en communication; par sa seconde armature, K ferme le circuit du relais G du premier chercheur libre du groupe; en effet chaque chercheur occupé renvoie le fil venant du relais-pilote K, par le contact Y de son relais d'occupation E, vers le chercheur suivant, suivant un procédé déjà décrit; pendant la rotation seule du chercheur, le fil de renvoi est coupé par le relais G, de telle sorte que deux chercheurs ne peuvent être en mouvement simultanément dans un même groupe; c'est pourquoi il y a intérêt à constituer plusieurs groupes quand le trafic est actif.

Quand tous les chercheurs d'un même groupe sont occupés, le fil de commande est renvoyé au premier chercheur du groupe suivant, et ainsi de suite, les contacts des relais G et E de tous les chercheurs de l'installation formant une chaîne continue.

Le relais G du premier chercheur libre met en relation l'électro de rotation de ce chercheur avec le balai du troisième fil, ou balai privé, par un contact de repos du relais E; s'il est arrêté sur une ligne non appelante et non occupée il trouve une terre au contact X du relais L de cette ligne, et l'électro de rotation excité met le chercheur en marche; si la ligne est prise par une communication, il y a également une terre sur son troisième fil et le chercheur ne s'y arrête pas; quand il arrive sur la ligne appelante, il ne trouve plus la terre sur le troisième fil mais au contraire la batterie à travers l'enroulement de 400^o ou enroulement de coupure du relais L; le chercheur s'arrête; d'autre part, le relais E du chercheur dont la sortie avait été mise à la terre par la troisième armature de G, mais qui se trouvait court-circuité par la terre du troisième fil, est alors excité (en série avec l'électro de rotation, mais celui-ci n'est plus excité à cause de la résistance de E) et attire ses armatures, fermant le circuit de conversation sur le connecteur, renvoyant le fil de commande au chercheur suivant, et coupant le circuit du relais G; celui-ci retardé laisse la terre sur la sortie de E assez longtemps pour qu'elle soit établie sur le troisième fil du connecteur, maintenant ainsi excités d'une part E en série avec l'électro de rotation, d'autre part l'enroulement de 400^o du relais L.

Au moment où le chercheur s'est arrêté, l'enroulement de coupure de L a trouvé en effet son circuit fermé par le balai privé, un contact de travail de E et la terre mise à la sortie de E par G d'abord, puis au connecteur ensuite; L attire alors toutes ses armatures, coupant le circuit de son enroulement de 500^o et du relais-pilote de groupe qui retombe.

Pendant la période où le relais-pilote K a été excité, sa troisième armature a fermé un certain nombre de circuits de mise en marche, et en particulier celui d'un relais trembleur A, qui envoie par induction dans un deuxième enroulement de K un courant vibré ininterrompu; ce courant vibré est entendu par le poste ou les postes du groupe à ce moment en position d'appel (enroulement de 500^o de L en série avec le poste et un enroulement du relais K); cela leur indique

qu'ils ne sont pas encore en relation avec un connecteur et ne doivent pas encore commencer la manœuvre du disque. Quand le circuit d'appel est coupé, le bruit cesse et le poste sait qu'il peut transmettre.

Fonctionnement du connecteur. — Dès que la ligne du poste appelant est reliée au connecteur par les contacts du relais E du chercheur, le relais d'alimentation A du connecteur est excité et attire son armature, qui ferme le circuit du relais B. Celui-ci met une terre, par un contact secondaire de repos du relais D, sur le troisième fil venant du chercheur; cette terre maintient excités les relais E du chercheur et L de la ligne. En même temps, B coupe le circuit de libération et prépare le circuit du relais C.

Quand le poste demandeur transmet une série d'impulsions, A retombe à chaque coupure de la ligne, mais B, qui est retardé, reste au collage pendant la durée des impulsions. Chaque fois que A retombe, le circuit de l'électro de rotation du connecteur est fermé par un contact secondaire de repos du relais H, un contact de repos de D, l'enroulement de faible résistance (4°) de C, un contact de travail de B et le contact de repos de A. Le connecteur progresse donc d'un pas à chaque impulsion. Le relais C, retardé, se colle et maintient gardé le circuit de rotation pendant la série des impulsions, pour éviter que l'armature de D ne l'ouvre au passage sur des lignes occupées.

Quand le connecteur est arrêté sur la ligne du demandé, deux cas sont à envisager :

1^o *Le demandé est libre.* — Dans ce cas, il n'y a pas de terre sur son troisième fil, et le circuit de l'enroulement de coupure de son relais L est fermé par le contact et le balai privé, un contact de repos de C, un enroulement de 125° du relais H, un contact de repos de D et la terre du relais B. H est excité, et coupe en Z le circuit de l'électro de rotation et relie celui-ci, par son propre enroulement de 530° , à la terre de B (l'électro de rotation, dans ces conditions, ne peut fonctionner). En même temps H coupe le circuit d'occupation, prépare le circuit d'appel et de conversation, et met une terre franche (toujours celle de B) par un contact de repos de C sur le balai privé et par suite sur le troisième fil de la ligne du demandé qui est ainsi marquée occupée (cette terre franche court-circuite l'enroulement de 125° de H, qui reste collé par son enroulement de 530°).

Le courant d'appel, produit de la façon que nous verrons plus loin, est envoyé sur la ligne du demandé par les contacts de repos du relais F, un enroulement de 200^m de celui-ci et la batterie (le circuit n'a été fermé, entre les armatures de ligne de F et les balais de ligne du connecteur, que par le fonctionnement du relais H, de sorte que le circuit d'appel ne peut se fermer sur les positions de passage). La réponse du demandé fait fonctionner le relais F suivant le procédé bien connu, F attire d'abord son armature W, ce qui ferme le circuit de son enroulement de collage de 450 ohms par la terre de B; le relais F attire alors ses armatures à fond, ce qui coupe le circuit d'appel et établit le circuit de conversation.

Le demandé est alimenté par le relais D, dont un enroulement est relié à la batterie, et l'autre à la terre par le contact W de F et le contact de travail de B.

2^o *Le demandé est occupé.* — Dans ce cas il y a une terre franche sur son troisième fil, et par suite l'enroulement de 125^m de H, court-circuité, ne fonctionne pas. Quand les balais du connecteur sont arrivés sur la ligne occupée, le relais retardé C, excité par les impulsions de commande, n'est pas encore retombé et l'enroulement supérieur de D a son circuit fermé par un contact de travail de B, un contact de repos de H, un contact de travail de C, le balai privé et la terre du troisième fil; D se maintient ensuite au collage par le contact secondaire de repos de C, son propre contact de travail et la terre de B.

Le relais D coupe le circuit du relais H (pour éviter que le demandé en raccrochant à ce moment ne fasse fonctionner H) et coupe également le circuit de l'électro de rotation; par un autre contact de travail et un contact de repos de H, il envoie le courant vibré interrompu d'occupation sur la ligne côté demandeur (le circuit est d'ailleurs ouvert côté demandé).

Libération. — Quand le demandeur raccroche, le relais A retombe, puis le relais B; la terre est supprimée sur le fil privé; les relais F, D, H du connecteur et E du chercheur reviennent au repos.

Tant que le connecteur est en position de travail, c'est-à-dire dès que ses balais ont quitté la position de repos, une came vient fermer un contact sur le circuit de libération. Dès que B retombe, ce circuit

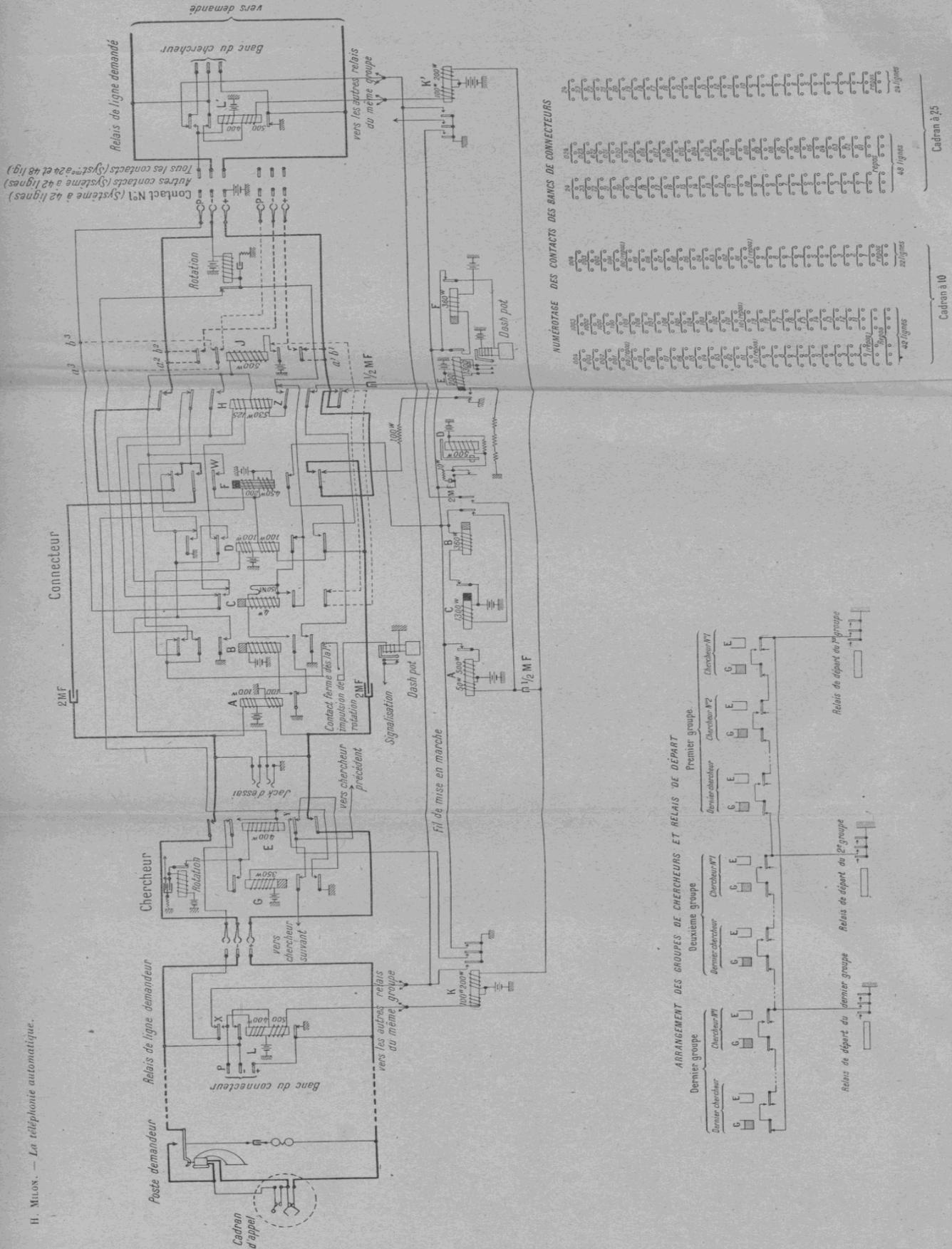


Fig. 174. — Schéma général d'un système automatique pour meuble de faible capacité 24 volts (332).

se ferme par l'électro de rotation, son propre contact d'interruption, un contact de repos de B, le contact de came et l'enroulement d'un électro de signalisation différée (par dash-pot). L'électro de rotation se met à fonctionner en sonnerie trembleuse et fait progresser l'arbre porte-balais (dans le même sens que la recherche) jusqu'à ce qu'il ait fait un tour complet et soit revenu à la position de repos; à ce moment le contact de came est ouvert, le connecteur s'arrête et tout est revenu au repos.

En même temps que le circuit de libération, le contact supérieur de repos de B, fermé un circuit pour D, passant également par le contact de came et la terre du dash-pot. Le relais D, excité, remet la terre sur le fil privé côté chercheur, tout en isolant ce fil côté connecteur; le relais E du chercheur se réexcite, mais dans des conditions telles (G n'ayant pas fonctionné au préalable et un verrouillage analogue à celui du présélecteur rotatif décrit précédemment étant ménagé entre ces deux relais) que seul son contact Y est fermé. Le chercheur est ainsi indisponible pendant le temps que dure la rotation pour retour au repos du connecteur qui lui est associé.

Le même procédé permet d'immobiliser le chercheur quand on prend le connecteur pour essais.

Cadran d'appel à 10 numéros. — Le système qui vient d'être décrit suppose l'emploi d'un cadran d'appel muni de 25 trous, susceptible d'envoyer de 1 à 25 impulsions par manœuvre. Si la ligne du poste demandé appartient à la seconde série elle est numérotée de 01 à 024, et le demandeur commence par faire un zéro, ce qui fait faire un demi-tour complet à l'arbre porte-balais; pendant que le demandeur manœuvre une seconde fois le disque en enfonçant le doigt dans un des trous marqués 1 à 24, les balais restent sur des contacts isolés, le relais C retombe, mais les relais A et B restent excités, le circuit de l'électro de rotation n'est pas rompu et quand les impulsions recommencent, le connecteur reprend sa rotation avec sa seconde série de balais en prise.

Si l'on veut employer des postes d'abonnés avec cadran d'appel ordinaire, on n'a alors à sa disposition que 10 séries d'impulsions; pour que le connecteur puisse s'arrêter sans modifier ses circuits dans une position d'attente entre deux séries d'impulsions, il faut que cette position d'attente soit constituée par des contacts isolés;

il ne restera donc plus que 22 contacts disponibles sur 24 s'il n'y a qu'une série d'abonnés, et 42 sur 48 s'il y en a deux.

Le numérotage sera dans le premier cas 1 à 9, puis 01 à 09, puis 001 à 004; les positions 10 et 20, correspondant à l'envoi d'un zéro ou de deux zéros, sont des positions de repos, ou plutôt d'attente entre deux séries d'impulsions.

Dans le second cas on ne pourra plus se servir du zéro, déjà utilisé dans la première série, pour mettre en action la seconde série de balais; il faut donc perdre dans ce cas une position supplémentaire, celle du 1 par exemple; lorsqu'il s'arrêtera dans cette position, le connecteur trouvera, sur un des fils de ligne, le courant de la batterie, et un relais spécial, J, actionné dans ce cas seulement, substituera la seconde série de balais à la première, tandis qu'elles sont simplement en dérivation avec le disque d'appel à 25 trous.

Le numérotage sera dans ce cas pour la première série 2 à 9 (le 1 étant perdu), 01 à 09 et 001 à 004; pour la seconde série, il faudra commencer par faire un 1, et le numérotage sera 11 à 19, 101 à 109 et 1001 à 1003, soit au total 42 lignes.

Sources de courant d'appel et d'occupation. — Lorsqu'un relais-pilote K est excité par un appel, sa troisième armature ferme, comme nous l'avons vu, le circuit d'un fil de mise en marche, qui actionne des organes communs, générateurs de courant d'appel et d'occupation; chacun de ces organes reste en fonctionnement jusqu'à ce qu'il ait terminé son rôle dans l'appel qui a provoqué sa mise en marche; à ce moment, s'il n'y a pas de relais-pilote excité, il revient au repos. Le fil de mise en marche, mis d'abord à la terre par K, l'est en effet ensuite par un autre circuit passant par un contact de repos de F et un contact de travail de B, de sorte que le générateur d'appel reste en marche jusqu'à ce que le demandé ait répondu (F ouvre un contact de repos), et le générateur de courant d'occupation jusqu'à ce que le demandeur ait raccroché (B retombe).

La source de courant d'appel est constituée par un électro-vibrateur D, qui se met en marche dès qu'un relais-pilote est excité, et qui produit du courant continu interrompu à 25 pulsations environ se transformant par un transformateur en courant alternatif à 25 périodes.

L'interruption périodique du courant d'appel est produite par

un mécanisme consistant en deux relais ralentis, E et F, et un dash-pot. Le dash-pot (solénoïde agissant sur un noyau en fer doux solidaire d'un piston troué qui se déplace dans un récipient d'huile clos) n'amène son armature à fond de course que s'il est excité pendant plusieurs secondes; quand il arrive à mi-course, il ferme par un premier contact le circuit de l'enroulement de 1300^m du relais E, celui-ci attire alors son armature de gauche seulement, qui ferme le circuit du secondaire du transformateur d'appel sur le contact de repos des relais F à travers une résistance; le courant d'appel est envoyé sur

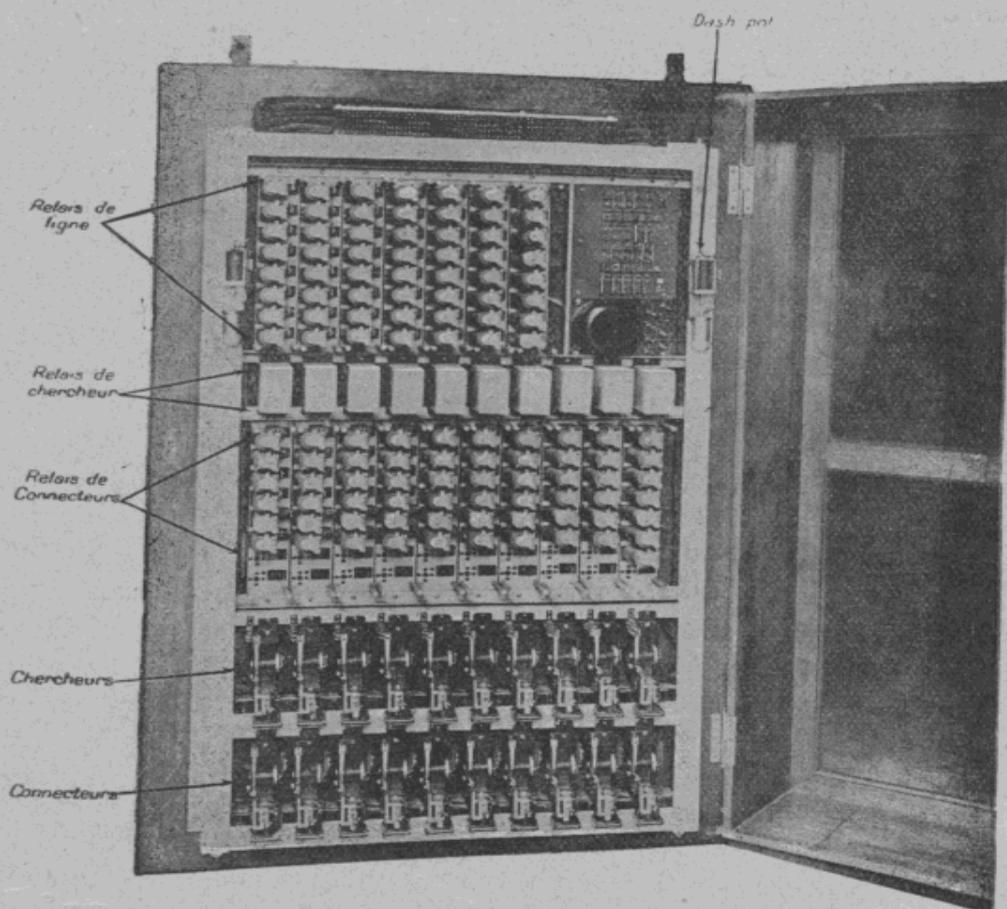


Fig. 175. — Central automatique à capacité réduite (type 48 directions).

la ligne du demandé dans le ou les connecteurs en position d'appel. Quand le dash-pot arrive à bout de course, il ferme le circuit de l'enrou-

lement de 200^m de E, qui attire alors également son armature de droite, et ferme le circuit du relais F, qui coupe le circuit du dash-pot. Celui-ci retombe, les deux armatures de E retombent aussi, ce qui fait cesser l'appel, puis celle de F, et le dash-pot remonte de nouveau. Les mêmes opérations se succèdent, la durée de l'appel étant de 2 à 3 secondes et celle de l'interruption de 3 à 5 secondes.

La source de courant d'occupation est le relais vibreur A, dont nous avons déjà décrit le fonctionnement pour l'envoi du courant indiquant au demandeur qu'il ne peut pas encore manœuvrer son disque. Lorsque le fil de mise en marche commun est mis à la terre par un relais B de connecteur, le relais vibreur continue à fonctionner; le courant induit dans son enroulement de 50^m est envoyé par un contact d'un relais interrupteur B à travers un condensateur d'un demi-microfarad, et par un contact de repos du relais H et un contact de travail du relais D du connecteur en position d'occupation, s'il s'en trouve, sur la ligne du demandeur raccordé à ce connecteur.

L'interruption du courant d'occupation est produite par deux relais retardés B et C; le premier s'excite d'abord par la terre du fil de mise en marche, établit le circuit du courant d'occupation et en même temps celui du relais C qui coupe son propre circuit; son armature ne retombe qu'au bout d'un certain temps, coupe le courant d'occupation, puis C retombe et rétablit le circuit de C et ainsi de suite. La cadence ainsi créée correspond à deux interruptions par seconde environ.

La figure 175 représente le panneau supportant les diverses parties de l'installation: en haut sont les 48 relais de ligne (ou relais d'appel et de coupure) puis à droite les organes générateurs communs d'appel, transformateur, relais, fusibles, dash-pot, etc.; en dessous sont 10 groupes de relais de chercheur sous boîte (les deux relais d'un même chercheur étant associés l'un à l'autre par un verrouillage); puis sont les 10 groupes de relais de connecteur; enfin en bas sont les 10 chercheurs et les 10 connecteurs.



CHAPITRE XII.

DÉVELOPPEMENT ACTUEL ET AVENIR DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES.

Le nombre des postes téléphoniques actuellement reliés à des bureaux centraux automatiques dans le monde entier dépasse 1 million. Le système Strowger qui est, comme on le sait, le premier en date des systèmes automatiques est toujours celui qui compte le plus grand nombre de lignes équipées. Les deux plus puissantes compagnies qui exploitent actuellement les brevets Strowger, l'Automatic Electric de Chicago et l'Automatic Telephone Manufacturing de Liverpool, comptent à elles seules plus de 900 000 lignes dont 600 000 aux États-Unis, 120 000 au Canada, 50 000 en Australie, 35 000 en République Argentine, 32 000 à Cuba, etc. Les réseaux comptant le plus grand nombre de lignes sont :

| | |
|--------------------------|---------------|
| Los Angeles (Cal.)..... | 90 000 lignes |
| Dallas (Texas)..... | 30 000 » |
| Winnipeg (Canada)..... | 28 000 » |
| La Havane (Cuba)..... | 26 000 » |
| Minneapolis (Minn.)..... | 25 000 » |
| Sydney (Australie)..... | 23 000 » |

En Angleterre, le réseau de Leeds compte actuellement 13 500 lignes ; la transformation du réseau de Londres est décidée, et des commandes dont le total s'élève à 50 000 lignes ont été réparties entre divers constructeurs ; le système imposé est du type Strowger.

En Allemagne, le principal constructeur, la maison Siemens et Halske, qui exploite les brevets Strowger et qui y a apporté, comme on l'a vu, d'intéressants perfectionnements, a déjà installé plus de 100 000 lignes, les réseaux les plus importants sont ceux de Munich (30 000 lignes réparties entre plusieurs bureaux, automatiques et semi-automatiques), Dresde (25 000 lignes réparties entre 5 bureaux), Leipzig (20 000 lignes, semi-automatiques), etc. La transformation du réseau de Berlin est également décidée.

L'Italie, les Pays-Bas et la Suisse comptent également un cer-

tain nombre de réseaux équipés suivant le système Siemens et Halske (Milan, Turin, Amsterdam, Lausanne, etc.) dont l'ensemble dépasse 80 000 lignes.

En France, les réseaux équipés suivant le système Strowger sont ceux de Nice (4800 lignes) et d'Orléans (1400 lignes); bientôt viendront s'y adjoindre ceux de Bordeaux (9000 lignes), Le Havre (5000 lignes), Lyon (12 000 lignes), Montpellier (3000 lignes), Rennes (3000 lignes), Vichy (800 lignes).

Le système le plus répandu, après les différents systèmes dérivés du Strowger est celui de la Western Electric C^o. On sait qu'il se présente sous deux formes, très différentes d'ailleurs quant à la réalisation mécanique, le système « Panel » réservé aux très grands réseaux et le système Rotary, qui s'est surtout développé en Europe.

La transformation en automatique du réseau de New-York, le plus grand réseau téléphonique du monde, qui compte actuellement plus d'un million de postes, est commencée, avec adoption du système « Panel »; 66 bureaux représentant une capacité de 460000 lignes sont déjà en service ou en cours d'équipement.

En Europe, les principaux réseaux équipés en automatique complet suivant le système « Rotary » sont les suivants :

| |
|--|
| Budapest, 6 bureaux avec un équipement total de 18000 lignes; |
| Christiania, 8 bureaux, 30000 lignes; |
| Bruxelles, 3 bureaux, 11 500 lignes; |
| Anvers, 1 bureau, 5000 lignes; |
| La Haye, 6 bureaux, 25000 lignes automatiques et 14000 lignes semi-automatiques; |
| Utrecht, 3 bureaux, 7000 lignes; |
| Haarlem, 4 bureaux, 7800 lignes; |
| Bâle, 1 bureau, 4400 lignes; |
| Genève, 1 bureau, 4000 lignes. |

En France, un bureau de 6000 lignes est en construction à Marseille (Marseille-Paradis) et un autre de 5000 lignes à Nantes.

Des installations semi-automatiques du même système sont en service à

| | |
|-----------------|--------------|
| Marseille..... | 10000 lignes |
| Angers..... | 2000 » |
| Zurich..... | 8000 » |
| Copenhague..... | 8000 » |
| Bergen..... | 4600 » |

Le système Ericsson a été adopté pour l'équipement en automatique des réseaux de Stockholm (30000 lignes); Rotterdam (9000 lignes); Shanghai (1000 lignes); Mexico (4000); etc. Une installation d'essai de 700 lignes est en service à Dieppe.

Le système à relais n'a pas encore été installé dans des bureaux comptant plus de 1000 lignes.

AVENIR DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES.

Le développement des systèmes téléphoniques automatiques, assez lent au début, a revêtu au cours de ces dernières années une allure progressivement croissante et l'on peut prédire, à coup sûr, que les années prochaines verront cette allure s'accroître encore, puisque la transformation des grands réseaux de New-York, Londres, Berlin, Paris, etc. vient d'être commencée ou décidée.

La raison pour laquelle l'équipement en automatique des réseaux les plus importants a été précédée d'un grand nombre d'installations dans des réseaux d'importance petite ou moyenne est d'ailleurs uniquement la nécessité, où se trouvaient les administrations et compagnies exploitantes, de procéder à une série d'essais sur diverses échelles avant d'engager des capitaux considérables, et d'attendre que les constructeurs aient eu le temps d'apporter à leurs systèmes les modifications et améliorations que l'expérience ne pouvait manquer de leur suggérer.

Si l'on tente de comparer en effet les résultats d'exploitation obtenus, dans des réseaux d'importance variable, avec le système manuel d'une part et avec le système automatique d'autre part, on constate, comme nous allons le voir, que la supériorité de l'automatique va croissant avec l'importance du réseau. Détaillons pour cela les avantages respectifs de l'un et de l'autre système.

Avantages de l'automatique sur le manuel. — Les avantages du système automatique sont, tant au point de vue financier qu'au point de vue de la qualité du service fourni :

1^o *La réduction des frais d'exploitation.* — Les opératrices chargées d'établir les communications locales, ainsi que la première phase des communications interurbaines (connexion entre l'abonné et l'anno-

tatrice) sont supprimées. Dans un réseau comportant un seul bureau, le nombre nécessaire de ces opératrices est exactement proportionnel au trafic, suivant une base que l'on peut fixer par exemple à une opératrice par 800 appels et par jour, si le bureau est pourvu d'un multiple à batterie centrale; dans un réseau comportant plusieurs bureaux, le nombre des opératrices est également proportionnel au trafic, mais le nombre moyen d'appels par opératrice diminue à mesure qu'augmente la proportion des communications empruntant plusieurs bureaux, et peut descendre à 300, ou même 250, dans les très grands réseaux où l'emploi de positions tandem est fréquent. On voit donc que la réduction des frais d'exploitation que permet l'automatique, exprimée par exemple en millimes par communication, croît avec le trafic total du réseau.

2° *La possibilité de diminuer la longueur moyenne des lignes d'abonné.* — Dans un réseau manuel, en effet, il est presque toujours préférable de relier tous les abonnés à un même bureau, jusqu'à la limite de capacité de ce bureau, en raison de la diminution de rendement par opératrice, qui vient d'être signalée, quand il y a plus d'un bureau. Dans un réseau automatique, cette raison n'existe plus: les installations réparties entre plusieurs bureaux sont, il est vrai, un peu plus coûteuses comme frais de premier établissement, à cause de la présence de quelques organes supplémentaires, répéteurs ou relais, et comme frais d'entretien, à cause de la dissémination du personnel; mais cette augmentation de prix de revient est loin d'équivaloir à la diminution de rendement des opératrices manuelles. Lorsque l'on cherche pour un réseau donné la disposition la plus économique, en tenant compte tant de ces divers éléments que des longueurs moyennes des lignes d'abonnés et des lignes auxiliaires, on constate que cette disposition conduit généralement à créer plus de bureaux, principaux ou satellites, avec un système automatique qu'avec un système manuel, et par conséquent qu'il est possible de réaliser, avec l'adoption du premier, une économie sur la longueur totale des lignes nécessaires.

3° *La meilleure qualité du service, en ce qui concerne la rapidité de réponse aux appels et de déconnexion.* — Dans les systèmes automatiques, la déconnexion est instantanée; quant à la rapidité de réponse aux appels, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment

où un abonné décroche et celui où il perçoit le signal de manœuvre lui indiquant qu'il peut commencer à transmettre, ce temps doit être inappréciable dans la très grande majorité des cas, si le nombre d'organes du réseau a été bien calculé; s'il ne l'est pas, il suffit généralement d'une extension représentant une faible partie de l'installation initiale pour le ramener à sa valeur normale.

4° *La meilleure qualité du service, en ce qui concerne les erreurs d'audition.* — Ces erreurs sont, il est vrai, remplacées par celles que fait l'abonné en manœuvrant son disque; mais celles-ci diminuent avec l'accoutumance de l'abonné et sont, en tout cas, indépendantes de l'importance du réseau, tandis que les erreurs d'audition dans un réseau manuel, rares si le réseau est petit, augmentent en fréquence avec l'importance du trafic et surtout avec l'intervention de plusieurs opératrices dans les réseaux à plusieurs bureaux. Il faut ajouter d'ailleurs à ces erreurs d'audition, les erreurs de manipulation des opératrices qui tendent aussi à augmenter avec l'activité du trafic et la dimension des multiples, tandis que les erreurs dues au mauvais fonctionnement des organes automatiques ne sont fonction que du bon entretien de ces organes.

5° *La permanence du service.* — Dans un réseau automatique la permanence du service local est assurée sans frais supplémentaires, moyennant quelques précautions de sécurité indispensables; de plus la qualité du service ne peut que s'améliorer aux heures de trafic réduit. Dans un réseau manuel au contraire, le service de nuit est coûteux et généralement peu satisfaisant.

Avantages du manuel sur l'automatique. — Ces avantages sont :

1° *Les frais de premier établissement moins élevés.* — Le rapport des prix de premier établissement par ligne de l'automatique au manuel, toujours très supérieur à l'unité, tend à décroître quand le trafic moyen par ligne d'abonné augmente. En effet, le nombre de positions manuelles, et par suite le nombre de jacks généraux et le nombre de dicordes ou de monocordes, est proportionnel au trafic et le prix de ces positions constitue la plus grande partie du prix de l'installation totale. Dans un bureau automatique au contraire, le nombre des organes de connexion n'augmente pas aussi vite que le

trafic moyen par ligne, et la partie fixe des installations, tant au bureau central que dans les postes d'abonnés et surtout dans les systèmes à présélecteur, représente une fraction plus grande de l'ensemble que dans un réseau manuel. La supériorité du manuel à ce point de vue tend donc à diminuer, à mesure que le trafic augmente. Elle tend également à diminuer, quand le nombre des bureaux augmente, à cause de la diminution de rendement des opératrices et par suite des positions de départ et d'arrivée.

2° *Les frais d'entretien moins élevés.* — Cette diminution des frais d'entretien est due tant à la moindre importance des installations du bureau central et à la plus grande simplicité du poste d'abonné, qu'à la moindre compétence et à la moindre spécialisation nécessaires chez les agents chargés de l'entretien. Dans un central automatique, le nombre d'agents nécessaires pour l'entretien des installations intérieures est généralement calculé sur la base de 1 mécanicien et 1 aide par 1000 lignes; ce nombre ne varie guère avec l'importance du trafic, car en réalité les bureaux à faible trafic local sont surtout les petits bureaux, où, par suite des nécessités de la permanence du service appliquées à un effectif plus réduit, le rendement de chaque unité est moins bon. Dans un central manuel, le nombre d'unités nécessaires pour l'entretien varie entre la moitié et les trois quarts de ce qu'il serait dans un central automatique équivalent, suivant l'importance du trafic.

Mais en dehors des unités consacrées à l'entretien proprement dit, il faut tenir compte du personnel technique supérieur, chargé de la direction et de la surveillance, des études, de l'enseignement, etc. et qui doit être beaucoup plus nombreux dans le cas du système automatique; il faut tenir compte aussi du personnel extérieur chargé de l'entretien des disques d'appel. Par contre les dépenses en matériel d'entretien ne sont pas sensiblement plus élevées dans les systèmes automatiques, par suite de la présence dans les meubles manuels du matériel à usure rapide constitué par les cordons, fiches, lampes, etc.

3° *La bonne qualité moyenne du service courant est plus facile à maintenir.* — Dans un réseau à un seul bureau manuel, l'exécution du service urbain ne présente pas de difficultés sérieuses, les consignes à appliquer sont simples et peu nombreuses et il est facile de recruter

et d'instruire un personnel possédant les aptitudes requises. Si d'autre part le matériel du bureau central est en bon état, et si le réseau des lignes ne présente pas trop de défauts, les quelques dérangements qui se produisent journellement peuvent presque tous être signalés immédiatement par le personnel d'exploitation, et la clientèle n'en subit qu'un préjudice très limité. Dans les réseaux automatiques au contraire, où cette signalisation par les opératrices fait défaut, il est nécessaire d'apporter beaucoup plus d'attention et de soins au maintien en bon état des appareils et des lignes; des essais périodiques portant sur toutes les parties du réseau doivent être prescrits de façon méthodique et régulière, et les défauts ainsi mis en évidence doivent être corrigés avant même que leur répercussion sur le service courant devienne apparente. L'expérience montre en effet que lorsque le service devient mauvais dans un réseau automatique, il a une tendance naturelle à s'aggraver beaucoup plus rapidement que dans un réseau manuel, et il est nécessaire d'étudier et d'appliquer les remèdes beaucoup plus tôt.

De plus et dans le même ordre d'idées, l'intervention de l'intermédiaire humain permet, surtout dans les petits réseaux, de résoudre nombre de difficultés et d'incidents qui prendraient une importance beaucoup plus grande si l'abonné devait faire une démarche spéciale dans ce but; on peut, il est vrai, remédier en partie à cette infériorité du système automatique en le dotant d'un service de renseignements pourvu d'un personnel assez nombreux et bien stylé, mais on réduit ainsi d'autant l'économie résultante.

Dans les grands réseaux cette considération intervient de moins en moins, car les nécessités d'un service intensif amènent à interdire, aux opératrices urbaines, d'intervenir pour tout autre chose que l'établissement pur et simple des communications, et à faire traiter tous les incidents et tous les cas particuliers par des services spéciaux.

4° *Les manœuvres de l'abonné sont réduites à la plus grande simplicité.* — Cette considération avait paru dès le début assez importante pour justifier la conception des systèmes semi-automatiques, où l'intervention de l'opératrice a pour but principal, sinon unique, de supprimer l'obligation pour l'abonné de manœuvrer son disque. Mais l'expérience a montré que la clientèle se prêtait assez facilement

à cette obligation et que les inconvénients qui pouvaient en résulter ne compensaient pas l'aggravation de charges entraînées, pour l'exploitant, par le paiement des opératrices et la complication plus grande des installations du bureau central. Aussi les systèmes semi-automatiques ne tendent-ils plus à se répandre et la transformation en automatique pur de ceux qui existent est-elle envisagée par beaucoup d'administrations.

Conclusion. — De la discussion qui précède, il résulte que la supériorité de l'automatique sur le manuel est indiscutable dans les réseaux comportant plusieurs bureaux, ou dans ceux dans lesquels le bureau unique actuel doit être dédoublé dans un avenir prochain.

Dans les autres réseaux, cette supériorité devient de plus en plus discutable à mesure que l'importance du réseau diminue, surtout à l'époque actuelle, où l'élévation du loyer de l'argent oblige les administrations et compagnies exploitantes à attacher une importance particulière à la réduction des frais de premier établissement. L'étude de chaque cas particulier permettra seule de déterminer le système le plus avantageux; la possibilité de réduire la longueur moyenne des lignes d'abonnés par la création de bureaux satellites sera souvent un argument précieux en faveur de l'automatique.

Mais il importe de remarquer que l'étude d'un réseau isolé ne suffit pas toujours à déterminer toutes les données du problème : si à proximité de ce réseau en existent d'autres, si le trafic entre eux justifie la constitution de nombreuses liaisons et l'adoption de méthodes d'exploitation se rapprochant des méthodes urbaines, l'étude devra porter sur l'ensemble, et elle pourra démontrer que l'adoption d'un système automatique, qui n'aurait pas été justifiée pour l'un quelconque des réseaux pris en particulier, devient avantageuse si on l'applique à tous.

Les nécessités de la taxation, qui sont souvent un obstacle à l'adoption de systèmes de commutation automatique pour les relations entre réseaux différents, peuvent elles-mêmes changer d'aspect, si l'on prévoit cette adoption pour un ensemble de réseaux voisins. Le calcul montre en effet que pour les relations à faible distance, assurées par des lignes rassemblées dans des câbles à nombreux conducteurs, la partie la plus importante du prix de revient d'une communication consiste dans les frais de personnel, surtout si cette communi-

cation est donnée par la méthode interurbaine normale, avec intervention de plusieurs opératrices, annotation d'un ticket, surveillance des heures de commencement et de fin, etc. En supprimant ces dépenses de personnel, il peut être possible de réduire suffisamment le prix de revient de la communication pour permettre d'adopter, pour les relations entre ces réseaux, une taxe équivalente à la taxe locale, ou tout au moins au double de la taxe locale; la plupart des systèmes automatiques permettent de réaliser cette taxation double dans certaines directions sans complications excessives dans le mécanisme.

L'adaptation des systèmes automatiques aux méthodes d'exploitation dites *suburbaines*, parce qu'elles trouvent surtout leur application dans les banlieues des grandes villes, est du reste à l'heure actuelle un des problèmes les plus intéressants pour leur avenir.

La souplesse d'application, la variété presque infinie de combinaisons, que permettent de réaliser les systèmes automatiques, sont d'ailleurs telles qu'à l'heure actuelle ce n'est plus qu'un jeu, pour ceux qui ont l'habitude de manier les schémas de connexion, de satisfaire de façon plus ou moins élégante aux besoins en apparence les plus disparates de l'exploitation.

Aussi n'est-ce pas là, ou plutôt n'est-ce plus là, la principale des voies vers lesquelles doivent s'orienter les chercheurs, ceux qui veulent achever de conquérir pour l'automatique les domaines dans lesquels il ne s'impose pas encore. Ce qui importe le plus, dans le stade de développement qu'il a atteint aujourd'hui, c'est l'étude patiente et minutieuse du perfectionnement de détail, la recherche inlassable de la meilleure spécification de chaque matière première, de la meilleure forme à donner à chaque pièce, des constantes électriques les plus propres au fonctionnement correct de chaque organe. Ce n'est que par ce travail de mise au point précise, que les systèmes automatiques achèveront d'acquérir les qualités de constance, de durée, de sécurité de fonctionnement et de facilité d'entretien qui, jointes à un prix de revient peu élevé — et ces qualités ne sont pas toujours contradictoires, si les procédés de fabrication sont étudiés de façon véritablement scientifique — lui permettront de concurrencer victorieusement les systèmes manuels dans tous les domaines.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

| | Pages. |
|---|--------|
| AVERTISSEMENT DE LA DEUXIÈME ÉDITION..... | V |
| CHAPITRE I. | |
| DÉFINITION ET CLASSIFICATION DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES. | |
| Principe des systèmes automatiques..... | 2 |
| Systèmes à base décimale..... | 3 |
| Systèmes à base non décimale..... | 6 |
| Modes de commande par l'abonné..... | 6 |
| Commande directe de l'abonné..... | 6 |
| Commande indirecte ou commande intérieure du bureau contrôlée par l'abonné..... | 8 |
| Mise en relation de la ligne d'abonné avec le premier organe sélecteur.... | 11 |
| Présélecteur..... | 12 |
| Chercheur de lignes appelantes..... | 12 |
| Schéma d'ensemble d'une communication établie par un système automatique..... | 13 |
| CHAPITRE II. | |
| DESCRIPTION D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE. SYSTÈME DE L'AUTOMATIC ELECTRIC COMPANY. | |
| Fonctionnement général du système de l'Automatic Electric Company.... | 16 |
| Disque transmetteur d'appel..... | 17 |
| Présélecteur..... | 19 |
| Fonctionnement du présélecteur..... | 20 |
| Commutateur principal..... | 21 |
| Sélecteur et connecteur..... | 23 |
| Fonctionnement du sélecteur..... | 26 |
| Fonctionnement du connecteur..... | 29 |
| Compteur..... | 31 |

| | Pages. |
|---|--------|
| Agencement d'un bureau automatique du système de l'A. E. C..... | 32 |
| Répétiteur..... | 38 |
| Présélecteurs secondaires..... | 40 |
| Fonctionnement du présélecteur secondaire..... | 42 |
| Commutateur rotatif..... | 41 |
| Emploi de présélecteurs secondaires entre sélecteurs..... | 41 |
| Installations accessoires..... | 45 |
| Supervision..... | 45 |
| Supervision des bâtis de présélecteurs et de connecteurs..... | 45 |
| Supervision des bâtis de sélecteurs..... | 47 |
| Installation d'essai..... | 48 |
| Essais des lignes extérieures..... | 48 |
| Essai des installations intérieures..... | 49 |
| Installation d'énergie..... | 49 |
| Besoins spéciaux de l'exploitation..... | 50 |
| Abonnés ayant plusieurs lignes au réseau..... | 50 |
| Connecteur rotatif..... | 50 |
| Lignes à postes groupés..... | 52 |
| Lignes de renseignements, de réclamations, etc..... | 52 |
| Relation avec un bureau à service manuel ou avec l'interurbain..... | 53 |
| Relation avec l'interurbain..... | 54 |
| Valeur auditive du système..... | 56 |
| Encombrement des installations automatiques..... | 58 |

CHAPITRE III.

FORMES NOUVELLES DU SYSTÈME STROWGER.

SYSTÈME DE LA COMPAGNIE FRANÇAISE THOMSON-HOUSTON.

| | |
|--|----|
| Chercheur double..... | 61 |
| Chercheur d'appel..... | 61 |
| Chercheur secondaire..... | 63 |
| Relais d'appel et de coupure..... | 64 |
| Sélecteur et connecteur..... | 65 |
| Fonctionnement du relais d'appel et de coupure et du chercheur double..... | 70 |
| L'abonné décroche..... | 70 |
| Mise en marche du chercheur d'appel..... | 70 |
| Prise de la ligne appelante par le chercheur..... | 71 |
| Mise en marche du chercheur secondaire..... | 72 |
| Connexion de la ligne appelante avec un sélecteur..... | 72 |
| Libération..... | 73 |
| Contacts de chaîne..... | 73 |

TABLE DES MATIÈRES.

409

| | Pages. |
|---|--------|
| Cas de l'abonné appelé..... | 74 |
| Commande échelonnée des chercheurs d'appel..... | 74 |
| Fonctionnement du sélecteur..... | 74 |
| Ascension..... | 75 |
| Rotation..... | 75 |
| Libération..... | 76 |
| Libération prématurée..... | 76 |
| Signalisation..... | 77 |
| Circuit de comptage..... | 77 |
| Recherche des faux appels..... | 78 |
| Fonctionnement du connecteur..... | 78 |
| Ascension..... | 79 |
| Rotation..... | 79 |
| Test..... | 79 |
| Appel..... | 80 |
| Connexion..... | 80 |
| Comptage..... | 81 |
| Libération..... | 81 |
| Supervision et contact de chaîne..... | 83 |
| Connecteur rotatif..... | 83 |
| Installations accessoires..... | 85 |
| Répétiteur..... | 86 |
| Fonctionnement du répétiteur..... | 87 |
| Recherche automatique des faux appels..... | 88 |
| Système de l'A. T. M. Co, de Liverpool..... | 91 |
| Présélecteur rotatif..... | 92 |
| Fonctionnement du présélecteur..... | 93 |
| Présélecteur à position de repos..... | 95 |

CHAPITRE IV.

AUTRES SYSTÈMES AUTOMATIQUES A COMMANDE DIRECTE.

| | |
|---|-----|
| Système de l'administration allemande..... | 96 |
| Transmetteur d'appel..... | 96 |
| Présélecteur..... | 96 |
| Sélecteurs..... | 98 |
| Fonctionnement du système..... | 101 |
| Formes récentes du système Siemens et Halske..... | 110 |
| Système autrichien..... | 113 |
| Système Betulander..... | 114 |
| Système à relais..... | 121 |
| Circuit de sélection..... | 124 |

CHAPITRE V.

SYSTÈMES AUTOMATIQUES A COMMANDE INDIRECTE.

| | Pages. |
|---|--------|
| Systèmes de la Western Electric Cy..... | 127 |
| Principe du système « Panel »..... | 128 |
| Équipement d'un réseau en « Panel »..... | 131 |
| Système automatique Ericsson..... | 134 |
| Description des appareils et de leur mode de fonctionnement..... | 135 |
| Sélecteur et connecteur..... | 139 |
| Assemblage des chercheurs, sélecteurs et connecteurs..... | 139 |
| Commutateurs auxiliaires..... | 141 |
| Enregistreur..... | 142 |
| Fonctionnement de l'enregistreur..... | 146 |
| Mise en relation des organes de connexion avec l'enregistreur..... | 149 |
| Capacité du système Ericsson..... | 151 |
| Description générale du fonctionnement du système..... | 152 |
| Agencement des diverses parties de l'installation d'un central..... | 154 |
| Signalisation..... | 156 |
| Description détaillée des principales phases d'une communication..... | 157 |
| Connexion de la ligne appelante avec le chercheur..... | 158 |
| Appel de l'abonné..... | 159 |
| Mise en marche du distributeur..... | 159 |
| Fonctionnement du distributeur..... | 159 |
| Rotation du chercheur..... | 161 |
| Translation du chercheur..... | 161 |
| Recherche d'un enregistreur libre et enregistrement..... | 162 |
| Recherche d'un enregistreur libre..... | 164 |
| Connexion de la ligne appelante avec l'enregistreur..... | 165 |
| Enregistrement..... | 165 |
| Commande du premier sélecteur..... | 166 |
| Rotation du premier sélecteur..... | 168 |
| Recherche d'un connecteur libre..... | 169 |
| Commande du connecteur..... | 170 |
| Retour au repos de l'enregistreur..... | 171 |
| Essai de la ligne de l'abonné demandé..... | 172 |
| Appel de l'abonné demandé..... | 173 |
| Position de conversation..... | 175 |
| Déconnexion..... | 177 |
| Enregistrement de la communication..... | 179 |

CHAPITRE VI.

SYSTÈMES SEMI-AUTOMATIQUES.

| | Pages. |
|--|--------|
| Liaison de l'abonné appelant à l'opératrice..... | 180 |
| Transmetteur d'appels de l'opératrice..... | 181 |
| Différents types de semi-automatiques actuellement en service..... | 182 |
| Système Clément..... | 182 |
| Système Siemens et Halske..... | 184 |
| Fonctionnement du système..... | 184 |
| Description du clavier d'opératrice et du mécanisme émetteur d'impulsions..... | 186 |
| Système de la Western Electric Cy..... | 189 |
| Caractéristiques d'exploitation..... | 189 |
| Caractéristiques techniques..... | 190 |
| Description des principaux organes..... | 191 |
| Mode de fonctionnement du système..... | 198 |
| Fonctionnement du connecteur..... | 204 |
| Besoins divers de l'exploitation..... | 210 |
| Agencement et câblage des organes..... | 214 |
| Convertibilité en automatique..... | 219 |

CHAPITRE VII.

LE NOUVEAU SYSTÈME ROTARY DE LA WESTERN ELECTRIC CO.

| | |
|---|-----|
| Description des appareils..... | 224 |
| Chercheur d'appel..... | 224 |
| Sélecteur..... | 231 |
| Combineur..... | 238 |
| Description détaillée des différentes phases d'une communication..... | 245 |
| Recherche et prise d'une ligne appelante par un chercheur primaire..... | 246 |
| Prise de la ligne par un circuit de connexion..... | 248 |
| Recherche d'un enregistreur libre..... | 250 |
| Enregistrement du numéro demandé..... | 251 |
| Commande des sélecteurs par l'enregistreur..... | 253 |
| Enregistreur à relais..... | 258 |
| Correction..... | 262 |
| Numérotage des contacts de sélecteurs..... | 262 |
| Correction du sélecteur final..... | 265 |
| Correction du premier sélecteur..... | 270 |
| Cas d'un réseau de 10 000 à 20 000 lignes..... | 271 |
| Traduction..... | 272 |

| | Pages. |
|---|--------|
| Fonctionnement du sélecteur..... | 273 |
| Sélection numérique..... | 273 |
| Sélection automatique..... | 275 |
| Fonctionnement du deuxième sélecteur..... | 276 |
| Fonctionnement du sélecteur final..... | 278 |
| Test..... | 279 |
| Occupation..... | 279 |
| Appel..... | 280 |
| Réponse de l'abonné demandé..... | 280 |
| Circuit de connexion..... | 281 |
| Enregistrement de la communication..... | 282 |
| Retour des organes au repos. Premier sélecteur..... | 282 |
| Chercheurs..... | 283 |
| Autres sélecteurs..... | 283 |
| Libération sans comptage..... | 283 |
| Lignes auxiliaires à deux fils..... | 284 |
| Lignes d'abonnés à plusieurs lignes..... | 287 |
| Signalisation..... | 290 |

CHAPITRE VIII.

DÉTERMINATION DU NOMBRE D'ORGANES NÉCESSAIRES DANS UN CENTRAL AUTOMATIQUE.

| | |
|---|-----|
| Données du problème..... | 294 |
| Expression du trafic..... | 295 |
| Formules de probabilité..... | 296 |
| Application des formules précédentes..... | 297 |
| Exemple de calcul de nombre d'organes de connexion..... | 303 |
| Cas du système Strowger avec présélecteur rotatif individuel à 25 directions..... | 304 |
| Cas du système Ericsson..... | 306 |
| Multiplages partiels..... | 307 |
| Chercheurs secondaires..... | 309 |
| Sélection conjuguée..... | 311 |
| Capacité de sélection des chercheurs..... | 312 |
| Conditions d'emploi des chercheurs ou présélecteurs secondaires..... | 314 |
| Brassage des lignes auxiliaires..... | 316 |
| Extension d'un central automatique..... | 319 |
| Facilités d'extension procurées par l'emploi des multiplages partiels..... | 321 |
| Extension des connecteurs..... | 326 |
| Extension des présélecteurs et chercheurs..... | 326 |

CHAPITRE IX.

ÉQUIPEMENT AUTOMATIQUE DES GRANDS RÉSEAUX URBAINS.

| | Pages. |
|---|--------|
| Numérotage d'un réseau à 6 chiffres..... | 330 |
| Plan du réseau de lignes auxiliaires..... | 331 |
| Division du réseau en districts..... | 332 |
| Cas des systèmes à base non décimale..... | 335 |
| Transformation d'un grand réseau manuel..... | 337 |
| Système directeur..... | 339 |
| Description des organes constitutifs du directeur..... | 340 |
| Fonctionnement du directeur..... | 343 |
| Cas d'un réseau où les bureaux sont désignés par trois lettres..... | 344 |
| Relations entre bureaux manuels et bureaux automatiques..... | 345 |
| Relations manuel vers automatique..... | 346 |
| Description sommaire de la méthode avec appel par clavier..... | 347 |
| Positions semi-automatiques B..... | 349 |
| Relations automatique vers manuel..... | 351 |
| Positions à indicateurs lumineux d'appel..... | 352 |
| Répartition des appels sur les positions d'arrivée à indicateur lumineux..... | 355 |

CHAPITRE X.

INSTALLATIONS D'ABONNÉ.

| | |
|--|-----|
| Disque transmetteur d'appels..... | 358 |
| Poste d'abonné..... | 361 |
| Tableaux d'abonnés..... | 366 |
| Tableaux du type « bien desservi »..... | 367 |
| Tableaux du type « mal desservi »..... | 368 |
| Tableau auxiliaire..... | 371 |
| Tableaux auxiliaires à plusieurs lignes au réseau..... | 372 |

CHAPITRE XI.

INSTALLATIONS AUTOMATIQUES RURALES ET INSTALLATIONS PRIVÉES.

| | |
|---|-----|
| Mode d'exploitation des bureaux automatiques ruraux..... | 378 |
| Rendement des circuits..... | 380 |
| Spécialisation et équipement électrique des circuits..... | 380 |
| Description d'un bureau automatique rural..... | 382 |
| Fonctionnement du système..... | 382 |
| Installations accessoires..... | 384 |
| Signalisations..... | 385 |

| | Pages |
|---|-------|
| Installations automatiques privées..... | 386 |
| Appel de poste demandeur et prise de sa ligne par un chercheur..... | 389 |
| Fonctionnement du connecteur..... | 391 |
| Libération..... | 392 |
| Cadran d'appel à 10 numéros..... | 393 |
| Sources de courant d'appel et d'occupation..... | 394 |

CHAPITRE XII.

DÉVELOPPEMENT ACTUEL ET AVENIR DES SYSTÈMES AUTOMATIQUES.

| | |
|---|-----|
| Avenir des systèmes automatiques..... | 399 |
| Avantages de l'automatique sur le manuel..... | 399 |
| Avantages du manuel sur l'automatique..... | 401 |
| Conclusion..... | 404 |



FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

