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 nº 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

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)	**Montoriol, Emile (1865-19..)**
Titre	**Appareils et installations télégraphiques**
Adresse	**Paris : Librairie J.-B. Baillière et fils, 1921**
Collection	**Grandes encyclopédies industrielles J.-B. Baillière. Encyclopédie d'électricité industrielle ; 29 ; Bibliothèque des annales des postes, télégraphes et téléphones.**
Collation	**1 vol. (VI-625 p.) : ill. ; 22 cm**
Nombre d'images	**634**
Cote	**CNAM-BIB 8 Ca 508 (29)**
Sujet(s)	**Télégraphe -- Appareils et matériel**
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	**20/01/2021**
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?8CA508.29

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRANDES ENCYCLOPÉDIES INDUSTRIELLES J.-B. BAILLIÈRE

Publiées sous le patronage de

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE
ET DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

APPAREILS

ET

INSTALLATIONS

TÉLÉGRAPHIQUES

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A LA MÊME LIBRAIRIE

Le Monteur électricien, par BARNI, MONTPELLIER et MAREC. Énergie électrique. Phénomènes magnétiques. Générateurs. Dynamos. Alternateurs. Installation. Conduite et entretien des machines. Transformateurs. Éclairage électrique. Moteurs. Accidents. 5e *édition*. 1920, 1 vol. in-16 de 576 pages avec 406 figures..... **15 fr.**

Manuel pratique de Galvanoplastie et de Dépôts électrochimiques, par A. BROCHET, chargé des travaux pratiques à l'École de physique et de chimie. 1908, 1 vol. in-16 de 416 pages avec 148 figures (*Encyclopédie industrielle*)..... **10 fr.**

Précis d'Électricité industrielle, par R. BUSQUET, ancien professeur à l'École centrale de Lyon, et E. MAREC, directeur de station centrale d'Électricité. 2e *édition*. 1919, 2 vol. in-8 de 879 pages avec 669 figures..... **24 fr.**

Stations centrales, Dynamos, Alternateurs, T[illegible] d'énergie [illegible]
CHOD. 1921, 1 vol. in-18 de 328 pages avec
fessionnelle).....

La Poste et les moyens de communications à travers le
1894, 1 vol. in-16 de 382 pages et 136 figures.....

L'Électricité appliquée à l'art militaire, par le colonel GUN. 1889, 1 vol. in-16 de 380 pages avec 140 figures..... **4 fr. 50**

L'Électricité à la maison, par E. MAREC. 1918, 1 vol. in-18 de 352 pages avec 323 figures..... **7 fr. 50**

Formulaire aide-mémoire de l'électricien-praticien, par E. MAREC. 1920, 1 vol. in-16 de 466 pages avec 348 figures..... **12 fr.**

Installations électriques particulières (Éclairage, chauffage, sonneries et tableaux), par P. MAURER. 1921, 1 vol. in-18 de 300 pages, avec 100 figures (*Bibliothèque professionnelle*)..... **7 fr.**

La Télégraphie en France et à l'étranger, par L. MONTILLOT. 1889, 1 vol. in-16 de 334 pages, avec 131 figures..... **4 fr. 50**

Les Accumulateurs et les Piles électriques, par MONTPELLIER. 1906, 1 vol. in-18 de 305 pages avec 130 figures..... **10 fr.**

Traité de manipulations et de mesures électriques et magnétiques industrielles, par H. PÉCHEUX, sous-directeur de l'École d'Arts et Métiers de Lille. 1907, 1 vol. in-18 de 536 pages avec 189 figures..... **10 fr.**

Précis de Physique industrielle, par PÉCHEUX. 1899, 1 vol. in-18 de 576 pages avec 464 figures..... **10 fr.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8° Ca. 508 29

ENCYCLOPÉDIE D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

8° Ca 508 29

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. A. BLONDEL

Membre de l'Institut, Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

29.

BIBLIOTHÈQUE DES ANNALES DES POSTES-TÉLÉGRAPHES-TÉLÉPHONES

APPAREILS

ET

INSTALLATIONS

TÉLÉGRAPHIQUES

PAR

E. MONTORIOL

INSPECTEUR DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES
PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

Préface de M. BLONDEL
Membre de l'Institut.

Sous le patronage de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
19, RUE HAUTEFEUILLE

1921

Tous droits réservés.

8° Ca. 508 29
26'
7 Juillet 1921.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRÉFACE

L'ouvrage que M. Montoriol publie aujourd'hui sur les appareils et installations télégraphiques étant le premier volume qui paraît de l'Encyclopédie d'Electricité Industrielle, *j'ai plaisir à le présenter au public en précisant la place que cet ouvrage va occuper dans l'Encyclopédie. Il fait partie des quatre ouvrages consacrés à la technique télégraphique, qui constitue une branche spéciale et fort importante de l'électricité industrielle par suite des immenses applications des transmissions télégraphiques et téléphoniques et de l'importante construction d'appareils à laquelle elles donnent lieu.*

Mais cette technique est assez étroitement spécialisée et présente un certain caractère qui la distingue de la grande industrie électrique : d'une part, elle exige des connaissances théoriques très approfondies quand il s'agit des lignes de transmissions télégraphiques et téléphoniques et des transmissions radiotélégraphiques ; d'autre part, elle demande des connaissances développées jusqu'au plus petit détail de construction et d'installation quand il s'agit des appareils télégraphiques et téléphoniques. On ne peut demander à un même ingénieur de se placer à la fois dans le même ouvrage à des points de vue si différents ; c'est ainsi que nous avons été conduit à mettre à part toute la partie théorique générale des transmissions télégraphiques et téléphoniques dans un ouvrage spécial, à consacrer à la radiotélégraphie un autre ouvrage spécial, et à grouper dans deux volumes indépendants tout ce qui concerne respectivement la pratique de la télégraphie et la pratique de la téléphonie, en les débarrassant de toute question de théorie pure.

Désireux, comme toujours, de confier chaque ouvrage aux spécialistes les plus autorisés et ne voulant pas multiplier le nombre des ouvrages français sur le même sujet, nous avons obtenu pour ces deux volumes de pratique professionnelle le haut appui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de M. Dennery, directeur de l'École supérieure des postes et télégraphes, qui a bien voulu nous assurer le concours de deux de ses collaborateurs et nous permettre ainsi d'inscrire ces deux ouvrages dans la Bibliothèque de cette École en même temps que dans l'Encyclopédie. Nous tenons à le remercier de ce précieux concours.

Nul n'était mieux qualifié que M. Montoriol, inspecteur des postes et télégraphes, professeur à l'École supérieure des postes et télégraphes, à la fois par son enseignement et par sa longue pratique des appareils télégraphiques, pour nous donner un exposé approfondi, très clair et très compétent, une classification rationnelle des divers systèmes et une comparaison fondée sur les leçons de la pratique.

Cet ouvrage s'adressant à des professionnels français très nombreux, l'auteur a cru devoir, avec raison, insister particulièrement sur la description des appareils de construction française, mais il n'a pas négligé pour autant les appareils étrangers [illegible]tants qu'on peut appeler " représentatifs " des méthodes différentes nôtres ; il a fait la critique comparative des unes et des autres d'une façon pénétrante. Aussi ce volume, bien que l'on n'y rencontre pas les formules et les considérations de théorie générale qui abondent dans certains autres ouvrages de la même Encyclopédie, est-il d'un constant intérêt, en même temps que d'une grande utilité pratique ; il répond ainsi parfaitement à son but.

Les lecteurs admireront certainement la façon si précise et si claire dont M. Montoriol fait comprendre les problèmes les plus délicats de la construction et de l'exploitation des appareils télégraphiques modernes, et en expose les perspectives d'avenir.

A. BLONDEL.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS ET INSTALLATIONS TÉLÉGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Différenciation des signaux. — A l'origine de la télégraphie électrique, on fit usage, pour la transmission des signaux, des différentes manifestations alors connues du courant électrique : électrolyse, déviation des aiguilles aimantées, etc. ; cette dernière fut bientôt la seule employée. On utilisa tout d'abord autant de conducteurs qu'on avait de signaux à représenter, puis l'emploi des deux sens du courant, donnant des déviations à droite et à gauche, permit de réduire ce nombre de moitié ; on le diminua encore en représentant certains signaux à l'aide de combinaisons, formées par l'envoi simultané de courants de l'un ou de l'autre sens, sur deux ou plusieurs conducteurs, et l'on s'achemina ainsi vers la transmission unifilaire.

Actuellement, un circuit télégraphique se compose invariablement d'une source d'électricité (pile, accumulateur, etc.), d'un interrupteur ou manipulateur, d'un fil de ligne et d'un récepteur, généralement un électro-aimant ; le circuit est complété par la terre. Lorsqu'on ferme le circuit, un courant parcourt la ligne et va actionner le récepteur : il en résulte l'attraction de l'armature.

Cette unique manifestation de l'arrivée d'un courant doit être suffisante pour établir une correspondance entre les deux extrémités de la ligne, c'est-à-dire pour représenter toutes les lettres de l'alphabet, les chiffres et signes divers. Comment a-t-on pu atteindre ce résultat avec un seul signal?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A ce point de vue, les différents systèmes télégraphiques peuvent se classer en un nombre restreint de catégories :

1° On peut différencier les lettres ou signes par le *nombre des répétitions* du signal : on envoie sur la ligne, une ou plusieurs émissions successives, par exemple suivant le numéro occupé, dans l'ordre alphabétique, par la lettre qu'on veut transmettre, soit 4 pour un D, 12 pour un L, etc., et il suffit de compter, à l'arrivée, le nombre des attractions, pour opérer la traduction du signal transmis. Ce mode de différenciation est employé dans les appareils à cadran, encore en usage aujourd'hui.

2° On peut aussi faire varier la *durée* des courants émis : en convenant de deux durées faciles à distinguer, l'une brève, qu'on représenterait graphiquement par un point, l'autre trois fois plus longue, qui serait un trait, puis en combinant de diverses façons ces deux éléments distincts, on obtient le code Morse, à l'aide duquel on représente 63 lettres, chiffres ou signes.

3° Les deux élements du code Morse, points et traits, peuvent être représentés, à leur tour, par des émissions de sens différent : le courant positif déplace à gauche, par exemple, l'aiguille d'un galvanomètre ou l'armature d'un électro-aimant polarisé, et représente le point ; le courant négatif provoque le mouvement inverse et correspond au trait. Le code ainsi obtenu est employé, notamment, sur les câbles sous-marins.

4° Le quatrième mode de correspondance est celui dans lequel les signaux sont différenciés par le *moment* où ils sont expédiés, c'est-à-dire, à l'arrivée, par le *moment de leur apparition* : l'application de ce principe fut tentée, vers 1791, par Claude Chappe, puis, en 1816, par Francis Ronalds : l'un et l'autre avaient disposé, aux deux extrémités d'une ligne, des chronomètres, parfaitement synchronisés, qui montraient les différentes lettres, à intervalles réguliers, dans une fenêtre ménagée à cet effet : on lançait la décharge d'une bouteille de Leyde lors du passage de celle qu'on voulait transmettre ; au *moment* où l'étincelle jaillissait au poste d'arrivée, l'opérateur n'avait qu'à transcrire la lettre que montrait alors l'appareil. Les systèmes à mouvement synchronique actuellement en usage, Hughes, Baudot, etc., sont basés sur ce principe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

5° Un certain nombre d'appareils télégraphiques échappent à cette classification ; tels sont, par exemple, les systèmes autographiques, dans lesquels les courants servent à tracer des lignes très rapprochées, qui, par leur juxtaposition, donnent le fac-similé d'un texte ou même d'un dessin transmis par le poste de départ.

Classification des systèmes d'après le mode de transmission. — Si l'on envisage, non plus le mode de formation des signaux, mais celui de leur transmission, les systèmes télégraphiques peuvent se répartir en trois groupes :

1° Ceux à *transmission simple*, à l'aide desquels l'opérateur commande directement l'envoi des signaux sur la ligne et l'occupe pour sa seule transmission : le rendement de la ligne se trouve alors identique à celui de l'agent. Tels sont les systèmes à cadran, le Morse, le Hughes, etc.

2° Ceux à *transmission automatique*, qui permettent d'écouler successivement le travail préparé par plusieurs agents : le rendement individuel de ceux-ci reste le même, mais celui de la ligne est considérablement augmenté. Le type de ce genre d'appareils est le Wheatstone.

3° Ceux à *transmissions multiples*, qui répartissent la ligne, à des intervalles déterminés, entre plusieurs agents manipulants. Là, encore, le rendement de la ligne est la somme des rendements individuels des opérateurs. La transmission automatique peut d'ailleurs être appliquée à ces systèmes, ce qui permet l'utilisation intégrale des conducteurs. Dans cette catégorie se rangent le Meyer, le Baudot et ses nombreux dérivés, etc.

***

C'est dans cet ordre que seront étudiés les divers systèmes télégraphiques. Malgré tout l'intérêt que pourrait offrir, au point de vue historique, la description des appareils anciens, il a fallu renoncer à toute étude rétrospective, qui aurait allongé démesurément ce livre : on se bornera donc à de sommaires indications, lorsque l'exposé du fonctionnement de ces appareils sera de nature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à faciliter la compréhension des systèmes actuels, ou encore s'ils reposent sur un principe particulièrement intéressant : c'est le cas, par exemple, de certains appareils autographiques ou télé-photographiques, dont aucun ne figure actuellement dans le matériel télégraphique, mais qu'il est nécessaire de connaître, en vue des applications éventuelles.

Dans le même ordre d'idées, il ne sera fait aucune description des appareils étrangers à transmission simple, qui ne diffèrent des nôtres que par des détails de construction, sans que leur fonctionnement soit, pour cela, ni meilleur, ni moins bon.

On examinera ensuite les différents moyens d'accroître le rendement des conducteurs, soit à l'aide de dispositifs de décharge, de compensation, etc., soit par l'utilisation des arrangements permettant plusieurs transmissions simultanées, tels que les systèmes duplex, diplex, l'appropriation des circuits téléphoniques aux transmissions télégraphiques, etc.

Puis viendront les systèmes rapides (automatiques et multiples) et enfin l'agencement des postes.

L'ouvrage se terminera par une comparaison générale des différents systèmes examinés, tant au point de vue de leurs particularités d'exploitation qu'à celui du rendement-ligne et du rendement-agent propres à chacun d'eux.

Enfin, des notes bibliographiques permettront au lecteur de se reporter à d'autres ouvrages traitant des mêmes questions, ou encore à la source même où l'auteur a puisé sa documentation. De telles références sont le plus souvent, dans cette Encyclopédie, placées après chaque chapitre; mais il en serait résulté, dans l'espèce, un trop grand nombre de répétitions ; aussi a-t-il paru préférable de les réunir à la fin de chacune des dix parties qui subdivisent ce livre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION SIMPLE

CHAPITRE I

APPAREILS A CADRAN

Principe commun. — Dans les appareils à cadran, les signaux sont différenciés par le *nombre des répétitions* (V. p. 2) ; quelles que soient les particularités spéciales à chaque système, on y retrouve invariablement un disque ou cadran, sur le pourtour duquel sont marqués les signaux (lettres, chiffres, signes de ponctuation, etc.) ; au centre de ce cadran se trouve une aiguille indicatrice, susceptible de se mouvoir sous l'action d'un électro-aimant agissant, soit directement, soit sur l'échappement d'un mouvement d'horlogerie. A l'état de repos, l'aiguille est amenée sur une division marquée généralement d'une croix, et qui sert de point de repère. Pour transmettre un signal, il suffit d'envoyer sur la ligne un nombre d'émissions de courant en rapport avec la position de ce signal sur le cadran, en partant de la division de repère : l'aiguille avance par bonds successifs, puis s'arrête sur la division choisie, désignant ainsi la lettre ou le signe transmis par le poste émetteur. Le manipulateur, dans la plupart des cas, consiste en un plateau, divisé de façon identique au cadran récepteur, et au centre duquel est placée une manette ; celle-ci occupe, au repos, tout comme l'aiguille indicatrice, la position de repère (division

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marquée d'une croix). On fait tourner cette manette, puis on l'arrête sur la division choisie : il en résulte l'envoi sur la ligne d'un nombre d'émissions qui dépend de l'angle décrit ; l'aiguille réceptrice parcourt le même angle puis s'arrête, comme il vient d'être dit.

Si, au cours d'une transmission, un désaccord vient à se produire entre le manipulateur et le récepteur, on ramène les deux instruments à la croix, pour reprendre ensuite la correspondance ; à cet effet, les récepteurs sont munis d'un dispositif appelé *rappel à la croix*, qui permet de déplacer l'aiguille, sans le concours du manipulateur, et de l'amener sur la division de repère.

Appareil à cadran, de Bréguet. — Le manipulateur consiste en un disque, au centre duquel est articulée la manette, M (fig. 1) ; il est divisé en 26 parties, représentées chacune par une encoche, dans laquelle peut venir s'engager une goupille portée par la manivelle ; 25 de ces divisions portent gravés deux signes, une lettre et un chiffre ; la vingt-sixième est celle la *croix*, dont il est question plus haut.

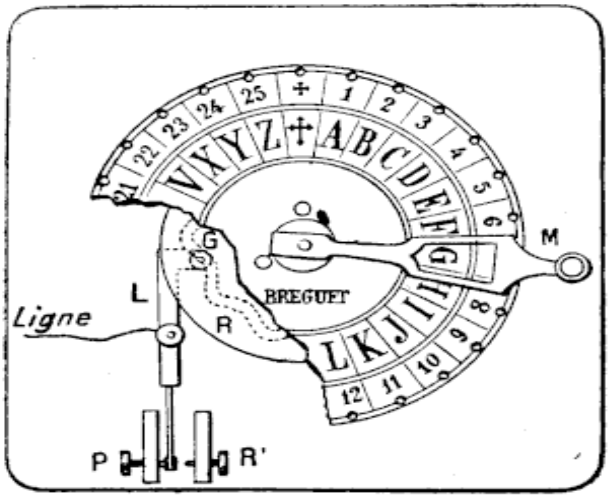


Fig. 1. — Manipulateur à cadran, de Bréguet.

La manivelle entraine une roue sinueuse R, présentant treize sommets et treize creux, et dans la rainure de laquelle glisse un galet, G, solidaire du levier de transmission, L, relié à la ligne : un tour complet de la manivelle imprime donc à ce levier un mouvement alternatif qui l'amène treize fois sur le butoir de pile, P, et treize fois sur celui, R′, qui communique avec le récepteur ; cette suite d'émissions de courant et d'interruptions fait avancer l'aiguille du récepteur correspondant de vingt-six divisions, c'est-à-dire d'une révolution entière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cadran du récepteur est identique au disque du manipulateur, sauf que la manivelle est remplacée par une aiguille (fig. 2) ; celle-ci est montée sur l'axe d'une roue d'échappement, R (fig. 3), solidaire d'un mouvement d'horlogerie actionné par un ressort. L'armature, A, de l'électro-aimant, commande un appendice, T, terminé par une goupille horizontale ; celle-ci est engagée entre les deux branches d'une fourchette, F, qu'elle déplace autour d'un axe monté sur pointes ; un doigt, D, solidaire de l'axe, agit sur l'échappement comprenant, en réalité, deux roues à rochet, R, de treize dents chacune ; ces roues sont accolées de manière que les saillies de l'une correspondent aux creux de l'autre. Lorsque l'armature, A, est attirée, le doigt, D, quitte la dent de l'une des roues, qu'il calait, et vient se placer sur le passage d'une dent de l'autre roue : l'axe et, avec lui, l'aiguille indicatrice, *a*, a avancé d'une division, soit 1/26. Lorsque l'armature retourne au repos, le mouvement inverse s'accomplit, le doigt, D, revient dans le champ de rotation de la première roue, et l'aiguille avance d'un nouveau bond ; et ainsi de suite.

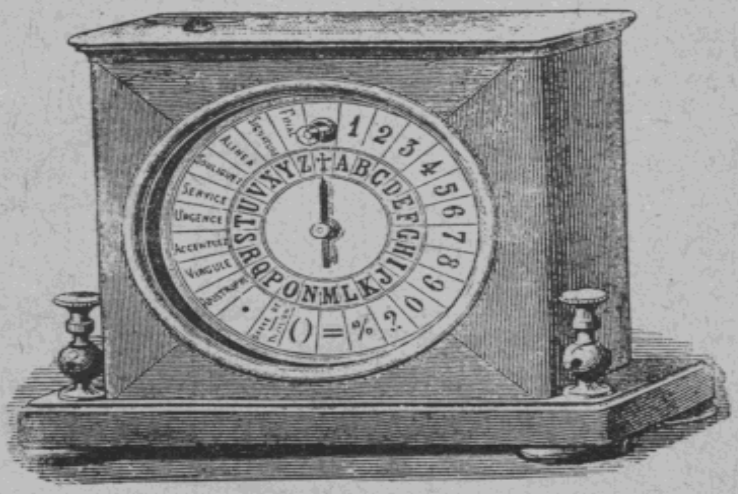


Fig. 2. — Récepteur à cadran, de Bréguet.

En cas de désaccord entre le transmetteur et le récepteur, l'aiguille indicatrice est ramenée à la croix de la façon suivante : le bâti sur lequel est monté le doigt, D, est mobile autour d'un axe situé en O, à son extrémité de droite ; si l'on presse sur l'autre extrémité, à l'aide d'un bouton, B, qui émerge de la boîte, on fait basculer le bâti et le doigt, D, abandonne les roues, R ; celles-ci se mettent à tourner librement, jusqu'à ce qu'un ergot, *e*, placé derrière R, vienne rencontrer une butée, *b*, solidaire du bâti : à ce moment, l'aiguille se trouve arrêtée sur la division « Z » ; dès qu'on abandonne le bouton, le bâti se redresse sous l'action de son res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sort, *r*, la butée, *b*, se dérobe et les roues redeviennent libres, mais aussitôt le doigt, D, vient caler une dent de la roue, R : dans ce dernier mouvement, l'aiguille a avancé d'une nouvelle division et se trouve à la croix. De son côté, l'agent transmetteur a ramené sa manivelle à la croix, et la transmission reprend dans les conditions indiquées plus haut.

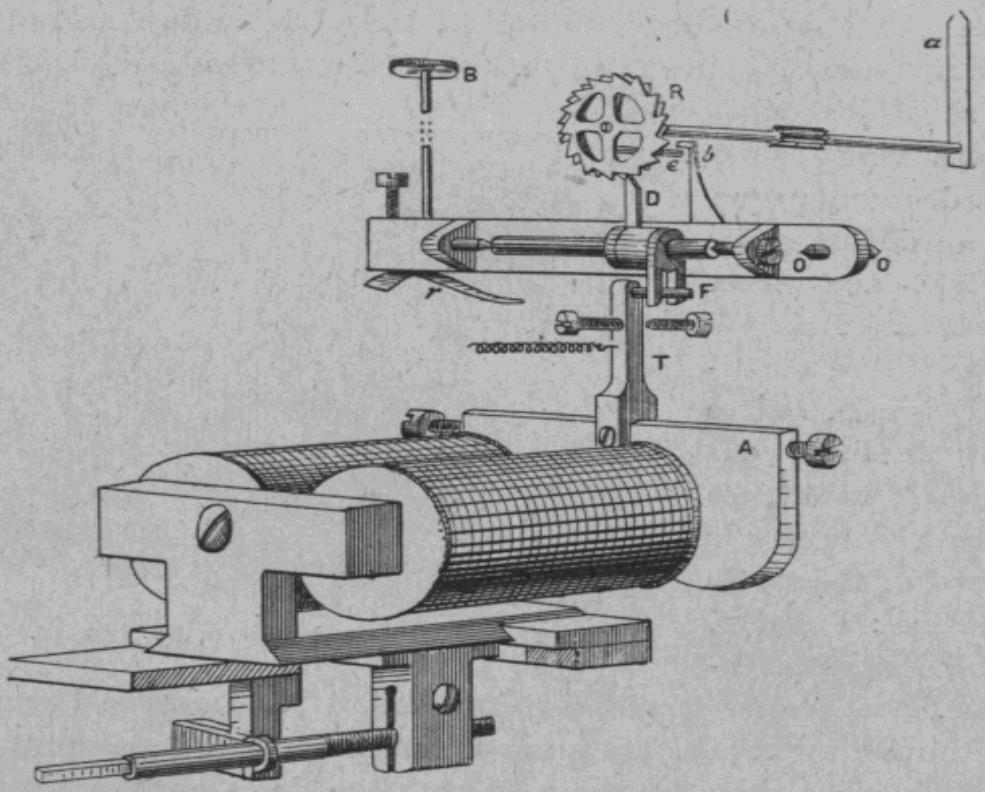


Fig. 3. — Réception de Bréguet. — Échappement.

Appareil à cadran de Siemens. — Le transmetteur diffère du précédent en ce que la manivelle entraîne la bobine d'une petite machine magnéto placée dans le socle ; le rapport des axes est tel que la ligne reçoit, dans un temps donné, un nombre d'émissions alternées égal à celui des divisions parcourues par la manivelle. Le récepteur est dépourvu de mouvement d'horlogerie : les courants venant de la ligne sont reçus dans un électro-aimant polarisé dont l'armature agit directement sur l'axe de l'aiguille et assure sa progression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Appareil à cadran de Wheatstone. — Le transmetteur comprend, comme le précédent, une machine magnéto qu'on actionne à l'aide d'une manivelle ; celle-ci entraîne également une aiguille au-dessus d'un cadran spécial à la transmission ; sur le pourtour de celui-ci sont disposés des boutons. Si l'on vient à abaisser l'un de ceux-ci, l'aiguille est arrêtée dès qu'elle arrive en face de ce bouton et le courant est interrompu, bien que l'opérateur continue à actionner la magnéto : l'aiguille de l'appareil correspondant s'arrête également et désigne la lettre transmise. Dès qu'on abaisse un autre bouton, le premier se relève automatiquement, les deux aiguilles se remettent en marche jusqu'à ce que celle de transmission rencontre le nouvel obstacle placé sur sa trajectoire, et ainsi de suite.

Le récepteur est agencé de façon analogue à celui de Siemens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE II

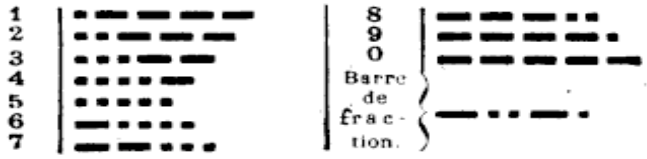
APPAREIL MORSE

L'appareil Morse est le plus ancien parmi ceux actuellement en usage. Sa simplicité, sa robustesse, qui permettent de l'abandonner aux mains les moins expertes, lui valent d'être encore employé sur les lignes peu importantes. Il est, en outre, admis dans les relations internationales. C'est à ce double titre qu'il fait ici l'objet d'une description complète, bien que, comparé aux appareils plus récents, il semble n'offrir qu'un intérêt secondaire.

Le code Morse est basé sur la durée des émissions. Un courant bref, un point, peut représenter une lettre ; ce même courant, répété deux, trois, quatre, cinq fois de suite, donne un nombre égal de lettres ou de chiffres; le courant long, le trait, seul ou répété de même, permet de représenter cinq autres lettres ou signes ; en combinant ensuite les points et les traits de façon convenable, on obtient le code ci-après :

1° Lettres.

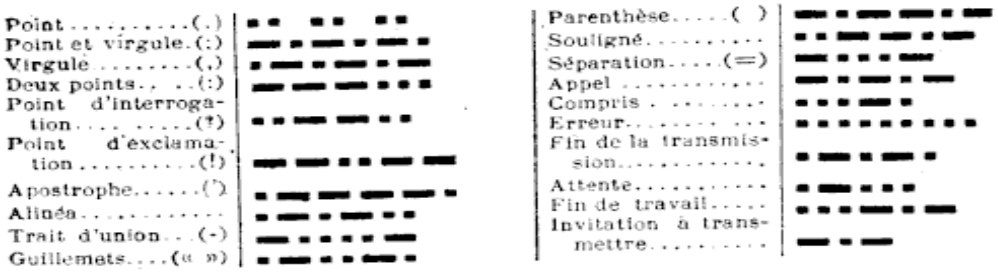
2° Chiffres.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le collationnement, on emploie les signaux suivants pour exprimer les chiffres :

3° Signes de ponctuation et indications de service.



Principe. — Le principe du système Morse peut se résumer ainsi : au poste transmetteur, A (fig. 4), est une pile, P; l'un des pôles est relié à la terre, l'autre à une butée sur laquelle peut venir s'appuyer un levier, M, ou *manipulateur*, dont le pivot communique en permanence avec la ligne ; au poste récepteur, B, la ligne aboutit à l'entrée des bobines d'un électro-aimant, E, dont la sortie est en communication avec la terre.

Lorsque l'agent du poste A appuie sur le manipulateur, M, il

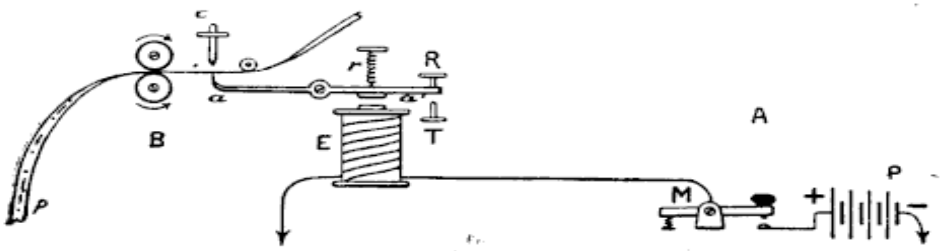


Fig. 4. — Principe de l'appareil Morse.

met la pile, P, en communication avec la ligne. Le courant parcourt les bobines de l'électro-aimant, l'armature, attirée, s'appuie sur le butoir de travail, T. L'appendice, *a*, entraîné dans ce mouvement, se déplace et son extrémité vient appliquer une bande de papier, *p*, contre un crayon, *c*, ou une molette encrée. La bande, entraînée par un mécanisme d'horlogerie, se déroule d'un mouvement continu : tant que l'armature reste abaissée, la molette laisseune trace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la bande ; dès qu'on cesse d'appuyer sur le manipulateur, le courant cesse : l'armature, *a*, obéit à l'action de son ressort, *r*, et revient s'appuyer sur son butoir de repos, R.

En résumé, l'armature du poste qui reçoit *reproduit fidèlement tous les mouvements du manipulateur* du poste qui transmet : dès qu'on abaisse le manipulateur, l'armature s'abaisse et la bande garde la trace du mouvement et de sa durée, car l'armature revient au repos aussitôt que le manipulateur y est ramené.

Le schéma précédent permet seulement la transmission de A

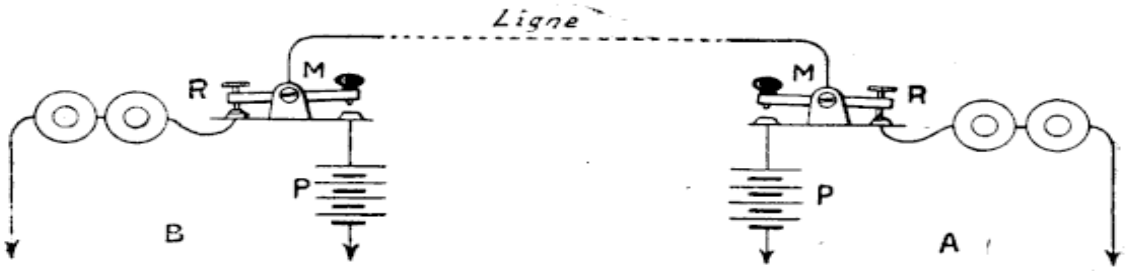


Fig. 5. — Circuit Morse.

vers B ; dans la pratique, B doit pouvoir transmettre à son tour. Le croquis ci-dessus (fig. 5) montre comment ce résultat est obtenu : le levier-manipulateur, M, articulé en son point milieu et relié à la ligne, comporte deux butées ; celle d'avant communique avec la pile, P, celle d'arrière, R, avec l'entrée des bobines du récepteur : un ressort maintient le levier au repos sur cette dernière : c'est la position de réception ; sous la pression exercée par l'opérateur, il vient s'appuyer sur la prise de pile, P.

Manipulateur

Manipulateur, *modèle de* 1907. — Un socle en bois porte, à sa partie médiane, une chape en laiton (fig. 6) destinée à supporter les pivots du levier-manipulateur ; celui-ci est monté sur un axe en acier, taillé en pointe à ses deux bouts, et pivote dans les extrémités, creusées en cône, de deux vis axiales, dont l'une, celle de droite, est une vis ordinaire, serrée à bloc sur l'un des montants de la chape ; l'autre, C, est réglable et munie d'un bouton moleté ; un contre-écrou, B, sert à la bloquer.

Le levier porte, à son extrémité antérieure, un bouton en corne ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un peu en arrière, et sous la face inférieure du levier, se trouve une saillie qui, à l'état de repos, est séparée par un petit intervalle d'une butée encastrée dans le socle ; un ressort-lame, R, fixé entre les deux branches de la chape, soulève, par son extrémité libre, la partie antérieure du levier ; ce mouvement est limité par une vis, B', qui taraude à la partie postérieure, et s'appuie, par son extrémité, sur une seconde butée, encastrée, comme la première, dans le socle ; toutes ces prises de contact sont en alliage composé de 75 p. 100 d'argent et 25 p. 100 de cuivre.

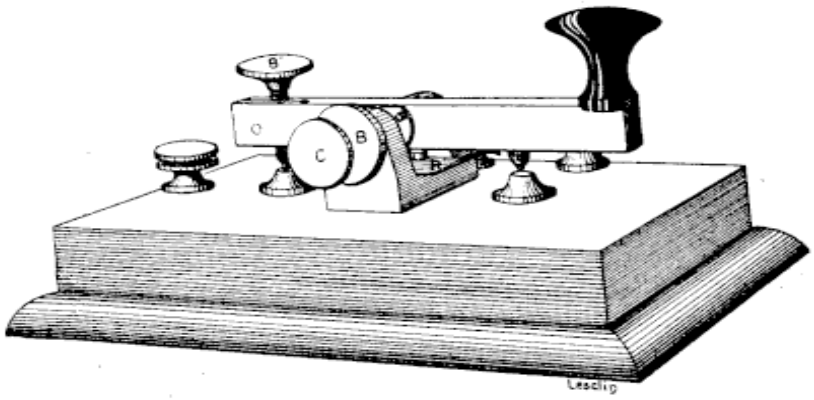


Fig. 6. — Manipulateur Morse, modèle de 1907.

Trois bornes sont montées sur des plots en laiton, encastrés dans le bois et communiquant respectivement avec la butée de travail, le chape et la butée de repos ; on y attache : à la première la pile ; à la seconde la ligne ; à la troisième le fil allant à l'entrée de l'appareil récepteur.

Manipulateur, *modèle de* 1913. — Dans ce nouveau modèle, l'axe, A, du levier, L, est cylindrique et creux ; il est traversé par une goupille qui passe librement dans les branches de la chape ; la longueur du cylindre-axe est réglée, par construction, sur l'écartement des branches de la chape.

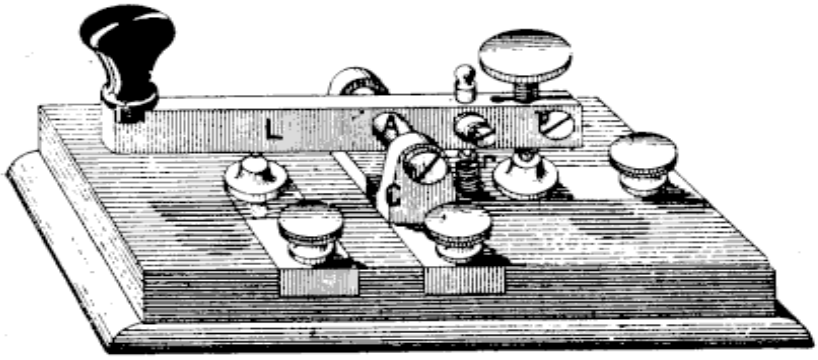


Fig. 7. — Manipulateur Morse, nouveau modèle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un petit ressort à boudin, *r*, (fig. 7) est accroché, d'une part, à une tigelle vissée sous la chape, d'autre part à un crochet que termine une vis taraudant dans le levier ; en faisant monter ou descendre cette vis, on tend plus ou moins le ressort à boudin.

Dans un modèle plus récent, la vis-butée de repos est dépourvue de bouton et ne peut être manœuvrée qu'à l'aide du tourne-vis.

Récepteur

Électro-aimant. — L'électro-aimant comprend deux bobines dont les noyaux, de 6 cent. de haut sur 1 de diamètre, séparés de la culasse par une petite feuille de clinquant, sont fixés à l'aide de vis en laiton, afin d'atténuer les effets du magnétisme rémanent.

Chaque bobine comprend 7 000 spires de fil de cuivre, de 21/100 de millimètre de diamètre, sous une couche de soie, et d'une résistance de 250 ohms, soit 500 pour l'ensemble. Le fil est enroulé sur une carcasse en laiton composée de deux joues réunies par un tube, à l'intérieur duquel se place le noyau ; l'un des bouts du fil est soudé à la carcasse ; l'autre extrémité est raccordée à un fil plus gros (44/100 de millimètre) avec lequel est faite la dernière couche de spires ; lorsque les bobines sont en place, la communication électrique de l'une à l'autre est établie par l'intermédiaire des noyaux et de la culasse ; chaque bout libre du fil va s'attacher à une vis placée sous le socle, reliée elle-même, par un gros fil de cuivre nu, à l'une des bornes, L et T, placées à l'arrière du socle ; à la première de ces bornes aboutit le fil venant de la butée de repos du manipulateur ; à la seconde est rattaché le fil de terre.

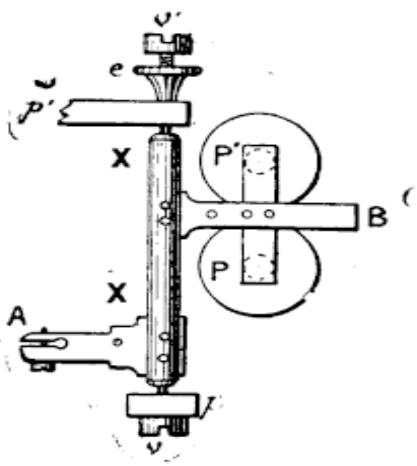


Fig. 8. — Armature.

Le coefficient de self-induction de cet électro-aimant est de 6 à 7 henrys.

Armature. — L'armature est placée horizontalement et couvre l'extrémité supérieure des noyaux de l'électro-aimant ; elle est constituée par une petite barre de fer doux, PP'

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 8), fixée par deux vis sur un bras de levier en laiton, B; celui-ci est solidaire de l'axe, XX, qui sert au pivotage de l'armature. Cet axe est monté, à l'aide de deux vis-pivots, v et v', traversant des pontets, p et p', fixés aux platines de la cage : l'une, v, serrée à bloc, l'autre, v', réglable et munie d'un contre-écrou, e; les deux bouts de l'axe sont entaillés de petits trous coniques, dans lesquels s'engagent les pointes qui terminent les vis-pivots.

Butoirs. — Le bras, B, peut ainsi se déplacer dans un plan vertical entre deux vis-butoirs, V et V′ (fig. 9). Ces vis-butoirs sont implantées dans les saillies que porte une colonne verticale

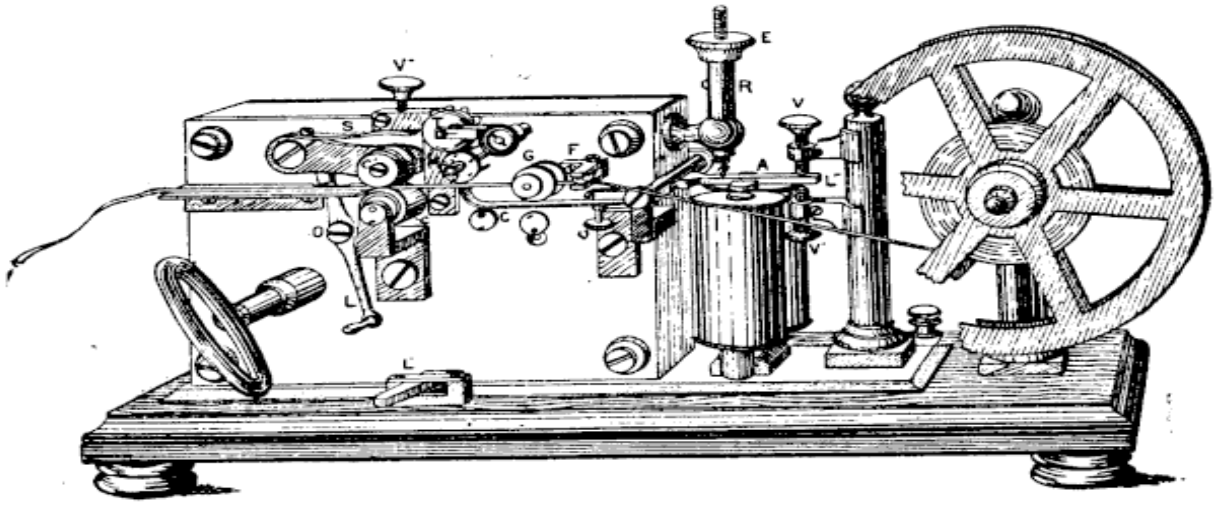


Fig. 9. — Récepteur Morse.

en laiton, placée à droite de l'électro-aimant ; les saillies sont entaillées d'un trait de scie, qu'une contre-vis tend à refermer ; on peut ainsi immobiliser les butoirs dès qu'on leur a donné la position convenable.

Ressort antagoniste. — A l'état de repos, le bras, B, est appliqué contre la vis de butée supérieure, V, par un ressort à boudin en laiton, R (fig. 10), dont l'extrémité inférieure, terminée en œilleton, est engagée dans un petit crochet porté par le bras, B; l'extrémité supérieure est, de même, accrochée à un *tendeur*, enfermé dans un tube de laiton, fixé à la platine latérale de la cage et qui, comme son nom l'indique, sert à tendre plus ou moins le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressort antagoniste à l'aide d'un écrou, E. Ce tendeur, terminé par un crochet destiné à recevoir le ressort, est fileté à sa partie supérieure, qui taraude dans l'écrou, E; un petit ergot, passant dans une fente verticale pratiquée dans le tube, s'oppose à ce que le tendeur puisse tourner et lui permet seulement des déplacements verticaux. Lorsqu'on visse l'écrou, E, la tige, *t*, monte, on tend ainsi le ressort, et inversement.

Couteau. — L'axe de l'armature, XX (fig. 8) porte, à sa partie antérieure, un appendice, A, visible également sur la figure 10. Sous cet appendice est fixé un bras en acier, C, assez rigide, terminé en bec, et qu'on appelle le *couteau* ; le bec se trouve à une petite distance au-dessous d'une molette, M, qui tourne avec un *tampon-encreur*, T, imbibé d'encre grasse ; la bande de papier passe entre le bec du couteau et la molette ; lorsque l'armature est attirée, l'axe entraîne l'appendice, A, et le couteau applique la bande contre la molette, M ; celle-ci laisse une trace sur la bande, tant que l'armature est abaissée.

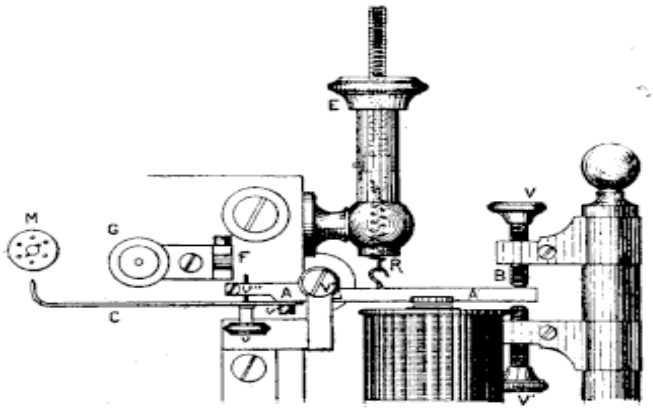


Fig. 10. — Armature, tendeur et couteau.

Le couteau est rendu solidaire de l'appendice, A, par deux vis : l'une ordinaire, v' (fig. 10); l'autre, v, munie d'un bouton moleté. La première est bloquée une fois pour toutes ; la seconde taraude dans une partie évidée de l'appendice ; lorsqu'on serre la vis v, on fait fléchir le couteau de bas en haut, et le bec se rapproche de la molette ; on peut ainsi régler exactement l'appui de la bande sur la molette, pendant que l'armature est abaissée.

Molette, tampon encreur. — La molette tourne d'un mouvement continu, sous l'action du mécanisme d'horlogerie qui sera décrit plus loin ; sur son pourtour s'appuie le *tampon encreur*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constitué par un petit cylindre dont la surface latérale est recouverte d'une couronne de drap, qu'on imbibe d'encre grasse ou *encre oléique*.

Le tampon, T (fig. 11) pivote sur deux vis axiales taraudant dans une chape à deux branches, solidaire d'un manchon, M′ ; celui-ci est enfilé sur un axe en acier, A ; sa position d'équilibre instable le sollicite à s'appuyer sur la molette, M, et son poids suffirait pour l'obliger à suivre le mouvement de celle-ci. Toutefois, afin de mieux assurer l'entraînement du tampon, sa joue postérieure présente une sorte de denture arrondie ; d'autre part, la molette porte, sur sa face arrière, de petites goupilles rappelant les « engrenages à lanterne » (V. fig. 13) ; les dents du tampon s'emboîtent dans les intervalles laissés entre elles par ces goupilles, et aucun glissement n'est possible. La chape du tampon est montée sur son manchon à l'aide d'un pas de vis : en tournant le bouton du manchon, on déplace longitudinalement la chape et le tampon, et l'on change ainsi la circonférence en contact avec la molette.

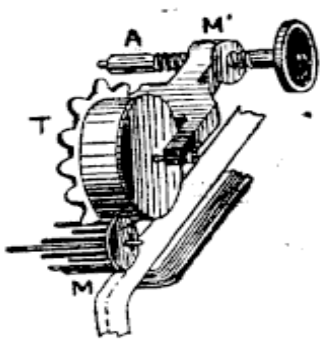


Fig. 11. — Tampon encreur.

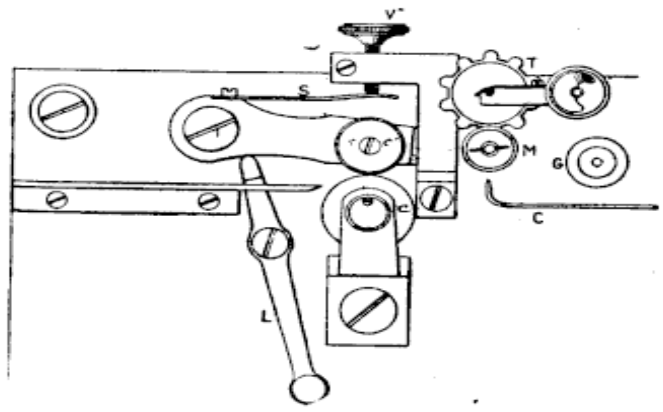


Fig. 12. — Entraînement de la bande.

Afin que le manchon ne puisse lui-même se déplacer, son bouton porte, sur la face avant, un petit ressort-lame qui, lorsqu'on enfile le manchon sur son axe, vient s'engager dans une gorge taillée très près de l'extrémité dudit axe : pour pouvoir ensuite enlever le manchon, il faut, au préalable, soulever le petit ressort pour le dégager de la gorge.

Entraînement de la bande. — Le rouleau de papier bande, placé dans le rouet, se déroule de droite à gauche, en passant entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les branches d'une fourchette, F (fig. 9), puis dans un second guide, G, (fig. 12) fixé, comme la fourchette, sur la cage de l'appareil ; le guide, G, est constitué comme la carcasse d'une bobine, dont le noyau, monté sur un axe, est coupé en deux parties ; on peut ainsi régler l'écartement des joues suivant la largeur de la bande et aussi présenter celle-ci convenablement à l'impression.

Le papier passe ensuite entre la molette, M, et le couteau, C, puis s'engage entre les deux cylindres entraîneurs, *c* et *c'*.

Cylindres entraîneurs. — Le cylindre inférieur, *c*, est monté sur un axe qui, pénétrant à l'intérieur de la cage, fait partie du

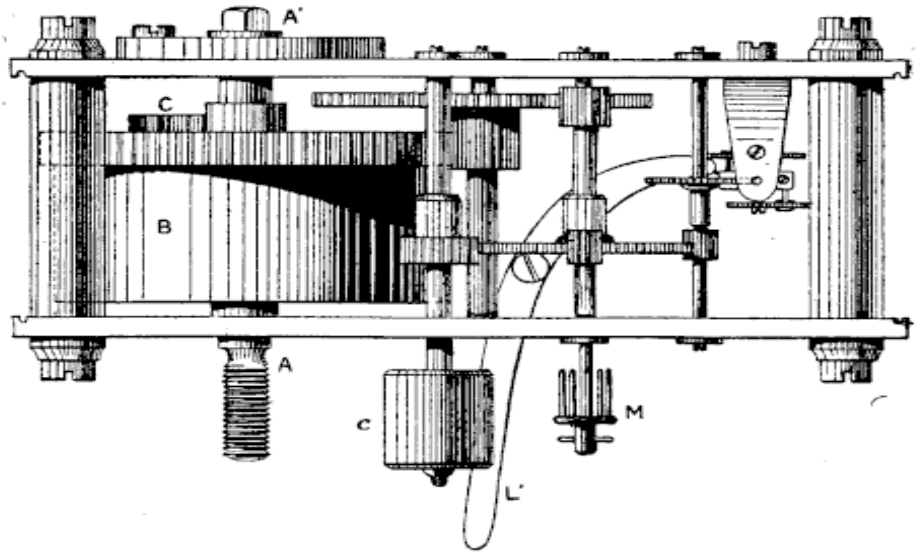


Fig. 13. — Mouvement d'horlogerie.

mouvement d'horlogerie ; le cylindre supérieur, *c'*, s'appuie sur le premier, formant avec lui une sorte de laminoir. Le cylindre *c'* est entaillé d'une rainure ou gorge, située juste en face de la molette, afin que les signaux fraîchement tracés ne soient pas écrasés à leur passage dans le laminoir.

Le cylindre, *c'*, est monté sur un bras de levier susceptible de pivoter autour de la vis qui le fixe à la platine ; on règle la pression de *c'* sur *c*, en bandant plus ou moins le ressort, S, à l'aide de la vis, V″.

Pour introduire la bande entre les deux cylindres, on déplace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vers la gauche l'extrémité inférieure d'un levier, L, qui pivote autour de sa vis de fixation ; la branche supérieure, se portant vers la droite, forme excentrique et le cylindre c' s'éloigne de c. Quand la bande est placée, on ramène le levier L vers la droite ; le cylindre, c', sous l'action de son ressort, S, revient presser sur le cylindre, c.

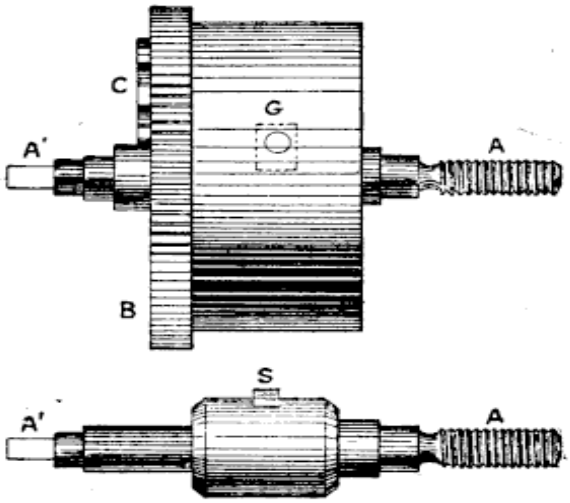


Fig. 14. — Barillet.

Mouvement d'horlogerie. — Le mouvement d'horlogerie, renfermé dans la cage de l'appareil, se compose de sept axes, dont un vertical, qui porte le modérateur de vitesse ; les six autres sont horizontaux ; trois de ceux-ci émergent sur la face antérieure : ce sont ceux qui portent la molette, M (fig. 9 et 13), le cylindre entraîneur, c, et la clé de remontage.

Barillet. — Le barillet, B, renferme un fort ressort spiral en acier trempé de 4 mètres environ de longueur, accroché par l'un de ses bouts à une saillie, S, de l'axe (fig. 14), par l'autre à une forte goupille, G, rivée sur la paroi intérieure du barillet : le barillet peut tourner sans son axe, et si celui-ci est immobilisé, le ressort, en se détendant, fait tourner le barillet.

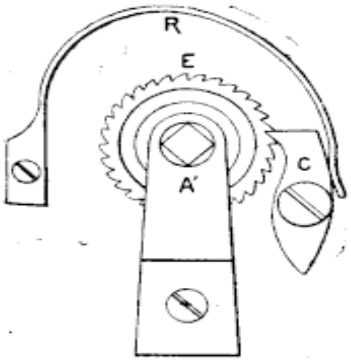


Fig. 15. — Rochet du barillet.

L'immobilisation de l'axe, pendant la détente du ressort, est réalisée à l'aide d'un rochet, E (fig. 15), monté sur l'axe, A', à l'extérieur de la platine arrière de la cage, et sur le pourtour duquel un cliquet, C, vient s'appuyer sous l'action d'un ressort courbe, R. Ce système permet au rochet, ainsi qu'à l'axe du barillet, de tourner, pour le remontage, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le sens inverse des aiguilles d'une montre (vu d'arrière) et on bande ainsi le ressort-moteur ; dès qu'on cesse d'agir sur la clé de remontage, l'une des dents du rochet vient se caler contre le bec du cliquet et l'axe ne peut rétrograder : l'action de détente du ressort-moteur s'exerce donc exclusivement sur le barillet.

Croix de Malte. — Il importe qu'un remontage opéré trop brutalement ne puisse tendre exagérément le ressort et amener sa rupture.

Dans ce but, on a monté, sur la face arrière du barillet, B, une *croix de Malte*, D (fig. 16), sorte de roue d'engrenage à huit dents, dont sept ont leur saillie *concave*, tandis que la huitième est *convexe* ; sur l'axe, A, du barillet, est monté un manchon, M, muni d'un ergot ; la concavité des sept premières dents de la croix de Malte permet au manchon de tourner pendant le remontage ; l'ergot, à chaque tour, s'engage entre deux dents de la croix et la fait avancer d'une division ; mais, après sept tours, c'est la dent convexe qui se présente au manchon, M ; celui-ci se cale contre elle et l'axe du barillet ne peut plus tourner, quelle que soit la pression exercée sur la clé de remontage.

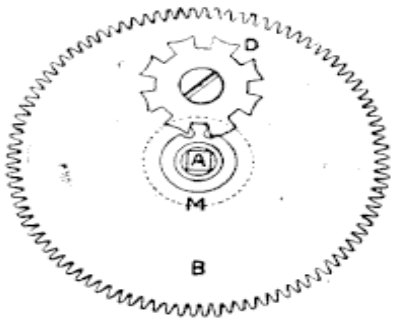


Fig. 16. — Croix de Malte.

Lorsqu'ensuite le barillet tourne, la croix de Malte, entraînée par lui, se dégage de l'ergot ; après une révolution complète, elle le rencontre de nouveau et, pour pouvoir passer, pivote autour de sa vis-axe, et présente, pour le remontage ultérieur, une dent à saillie concave ; et ainsi de suite à chaque tour de barillet, jusqu'à concurrence de sept : c'est alors la dent convexe qui vient se présenter à l'ergot, et l'appareil s'arrête ; le ressort est à ce moment presque détendu.

Transmission du mouvement. — La roue du barillet (fig. 13), qui comprend 132 dents, engrène avec un *pignon* de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

24 dents ; ce pignon fait donc cinq tours et demi lorsque le barillet en fait un seul ; sur l'axe de ce pignon est montée une roue de 116 dents, qui engrène à son tour avec un second pignon de 14 dents. Et ainsi de suite. L'appareil, une fois remonté, peut dérouler la bande pendant trente-cinq à quarante minutes, avant qu'il soit nécessaire de tendre de nouveau le ressort-moteur.

Modérateur de vitesse. — La vitesse du déroulement de la bande doit être de $1^{m},80$ environ par minute.

L'appareil est muni à cet effet d'un modérateur dont l'axe vertical porte une vis sans fin, V (fig. 17), qui reçoit le mouvement de la roue dentée, R_3 (V. aussi fig. 13). Vers la partie médiane est engagée à frottement doux une sorte de potence, II′, qu'un ressort à boudin, R, soulève et applique contre le talon, T, solidaire de l'axe. La potence, II′, porte deux petites ailettes, M et M′, articulées sur leurs vis de fixation ; pour écarter de l'axe ces ailettes, il faut faire échec à deux ressorts-lames, S et S′, qui, s'appuyant à l'état de repos sur les goupilles, L et L′, montées sur les ailettes, tendent toujours à ramener celles-ci vers le centre.

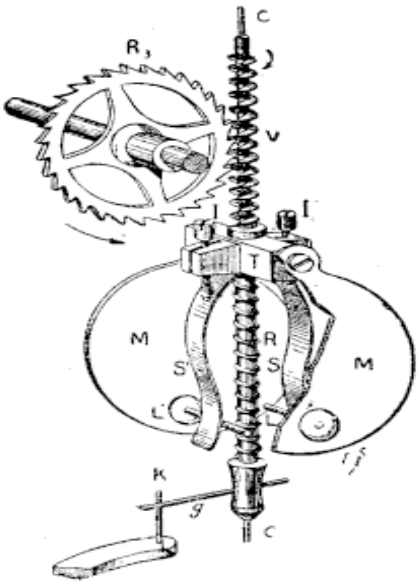


Fig. 17. — Modérateur.

Dès qu'on met l'appareil en marche, les ailettes sont soumises à deux sollicitations antagonistes : la force centrifuge, qui tend à les éloigner du centre, et la tension des ressorts, S et S′, qui s'oppose à leur écartement; il arrive bientôt un moment où la force centrifuge devient supérieure à l'opposition des ressorts : les ailettes s'écartent alors et battent l'air, ce qui constitue un frein très efficace et fixe la limite de l'accélération.

On règle la vitesse de l'appareil en tendant plus ou moins les ressorts, S et S′ ; à cet effet, deux vis, I et I′, taraudant dans la potence, peuvent venir presser sur les ressorts et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permettent de faire varier la pression de ceux-ci sur les goupilles, L et L′.

Levier d'arrêt. — L'appareil porte, à l'avant (fig. 9, 13 et 17), un *levier d'arrêt*, L′, émergeant à l'extérieur, et dont le jeu latéral est limité par un petit pontet ; il pivote autour de la vis qui le fixe au fond de la cage ; à son extrémité postérieure, il porte une petite goupille verticale, K (fig. 17) qui peut venir se placer sur le passage d'une autre goupille horizontale, *g*, montée sur l'axe du modérateur : dans cette situation, la goupille, *g*, est calée et l'appareil ne peut tourner ; si l'on déplace le levier, L′, vers la droite, le système est rendu libre et l'appareil se met en marche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE III

PARLEURS

Un parleur est un instrument à l'aide duquel les signaux Morse sont lus et traduits d'après le bruit que fait l'armature en se déplaçant entre ses deux butoirs.

C'est donc un simple électro-aimant, dont l'armature est assez massive pour que ses chocs sur l'une ou l'autre de ses butées soient facilement perceptibles ; en outre, le bruit produit à l'abaissement n'a pas la même sonorité que celui qui accompagne le relèvement, ce qui permet de distinguer nettement l'un et l'autre ; l'opérateur n'a ainsi qu'à apprécier le temps qui s'écoule entre le premier choc et le second pour reconnaître les points et les traits.

Parleur ancien modèle. — Le parleur ancien modèle n'est plus guère employé que comme signal d'appel, ou comme relais ; bien qu'un peu moins sonore que le nouveau modèle, il pourrait cependant servir à la lecture auditive.

Il se compose d'un électro-aimant boiteux, E (fig. 18), dont l'unique bobine porte un enroulement de 7 000 spires de fil de 13/100, recouvert de soie, et a une résistance de 500 ohms; sur la culasse est monté un second noyau nu, N. L'armature, A, est vissée sur une pièce en laiton, L, mobile entre deux vis-pivots, V; la chape, C, qui supporte la pièce, L, et l'armature, est soutenue elle-même par un manchon en ébonite, M, fixé à la partie supérieure du noyau nu, N. La pièce en laiton, L, porte, à sa partie arrière, un ressort-lame, R, qu'un bouton, B, peut tendre plus ou moins : sous l'action de ce ressort, l'armature est tenue éloignée des noyaux et s'appuie contre son butoir de repos, *r*. Celui-ci est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constitué par une vis passant dans un pont en laiton, P, fixé latéralement sur la planchette, *p*, qui supporte l'ensemble.

Lorsque l'armature est attirée, elle vient buter contre le noyau de la bobine ; ce noyau est garni, de même que l'armature, d'une goutte d'argent, qui empêche le contact direct des deux pièces de fer doux, et assure une bonne communication électrique, dans le cas où le parleur est employé comme relais. La planchette, *p*,

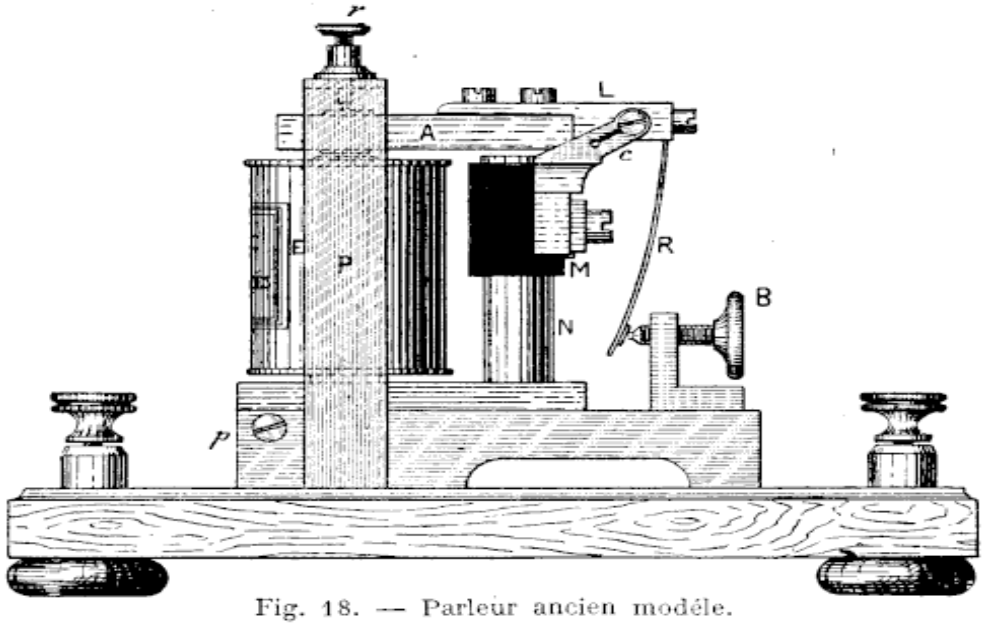


Fig. 18. — Parleur ancien modèle.

évidée pour donner de la sonorité, est vissée sur un socle, également en bois, qui supporte les bornes.

Le socle porte cinq bornes, M, I, P, T, L; les deux dernières, qu'on relie à la terre et à la ligne, sont seules utilisées lorsque le parleur sert pour la réception; les autres le sont lorsque l'instrument doit jouer le rôle de relais. Ce sujet sera traité ultérieurement.

Parleur à indice, de Sambourg. — Ce parleur est employé pour distinguer si les appels sont émis par le courant positif ou par le courant négatif. Le parleur proprement dit est identique à celui qui vient d'être décrit ; il comporte, en outre, l'équipage suivant : devant la bobine se place un petit barreau aimanté, *b* (fig. 19), susceptible de pivoter sur une chape, *e*, soutenue par la boîte, B, du parleur : à l'état de repos, cet aimant est horizon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tal et, par suite, parallèle aux spires de la bobine ; dès qu'un courant parcourt cette dernière, il pivote et prend la position verticale ; mais le sens de la déviation dépend de la direction du courant reçu. La face extérieure de l'aimant porte une plaquette en ivoire, avec les signes + et — ; sur la vitre qui ferme la boîte à l'avant, une couche de vernis noir, *c*, masque cette plaque lorsqu'elle est horizontale, mais laisse apercevoir son extrémité supérieure quand elle est verticale; le signe qui apparaît alors indique le pôle reçu. Pour ramener l'indice à sa position de repos, on agit sur un piston, *p*, terminé, à sa partie supérieure, par un bouton qui émerge en dehors du couvercle, et qu'un ressort, enroulé autour de la tige, *t*, ramène ensuite à sa position de repos.

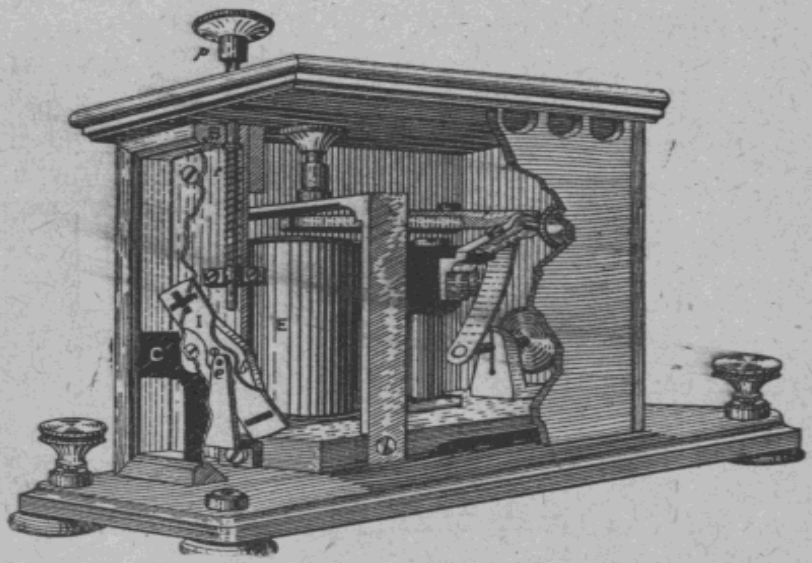


Fig. 19. — Parleur à indice, de Sambourg.

Parleur nouveau modèle. — Le parleur du genre anglais comprend deux bobines de 250 ohms chacune, soit 500 au total : l'armature, A (fig. 20), est fixée sur la face supérieure d'une pièce en laiton, L, montée sur des vis-pivots, *v*, munies de contre-écrous, *c* ; cette pièce porte, à l'arrière, un appendice vertical, *a*, auquel est accroché un ressort à boudin, R, dont on règle la tension à l'aide d'un bouton, B ; le butoir de travail est constitué par une enclume, E, sur laquelle peut venir frapper l'extrémité d'une vis à contre-écrou, V, taraudant dans la pièce, L ; enfin, l'enclume, E, porte une équerre, E′, dont la branche supérieure reçoit une autre vis à contre-écrou, V′, formant butoir de repos.

Pour augmenter la sonorité déjà très grande de ce parleur, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le place dans un abat-son métallique, monté sur un pied en fonte et constitué par deux parois verticales et parallèles, fermées à

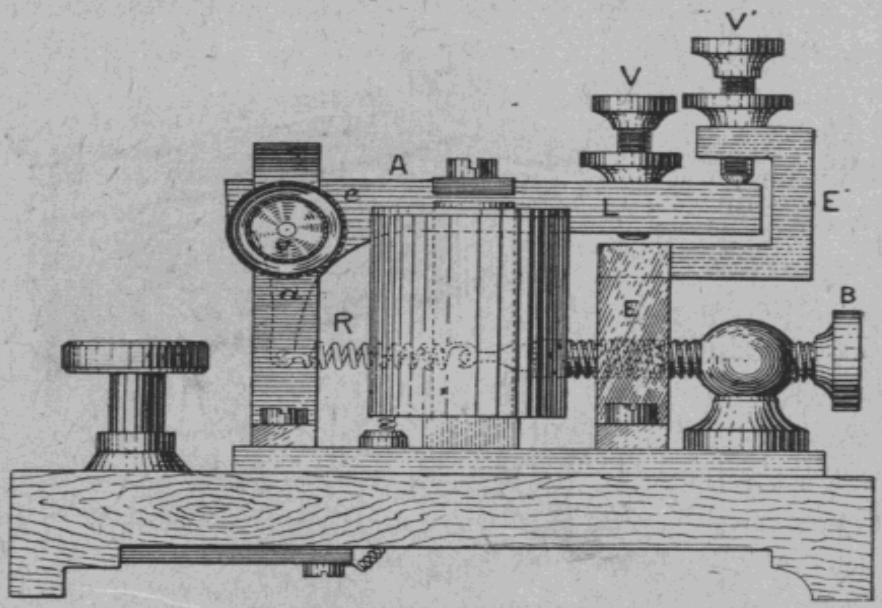


Fig. 20. — Parleur anglais.

l'arrière par une plaque parabolique ; le bruit est ainsi dirigé vers l'agent réceptionnaire et ne peut troubler les opérateurs voisins.

Parleur de Baudot. — Il se compose d'un électro-aimant boîteux dont l'armature porte un appendice en laiton, A, (fig. 21) ; lorsque l'électro-aimant est recouvert de sa boîte, le dit appendice vient s'engager dans une ouverture pratiquée dans la paroi ; les butées de repos et de travail sont constituées par de petits blocs en laiton encastrés dans le bois.

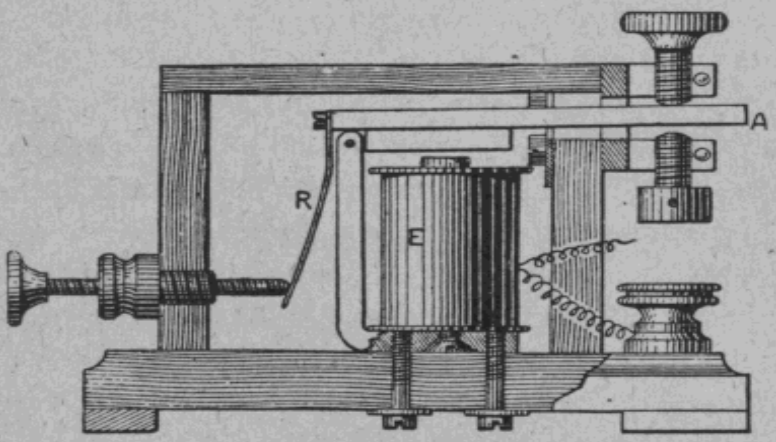


Fig. 21. — Parleur Baudot

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IV

SYSTÈMES DÉRIVÉS DU MORSE

Différenciation par le sens du courant. — Dans le but d'augmenter le rendement du Morse, divers inventeurs ont réalisé des appareils dans lesquels la transmission d'un trait se fait dans le même temps que celle d'un point : il suffit, pour cela, de différencier les signaux, non plus par la durée, mais par le sens du courant.

Le premier système de ce genre fut produit, en 1872, par Herring ; le manipulateur comprenait deux touches qui envoyaient, l'une des courants positifs, l'autre des négatifs ; la première transmettait les points, l'autre les traits, qui avaient la même durée ; tous ces courants étaient reçus dans un électro-aimant polarisé muni de deux armatures obéissant, l'une au positif, l'autre au négatif ; la première, lorsqu'elle était déplacée, imprimait des points, l'autre des traits, mais les signaux se présentaient parallèlement les uns aux autres, et perpendiculairement à la longueur de la bande ; ils différaient seulement par la hauteur. Ce système fut abandonné à cause de quelques inconvénients mécaniques, mais le principe en fut repris, notamment par Estienne, Hérodote, etc.

Ce mode de transmission est maintenant exclusivement employé sur les câbles sous-marins, qui, par leur grande capacité, ne se prêteraient pas à l'emploi de signaux de durées variables.

APPAREILS POUR LIGNES TERRESTRES

Appareil Estienne. — Le manipulateur se compose de deux touches, l'une pour transmettre les points, l'autre pour les traits ; toutes deux sont en relation avec la ligne et, quand elles sont au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos, reliées à l'entrée du récepteur par un ressort, R (fig. 22). Ce ressort porte, à sa partie arrière, une pièce métallique traversée par une goupille, G, qui émerge de chaque côté. Quand on abaisse la touche des points, par exemple, l'appendice, *a*, vient soulever la goupille, G, et isole le récepteur ; la partie antérieure arrivant au contact de l'enclume de travail, le pôle positif de la batterie est mis à la ligne ; en même temps, la partie arrière, munie à cet effet d'une rondelle d'ébonite, soulève un ressort, *r*, et l'amène au contact d'une butée reliée au pôle négatif : celui-ci se trouve

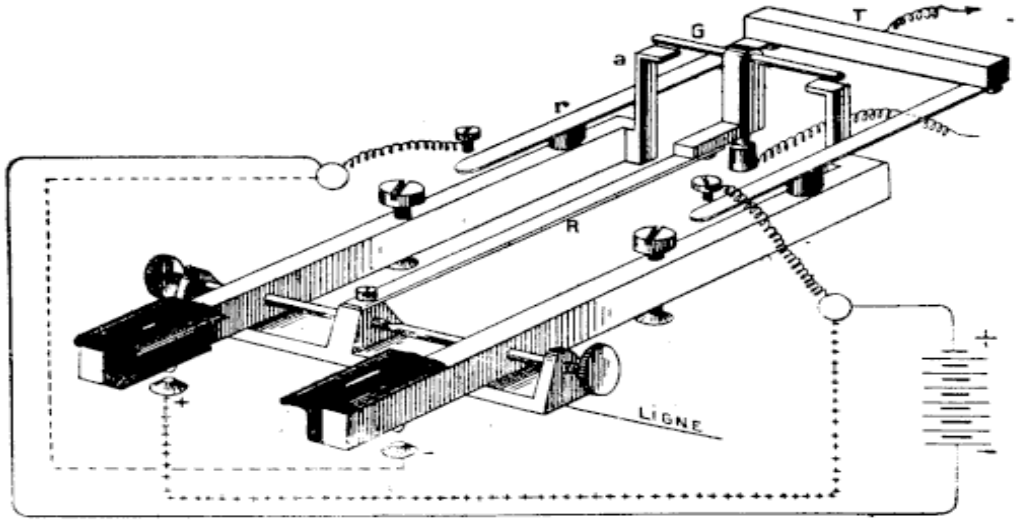


Fig. 22. — Manipulateur Estienne.

mis à la terre. Lorsqu'on abaisse la touche des traits, c'est le négatif qui va à la ligne et le positif à la terre.

Le récepteur comprend un électro-aimant dont l'armature est polarisée par le voisinage d'un aimant permanent ; à l'état de repos, l'armature se tient en équilibre, à égale distance des deux butoirs. Deux plumes, l'une courte, P (fig. 23), pour les points, l'autre longue, T, pour les traits, plongent dans l'encre oléique, et sont susceptibles de pivoter autour de leurs axes, O et O′ ; chacune d'elles s'appuie, à l'état de repos, sur la fourchette, F, solidaire de l'axe, BB′, de l'armature de l'électro-aimant. Si on reçoit un courant positif, par exemple, celle-ci se déplace vers la droite : la plume P est soulevée et vient au contact du papier, sur lequel elle trace une petite barre perpendiculaire à la longueur de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bande; pendant ce temps, l'autre plume, T, abandonnée, s'abaisse. Aussitôt l'émission terminée, l'armature revient à sa position initiale et les deux plumes également. Un courant négatif produit l'effet inverse: c'est la plume, T, qui s'élève et imprime un trait.

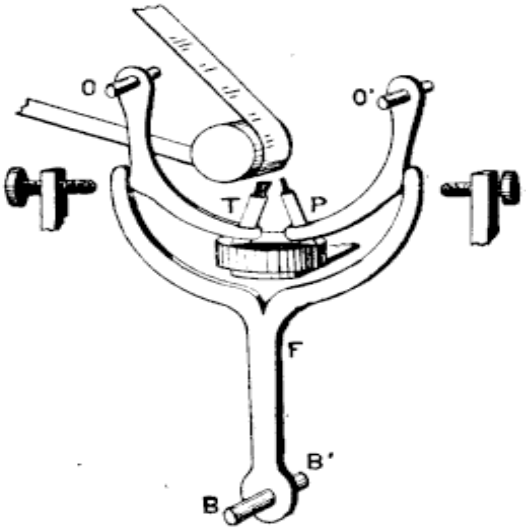


Fig. 23. — Plumes Estienne.

Appareil Hérodote. — Le manipulateur Hérodote est analogue à celui qui vient d'être décrit. Le récepteur comporte deux électro-aimants, l'un ordinaire, E (fig. 24), l'autre polarisé, E′, orienté pour fonctionner seulement sous l'action du courant négatif; quatre molettes encrées, *m*, tournent au-dessus de la bande. Lorsqu'on reçoit un courant positif, l'électro-aimant ordinaire, E, est seul actionné ; son couteau, *l*, applique le papier sur la première des quatre molettes; un petit ressort, *t*, maintient la bande du côté arrière, et l'empêche de toucher les trois autres : on imprime alors un point. Si, au contraire, on reçoit un courant négatif, les deux électro-aimants fonctionnent simultanément ; les deux couteaux, *l* et *l′* soulèvent la bande, et l'on obtient quatre points juxtaposés qui représentent un trait.

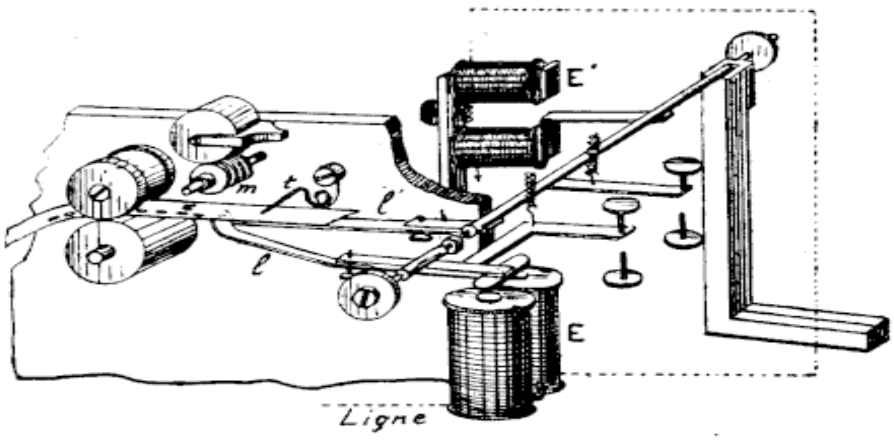


Fig. 24. — Récepteur Hérodote.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS POUR LIGNES SOUS-MARINES

Appareil à miroir, de Thomson. — Le manipulateur (fig. 25) consiste en deux touches élastiques reliées, l'une à la ligne, l'autre à la terre ; le pôle négatif de la batterie communique

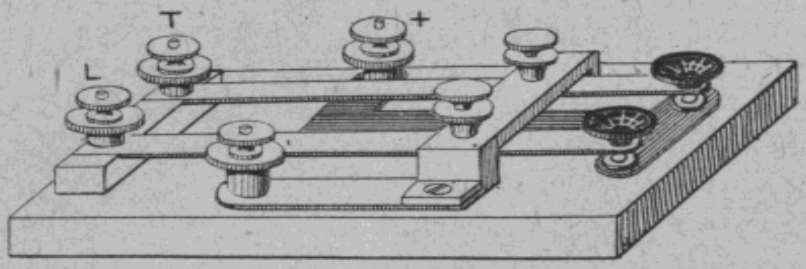


Fig. 25. — Manipulateur de Thomson.

avec la butée supérieure des deux touches, le pôle positif avec la butée de travail ; dans la position de repos, le câble et le pôle négatif de la pile sont à la terre ; si l'on abaisse, par exemple, la touche de gauche, on met le pôle positif à la ligne et, le négatif restant à la terre par la touche de droite, on envoie un courant positif ; l'abaissement de la touche de droite provoque l'envoi d'un courant négatif.

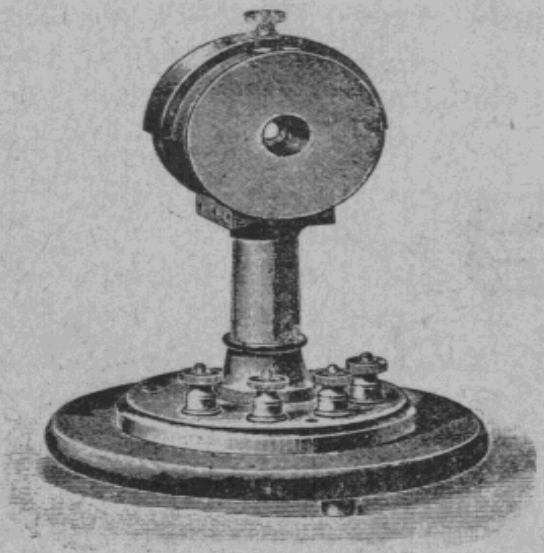


Fig. 26. — Récepteur à miroir, de Thomson.

Le récepteur est constitué par un galvanomètre dont l'enroulement agit sur un système d'aiguilles aimantées collé derrière un petit miroir suspendu à l'aide d'un fil de cocon ; un aimant directeur, demi-circulaire, placé à l'extérieur et qu'on peut faire pivoter autour de son point milieu, ramène l'équipage dans le plan qu'on désire lorsque l'appareil n'est parcouru par aucun courant (fig. 26). On dirige sur le miroir le rayon lumineux d'une lampe, munie d'un obturateur avec verres convergents ; ce rayon, réfléchi sur une règle graduée, se trouve dévié à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

droite ou à gauche du zéro de la règle, suivant le sens des courants reçus ; les déviations d'un côté correspondent aux points de l'alphabet Morse, celles de l'autre aux traits.

L'enroulement comprend deux circuits distincts, reliés à quatre bornes placées sur le socle : on peut ainsi les grouper en série, en parallèle ou en différentiel.

Enregistreur, dit « siphon recorder ». — L'enregistreur à siphon, qu'on désigne couramment sous son nom anglais de *siphon recorder*, n'est qu'une application du galvanomètre à cadre mobile, bien connu, de Thomson, qui est décrit en détail dans un autre ouvrage de la même collection (1). Ici, le cadre est formé d'une bobine de faibles dimensions, mobile dans le champ

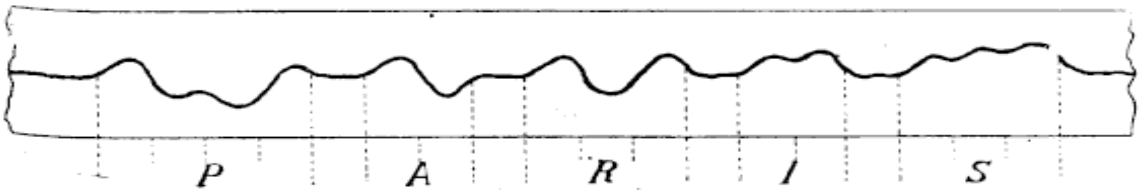


Fig. 27. — Bande de réception « recorder ».

d'un aimant très puissant, et qui, par son mouvement, détermine les déplacements d'un siphon capillaire, extrêmement léger. La bobine est suspendue par un système bifilaire (V. fig. 29) qu'on peut brider plus ou moins, de manière que la période d'oscillation double de l'ensemble ait une durée sensiblement plus courte que celle qui correspond à une émission de courant (cette constante varie, suivant la longueur des câbles, entre 1/5 et 1/15 de seconde). L'appareil, ainsi monté, est d'une très grande sensibilité : un courant de 50 à 60 microampères suffit pour dévier l'extrémité du siphon de 2 à 3 millimètres. Le siphon puise de l'encre dans un récipient fixe et la dépose, par sa pointe, sur une bande de papier se déroulant d'un mouvement continu. Lorsque la bobine n'est parcourue par aucun courant, la trace laissée sur la bande est sensiblement droite et occupe la médiane ; quand des courants parviennent de la ligne, les déviations de la bobine, dans un sens

(1) *Méthodes et appareils de mesures et compteurs électriques*, par MM. Chaumat et Lange. 2 vol. Encyclopédie Baillière, en préparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou dans l'autre, déterminent un tracé sinueux dont les sommets correspondent aux points ou aux traits, suivant qu'ils sont d'un côté ou de l'autre de la médiane (fig. 27).

Le mouvement du cadre est rendu apériodique, suivant le principe connu, par les courants induits dans la bobine, par son déplacement dans le champ magnétique, et qui se ferment sur une résistance réglable, placée en shunt aux bornes du cadre ; l'amortissement doit être juste suffisant pour éviter les oscillations propres de l'équipage ; on atteint ce résultat, soit par le réglage du shunt, soit en rapprochant ou en éloignant de la bobine les plaques polaires de l'aimant, qu'on manœuvre, à cet effet, à l'aide de vis micrométriq ues. Cette dernière manœuvre permet également de faire varier, dans des limites assez étendues, la sensibilité de l'appareil.

Afin de laisser à la bobine toute sa mobilité, il est nécessaire que l'extrémité du siphon ne vienne pas frotter contre la bande de papier. Dans le système de Thomson, le crachement de l'encre est obtenu en l'électrisant à un haut potentiel par rapport au papier, qui se déroule sur une tablette métallique et est rendu conducteur à l'aide d'une dissolution étendue d'azotate de potasse. Cette électrisation est produite par une machine électro-statique, ou *moulinet électrique*, servant, en même temps, pour l'entraînement de la bande.

Il arrive parfois, notamment par les temps humides, que l'électrisation est difficile à entretenir, et que l'écoulement de l'encre devient irrégulier ; aussi, dans les appareils de Muirhead et de Sullivan, a-t-on remplacé le moulinet électrique par un dispositif capable de communiquer au siphon un mouvement vibratoire, grâce auquel le crachement est également obtenu.

Le vibrateur Cuttris consiste en un électro-aimant trembleur, E, (fig. 28) dont l'armature est solidaire d'un tube, *t*, contenant du mercure : en agissant sur le plongeur du réservoir, R, on élève plus ou moins le niveau du mercure, et on règle la fréquence des interruptions ; les courants, ainsi vibrés, parcourent ensuite un électro-aimant, E′, placé sous la tablette où se déroule la bande de papier, P ; d'autre part, on a collé à la gomme laque, à l'extrémité du siphon, S, un petit morceau de fer doux : l'action

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'électro-aimant produit ainsi le mouvement vibratoire du siphon.

Dans le vibrateur Ash, le tube de verre du vibrateur est remplacé par une tige, fixée à l'armature, et sur laquelle on peut déplacer deux petits curseurs : on règle ainsi, comme dans le précédent, le mouvement vibratoire de l'armature et, par suite, celui du siphon.

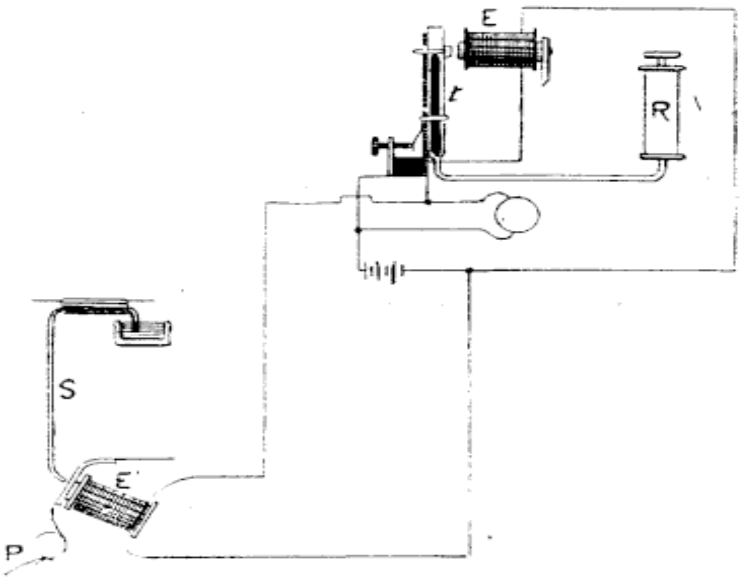


Fig. 28. — Vibrateur pour enregistreur à siphon.

On a encore simplifié ce dernier système en supprimant le second électro-aimant, E′ : la tige du vibrateur est reliée, à l'aide d'un fil de cocon, à la branche descendante du siphon, qui se trouve ainsi mise directement en vibration, et le crachement a lieu dans les mêmes conditions.

L'enregistreur de Muirhead et celui de Sullivan, mentionnés plus haut, ne diffèrent du précédent que par des détails de construction ; en particulier, dans l'un comme dans l'autre, le siphon, au lieu d'être monté sur la bobine même, est collé à une sellette, supportée par un fil de cuivre très fin et bien tendu ; cette sellette est commandée par deux fils de cocon, attachés d'autre part à des oreilles que porte le cadre : il en résulte une amplification des déviations de ce dernier et, par suite, la possibilité d'enregistrer des courants plus faibles qu'avec le Thomson ; aussi les préfère-t-on à ce dernier sur les longs câbles.

L'ondulateur Lauritzen, qu'on emploie avec l'appareil Wheatstone, est un enregistreur dans lequel le siphon est commandé par un électro-aimant ; il n'est pas assez sensible pour fonctionner sur les câbles sous-marins de quelque longueur, et n'est mentionné ici que pour mémoire ; il est décrit avec les appareils auxquels il est associé (V. p. 233).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enregistreur à siphon, de Carpentier. — L'enregistreur à siphon de Carpentier est une modification de celui de Thomson; il est destiné à fonctionner sur des câbles de longueur relativement peu importante, tels que ceux qui relient la France à l'Algérie et à la Tunisie.

La bobine réceptrice, B (fig. 29), est formée d'un fil de cuivre recouvert de soie formant deux circuits de 250 ohms chacun, et dont les spires, collées à la gomme laque, forment un cadre rigide. Ce cadre, suspendu à un fil de cocon, *f*, passant sur une poulie, P, est placé dans un champ magnétique puissant, constitué par un fort aimant permanent. Le cadre de la bobine, B, entoure un cylindre creux, en fer doux, C, qui concentre les lignes de force et augmente ainsi l'intensité du champ dans lequel se déplace la bobine ; celle-ci oscille dans un sens ou dans l'autre, suivant la direction du courant reçu. Le cadre porte un petit index en aluminium, *i* (fig. 30), percé de trous et terminé à l'avant par une sorte de fourche : on introduit dans l'un des trous la branche verticale du siphon, *s*, qui vient plonger dans un encrier, *e*, monté sur une glissière, *c*, et contenant une dissolution de bleu d'aniline ; la partie horizontale du siphon est engagée dans la fourche de l'appendice et fixée par un peu de cire vierge ; la partie oblique vient affleurer la bande, entraînée par un mouvement d'horlogerie indépendant, et pressée par deux ressorts-lames sur une tablette métallique.

Afin de réduire au minimum le frottement du siphon sur la bande, la tablette est montée sur une sorte de potence qu'on peut, à l'aide d'une vis à bouton moleté, faire pivoter autour d'un axe, ce qui permet de régler le parallélisme entre le plan de la bande et celui dans lequel se déplace l'extrémité du siphon ; en outre, cette potence est montée sur un chariot, que deux autres vis à bouton sont susceptibles de déplacer, l'une verticalement, l'autre horizontalement : on peut ainsi présenter la tablette dans les meilleures conditions, suivant la longueur et la courbure du siphon.

Le fil de cocon qui soutient le cadre est accroché à celui-ci par ses deux extrémités ; il passe sur une petite poulie, P (fig. 29), soutenue elle-même par une tige filetée, V, qu'on peut monter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou descendre à volonté ; deux fils transversaux, f', s'enroulant autour de deux vis, permettent d'écarter à volonté les fils de suspension pour régler le couple de torsion agissant sur la bobine ; un autre fil de cocon, f'', est accroché à la partie inférieure du cadre,

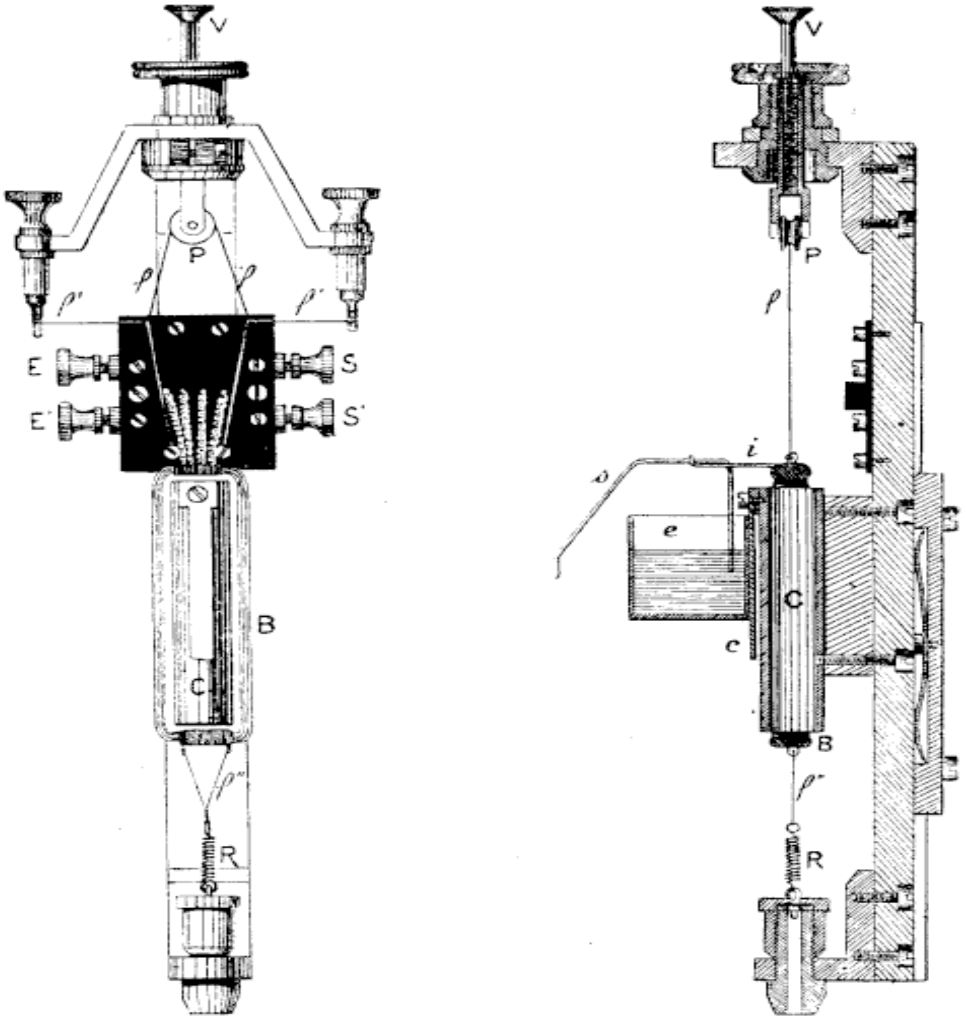


Fig. 29 et 30. — Enregistreur à siphon, de Carpentier.

et peut être tendu par un ressort, R, fixé d'autre part à un bouton à vis : on règle ainsi la position de la bobine par rapport aux branches de l'aimant, et aussi l'azimut dans lequel la bobine doit revenir après chaque oscillation.

Les extrémités des deux circuits de la bobine sont raccordées à quatre bornes, respectivement E et E′, S et S′ pour les sorties : on peut ainsi les grouper à volonté.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Montage d'un poste « recorder ». — La figure 31 donne le schéma d'un poste desservi au siphon enregistreur : un commutateurs à trois plots sert à prendre la position de transmission ou celle de réception ; pour transmettre, on place une fiche sur les plots 2 et 3 ; les courants émis par le manipulateur, M, vont tout d'abord charger le condensateur, C, dont la seconde face est reliée au câble ; une faible fraction de ces courants est dérivée au point T, parcourt la bobine du siphon, S, et se rend à la terre par la borne T′ et une résistance assez élevée R′ ; on obtient ainsi le contrôle de la transmission au départ ; un rhéostat, R, placé entre T et T′ et réglable par échelons de 500 ohms, forme un premier shunt à la bobine, S ; enfin, une troisième dérivation, prise au plot principal du commutateur, est envoyée à la terre par T″, R″, T′ et R′, et constitue un second shunt ; la résistance R″, variable par fractions de 10 ohms, est calculée de manière à régler tout à la fois le potentiel amené au condensateur et l'intensité qui circule dans le siphon au départ.

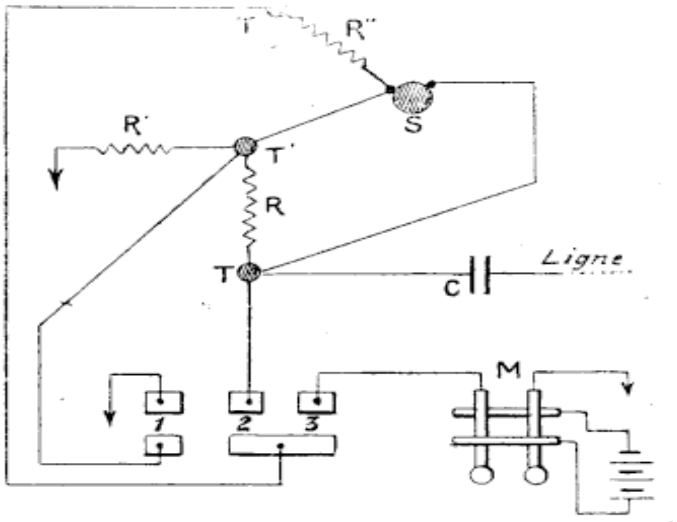


Fig. 31. — Montage d'un poste « recorder ».

Pour recevoir, on enlève les fiches 2 et 3 et on en place une en 1 ; les courants, venant du condensateur, traversent la bobine, S, et le premier shunt, R (le second shunt se trouve éliminé dans cette nouvelle position) ; ils se rendent en T′ et, de là, à la terre par la fiche 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE V

APPAREILS IMPRIMEURS

L'idée de traduire automatiquement les signaux en caractères typographiques s'était fait jour au début même de la télégraphie électrique et, dès 1840, Wheatstone avait installé son système imprimeur sur diverses lignes de chemins de fer anglais.

Il serait malheureusement trop long d'examiner les mille systèmes qui se sont succédé; il suffira d'indiquer les principes généraux sur lesquels ils sont basés, avant d'entreprendre la description de ceux en service à l'heure actuelle.

Dans tous les systèmes imprimeurs, on retrouve un disque métallique ou *roue des types*, sur le pourtour duquel sont gravés en relief les caractères qu'on désire pouvoir transmettre. La roue des types les présente successivement à une bande de papier : lorsque celui qu'on veut imprimer se trouve dans la position convenable, un mécanisme spécial provoque le déplacement du papier et sa projection contre la roue des types; le caractère laisse son empreinte sur la bande, puis un autre mécanisme la fait avancer d'une quantité suffisante pour laisser place à la lettre suivante.

Si l'on considère le mode d'entrainement de la roue des types, les appareils imprimeurs peuvent se classer en deux catégories générales :

1° Les appareils à échappement ;

2° Les appareils à mouvements synchroniques, dont le type est l'appareil Hughes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREILS IMPRIMEURS A ÉCHAPPEMENT

Les premiers appareils imprimeurs à échappement sont tous des récepteurs à cadran, dans lesquels la roue des types prend la place de l'aiguille indicatrice : la progression de la roue a lieu sous l'action des émissions et des interruptions de courant produites par le manipulateur à cadran ordinaire, et l'on amène ainsi en face de la bande la lettre à imprimer. Les divers systèmes se distinguent par le moyen employé, à ce moment, pour projeter la bande contre la roue des types et effectuer ensuite la progression du papier.

Ces appareils, quel qu'en soit le système, ont un défaut commun : le grand nombre d'émissions qu'on doit envoyer sur la ligne pour présenter à la bande les différentes lettres à imprimer et le faible rendement qui en résulte ; aussi ne sont-ils plus employés dans les exploitations d'État. Par contre, grâce à leur peu de complication mécanique et à la simplicité de leur manipulation, ils peuvent être installés chez les particuliers, soit pour correspondre entre eux, soit pour recevoir d'une agence les cours de bourse, les nouvelles politiques ou financières, etc. Les appareils construits dans ce but offrent même cet avantage appréciable de ne pas nécessiter, pour la réception, la présence d'un opérateur quelconque : les télégrammes sont reçus sans appels et sans réglages préalables, et s'impriment automatiquement, même en l'absence du destinataire.

Téléscripteur de Siemens et Halske. — Le transmetteur et le récepteur sont réunis sur le même socle ; le premier consiste en un clavier de 28 touches (fig. 32), disposées comme celles d'une machine à écrire ; l'organe récepteur est placé à l'arrière ; il comprend le mécanisme à échappement pour l'entraînement de la roue des types et le système imprimeur ; le tout est mis en action par un jeu d'engrenages, mû lui-même par un ressort, avec cette particularité, toutefois, que le remontage du ressort s'opère automatiquement, à l'aide d'un petit moteur électrique, M (fig. 33), alimenté par les batteries de ligne, B′ ; un interrupteur, I, placé entre le pôle négatif et le moteur, coupe automatiquement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le circuit dès que le ressort du barillet est suffisamment tendu.

Les roues des types des deux postes sont mises en mouvement et maintenues d'accord de la façon suivante : soit deux postes semblables, A et B, dont l'un, A, est dans la position de transmission et l'autre dans celle de réception. Un petit distributeur, D, est disposé pour envoyer sur la ligne les courants nécessaires pour le mouvement ; il est constitué par deux couronnes métalliques

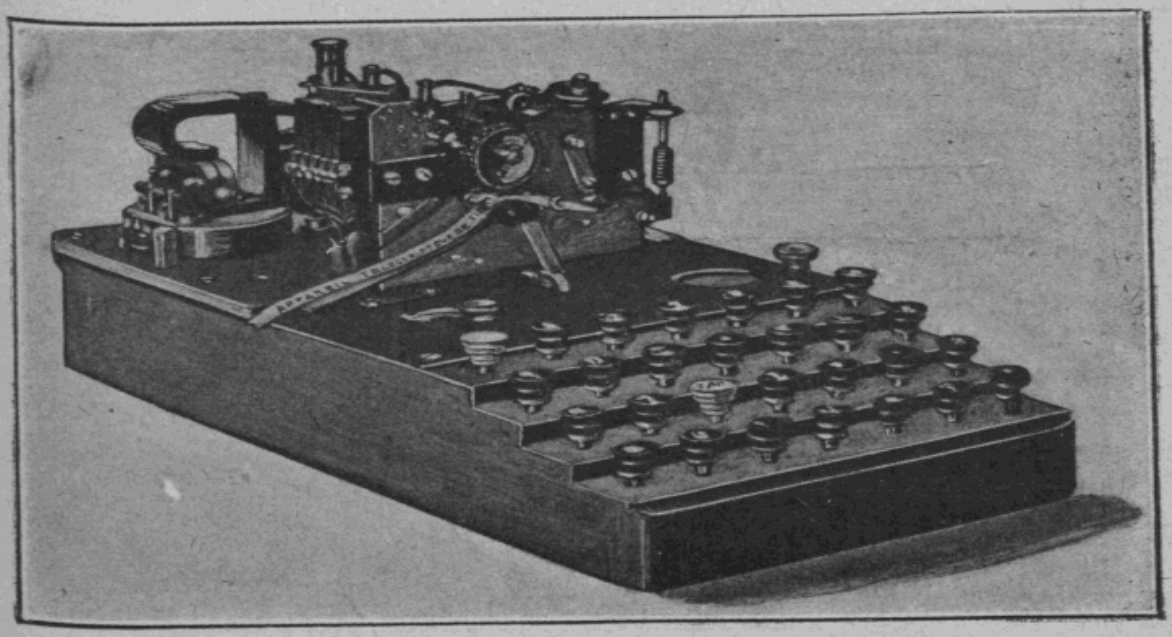


Fig. 32. — Téléscripteur.

dentées, placées de telle sorte que les dents de l'une s'emboîtent dans celles de l'autre ; l'une de ces couronnes est reliée au pôle positif de la batterie, B′, l'autre au pôle négatif ; le milieu de la batterie est à la terre. Concentriquement à ce distributeur est monté un balai, *b*, susceptible de tourner dans des conditions qui seront indiquées plus loin. Lorsque le balai est mis en mouvement, il recueille, en passant successivement sur les contacts de l'une et de l'autre couronne, des courants, tantôt positifs, tantôt négatifs, qui traversent un relais polarisé, R, puis se rendent sur la ligne ; à l'autre extrémité, ils arrivent dans un relais semblable et vont se perdre à la terre.

Dans l'un et dans l'autre poste, le relais, R, est actionné, son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

armature se déplace et vient s'appuyer alternativement sur ses butoirs de droite et de gauche, reliés respectivement aux pôles négatif et positif de la batterie, B′. Des courants alternés sont ainsi renvoyés dans un électro-aimant polarisé, E, ou électro d'échappement, et dans un électro-aimant non polarisé ou électro-aimant

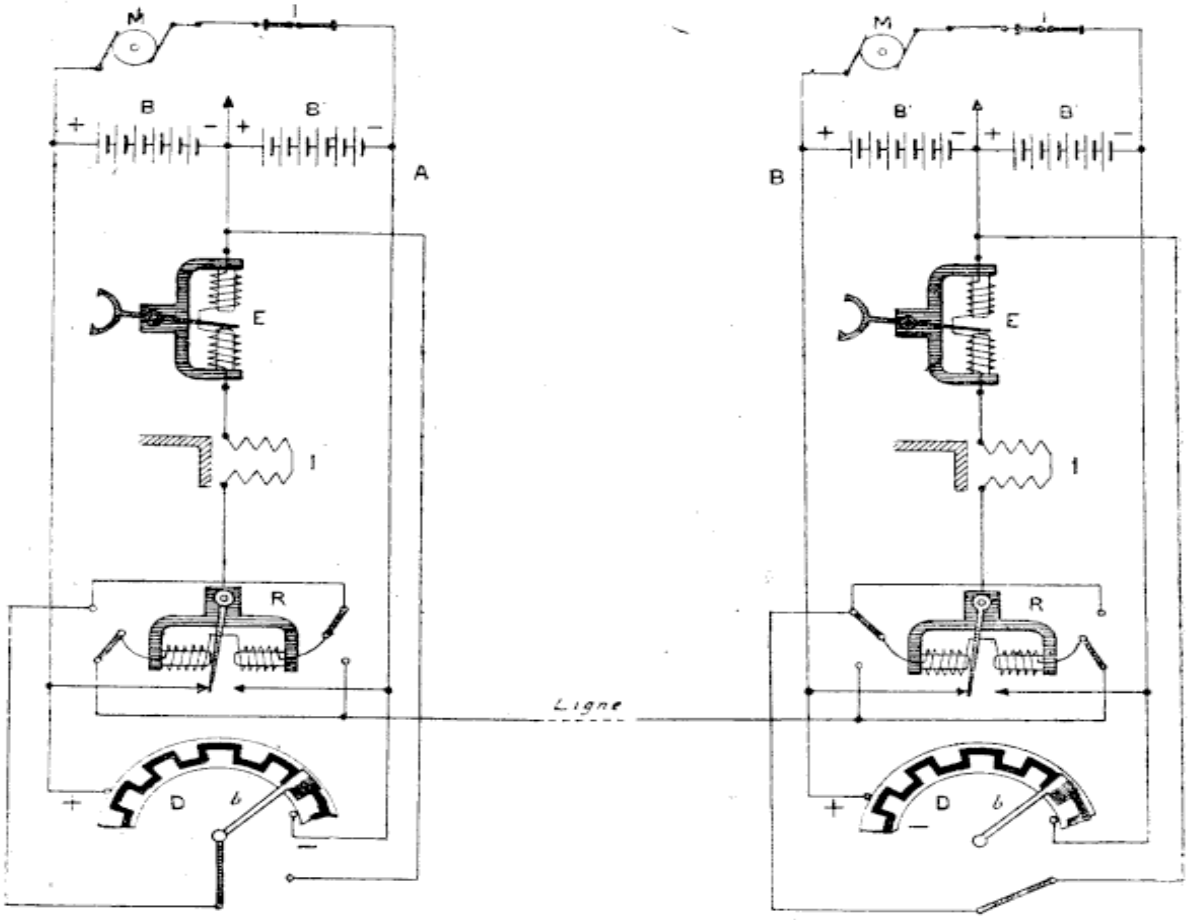


Fig. 33. — Téléscripteur (schéma).

imprimeur, I. Le premier fonctionne et permet à la roue des types, montée sur l'axe d'échappement, d'avancer par bonds successifs ; au contraire, l'électro-aimant imprimeur, I, dont l'inertie magnétique est assez grande, reste insensible à ces courants alternés et très courts, et n'obéira que lorsqu'on lui enverra un courant d'une assez longue durée, comme on va le voir plus loin.

Le manipulateur fonctionne de la façon suivante : chacune des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

touches du clavier commande un levier, L (fig. 34), qui, à son tour, peut entraîner une tige en acier, ou *goujon*, G ; les 28 goujons sont rangés contre la paroi intérieure d'une boîte cylindrique. Concentriquement à la boîte à goujons tourne un chariot, C, dont l'axe, A, entraîne également le balai, *b*, du distributeur, D (V. aussi fig. 33). Si l'appareil est mis en mouvement, le chariot passe au-dessus des divers goujons en même temps que le balai passe sur chacun des contacts et envoie les courants alternés qui, dans les deux postes correspondants, actionnent l'échappement et entretiennent ce mouvement ; mais, si l'on a abaissé une touche du clavier, le goujon qui lui correspond vient se placer sur le passage du chariot : lorsqu'a lieu la rencontre, le chariot est calé et, avec lui, tout le mouvement d'horlogerie ; le balai reste sur le contact où il se trouve à ce moment et un courant prolongé est ainsi émis ; l'électro-aimant imprimeur, I (fig. 33), a alors le temps de fonctionner, le système imprimeur est déclanché et le papier est projeté contre la roue des types ; si les roues ont été repérées au préalable, dans les conditions qui vont être indiquées, c'est précisément la lettre qui correspond à la touche abaissée au départ qui se trouve imprimée à l'arrivée. L'opérateur abandonne alors la touche et libère ainsi le chariot ; grâce à une liaison élastique, établie par l'intermédiaire d'un ressort, R, entre le chariot et le balai, celui-ci est poussé légèrement en avant et peut atteindre le contact suivant ; l'échappement fonctionne, et le mouvement reprend jusqu'à nouvelle rencontre du chariot et d'un goujon soulevé.

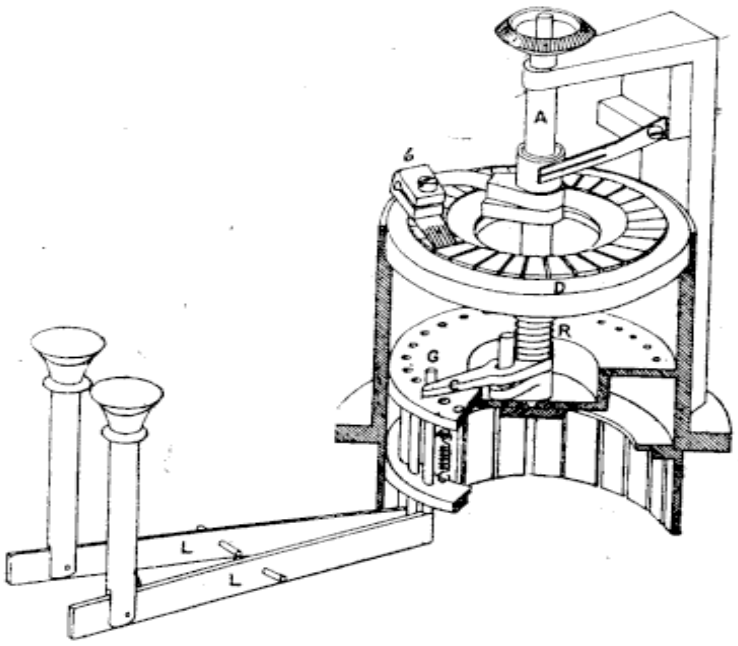


Fig. 34. — Téléscripteur. Dispositif de transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on interrompt la transmission, les appareils s'arrêtent d'eux-mêmes après quelques révolutions faites à vide ; une came fait basculer un commutateur, qui place les connexions dans la position de réception : à ce moment, la roue des types présente à la bande l'espacement « blanc des lettres ».

Celui des deux postes qui reprend la transmission appuie tout d'abord sur sa touche « blanc des lettres » ; ce mouvement a pour effet de faire basculer en sens inverse le commutateur mentionné plus haut et de grouper les connexions de son appareil pour la transmission ; les émissions successives font tourner les roues des types des deux postes et, comme elles sont parties simultanément de la division « blanc des lettres », elles se trouvent nécessairement d'accord en chaque point de leur course.

La roue des types se compose, en réalité, de deux disques accolés, dont l'un porte les lettres et l'autre les chiffres et les signes de ponctuation ; le manchon claveté qui la supporte lui permet de glisser longitudinalement sur son axe et de présenter ainsi à la bande, soit la série des lettres, soit celle des chiffres ; si, après avoir imprimé des lettres on reçoit le signal « blanc des chiffres », le manchon de la roue des types présente au levier imprimeur, au moment du déclanchement, un cliquet qui, se trouvant déplacé, libère la roue; celle-ci obéissant alors à un ressort, glisse sur son axe et la série des chiffres se présente en face de la bande. Lorsqu'ensuite on fair l'espacement à l'aide de la touche « blanc des lettres », le levier imprimeur rencontre une came qui replace le manchon et la roue des types dans leur position primitive.

APPAREIL HUGHES

Dans les appareils à mouvements synchroniques, les roues des types correspondantes tournent librement à la même vitesse, et se trouvent toujours dans des positions identiques l'une par rapport à l'autre ; pour imprimer une lettre, le courant qui actionne l'armature de l'électro-aimant doit donc se manifester au *moment* précis où cette lettre passe devant la bande.

Toutefois, dans les premiers appareils, le mouvement n'était pas continu : les roues des types tournaient seulement d'un certain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

angle pour présenter le caractère à la bande, puis elles s'arrêtaient pendant que l'impression s'effectuait ; l'arrêt ainsi produit à chaque impression empêchait les écarts de s'accumuler et de créer un désaccord.

Principe de l'appareil Hughes. — Abandonnant les procédés qui, jusque-là, semblaient s'imposer et qui étaient la cause de la lenteur de la transmission, Hughes entreprit de réaliser l'impression *au vol* : la roue des types, repérée au repos dans une position bien déterminée, est mise en marche par le premier courant émis

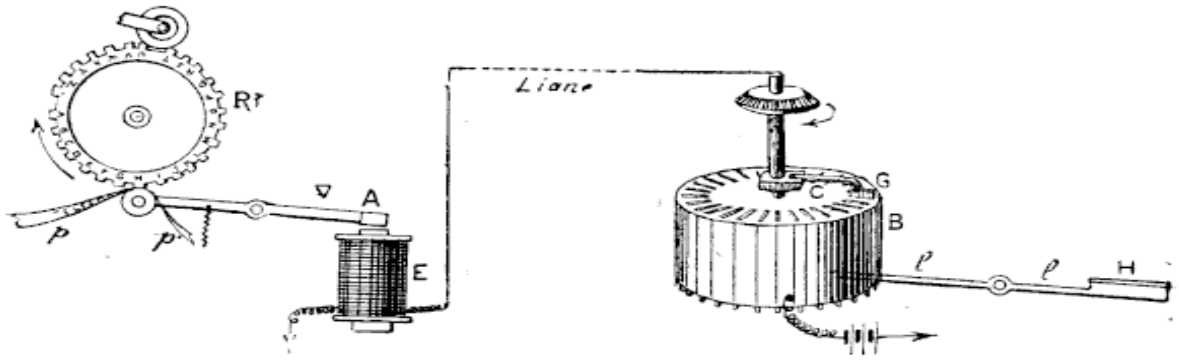


Fig. 35. — Principe de l'appareil Hughes.

et ne s'arrête ensuite que lorsque la transmission est terminée, quelle que soit sa durée.

Le principe de l'appareil Hughes peut se résumer ainsi : 28 goujons en acier sont rangés contre la paroi intérieure d'une boîte cylindrique, B (fig. 35), et sont placés chacun sous la dépendance d'un levier, *l*, commandé par l'une des 28 touches, H, du clavier. Au-dessus de la boîte tourne un chariot, C, animé d'un mouvement continu et isochrone. Si on presse sur une touche, le goujon, G, qu'elle commande, émerge de la boîte et vient se placer sur le passage du chariot, C ; lorsque celui-ci le rencontre, il bascule par-dessus ; un courant est envoyé sur la ligne pendant tout le temps que la lèvre du chariot reste en prise avec le goujon relié à la pile. Le *moment* de l'envoi du signal dépend donc de la place occupée dans la boîte par le goujon, c'est-à-dire de la touche abaissée. A l'autre bout de la ligne, une roue des types, Rt, tourne en synchronisme avec le chariot du poste transmetteur ; si, donc,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on a actionné la touche H, par exemple, le courant émis arrive à l'appareil récepteur lorsque sa roue des types présente à la bande cette même lettre H : il suffit d'utiliser le mouvement de l'armature, A, de l'électro-aimant, E, pour déterminer la projection de la bande, *pp'*, contre la roue des types, R*t* : on imprime alors la lettre H. Toutes les lettres défilant synchroniquement devant la bande en même temps que le chariot de l'autre poste passe au-dessus des divers goujons, la différenciation des signaux a donc pour base le *moment* de l'envoi de chaque signal.

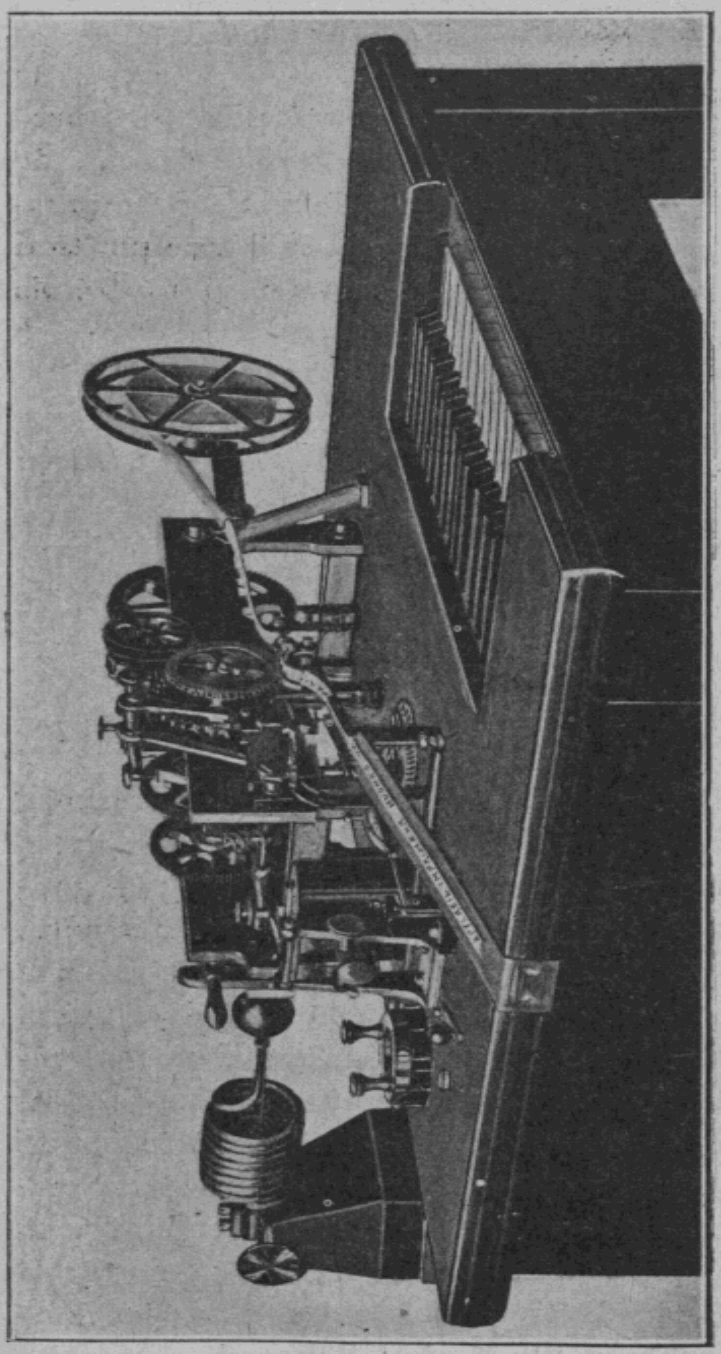


Fig. 36. — Appareil Hughes.

L'identité de position, qui doit exister à chaque instant entre le chariot du poste transmetteur et la roue des types du poste récepteur, est obtenue de la façon suivante :

1° Un régulateur assure à chaque appareil, pris isolément,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un isochronisme aussi parfait que possible ; lors de l'entrée en contact de deux postes, on donne aux deux régulateurs des vitesses identiques.

2° Un système correcteur rectifie, à chaque impression, la position de la roue des types réceptrice, la pousse en avant si elle est en retard ou l'arrête momentanément si elle est en avance : c'est le rôle de la *roue correctrice*, placée derrière la roue des types, et sur laquelle agit la *came correctrice*.

3° Un dispositif de repérage fait partir les deux appareils simultanément d'un même point, lorsqu'on commence la transmission ; ce point de repère est le « blanc des lettres » : un système de *rappel au blanc* permet d'immobiliser la roue des types dans la position où elle présente à la bande l'évidement « blanc des lettres », tandis que le reste de l'appareil continue à tourner ; le premier courant reçu détermine l'embrayage de la roue des types avec son axe ; or, comme ce courant est émis, à l'autre poste, par le soulèvement du goujon « blanc des lettres », l'accord se trouve établi et est ensuite maintenu par l'action de la came correctrice.

Comme dans le système précédent, la roue des types de l'appareil Hughes comprend deux séries de caractères : lettres d'une part, chiffres et signes de ponctuation d'autre part ; un système d'inversion permet de la décaler de l'angle convenable pour présenter à la bande soit l'une, soit l'autre série ; le clavier de 28 touches permet donc de transmettre 52 caractères, plus deux « blancs. »

La figure 36 donne une vue d'ensemble de l'appareil : derrière le clavier manipulateur, on aperçoit le système mécanique et, tout à fait à l'arrière, le régulateur ; sur le côté gauche se trouve l'électro-aimant récepteur.

Manipulateur.

Clavier. — Le clavier comprend 28 touches, dont 14 noires et 14 blanches ; chacune de ces touches, TB (fig. 37) peut pivoter sur une goupille métallique, *g*, portée elle-même par une plaque de fonte ou bâti ; à la partie antérieure de la touche, une autre goupille, s'engageant dans un trou pratiqué à cet effet dans le bois, sert à guider le mouvement et à empêcher le ballottement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

latéral, tout en laissant à la touche la liberté nécessaire. En avant de la goupille, une vis, V, est fixée dans l'épaisseur du bois ; la tête de cette vis est entaillée d'une fente dans laquelle s'engage l'extrémité d'un levier, LB, constitué par une lame de fer mobile autour d'un axe, O. L'axe est fixé sur le bâti en fonte ; le levier LB se trouve donc solidaire de la touche, dont il suit les mouvements d'abaissement et de relèvement.

A l'état de repos, l'extrémité de gauche du levier LB se trouve à une petite distance du pied du goujon qu'il est appelé à commander ; dès qu'on abaisse la touche TB, la partie antérieure du levier pivote autour de son axe, O : le bras postérieur se sou-

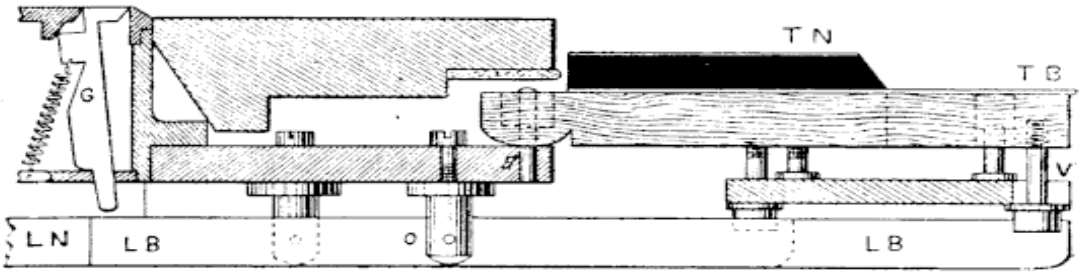


Fig. 37. — Touches du manipulateur.

lève et pousse devant lui le goujon en acier, G, dont la tête émerge de la boîte.

Lorsqu'on cesse de presser sur la touche, le ressort antagoniste du goujon ramenant celui-ci à la position du repos, la touche se relève également.

La figure 38 montre le clavier en dessous : la plaque de fonte se termine, à la partie postérieure, en queue demi-circulaire, entaillée d'un trou rond, dans lequel se place la boîte à goujons ; deux rangées de pivots supportent les leviers commandés par les touches : celle d'arrière, PN, correspond aux leviers des touches noires, celle d'avant, PB, à ceux des touches blanches ; la partie inférieure de la boîte à goujons est entaillée de fentes verticales, dans chacune desquelles est engagé un de ces leviers, ce qui interdit tout déplacement latéral et présente l'extrémité normalement au goujon qu'elle doit commander.

Le bâti en fonte, portant le clavier, les leviers et la boîte à goujons, est fixé sous la table à l'aide de cinq écrous à oreilles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont les tiges passent dans les trous lisses, E, et taraudent dans les plaques en laiton encastrées dans l'épaisseur de la table. A côté de chacun de ces écrous se trouve une vis, V, qui, elle, taraude dans le bâti en fonte et, lorsqu'on l'enfonce, vient buter contre la plaque en laiton dans laquelle se visse l'écrou. L'enfoncement de la vis règle donc celui de l'écrou et, lorsqu'on serre ce dernier,

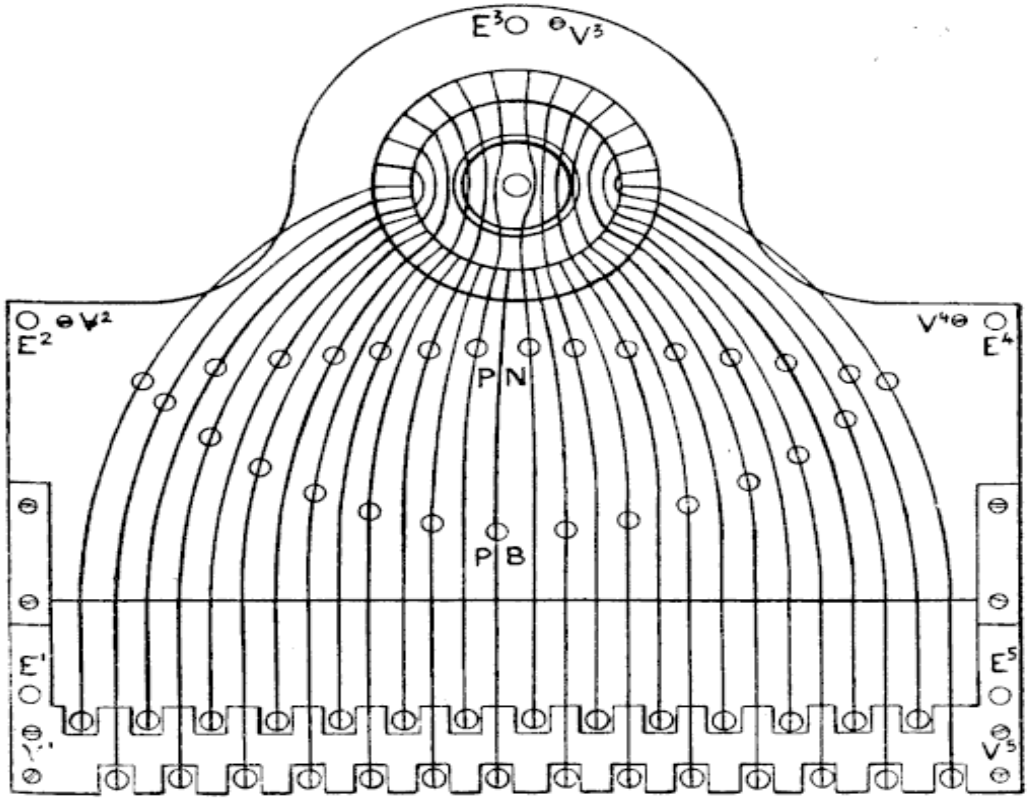


Fig. 38. — Clavier vu en dessous.

la vis se trouve bloquée également. Ce dispositif permet de régler minutieusement la position de la boîte à goujons, par rapport au chariot : il importe, en effet, que celui-ci rencontre, dans les mêmes conditions, tous les goujons, et ceci n'a lieu que si la face supérieure de la boîte est dans un plan parallèle au champ de rotation du chariot.

Boîte à goujons. — La boîte à goujons est cylindrique; un épaulement permet de la fixer au moyen de trois vis, sur le bâti en fonte, PF, du clavier (V. fig. 40). La face supérieure de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

boîte est percée de vingt-huit fenêtres rectangulaires, par lesquelles peuvent émerger les têtes des goujons (fig. 39). La face interne du couvercle, entre le centre et les fenêtres et tout près de celles-ci, présente une couronne circulaire dont la partie opposée au centre est taillée en tronc de cône, *n*, tandis que celle qui regarde le centre est verticale (V. fig. 40). Cette couronne conique sert à guider le mouvement de bas en haut des goujons. La partie centrale du couvercle est entaillée d'une ouverture circulaire, dans laquelle s'engage l'extrémité supérieure d'un cylindre creux en laiton, E, fermé à sa partie inférieure. Ce tube est destiné à recevoir une crapaudine, C, montée sur un ressort à boudin, R, et qui doit servir de pivot inférieur à l'axe, D, du chariot.

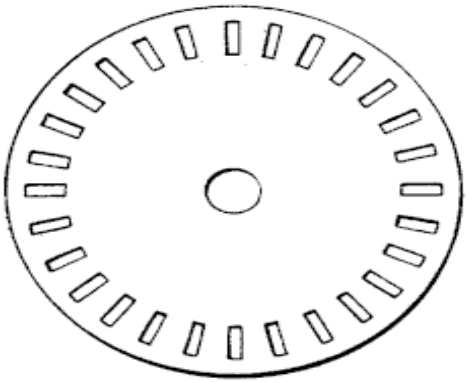


Fig. 39.

La boîte à goujons est fermée partiellement à la base par une couronne en laiton, percée de 28 ouvertures, dans lesquelles se placent les extrémités inférieures des goujons. Très près du bord central sont pratiqués des trous destinés à recevoir l'œilleton inférieur des ressorts antagonistes de ceux-ci, *r*.

Les goujons sont constitués par des leviers en acier, rangés autour de la paroi antérieure de la boîte. La figure 40 en représente deux, G et G′, diamétralement opposés. A l'état de repos, le pied du goujon se trouve à une petite distance de l'extrémité du levier, LB ou LN, qui doit le commander. Sa tête affleure la fenêtre du couvercle supérieur.

Si, par suite de l'abaissement d'une touche, un levier vient à être soulevé, il pousse devant lui le pied du goujon qui lui correspond ; le goujon, dont la partie supérieure, à l'état de repos, est légèrement penchée vers le centre, se redresse vers la verticale, car son épaulement supérieur rencontre la partie conique de la coutonne en laiton, *n* ; l'épaulement glisse comme sur un plan incliné et la tête du goujon, au fur et à mesure qu'elle s'élève, se porte de plus en plus vers l'extérieur de la circonférence sur laquelle sont tracées les fenêtres. Le mouvement ascensionnel est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terminé lorsque l'épaulement rencontre la partie horizontale sur laquelle est suspendue la couronne conique, *n*. L'opérateur con-

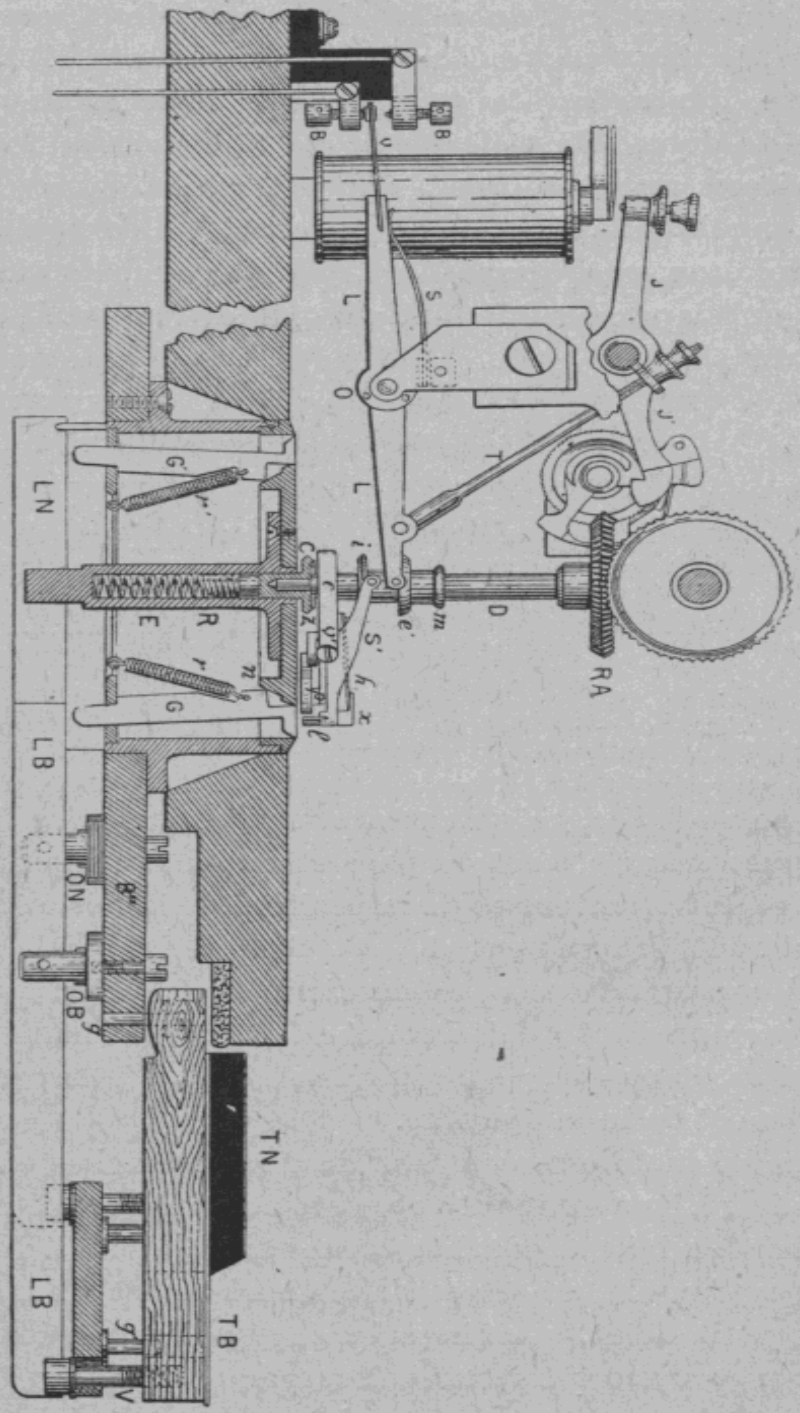


Fig. 40. — Mécanisme de transmission.

tinuant à tenir la touche abaissée, c'est dans cette situation que le goujon attend le passage du chariot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chariot. — L'axe du chariot, D, s'engage, à sa partie supérieure, dans une petite ouverture pratiquée dans un pont en laiton ; il reçoit le mouvement de celui de la roue des types par l'intermédiaire de deux roues d'angle, montées, l'une, RA, sur le premier axe, l'autre sur le second ; ces deux roues ont le même nombre de dents, de telle sorte que le chariot a exactement la même vitesse angulaire que la roue des types.

A sa partie inférieure, l'axe du chariot s'engage dans le petit godet en laiton, ou *crapaudine*, C (fig. 40). Sous l'action de son ressort, R, qui s'appuie sur le fond du cylindre creux, E, la crapaudine

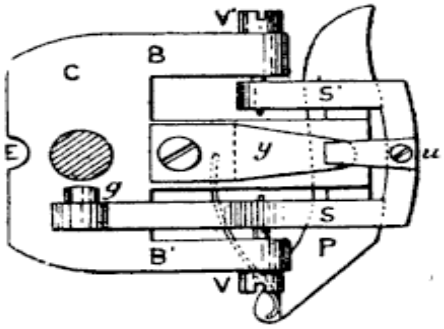


Fig. 41. — Chariot vu en dessus.

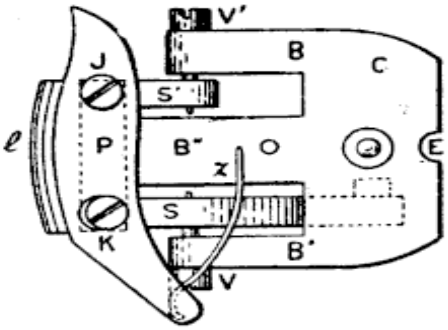


Fig. 42. — Chariot vu en dessous.

tend à se soulever, ce qui assure une bonne prise des dents des deux roues d'angle, tout en permettant une certaine marge dans le réglage de la hauteur et de la position de la boîte à goujons.

Le chariot proprement dit est situé à la partie inférieure de l'axe. Il comprend deux parties distinctes : la *chape fixe*, C (fig. 41 et 42), comprenant trois branches, B, B′, B″ et la *chape mobile* susceptible de pivoter entre deux vis, V et V′, traversant les branches B et B′ de la chape fixe.

La chape mobile se compose de deux branches en laiton, S et S′, réunies, à leur extrémité opposée aux vis-pivots, par une partie également en laiton, courbée concentriquement à l'axe. Au point milieu, *u* (fig. 41), de cette partie courbée, est fixé, à l'aide d'une vis, un petit doigt, sous lequel s'engage l'extrémité d'un ressort-lame, *y* ; ce ressort fixé lui-même par une vis sur la branche du milieu, B″, de la chape fixe, tend à soulever le doigt en laiton, et, avec lui, la chape mobile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sous la partie courbe de la chape mobile, est encastrée une pièce en acier, *l* (fig. 40 et 42) appelée *lèvre du chariot*. C'est par cette pièce que se fera la rencontre du chariot et du goujon soulevé. Pour faciliter cette rencontre, la partie de gauche, qui se trouve à l'avant, est taillée en biseau ; l'extrémité opposée est arrondie.

Sous la chape fixe et derrière la lèvre, est placée une autre pièce en acier, appelée *patin*, ou *plaque de sûreté*, P, destinée à maintenir la tête du goujon, lors de sa rencontre avec la lèvre du chariot. Du côté opposé au centre, elle comprend trois parties, au point de vue de la forme : la première, à l'avant, est rectiligne, on l'appelle la *partie prenante* ; les deux autres, dont le nom indique suffisamment la courbure, sont : la *partie concentrique* et la *partie excentrique*. Afin de rendre moins brutale la rencontre de la partie prenante et du goujon, la plaque de sûreté, montée sur la chape fixe par deux vis, J et K (fig. 42), peut pivoter légèrement sur la première, grâce à l'allongement du trou dans laquel passe la seconde ; un ressort, *z*, en acier, encastré dans une fente pratiquée sur la branche B″ de la chape fixe, appuie sur un évidement de l'extrémité de la plaque, et tend à rejeter celle-ci aussi loin que le permet l'allongement du trou K ; il se produit un léger recul au moment où la partie prenante rencontre le goujon, mais la plaque de sûreté a repris la position primitive lorsque le goujon est atteint par la lèvre du chariot.

La branche S de la chape mobile se prolonge au delà de la vis-pivot, V, en un second bras de levier terminé par une goupille en acier, *g* ; sous l'action du petit ressort, *y*, qui soulève le côté où se trouve la lèvre, le bras postérieur tend à appuyer sa goupille sur le rebord inférieur du manchon, *i* (fig. 40), monté à frottement très doux sur l'axe du chariot.

Le rebord, *i*, du manchon est soutenu par une goupille, *e′*, fixée à l'extrémité de droite d'un levier, LL′, appelé *levier de transmission*, mobile autour d'un axe situé en O, et maintenu dans la position de repos par un ressort, S, qui s'appuie sur la face supérieure de sa branche de gauche, L′ ; celle-ci est prolongée par une lame flexible en acier, *φ*. Ce levier constitue le manipulateur proprement dit ; son axe est en communication avec la ligne ; à l'état de repos, il s'appuie sur une vis, B, reliée à l'électro-aimant récepteur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'il est actionné, il quitte cette vis pour venir prendre contact avec une autre, B^1, en relation avec la pile. Les deux vis ont leur extrémité garnie d'argent, comme les deux faces du levier, et sont montées chacune sur une petite plaque en laiton ; enfin, les deux plaques en laiton sont isolées l'une de l'autre par l'équerre en ébonite sur laquelle elles sont montées.

Fonctionnement du manipulateur. — Lorsqu'une touche est abaissée, la vis V (fig. 40) transmet le mouvement au levier LB, qui pivote autour du point OB ; la branche d'avant s'abaissant, l'autre se relève et pousse devant elle le pied du goujon G ; l'épaulement de celui-ci rencontre la partie conique, *n*, du couvercle de la boîte et sa tête sort de la fenêtre en s'éloignant du centre de rotation. Bientôt, la partie prenante de la plaque de sûreté se glisse derrière sa tête, la partie concentrique l'emprisonne et l'empêche de se dérober à la rencontre de la lèvre ; celle-ci, pour continuer sa route, grimpe sur l'obstacle que lui oppose le goujon : la chape mobile bascule, l'autre bras s'abaisse et sa goupille entraîne avec elle le manchon, *i*, enfilé sur l'axe, D, du chariot ; le manchon, à son tour, oblige la goupille du levier de transmission, à suivre son mouvement, la branche L s'abaisse donc pendant que l'autre se soulève ; l'extrémité, *v*, quittant la vis inférieure, vient s'appuyer sur la vis supérieure : un courant de la pile, reliée à cette dernière, est donc envoyé sur la ligne tant que la lèvre reste en prise avec le goujon soulevé.

Lorsque toute la longueur de la lèvre a franchi la tête du goujon, le ressort, S, ramène la lame, *v*, au contact de la vis, B ; la branche L, en se relevant, entraîne avec elle le manchon, *i*, qui, à son tour, ramène la chape mobile du chariot à sa position primitive. Pendant ce temps, la partie excentrique de la plaque de sûreté, appelée aussi *chasse-goujon*, pousse le goujon en dehors du champ de rotation de la lèvre, permettant ainsi un enfoncement complémentaire de la touche, mouvement qui avertit l'opérateur du moment où, l'émission étant terminée, il doit laisser la touche se relever : dès que cesse la pression, le goujon, sous l'action de son ressort à boudin, *r*, rentre dans la boîte, et la touche, par l'intermédiaire de son levier, revient à la position de repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rôle du patin ou plaque de sûreté. — La plaque de sûreté joue un rôle très important dans l'émission de courant provoquée par la rencontre de la lèvre et d'un goujon : elle assure cette rencontre dans des conditions toujours identiques, précise le moment de l'émission et pare aux défauts de manipulation susceptibles d'altérer les signaux.

Un agent insuffisamment exercé peut :

a. Appuyer trop tard, alors que la lèvre a déjà dépassé d'une certaine quantité la fenêtre du goujon ;

b. Relever la touche trop tôt, c'est-à-dire avant que la lèvre ait entièrement franchi la tête du goujon ;

c. Relever trop tard et permettre à la lèvre, au tour suivant, de rencontrer une seconde fois le goujon.

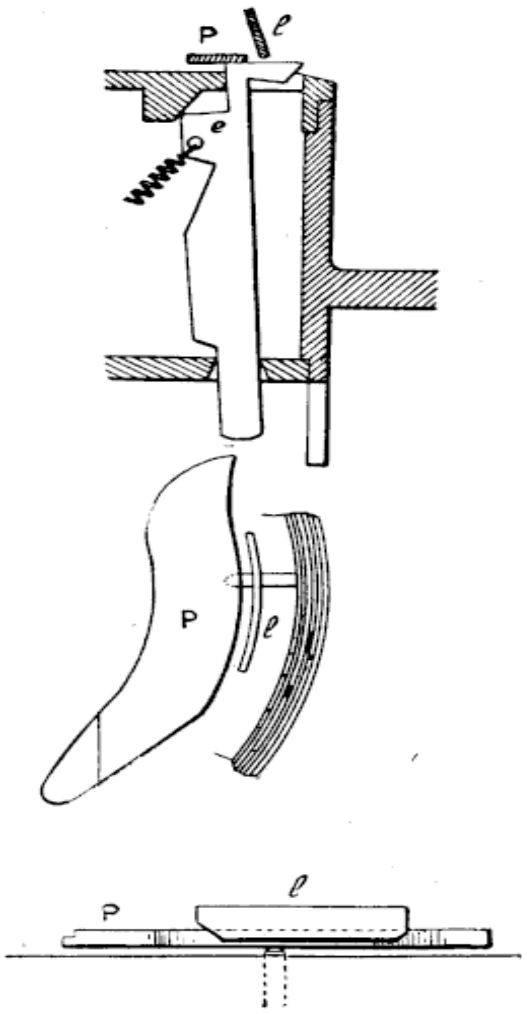


Fig. 43. — La touche est abaissée trop tard.

1er cas : La touche est abaissée trop tard. — S'il était possible que le goujon, actionné trop tardivement, pût soulever la lèvre alors que la partie d'avant a déjà dépassé la fenêtre, le *moment* de l'émission serait altéré et le courant émis raccourci proportionnellement au retard. Dans ces conditions, si le courant, ainsi écourté, était encore capable d'actionner l'armature du poste correspondant, le déplacement se produirait *trop tard*, il y aurait des chances pour que la lettre suivante fût imprimée : ou bien encore le courant, trop court, serait impuissant à opérer le déplacement de l'armature du récepteur et l'émission ne serait pas enregistrée. Dans un cas comme dans l'autre, la correspon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dance serait tronquée : il est donc préférable que, si l'envoi du courant ne peut être fait au moment voulu, il n'ait pas lieu du tout. La plaque de sûreté obstrue, en effet, les fenêtres au-dessus desquelles se trouve la lèvre (et même, par sa partie prenante, les deux placées immédiatement avant) ; si, donc, l'opérateur n'appuie

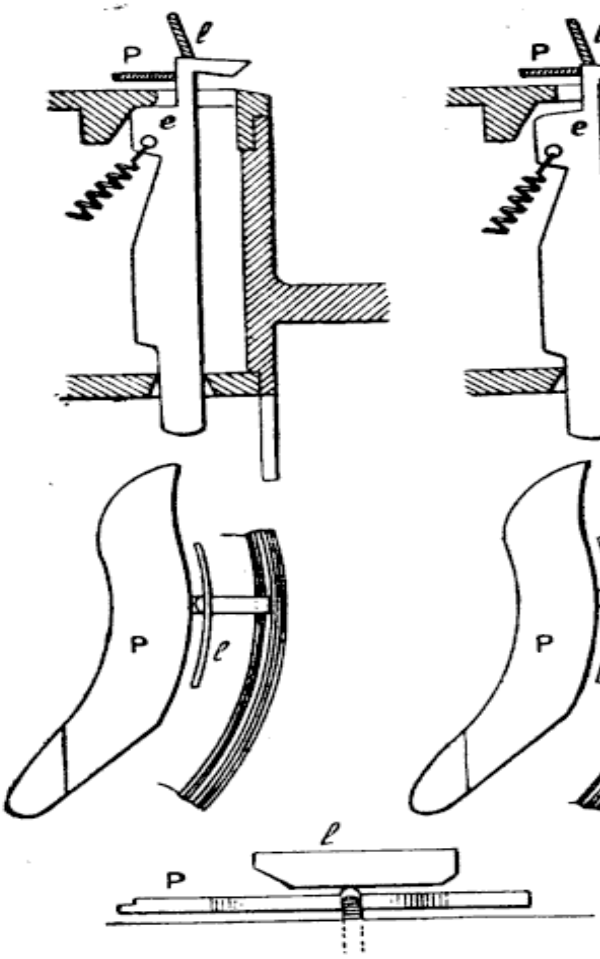


Fig. 44. — Émission.

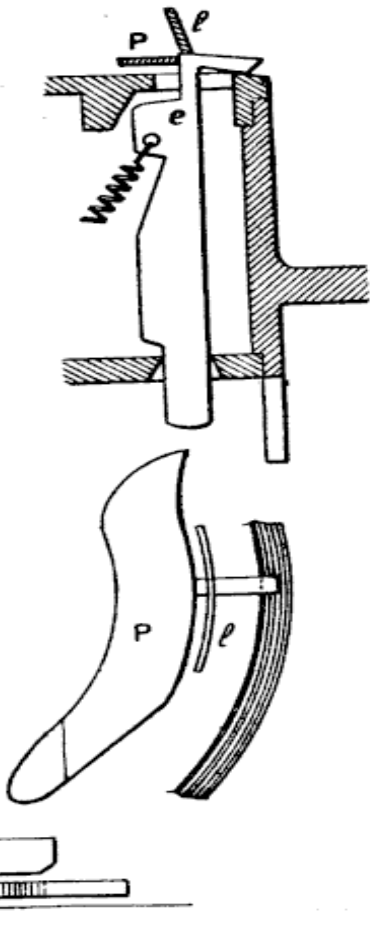


Fig. 45. — La touche est abandonnée trop tôt.

pas assez tôt sur la touche (fig. 43), la tête du goujon vient buter contre la plaque de sûreté : la touche ne peut s'enfoncer et l'opérateur est averti qu'il doit attendre le tour suivant pour provoquer l'émission, qu'il a préparée trop tardivement. La seconde partie de la figure 43 représente, vus de dessus, la plaque de sûreté, la lèvre du chariot et le goujon ; la partie inférieure montre les mêmes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vus de l'extérieur de la courbe. Le sens de la rotation du chariot est celui des aiguilles d'une montre.

2e cas : La touche est abandonnée trop tôt. — Si l'abandon prématuré de la touche pouvait permettre au goujon de rentrer

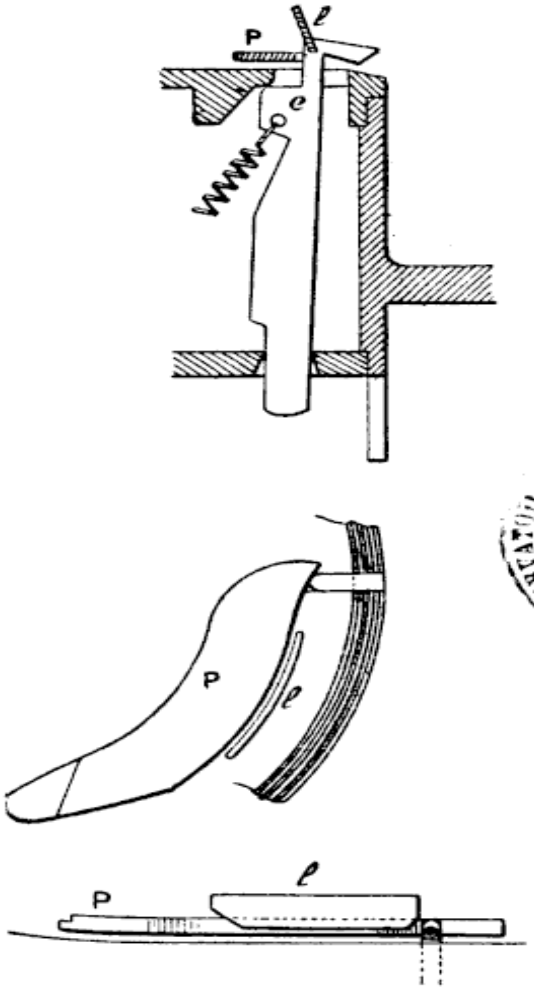


Fig. 46. — Emission terminée.

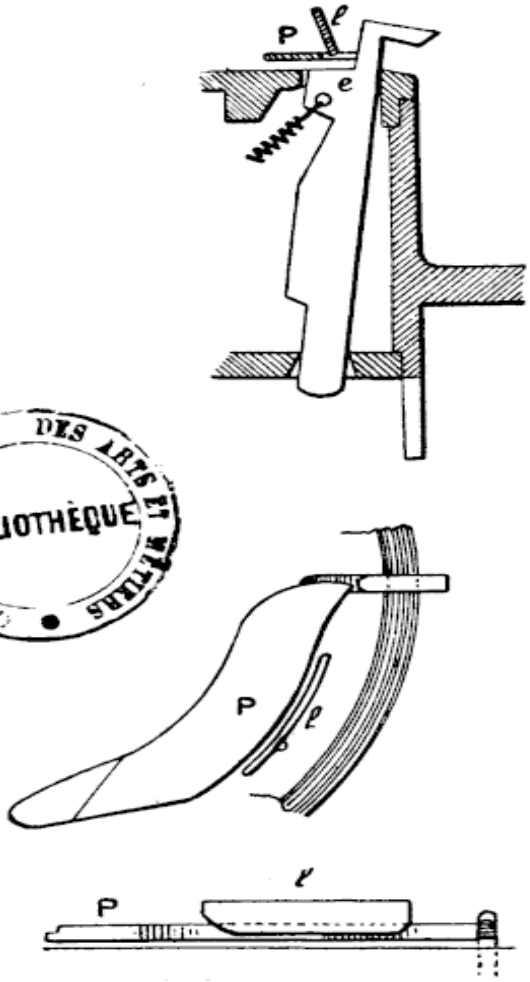


Fig. 47. — Chasse-goujon.

BIBLIOTHÈQUE DES ARTS ET MÉTIERS CONSERVATOIRE

dans la boîte, la lèvre retomberait aussitôt, de même que le levier de transmission : l'émission serait écourtée et le courant reçu par le correspondant pourrait être insuffisant pour que le signal fût enregistré. Ce défaut ne se produira pas, car la partie concentrique de la plaque de sûreté emprisonne à ce moment la tête du goujon. Les figures 44 et 45 montrent le goujon en prise avec la lèvre, *l*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tandis que la partie concentrique, P, le cale par derrière; l'opérateur continuant à presser sur la touche, l'épaulement, *e*, du goujon s'appuie sur le rebord inférieur de la fenêtre (fig. 44).

Si la touche est, à ce moment, abandonnée, le goujon s'abaisse d'une petite quantité, mais est arrêté sur le bord de la fenêtre (fig. 45) et ne peut descendre plus bas, la plaque de sûreté obstruant le passage. Ce léger affaissement a seulement pour effet de diminuer la pression de la lame flexible, *p* (fig. 40, p. 49) du levier de transmission sur la vis où elle prend la pile, mais cette vis est réglée de telle sorte que la pression soit encore suffisante pour assurer la continuation de l'émission.

3e cas : La touche est relevée trop tard. — Lorsque la lèvre abandonne la tête du goujon, la partie extrême de la plaque de sûreté, appelée *chasse-goujon*, la rejette vers l'extérieur. L'épaulement, *e*, glisse horizontalement (fig. 46). Si la touche est déjà abandonnée, le goujon est rappelé par son ressort aussitôt que la partie extrême de la plaque de sûreté l'a dépassé. Si, au contraire, à ce moment, on appuie encore sur la touche, cette pression fait sortir complètement l'épaulement, qui vient affleurer le bord supérieur de la fenêtre (fig. 47). L'enfoncement complémentaire, que permet à la touche ce nouveau mouvement ascensionnel du goujon, indique à l'opérateur qu'il doit cesser d'appuyer, pour permettre au goujon de rentrer dans la boîte. Si cet avertissement n'était pas compris, le goujon, ainsi chassé vers l'extérieur, serait, au tour suivant, hors d'atteinte et la lèvre ne pourrait le rencontrer une seconde fois.

Il en résulte que, lorsqu'on veut transmettre deux fois de suite la même lettre, on doit, après l'envoi de la première, abandonner la touche, puis l'abaisser de nouveau, comme s'il s'agissait d'une autre non encore actionnée.

Électro-aimant

Avantages de l'électro-aimant polarisé. — L'électro-aimant de l'appareil Hughes doit être , à la fois, robuste et sensible

Il doit être robuste parce que son armature accomplit, en se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplaçant, un travail mécanique assez considérable : la mise en marche d'un système de déclanchement, qui détermine l'impression d'une lettre. Or, dans un électro-aimant ordinaire, toute la force nécessaire au travail qu'on demande à l'armature doit être fournie par l'action magnétique du noyau sur celle-ci ; lorsque, pour une cause quelconque, le courant reçu a peu d'intensité, on se trouve dans l'obligation de réduire ce travail par un réglage approprié : diminution de sa course par le rapprochement des butoirs, affaiblissement du ressort antagoniste, etc. Dans tous les cas, plus on exigera d'une armature un travail appréciable, plus le courant qui agira sur celle-ci devra être intense. En d'autres termes, demander à un électro-aimant *ordinaire* d'être énergique, c'est renoncer à ce qu'il soit sensible.

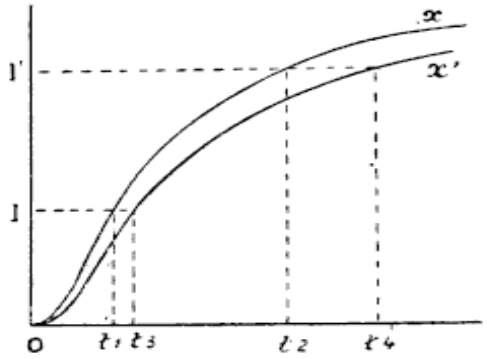


Fig. 48.

Or, la sensibilité, c'est-à-dire la possibilité de fonctionner sous l'action de courants faibles, est une qualité *essentielle*, pour un électro-aimant qui doit différencier les signaux par le *moment* de leur apparition : il convient donc d'examiner quelle répercussion auront les influences extérieures sur deux électro-aimants de sensibilités différentes : soient oi et oi' les intensités nécessaires au fonctionnement de chacun d'eux (fig. 48); si le courant croît, à l'arrivée, suivant la courbe ox, le premier fonctionnera au bout d'un temps ot_1, le second après un temps plus long, o'_2 ; ce retard ne présenterait pas d'inconvénient si, pour toutes les émissions, l'intensité s'accroissait suivant ox ; mais si l'émission suivante trouve la ligne dans un état électrique différent et si la nouvelle courbe peut être représentée approximativement par ox', les deux électro-aimants seront actionnés, respectivement, au bout des temps ot_3 et ot_4 : le retard occasionné par la modification de la courbe sera t_1t_3 pour le premier et t_2t_4 pour le second, celui-ci beaucoup plus grand : une même variation dans l'accroissement de l'intensité aura donc, sur le *moment* du fonctionnement de l'armature, une répercussion d'autant plus grande que l'électro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aimant sera moins sensible, c'est-à-dire fonctionnera dans une période plus voisine de l'état stable.

La réunion de ces deux qualités indispensables, robustesse et sensibilité, qu'il eût été impossible de réaliser avec un électro-aimant *ordinaire*, Hughes l'a obtenue avec son électro-aimant *polarisé*, dont le principe peut être résumé ainsi : un aimant permanent NS (fig. 49) porte, sur l'un de ses pôles, le nord, par exemple, le noyau en fer doux d'un électro-aimant ; sur le noyau est une armature en fer doux, mobile autour du point O et munie d'un ressort antagoniste, R : elle reste collée au noyau si l'action du ressort est inférieure à celle de l'aimantation. L'armature est donc, ici, soumise à la sollicitation de deux forces antagonistes : l'attraction magnétique, qui tend à la maintenir au contact du noyau et la tension du ressort, R, qui agit pour l'en arracher. Tendons progressivement le ressort, R, jusqu'au point où l'arrachement a lieu, puis revenons légèrement en arrière : l'armature, ramenée au contact du noyau, y restera : mais, à ce moment, la force du ressort étant presque égale à celle de l'aimantation, il suffira d'un effort très minime pour déplacer l'armature.

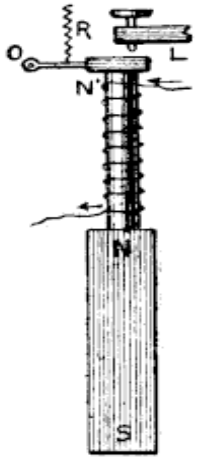


Fig. 49.

Le rôle du courant consiste à affaiblir l'aimantation du noyau, pour permettre au ressort d'arracher l'armature. Le courant parcourt les spires de la bobine dans une direction telle que, s'il agissait seul, il développerait un pôle sud à l'extrémité du noyau. Ce pôle sud temporaire vient donc en atténuation du pôle nord permanent, qui abandonne l'armature à l'action du ressort, R.

L'armature est soulevée et vient buter contre un levier, L, chargé de mettre en marche le système imprimeur, pour la traduction du signal.

Grâce à l'équilibre presque parfait de l'aimantation et de la tension du ressort, le courant de désaimantation peut être extrêmement faible ; malgré cela, l'armature est susceptible d'effectuer un travail appréciable, car, dès qu'elle est soustraite à l'action de l'aimant, elle agit avec toute la puissance de son ressort. Si l'on emploie pour polariser le noyau, un aimant suffisamment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puissant, on pourra lui opposer un ressort d'autant plus énergique, tout en conservant la même sensibilité.

Après chaque soulèvement, l'armature devra être ramenée mécaniquement au contact du noyau, le ressort tendant ici à l'en éloigner constamment.

Aimant permanent. — L'aimant permanent est constitué par un faisceau de quatre plaques d'acier, A, en forme de fer à cheval, aimantées séparément et réunies par leurs pôles de même nom (fig. 50). Chacune des deux branches est coiffée d'une équerre en fer, *ee'*, sur laquelle est emmanché le noyau.

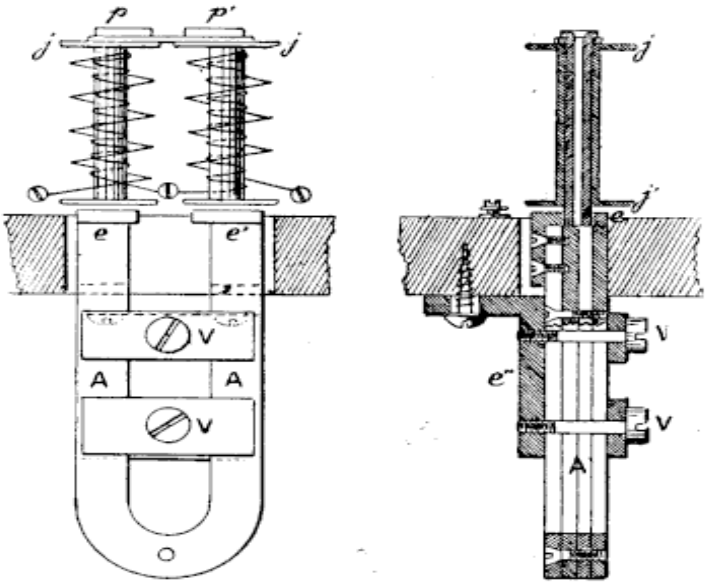


Fig. 50. — Faisceau magnétique.

Une équerre en laiton, *e''*, fixée sous la table de l'appareil sert à maintenir le faisceau magnétique ; deux plaques en laiton sont percées, chacune, d'un trou lisse, dans lequel passe la tige d'une vis, V, qui taraude dans l'équerre-support. Lorsqu'on bloque ces vis, on serre le faisceau entre l'équerre et les plaques ; ce montage permet de déplacer à volonté le faisceau, afin de donner à l'extrémité supérieure des noyaux la position qui convient, par rapport à l'armature qui, elle, est montée sur un support fixé à la table et doit occuper une position déterminée, en regard du *levier de détente*.

Électro-aimant. — Les noyaux, montés sur les équerres *ee'*, portent des joues en laiton, *j* et *j'*, qui maintiennent le fil enroulé directement sur les noyaux (11 000 tours de fil de 17/100 de millimètre, représentant une résistance de 600 ohms par bobine, soit 1 200, au total ; self-induction, 30 henrys, environ).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A la partie supérieure, chaque noyau est terminé par une petite plaque en fer doux, *pp'*, disposée horizontalement et dont l'extrémité libre est dirigée vers l'intérieur. Entre les joues et les plaques polaires, une petite plaque en laiton, percée de trous d'un diamètre exactement égal à celui des noyaux et dans lesquels ceux-ci sont engagés, solidarise les deux bobines, empêche tout écartement ou tout rapprochement et évite la déformation des pièces polaires.

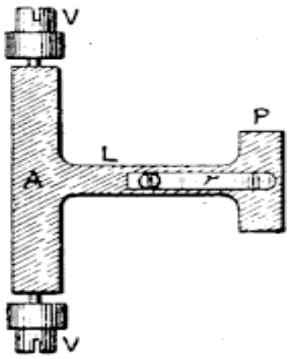


Fig. 51.

Armature. — L'axe, A, de l'armature (fig. 51) est percé, à chacune de ses extrémités, d'un trou dans lequel s'engage le bout d'une vis-axe, V ; sur la partie L, est fixé un petit ressort en acier, *r*, destiné à amortir le choc de l'armature contre le levier de détente ; à cet effet, son extrémité libre est légèrement recourbée en forme de bec, et peut fléchir légèrement.

Enfin, l'armature proprement dite, P, constitue un épanouissement du levier ; ses dimensions sont très réduites : elle peut juste s'appliquer sur les extrémités des plaques polaires, au contact desquelles elle doit rester tant que les bobines ne sont parcourues par aucun courant.

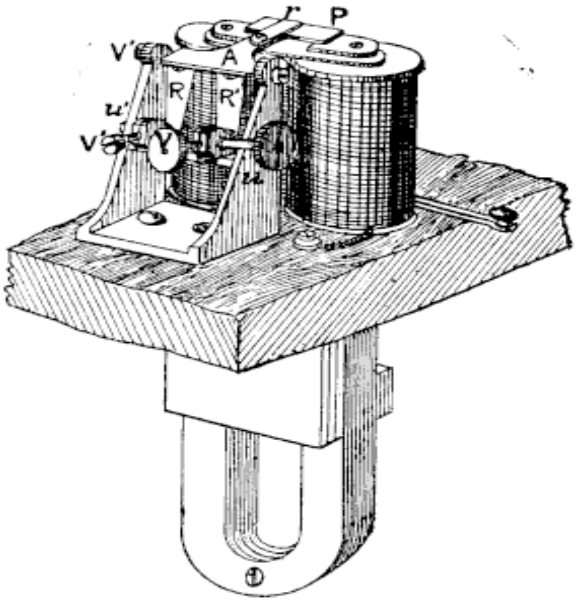


Fig. 52. — Électro-aimant.

Montage de l'armature. — Le support de l'armature consiste en deux consoles en laiton (fig. 52) réunies, à leur base, par une plaque de même métal, qui sert à les fixer sur la table. Sur la face verticale et arrière de l'axe de l'armature, sont fixés deux ressort-lames en acier, R et R', susceptibles d'être plus ou moins tendus à l'aide de deux vis, munies de contre-vis, *u* et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

u'. La vis et la contre-vis d'avant sont munies de boutons moletés, qui permettent de les manœuvrer à la main ; ce sont celles qui serviront au réglage quotidien de l'électro-aimant ; les deux autres, situées à l'arrière et agissant sur le ressort, R, sont des vis ordinaires, pour la manœuvre desquelles le tournevis est indispensable.

Électro-aimant Poëncin. — Le montage qui vient d'être décrit présente quelques inconvénients, notamment en ce qui concerne le réglage de l'armature par rapport aux noyaux ; ce réglage est rendu absolument stable par le montage Poëncin,

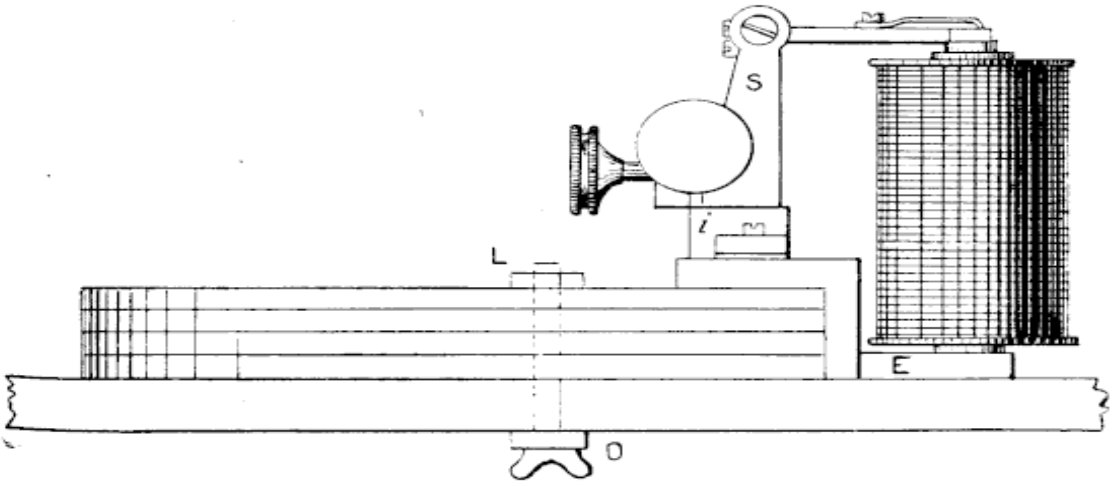


Fig. 53. — Électro-aimant à faisceau horizontal

qui est le suivant : l'aimant permanent est placé horizontalement (fig. 53) : sur chaque pôle, une équerre en acier, E, est fixée au faisceau et supporte le noyau de l'une des bobines ; le chevalet de l'armature, S, est monté à cheval sur les deux équerres polaires, dont il est isolé par une petite plaque en ivoire, i. Le tout est fixé sur la table par un écrou à oreilles, 0, traversant celle-ci et venant tarauder, entre les deux branches du faisceau, dans une barre en laiton, L.

Fer doux mobile. — L'électro-aimant est, en outre, muni d'une petite pièce de fer doux, F (fig. 52 et 54), terminée à sa partie antérieure par un bouton, B, qui permet de la déplacer sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la table; l'extrémité opposée du bouton est plus large et terminée en un biseau allongé ; un petit pontet en laiton, fixé sur la table, guide les déplacements de la pièce. Le biseau est ainsi susceptible de glisser le long des extrémités des branches de l'aimant permanent. En enfonçant plus ou moins ce biseau, on diminue l'intensité de l'aimantation à l'extrémité supérieure des noyaux, on peut ainsi régler l'armature au maximum de sensibilité, sans tendre exagérément les ressorts.

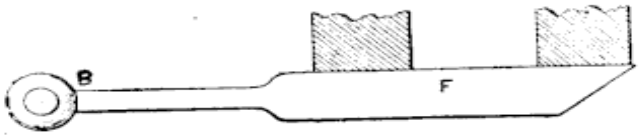


Fig. 54. — Fer doux mobile.

Interrupteur automatique. — L'armature, en s'éloignant puis en revenant au contact des noyaux, fait varier le champ magnétique de l'aimant. Deux courants induits résultent de cette double variation et parcourent successivement le circuit des bobines; par rapport au courant venant de la ligne, le premier est de sens inverse et le dernier de même sens.

Le courant inverse ne pourrait pas altérer le signal qui l'a produit, car l'armature, une fois détachée des noyaux, est énergiquement éloignée de ceux-ci. Mais le courant direct affaiblirait les pôles au moment même où ceux-ci doivent posséder toute leur intensité pour la garder au contact. L'armature ne serait pas maintenue, ses ressorts la soulèveraient à nouveau et, comme le même phénomène se produirait à chaque rappel, on aurait une suite de déclanchements continus rendant toute correspondance impossible. On a remédié à cet inconvénient en plaçant, dans le circuit des bobines, un interrupteur susceptible de le rompre pendant que l'armature est soulevée, et ne le rétablir qu'après le rappel.

Cet interrupteur est constitué par deux ressorts en acier, R et R′ (fig. 55), dont l'un, R′, est relié à la ligne et l'autre, R, à l'entrée des bobines ; la pièce d'ébonite, E, les isole l'un de l'autre. A l'état de repos, l'une des cames portées par l'axe imprimeur, A, la came correctrice, C, appuie sur un bout d'ébonite, E′, porté par le ressort, R, et, faisant fléchir celui-ci, l'oblige à venir au contact de R′ : la ligne se trouve ainsi reliée à l'électro-aimant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récepteur. Dès que l'armature est soulevée, l'arbre des cames se mettant en mouvement, la came correctrice quitte la pièce d'ébonite, E′, et permet au ressort, R, de se redresser ; ce dernier se sépare du ressort R′, et le circuit des bobines se trouve isolé de la ligne. Le rappel mécanique de l'armature ayant lieu, comme on le verra plus loin, avant le retour au repos de l'arbre des cames, le courant d'induction ne peut se produire et l'armature est retenue dès qu'elle arrive au contact des noyaux. La ligne se trouvant isolée des bobines pendant tout le temps que l'arbre des cames accomplit sa révolution, il a fallu assurer la décharge du conducteur en le mettant directement à la terre dès que l'armature est soulevée. Le support de celle-ci (fig. 52), est isolé du reste de l'appareil tant qu'elle est au repos; l'armature se trouve, au contraire, en communication avec le massif dès le soulèvement, en venant buter contre le levier de détente : on a donc relié le massif à la ligne et l'armature à la terre — ou inversement — de sorte qu'aussitôt que le courant a produit son effet, le surplus s'écoule à la terre, sans passer par l'électro-aimant.

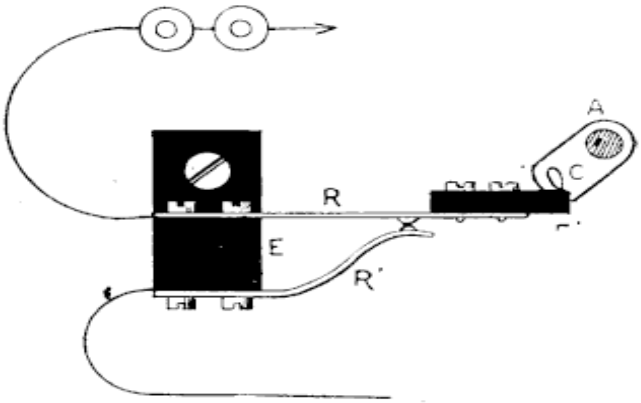


Fig. 55.

Commutateur inverseur. — Le courant reçu de la ligne devant développer des polarités inverses de celles de l'aimant permanent, il importe de pouvoir recevoir aussi bien sous l'action de l'un que de l'autre des deux courants, positif ou négatif.

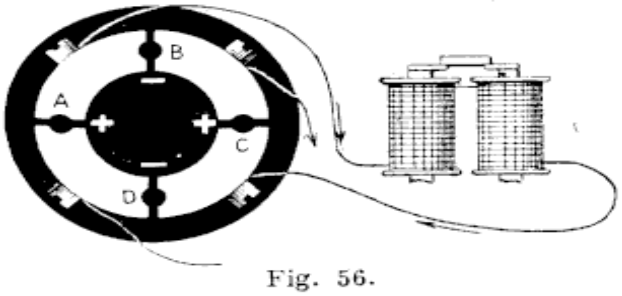


Fig. 56.

Il a donc fallu intercaler, entre la ligne et les bobines, un commutateur inverseur, constitué par un disque assez épais, en laiton, posé sur un socle en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ébonite et divisé en quatre quadrants (fig. 56) ; ceux-ci peuvent être réunis deux à deux par des fiches en laiton, filetées, qu'on visse dans des trous taraudés, A, B, C, D. Pour recevoir le courant positif, on place les fiches sur A et C : on relie ainsi la bobine de gauche à la ligne et celle de droite à la terre. Si le correspondant envoie le courant négatif, on met les fiches sur B et D : la bobine de gauche est à la terre et celle de droite à la ligne.

Détente.

Rôle de la détente. — Le système de détente a pour objet de déterminer la mise en marche d'un *arbre des cames*, qui, comme son nom l'indique, porte une série d'excentriques destinés, notamment, à produire l'impression des signaux et la progression du papier, en agissant sur des leviers disposés à cet effet. Cet arbre, à chaque soulèvement de l'armature, accomplit une révolution complète, puis revient à la position de repos.

Levier de détente. — L'organe intermédiaire, entre l'armature de l'électro-aimant et le mécanisme imprimeur, est le *levier*

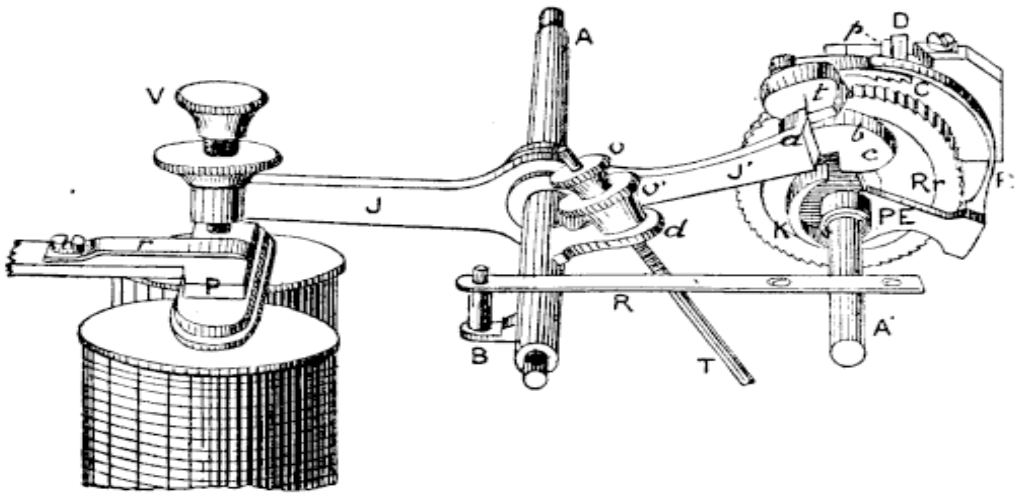


Fig. 57. — Levier de détente.

de détente. Il se compose de deux branches, J et J′ (fig. 57), et est mobile autour d'un axe, A, situé à leur point de rencontre. Il est maintenu dans la position qu'indique la figure 57, par un res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sort-lame, R, qui agit sur un petit bras de levier, B, et tend à abaisser la branche J.

La branche de gauche du levier de détente porte, à son extrémité, une vis, V, avec contre-vis ; à l'état de repos, l'extrémité inférieure de la vis se trouve à une petite distance de l'armature, mais sans la toucher.

La branche de droite, J′, se termine par une pièce appelée *tête de levier de détente*, comprise entre une surface courbe, *b*, ascendante de droite à gauche, une autre surface courbe, *c*, et une paroi verticale qui la rattache à la partie inférieure du levier ; à la partie supérieure de la courbe, *b*, se trouve une petite saillie ou épaulement, *a*.

Sur la partie de droite de l'axe, A, se trouve un petit collier, *d*, dans lequel s'engage une tige, T, filetée à sa partie supérieure et munie d'une vis, *v*, avec contre-vis, *v′*. Cette dernière partie sert pour le déclanchement automatique, destiné à donner mécaniquement le contrôle de la transmission, comme il sera indiqué plus tard.

Arbre des cames. — L'arbre des cames est placé au-dessous de la tête du levier de détente, perpendiculairement à celui-ci. Il est situé sur le prolongement de l'axe du volant et est, à l'état

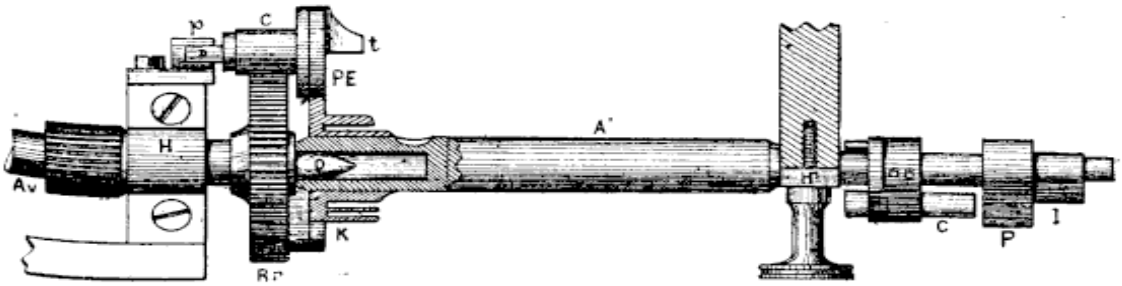


Fig. 58. — Arbre des cames.

normal, immobile, tandis que l'axe du volant tourne d'un mouvement continu : le système d'embrayage constitue une liaison temporaire, établie entre le premier et le second, au moment du soulèvement de l'armature, afin que l'arbre des cames fasse un tour entier, puis reprenne aussitôt sa position de repos.

L'axe du volant, A*v*, reçoit le mouvement par un pignon (fig. 58) ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il est supporté par un coussinet, H, fixé lui-même à la platine postérieure, par l'intermédiaire d'une équerre en laiton. En avant du coussinet, H, est montée une roue à rochet, R*r*, dont les dents sont tournées du côté du mouvement, lequel est inverse de celui des aiguilles d'une montre.

L'axe du volant est terminé à l'avant par une olive, O, qui sert de point d'appui à l'extrémité postérieure de l'arbre des cames, A′, percée, à cet effet, d'un forage cylindrique. Cette olive tourne à l'intérieur de l'axe immobile et sa forme a précisément pour but de réduire, autant que possible, le frottement qui en résulte.

L'arbre des cames est soutenu, sous la platine antérieure, par un coussinet, H′, fixé au moyen de deux vis à bouton moleté. L'extrémité s'engage dans un trou que porte une équerre en laiton, fixée à la platine ; la figure 58 ne peut représenter cette équerre, car elle cacherait les quatre cames placées entre ces deux derniers points d'appui et qui sont :

La came d'impression, I ;

La came de progression, P ;

La came correctrice, C ;

La came de dégagement.

A la partie postérieure de l'arbre des cames se trouve une pièce à deux branches, PE, appelée *plaque d'échappement* ou de détente. La branche supérieure porte une partie en saillie, ou *taquet*, *t* ; derrière le taquet, la plaque d'échappement supporte l'axe du cliquet, C, dont les dents ont les mêmes dimensions et la même forme que celles du rochet, R*r*, mais sont dirigées en sens inverse. Le cliquet porte, à sa partie arrière, un doigt, D, qui, à l'état de repos, s'appuie sur la face de gauche d'un plan incliné, *p*, lequel empêche le cliquet de tomber sur la roue à rochet, malgré la sollicitation d'un ressort courbe en acier, R (fig. 57). Le doigt ne peut pas glisser le long du plan incliné, à cause du levier de détente, dont l'épaulement, *a*, arrête le taquet, *t*, et immobilise, dans cette position, toute la plaque d'échappement et, avec elle, l'arbre des cames, A′. Le rochet tourne donc librement au-dessous du cliquet sans l'entraîner.

Embrayage de l'arbre des cames. — Lorsque l'armature, P,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est soulevée, elle vient buter contre la vis de réglage du levier de détente ; la branche J, entraînée dans ce mouvement, s'élève pendant que la branche J′ s'abaisse (fig. 59). L'épaulement se dérobant à l'appui du taquet, *t*, la plaque d'échappement tombe

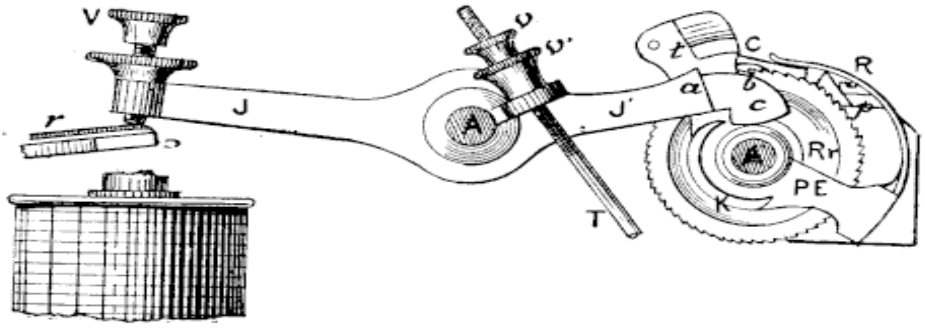


Fig. 59. — Embrayage.

vers la gauche ; le doigt du cliquet, suivant le mouvement de la plaque dont il est solidaire, glisse sur la face de gauche du plan incliné, *p*, et ses dents viennent s'emboîter dans celles de la roue à rochet, R*r*. La liaison entre l'axe du volant et l'arbre des cames est établie : ce dernier est entraîné dans le mouvement du premier.

Rappel de l'armature. — Pendant que les différentes cames remplissent leurs fonctions, l'armature doit être ramenée au

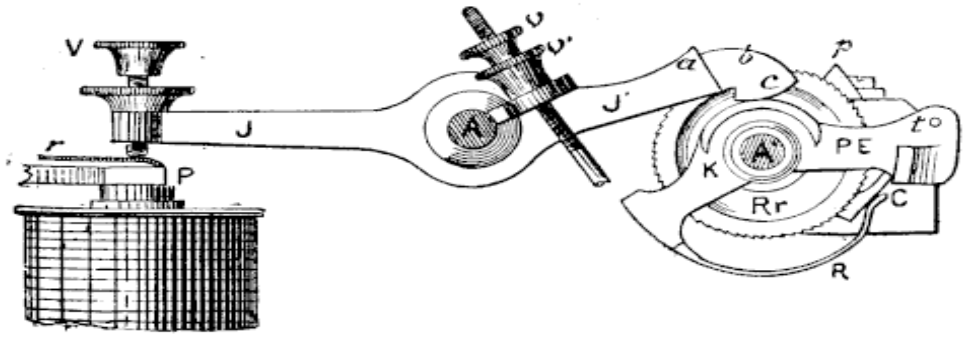


Fig. 60. — Rappel de l'armature.

contact des plaques polaires. A cet effet, l'arbre des cames porte un excentrique appelé *colimaçon*, K, qui, lorsque les trois quarts environ de la révolution sont accomplis, passe sous la tête du levier de détente (fig. 60) ; la branche de droite est soulevée, celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de gauche abaissée : la vis, V, pousse l'armature et l'applique contre les noyaux, où elle reste collée.

Désembrayage. — Lorsque l'arbre des cames a accompli sa révolution, le taquet rencontre la partie courbe ascendante, *b*, de la tête du levier de détente, pendant que le doigt du cliquet trouve sur son passage la face de droite du plan incliné, *p*. La vitesse acquise de l'arbre des cames leur permet de surmonter les obstacles qui leur sont ainsi opposés ; le doigt du cliquet fait l'ascension du plan incliné, ses dents se séparent de celles du rochet ; pendant ce temps le taquet, obligeant la tête du levier de détente à s'abaisser, malgré l'action contraire de son ressort antagoniste, gravit la pente, *b*, et rencontre l'épaulement, *a*, qui l'arrête. A ce moment, le doigt du cliquet, ayant franchi l'arête du plan incliné, repose, non loin de celle-ci, sur la pente de gauche : la liaison entre l'arbre des cames et celui du volant est rompue et le rochet, R*r*, continue à tourner librement, en attendant un nouveau soulèvement de l'armature.

Suppression de l'olive. — M. Hilten, Agent-mécanicien à Paris-Bourse, a proposé la suppression de l'olive qui termine l'axe du volant (V. fig. 58) et son remplacement par un palier, P, qui, soutient l'arbre des cames à sa partie postérieure (fig. 61). Les raisons qui ont amené M. Hilten à formuler sa proposition sont les suivantes :

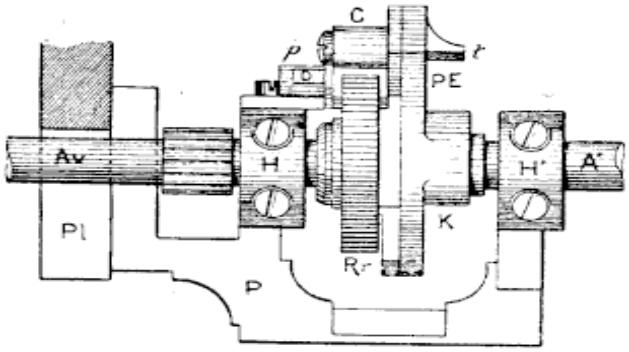


Fig. 61. — Dispositif Hilten.

1° A l'état de repos, la pression du ressort courbe sur le cliquet d'embrayage tend à soulever l'arbre des cames et à l'appliquer contre l'olive ; celle-ci tournant rapidement, il en résulte d'abord son usure propre, ensuite un excentrage du trou au point où a lieu le frottement : l'arbre des cames prend donc un jeu de plus en plus grand. Au bout d'un certain

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps, lors du déclanchement, les dents du cliquet se présentent mal à celles du rochet et glissent avant de s'y emboîter; d'où des irrégularités dans la traduction des signaux ; en outre, il résulte de ces glissements une usure rapide des dents et le réglage de l'embrayage devient de plus en plus précaire, jusqu'au moment où l'on se trouve contraint de remplacer les pièces détériorées ;

2° Dès que le jeu dont il s'agit excède un demi-millimètre, la netteté de l'impression est plus difficile à obtenir, par suite du mouvement de bascule de l'axe dans le sens de sa longueur ;

3° Lorsqu'on veut travailler à très grande vitesse, il y aurait avantage à augmenter la tension du ressort courbe, pour assurer un embrayage rapide et régulier ; mais on augmenterait ainsi le bridage. La modification préconisée par M. Hilten permet, au contraire, de donner au ressort toute l'énergie nécessaire, sans aucun inconvénient.

Embrayage Poëncin. — M. Poëncin, Mécanicien aux ateliers de l'Administration, a réalisé une modification de l'embrayage allemand, dans lequel le rochet de l'axe du volant est entaillé en couronne sur le pourtour de la face avant, et suivant des rayons, comme le montre la figure 62. Le cliquet de détente est remplacé par un rochet semblable au premier, dans les dents duquel les siennes viennent s'emboîter lors du déclanchement.

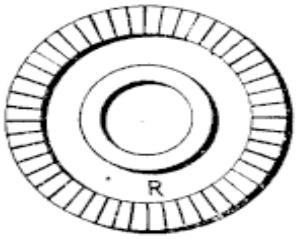


Fig. 62.

La figure 63 montre l'ensemble du système à l'état de repos. Le rochet R tourne constamment avec l'axe du volant, Aφ, sur lequel il est monté ; le plan incliné, P, est couché, c'est-à-dire avec son arête, *a*, dans un plan vertical. Sur l'arbre des cames, on voit la plaque de détente, PE, avec le colimaçon, K, et son taquet, *t*, qui vient s'appuyer sur l'épaulement du levier de détente ; la seconde branche de la plaque de détente est supprimée ainsi que le ressort courbe qu'elle porte dans l'ancien système. Le cliquet rochet, R′, est monté sur un manchon, M, qui peut glisser à frottement doux sur l'arbre des cames ; ce manchon est solli-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cité à s'éloigner de la plaque de détente et à se rapprocher du rochet, R, par un ressort en acier, *r*, enroulé autour de la partie antérieure dudit manchon ; il est guidé dans ce mouvement par une clavette montée sur l'arbre et qui s'engage dans une rainure pratiquée dans le manchon : la solidarité entre celui-ci et l'axe, pendant la rotation, est ainsi assurée. A l'état de repos, le manchon est retenu dans la position qu'indique la figure par un doigt, *d*, qui s'appuie sur la face de gauche du plan incliné, P.

Au moment du déclanchement, l'épaulement du levier de dé-

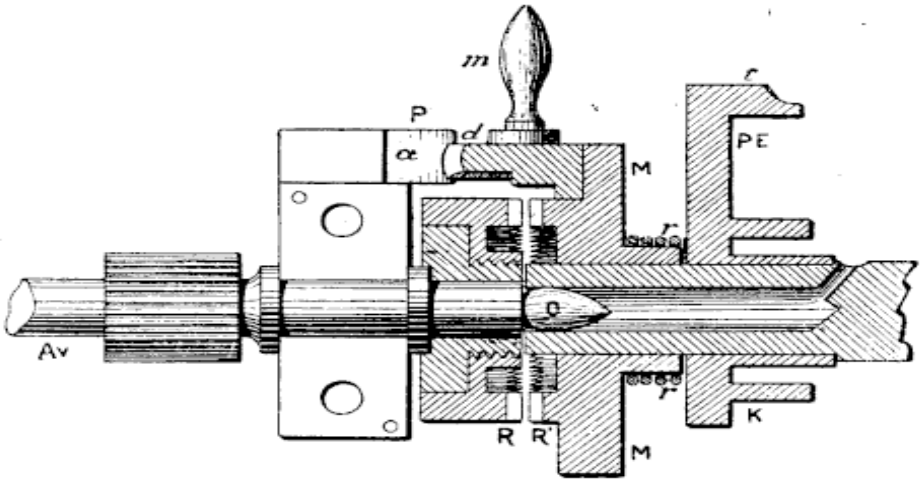


Fig. 63. — Embrayage Poëncin.

tente se dérobant à l'appui du taquet, *t*, la plaque de détente, PE, bascule, le doigt, *d*, peut alors glisser le long du plan incliné et, sous l'action du ressort, *r*, le manchon, M, se déplace d'avant en arrière, mettant en prise les dents des rochets, R′ et R : l'embrayage est opéré. A la fin de la révolution de l'arbre des cames, le doigt, *d*, rencontre la face de droite du plan incliné et se trouve repoussé vers l'avant ; les rochets se séparent et l'arbre vient au repos lorsque le taquet, *t*, rencontre l'épaulement du levier de détente. A ce moment, l'arête du doigt, *d*, a franchi celle du plan incliné et tout rentre dans la position indiquée sur la figure. Il va sans dire que le colimaçon a, entre temps, rappelé l'armature de l'électro-aimant au contact des noyaux.

Enfin, une petite manette, *m*, permet de ramener le système à la position de repos, lorsque la force vive a été impuissante à le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

faire, par exemple, si le déclanchement a été provoqué avant que l'appareil ait pris sa vitesse normale.

Modification Eglin. — Avec l'embrayage qui vient d'être décrit, la rencontre du doigt, *d*, du plan incliné, P, imprime au manchon une pression qui s'exerce d'un seul côté ; il en résulte que le manchon se coince sur l'arbre, en opposant au mouvement une résistance d'autant plus grande que le ressort, *r*, est plus tendu,

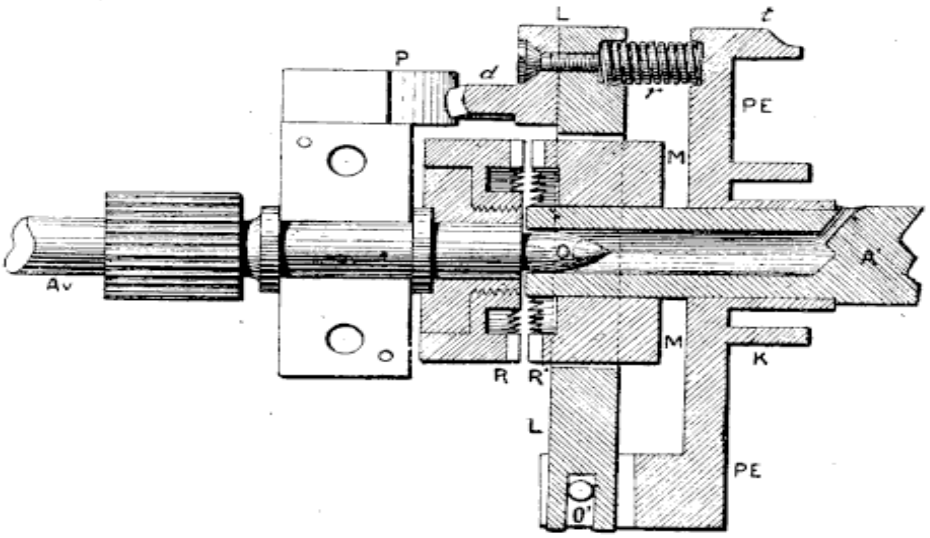


Fig. 64. — Embrayage Eglin.

ce qui amène à réduire la pression de ce ressort ; mais cette réduction n'est opérée qu'au détriment de la qualité de l'embrayage, car la vitesse de rotation du rochet, R, étant très grande (900 à 1 000 tours par minute), il importe que le manchon soit poussé très énergiquement afin d'éviter le glissement des dents les unes sur les autres.

Pour remédier à ces inconvénients, M. Eglin, Agent-mécanicien, propose le montage suivant (fig. 64 et 65). Le doigt, *d*, n'est plus directement solidaire du manchon, M, qui porte le rochet mobile, R′ ; ce doigt est monté sur un levier, L, articulé en O′ sur la branche inférieure de la plaque de détente, PE, et sollicité par un ressort, *r*, à pivoter d'avant en arrière. La liaison entre ce levier, L, et le manchon, M, est établie à l'aide de deux vis axiales, φ et φ' (fig. 65), qui, lors des déplacements du levier, guident le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manchon, non plus d'un seul côté, comme précédemment, mais bien par les deux extrémités d'un même diamètre : le coincement est donc rendu ici impossible.

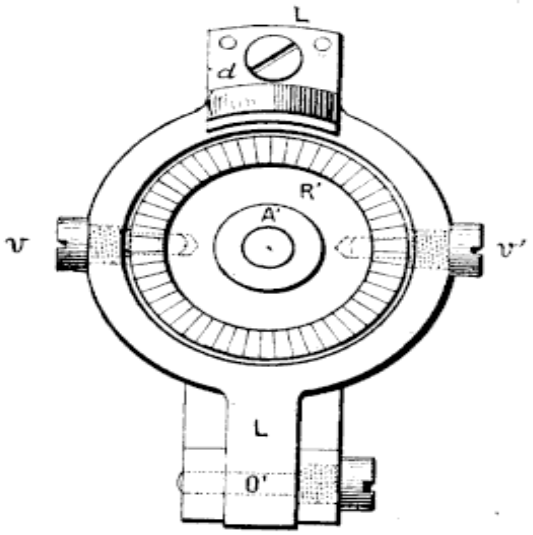


Fig. 65. — Rochet Eglin.

Déclanchement automatique Terral et Mandroux. — Le déclanchement automatique donne le contrôle de la transmission au départ, sans le concours de l'électro-aimant. La tige, T, (fig. 40 et 57), articulée sur le levier de transmission, s'engage, par son extrémité supérieure, dans une sorte de collerette pratiquée sur un bras de levier, *d*, solidaire de l'axe du levier de détente ; cette collerette est assez largement fraisée pour que la partie inférieure d'un écrou, φ', puisse s'y engager avec un jeu latéral appréciable ; un contre-écrou, φ, sert à immobiliser le premier lorsqu'on lui a donné la position convenable. Les déplacements de la partie de droite du levier de transmission sont ainsi communiqués à la tige qui, lorsqu'elle s'abaisse, entraîne avec elle le bras de levier, *d*, et fait basculer le levier de détente : l'arbre des cames est embrayé et une impression est produite sur la bande, exactement comme si le mouvement provenait d'un soulèvement de l'armature.

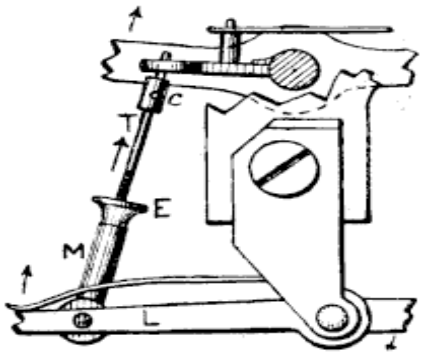


Fig. 66. — **Déclanchement automatique.**

Déclanchement Galoché et Poëncin. — Dans ce système, la tige, au lieu de tirer à droite le levier de détente, le soulève à gauche, ce qui aboutit au même résultat. La dite tige, T (fig. 66), est articulé sur le levier de transmission, L, à gauche du pivot de celui-ci ; elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se compose de deux parties : un manchon, M, monté sur le levier de transmission, et une tige, vissée dans le manchon et immobilisée ensuite par un écrou, E. A la partie supérieure de la tige, est enfilé et soudé un petit cylindre en acier, C, percé de trous diamétraux, qui permettent de faire tourner la tige, T, pour lui donner la longueur convenable.

Sur le levier de détente, on a allongé le petit bras qui soutient le ressort-lame, antagoniste du dit levier : cette partie allongée est percée d'un trou oblong, dans lequel s'engage l'extrémité supérieure de la tige, T, qui dépasse le cylindre, C. Lorsque la partie de gauche du levier de transmission est soulevée, elle entraîne la tige, dont le cylindre vient, à son tour, soulever le bras du levier de détente : celui-ci bascule et l'embrayage s'opère.

Roues des types, de correction et de frottement.

Axe de la roue des types. — L'axe de la roue des types (fig. 67) se prolonge, en dehors de la platine antérieure, d'une certaine longueur qui supporte trois roues : celles-ci, en comptant d'arrière en avant, sont :

La roue de frottement, RF ;

La roue de correction, RC ;

La roue des types, RT.

Ces trois roues présentent un montage spécial, destiné à répondre aux nécessités suivantes :

1° La roue des types doit pouvoir se déplacer d'une certaine quantité, par rapport à la roue correctrice, pour permettre l'inversion des lettres aux chiffres et réciproquement ;

2° La roue des types et la roue correctrice doivent pouvoir être avancées ou retardées, par rapport à leur axe, au moment de chaque impression, cela sous l'action de la came correctrice ;

3° Les deux mêmes roues doivent être repérées, ou *rappelées au blanc*, au commencement de chaque période de travail, afin qu'elles partent d'accord avec le chariot du poste correspondant : il est donc indispensable qu'on puisse les immobiliser, pendant que tout le reste de l'appareil est en mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Roue des types. — La roue des types, RT, est constituée par un disque en acier trempé, sur le pourtour duquel sont gravés les caractères. Les lettres y sont disposées dans l'ordre alphabétique, à 1/28 d'intervalle ; les chiffres et signes de ponctuation sont intercalés entre les lettres ; on a, ainsi, deux séries de caractères, que, par le système d'inversion, on pourra alternativement présenter à l'impression.

La roue des types est donc divisée en 56 parties égales occupées

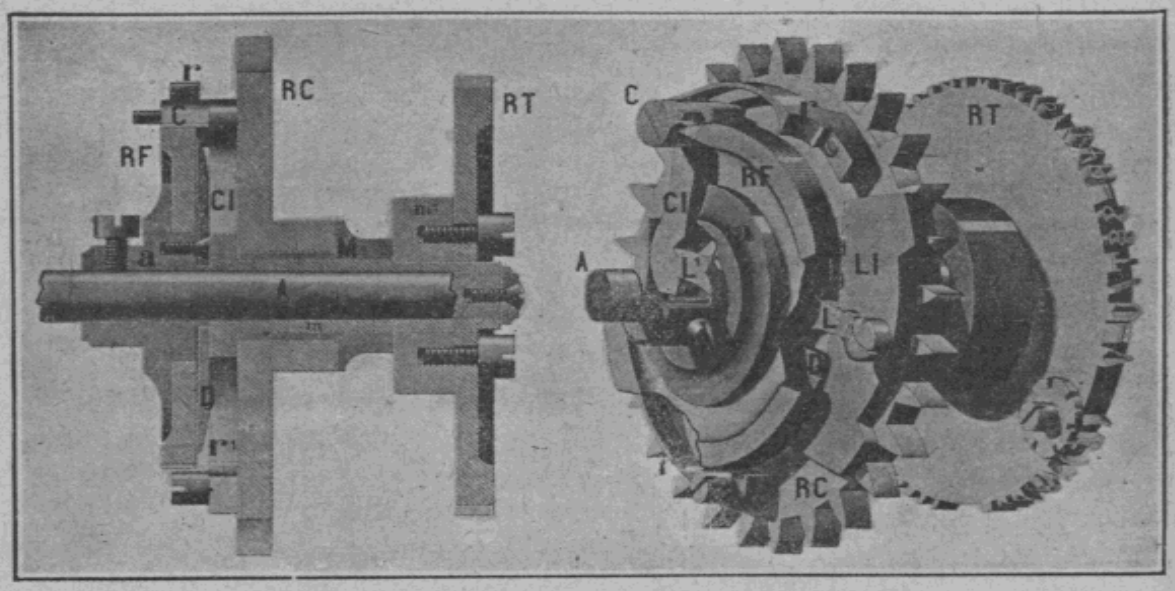


Fig. 67. — Roues des types, de correction et de frottement.

par les deux séries de 26 caractères, et par deux évidements de 2/56 ou 1/28 chacun, correspondant aux « blanc des lettres » et « blanc des chiffres ». Les appareils destinés aux relations intérieures comportent, à la place du W, exigible dans le service international, la lettre É.

La roue des types est encrée au moyen d'un tampon en drap, imbibé d'encre grasse, maintenu dans la gorge d'une roue (V. fig. 36, p. 44) ; un ressort à boudin en laiton agissant sur l'axe fait presser convenablement le tampon sur les caractères.

La roue des types est fixée à l'aide de deux vis sur un manchon, ou galet, en acier, m' (fig. 67) ; les trous dans lesquels passent ces deux vis sont étirés, de manière à permettre un certain déplacement de la roue des types par rapport au manchon, m' ; on peut ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

facilement orienter les caractères, afin que l'impression soit bien nette et également appuyée à droite comme à gauche. Le manchon, m', est goupillé sur un autre, m, beaucoup plus long, percé d'un trou cylindrique, qui permet de le placer à frottement très doux sur l'axe, A, de la roue des types.

Roue correctrice. — La roue correctrice, RC, est placée derrière la roue des types. Elle présente sur son pourtour vingt-huit dents (V. fig. 69). C'est dans les intervalles qui séparent ces dents que s'engage, à chaque impression, la came correctrice.

La roue correctrice est montée sur un manchon en laiton, M, enfilé sur le petit manchon, m, de la roue des types : cette dernière peut donc se déplacer, par rapport à la roue correctrice, à frottement très doux. Ces déplacements possibles sont limités et les deux roues rendues solidaires par le système d'inversion, C I, placé sur la face postérieure de la roue correctrice, et qui sera décrit plus loin (V. fig. 73 et 74).

Les deux roues, ainsi solidarisées, s'enfilent sur l'axe par le manchon, m ; une vis de bout d'axe, sous la tête de laquelle se serre une petite rondelle de laiton, les empêche de se déplacer ensuite d'arrière en avant.

Derrière la roue correctrice se trouve un cliquet, C, pressé par un ressort, r, qui sert à l'embrayage avec la roue de frottement.

Roue de frottement. — Cette troisième roue, RF (fig. 67 et 69) assure l'entraînement des deux premières ; elle est montée à frottement assez dur sur l'axe, d'où le nom donné à cette roue, qu'on appelle aussi *rochet de correction*.

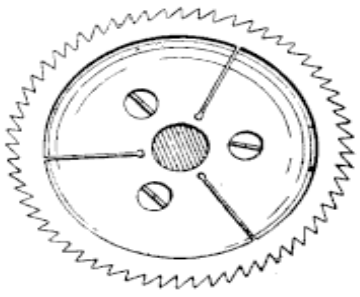


Fig. 68.

Un manchon, a (fig. 67), est fixé sur l'axe de la roue des types à l'aide d'une vis de pression ; la roue de frottement, RF, entaillée à sa partie centrale d'une ouverture circulaire, est montée sur le manchon, a, et pressée contre l'épaulement de ce dernier par un ressort bombé, en laiton, r' ; ce ressort est de forme circulaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 68), fendu suivant trois rayons ; trois vis, traversant ce ressort, s'enfoncent dans l'épaisseur du manchon, *a*; en serrant ces vis, on redresse le ressort bombé, dont le pourtour vient s'appuyer d'autant plus fortement contre la roue, très près de la circonférence. Grâce à ce serrage, il faut exercer sur la roue un effort assez appréciable pour la faire tourner : il y a donc, entre ces deux pièces, une solidarité suffisante pour que l'entraînement puisse être assuré, tout en permettant à la came correctrice d'opérer le décalage des trois roues par rapport à leur axe.

La roue de frottement est entaillée, sur son pourtour, de petites dents de rochet très fines, dirigées dans le sens du mouvement, qui est celui des aiguilles d'une montre. L'embrayage avec la roue de correction se fait par l'intermédiaire d'un cliquet, *c* (fig. 69), placé derrière celle-ci ; ce cliquet, articulé en son point d'appui, est pressé par un ressort, fixé derrière la roue de correction et qui, jusqu'à ces temps derniers, revêtait la forme indiquée par la figure ; dans les constructions récentes, on lui a substitué un ressort à boudin, en acier. Ce ressort tend à abaisser l'extrémité du cliquet vers le centre de la roue ; le cliquet est garni de dents dirigées en sens inverse de celles du rochet et qui s'emboîtent dans celles-ci, lorsque le cliquet est abandonné à l'action du ressort. L'embrayage est ainsi opéré, et les roues de correction et des types sont rendues solidaires de l'axe.

La came correctrice, au moment où une impression s'effectue, avance ou retarde les roues de correction et des types, suivant que, depuis le précédent déclanchement, elles ont pris du retard ou de l'avance. Dans le premier cas, la roue correctrice étant poussée dans le sens du mouvement, les dents du cliquet glissent sur celles du rochet, pour venir ensuite se mettre en prise avec d'autres, situées plus en avant.

Lorsque, au contraire, la roue de correction est en avance, la came correctrice l'immobilise momentanément : dans ce cas, la roue de frottement est, elle aussi, arrêtée jusqu'à ce que la came correctrice, ayant terminé son action, rende la liberté à tout le système ; l'entraînement se rétablit comme précédemment.

Rappel au blanc. — Pour repérer les deux roues par rapport

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au chariot transmetteur de l'autre poste, il suffit de les désembrayer et de les immobiliser dans des conditions telles que la première émission reçue détermine la mise en marche et la projection du papier dans l'évidement correspondant au blanc des lettres. De cette façon, et à la condition que cette première émission ait été provoquée par le goujon « blanc des lettres », les deux organes mobiles correspondants, partis en même temps d'un même point et animés de vitesses identiques, réaliseront les conditions indispensables à l'établissement d'un synchronisme.

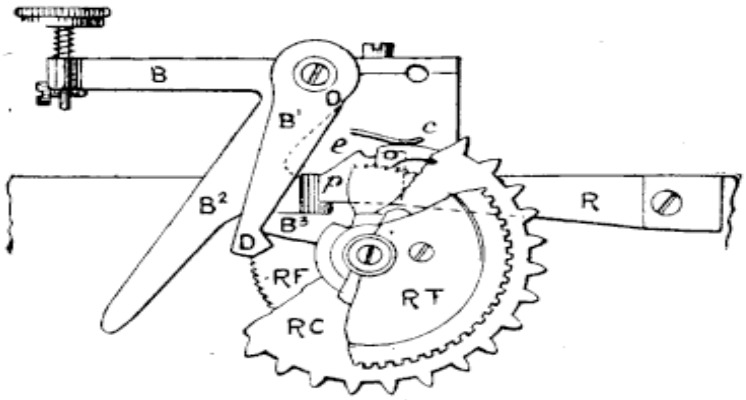


Fig. 69.

Ce repérage s'appelle le *rappel au blanc*, et la pièce qui l'effectue a reçu le nom de *levier de rappel au blanc*.

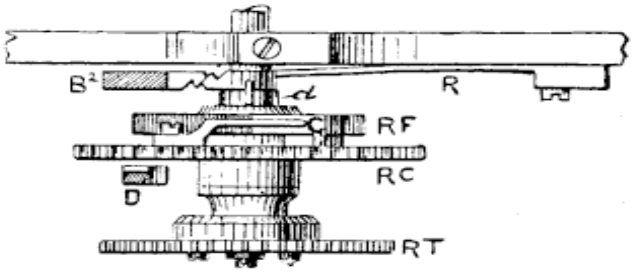


Fig. 70. — Rappel au blanc. — Position d'embrayage.

La figure 69 montre le système lorsque les roues de correction et des types sont embrayées : celles-ci sont vues de face ; la figure 70 représente le même système vu de dessus. Le levier de rappel au blanc se compose de trois branches, B, B^1, B^2, solidaires et mobiles autour d'une vis à portée située en O, à leur point de rencontre ; les deux branches B et B^2 sont dans le même plan et très près de la platine antérieure ; la troisième, B^1, réunie aux deux premières par un manchon en laiton, se déplace dans un plan parallèle et situé entre la roue des types et la roue de correction. La branche supérieure, B, est terminée par un bouton, sur lequel agit le doigt de l'opérateur ; la branche B^2 porte, vers sa partie médiane, un petit bras de levier, B^3, terminé en biseau et entaillé d'une enco-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

che ; la branche B^1, plus courte que la précédente, se termine par un bec, D, tourné vers la droite.

La roue des types, RT, et la roue de correction, RC, sont embrayées avec la roue de frottement, RF, dont les dents sont en prise avec celles du cliquet, *c*. Derrière la roue de frottement, se trouve un plan incliné, *p* ; ce plan incliné présente une face ascendante à gauche, son point culminant est entaillé d'une gorge, sa face descendante de droite est très courte. Il est monté très près de la platine antérieure sur le ressort-lame, R, fixé par une vis à la dite platine.

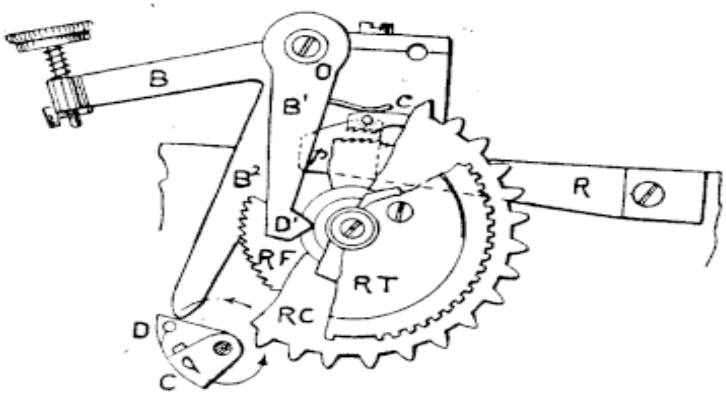


Fig. 71.

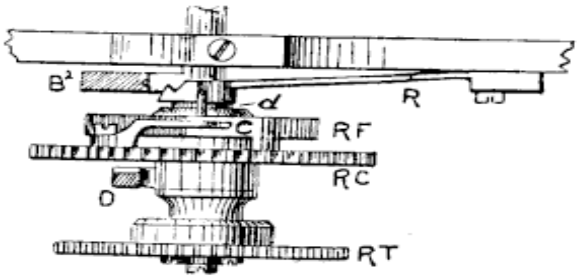


Fig. 72. — Rappel au blanc. — Position de désembrayage.

Si, l'appareil étant en marche, on appuie sur le bouton, le système de leviers bascule autour de son axe, O; le bec, D, de la branche B^1, vient s'appuyer sur le manchon de la roue correctrice, qui limite ainsi provisoirement le mouvement ; la branche B^2 glisse l'extrémité de son biseau, B^3, entre la platine et le plan incliné, formant coin, et obligeant le dit plan incliné à se déplacer d'arrière en avant, et à venir se mettre sur le passage du doigt, *d*, que porte, à sa partie d'arrière, le cliquet d'embrayage, *c*. Les roues, RT et RC, continuant à tourner, le doigt du cliquet rencontre bientôt la partie gauche du plan incliné, en fait l'ascension et exécute ainsi un mouvement de bas en haut, qui a pour effet de séparer les dents du cliquet de celles du rochet. Le doigt du cliquet vient se loger dans l'encoche du plan incliné. Au même moment, le bec, D, de la branche B^1, rencontre une entaille,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pratiquée dans le manchon de la roue correctrice et, sous la pression exercée par l'opérateur, s'engage dans cette entaille, immobilisant ainsi les deux roues, et empêchant que la vitesse acquise permette au doigt du cliquet de franchir le plan incliné.

Le déplacement complémentaire, résultant de l'enfoncement du bec, D, dans l'entaille, a permis, en outre, au biseau de la branche B^3 de se glisser plus avant entre la platine et le plan incliné : une petite dent, taillée sur la face postérieure de celui-ci, peut alors s'emboîter dans l'encoche du biseau et agrafer, en quelque sorte, ce dernier. La pression exercée par le ressort sera ainsi impuissante à chasser le biseau, et aucun embrayage intempestif ne pourra se produire.

La roue des types étant immobilisée, avec la roue correctrice, l'évidement du « blanc des lettres » se trouve un peu à droite du bas de la verticale passant par l'axe. Dès qu'une émission de courant est reçue dans l'électro-aimant, un déclanchement se produit, qui met en mouvement l'arbre des cames. La came correctrice, C, rencontre sur son passage une dent de la roue correctrice et la pousse devant elle (fig. 71 et 72), obligeant ainsi le bec, D, à sortir de l'entaille du manchon et le doigt du cliquet à abandonner l'encoche du plan incliné pour venir glisser le long de la partie de droite de ce dernier : le cliquet, sous l'action de son ressort, tombe sur la roue de frottement ; l'embrayage est opéré, la roue des types est, de nouveau, entraînée par son axe.

Au moment où la came correctrice se trouve complètement engagée entre la dent sur laquelle elle agit et la suivante, le papier est soulevé par la came d'impression et trouve devant lui l'évidement du « blanc des lettres », qui a franchi l'angle qui le séparait de la verticale.

Pendant le même temps, le biseau de la branche B^3 a quitté la dent du plan incliné ; l'extrémité inférieure de la branche B^2 est ensuite rencontrée par la came de dégagement, D, qui la chasse vers la gauche, ramenant ainsi tout le système de leviers à la position de repos indiquée par la figure 69.

Inversion. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, les caractères,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lettres et chiffres, sont alternés sur la roue des types, divisée en 56 parties égales. La roue correctrice est entaillée, sur son pourtour, de 28 dents, ou, si l'on préfère, de 56 divisions, dont 28 en relief et 28 en creux. Si, donc, l'on superpose la roue des types à la roue correctrice, en faisant coïncider les divisions, l'une des séries, celle des lettres, par exemple, correspond aux creux et l'autre, celle des chiffres, aux dents de la roue correctrice. Dans ces conditions, si la bande de papier, projetée contre la roue des types, ne peut rencontrer que le caractère placé en face d'un creux, on imprimera des lettres et rien que des lettres, les chiffres, en regard des dents, étant hors d'atteinte lors du soulèvement du papier.

Ceci étant admis, on voit que, pour *inverser* la série accessible à l'impression, il suffira de déplacer la roue des types d'un angle égal à 1/56 de circonférence, par rapport à la roue correctrice : les lettres seront alors en regard des dents, tandis que les chiffres viendront se placer vis-à-vis des creux. Lorsqu'on aura fini d'imprimer des chiffres, un autre déplacement, en sens inverse et de même valeur, rétablira la relation précédente entre les deux roues : la bande enregistrera des lettres.

Le manchon, *m*, de la roue des types est solidaire d'un levier à deux branches, invisible sur la coupe de la figure 67 et qui est représenté ci-après, vu à travers les roues des types, RT, et de correction, RC (fig. 73 et 74). Ce levier, LL′, ajusté sur le manchon de la roue des types, de manière à pouvoir glisser sans frottement contre la surface postérieure de la roue correctrice, est maintenu, par l'extrémité triangulaire de sa branche L′, dans l'une des deux encoches, *e* ou *e′*, pratiquées dans un bras de levier, C*i*, ou *cliquet d'inversion*. Sur ce cliquet, qui pivote en *k*, sur la roue de correction, presse un ressort, *r′*, fixé également au dos de la roue de correction. La liaison ainsi établie entre le levier, solidaire de la roue des types, et le cliquet, monté sur la roue de correction, assure l'entraînement de la première par la seconde. La branche opposée, L, du levier d'inversion, s'engage dans une ouverture pratiquée à la partie médiane d'une plaque en acier, *l*, appelée *plaque d'inversion*. Celle-ci, mobile autour d'une vis, *u*, qui la rend solidaire de la roue correctrice, se termine à chacune de ses extrémités par une sorte de dent, *m* et *n* ; enfin, elle est placée de telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façon que, lorsque la branche L du levier d'inversion est engagée dans son ouverture circulaire, l'une des dents obstrue un creux de la roue de correction, tandis que l'autre vient seulement affleurer le fond d'un autre creux. L'un de ceux-ci est celui dans lequel s'engage la came correctrice, lors du déclanchement du « blanc des lettres » ; l'autre est celui qui correspond au « blanc des chiffres ».

La figure 73 montre la roue des types dans la position qui correspond à l'impression des lettres : celles-ci se trouvent vis-à-vis

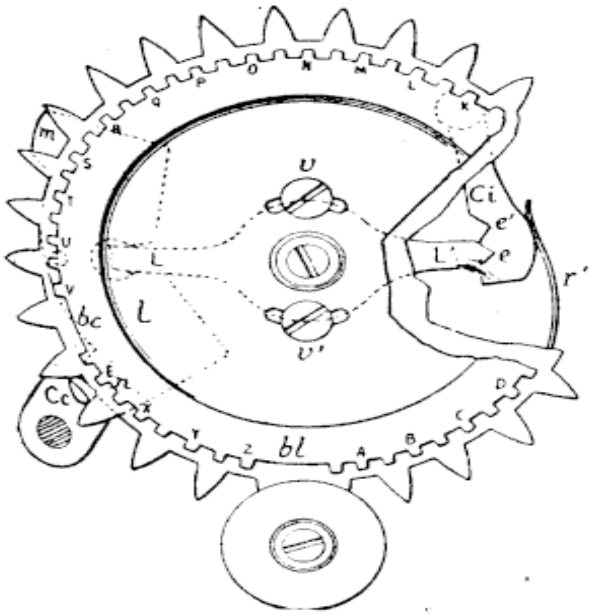


Fig. 73. — Inversion. — Position des lettres.

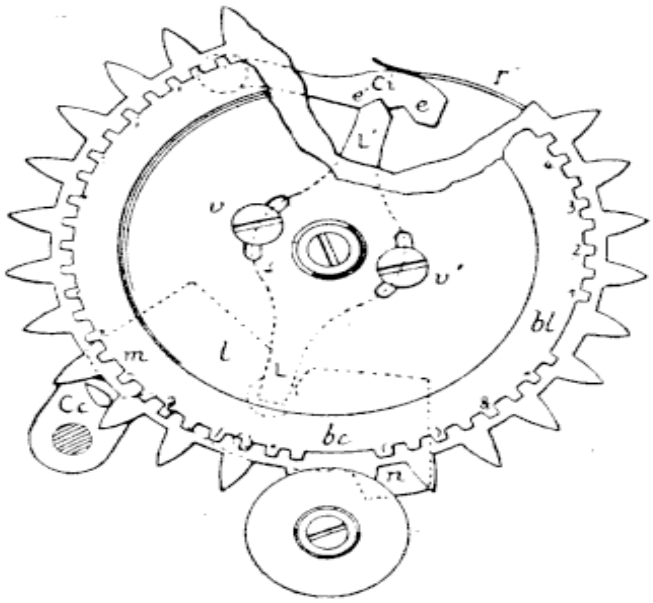


Fig. 74. — Inversion. — Position des chiffres.

des creux, tandis que les chiffres sont en regard des dents de la roue correctrice. La branche L′, du levier d'inversion, est dans l'encoche, *e*, du cliquet, C*i*; la dent, *m*, de la plaque obstrue le creux du « blanc des chiffres », tandis que celui du « blanc des lettres » est dégagé. Si, dans ces conditions, on reçoit le signal « blanc des chiffres », la came de correction, C (fig. 74), pour s'engager dans le creux obstrué, pousse la dent, *m*, qui s'oppose à son passage ; sous cette action, la plaque pivote autour de sa vis, et la seconde dent, *n*, vient boucher l'intervalle « blanc des lettres ». La branche L, du levier d'inversion, entraînée dans ce mouvement, pivote également, et la branche L′, quittant l'encoche *e*, soulève le cliquet, C*i*, pour venir s'engager dans l'autre encoche, *e′*, où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle reste maintenue par le cliquet. Le levier d'inversion se trouve donc déplacé d'un angle égal à celui qui existe entre les deux encoches, e et e', soit 1/56e de circonférence. La roue des types, solidaire du levier d'inversion, est décalée, de même, par rapport à la roue de correction; les chiffres qui, sur la figure 73, se trouvaient correspondre aux dents de cette dernière, sont maintenant (fig. 74), en face des creux et offerts à l'impression. Ils y resteront tant que les intervalles blancs, séparant les groupes de signaux, seront produits par l'abaissement de la touche « blanc des chiffres ».

Lorsqu'on recevra le signal « blanc des lettres », la came correctrice, trouvant le creux correspondant obstrué par la dent, n, de la plaque, la repoussera, faisant pivoter en sens inverse cette dernière et le levier LL′; la branche L′ quittera l'encoche e', pour venir en e; la roue des types sera décalée de 1/56 et les lettres reviendront se placer en face des creux de la roue de correction.

Impression.

La figure 75 montre l'ensemble du mécanisme d'impression : l'arbre des cames, A, est placé à gauche des roues des types, RT,

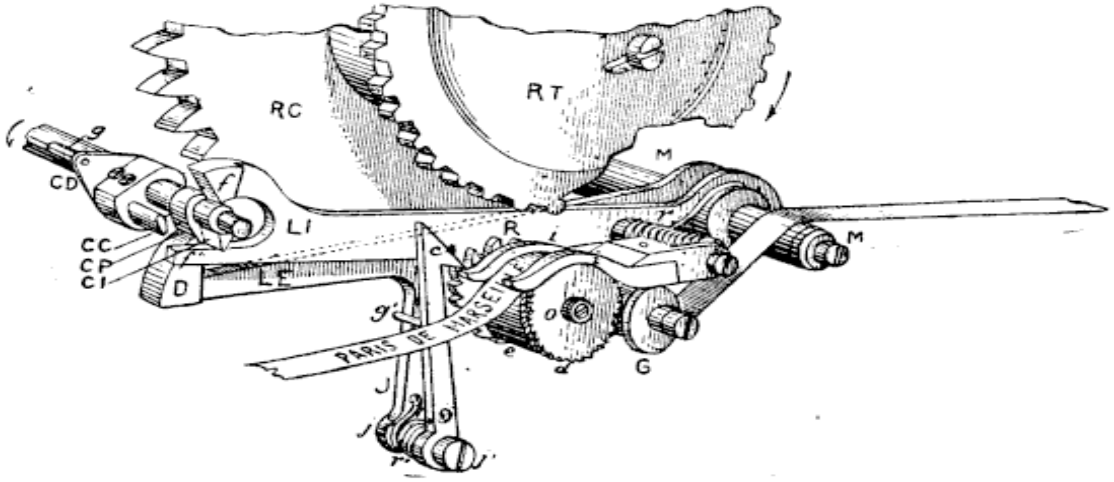


Fig. 75. — Mécanisme d'impression.

et de correction, RC, un peu au-dessous du rayon qui formerait, avec la verticale, un angle de 45°; l'extrémité antérieure porte des cames, ayant chacune une forme et une position particulières, qui vont être examinées (V. aussi fig. 58, p. 65).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Came de dégagement. — La came de dégagement, la première qu'on rencontre en partant de la platine antérieure de l'appareil, est constituée par une petite goupille, CD, portée par un bras, fixé sur l'axe. Sa fonction consiste à chasser devant elle la branche inférieure du levier de rappel au blanc et à empêcher le biseau de celui-ci de rester engagé entre la platine et le plan incliné (V. fig. 71, p. 78).

Came correctrice. — La came correctrice, CC, est en acier fortement trempé; elle est constituée par une languette, dont la coupe serait celle d'une olive allongée et pointue ; cette forme a pour objet de diminuer les chances de rencontres entre la came et l'extrémité des dents de la roue correctrice : son arête étant dirigée en avant, c'est donc par une ligne, et non par une surface, qu'elle attaque la dent sur laquelle elle agit. Par contre, l'arête s'use relativement vite, malgré la trempe, d'où la nécessité de changer de temps en temps la came.

Pour permettre cette opération, elle a été montée de la façon suivante : le manchon qui la supporte est traversé par une ouverture, dont le profil correspond à celui de la coupe de la came; la languette d'acier s'y emboîte et y est ensuite maintenue à l'aide de deux vis de pression ; elle est assez longue pour dépasser en arrière du manchon. Lorsque la partie d'avant est émoussée, il suffit de retourner la came, bout pour bout, et de la fixer de nouveau : une partie neuve est ainsi substituée à celle usagée.

Les fonctions de la came correctrice peuvent se résumer ainsi :

1° Mise en marche des roues de correction et des types après le rappel au blanc (V. p. 78) ;

2° Rectification, à chaque impression ultérieure, de la position des deux roues (V. p. 76) ;

3° Déplacement de la plaque d'inversion et décalage de la roue des types par rapport à la roue de correction ;

4° Interruption du circuit des bobines de l'électro-aimant au moment où l'arbre des cames se met en marche (V. p. 81). Cette dernière fonction ne rentre pas, à proprement parler, dans les attributions exclusives de la came correctrice : celle-ci n'a été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

choisie pour cet office qu'à cause de la commodité qu'offrait sa position à l'état de repos.

Came et levier d'impression. — La came d'impression, CI, est située à la partie antérieure de l'axe ; elle consiste en un petit prisme en acier, dont les deux faces latérales se coupent en suivant un angle très aigu. A l'état de repos, l'arête est dirigée vers le bas et se trouve sur la verticale qui passe par l'axe.

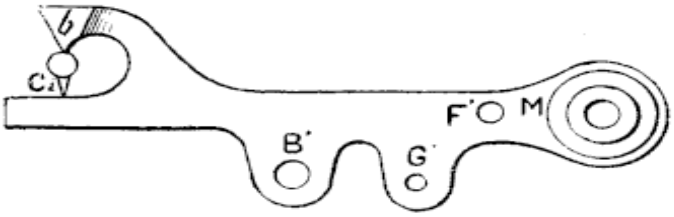


Fig. 76. — Levier d'impression.

Le levier d'impression est constitué par une forte lame d'acier, LI, placé au-dessous et un peu en arrière de la roue des types, RT. Son extrémité de droite est terminée par un manchon en laiton, M (fig. 76 et 77), enfilé sur un axe. L'extrémité de gauche du levier d'impression se termine par une sorte de fourchette, dont la branche inférieure est rectiligne et l'autre taillée en forme de bec, *b*. C'est entre les deux branches de cette fourchette que se déplace la came d'impression, CI. A l'état de repos, le bec du levier d'impression s'appuie sur l'arbre des cames, en un point diamétralement opposé à l'arête de la came.

A la partie médiane, se trouvent deux renflements demi-circulaires, B′ et G′, percés chacun d'un trou et, entre le dernier, G′, et le manchon, M, un troisième trou, F′, se trouve dans le corps même du levier d'impression. Le premier de ces trous est destiné à recevoir l'axe du *barillet*, B (fig. 77). Le barillet se compose d'un cylindre creux, dont les deux bases sont fermées par de petites molettes, *m* et *m′*, hérissées, sur leur pourtour, de deux rangées de petites dents très fines et très aiguës. La partie médiane est garnie d'une petite couche de gutta-percha : c'est sur ce coussin élastique que se fera l'impression, sur

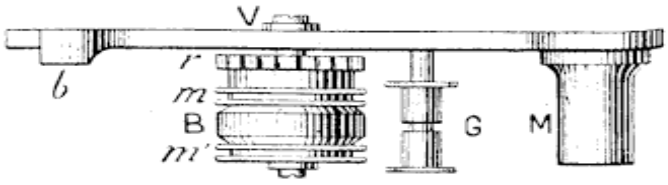


Fig. 77. — Levier d'impression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la bande de papier, dont les bords reposent sur les dents des molettes.

Tout à fait derrière le barillet et solidaire de celui-ci, est fixée une petite roue à rochet, *r*, dont les dents sont dirigées en sens inverse du mouvement du barillet. Ce rochet, actionné par un cliquet porté par le levier de progression, sert à l'avancement du papier après chaque impression.

Les deux molettes, le cylindre et le rochet forment une seule pièce dont l'axe est monté dans le trou B′ du levier d'impression (fig. 76), et est maintenu par derrière au moyen d'une vis et d'une rondelle, V (fig. 77).

Le trou, percé dans le second renflement, G′ (fig. 76) du levier d'impression, est taraudé, afin de recevoir l'extrémité filetée d'un petit axe en acier, qui supporte le guide-papier, G (fig. 77), analogue à celui du récepteur Morse.

Enfin, le trou F′ (fig. 76), est destiné à recevoir l'axe d'un presse-papier ou *fourchette*, F (fig. 78), en ivoire, dont les deux branches sont suffisamment écartées pour que la partie médiane de la bande de papier soit à découvert et puisse venir au contact de la roue des types ; un ressort à boudin en acier, *r*, tend à abaisser la fourchette et assure ainsi la pression convenable de la bande de papier sur les dents des molettes, *m* et *m′*.

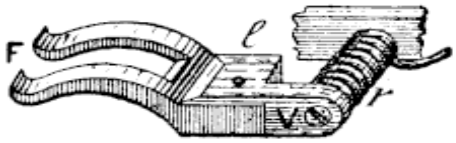


Fig. 78. — Fourchette.

Au moment où la came et le levier d'impression se trouvent bec à bec, le barillet, soulevé, vient appliquer la bande contre le caractère situé sur la verticale passant par l'axe de la roue des types ; le mouvement ascensionnel du barillet est limité, grâce à la branche horizontale de la fourche du levier d'impression : celle-ci, à l'état de repos, se trouve très près de l'arête de la came d'impression, sans toutefois la toucher. Le peu de jeu, ainsi laissé, ne permet pas au barillet un mouvement de beaucoup supérieur à celui que lui communique la came et évite l'écrasement de la bande sur le caractère.

Came et levier de progression. — La came de progression,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CP (fig. 75 et 80), est montée sur l'arbre entre les cames de correction et d'impression.

Le levier de progression, L*p* (fig. 79), est placé derrière le levier d'impression, L*i* ; il est monté sur le même axe que celui-ci, par l'intermédiaire d'un manchon en laiton, M'. L'extrémité de gauche du levier de progression se termine par un bec arrondi, B (fig. 80), un appendice vertical, A, porte, articulé à son extrémité, un bras de levier terminé par une dent, C, et qu'on appelle *cliquet à ressaut* ; un ressort à boudin, en laiton, *r'*, visible sur la figure 75, tend à déplacer le cliquet vers la droite, antdis qu'une goupille, *g'*, montée sur le cliquet et s'appuyant sur l'appendice vertical, limite ce mouvement.

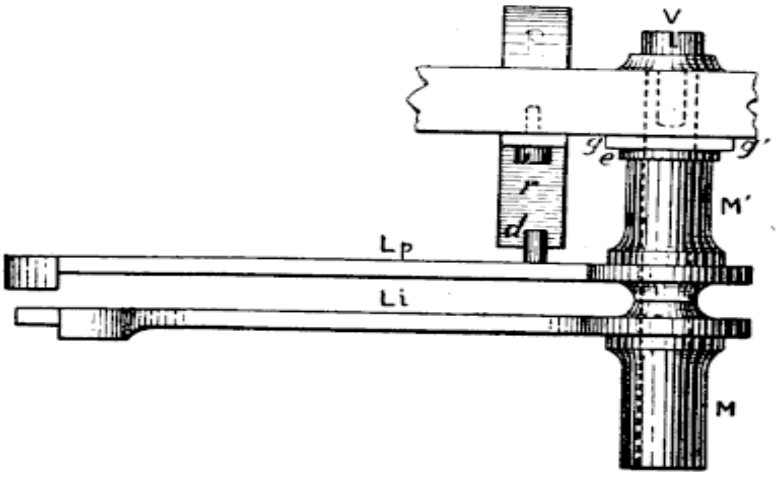


Fig. 79. — Leviers d'impression et de progression.

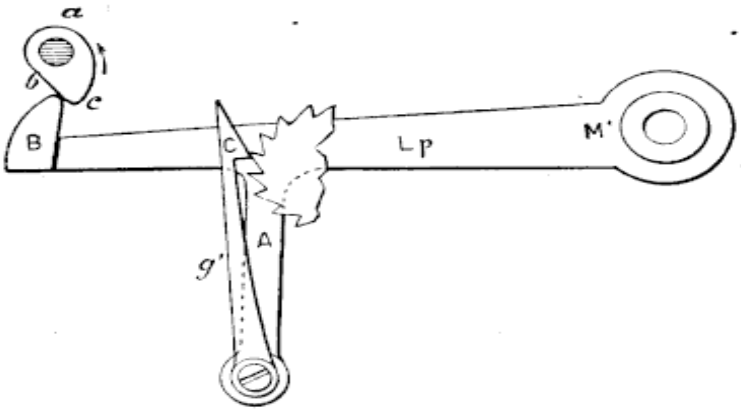


Fig. 80. — Levier de progression.

A l'état de repos, le bec du levier de progression s'appuie sur la partie rectiligne de la came placée au-dessus de lui ; il est soutenu par un ressort, en U, *r* (fig. 79), qui tend à soulever un petit doigt, *d*, monté sur le levier.

Le bec du levier de progression, ainsi appliqué contre la came, s'élève ou s'abaisse pendant le mouvement de celle-ci, suivant le degré d'excentricité des points qu'elle lui présente successive-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment. Le cliquet à ressaut, agissant sur les dents de rochet que porte le barillet d'impression, fait tourner celui-ci, qui entraîne la bande de papier dans son propre mouvement.

Fonctionnement du mécanisme récepteur. — Les roues des types et de correction étant immobilisées par le rappel au blanc, le premier courant reçu de la ligne permet à l'armature de venir buter contre la vis de réglage du levier de détente ; celui-ci, soulevé à gauche, s'abaisse à droite ; le taquet passe par-dessus l'épaulement ; les dents du cliquet viennent se mettre en prise avec celles du rochet, solidaire de l'arbre du volant ; l'axe des cames est embrayé.

Le premier mouvement détermine un léger déplacement des cames, mais aucune d'elles n'est encore dans sa position de travail ; seule, la came de progression présente au bec du levier qu'elle commande un rayon plus petit que celui sur lequel avait lieu l'appui au repos ; le levier peut donc s'élever légèrement, sous l'action de son ressort en U, et la dent de son cliquet, qui se trouvait très près de l'arête d'une des dents du rochet de progression, dépasse cette arête et vient s'enfoncer dans le creux au-dessus ; elle agrafe maintenant la dent sur laquelle, tout à l'heure, elle s'appuyait seulement.

Bientôt, après un tiers de tour environ, l'arête de la came correctrice rencontre une dent immobile de la roue de correction (V. p. 78), la pousse devant elle et rétablit l'embrayage de cette roue avec la roue de frottement : la came correctrice s'engage complètement dans le creux qui lui est offert, empêchant ainsi la roue de correction de sauter sous la poussée brusque et assurant le repérage exact. A ce moment, la came et le levier d'impression se trouvent bec à bec : le barillet d'impression est projeté dans l'évidement « blanc des lettres » de la roue des types, mais si un caractère se trouvait gravé à cet endroit de la roue, il serait imprimé *au vol.*

Au même instant, la came de progression qui, jusque-là, avait glissé par sa partie concentrique, *b*, *a*, sur le bec de son levier, présente à celui-ci le commencement de sa partie excentrée, *a*, *c* : le levier s'abaisse, entraînant, par son cliquet, la dent du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

barillet, sur laquelle il s'appuie : le barillet commence à tourner au moment où le papier doit s'éloigner de la roue des types ; ce mouvement concourt à assurer la netteté de l'impression en faisant, en quelque sorte, rouler le papier sur le caractère ; les molettes dentées obligent le papier à suivre le mouvement; le point du barillet, où aura lieu la prochaine impression, se recouvre d'une partie vierge.

La came de dégagement rencontre alors la branche inférieure du levier de rappel au blanc et ramène tout le système au repos.

Dès que la partie excentrée de la came de progression a fini de refouler son levier, le rôle des cames est terminé ; le colimaçon a rappelé l'armature de l'électro-aimant au contact des noyaux : le désembrayage de l'arbre des cames s'opère.

Pendant cette dernière phase de la course, le levier de progression remonte le long de cette partie rectiligne et le bec du cliquet vient se placer, comme l'indique la figure 80, très près de la partie supérieure de la dent qu'il accrochera au prochain déclanchement.

Enfin, la came correctrice, qui avait abandonné le ressort sur lequel elle presse, à l'état de repos, remet les bobines en communication avec la ligne.

En résumé, le jeu des diverses cames se fait dans l'ordre et de la façon suivante : la came correctrice agit la première, soit pour mettre en marche la roue correctrice, soit pour rectifier sa position, si elle est déjà en mouvement; dans un cas comme dans l'autre, elle s'engage entre deux dents pour caler la roue des types au moment de l'impression.

La came d'impression entre ensuite en jeu et projette le barillet contre la roue des types.

La came de progression refoule aussitôt son levier qui, par l'intermédiaire du cliquet à ressaut, fait tourner le barillet et avancer le papier.

Enfin, la came de dégagement chasse, le cas échéant, le levier de rappel au blanc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Organes du mouvement.

Poids moteur. — La force qui met l'appareil en mouvement est fournie par une masse pesante qui, dans sa chute, entraîne une roue en acier, par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle. Sur l'axe de cette roue en est une autre, en bronze, qui engrène avec un pignon placé sur un deuxième axe ; le mouvement reçu par ce dernier est transmis, de la même façon, à un troisième axe, et ainsi de suite.

L'appareil comporte cinq axes horizontaux, supportés par deux

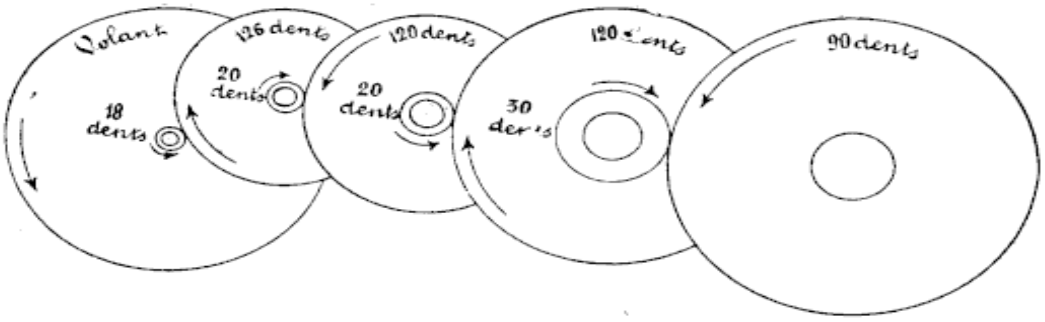


Fig. 81.

platines en laiton ; un sixième axe, vertical, est celui du chariot. Le premier axe est entraîné par le poids ; le second et le troisième transmettent le mouvement au quatrième, celui de la roue des types ; le cinquième est l'axe du volant et le sixième, l'axe du chariot. La figure 81 indique le rapport du nombre des dents entre chaque roue menante et sa roue menée : un tour entier de la roue que commande le poids correspondant à 108 tours de la roue des types et à 756 de l'axe du volant.

Le poids moteur est constitué par la réunion de rondelles de plomb, généralement au nombre de six, et pesant chacune 10 kilogrammes.

L'extrémité opposée de la tige qui supporte le poids, forme un crochet, permettant de la suspendre à la chape d'une poulie (fig. 82) ; une chaîne de Galle, sans fin, soutient la poulie.

La roue en acier, qui supporte le poids, est munie de fortes dents qui s'engagent dans les mailles de la chaîne de Galle ; partant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette roue motrice, R*m*, la chaîne descend à gauche, traverse la table de l'appareil, pour venir s'engager dans la gorge de la poulie, P, dont la chape supporte le poids moteur, P*m*, remonte à droite et vient s'emboîter sur les dents d'une roue en acier, R. Celle-ci n'est mobile que pendant le remontage du poids ; en temps ordinaire, elle est immobilisée par un cliquet, C′, appelé *cliquet de retenue*, qui, sollicité par un ressort, *r*′, à se déplacer de gauche à droite, vient caler une dent d'un rochet, R*r*, solidaire, par son manchon, de la roue de chaîne R : cette dernière ne peut donc obéir à la traction du poids (V. fig. 83).

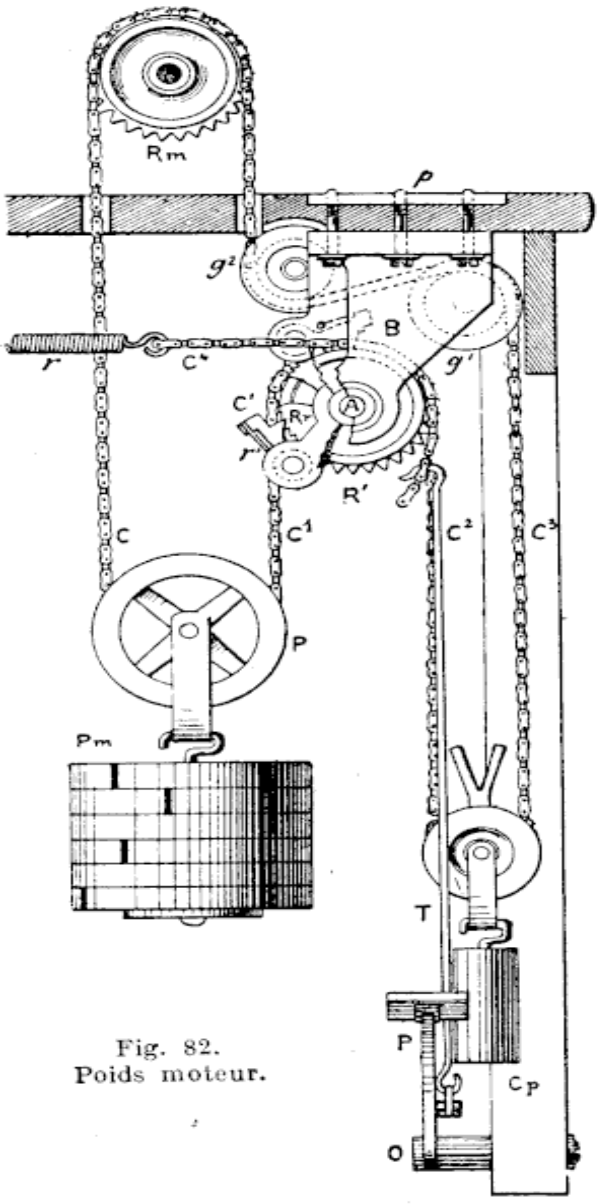


Fig. 82.
Poids moteur.

La chaîne est tendue ensuite par un petit contre-poids, C*p*, en passant dans la gorge d'une poulie à chape ; de là, la chaîne va retrouver la roue motrice, R*m*, en contournant deux galets, g^1, et g^2, qui n'ont pas d'autre fonction que de la guider.

Remontoir à pédale. — L'élévation périodique du poids s'effectue par l'intermédiaire d'un *remontoir à pédale*. Les différentes parties qui le composent sont supportées par un bâti en fonte, B (fig. 82), fixé sous la table de l'appareil. L'axe, A, porte une série de mobiles, que le croquis ci-après (fig. 83) représente sous la forme théorique et dépouillés de leurs accessoires : la roue

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du remontoir, R, est rendue solidaire du rochet, R*r*, par l'intermédiaire du manchon, *m* ; celui-ci est monté à frottement doux sur l'axe, A, et peut tourner indépendamment de lui. Le *cliquet de retenue*, C′, calant une dent du rochet, R*r*, l'empêche de tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre et assure ainsi le point d'appui de la branche de chaîne, C_1, sur la roue dentée, R.

A l'extrémité antérieure de l'axe, A, est monté, également à frottement doux, un autre manchon, *m′*, portant une roue dentée, R′, et un cliquet, C″, ou *cliquet d'entraînement*. Sur les dents de la roue R′ passe un bout de chaîne de Galle, C_4, dont deux extrémités sont attachées, l'une à une tige en acier, T, accrochée à la pédale, P, l'autre à un ressort à boudin, *r*, fixé, par son bout opposé, sous la table de l'appareil.

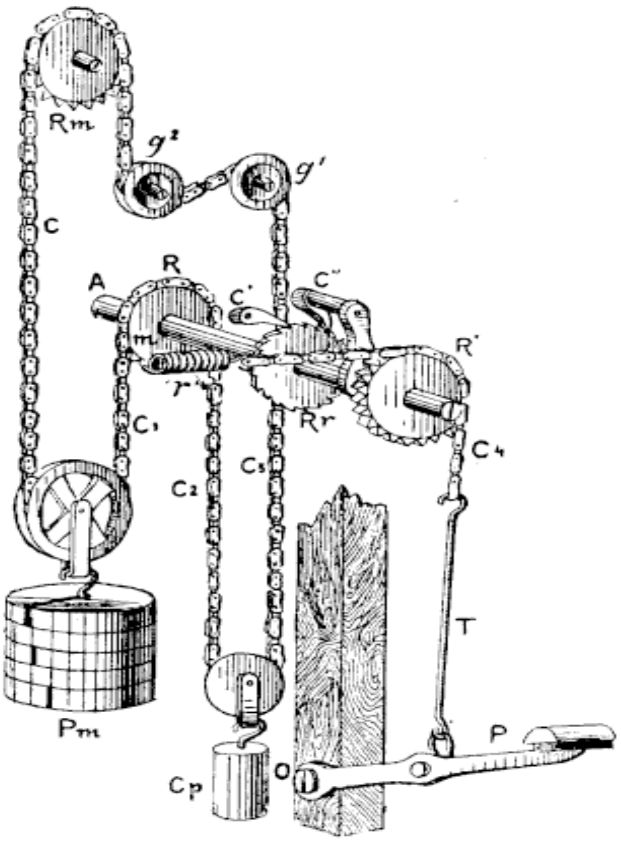


Fig. 83. — Remontoir à pédale.

Lorsque l'opérateur appuie sur la pédale, celle-ci, en s'abaissant, entraîne la tige, T, et le bout de chaîne de Galle, C_4, malgré l'opposition du ressort, *r*, qui s'allonge : la roue R′, tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le cliquet d'entraînement, C″, oblige le rochet, R*r*, à suivre son mouvement ; les dents du rochet soulèvent le cliquet de retenue, C′, qui, sous l'action de son ressort, retombe dans chacun des creux qui passent sous lui ; la roue dentée, R, tourne donc comme la roue de pédale, R′, dans le sens des aiguilles d'une montre ; la branche de chaîne, C_1, est raccourcie, tandis que la branche C_2 s'allonge d'une quantité égale ; le poids moteur, P*m*, remonte et le contrepoids, C*p*, descend.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès que cesse la pression sur la pédale, la traction, exercée par le poids sur la chaîne, C_1, tend à faire rétrograder la roue dentée, R ; mais une dent du rochet, R*r*, derrière laquelle se trouve le cliquet de retenue, C′, vient se caler sur celui-ci, qui s'oppose au retour en arrière. Pendant ce temps, le ressort à boudin, *r*, ramène le bout de chaîne, C_4, et, avec lui, la tige, T, et la pédale, P, à la position de repos; la roue de pédale, R′, tourne en sens inverse; le cliquet d'entraînement, C″, glisse sur les dents du rochet, R*r*, et vient finalement se mettre en prise avec une autre dent, prêt à agir sur celle-ci comme précédemment.

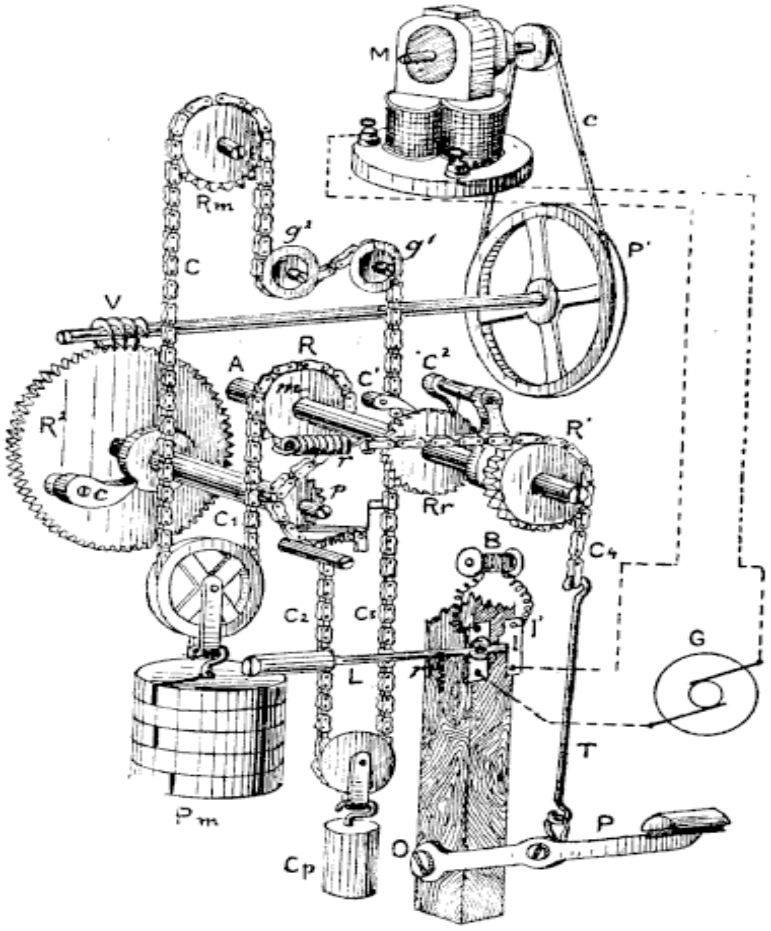


Fig. 84. — Remontoir électrique.

Remontoirs automatiques.

Remontoir électrique. — La figure 84 montre l'agencement du remontoir électrique : par l'intermédiaire d'une courroie, *c*, le moteur, M, alimenté par la génératrice, G, actionne une poulie, P′, sur l'axe de laquelle est une vis sans fin, V ; celle-ci commande, à son tour, une roue dentée, R^2; un petit pignon, *p*, solidaire de la roue R^2 par l'intermédiaire d'un cliquet, *c*, engage, en tournant, ses dents dans les mailles de la chaîne de Galle, qui supporte le poids moteur, P*m*. Cette action ayant lieu sur la par-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tie C^2, comprise entre le contre-poids, C*p*, et la roue R, il en résulte une traction, qui la fait tourner dans le même sens que le remontoir à pédale : le poids, P*m*, remonte et le contre-poids, C*p*, descend.

L'axe de la vis sans fin, V, et de la poulie, P′, est porté par deux paliers, montés sur un bâti en fonte, fixé sous la table de l'appareil ; ce bâti sert également à soutenir l'axe de la roue dentée, R^2, sur laquelle agit la vis sans fin ; la roue, R^2, plonge dans un godet, G (fig. 85), qu'on remplit d'huile lourde.

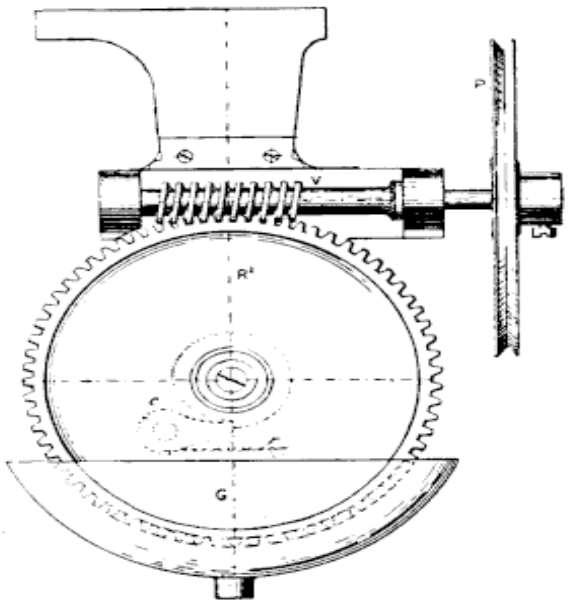


Fig. 85.

La roue, R^2, montée à frottement doux sur l'axe du pignon, *p*, est rendue solidaire de celui-ci par l'intermédiaire d'un cliquet, *c*, fixé derrière la dite roue et qui, sollicité par un ressort en acier, vient s'appuyer contre un épaulement porté par l'axe du pignon. Cette disposition a pour but de permettre, en cas d'interruption momentanée de la force motrice, de faire usage aussitôt du remontoir à pédale : la partie de la chaîne, C^2 (fig. 84), appliquée sur le pignon, *p*, doit pouvoir, en descendant sous l'action du contrepoids, faire tourner, dans ce dernier cas, ledit pignon, sans quoi elle s'accumulerait et pourrait s'entortiller autour de la roue, R.

Interrupteur. — Lorsque le poids arrive au haut de sa course, il importe d'interrompre l'action du moteur ; l'interrupteur, représenté sur la figure 84, se compose d'un levier métallique, L, mobile autour d'un point O ; l'autre branche s'appuie, par son extrémité, I, contre une prise de contact, I′. Le levier étant relié à l'un des pôles de la dynamo génératrice et la pièce I′ à l'entrée du moteur, celui-ci tourne et le poids remonte. La branche L du levier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

interrupteur est terminée par une sorte de manchon isolant en bois, qui se trouve placé sur la trajectoire ascensionnelle du poids ; dès que celui-ci est arrivé à la hauteur convenable, il rencontre le manchon, et fait pivoter le levier : l'extrémité I quitte le contact I′. Le circuit étant ainsi coupé, le moteur s'arrête, le poids redescend ; sous l'action du ressort, r', le levier suit ce mouvement, I et I′ se rapprochent, le courant se rétablit dans le moteur, qui remonte le poids d'une certaine quantité, et ainsi de suite.

Dans le but d'atténuer l'étincelle entre I et I′, au moment de l'interruption, ces deux contacts sont shuntés par une bobine, B, formée de spirales de fil de maillechort, rayonnant à l'air libre.

Interrupteur à rupture brusque. — L'interrupteur décrit ci-dessus maintient le poids sensiblement à la même hauteur; mais, comme le shunt ne supprime pas totalement l'étincelle, celle-ci se reproduit à des intervalles très courts et finit, à la longue, par détériorer les contacts.

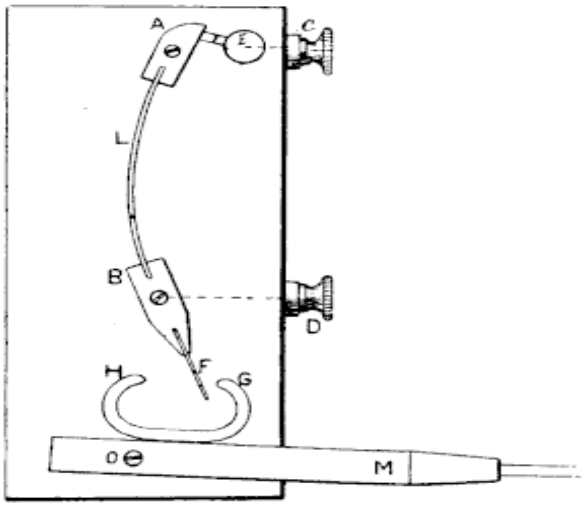


Fig. 86. — Interrupteur à rupture brusque.

L'interrupteur à rupture brusque est ainsi constitué : sur une planchette, deux blocs en laiton, A et B (fig. 86), mobiles autour d'un axe et maintenus par une vis, sont réunis par un ressort-lame, L. L'interruption a lieu entre le bloc supérieur, A, et la butée, E, fixe sur la planchette. Dans la situation que représente la figure 86, le circuit est fermé et le poids remonte. Il soulève avec lui une très longue branche du levier M, qui pivote autour du point O. Dans ce mouvement, la branche, G, d'une sorte de fourche arrondie, solidaire du levier, M, pousse devant elle un appendice, F, porté par le bloc, B. Celui-ci pivote autour de son axe, entraînant le ressort-lame, L, qui se bande de plus en plus : bientôt le ressort fait brusquement basculer le bloc A, dont le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact argenté quitte aussitôt celui de la butée, E. La brusquerie avec laquelle a lieu la rupture donne une durée très courte à l'étincelle, qui devient négligeable.

Le moteur étant arrêté, le poids descend, entraînant le levier, M, dont la fourche, par sa branche, H, vient bientôt rencontrer l'appendice, F : le bloc, B, pivote en sens inverse, jusqu'à ce que le ressort, L, fasse basculer le bloc A et rétablisse le circuit ; la longueur du levier, M, est telle que cette action a lieu au moment où le poids se trouve très près du sol. Le remontage s'opère jusqu'à ce que le poids soit au haut de sa course.

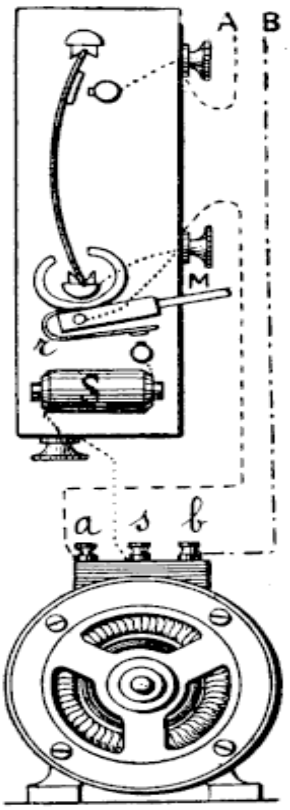


Fig. 87.

Interrupteurs pour courants alternatifs. — L'interrupteur pour courants monophasés est constitué comme le précédent, mais le levier, M, porte en outre un petit ressort, *r* (fig. 87), qui, à la fermeture du circuit principal, vient au contact d'une butée reliée à une bobine de self-induction, S, destinée à produire le décalage du circuit auxiliaire. Dès que le démarrage est opéré, le poids, en remontant, soulève le levier, M, qui sépare le ressort, *r*, de sa butée : le circuit auxiliaire est interrompu, tandis que le circuit principal reste fermé jusqu'à ce que le poids soit en haut de sa course.

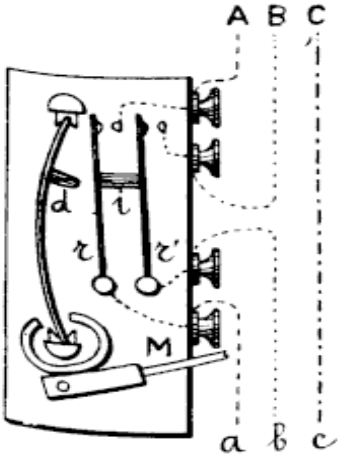


Fig. 88.

Pour les courants bi ou triphasés, le ressort bandé ne sert plus de communication électrique ; il porte une sorte de doigt, *d* (fig. 88), en ivoire ou en ébonite, qui peut pousser devant lui deux autres ressorts, *r* et *r'*, rendus solidaires par un isolant, *i*. Lorsque cette action a lieu, les ressort, *r* et *r'*, viennent au contact de leurs butées respectives, et les fils de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne, A et B, sont fermés sur le moteur, le troisième, C, étant relié directement.

Remontoir pneumatique Popp. — Le remontoir Popp comprend un cylindre, C′ (fig. 89), dans lequel un piston, P, est ajusté ; à la tige de ce piston, on attache l'extrémité de la chaîne de Galle, C″, qui, lorsqu'on remonte au pied, actionne la roue du remontoir à pédale. Le ressort antagoniste de celle-ci est rem-

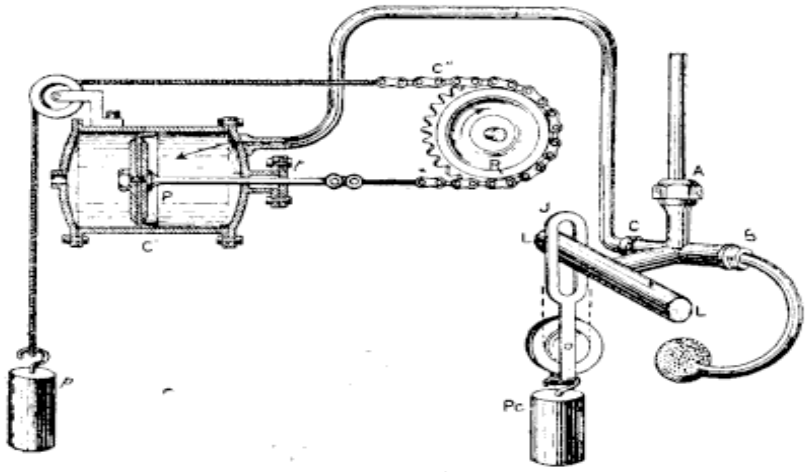


Fig. 89. — Remontoir Popp.

placé par un contre-poids, p, suspendu à une corde et guidé par un galet.

Si l'on fait arriver de l'air comprimé dans le cylindre, le piston entraîne la tige, t, et la chaîne, qui fait tourner la roue, R. Il faut alors ouvrir le corps de pompe, pour permettre à l'air comprimé de s'échapper. Cette fonction incombe à un robinet, dont la figure 90 donne la coupe et qui comporte trois tubes, A, B et C, communiquant respectivement avec le réservoir d'air comprimé, l'air libre et le cylindre, C′.

La manœuvre du robinet se fait automatiquement de la façon suivante : la poignée, LL′ (fig. 90), est creuse et renferme 3 à 4 centimètres cubes de mercure ; elle s'engage, par l'une de ses extrémités, dans une ouverture oblongue, pratiquée sur un appendice fixé au contre-poids de l'appareil, J. La poignée étant dans la position 2, le cylindre est en communication avec l'air comprimé :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le poids moteur remonte, le contre-poids, J, descend; il entraine avec lui la poignée du robinet : dès que celle-ci a légèrement dépassé l'horizontale, le mercure qu'elle renferme se précipite vers la gauche et la fait brusquement basculer de 90 degrés. Dans ce mouvement, l'obturateur vient se place devant l'orifice d'air comprimé et démasque, en même temps, celui d'air libre ; le piston est ramené par son contre poids spécial, *p*.

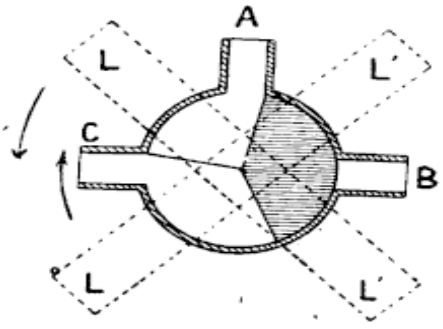


Fig. 90.

L'appareil tournant, le poids-moteur descend, le contre poids, J, remonte ; bientôt, il rencontre la poignée du robinet, la soulève jusqu'à ce que le mercure la fasse basculer à droite, mettant ainsi le cylindre en communication avec l'air comprimé ; un nouveau coup de piston remonte le poids moteur ; et ainsi de suite.

Commande directe. — Le remontage automatique des poids permet de conserver tous les avantages d'une force motrice absolument constante ; par contre, il exige une dépense d'énergie assez considérable, comparée à celle, très minime, qui serait suffisante pour mettre en mouvement les trois axes *utiles* de l'appareil : ceux de la roue des types, du chariot et du volant.

Cette dépense se trouve donc notablement diminuée, si l'on supprime les organes accessoires, en appliquant la force motrice directement aux rouages qui effectuent un travail autre que celui de simple transmission du mouvement. Cela permet la construction de petits appareils ne comportant que les trois axes énumérés plus haut, et dont le prix de revient est sensiblement moindre ; on les monte sur « tables basses », c'est-à-dire de la hauteur des tables ordinaires, ce qui offre plus de commodité pour le personnel. Par surcroît, on évite, dans des proportions considérables, la surcharge des planchers.

L'inconvénient principal de cette application directe de la force motrice consiste dans la variation possible de l'énergie de la source électrique et l'impuissance dans laquelle, en cas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'à-coups brusques, se trouve le régulateur pour la compensation rapide. D'autre part, si l'on puise directement à la dynamo, sans l'intermédiaire d'accumulateurs, le service se trouve à la merci d'un arrêt de celle-ci, tandis qu'avec les remontoirs automatiques, on peut immédiatement, en pareil cas, faire usage de la pédale. C'est pourquoi la commande directe ne doit être installée que dans les bureaux outillés pour pouvoir assurer, avec une constance suffisante, l'alimentation des moteurs.

La force motrice est appliquée à l'appareil de différentes façons : dans la plupart des cas, le mouvement du moteur est transmis, par l'intermédiaire d'une courroie, au volant, entaillé à cet effet d'une gorge. Ce montage présente divers inconvénients, entre autres celui d'obliger à serrer assez fortement le volant sur son assiette, ce qui, comme on le verra plus loin, est défavorable en cas d'arrêt brusque de l'appareil. Aussi essaie-t-on divers dispositifs dans lesquels le moteur entraîne une poulie, dont l'axe, à son tour, commande la roue dentée de l'axe de la roue des types.

On peut encore, comme en Allemagne, atteler le moteur à l'aide d'une roue d'angle, sur une autre roue d'angle, montée à l'extrémité de l'axe du volant ; ou encore, comme dans certains appareils anglais, caler l'induit du moteur directement sur l'axe du volant. Toutefois, ce dernier système exige un démontage assez laborieux, chaque fois que l'induit a besoin de réparation.

Régularisation du mouvement

Rôle du régulateur. — Le régulateur doit assurer à l'appareil un isochronisme aussi parfait que possible, malgré les variations continuelles qu'apporte, dans la somme des résistances passives, la mise en marche ou l'arrêt des pièces travaillant par intermittences. Il agit comme un frein automatique, qui engendre par son travail propre, une résistance susceptible de varier ; au moment, par exemple, où le mécanisme d'impression se met en marche, le régulateur diminue sa résistance propre, dans une proportion telle qu'il rend disponible, pour l'exécution de ce travail supplémentaire, la quantité de force nécessaire, quantité que, précédemment, il absorbait à son profit exclusif ; la somme totale

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des résistances, qui équilibre le travail moteur, se trouve ramenée à sa valeur primitive, et la vitesse revient à son régime normal. Lorsque le travail temporaire des systèmes de transmission et de traduction est terminé, l'appareil tend à tourner plus vite ; mais, aussitôt, le régulateur augmente la résistance qu'il offrait précédemment, d'une quantité égale à celle qui vient de disparaître : il absorbe la force redevenue disponible et qui, sans cette absorption, engendrerait une accélération du mouvement.

Il ne donne donc pas l'isochronisme absolu, qui n'est pas réalisable, mais il s'en approche suffisamment, en ne permettant que des écarts extrêmement minimes. Si l'on ajoute à cela que l'axe, sur lequel il est monté, tourne sept fois plus vite que celui de la roue des types, on voit que les variations, déjà peu importantes sur le premier, le seront encore moins pour le second.

Or, c'est celui-ci qui a besoin d'être animé d'une vitesse aussi uniforme que possible : l'isochronisme relatif, que donne le régulateur, complété par la rectification périodique opérée par la came correctrice, sera suffisant pour qu'on puisse mettre la roue des types d'un appareil en synchronisme avec le chariot d'un poste correspondant.

Axe du volant. — Le régulateur a pour auxiliaire un volant, dont la masse s'oppose à tout ralentissement ou à toute accélération brusque et *gradue* les changements de régime.

L'axe du volant est soutenu, à l'arrière, par un pontet en laiton, Po, fixé derrière la platine postérieure, Pl (fig. 91) ; à l'avant, par un coussinet, *c*, porté par une équerre, *q*, montée sur la face antérieure de la même platine. Il reçoit le mouvement de l'axe de la roue des types par le pignon, P ; à l'avant du coussinet, la roue à rochet, R, sert à l'embrayage de l'arbre des cames, lequel s'appuie sur le bout d'axe en olive, O.

A la partie postérieure, l'extrémité libre de l'axe, A, sert à monter un *frein* qui établit la liaison entre l'axe du volant et le régulateur.

Le volant est monté seulement à frottement sur l'axe. Il importe, en effet, que la grande inertie du volant ne puisse jamais devenir nuisible : en cas d'arrêt brusque, résultant, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exemple, de la rencontre anormale de deux pièces; un montage, semblable à celui de la roue de frottement sur l'axe de la roue des types, permet au volant de dépenser cette force vive sans causer de dégâts.

Le volant, V, est constitué par un disque en laiton, *d*, encadré d'un tore de même métal, T ; le disque, à sa partie centrale, est percé d'un trou circulaire, qui permet de l'emboîter sur un manchon, *m*, fixé à l'axe. Un fort ressort bombé, *r*, comprime le disque

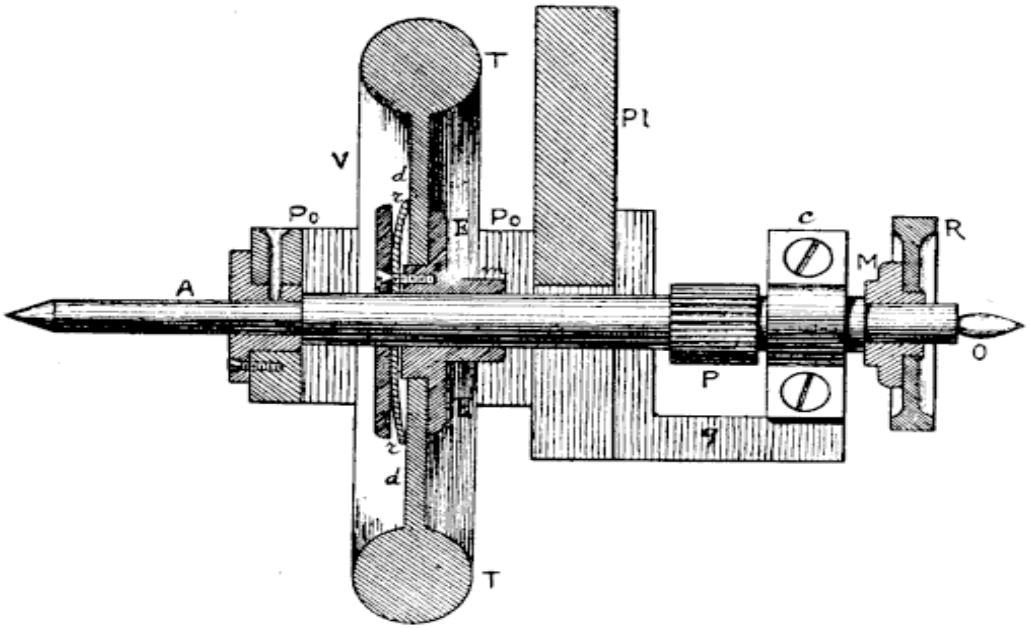


Fig. 91. — Arbre du volant.

contre l'épaulement, E ; à cet effet, trois vis, traversant le ressort pour venir tarauder dans l'épaisseur du manchon, permettent de régler la pression de façon convenable ; celle-ci doit être suffisante pour que le volant ne puisse se déplacer sur son axe, pendant la marche, mais en cas d'arrêt subit de l'appareil, il doit glisser sur son assiette.

Levier d'arrêt. — On arrête ou on met en marche l'appareil en manœuvrant un *levier d'arrêt*, placé derrière l'extrémité gauche de la platine postérieure.

Ce levier consiste en une manette, M, en laiton (fig. 92), articulée sur la platine, et susceptible d'être déplacée, autour de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son axe, d'un angle de 90°, son mouvement étant limité par une vis, *v*, que la manette vient rencontrer lorsqu'elle est sur la verticale ou sur l'horizontale.

Au point de pivot de la manette, est fixé un manchon cylindrique, en laiton, *a*, aplati d'un côté ; ce manchon pivote entre les deux branches d'un fort ressort en laiton, R, fixé au pontet, P, et terminé par un frotteur, *s* : lorsque la manette est horizontale,

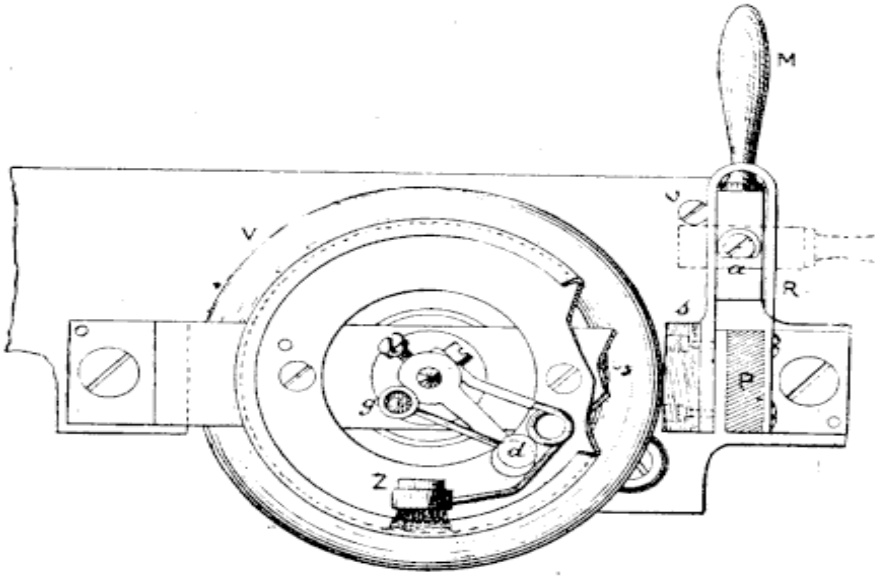


Fig. 92. — Volant et levier d'arrêt.

la partie aplatie du manchon, *a*, permet à la branche de gauche de se rapprocher de celle de droite ; un petit intervalle existe alors entre le frotteur, *s*, et le volant, V, qui peut tourner librement. Dès qu'on redresse la manette, le manchon, *a*, écarte le ressort, R, et le frotteur vient s'appuyer contre le volant ; celui-ci est immobilisé, et, avec lui, tout l'appareil.

Régulateurs

Régulateur Hughes. — Le régulateur Hughes est un pendule conique ; il consiste en une tige cylindrique, T (fig. 93), dont l'extrémité antérieure est légèrement conique ; la partie médiane est enroulée en une hélice de neuf spires, placées très près l'une de l'autre, sans toutefois se toucher. Le développement total de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette tige est de $2^m,10$, ce qui permet de répartir sur une grande surface le travail moléculaire, qui s'accomplit lorsque la lame vibre, et d'éviter les ruptures ; l'extrémité d'arrière de la tige, située exactement dans l'axe de l'hélice, est solidement encastrée dans une mâchoire, formée de deux fortes plaques en laiton, G et H, réunies par quatre vis, dont deux, *m* et *n*, sont visibles sur la figure 93. Cette mâchoire est, elle-même, portée par une console en bois ou en fonte, fixée à la table qui supporte l'appareil.

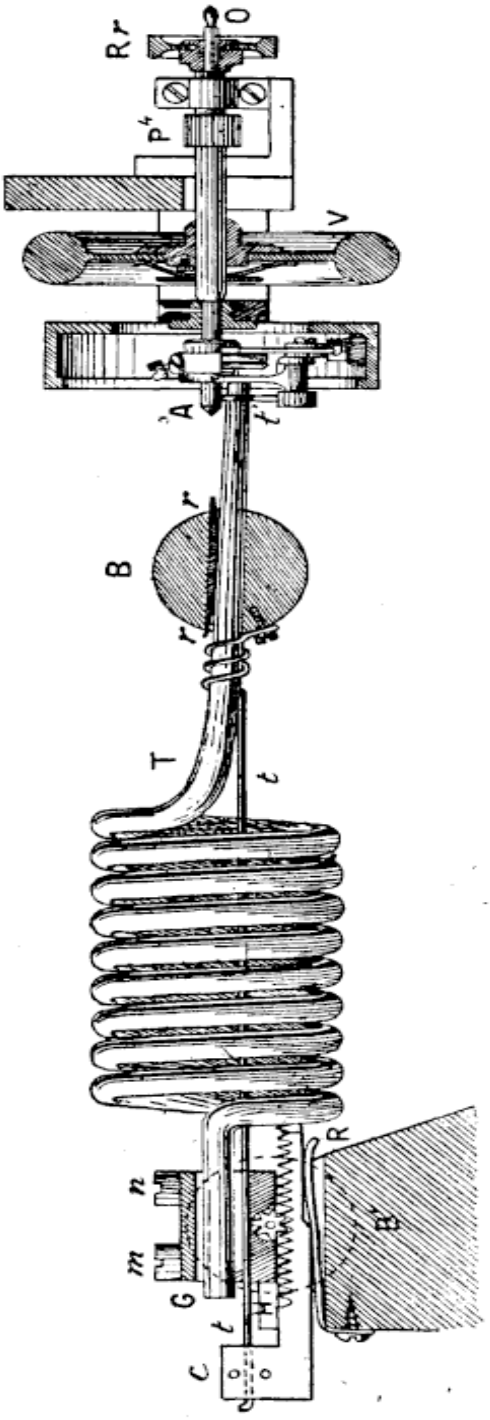


Fig. 93. — Régulateur à tige vibrante.

Sur la partie antérieure de la tige vibrante, est enfilée une boule massive, B ; le ballottement de cette boule, pendant que la tige vibre, est empêché par un petit ressort-lame, *r*, armé de telle sorte qu'il tend à soulever la boule et l'applique contre la partie rectiligne de la tige ; on peut, toutefois, la déplacer à l'aide d'une tige en acier, *t*, terminée par un œilleton serré sous la tête d'une vis, qui taraude dans la boule. L'extrémité opposée de cette tige est encastrée dans un *curseur*, *c*, à crémaillère ; un pignon, *p*, manœuvré par un bouton moleté, B′ (pointillé seulement sur la figure 93), permet de déplacer la crémaillère et, avec elle, la boule, B, par l'intermédiaire de la tige en acier, *t*, ou *tige du curseur*. La crémail-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lère est soulevée par un ressort, R, qui rend le mouvement un peu plus dur et évite que les vibrations puissent permettre à la boule de se déplacer spontanément en marche.

L'extrémité antérieure de la tige vibrante est reliée à l'axe du volant, A, par une manivelle, *t*, dont il sera question plus loin ; à l'état de repos, elle est centrée de manière à venir s'appuyer contre le petit manchon en laiton, qui porte la manivelle ; dès que l'appareil est mis en marche, et sous l'action de la force centrifuge développée dans la boule, B, la tige s'écarte et se met à vibrer ; son extrémité décrit dans l'espace une circonférence concentrique à l'axe du volant ; les différents points de cette circonférence, réunis au point d'encastrement, formeraient par suite un cône régulier.

Le régulateur Hughes est basé sur les deux principes suivants :

1° Les oscillations d'un pendule conique sont isochrones pour une amplitude ne dépassant pas une certaine limite ;

2° La durée des oscillations dépend de la distance entre le centre de gravité et le point de suspension.

On règle donc la vitesse de l'appareil en déplaçant la boule, à l'aide du curseur : on augmente la vitesse en la rapprochant du point d'encastrement et inversement ; cette manœuvre peut s'exécuter pendant que l'appareil est en marche.

Frein. — Afin de maintenir le régulateur dans la limite d'amplitude où ses oscillations sont isochrones, on le relie à l'axe du volant par l'intermédiaire d'un *frein* ; celui-ci dépense en frottements tous les excédents de force, susceptibles de donner à la boule une amplitude exagérée.

Le frein est constitué de la façon suivante : un manchon en laiton, *m* (fig. 94), fixé sur l'axe du volant par une vis de pression, *v*, porte un bras, également en laiton, *h*, au bout duquel est articulé un petit disque en acier, *d* ; sur ce disque est montée une tige, *t*, terminée par un anneau en œilleton, *g* ; c'est dans cet œilleton qu'on engage l'extrémité libre de la tige vibrante (V. fig. 93), le bras, *h*, et la petite tige, *t*, constituant la manivelle mentionnée plus haut.

Le disque, *d*, est solidaire, par son axe, d'un autre disque en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ivoire, E, excentrique, qui suit tous ses mouvements, lorsque la tige vibrante, prenant une amplitude plus ou moins grande, écarte ou rapproche du centre l'œilleton, *g*.

Sur le manchon, *m*, est fixé, à l'aide d'une vis, *v'*, un second bras en laiton, B, à l'extrémité duquel est soudée une tige en acier ; cette tige, enroulée en hélice à sa partie *x*, de façon à former ressort, se prolonge au delà de ce point, en une partie coudée, terminée par un petit manchon de laiton, *z*, dans lequel on introduit un tampon d'étoupe, formant frotteur ; à l'état de repos, grâce à l'élasticité de la partie en hélice, *x*, le coude se trouve appliqué contre un petit rayon de l'excentrique, E ; celui-ci, en se déplaçant lorsqu'on écarte du centre l'œilleton, *g*, pousse vers l'extérieur la tige coudée et oblige le frotteur à venir au contact d'un cylindre creux, en acier, ou tambour, T, à l'intérieur duquel tourne le frein.

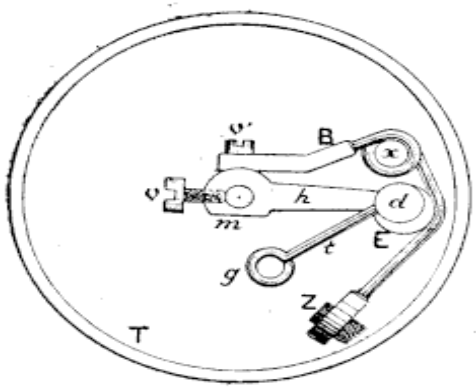


Fig. 94.

Fonctionnement du régulateur et du frein. — Lorsqu'on met l'appareil en marche, l'extrémité de la tige vibrante, entraînée par l'œilleton du frein, décrit une circonférence autour de l'axe du volant, pendant que le pied de la tige se tord autour de son point d'encastrement. Mais, à mesure que la vitesse augmente, la force centrifuge tend de plus en plus à écarter la boule ; de son côté, la tige oppose une résistance à cet écartement : lorsque la vitesse a atteint un régime suffisant pour que la force centrifuge devienne prépondérante, la boule entraîne la tige, qui entre en vibration.

C'est alors que doit intervenir le frein, pour empêcher l'amplitude de dépasser la limite au delà de laquelle les oscillations ne sont plus isochrones : la tige, en s'écartant, entraîne avec elle l'œilleton de la manivelle ; l'excentrique en ivoire, pivotant avec celle-ci, présente à la tige du frotteur un rayon de plus en plus grand et amène le tampon d'étoupe au contact de la paroi du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tambour ; une friction est ainsi exercée, qui absorbe toute la force encore disponible et limite l'amplitude.

Lorsqu'on met en marche les mécanismes de transmission et d'impression, les résistances engendrées par ces organes, précédemment au repos, vont, au premier moment, déterminer un ralentissement. Mais, aussitôt, la force centrifuge diminue ; la boule revenant vers le centre d'une petite quantité, il y a immédiatement diminution du travail de torsion de la tige autour de son point d'encastrement, et, d'autre part, diminution du frottement du tampon d'étoupe sur le tambour du frein : la tige reprend son régime normal de vibrations, après avoir rendu disponible, pour le travail de l'appareil, une certaine quantité de force.

Lorsque sont terminées les fonctions qui ont entraîné le changement d'amplitude, la diminution de résistance, qui en résulte, amène une augmentation de vitesse; la force centrifuge s'accroissant, l'amplitude de la boule devient plus grande, le travail moléculaire de la tige et le frottement du frein en sont accrus et la vitesse revient à son régime précédent.

Régulateur vertical. — Le régulateur Hughes présente quelques inconvénients : les vibrations de la tige produisent un bruit qui, pour n'être pas très strident, finit cependant par être fatigant pour l'opérateur. De plus, il ébranle assez fortement la table sur laquelle il est posé, et cet ébranlement, communiqué au pupitre sur lequel sont placés les télégrammes à transmettre, en rend parfois la lecture difficile.

Le régulateur vertical, dérivé de celui de Siemens, ne communique aux supports aucune vibration et est, en outre, absolument silencieux.

L'axe est mobile entre deux tourillons (fig. 95) dont l'un, à la partie inférieure, est réglable à l'aide d'une vis, v. Un peu au-dessus, se trouve une roue d'angle, r, destinée à recevoir le mouvement d'une autre, montée sur l'axe du volant. Deux tiges en acier, T (fig. 95 et 96), sont fixées à l'axe vertical au moyen de lames, sur lesquelles s'appuient de forts ressorts, également en acier, R, qui tendent à empêcher les tiges de s'écarter. Ces tiges servent de guides à deux boules en cuivre, analogues à celles du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régulateur Hughes. A chacune d'elles est attachée, au moyen d'une vis passant dans un œilleton, une petite tige en acier, *t*, qui permet de les déplacer pour le réglage de la vitesse.

Vers la partie médiane, les bras latéraux, B, sont réunis par un disque en fonte, qui sert de socle à un tambour cylindrique en acier, semblable à celui dans lequel frotte le frein du régulateur Hughes. L'axe étant mis en mouvement, la force centrifuge écarte les boules, malgré l'opposition des ressorts, R, et amène au contact du tambour deux petits frotteurs en cuir rond, F, montés, chacun, sur l'une des tiges, à l'aide d'un fort ressort courbe en acier.

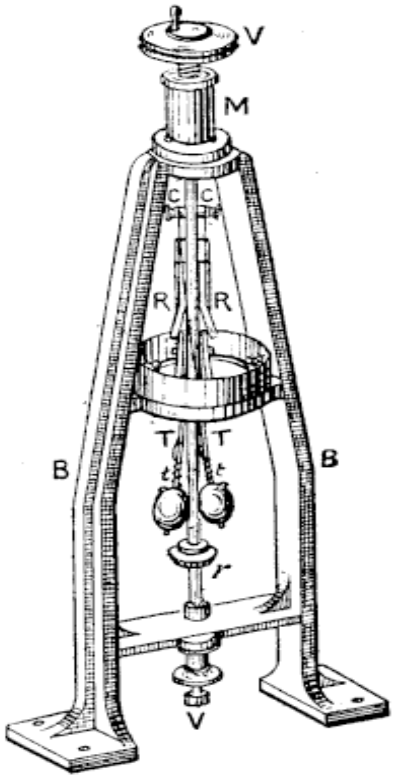


Fig. 95. — Régulateur vertical.

On règle la vitesse en marche au moyen d'une vis, V, taraudant dans un mandrin, M. Le curseur est constitué de la façon suivante : l'axe est entaillé d'une fente verticale, dans laquelle est engagée une cheville, CC ; deux boutons moletés serrent, sous leur tête, l'extrémité supérieure des tiges en acier, qui supportent les boules. La cheville est solidaire d'une tige cylindrique, en acier bien poli, A (fig. 96), qui se loge, à frottement très doux, à l'intérieur de l'axe, et se prolonge, à travers le support en fonte et la queue de la vis, V, jusqu'au bord supérieur de celle-ci. L'extrémité de cette tige de curseur est terminée par une tête plus large, T′, et la vis, V, est entaillée d'une portée à la demande.

Ainsi encastrée dans la vis, V, la tige du curseur, A, est solidaire de tous les mouvements verticaux de celle-ci : lorsqu'on la visse sur son mandrin, M, le curseur descend et, avec lui, les boules glissent sur leurs tiges-guides et inversement.

Un petit disque en acier, D, mobile autour de la vis qui, à l'état normal, le fixe, est placé de manière à fermer la portée dans laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se loge la tête, T′, du curseur : il empêche ainsi cette dernière de se déplacer verticalement sous l'action de trépidations ou de secousses quelconques : on fait pivoter ce disque, pour introduire de l'huile dans le logement de la tige du curseur.

Dans le but d'empêcher la vis, V, de se déplacer, en marche, le mandrin, M, est entaillé de deux fentes, l'une verticale, l'autre horizontale, et près de la partie supérieure ; un peu au-dessus de cette dernière fente, est enfilée une bague, B′, munie elle-même d'une vis, V′ : lorsqu'on serre cette dernière vis, son extrémité vient s'appuyer sur le mandrin, qu'elle tend à éloigner de la bague ; celle-ci s'appuie plus fort sur la partie du manchon diamétralement opposée à celle sur laquelle agit la vis, V′ : cette action a pour effet de rapprocher les deux bords de la fente verticale du mandrin, grâce à l'élasticité que lui permet la fente horizontale : le mandrin serre ainsi la tige de la vis de réglage, V, et rend plus dure la manœuvre de celle-ci. On immobilise ensuite la vis V′, à l'aide de sa contre-vis.

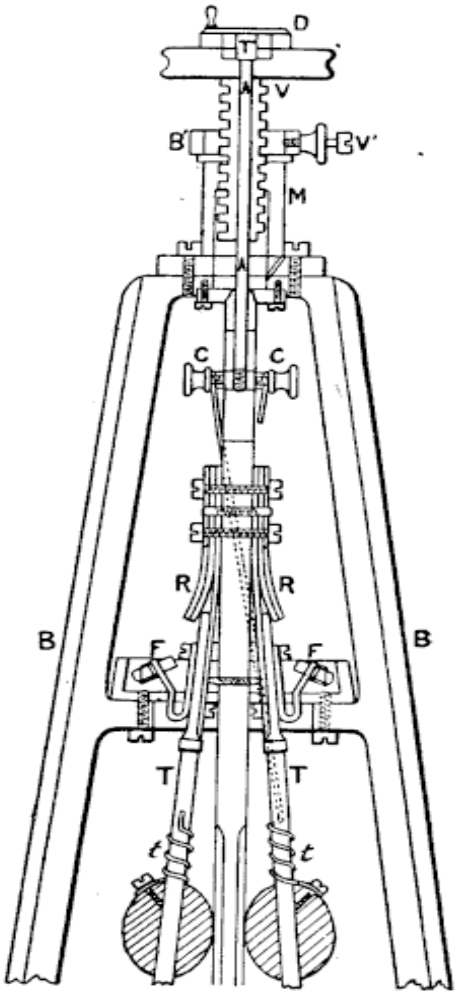


Fig. 96. — Régulateur vertical.

Les deux boules occupant, par rapport à l'axe, des positions diamétralement opposées, se font constamment équilibre et leurs réactions s'annulent réciproquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Synchronisme.

Écarts mécaniques. — Aucun régulateur ne donne l'isochronisme absolu : la force centrifuge, dont les variations déterminent le fonctionnement du système compensateur, n'intervient, pour conjurer le mal, que lorsqu'il s'est déjà manifesté. Si minime qu'ait pu être la perturbation, si rapidement efficace que soit l'action du régulateur, le régime n'en a pas moins été altéré. D'où il suit que, si on met en relations deux appareils, dont le mouvement, bien que très près de l'uniformité absolue, n'est cependant pas parfaitement isochrone, on n'obtiendra jamais qu'au bout d'un certain temps l'un d'eux n'ait fait une fraction de tour de plus que l'autre.

Or, la roue des types est divisée en 56 parties et se meut à la vitesse moyenne de deux tours par seconde ; les caractères défilent donc devant la bande à un intervalle de 1/112 de seconde les uns des autres. Un retard ou une avance de 1/56 de tour ou de 1/112 de seconde suffirait donc pour que la bande de papier fût projetée sur le caractère précédent ou sur le suivant.

Ceci montre l'importance de la rectification opérée, à chaque impression, par la came sur la roue correctrice (V. p. 76) ; si, par exemple, le synchronisme était parfait, la came correctrice s'engagerait, sans frottement appréciable, dans le creux qu'elle doit remplir; mais il n'en est jamais ainsi. Si *a*, et *b* (fig. 97) sont les deux points où devraient se trouver les dents entre lesquelles la came va, à un certain moment, s'engager, lesdites dents pourront être, par suite d'avance, en *c* et *d* ou bien, s'il y a retard, en *e* et *f* (fig. 98) ; dans le premier cas, une partie du caractère aurait dépassé la verticale, au moment où le papier serait projeté, et le côté droit de la lettre serait, seul, imprimé ; dans le second, on n'aurait, sur la bande, que la partie de gauche. Il importe donc que la came de correction fasse perdre au caractère son avance ou lui permette de regagner son retard, *avant* que le barillet soit soulevé.

On a vu, en effet (p. 88), que la came correctrice entre la première de toutes en fonctions : si la dent d'avant est en retard, elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pousse et détermine le glissement du cliquet sur le rochet de frottement ; si la dent d'arrière est en avance, elle l'immobilise ; en un mot, tant que l'écart ne dépasse pas une limite qui va être indiquée, il est rectifié par la came, et le caractère se présente à l'impression comme si le synchronisme n'avait pas été altéré. Une semblable rectification étant opérée à des intervalles suffisamment courts, on peut conserver indéfiniment l'accord nécessaire pour que les signaux imprimés correspondent bien à ceux qu'à l'autre poste, on a voulu transmettre. Il suffit, pour cela, que les vitesses se rapprochent suffisamment l'une de l'autre, afin que les écarts à rectifier n'atteignent jamais une valeur de 1/56 de tour. La taille en arête vive des deux pièces en présence, came et dent, rend presque improbable leur rencontre directe, aussi longtemps, tout au moins, que la came et la dent conservent l'acuité nécessaire. Il suffit, en effet, d'une très petite quantité en moins ou en plus pour que la came glisse d'un côté ou de l'autre de la dent : si l'écart est inférieur à 1/56, la correction s'effectue ; s'il est supérieur à cette fraction de tour, la came s'engage dans le creux précédent ou suivant, selon le sens ; mais, à partir de ce moment, l'accord entre les deux appareils est rompu : il y a *déraillement*, suivant l'expression consacrée. Il faut alors interrompre la transmission, rappeler au blanc et reprendre au mot « déraillé ».

Fig. 97.

Fig. 98.

Écarts électriques. — Les perturbations, que les influences de la ligne apportent dans la régularité du fonctionnement de l'électro-aimant, ont également leur répercussion sur la correction :

L'électro-aimant polarisé, par suite de la sensibilité qu'on peut lui donner, se trouve moins influencé, que ne le serait un électro-aimant ordinaire, par les variations inévitables, qui résultent des influences extérieures, mais il est impossible de le soustraire complètement à l'action perturbatrice de ces variations. D'une émission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'autre, les conditions électriques de la ligne peuvent changer ; tel signal a été retardé par une influence de sens contraire, le suivant peut se voir favorisé par une autre, de même sens que lui.

De même que, pour les irrégularités d'origine mécanique, la dent de la roue correctrice pourra se trouver, tantôt en avant, tantôt en arrière du point qu'elle occuperait si le synchronisme était absolu; de même, si on considère le moment où l'armature se soulèverait, avec une ligne soustraite à toute espèce d'influence extérieure, on la verra, dans les conditions ordinaires, enregistrer les signaux un peu plus tôt ou un peu plus tard.

Il découle de là que, même si les régulateurs donnaient aux appareils un isochronisme parfait, il y aurait lieu de conserver à la came correctrice son rôle rectificateur ; les figures 97 et 98 peuvent s'appliquer au dernier cas, tout comme au premier : si l'accord mécanique entre les deux appareils est complet, c'est-à-dire si les dents de la roue correctrice se trouvent exactement en *a* et *b* au moment où l'armature *devrait* se soulever, un retard dans l'action de celle-ci permet aux dents de s'avancer jusqu'en *c* et *d* : la came correctrice doit leur faire perdre cette avance, pour que le caractère s'imprime nettement. Inversement, si un soulèvement trop hâtif permet à la came correctrice de rencontrer la roue alors qu'elle n'est encore qu'en *e* et *f*, la première pousse la seconde devant elle et l'amène instantanément en *a* et *b*.

La came correctrice a donc, ici, *rompu un accord existant* entre les deux appareils, pour masquer une irrégularité dans le fonctionnement de l'électro-aimant : la rectification intempestive, ainsi opérée, aura inévitablement une répercussion sur la correction suivante : en supposant le cas idéal où l'appareil et l'électro se trouveraient n'avoir subi aucune perturbation, la came devra quand même agir sur la roue, pour lui faire regagner le retard ou perdre l'avance qu'elle lui avait précédemment donnés.

En résumé, les écarts imputables au mouvement des rouages pourront s'ajouter à ceux qui incombent à l'électro-aimant, et rendre plus laborieuse l'action de la came correctrice ; et la somme de ces deux irrégularités ne doit pas, sous peine de « déraillement », atteindre une valeur de 1/56 de circonférence de la roue correctrice. Si étroites que puissent paraître ces limites, un réglage judicieux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des différents organes mécaniques et électriques permet de rester sensiblement en deçà, et d'assurer la correspondance dans d'excellentes conditions.

Agencement électrique de l'appareil Hughes.

Appareil Hughes, modèle de 1879. — Les communications extérieures sont amenées aux trois bornes L, T, P (fig. 99).

A la transmission, le levier, L, soulevé, vient s'appliquer contre

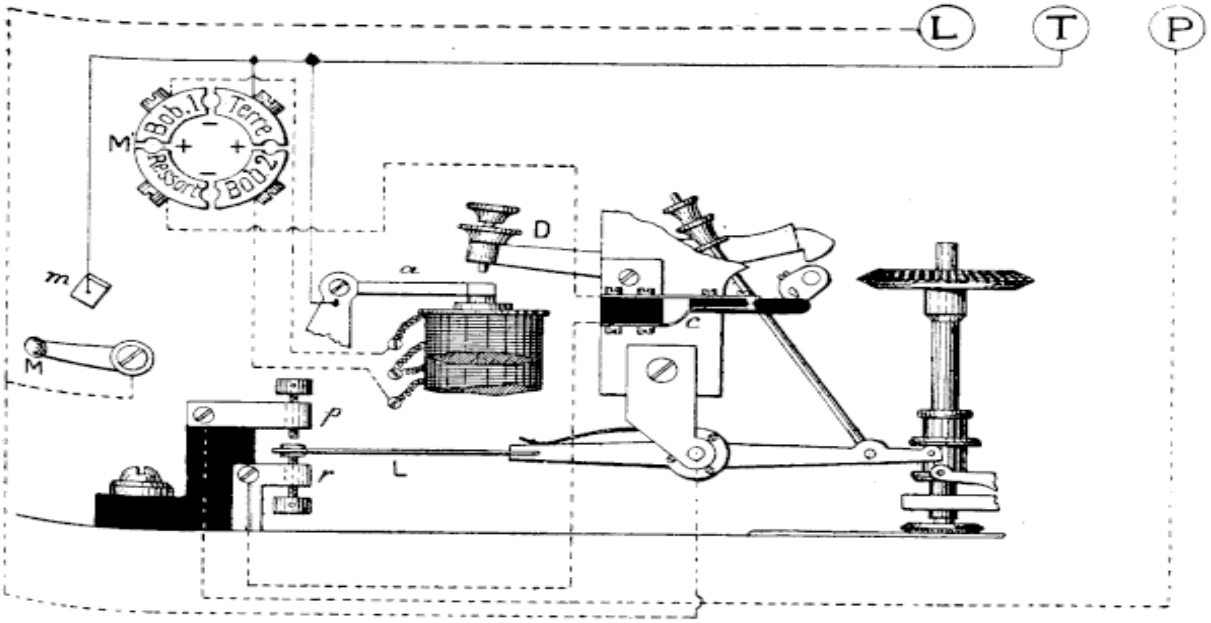


Fig. 99. — Communications de l'appareil Hughes.

la vis supérieure *p* : la pile se trouve ainsi mise en communication avec le massif et la ligne.

A l'arrivée, les fiches du commutateur inverseur, M′ (V. p. 63), étant placées, par exemple, sur le diamètre horizontal, un courant positif, venant de la ligne, suit l'itinéraire suivant : le massif, la vis de butée de repos, *r*, du levier, L, le ressort inférieur, *c*, de l'interrupteur de la came correctrice (V. p. 63), le ressort supérieur, le plot correspondant du commutateur rond, la fiche et l'autre plot, l'entrée de la bobine n° 1, la bobine n° 2, le commutateur et la terre.

Dès que l'armature est soulevée, elle vient buter contre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier de détente : la terre, reliée à la première, se trouve mise en communication avec la ligne, qui aboutit au massif ; le reste du courant s'écoule à la terre.

Manette. — Sur le côté gauche de la table, se trouve une manette, M, dont le pivot communique avec la ligne. Dans la position normale, cette manette est isolée; mais on peut, pour les besoins du réglage en ligne, l'amener au contact d'un plot, *m*, disposé à cet effet et relié à la terre : l'appareil se trouve alors complètement hors circuit.

Communications des Hughes du Poste Central de Paris. — Les planchers des salles de transmission étant en fer, ainsi

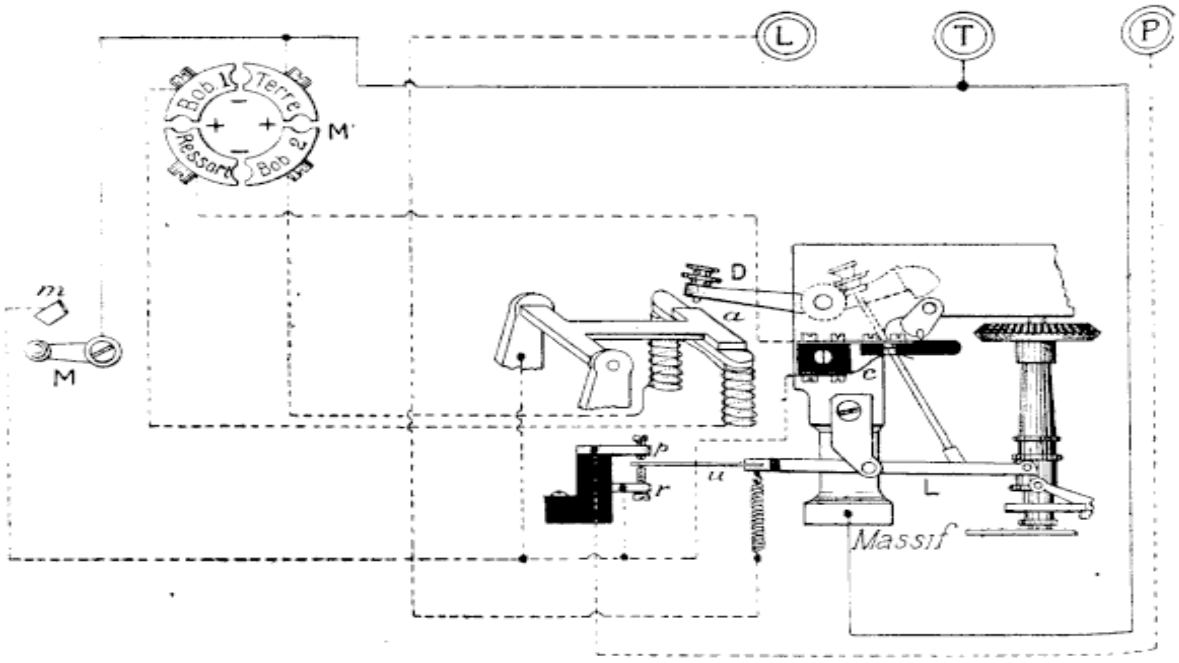


Fig. 100. — Communications des appareils Hughes du Poste Central

que l'ossature générale du bâtiment,se trouvent en communication avec la terre ; le poids moteur, relié à la ligne par la chaîne qui le supporte et s'appuie elle-même sur le massif, pouvait, en arrivant à la fin de sa course ou en frottant contre la cage métallique qui l'enferme, mettre le fil directement à la terre. Cet inconvénient a nécessité la modification des communications électriques : Le massif a été mis à la terre, ce qui a entraîné la séparation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du levier de transmission en deux parties isolées l'une de l'autre par une plaque d'ébonite (fig. 100); celle u, qui vient, lors du soulèvement, se mettre en prise avec la vis de pile, p, porte un petit ressort à boudin, très faible, auquel est attachée la communication avec la ligne. Le support de l'armature, ainsi que le plot de la manette, sont reliés à la vis de repos, r, du levier de transmission : ces deux pièces ne sont donc réunies à la ligne que lorsque le levier est au repos. Le reste est agencé comme dans les autres appareils.

L'Administration a décidé d'uniformiser les communications des Hughes qui, dans l'avenir, seront tous à levier coupé.

Réglage en ligne.

Réglage du synchronisme. — Lorsque deux appareils entrent en contact pour la première fois, leurs vitesses sont évidemment quelconques : il faut donc, tout d'abord, les rendre identiques, pour établir le synchronisme.

L'appel se fait par l'envoi du signal : blanc des lettres N. On y répond de la même façon. L'un des correspondants demande alors à régler, par l'envoi du signal : IT IT IT?, dont le bruit est caractéristique. Celui qui l'a reçu appuie, à chaque tour de son chariot, sur une touche quelconque de son clavier, toujours la même : une suite d'émissions, séparées par des intervalles rigoureusement égaux, arrivent donc chez le corrrespondant, et lui donnent le rythme du mouvement à obtenir de son propre appareil.

Si le synchronisme était réalisé, la lettre, imprimée à chaque émission reçue, serait toujours la même; mais il n'en est généralement pas ainsi ; si les lettres se succèdent dans l'ordre alphabétique, A, B, C, D, etc., l'appareil récepteur tourne trop vite, puisque, lorsque le chariot transmetteur a fait un tour, exactement, l'autre a accompli une fraction de plus que la révolution complète. Si, au contraire, on reçoit dans l'ordre inverse, Z, Y, X, etc., l'appareil récepteur ne tourne pas assez vite; on devra, dans le premier cas, diminuer la vitesse et, dans le second, l'augmenter.

Si l'on reçoit dans l'ordre alphabétique, on tourne lentement le bouton de réglage du régulateur, de manière à éloigner la boule du point d'encastrement ; il arrive bientôt un moment où la même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ettre sort, à chaque tour ; on n'a encore qu'une approximation, parce qu'on ignore de quelle quantité la came correctrice rectifie la position ; il faut donc, pour parfaire le réglage, empêcher cette came d'agir et laisser s'accumuler, pour qu'ils deviennent tangibles, les écarts qui peuvent, à chaque tour, subsister encore.

A cet effet, on amène la manette, M, en contact avec le plot, *m* ; les courants, arrivant de la ligne, sont ainsi conduits à la terre, sans passer par l'électro-aimant; on laisse l'appareil tourner librement pendant 4 ou 5 tours; si, ensuite, les émissions ultérieures donnent l'impression de la lettre même reçue en dernier lieu, le G, par exemple, cela indique que les écarts qui ont pu se produire pendant ces 4 ou 5 tours, accomplis sans correction, n'arrivent pas à faire une somme supérieure à 1/56.

Deux autres cas sont possibles : ou bien on reçoit la lettre H: cela indique que l'appareil tourne encore un peu plus vite que celui du correspondant ; ou bien on a la lettre F : on en conclut qu'il tourne un peu moins vite ; on éloigne ou on rapproche la boule du point d'encastrement, d'une toute petite quantité.

On recommence ensuite la mise à la terre, en augmentant le nombre de tours, et on arrive bientôt à retrouver la lettre imprimée en dernier lieu, après un intervalle de 10 révolutions complètes : on se contente généralement de ce résultat.

Réglage de l'électro-aimant. — Le réglage en ligne de l'électro-aimant se fait sur la réception de la combinaison INT *blanc*, transmise par le correspondant et répétée à chaque tour de son chariot, aussi longtemps que cela peut être nécessaire. L'agent réceptionnaire observe, sur sa bande, les signaux imprimés : s'il reçoit, par exemple, IOT, la substitution de O à N indique que l'armature s'est soulevée trop tard ; souvent même, la correction qui en est résultée a complètement décalé la roue correctrice d'une division, et on reçoit I O U A J O U, etc. : l'électro-aimant n'est pas assez sensible, on enfonce le fer doux. On ferait l'inverse si le déraillement se produisait sur les lettres précédentes.

Dès qu'on a atteint le point juste, on interrompt le correspondant et on lui fait également des INT, afin qu'il puisse, à son tour, opérer le réglage de son électro-aimant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VI

APPAREILS AUTOGRAPHIQUES, TÉLÉPHOTOGRAPHIQUES, TÉLAUTOGRAPHIQUES

Définition générale. — Aucun des appareils de cette catégorie n'est actuellement en service : les uns ont été supplantés par des systèmes plus rapides, les autres sont restés, jusqu'ici, à l'état de simples curiosités de laboratoire ; seuls, les télautographes sont employés dans quelques pays, notamment en Angleterre, comme auxiliaires du téléphone dans les communications privées. Toutefois, bon nombre d'entre eux renferment des principes intéressants et, de ce fait, sont susceptibles de trouver, un jour ou l'autre, à s'adapter aux besoins modernes ; c'est à ce titre qu'ils trouvent place ici et vont être l'objet d'une description sommaire.

Dans les systèmes *autographiques*, le message, texte manuscrit, plan, dessin, etc., est préparé à l'avance, généralement à l'aide d'une encre isolante, sur une feuille métallique ; il est ensuite présenté à un style, qui le décompose en lignes parallèles, très rapprochées les unes des autres ; des émissions ou des interruptions de courant, correspondant au passage du style sur des parties conductrices ou isolantes, sont ainsi produites. Au poste d'arrivée, il en résulte un tracé de lignes également parallèles et serrées donnant la reproduction de l'original.

Les appareils *phototélégraphiques* emploient des moyens analogues pour la transmission ; la réception a lieu par l'action d'un rayon lumineux, convenablement gradué, sur une feuille de papier sensible. Dans les uns comme dans les autres, un synchronisme rigoureux est nécessaire entre le transmetteur et le récepteur.

Dans les systèmes *télautographiques*, la plume à l'aide de laquelle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'expéditeur trace son message, est reliée directement à la ligne; au poste correspondant, une autre plume reproduit exactement tous les mouvements de la première et donne un fac-similé fidèle du texte ou du dessin exécuté au départ.

SYSTÈMES AUTOGRAPHIQUES

Appareil autographique de Caselli. — L'original à transmettre est rédigé ou dessiné à l'aide d'une encre isolante, sur une feuille d'étain ; celle-ci est placée sur un plateau, P (fig. 103), communiquant avec la terre, et parcouru, d'un mouvement alternatif longitudinal, par un style, S, relié à la fois à la pile et à la ligne. Celle-ci, à l'autre poste, aboutit également à un style, S′, parcourant un plateau semblable, P′, en relation avec la terre, et recouvert d'une feuille de papier imprégnée de ferro-cyanure

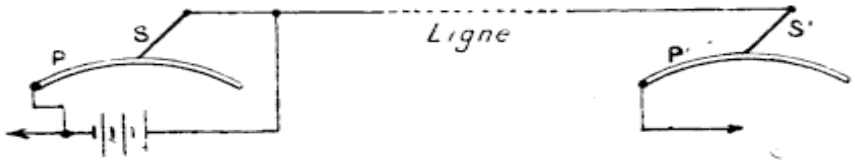


Fig. 103.

de potassium ; lorsqu'un courant arrive de la ligne, il doit, pour se rendre à la terre, traverser le papier ; la solution chimique est décomposée et il en résulte une trace bleue sur le papier. Le style du poste de départ, passant sur les parties métalliques à nu, met la pile en court-circuit; un courant est, au contraire, envoyé lors du passage sur celles recouvertes d'encre. Si, donc, les deux styles sont animés de mouvements rigoureusement synchroniques, et si les plateaux se déplacent, à chaque demi-oscillation, d'une valeur égale à l'épaisseur d'un trait, on obtient, à l'arrivée, la reproduction du texte de départ, en lettres bleues sur fond blanc.

Le mouvement alternatif est donné par un pendule, long de deux mètres, entretenu électriquement.

Appareil autographique de Lenoir. — Dans l'appareil de Lenoir, un mouvement d'horlogerie entraîne un cylindre, C (fig. 104), sur lequel on place une feuille de papier argenté, portant le mes-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sage tracé à l'encre gommée ; pendant que le cylindre tourne, un style métallique, S, frotte sur le papier ; le chariot se déplace longitudinalement et le tracé devient une hélice. Lorsque le style passe sur une partie encrée, un courant positif est envoyé par la

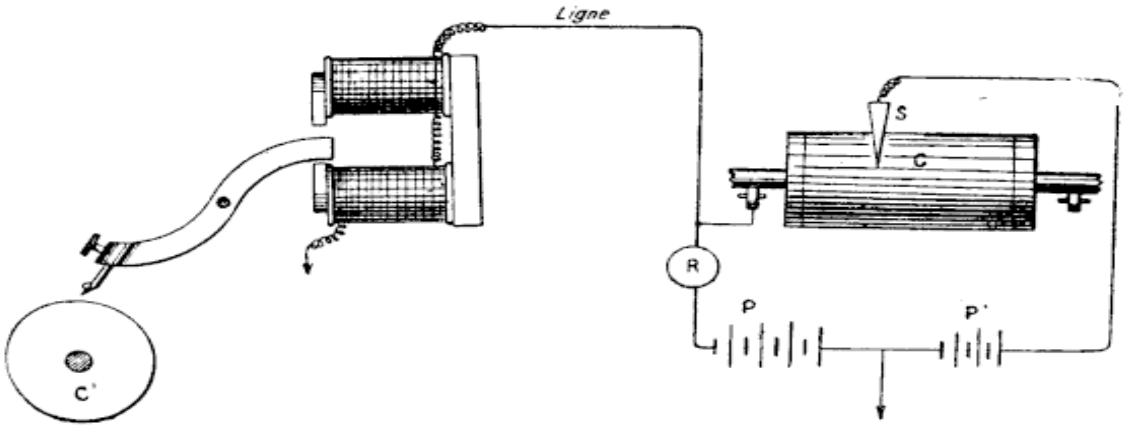


Fig. 104. — Appareil autographique Lenoir.

pile, P ; mais, dès qu'il atteint directement le papier argenté, un court-circuit s'établit entre les piles, P et P′, à travers le rhéostat, R, dont la résistance est égale au quart de celle de la ligne : un courant négatif, moins intense que le précédent, est envoyé.

A l'arrivée, ces courants sont reçus dans un électro-aimant dont l'armature, polarisée, porte une plume métallique chargée d'encre, qui vient au contact du papier sous l'influence d'un courant positif, et s'en éloigne dès qu'arrive un négatif ; ce papier est porté par un cylindre, C′, en synchronisme avec celui du poste transmetteur.

SYSTÈMES TÉLÉPHOTOGRAPHIQUES

Appareil téléphotographique, de Korn. — L'original, photographié sur une pellicule, est placé sur un cylindre de cristal, C (fig. 105), animé, tout à la fois, d'un mouvement de rotation et de déplacement longitudinal ; le style est ici remplacé par un faisceau lumineux, émis par une source, L, et qui, convenablement réfléchi, vient former foyer à la surface même de la pellicule ; traversant celle-ci et le cylindre de cristal, il arrive à un prisme à réflexion totale, P, immobile à l'intérieur, et est enfin renvoyé sur une cellule de sélénium, S.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cellule, S, est constituée de la façon suivante : sur une plaque de stéatite, de 7 centimètres sur 2,5, on a couché deux fils de platine très fins, qui l'enveloppent complètement sans se toucher ;

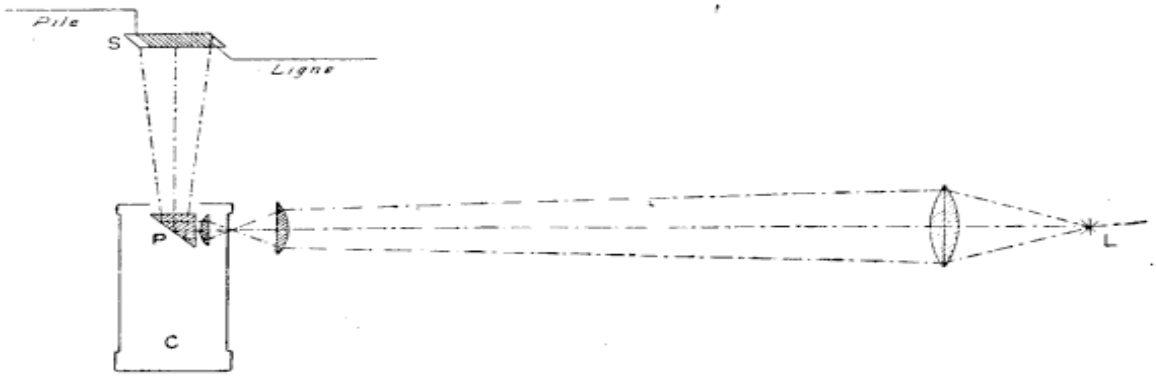


Fig. 105. — Transmetteur téléphotographique Korn.

puis on a appliqué, sur la face qui regarde le prisme, un enduit de sélénium ; enfin, on a relié l'un des fils de platine à la ligne, tandis que l'autre est en liaison avec une pile : le courant de celle-ci ne peut donc se rendre sur la ligne qu'en traversant l'enduit de sélénium. La résistance de la cellule est appropriée à celle de la ligne ; suivant les modèles, elle atteint, dans l'obscurité, de 3 000 à 12 000 ohms. On sait que la conductibilité de cette substance varie, dans des proportions considérables, suivant qu'elle est plus ou moins éclairée ; or, le rayon lumineux provenant de la source, L, arrive à la cellule après avoir traversé les différents points, plus ou moins opaque, de la pellicule photographique ; la conductibilité du sélénium varie donc suivant le flux qui lui parvient, et le courant émis sur la ligne suit les mêmes variations. Il convient de noter, toutefois, que ces variations ne sont pas proportionnelles à l'éclairement de la cellule, aussi a-t-il fallu adjoindre au transmetteur un dispositif « compensateur », dont le fonctionnement sera facile à saisir après la description du récepteur.

Celui-ci consiste en un galvanomètre du genre Ader-Einthoven, comprenant deux fils, tendus entre les pièces polaires et parallèlement aux branches d'un aimant permanent ; ces deux fils, rendus solidaires par une petite plaque d'aluminium, *a* (fig. 106), sont réunis « en quantité » ; les courants de ligne les parcourent tous deux dans le même sens et, sous leur action, l'équipage se déplace

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perpendiculairement au champ ; ces déplacements varient suivant l'intensité des courants reçus, c'est-à-dire suivant la transparence des points du cliché de départ. La plaque d'aluminium, *a*, sert d'obturateur à un diaphragme percé à travers les plaques polaires ; ce diaphragme, *d*, est triangulaire, et le sens des déplacements est tel que l'obturateur démasque d'abord la pointe, de telle sorte que la surface ainsi ouverte augmente dans une proportion plus grande que les déviations de l'obturateur.

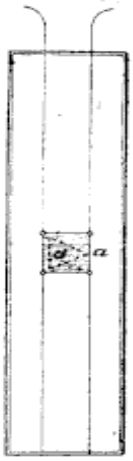


Fig. 106.

La figure 107 montre l'ensemble de l'agencement : le galvanomètre, G, est placé sur le trajet du rayon lumineux émis par la source, L, dont il laisse passer une fraction plus ou moins grande, suivant son propre déplacement ; cette fraction arrive sur une feuille de papier sensible, tendue sur le cylindre, C, qui tourne en synchronisme avec celui du poste de transmission ; le tout est enfermé dans une boîte noire. L'intensité du rayon lumineux, qui impressionne le papier, dépend de la quantité de flux qui a traversé le diaphragme ; or, sur le cliché de départ, le maximum de transparence correspond au maximum d'éclairement du sélénium et, par suite, au maximum de courant sur la ligne, soit, en fin de compte, à un maximum d'intensité lumineuse sur le papier sensible : le cliché ainsi obtenu

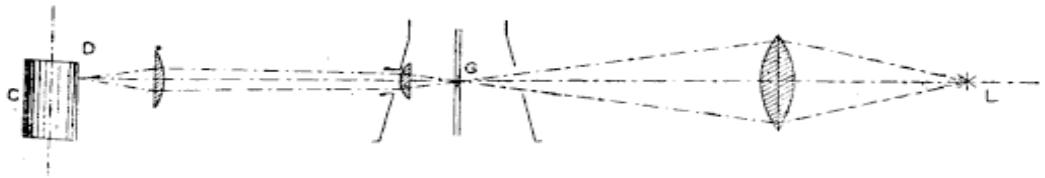


Fig. 107. — Récepteur téléphotographique Korn.

est donc un négatif. On peut obtenir un cliché directement positif en plaçant la plaque d'aluminium, *a* (fig. 106), de manière qu'à l'état de repos, le diaphragme soit complètement ouvert et que l'obturateur le ferme en commençant par la pointe.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, les courants résultant, au départ, du fonctionnement du transmetteur, ne sont pas proportionnels à l'éclairement du sélénium ; le dispositif compensateur consiste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en un galvanomètre, semblable à celui du récepteur, et qui, en série sur la ligne, est traversé par tous les courants venant de la cellule, S (fig. 105) ; le rayon lumineux, gradué par ce galvanomètre, agit sur une cellule auxiliaire, semblable à la première et placée en dérivation sur la ligne ; les courants qu'elle émet s'ajoutent ainsi à ceux de la première, et l'on obtient, sinon la proportionnalité absolue, tout au moins une approximation suffisante.

L'inventeur s'est attaché également à compenser l'inertie du sélénium qui, pour une intensité lumineuse donnée, montre une résistance plus faible lorsqu'il a été précédemment éclairé, que lorsqu'il sort de l'obscurité. Ce dispositif est décrit dans l'*Eclairage électrique* du 22 décembre 1906 (p. 476).

Le synchronisme entre les deux cylindres est réalisé, en principe, de la façon suivante : le cylindre récepteur est réglé pour tourner plus vite que le transmetteur, dans la proportion de 1 p. 100 environ ; il est monté à friction sur l'arbre du moteur qui l'entraîne, et peut être arrêté, à la fin de chaque révolution, par un encliquetage : il attend, dans cette position, l'arrivée d'un courant correcteur, envoyé à chaque tour par le transmetteur ; ce courant libère l'accrochage et le cylindre se remet en marche : les écarts qui se produisent dans l'espace d'une révolution ne peuvent donc s'accumuler, et l'on obtient un synchronisme très régulier. Pour établir l'accord entre les deux appareils, il suffit de mettre le récepteur en marche avant le transmetteur, il s'arrête après une révolution et attend le premier courant correcteur, qui le fait repartir.

Appareil téléphotographique Belin. — Cet appareil, appelé aussi *télestéréographe*, diffère essentiellement du précédent : pour la transmission, il met à profit cette propriété des gélatines bichromatées, de devenir d'autant moins solubles qu'elles ont été exposées à une lumière plus intense : il s'ensuit que, si l'on reproduit un cliché sur une pellicule d'une telle substance, et si on la développe à l'eau chaude, la surface de la pellicule présente, en chaque point, des reliefs dont la hauteur est presque exactement proportionnelle aux différentes intensités lumineuses.

Le cliché ainsi obtenu est tendu sur un cylindre, C (fig. 108,)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui, en tournant, présente successivement tous ses points à un style, S, suivant une hélice à pas très serré. Le style, d'après l'épaisseur des différents points qu'il rencontre, accomplit une série de déplacements, suivant le rayon du cylindre, s'approchant du centre lorsque se présente un creux et s'en éloignant au passage d'une aspérité ; ces mouvements sont amplifiés par le levier LL′ ; le style, mobile autour du point O, commande un curseur, *c*, qui se déplace sur un rhéostat, R, intercalé entre la pile, P, et la ligne : les courants que reçoit cette dernière ont donc une intensité qui dépend du relief de chaque point rencontré par le style.

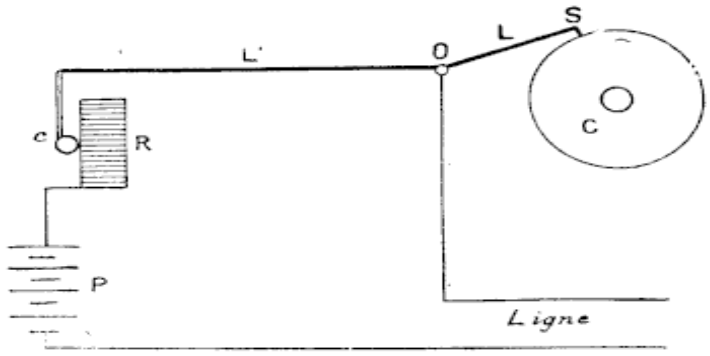


Fig. 108. — Transmetteur téléphotographique Belin.

Dans les appareils actuels, le rhéostat est remplacé par une sorte de microphone à un seul contact : un grain sphérique de charbon, enchassé dans une alvéole qui l'empêche de se déplacer latéralement, est serré entre deux lames de charbon, dont l'une constitue le fond de la boîte et l'autre la membrane. Le grain de charbon est placé excentriquement par rapport à cette dernière, qui, maintenue par les bords, à la façon ordinaire, a pu, dans un nouveau modèle, être réduite à une simple bande rectangulaire renfermant le diamètre qui s'appuie sur le grain. Le cliché étant exploré, comme précédemment, par un style, les différentes pressions, transmises à la membrane, font varier la résistance de l'unique point de contact, et les courants ondulatoires qui en résultent sont transmis sur la ligne. Ce nouveau transmetteur est d'une stabilité complète, et une pression donnée, exercée sur la membrane, engendre toujours rigoureusement la même intensité dans le primaire ; il permet la transmission des demi-teintes avec une fidélité et une pureté qui n'avaient pu, jusqu'ici, être atteintes.

Au poste correspondant, les courants sont reçus dans un oscillographe bifilaire Blondel, dont la fréquence est réduite à environ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1 000 périodes, et qui est réglé à l'apériodicité critique ; cet instrument possède, dans ces conditions, une sensibilité remarquable, tout en donnant des déviations rigoureusement proportionnelles aux intensités de courant qui les provoquent. La grande fréquence propre de cet appareil est nécessaire pour enregistrer les variations rapides de courants, produites par le nouveau transmetteur mentionné ci-dessus. Une source lumineuse, S (fig. 109), émet un rayon

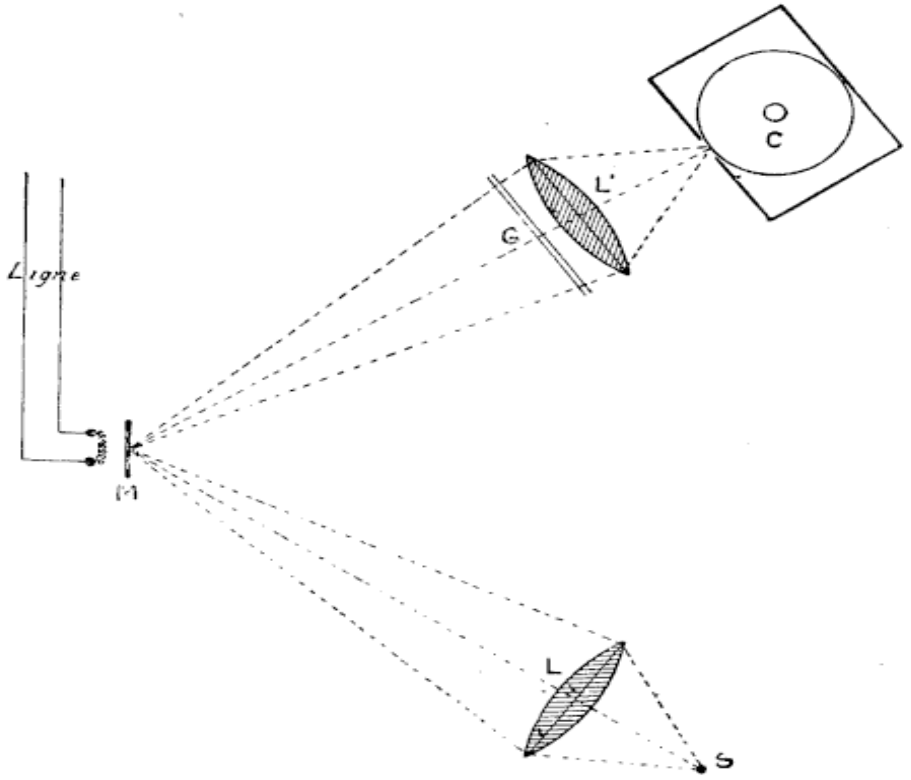


Fig. 109. — Récepteur téléphotographique Belin.

à travers une lentille, L, ayant son foyer au centre du miroir, M ; celui-ci renvoie ce rayon à une seconde lentille, L′, dont le foyer se forme à la surface de la pellicule sensible, tendue sur le cylindre, C, animé d'un mouvement synchronique par rapport au cylindre de transmission ; mais, avant d'atteindre la lentille, L′, le rayon traverse une plaque de verre, G, sur laquelle est vernie une gamme dégradée, allant de la transparence complète à l'opacité absolue : le rayon, suivant l'angle dont il est dévié par le miroir, traversa donc une partie de la gamme plus ou moins opaque et arrive sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pellicule sensible avec une intensité proportionnelle aux reliefs du cliché de départ.

Là comme dans le système Korn, le cliché d'arrivée peut être, à volonté, positif ou négatif, suivant que la gamme, G, présente son point le plus transparent ou le plus opaque à la position qui correspond au courant minimum reçu de la ligne. Le synchronisme entre les deux cylindres correspondants est obtenu d'une façon analogue à celle du précédent, par un arrêt momentané du mobile récepteur à la fin de chaque révolution. L'inventeur étudie en ce moment l'emploi de moteurs synchrones, qui, placés aux deux extrémités de la ligne, entraîneraient les cylindres et, une fois mis en phase, resteraient « accrochés » pendant toute la durée de la transmission : l'arrêt périodique serait ainsi supprimé et, en outre, il deviendrait possible de donner aux cylindres une vitesse angulaire notablement supérieure à celle pratiquée actuellement. Les résultats déjà obtenus, dans cette voie, permettent d'espérer que la solution définitive sera acquise à bref délai.

Télautographe Jordery. — L'expéditeur écrit son télégramme à l'aide d'un crayon, c'' (fig. 110), monté de telle sorte que les deux composantes, horizontale et verticale, des mouvements qu'on lui imprime, sont transmises séparément, par l'un et l'autre de deux fils de ligne, et reproduites à l'arrivée.

La bande de papier sur laquelle on écrit se déroule d'un mouvement continu ; la poignée, P, portant le crayon, commande deux bras, A et A′, sur lesquels sont articulés deux autres bras, bc et $b'c'$ le parallélogramme ainsi constitué pivote autour des points c et c', reliés respectivement aux deux fils de ligne ; deux autres bras, B et B′, solidaires du parallélogramme, se terminent chacun par un curseur, mobile sur un rhéostat, R et R′, relié à une pile. Les mouvements imprimés à la poignée, P, ont donc pour résultat des déplacements des curseurs au prorata de la proportion dans laquelle chacune des composantes entre dans ces mouvements, et il en résulte que l'intensité des courants émis sur chacune des deux lignes varie dans la même proportion.

La plume du poste d'arrivée consiste en un tube capillaire en verre, rempli d'encre et placé au-dessus de la bande, qui,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme à l'autre poste, se déroule d'un mouvement continu ; elle est maintenue dans une articulation formée de deux ressorts, r, et r', montés chacun sur l'armature d'un électro-aimant, E et E′, et encastrés dans une mâchoire à leur extrémité opposée. Les courants d'intensité variable, qui parcourent les électro-aimants, déterminent des déformations également variables des ressorts, et la plume reproduit ainsi tous les mouvements du crayon de départ.

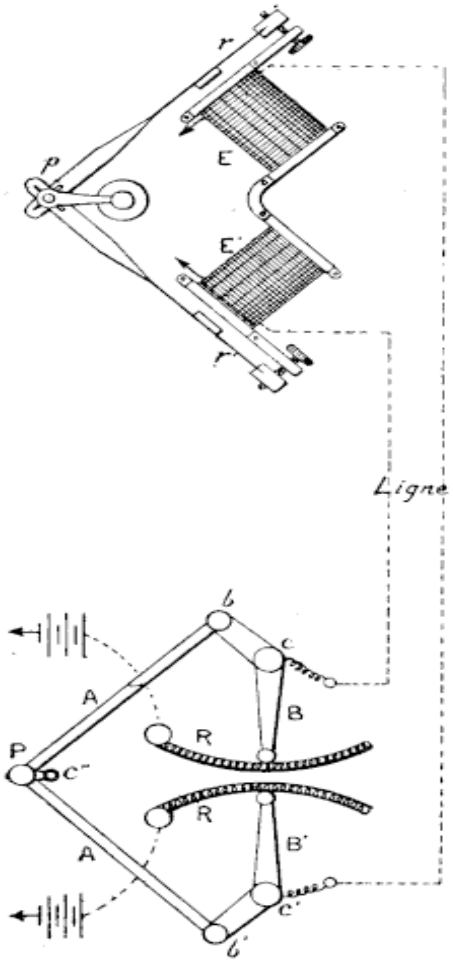


Fig. 110. — Télautographe Jordery.

Télautographe anglais. — Employé en Angleterre, sous le nom de *Telewriter*. Le mode de transmission est semblable à celui de Jordery, c'est-à-dire que le crayon, C (fig. 111), manié par l'expéditeur, commande deux rhéostats, R, intercalés entre la pile et chacune des deux lignes ; toutefois, le papier est fixe et le crayon est susceptible de se déplacer sur toute la surface d'un rectangle mesurant 12 centimètres de gauche à droite et 5 centimètres de hauteur.

A l'arrivée, la plume, P, est mise en mouvement d'après le même principe que ci-dessus, mais les récepteurs sont constitués chacun par un cadre galvanométrique, G, placé dans un champ magnétique puissant et entourant un cylindre de fer doux surexcitateur ; sur l'axe, autour duquel pivote le cadre, est monté le bras, B, qui commande la plume, et, en outre, un ressort spiral le ramène à la position de repos lorsqu'aucun courant ne parcourt les lignes ; dans cette position, la plume repose dans un encrier, contenant une dissolution d'aniline. Tout comme dans le système Jordery, l'un des cadres donne les composantes verticales des mou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vements de la plume et l'autre les composantes horizontales.

Un artifice intéressant est employé pour soulever la plume, soit entre les mots, soit à la fin de chaque ligne, afin de la ramener au commencement de la suivante, ou encore si l'on transmet un dessin; indépendamment des courants continus, d'intensité variable, qui déterminent les mouvements de la plume, les lignes sont parcourues, au repos, par des courants vibrés, émis par le poste de départ, et qui se superposent aux premiers ; ces courants, filtrés à l'arrivée par un condensateur, vont actionner un relais vibrateur qui, à son tour, maintient abaissée l'armature d'un électro-aimant : dans cette situation, une lame transversale se place devant les bras de la plume et l'empêche d'arriver au contact du papier. Au poste de départ, la tablette sur laquelle on écrit est articulée et, dès qu'on appuie avec le crayon, transmet la pression à un interrupteur placé au-dessous : le circuit des courants vibrés est coupé et, à l'autre poste, la lame transversale retombe, laissant la plume reposer sur le papier ; si ensuite, au cours de la transmission, on soulève de nouveau le crayon, par exemple entre deux mots, le rétablissement des courants vibrés éloigne momentanément la plume, mais la laisse sous la conduite des deux cadres, et elle continue à obéir aux mouvements du crayon de départ.

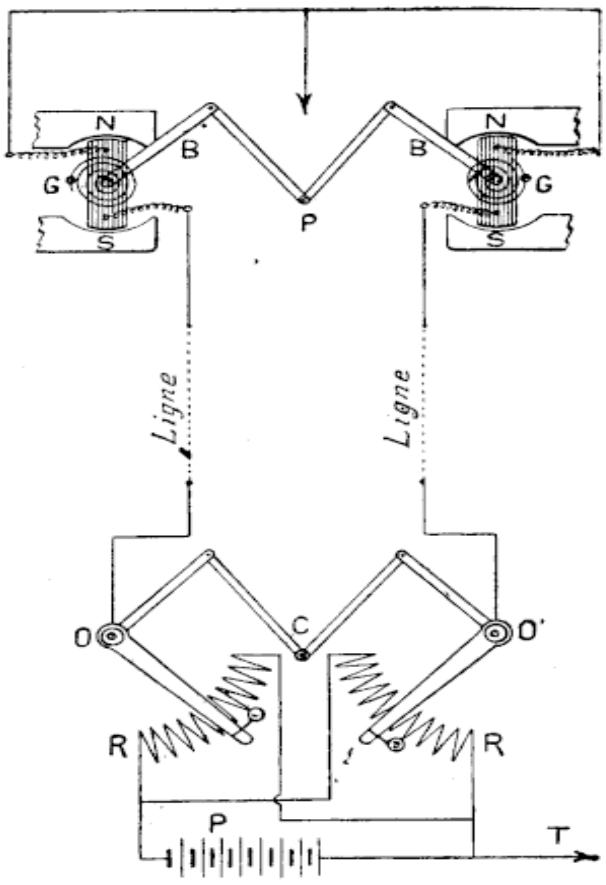


Fig. 111. — Télautographe anglais.

Le poste transmetteur commande également l'avance du papier, si la surface qui couvre la tablette ne suffit pas : à cet effet, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

papier, venant du rouleau, passe dans une pince solidaire de l'armature d'un électro-aimant : le relais qui commande ce dernier est maintenu au collage, pendant tout le temps de la transmission, par les courants qui commandent la plume : il suffit de provoquer une interruption pour le ramener au repos, et la pince fait avancer le papier d'une longueur égale à un tiers de la hauteur de la tablette. Cette même interruption permet aux ressorts spiraux de ramener les cadres galvanométriques à la position de repos, et la plume revient se placer momentanément dans l'encrier.

Bibliographie.

E. Zetzsche. — *Handbuch der elektrischen Telegraphie*. Berlin, 1877, t. I, p. 238. Magnetinductions Zeigertelegraph von Siemens.
H. Thomas. — *Traité de Télégraphie électrique*. Paris, 1894.
L. Montillot. — *Télégraphie pratique*. Paris, 1898.
Tongas. — *Installations télégraphiques*. Paris, 1913
Administration des P. T. T. — *Manuel de l'agent des Postes et Télégraphes*, 1919.
Tern nt. — *Le siphon enregistreur*. Paris, 1876.
Archiv für Post und Telegraphie. — Berlin, mai et juin 1905. Der Ferndrucker von Siemens und Halske.
Wunschendorff. — *Traité de Télégraphie sous-marine*. Paris, 1888.
E. Montoriol. — *Guide pratique du Télégraphiste*. Paris, 1910.
E. Montoriol. — *L'appareil Hughes et les lignes souterraines*. Paris, 1909.
Annales télégraphiques, 1863. Pantélégraphe Caselli, p. 209.
E. Montoriol. — *La Technique télégraphique en France*. Paris, 1914.
L'Électricien. — Paris, 1907, p. 327. Le Télautographe de M. Korn.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

MOYENS D'AUGMENTER LE RENDEMENT DES LIGNES

CHAPITRE VII

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les moyens propres à augmenter le rendement des lignes se rangent en diverses catégories, suivant qu'ils portent sur les lignes elles-mêmes, sur le mode d'utilisation ou sur le mode de transmission :

1° On peut, en effet, chercher tout d'abord à augmenter le nombre des signaux possibles dans un temps donné, en combattant les effets perturbateurs de la charge et des influences extérieures, par des dispositifs de *décharge*, de *compensation*, etc.

2° Lorsque le trafic entre deux bureaux est insuffisant pour utiliser convenablement la ligne qui les relie, on peut rattacher celle-ci à d'autres postes situés sur son parcours et travailler *successivement* sur chacune des sections ainsi constituées ; on réalise de la sorte des lignes *omnibus*, en *dérivation*, en *embrochage*, etc.

3° Le groupement sur une même ligne de plusieurs appareils travaillant *simultanément* a permis de réaliser divers systèmes, qui se répartissent en plusieurs groupes, suivant qu'on envisage :

a) Ceux qui utilisent des *courants de même nature*, comme les duplex, diplex, multiplex, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

b) Ceux qui font usage de *courants de natures différentes*, comme les systèmes à transmission vibrée, les dispositifs de télégraphie et téléphonie simultanée, etc.

c) Ceux qui divisent le temps en fractions extrêmement petites pour rattacher la ligne successivement à chacun des appareils : ce sont les systèmes à *transmissions multiples*.

d) Enfin ceux à *transmission automatique*, dans lesquels la main humaine est remplacée par un organe mécanique, qui expédie automatiquement les transmissions préparées à l'avance par un nombre plus ou moins grand d'opérateurs.

Tous ces moyens d'augmenter le rendement des lignes ont été combinés entre eux, et ont donné naissance à une foule de dispositifs dont les principaux vont être examinés successivement.

Les systèmes à transmission automatique et ceux à transmissions multiples, à cause de leur nombre et de leur importance, feront l'objet de chapitres spéciaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE VIII

SYSTÈMES DE DÉCHARGE

Déformation des signaux. — L'étude de la propagation des courants sur les lignes est faite dans un autre ouvrage de cette encyclopédie (1) ; il suffira donc, pour l'objet traité ici, de rappeler les phénomènes qui accompagnent la charge et la décharge des conducteurs et leur répercussion sur la forme des signaux enregistrés à l'arrivée.

Lorsqu'on lance sur une ligne une émission de courant, l'intensité n'acquiert pas aussitôt, à l'autre extrémité, la valeur que lui assigne la loi d'Ohm ; abstraction faite du temps de propagation

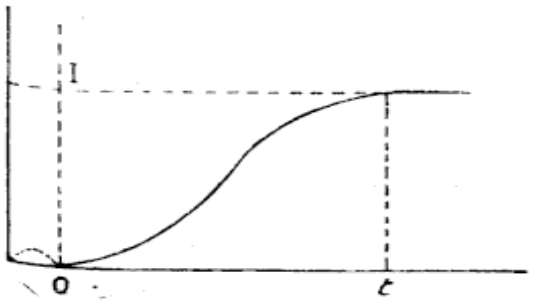


Fig. 112.

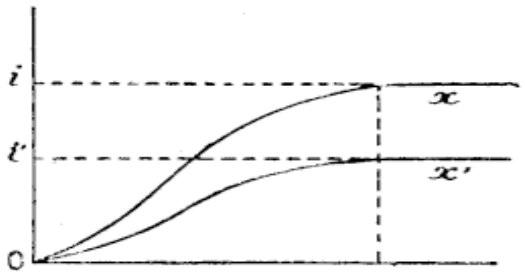


Fig. 113.

proprement dit, l'intensité, partant de zéro, ne s'accroît que progressivement et c'est seulement au bout d'un temps, Ot (fig. 112), qu'elle atteint sa valeur définitive. Cela tient à ce qu'au début de l'émission, l'énergie fournie au conducteur a été employée à le charger (effet de capacité) et à vaincre sa self-induction. Le temps Ot, qu'on appelle *période variable*, dépend donc exclusivement de la capacité et de la self-induction de la ligne et est complètement indépendant de la force électro-motrice mise en jeu : si, par exem-

(1) *Généralités sur les transmissions télégraphiques et téléphoniques*, par M. Ravut. — Encyclopédie Baillière, en préparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ple, avec un certain voltage au départ, on obtient la courbe Ox (fig. 113) et l'intensité finale Oi, avec une tension plus faible, on aura la courbe Ox' et l'intensité Oi', mais, dans un cas comme dans l'autre, le régime permanent ne sera atteint qu'au bout du temps Ot ; on doit remarquer cependant que, si les deux courbes sont très voisines au début de l'émission, elles s'écartent sensiblement ensuite et que celle qui correspond au voltage le plus élevé est plus abrupte que la seconde.

A la fin de l'émission, l'énergie, absorbée pour charger le conducteur et surmonter sa self-induction, se trouve restituée, l'intensité, à l'arrivée, ne tombe pas brusquement à zéro, mais décroît progressivement, comme si on appliquait à la ligne une force électro-motrice égale et de signe contraire à celle qui a produit l'émission. Si, donc, on représente par la courbe OxO' (fig. 114) l'allure d'une onde reçue au poste d'arrivée, on peut en déduire le degré de déformation que subira le signal enregistré dans le récepteur : ce dernier, suivant sa construction et le travail qu'on

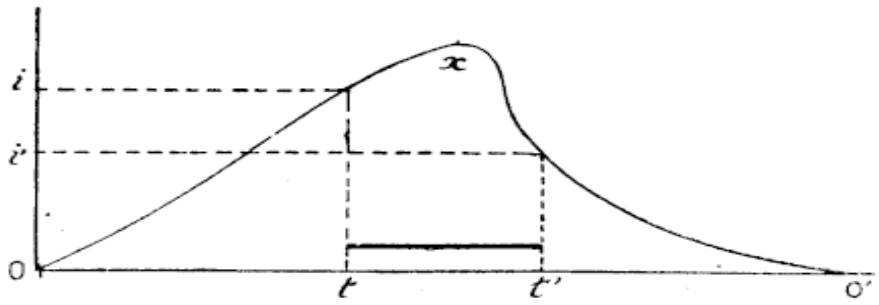


Fig. 114.

demande à son armature, fonctionne lorsque le flux d'induction a atteint une valeur déterminée ou, si l'on préfère, lorsque le courant reçu a acquis une certaine intensité. Si, par exemple, cette intensité minima nécessaire est égale à Oi, l'armature est déplacée au temps t ; or, par suite de la diminution de réluctance résultant de son rapprochement des noyaux, le courant nécessaire pour la maintenir au contact est notablement plus faible que celui qu'il a fallu pour la déplacer : le décollement aura lieu, par exemple, lorsque l'intensité décroissante passera par la valeur Oi', c'est-à-dire au temps t'. On voit que la durée, tt', du signal est sensible-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment inférieure à la durée de l'émission envoyée par l'autre poste ; cette déformation est d'autant plus importante que le récepteur est moins sensible : en effet, si, dans le cas supposé, le récepteur avait été susceptible de fonctionner avec une intensité inférieure à O*i*, l'attraction et le retour au repos de l'armature auraient eu lieu à des temps plus voisins, respectivement, de O et de O′, et la longueur du signal enregistré se serait rapprochée davantage de celle de l'émission. On obtiendrait un résultat encore meilleur si on donnait à la courbe une allure plus redressée, ce qu'on obtiendrait en employant, au départ, une force électro-motrice plus grande. En résumé, on diminue la déformation des signaux reçus, d'une part, en employant des récepteurs aussi sensibles que possible et d'autre part, en augmentant la tension de la source électrique de départ ; toutefois, en examinant la figure 113, on voit que, si le récepteur est très sensible, le voisinage des deux courbes, au début de l'émission, est tel qu'on gagne peu à forcer le voltage et l'on s'en tiendra, dans la pratique, à des limites qui seront indiquées plus loin.

Quoi qu'il en soit, si l'on considère l'influence des constantes mêmes de la ligne, l'étude complète conduit à conclure qu'on a tout intérêt à augmenter la self-induction et à diminuer la capacité. Le premier de ces facteurs est malheureusement toujours très faible, que les lignes soient en fer ou en cuivre ; les études d'Heaviside, Vaschy, Barbarat et Pupin ont conduit à l'augmenter artificiellement, en intercalant des bobines de self-induction, réparties uniformément tout le long du conducteur ; ce procédé a donné des résultats remarquables en téléphonie. En ce qui concerne la télégraphie, on s'est borné, jusqu'ici, à combattre le facteur défavorable : la capacité, qui, dans les longues lignes aériennes, et, surtout, dans les lignes souterraines et sous-marines, atteint une valeur très élevée. A défaut de pouvoir, par la construction même, réduire la capacité, on a recours à des artifices, qui tendent tous à hâter la décharge du conducteur après chaque émission, et à permettre ainsi le fonctionnement des appareils les plus rapides.

En effet, en ce qui concerne la rapidité de la succession des signaux, il est clair qu'avant d'expédier une émission, on doit attendre que la ligne soit, sinon complètement, tout au moins

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisamment déchargée de la première, afin d'éviter que ce second signal, trouvant l'armature du récepteur encore abaissée, ne vienne s'ajouter purement et simplement au premier (V. fig. 114), dans le cas du Morse, par exemple, on aurait, pour deux points consécutifs, l'inscription d'un trait dans le récepteur ; il convient de noter en passant que, la self-induction du récepteur et sa rémanence tendant à maintenir l'armature abaissée après même la cessation du courant, il est d'autant plus important d'assurer la décharge rapide de la ligne après chaque émission. Les artifices employés à cet effet sont énumérés ci-après.

Décharge Schwendler. — Dans tous les systèmes à transmission simple, la décharge du conducteur s'opère, non seulement à travers le récepteur d'arrivée, mais encore au poste de départ, dès que le manipulateur est revenu à la position de repos (V. fig. 5, p. 12) ; toutefois, la ligne reste isolée pendant le temps que met le levier à accomplir le trajet entre ses deux butées et, ensuite, la décharge est entravée par la résistance et surtout la self-induction du récepteur, placé entre la ligne et la terre. Le système Schwendler obvie à ce double inconvénient : le manipulateur (fig. 115) reçoit la pile à travers les bobines d'un parleur, P, et un shunt, S ; l'armature est reliée à la terre, et le butoir de travail à la butée de repos du manipulateur ; ce parleur doit obéir aussi paresseusement que possible aux courants qui parcourent les bobines, ce qu'on obtient facilement en lui donnant par construction une grande inertie mécanique et électrique et en tendant au minimum le ressort antagoniste, R ; en outre, l'appendice de l'armature est muni d'un petit ressort très souple, ou « paillette », qui arrive au contact du butoir de travail avant l'armature elle-même et y reste pendant un certain temps après qu'elle a commencé à se relever. Dans ces conditions, si l'on abaisse

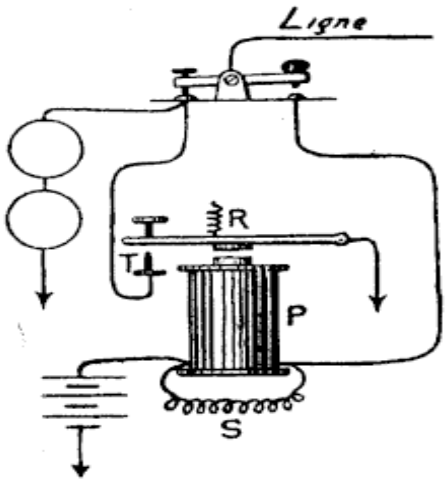


Fig. 115. — Décharge Schwendler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le manipulateur, le courant envoyé sur la ligne traverse les bobines du parleur et attire son armature : la butée de repos est mise à la terre, ce qui ne produit aucun effet, le levier reposant alors sur la butée de travail ; mais, dès qu'on l'abandonne, le manipulateur revient rapidement au repos tandis que le parleur, plus paresseux, est encore sur travail ; la ligne se trouve donc en relation directe avec la terre, jusqu'à ce que le parleur soit, à son tour, revenu au repos, c'est-à-dire pendant un temps appréciable, et la décharge de la ligne s'effectue. Le shunt, S, prolonge cette action en localisant l'extra-courant de self-induction du parleur dans ses propres bobines et, en outre, évite l'étincelle que cette même self-induction provoquerait au point de rupture du circuit.

Manipulateur à décharge, de Schaeffer. — Le levier-manipulateur est terminé par une sorte de fourche, formée de deux ressorts-lames ; ceux-ci embrassent une borne en ivoire, portant un disque métallique relié à la terre, et, comme ils communiquent avec la ligne, la décharge a lieu avant et après chaque émission.

Manipulateur à décharge, de Farjou. — Sur le côté gauche du socle, parallèlement au manipulateur, est une rigole, dans

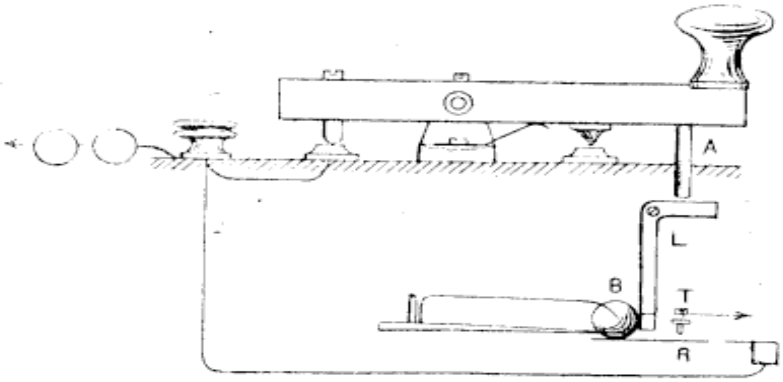


Fig. 117. — Manipulateur à décharge, de Farjou.

laquelle est enfermée une bille en agate, B (fig. 117) ; à l'état de repos, cette bille s'appuie sur l'extrémité d'un ressort, R, relié à l'entrée des bobines du récepteur, et l'éloigne de sa butée, T, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communique avec la terre. Lorsqu'on abaisse le manipulateur, un appendice, A, vient frapper sur un levier à bascule, L, et chasse la bille, qui remonte la pente de la rigole : le ressort vient alors au contact de sa butée et l'entrée du récepteur est mise à la terre ; le levier, L, s'oppose à ce que la bille, redescendue, appuie de nouveau sur le ressort. A la fin du signal, le manipulateur est revenu sur repos avant que la bille ait repris sa place, et la ligne se trouve un instant à la terre.

Décharge à l'arrivée. — On a cherché également à favoriser la décharge à l'arrivée en éliminant en partie le récepteur. Le dispositif Blavier (fig. 118), atteint ce but en reliant l'entrée de l'électro-aimant à l'armature, à travers un rhéostat, R, et le butoir de travail directement à la terre ; dès que l'armature vient au contact de son butoir de travail, une partie du courant de la ligne est dérivée en dehors des bobines, et il suffit de régler convenablement le rhéostat, R, pour que le complément suffise juste à la maintenir dans cette position.

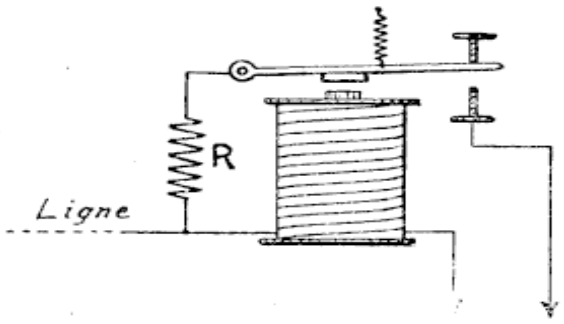


Fig. 118.

Le dispositif Farjou est semblable au précédent, sauf que le rhéostat est supprimé : l'armature fonctionne alors en trembleur ; si le récepteur est, par exemple, un Morse, un réglage approprié permet d'obtenir une réception parfaitement lisible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE IX

COURANT DE REPOS

Avantages du courant de repos. — La décharge du conducteur se trouve notablement accélérée si, après chaque émission, on met le conducteur en relation avec une source de pôle contraire à celle qui produit les signaux ; dans le dispositif Schwendler, par exemple, il suffirait pour cela de remplacer la terre, amenée à l'armature du parleur, par une pile négative, si la transmission a lieu en positif. Une foule d'autres systèmes ont été imaginés pour opérer cette liaison de façon temporaire, et l'on verra plus loin que la bobine Godfroy joue un rôle sensiblement analogue ; dans les systèmes rapides actuels, on fait usage du « courant de repos » qui, indépendamment de la décharge proprement dite, présente des avantages au point de vue de la régularité des signaux.

Cette méthode consiste à relier en permanence la butée de repos du manipulateur à une pile inverse de celle avec laquelle on produit les émissions de travail. De cette façon, tous les intervalles entre ces dernières sont occupés par le courant de repos ; il en résulte seulement la nécessité de faire usage, à l'arrivée, de récepteurs polarisés, du genre de ceux qui seront décrits plus loin ; en outre, un commutateur est nécessaire pour passer de la position de transmission à celle de réception ; ce commutateur, C (fig. 119), peut être constitué par une manette, communiquant avec la butée de repos du manipulateur, M, et qu'on amène, soit sur un plot relié à la pile de repos, P′, soit sur un autre communiquant avec l'entrée des bobines du récepteur, R.

Indépendamment de l'accélération de la décharge, qui résulte de ce que le conducteur, après chaque émission, au lieu d'être mis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en communication avec la terre, c'est-à-dire au potentiel zéro, se trouve relié à un potentiel inférieur, par exemple, le courant de repos offre le très grand avantage de permettre de donner au récepteur le *maximum de sensibilité* que permet sa construction. En effet, avec un électro-aimant non polarisé, le maximum de sensibilité est atteint lorsque l'armature serait susceptible d'obéir aux courants parasites, qui parcourent constamment les lignes, et de les enregistrer à l'égal des courants de travail. Si ces courants parasites viennent à augmenter d'intensité, on n'a pas d'autre ressource pour assurer la réception, que de tendre le ressort antagoniste, mais, ce faisant, on enlève au récepteur la sensibilité qui,

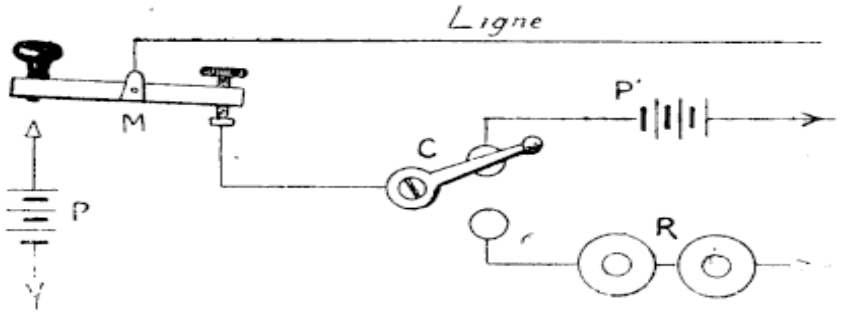


Fig. 119.

comme il a été dit plus haut, est une condition essentielle à la régularité de la réception.

Avec le courant de repos et un récepteur polarisé, il suffit de calculer le voltage de telle sorte que l'intensité qui circule sur la ligne soit toujours supérieure à celle des courants parasites les plus forts ; deux cas peuvent alors se présenter : ou bien ces courants parasites sont de même sens que le courant de repos, ils ne font alors que le renforcer, et l'armature est seulement mieux maintenue sur son butoir de repos ; ou bien ils sont de sens contraire, mais, si la tension de la batterie a été convenablement calculée, ils l'atténuent seulement et l'armature du récepteur n'en reste pas moins contre le butoir de repos.

Ainsi donc, le courant de repos agit sur le récepteur comme le ferait un ressort antagoniste *bien tendu*, en soustrayant l'armature à l'action des courants parasites, mais il offre, d'autre part, cet avantage considérable qu'il disparaît au moment de l'arrivée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des courants de travail et abandonne l'armature à elle-même, tout comme avec un ressort *détendu* ou *nul*, c'est-à-dire qu'il lui laisse le maximum de sensibilité.

Il convient cependant de remarquer que cet appui plus ou moins fort de l'armature sur son butoir de repos, lors de l'arrivée des courants de travail (suivant la direction des courants parasites), est susceptible d'altérer quelque peu le *moment* de son déplacement; cette légère déformation passe inaperçue dans la plupart des systèmes ; toutefois, on verra plus loin que, dans les appareils très rapides, tels que le Baudot, il en a été tenu compte et qu'un dispositif, d'ailleurs très simple, rectifie les signaux ainsi altérés.

Emploi du positif comme courant de repos. — Les transmissions à simple courant sont effectuées à l'aide du pôle positif ; au contraire, dans celles à double courant, le positif est toujours employé comme courant de repos. Ces deux règles ont été inspirées par l'influence que peuvent avoir, sur les pertes des lignes, les phénomènes électrolytiques qui accompagnent toujours les transmissions, notamment sur les conducteurs souterrains. La question de l'électrolyse étant traitée dans un autre ouvrage (1), il suffira de rappeler ici que même les lignes dites aériennes comprennent toujours des parties souterraines (traversée des tunnels ou des villes, points particuliers, etc.) ; ces parties sont généralement constituées par des câbles sous gutta. Or, il arrive fréquemment que l'isolant se fendille et permet au conducteur de venir en contact direct avec l'humidité ou même l'eau que peut contenir la conduite qui renferme les câbles : il en résulte des mélanges ou des pertes à la terre. Lorsqu'on transmet sur un conducteur ainsi affecté d'une perte, le point où celle-ci a lieu constitue un voltamètre; l'oxygène et l'hydrogène, résultant de l'électrolysation de l'eau, sont rendus libres et se portent, le premier sur l'électrode reliée au pôle positif, le second sur celle qui communique avec le pôle négatif ; le courant positif, au point défectueux, détermine donc un afflux d'oxygène, qui oxyde le métal et l'enveloppe d'une gaine mauvaise conductrice ; lorsque le courant est négatif, au

(1) *Piles primaires et accumulateurs* par MM. Féry et Cheneveau. — Encyclopédie Baillière, en préparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire, c'est l'hydrogène qui se porte sur le fil ; ce métalloïde réduit l'oxyde qui recouvre le cuivre pour s'emparer de son oxygène et reformer de l'eau ; le métal est, en quelque sorte, décapé, et la conductibilité de la dérivation se trouve rendue meilleure ; c'est ainsi que, sur les fils entièrement aériens comme sur les souterrains, les pertes en négatif sont toujours plus élevées que celles en positif.

On voit déjà que, pour les appareils employant un seul sens de courant, le positif devra être préféré au négatif, puisque le premier bouche, pour ainsi dire, les fuites, tandis que le second les débouche.

Avec les appareils à courant de repos, si la transmission était continue, le nombre d'émissions positives et négatives, envoyées dans un temps donné, devrait être sensiblement le même ; mais il n'en est jamais ainsi : sans parler des intervalles, très courts, entre chaque dépêche et de ceux, plus grands, entre deux séries consécutives, il y a des heures où le trafic est restreint ; les appareils inutilisés restent sur transmission et émettent leur courant de repos : il en résulte que l'action électrolytique de ce dernier est toujours prépondérante et qu'il y a, par suite, avantage à employer, pour cette fonction, le positif, préférablement au négatif. Reste à savoir si, à force de déposer, sur le métal, de l'oxygène qui l'attaque, on ne créera pas d'abord des étranglements, puis, ensuite, des coupures de l'âme conductrice : l'avenir le dira.

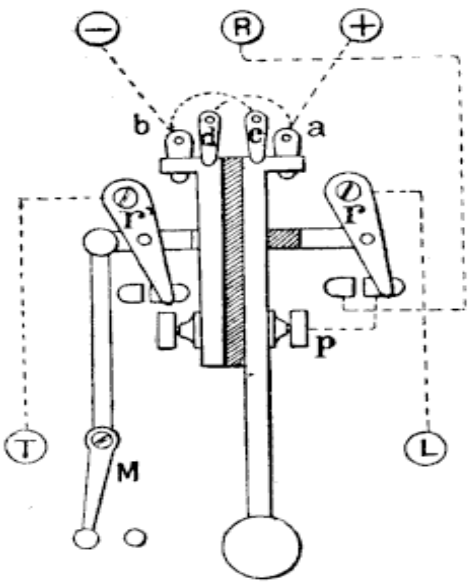


Fig. 120. — Manipulateur inverseur de Varley.

Manipulateur inverseur de Varley. — Les manipulateurs à courant de repos sont généralement agencés en inverseurs, de telle sorte qu'une seule pile suffit pour l'émission des deux sens du courant. Celui de Varley comprend une manette, M, permettant de déplacer 2 ressorts, r, r' (fig. 120), isolés l'un de l'autre ; le premier sert à renvoyer la ligne, soit à l'entrée, R, du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récepteur, soit au pivot, p, du levier manipulateur. Celui-ci porte un second levier, isolé du premier par de l'ébonite et relié à la terre par le ressort, r', lorsque la manette est dans la position de transmission. A l'état de repos, les deux leviers s'appuient chacun sur un ressort, a et b, communiquant respectivement avec le pôle positif et le pôle négatif de la batterie ; on envoie alors le courant positif ; dans la position de travail, deux autres butées flexibles, c et d, mettent le négatif à la ligne et le positif à la terre.

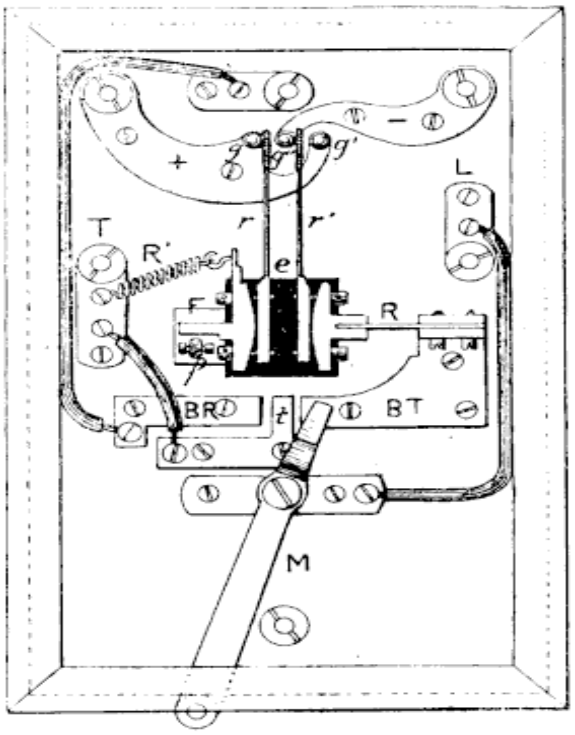


Fig. 121. — Manipulateur inverseur de Wheatstone.

Manipulateur inverseur de Wheatstone. — Le pôle positif de la pile est amené à une pièce, + (fig. 121), portant deux goupilles butées, g et g', et le pôle négatif à une autre pièce, —, munie d'une seule goupille, g'', placée entre les deux précédentes ; deux ressorts-lames, r et r', montés sur une plaque en ébonite, e, s'appuient, à

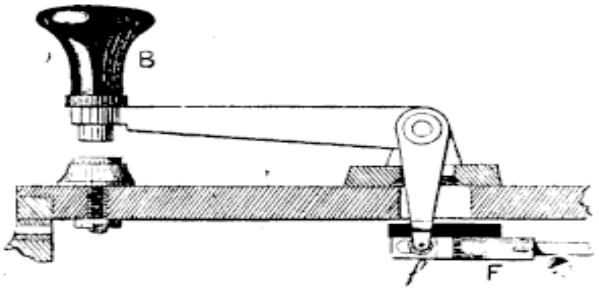


Fig. 122.

l'état de repos, sur les deux goupilles de gauche, g et g'', dans cette position, g met le positif à la terre, T, tandis que g'', en communication avec la ligne, L, par r', R, BT et la manette, M, envoie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant négatif de repos. Pour émettre un courant positif, on appuie sur le levier-manipulateur, B (fig. 122); la fourchette, *f*, pousse devant elle la pièce F (fig. 121 et 122), et la plaque en ébonite, *e*, bascule en faisant fléchir le ressort R. Les deux ressorts de l'inverseur viennent alors s'appuyer sur les goupilles de droite, *g″* et *g′* : le négatif est à la terre et le positif à la ligne. Dès qu'on abandonne le manipulateur, les ressorts, R et R′, ramènent le tout à la position de repos.

La manette, M, reliée à la ligne par la borne L, peut venir s'appuyer, soit sur la butée de transmission, BT, reliée à l'inverseur, soit sur celle de réception, BR, qui communique avec le récepteur ; pendant le trajet de l'une à l'autre, elle passe sur un plot intermédiaire, *t*, relié à la borne de terre, T, ce qui permet la décharge de la ligne après la transmission.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE X

COURANTS COMPENSÉS

Définition générale. — On a vu qu'il y a tout intérêt à utiliser, pour les transmissions rapides, des récepteurs aussi sensibles que possible, c'est-à-dire fonctionnant pendant la période d'accroissement rapide de l'intensité ; corollairement, il est avantageux de ne pas descendre le voltage au-dessous d'un minimum à partir duquel les courbes d'intensité seraient trop aplaties. Il en résulte que, lorsque le courant reçu a produit son effet utile, c'est-à-dire quand l'armature du récepteur est déplacée, l'intensité continue à augmenter, bien qu'à ce moment le maintien de l'armature sur travail nécessite beaucoup moins de force qu'il n'en a fallu pour l'y amener ; en particulier, avec les systèmes qui emploient des émissions d'inégale durée (Morse, Wheatstone, Baudot), cette augmentation de l'intensité, et, par suite, de la charge donnée au conducteur,est de nature à allonger sensiblement le temps de la décharge du conducteur après les signaux longs ; si l'on ajoute à cela la saturation magnétique plus grande des noyaux de l'électro-aimant récepteur, on voit qu'il y a là une cause non négligeable de déformation des signaux et, finalement, de limitation de la vitesse de transmission.

Les systèmes de *compensation* ont pour objet d'obtenir que la charge du conducteur ne dépasse jamais celle qui correspond à l'émission la plus brève du code employé ; si, par exemple, on fait usage de signaux Morse, on cherche à ce que la ligne ne soit pas plus chargée par un trait que par un point.

On atteint ce résultat en commençant les émissions à l'aide d'un voltage calculé d'après les indications qui ont été données plus haut, puis, après le temps qui correspond à une émission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brève, en les continuant avec une tension plus faible : on bénéficie ainsi de la raideur de la courbe correspondant au premier, et le récepteur fonctionne dans les meilleures conditions, mais, si l'émission se prolonge jusqu'à la fin de la période variable, le régime permanent n'atteint que la valeur, oI' (fig. 123), que lui donne le voltage faible, au lieu de celle, oI, qui correspondrait à celui avec lequel le signal a été commencé. Les premiers appareils Baudot employaient ce mode de compensation.

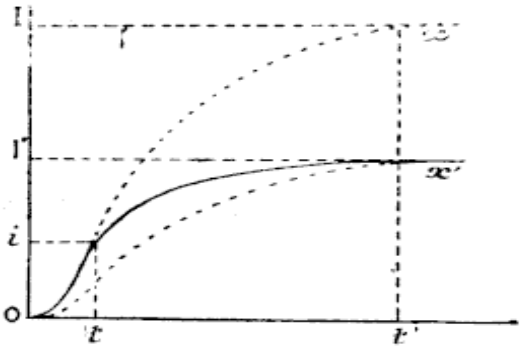


Fig. 123.

On peut atteindre le même résultat avec un seul voltage, mais en intercalant dans le circuit, après le premier temps de l'émission, un rhéostat dont la résistance, convenablement calculée, fait baisser l'intensité dans la proportion qu'on désire. C'est le dispositif employé dans le transmetteur automatique de Wheatstone, ancien modèle (V. p. 225).

Enfin, on peut réaliser une compensation très efficace à l'aide de divers artifices très simples, parmi lesquels on peut citer la bobine Godfroy et le condensateur shunté.

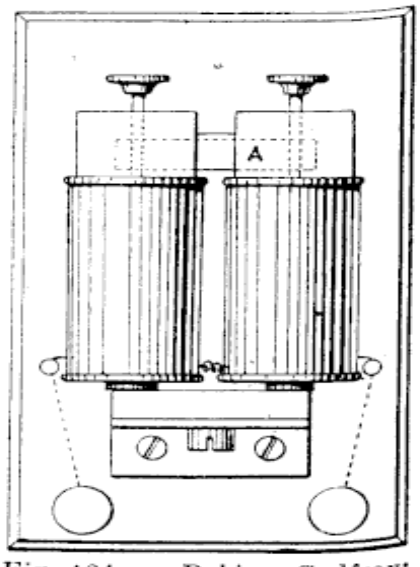


Fig. 124. — Bobine Godfroy.

Bobine Godfroy. — La bobine Godfroy consiste en un électro-aimant, E (fig. 124), dont les deux noyaux sont réunis par une culasse; l'armature, A, est réglable au moyen de deux boutons, B, qui permettent de la rapprocher ou de l'éloigner des noyaux, de manière à fermer plus ou moins le circuit magnétique. On fait, ainsi, varier à volonté le coefficient de self-induction de la bobine.

Lorsqu'on abaisse le manipulateur, la bobine Godfroy (fig. 125), oppose une grande impédance au courant, qui se rend, ainsi,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

presque en totalité sur la ligne ; mais la force contre-électromotrice, développée dans la bobine, décroît progressivement, la dérivation s'établit et il arrive bientôt un moment où la bobine n'oppose plus que sa résistance ohmique ; la plus grande partie du courant passe alors par la bobine, au lieu de se rendre sur la ligne ; ainsi donc, le courant a, au début, toute son énergie, comme s'il était envoyé par une pile forte et l'armature du récepteur est franchement attirée ; l'intensité, de plus en plus faible, qui complète le signal, et qui aurait été impuissante à effectuer le travail de démarrage, est suffisante pour garder l'armature dans sa position d'abaissement, et la charge de la ligne est réduite au minimum.

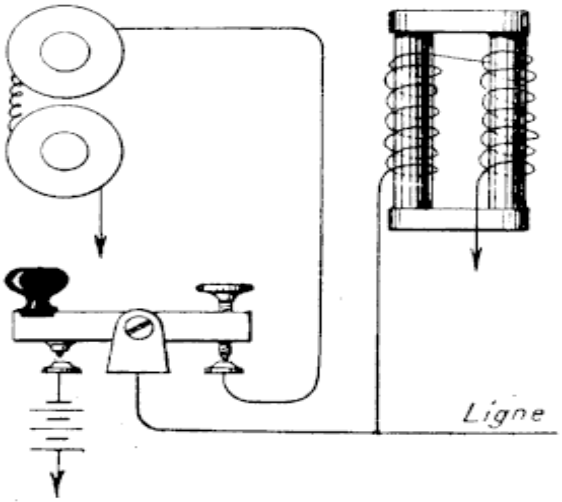


Fig. 125.

Lorsqu'on abandonne le manipulateur, l'extra-courant, développé dans la bobine, est de même sens que le courant qui a provoqué l'aimantation ; cet extra-courant se propage dans le circuit formé par la ligne et le récepteur correspondant, où il est de sens inverse, et produit exactement l'effet d'une pile de décharge. La bobine qui se trouve symétriquement placée au poste d'arrivée, concourt à décharger la ligne, comme celle du poste transmetteur, mais, en outre, sa self-induction tend à annuler celle du récepteur et à vaincre, par conséquent, l'obstacle que présente cette dernière à la rapide succession des signaux.

Condensateur shunté. — La méthode du condensateur shunté n'est guère employée, jusqu'ici, que sur les câbles sous-marins. Elle consiste à intercaler, entre le manipulateur et la ligne, un condensateur, C (fig. 126), et un rhéostat, R, en dérivation l'un par rapport à l'autre. Au début de l'émission, le condensateur se charge, et il en résulte un « kick » sur la ligne ; il suffit de calculer convenablement la capacité du condensateur pour que cette inten-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sité de début soit suffisante pour démarrer l'armature du récepteur ; l'émission est ensuite continuée à travers le rhéostat, dont la résistance est réglée de manière à obtenir le résultat désiré.

A l'arrivée, le condensateur shunté joue un rôle également favorable au fonctionnement rapide du récepteur : ses courants

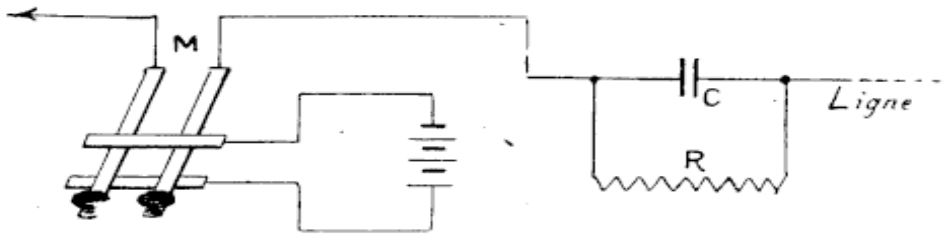


Fig. 126.

de charge et de décharge agissent, en effet, en sens inverse des courants dus à la self-induction du récepteur, tant à la fermeture qu'à la rupture du circuit ; aussi emploie-t-on parfois ce dispositif à l'arrivée seulement; dans ce cas, on le place entre le récepteur et la terre ; les valeurs à donner à la capacité, C, et à la résistance, r, par rapport au coefficient de self-induction du récepteur, L, sont alors calculées exclusivement pour cet objet particulier, et l'on obtient le maximum d'efficacité lorsqu'on a la relation :

$$L = Cr^2.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XI

EMPLOI DE RELAIS A LA RÉCEPTION

Avantages des relais à la réception. — Dans les systèmes à transmission simple et relativement lente, on peut, sans inconvénient, diriger directement le courant d'arrivée dans le récepteur et lui demander tout le travail qu'exige l'enregistrement des signaux, comme au Morse, par exemple ; et, comme on veut, par surcroît, que l'électro-aimant soit relativement sensible, on ne peut concilier toutes ces nécessités qu'en lui donnant des noyaux assez gros et en enroulant autour un grand nombre de spires de fil. Or, un tel électro-aimant a toujours un coefficient de self-induction élevé, et ne saurait convenir pour enregistrer des transmissions dans lesquelles les signaux se succèdent à des intervalles extrêmement courts.

Si l'on veut obtenir d'un électro-aimant un fonctionnement rapide, il est d'absolue nécessité de ramener à sa constante de temps $\left(\frac{L}{R}\right)$ à un strict minimum ; or, comme il n'est pas possible d'augmenter R sans augmenter L dans une proportion plus grande, on n'aura d'autre ressource que d'employer des noyaux petits, avec un nombre réduit de spires de fil autour. Mais, dans ces conditions, si l'on veut conserver la sensibilité, qui est une condition essentielle de la précision du fonctionnement, on ne pourra demander à cette armature qu'un travail insignifiant : son propre déplacement et rien de plus. On en fera donc un simple *relais* ; son armature, A (fig. 127) n'aura d'autre rôle que de fermer le circuit de la pile locale, P, sur l'électro-aimant récepteur, R ; il sera alors loisible de donner à cette pile la tension nécessaire pour le travail qu'on attend du récepteur. Quant au relais, on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pourra lui assurer toute la sensibilité désirable en réduisant le jeu de son armature à une petite fraction de millimètre, en supprimant le ressorf antagoniste par l'emploi du courant de repos, c'est-à-dire en le polarisant, et l'on arrivera à réunir dans un même instrument ces deux qualités essentielles, *rapidité* et *sensibilité*, en apparence inconciliables.

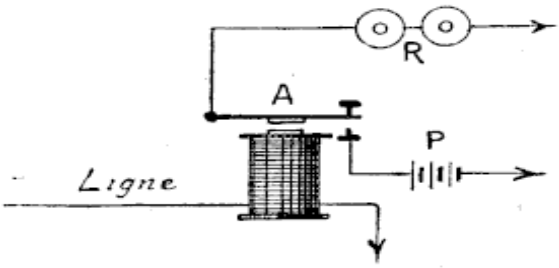


Fig. 127.

Relais Baudot. — Le relais Baudot comprend deux petites bobines à noyaux indépendants, placées entre les branches d'un aimant permanent et agissant sur une armature, A (fig. 128), polarisée par l'un des pôles de cet aimant : les polarités développées par le passage des courants dans les bobines, réagissant sur celle de l'armature, la font basculer dans un sens ou dans l'autre, suivant la direction de ces courants, et un index, solidaire de l'armature, vient s'appuyer sur l'un ou l'autre des deux butoirs, R et T, respectivement repos et travail. Afin de lui donner le maximum de mobilité, l'armature est montée, en état d'équilibre instable, sur un axe, AB, porté par deux pointes, à la façon d'un fléau de balance.

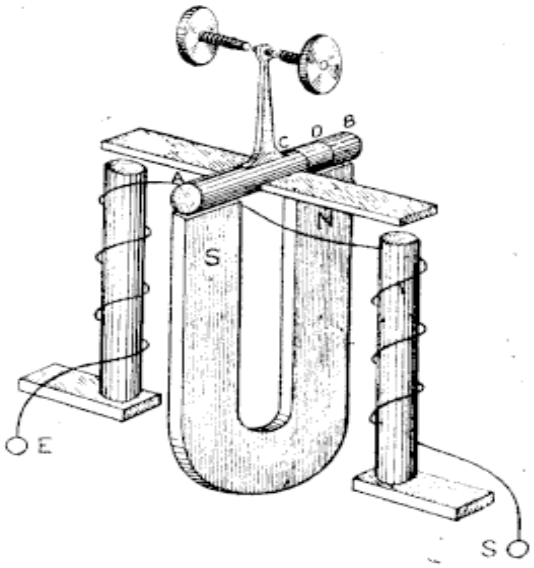


Fig. 128. — Relais Baudot.

Deux aimants permanents en fer à cheval, F (fig. 129), réunis par des plaques polaires, P, et fixés au massif, M, par une vis, V′, servent à polariser l'armature ; les plaques polaires sont traversées par les vis, V, terminées, à leur partie supérieure, par une pointe en acier trempé : ce sont les vis pivots de l'axe, AB, de l'armature. Cette dernière, A′, est placée perpendiculairement à son axe et fixée à l'aide d'une vis, qui taraude également dans la partie infé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieure de l'index, I, mobile entre deux butoirs qui seront décrits plus loin. L'armature surplombe les extrémités des noyaux de l'électro-aimant, E, et peut se déplacer dans un plan vertical ; la suspension de l'axe, extrêmement légère, est réalisée au moyen de deux chapes en acier trempé, incrustées dans l'épaisseur de l'axe, près de ses extrémités ; ces chapes reposent, chacune, sur l'une des pointes-pivots portées par les vis, V. L'une des chapes a la forme d'un cône : on l'appelle la *chape-point* ; l'autre est consti-

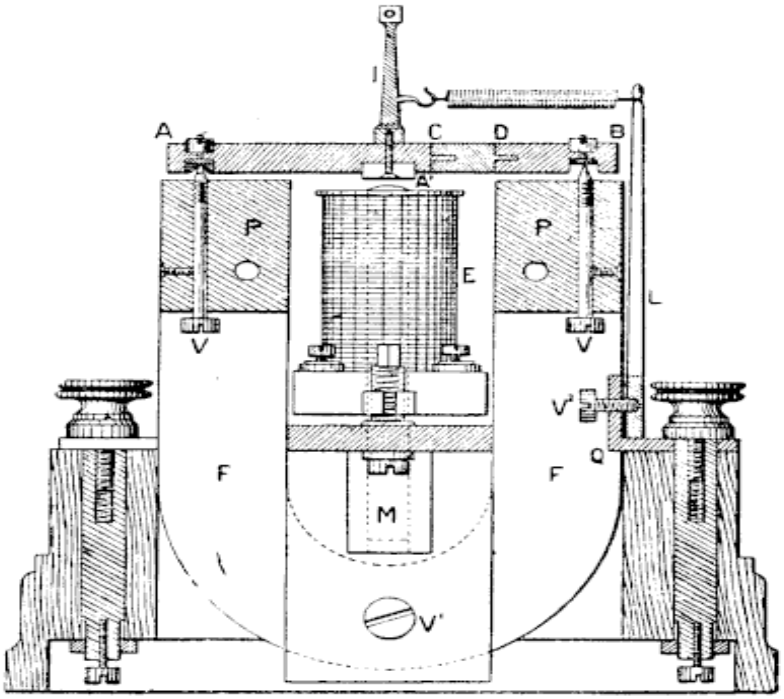


Fig. 129. — Relais Baudot.

tuée par une sorte de rainure en forme de dièdre ou de V renversé, dont l'arête est dirigée dans le sens de l'âme de l'axe ; c'est la *chape-ligne*. La première n'offre qu'un point à l'appui sur la pointe-pivot : le sommet de son cône ; la seconde, au contraire, peut, sans provoquer de frottement anormal, présenter un point quelconque de son arête à la pointe qui doit la supporter. Cette disposition évite l'ajustage des deux pointes à une distance rigoureusement égale à celle qui séparerait les sommets des deux cônes, si on faisait usage de deux chapes-point.

L'armature, se trouvant à égale distance des deux pôles de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'aimant permanent, ne serait pas polarisée si l'axe n'était divisé, au point de vue magnétique, en trois parties : AC et DB en acier, CD en laiton ; celle-ci forme diamagnétique entre les deux parties extrêmes. Si le bout, AC, est placé en regard du pôle sud, l'armature elle-même se trouve être aimantée, *d'un bout à l'autre*, d'un pôle sud. L'attraction, exercée par le pôle nord sur la partie DB, assure la stabilité de l'axe sur la pointe située de ce côté.

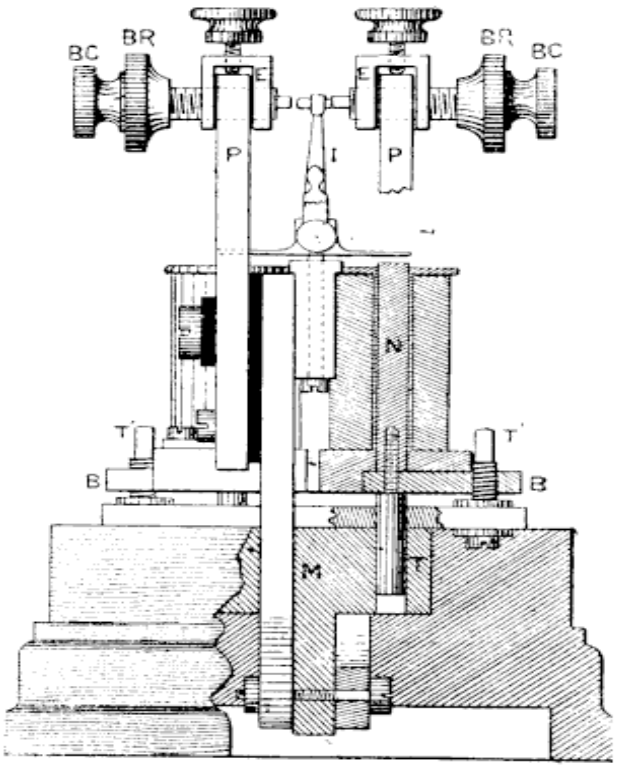


Fig. 130. — Relais Baudot.

Les deux bobines sont indépendantes au point de vue magnétique ; elles sont montées de façon à pouvoir être déplacées individuellement, dans le sens vertical, pour le réglage de la distance qui doit séparer les noyaux de l'armature. Dans ce but, les noyaux en fer doux, N (fig. 130), sont prolongés, au-dessous des bobines, par des tiges cylindriques en laiton, T, qui pénètrent dans deux trous pratiqués dans le massif, M, et peuvent y glisser à frottement doux. Les bobines, ainsi guidées, sont placées à la hauteur qui convient par une liaison réglable entre le massif et un bras de fer doux, B, disposé perpendiculairement au noyau de chaque bobine et formant à chacune d'elles une demi-culasse. Cette liaison est obtenue au moyen d'une tige verticale, T′, dont la partie médiane est taraudée et se visse à travers les bras de fer doux, B, tandis que sa partie inférieure traverse la platine-socle du massif ; un doigt, pénétrant dans la gorge annulaire que porte la tige, T′, lui permet de tourner, mais l'empêche de s'élever ou de s'abaisser. On rapproche la bobine de l'armature en faisant tourner la tige dans le sens des aiguilles d'une montre, et inversement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'index, I, solidaire de l'armature, est terminé, à sa partie supérieure, par une surface garnie de platine.

Les plaques en laiton, qui supportent les butoirs, sont isolées du reste du massif par une plaquette d'ébonite ; l'écrou et la tête de vis qui les fixent sont également entourés d'ébonite.

Chaque butoir est constitué par deux boutons, l'un, BR, ou *bouton de réglage*, vissé dans la platine, P, et susceptible d'être immobilisé par un étrier, E ; l'autre, BC, ou *bouton de contact*, vissé à fond sur le premier. Ce dispositif a pour but de permettre le nettoyage du bouton de contact sans modifier le réglage du butoir ; l'étrier, E, étant serré à bloc, on peut retirer le bouton de contact, BC, sans changer la position du bouton de réglage, BR, et, lorsque l'on replace le premier, il suffit de le visser complétement pour qu'il se retrouve, lui-même, dans les conditions où il était précédemment.

La figure 129 montre, en outre, un levier, L, placé sur le côté du massif, articulé, au moyen d'une vis, V^2, sur une équerre, Q : la vis, en s'enfonçant, comprime un petit ressort à boudin, qui a pour but de rendre l'articulation un peu dure. A la partie supérieure de ce *levier de réglage*, se trouve un ressort à boudin en laiton, *r*, dont l'extrémité opposée est accrochée à l'index, I. En inclinant le levier à droite ou à gauche, on favorise le déplacement de l'index et de l'armature vers l'un ou l'autre butoir ; il sert donc à parfaire le réglage.

Le relais est supporté par un socle en bois portant cinq bornes, implantées dans le socle comme le montre la figure 129.

Le relais a une résistance de 200 ohms (100 par bobine) ; sa self-induction étant de 1,3 henry, environ, sa constante de temps ressort à $\frac{1,3}{200} = 0^s,0065$.

1° ***Fonctionnement avec courant de repos.*** — Dans les installations à courant de repos, les noyaux des deux bobines doivent être exactement à la même hauteur, les butoirs sont placés à égale distance de la verticale médiane et rapprochés de manière à laisser à l'index le minimum de jeu (1/100 de millimètre est généralement suffisant) : le relais est réglé *à l'indifférence*, c'est-à-dire n'a pas plus tendance à appuyer son index sur un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

butoir que sur l'autre. Quel que soit le sens du courant qui parcourt les bobines, on se trouve toujours dans les conditions suivantes : l'armature présente aux deux noyaux un pôle unique, tandis que ceux-ci sont toujours aimantés l'un sud et l'autre nord ; il y a répulsion des pôles de même nom, attraction de ceux de noms contraires ; l'armature bascule donc, sous la double action des deux pôles temporaires.

L'armature, par suite du réglage à l'indifférence, reste sur le butoir où l'a placée le dernier courant reçu, jusqu'à ce qu'un courant de sens inverse traverse les bobines et l'amène sur l'autre butoir.

2° ***Fonctionnement avec un seul sens de courant.*** — Lorsque le relais doit enregistrer des transmissions effectuées avec un seul sens de courant, il faut que l'armature se trouve plus près du noyau situé du côté du butoir de repos, afin que, dès la cessation du courant, l'attraction, de ce côté, soit prépondérante et ramène l'armature, comme le ferait un ressort antagoniste. On obtient ce résultat, soit en déplaçant les deux butoirs, de manière qu'ils se trouvent tous deux du même côté de la verticale médiane, soit en élevant l'une des bobines et en abaissant l'autre, les butoirs restant placés comme pour le réglage à l'indifférence. Le fonctionnement est le même dans l'un comme dans l'autre de ces deux cas.

Relais Baudot différentiel. — Le relais Baudot différentiel est de construction absolument identique à celle du relais ordinaire, dont il ne diffère que par l'enroulement : les bobines sont formées de deux circuits de 150 ohms chacun, ou 300 par bobine, soit 600, au total, lorsqu'on utilise les deux circuits en série, et 150 dans le montage en différentiel ; les extrémités de ces enroulements sont amenées à trois bornes placées à l'arrière et dénommées respectivement : entrée, pont et sortie. Le fonctionnement et l'emploi de ce genre de relais seront indiqués plus loin (V. p. 177).

Relais Baudot modifié, modèle de 1915. — Dans le but de faciliter le réglage, notamment lorsqu'il est employé sans courant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de repos, le relais a été modifié comme suit : les deux bobines sont montées comme les plateaux d'une balance ; le massif, M (fig. 131), a été raccourci de manière à laisser dépasser la partie inférieure des tiges qui guident les déplacements des bobines, B ; les tiges filetées, qui, dans le relais ordinaire, font monter ou descendre les demi-culasses, C, ont été remplacées par des tiges lisses, servant seulement de guides, G. Enfin, deux ressorts à boudin, R et R′, tendent à abaisser les bobines, comprimés qu'ils sont entre le massif, M, et la tête qui termine chaque tige. Sous

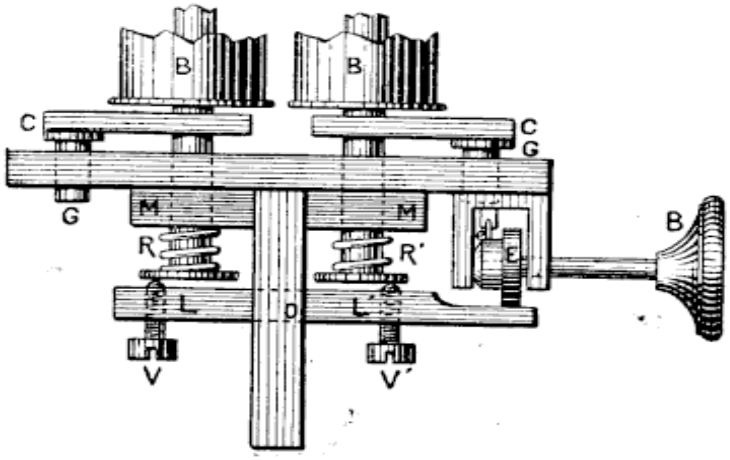


Fig. 131. — Relais Baudot de 1915.

cette action, les dites tiges viennent s'appuyer sur les vis de butée, V et V′, portées par un levier, LL′; celui-ci étant mobile autour du point O, on voit que, si l'on abaisse la branche L′, par exemple, la bobine de droite suit le mouvement et le noyau s'éloigne de l'armature ; en même temps, la partie L, s'élevant, soulève la bobine de gauche, en comprimant davantage le ressort R ; celui-ci est un peu plus fort que l'autre, R′, afin que, lorsqu'on cesse la pression sur L′, le levier soit ramené à la position du repos, malgré l'opposition du ressort, R′.

L'abaissement du levier, LL′, s'opère à l'aide d'un excentrique, E, manœuvré par un bouton, B, et reporté ci-après, vu de face (fig. 132). Lorsque cet excentrique présente au levier son plus grand rayon, les deux noyaux se trouvent exactement à la même hauteur et le relais peut être réglé à l'indifférence ; dès qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tourne le bouton, B, dans le sens des aiguilles d'une montre, le levier bascule, la bobine de gauche s'abaisse, pendant que celle de droite est soulevée ; lorsque le plus petit rayon de l'excentrique appuie sur le levier, le mouvement est arrêté par la rencontre de ce dernier et de l'épaulement qui limite le grand rayon. Lorsqu'on ramène le bouton à zéro, il importe qu'on ne puisse dépasser ce point, ce qui aurait pour effet de permettre au levier de remonter jusqu'à la position de déplacement maximum des bobines ; dans ce but, le manchon, placé derrière l'excentrique, porte un petit ergot, *e* (fig. 131), qui, à ce moment, vient rencontrer une butée disposée sur son passage ; on ne peut alors manœuvrer le bouton, B, que d'un tour dans chaque sens.

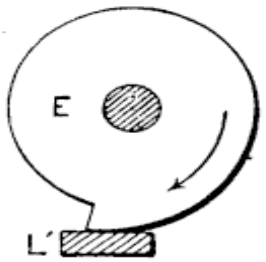


Fig. 132.

Relais du Post Office. — Les deux bobines, de 200 ohms chacune constituent, comme celles du relais Baudot, deux électro-

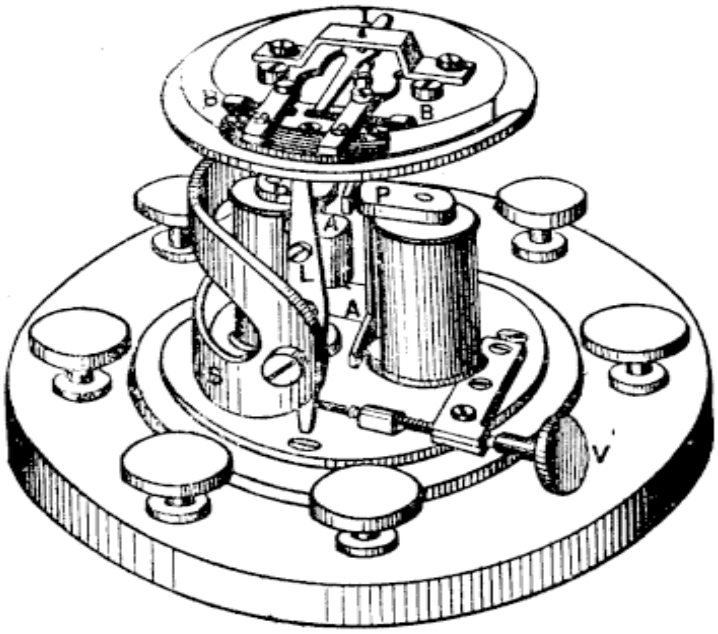


Fig. 133. — Relais Standard.

aimants droits, indépendants au point de vue magnétique, et dont les noyaux sont terminés, à chaque extrémité, par des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pièces polaires, P (fig. 133) ; deux armatures en fer doux, A, pivotant sur un axe vertical commun, se présentent respectivement entre les paires supérieure et inférieure de pièces polaires. La partie arrière de l'une des armatures est encastrée dans une échancrure pratiquée dans l'extrémité nord d'un aimant permanent, NS ; l'autre est placée de même sur le pôle sud, l'aimant est un fer à cheval ordinaire, mais il a été cintré pour épouser la surface cylindrique de l'ensemble ; les polarités développées dans les bobines réagissent de la même façon que dans le relais Baudot et l'index, I,

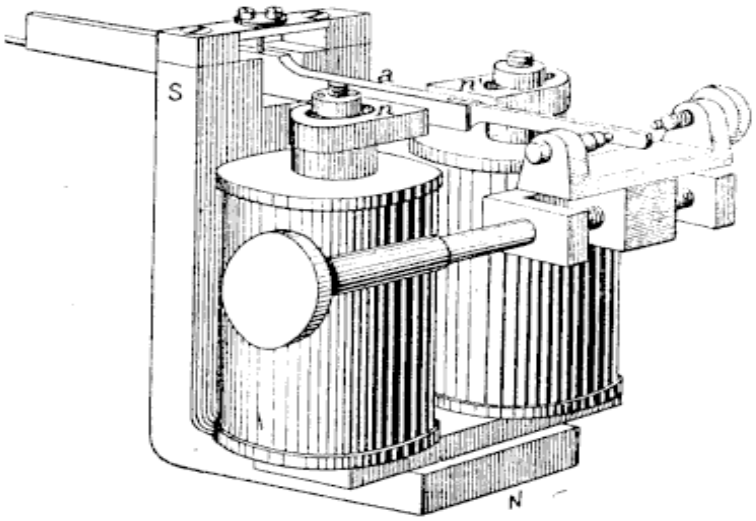


Fig. 134. — Relais Siemens.

monté à l'extrémité supérieure de l'axe des armatures, se meut entre ses deux butoirs, B. Le réglage s'opère en déplaçant, à l'aide de la vis à bouton, V, et du levier pivotant, L, la fourche qui porte les butoirs, B ; les vis qui constituent ceux-ci ne servent donc qu'à déterminer le jeu de l'index; on peut ainsi les amener, soit exactement de part et d'autre de la médiane, pour le réglage « à l'indifférence », soit d'un côté ou de l'autre, suivant l'usage qu'on fait du relais. Les fils d'entrée et de sortie des bobines aboutissent à quatre bornes, qu'on peut relier à volonté en série, en parallèle ou en différentiel.

Relais Siemens. — Un fort aimant permanent, dont les deux branches sont coudées à angle droit, porte, sur son pôle nord, N

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 134), la culasse d'un électro-aimant, dont la résistance est de 1200 unités Siemens, soit 1100 ohms, environ ; entre les pièces polaires, n et n', se déplace l'armature, a, qui pivote autour d'un axe porté par le pôle sud de l'aimant ; tout courant traversant les bobines tend à renforcer le pôle nord de l'une des pièces polaires et à annuler l'autre ; l'armature se déplace donc vers l'une ou vers l'autre, suivant le sens du courant.

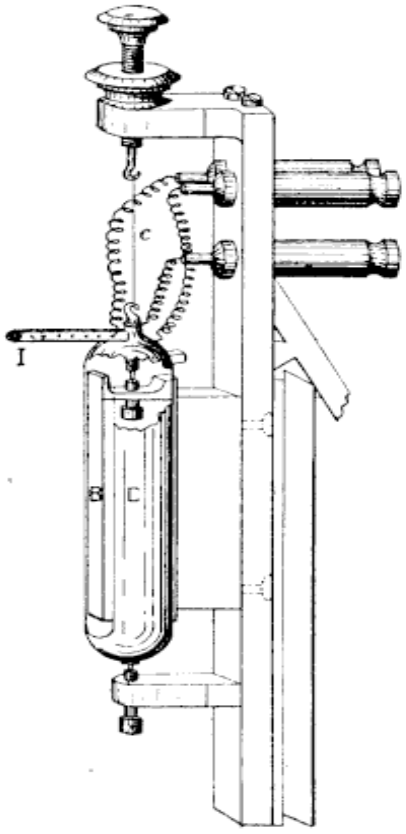


Fig. 135. — Relais Picard.

Les pièces polaires, n, n', sont montées dans des trous allongés, ce qui permet de régler l'entrefer ; la position de l'armature est déterminée par celle des butoirs ; ceux-ci, montés sur un chariot, sont réglés une fois pour toutes à l'écartement qui convient, puis on les déplace simultanément à l'aide d'une vis à bouton moleté, qui agit sur le chariot, et l'on peut ainsi réaliser les mêmes réglages qu'avec les précédents.

Relais de câble de Picard. — Entre les pôles d'un puissant aimant permanent, est montée une bobine très légère, B (fig. 135), guidée par des pivots en acier, extrêmement fins, et suspendue à un fil de cocon sans torsion. L'aimant est formé de l'assemblage de 7 lames en acier et muni, à sa partie supérieure, de fortes semelles en fer doux ; la bobine consiste en un cadre analogue à celui de l'enregistreur à siphon (V. p. 31), formé de fil très fin, isolé à la soie et d'une résistance de 1 000 ohms ; à l'intérieur du cadre est un cylindre de fer doux, C, formant excitateur ; à la partie supérieure est un petit index en aluminium, I, qu'on a ajouré pour le rendre encore plus léger ; des contacts de platine garnissent les deux extrémités, qui doivent s'appuyer sur les butoirs. Le fil de cocon, qui soutient la bobine, est attaché, d'autre part, à un crochet porté par une vis, qu'on peut monter ou descendre à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'aide de l'écrou, emboîté dans une potence en laiton ; cette potence se place dans une glissière portée par une platine, fixée elle-même sur la face arrière de l'aimant : on peut ainsi facilement retirer l'équipage pour le vérifier.

Les pivots de la bobine sont solidaires de deux vis, la première taraudant dans le cylindre de fer doux, C, la seconde dans un retour d'équerre monté sur la potence ; tous deux pénètrent, la pointe en l'air, dans un saphir foré et fraisé, enchassé dans une alvéole, en aluminium ; la bobine est donc uniquement soutenue par le fil de cocon, *c*, et les pivots n'ont d'autre rôle que de s'opposer à tout déplacement latéral ; elle conserve ainsi une mobilité parfaite.

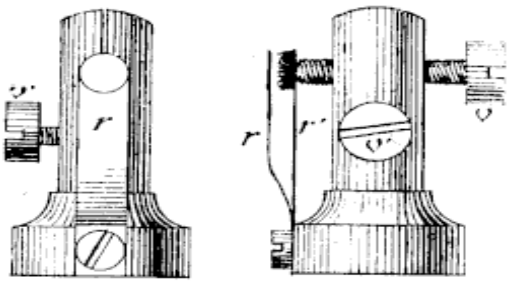


Fig. 136.

Les butoirs (fig. 136), sont formés chacun de deux ressorts-lames : l'un, *r*, est platiné au point où doit s'appuyer l'index ; l'autre, *r'*, porte une petite rondelle de drap pelucheux, destinée à limiter les flexions du premier et à éviter les rebondissements de l'index ; sa position est réglée à l'aide d'une vis, *v*, immobilisée par une contre-vis, *v'*. Les colonnettes qui supportent les butoirs sont montées chacune sur une plaque, engagée dans une glissière, et que des vis micrométriques permettent de déplacer.

La période d'oscillation de la bobine et l'amortissement sont réglés de la même façon que pour les enregistreurs (V. p. 31), à cela près que la durée des émissions est notablement plus courte : au triple Baudot-Picard, par exemple (V. p. 491), elle est de 1/45 de seconde. Comme les enregistreurs, ce relais obéit à des courants de l'ordre du microampère, mais ne peut recevoir les signaux « recorders » : son index ne pouvant occuper que deux positions, il s'applique exclusivement aux transmissions à courant de repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XII

TRANSLATIONS

Sectionnement des lignes. — Plus on augmente la longueur des lignes, plus on doit employer des tensions élevées; mais on ne saurait persévérer dans cette voie au delà d'une certaine limite, tout d'abord parce que les pertes de la ligne viendraient amoindrir l'effet de l'augmentation du voltage; ensuite à cause des troubles d'induction que des conducteurs ainsi exploités apporteraient dans les circuits voisins; enfin parce que, par suite de l'allongement des lignes, la durée de la période variable serait sensiblement augmentée et la courbe serait de plus en plus aplatie, ce qui rendrait précaire le fonctionnement du récepteur; si l'on ajoute à cela que, la capacité étant plus grande, la décharge se trouverait prolongée, on voit qu'il y a intérêt à ne pas transmettre directement sur de trop longues lignes. On considère que la limite permise est atteinte vers 700 kilomètres pour les conducteurs aériens, et 150 pour les souterrains sous gutta.

On ne renonce pas, pour cela, à communiquer à des distances supérieures, mais, dans ce cas, on sectionne les lignes en deux ou ou plusieurs tronçons, que l'on réunit à l'aide de relais translateurs.

Principe de la translation. — Le relais d'arrivée que montre la figure 127 (p. 146), s'il était installé au milieu d'une ligne pour en raccorder les deux sections, suffirait pour la réexpédition dans un seul sens. Pour réaliser une communication bi-latérale, il suffit de grouper deux relais semblables, comme l'indique la figure 137 : lorsque le poste A transmet, ses courants arrivent à l'armature de l'électro-aimant n° 1, qui est au repos, et passent, par le butoir supérieur, dans les bobines de l'électro-aimant n° 2, pour se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rendre, de là, à la terre ; l'armature de ce dernier fonctionne, prend la pile au butoir de travail et reproduit, sur la ligne nº 2, le signal reçu de A.

Lorsque B, à son tour, veut transmettre, ses courants, arrivant

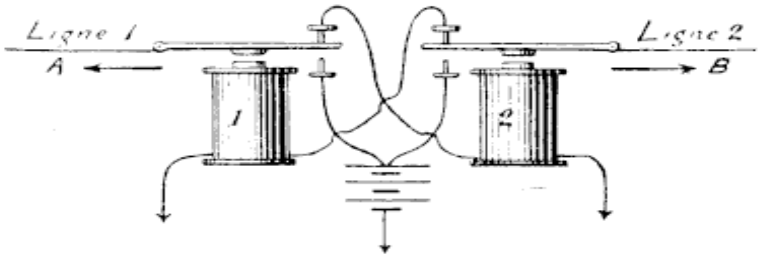


Fig. 137.

par l'armature nº 2, vont, de même, actionner l'électro-aimant nº 1, qui renvoie des courants vers A.

Ce schéma fondamental se retrouve dans toutes les translations pour courant simple, quel qu'en soit le système.

Différentes sortes de translations. — Les divers dispositifs translateurs peuvent se classer en deux groupes principaux :

1º Les translations pour lignes courtes, destinées à relier temporairement différentes lignes entre elles, par l'intermédiaire de tableaux analogues à ceux du téléphone ; elles n'ont pas d'autre but que de permettre aux postes extrêmes de communiquer entre eux sans avoir à modifier leur voltage, celui-ci étant calculé pour la transmission au poste intermédiaire.

2º Les translations pour lignes longues, qui comprennent :

a) Les translations pour courant simple, avec dispositif de décharge ;

b) Les translations à courant de repos ;

c) Les translations duplex ;

d) Les translations tournantes employées au Baudot.

Ces deux dernières catégories seront examinées à la suite des systèmes auxquels elles se rapportent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRANSLATIONS POUR LIGNES COURTES

Morse en translation. — On a tout d'abord utilisé, pour la liaison temporaire de deux lignes, les récepteurs Morse qui les desservaient séparément ; ces récepteurs ont dû seulement subir quelques modifications : les deux butoirs de l'armature sont isolés l'un de l'autre; la colonne qui les supporte est coupée au-dessus du butoir de travail, T (fig. 138) ; le butoir de repos, R, séparé du premier par une rondelle d'ébonite, E, est monté sur une tige métallique, I, qui descend à l'intérieur de la colonne, P, et en est séparée par un manchon d'ébonite.

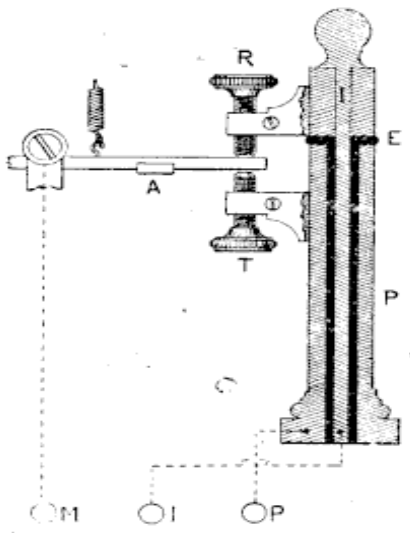


Fig. 138.

Le socle du récepteur porte cinq bornes marquées, M, I, P, T, L, reliées respectivement au *massif* de l'appareil, à la vis *isolée* ou butoir de repos, à la *pile*, à la *terre*, et à la *ligne*.

Afin que la rencontre du couteau et de la molette n'empêche pas le contact de s'établir normalement entre l'appendice de l'armature et le butoir de travail, on a fait subir au montage de la molette diverses modifications, soit qu'on puisse la déplacer longitudinalement sur son axe, soit qu'une articulation permette de la relever et de la dérober, dans tous les cas, à l'appui du couteau, lorsque le récepteur est utilisé comme relais.

Le schéma (fig. 139) montre la marche des courants venant d'une ligne à destination de l'autre : arrivant au massif, c'est-à-dire à l'armature de l'un des récepteurs, ils passent dans le butoir de repos et, de là, dans les bobines de l'autre, pour aboutir finalement à la terre ; l'armature de ce dernier étant attirée, vient puiser un courant dans la pile reliée à son butoir de travail et le renvoie sur la seconde ligne.

Le montage complet d'un poste de ce genre sera donné dans la VII[e] partie de cet ouvrage (V. p. 539).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Translation Froment. — Consiste en deux électro-aimants droits analogues à ceux du récepteur Morse ; la colonne qui supporte les butoirs est agencée de la même façon.

Translation des ateliers. — Les deux relais sont constitués par deux parleurs du genre anglais (V. fig. 20, p. 26), dont les

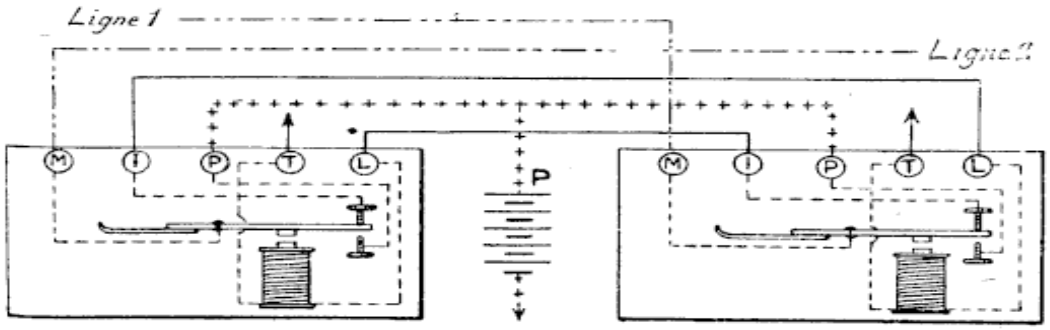


Fig. 139. — Morse en translation.

butoirs de repos et de travail sont isolés l'un de l'autre ; le reste de l'agencement est en tout semblable à celui des systèmes précédents.

TRANSLATIONS POUR LIGNES LONGUES

Indications générales. — Les translations pour lignes longues comprennent toujours des relais polarisés, même lorsque la transmission a lieu avec un seul sens de courant, ce genre d'électro-aimants permettant d'obtenir, comme il a été dit plus haut, une sensibilité et une rapidité beaucoup plus grandes que les électro-aimants ordinaires ; celles pour courant simple sont munies d'un dispositif de décharge directe à la terre, après la réexpédition de chaque signal.

Tous les relais décrits ci-dessus peuvent être utilisés comme translateurs ; on emploie cependant, pour le Morse et le Hughes, la translation Willot, dont le relais est une modification du relais d'Arlincourt.

Relais d'Arlincourt. — L'électro-aimant du relais d'Arlincourt comprend deux bobines, dont les noyaux portent chacun

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une saillie formant pièce polaire, et réunis par un pont, ou culasse, C (fig. 140) ; l'armature, S′, placée entre les deux saillies des noyaux, est polarisée par le voisinage d'un aimant permanent et peut osciller entre deux butoirs, R et T. Si ceux-ci sont placés tous deux à droite de la médiane, l'armature, quelle que soit la position qu'on lui fasse prendre, sera toujours plus près de *s* que de *n* : l'action exercée sur la première sera prédominante, et le butoir R sera le butoir de repos.

Un courant, circulant dans cet électro-aimant, produit un pôle nord à l'une des extrémités, un pôle sud à l'autre et une ligne

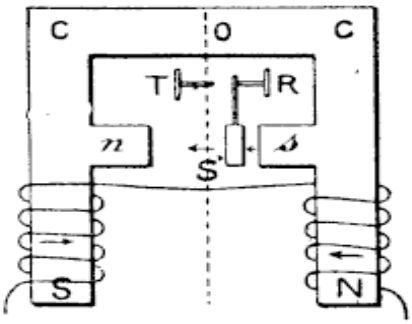


Fig. 140.

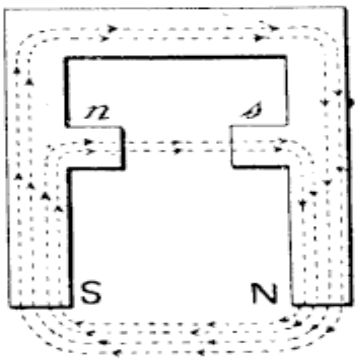


Fig. 141.

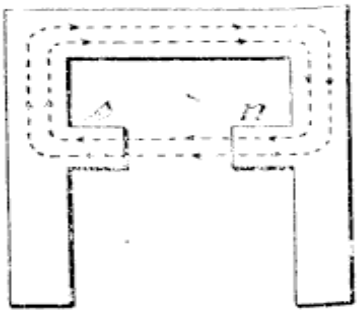


Fig. 142.

neutre en O. De plus, les pièces polaires sont le siège, l'une d'un pôle sud, l'autre d'un pôle nord, comme l'indique la figure 140.

L'armature, polarisée sud, est donc repoussée par le pôle de même nom développé à droite, attirée par le pôle nord à gauche ; elle quitte le butoir de repos, R, pour venir s'appuyer sur le butoir de travail, T. Ce butoir étant relié à une pile et l'armature à la seconde section de la ligne, celle-ci reçoit une émission.

Au moment où le courant cesse, les polarités *n*, et *s*, sont subitement interverties : l'armature, repoussée à gauche et attirée à droite, revient sur le butoir R, où elle reste, vu sa plus grande proximité de la saillie de droite que de celle à gauche.

L'explication de ce phénomène est la suivante : pendant le passage du courant (fig. 141), une partie des lignes de force circulant à l'intérieur des noyaux, se dérive d'une saillie à l'autre ; celle de gauche devient un pôle nord, celle de droite un pôle sud. Quand le courant est interrompu, l'aimantation ne disparaît pas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

instantanément ; la culasse, pendant un court intervalle, conserve son magnétisme ; celui-ci étant de même sens que précédemment, les lignes de force se ferment comme l'indique la figure 142, et, les polarités des saillies sont inversées.

Coup de fouet. — Le magnétisme rémanent, dont les saillies sont le siège au moment de la cessation du courant, permet d'utiliser l'électro-aimant d'Arlincourt pour la décharge de la ligne après chaque signal. Si les butoirs, R et T, au lieu d'être placés, comme dans les exemples précédents, à droite de la médiane, xy, sont amenés à gauche de celle-ci (fig. 143), l'armature, S′, vient s'appuyer contre le butoir R. Un courant traversant les bobines engendre un pôle sud en S et s, un pôle nord en N et n : l'armature ne bouge pas de sa position de repos, mais, au moment où cesse le courant, l'interversion des polarités des saillies détermine une répulsion à gauche et une attraction à droite : l'armature est alors projetée contre le butoir T ; elle n'y reste qu'un instant très court, car, le magnétisme rémanent disparaissant, l'attraction exercée par la saillie de gauche la ramène bientôt contre le butoir R. Ce mouvement rapide a reçu le nom de *coup de fouet*.

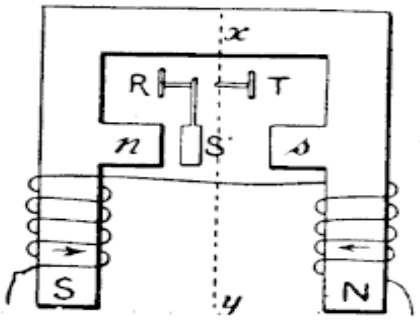


Fig. 143.

Translation d'Arlincourt. — La translation d'Arlincourt (fig. 144) comporte quatre relais, dont deux, A et B, sont réglés comme relais translateurs. les deux autres, D et E, sont disposés pour le coup de fouet. Un courant venant de la ligne, L, arrive dans le massif de gauche auquel sont reliées les armatures, A et D, des deux relais ; le butoir de repos de cette dernière étant isolé le courant passe dans l'armature, A, du relais translateur, et, par le butoir de repos, va actionner le relais translateur de droite, dont l'armature, B, se déplace et vient s'appuyer sur son butoir de travail. Un courant, émis par la batterie de ligne, à travers le parleur, P′, le butoir de travail, l'armature, B, et le massif de droite, passe sur la seconde ligne, L′.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le courant de la batterie de ligne traverse le parleur, P′ : son armature, reliée à la terre, s'abaisse et ferme le circuit de la batterie locale, PL, à travers le relais à coup de fouet, E, dont la sortie communique avec le butoir de travail de l'armature du parleur, P′.

L'armature du relais E reste sur le butoir de repos, tant que

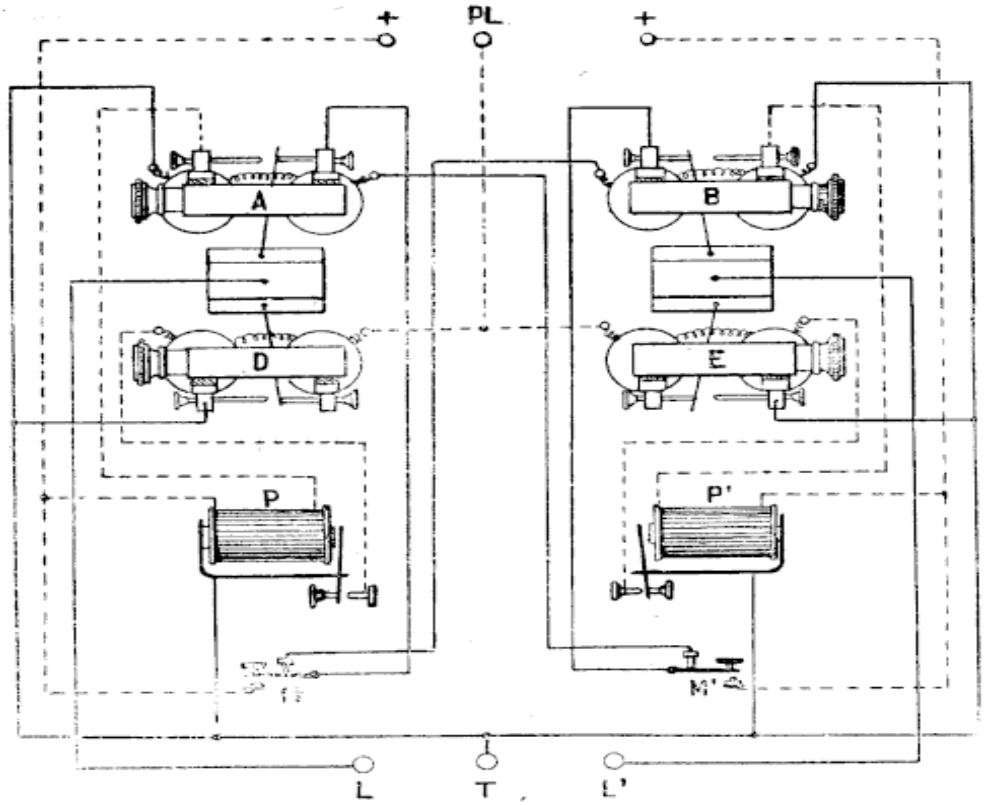


Fig. 144. — Translation d'Arlincourt.

circule le courant. Mais, dès que le relais translateur, B, revient au repos, l'armature du parleur se relève, le circuit de la pile locale est interrompu : le coup de fouet se produit et l'armature du relais E, reliée à la ligne L′, est vivement projetée contre son butoir de travail, en communication avec la terre : la ligne se décharge, puis tout rentre dans la position indiquée par le schéma.

Un courant venant de la ligne nº 2 serait réexpédié sur la ligne nº 1 et celle-ci serait déchargée dans les mêmes conditions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La planchette comporte encore deux manipulateurs Morse, M et M′, qui permettent au poste translateur de se susbtituer, le cas échéant, à l'un des extrêmes pour converser avec l'autre, les réponses de ce dernier pouvant être lues « au son » sur le parleur.

Relais Willot. — Dans le relais d'Arlincourt, le magnétisme rémanent, sur lequel on compte pour hâter le retour de l'armature sur le butoir de repos, subsiste pendant quelque temps après que cette action est produite : si un nouveau courant arrive de la

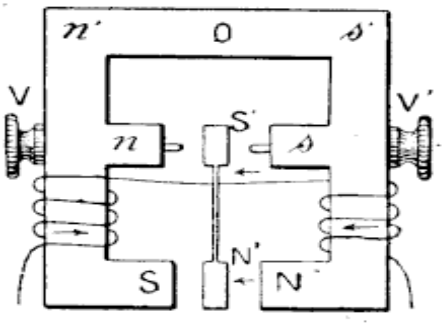


Fig. 145.

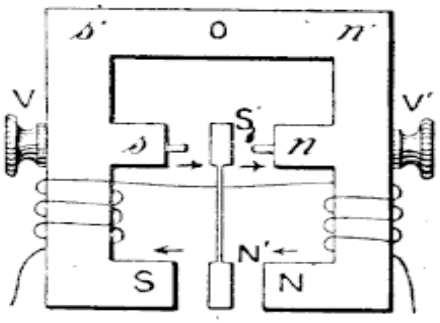


Fig. 146.

ligne avant qu'il ait disparu, le temps nécessaire au fonctionnement est augmenté de celui pendant lequel ce nouveau courant s'emploie à détruire le reste du magnétisme rémanent, avant de renverser les polarités des saillies. Cet inconvénient est très marqué sur les lignes souterraines, à cause de leur grande capacité : le courant de retour et la décharge résiduelle tendent à entretenir les polarités résultant déjà de la rémanence, et à augmenter encore la paresse naturelle du relais.

Le relais Willot, modification du précédent, comprend une seconde armature, solidaire de la première et également aimantée, mais d'un pôle inverse, et placée entre les pôles extrêmes de l'électro-aimant (fig. 145) ; lorsqu'un courant traverse les bobines, il produit, par exemple, des polarités nord en N et en *n*, des polarités sud en S et en *s* ; les saillies, réagissant sur le pôle sud de l'armature S′, et les pièces polaires extrêmes sur le pôle nord, N′, de la seconde armature ; les deux actions concourent à amener l'index sur le butoir de gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au moment où le courant cesse de parcourir l'électro-aimant, la recomposition magnétique s'effectue en O (fig. 146). De même que dans le relais d'Arlincourt, tout le côté gauche présente une polarité rémanente sud, tout le côté droit une polarité nord. On voit, par suite, que S′ est repoussée vers la droite, tandis que N′, est attirée vers la gauche : si ces deux actions contraires s'annulent, le magnétisme rémanent reste sans effet

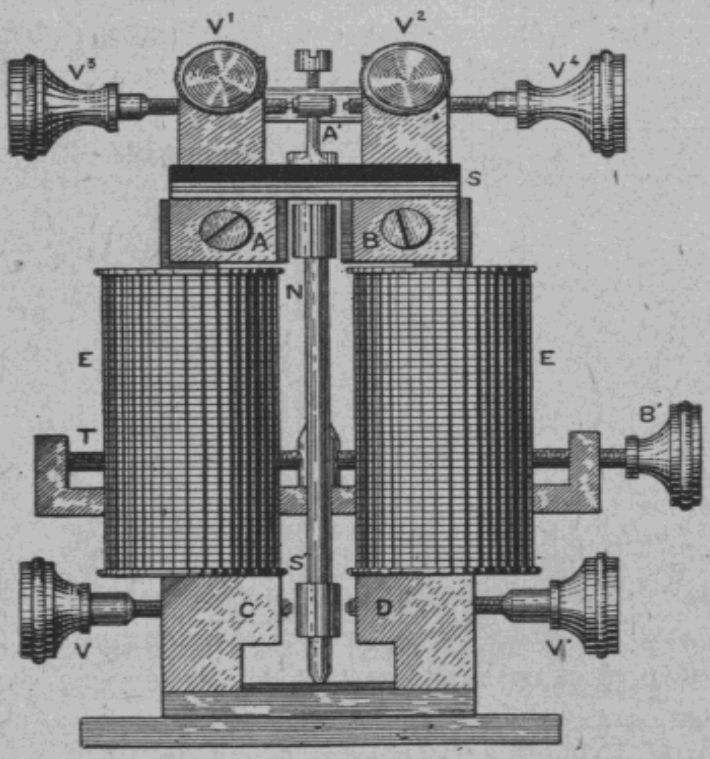


Fig. 147. — Relais Willot.

sur l'ensemble des deux armatures : c'est un petit ressort à boudin qui opère le retour à la position de repos.

Les actions exercées sur chacune des armatures s'annulent si elles sont égales ; or, la force magnétique résiduelle est moindre sur les saillies que sur les parties polaires ; il en résulterait une action plus forte sur l'armature N′, et on serait dans la nécessité, pour vaincre cette attraction, de tendre le ressort antagoniste, qui, ensuite, s'opposerait d'autant au déplacement des armatures, sous l'action des courants ultérieurs. On évite cet inconvénient, grâce à deux vis en fer doux, V et V′, qui traversent les saillies, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on peut enfoncer plus ou moins ; on arrive ainsi à équilibrer très exactement les actions sur les deux armatures, et à rendre nulle leur résultante.

L'électro-aimant Willot est construit de la façon suivante : la carcasse de fer doux porte deux pièces polaires AB (fig. 147) et deux saillies, CD ; dans l'intervalle entre A et C, d'une part, entre B et D, de l'autre, sont les bobines, E, de l'électro-aimant.

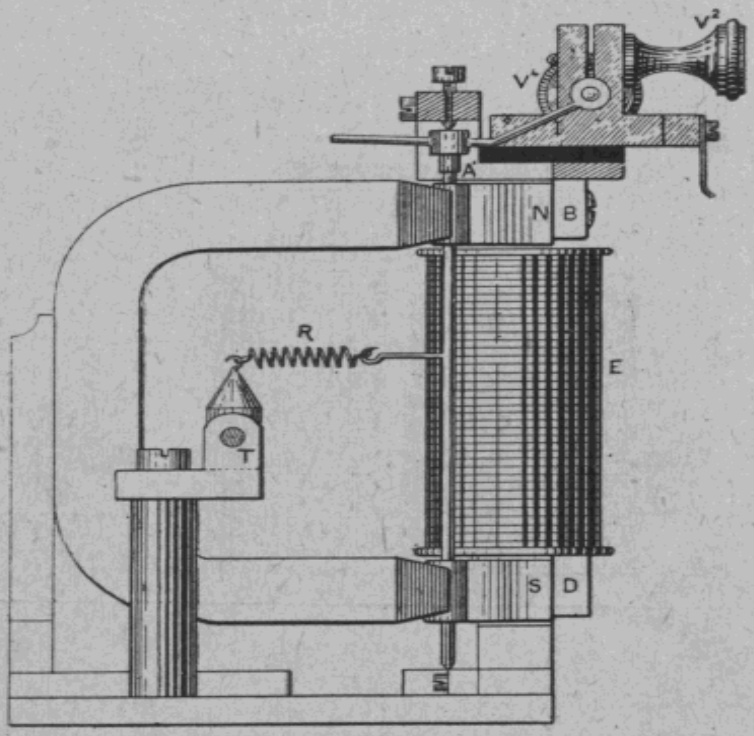


Fig. 148. — Relais Willot.

A la partie supérieure, et isolées par un socle en ébonite, S, deux vis, V^1 et V^2, limitent le jeu de l'appendice, A', de l'axe des armatures. La figure 148 montre, de profil, l'axe et son appendice, A' ; les armatures, N et S, sont solidaires de cet axe et placées, l'une entre les saillies, CD, l'autre entre les pièces polaires, AB ; elles sont polarisées par le voisinage d'un aimant en fer à cheval. L'armature supérieure, N, présente ainsi aux pièces polaires un pôle nord ; l'autre, S, est aimantée sud.

Deux vis de fer doux, VV', traversent les saillies, C et D, comme il est dit ci-dessus ; enfin, un petit ressort à boudin, R, est attaché

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un côté à un crochet fixé sur l'axe des armatures, de l'autre à une masse en cuivre, qu'on peut déplacer, par l'intermédiaire d'une tige taraudée, T, terminée à gauche par un bouton, B'.

Parleur de décharge. — La décharge de la ligne est assurée par le parleur même qui accompagne chacun des relais, et suivant un dispositif identique à celui de Schwendler, décrit plus haut (V. p. 132). L'armature (fig. 149) est supportée par un levier

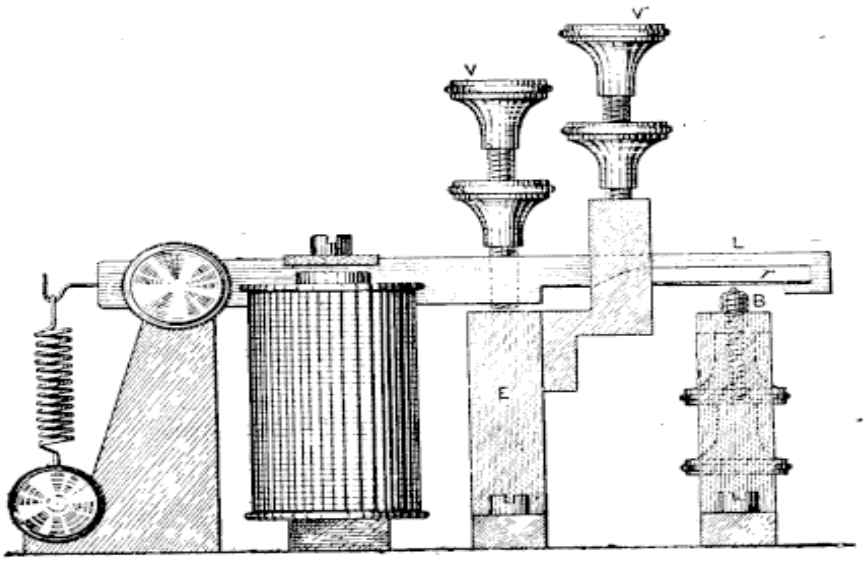


Fig. 149. — Parleur de décharge.

en laiton, L, qui peut pivoter sur une console de même métal ; à sa partie opposée au pivot, le levier, L, porte une entaille, dans laquelle est fixé un ressort-lame, très flexible, *r*, garni d'une goutte d'argent, à l'extrémité qui se trouve en face du butoir de travail, B ; ce dernier est également argenté. Comme dans le dispositif Schwendler, décrit plus haut, le ressort, *r*, reste au contact de la vis de butée pendant presque tout le temps que l'armature s'éloigne ou s'approche des noyaux ; c'est par son intermédiaire que se fait la mise à la terre, après chaque émission du relais translateur.

Translation Willot. — La translation Willot comporte seulement deux relais Willot et deux parleurs. La planchette (fig. 150)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comprend, en plus, deux commutateurs inverseurs permettant de recevoir, indifféremment, le positif ou le négatif.

Lorsqu'un courant arrive de la ligne n° 1, par exemple, il passe de l'armature du relais, R, dans le butoir de repos et, de là, par l'intermédiaire du commutateur inverseur, dans les bobines du relais, R′, dont l'armature est actionnée : le circuit de la pile

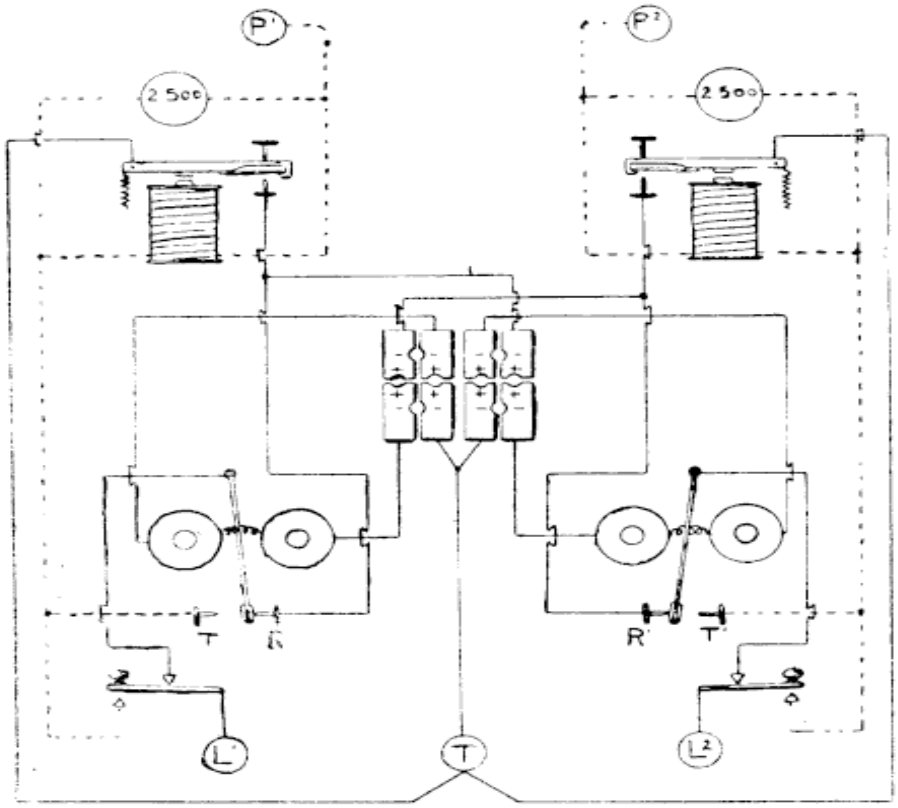


Fig. 150. — Translation Willot.

est fermé à travers le parleur de droite, et l'armature de ce dernier est attirée pendant que le courant est envoyé sur la ligne n° 2. L'abaissement de l'armature du parleur a pour effet de relier à la terre le butoir de repos, R′, du relais ; lorsque l'armature de ce dernier revient au repos, celle du parleur, reliée à la terre, est encore sur travail, pendant un temps court mais suffisant pour que la ligne n° 2 se décharge directement à la terre, par le butoir de travail du parleur et le butoir de repos du relais.

Translation à courant de repos. — Lorsque la transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a lieu avec les deux sens de courant, les deux butoirs des relais translateurs doivent être reliés chacun à une pile : celui de repos ne peut donc plus servir à établir une communication avec un récepteur et le schéma de la figure 137 (p. 157) doit être modifié en conséquence : la planchette (fig. 151) comprend, de chaque côté, en plus du relais translateur, RT, un relais commutateur, RC, et un électro-commutateur, EC. A l'état de repos, les lignes, arrivant à l'armature de l'électro-aimant commutateur, EC, sont renvoyées aux deux relais, RC et RT, reliés en série. Chacun

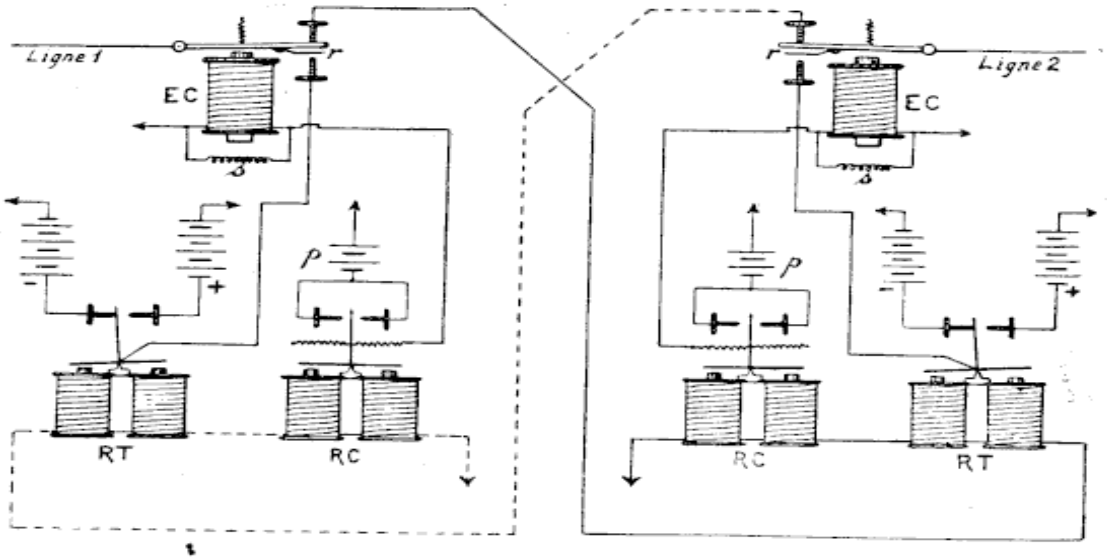


Fig. 151. — Translation à courant de repos.

des relais commutateurs, RC, est un relais polarisé, dont l'index se tient en équilibre entre ses deux butoirs, sans toucher ni l'un ni l'autre, aussi longtemps qu'aucun courant ne parcourt les bobines ; ce résultat est obtenu en acrrochant à l'index deux ressorts, assez raides, et tendus de telle sorte qu'ils se fassent juste équilibre lorsque l'index est dans la position médiane : dans ces conditions, si l'on fait passer un courant dans les bobines, l'index, en se déplaçant, tend l'un des ressorts et comprime l'autre ; dès que cesse ce courant, tous deux concourent à ramener l'index dans la position médiane.

Si l'un des deux postes, celui de gauche par exemple, tourne son commutateur dans la position de transmission (V. p. 136),

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son courant de repos, arrivant par l'armature et le butoir de repos de l'électro-commutateur de gauche, EC, se rend dans les bobines des deux relais, RC et RT, de droite, dont les index prennent la position de repos ; le déplacement de l'index du relais-commutateur, RC, a pour effet de fermer le circuit de la pile locale, *p*, sur l'électro-commutateur de droite, EC, dont l'armature met le massif du relais translateur, RT, en communication avec la ligne de droite. Lorsque le poste de gauche transmet, ses courants, alternativement positifs et négatifs, déplacent les index des deux relais, RC et RT ; les deux butoirs du premier communiquant ensemble, l'électro-commutateur, EC, est maintenu sur travail, malgré les petites interruptions qui correspondent au passage de l'index d'un butoir à l'autre : l'inertie dont il est pourvu, par construction, et le shunt, *s*, suffisent pour que la commutation dure aussi longtemps que le poste de gauche transmet : dans ces conditions, le relais translateur, RT, réexpédie les signaux reçus tout comme si son index était en relation permanente avec la ligne de droite.

Dès que le poste de gauche a terminé sa transmission, il place son commutateur dans la position de réception, supprimant ainsi tout envoi de courant : l'index du relais-commutateur, RT, reprend la position médiane, le circuit de l'électro-commutateur, EC, est rompu et son armature, revenant sur repos, rétablit les liaisons dans les conditions indiquées par la figure 151 : le poste extrême de droite peut alors transmettre à son tour, ses courants iront actionner les relais RC et RT de gauche, et ce dernier réexpédiera les signaux, par l'intermédiaire de l'armature de EC, mise sur travail par le courant local de RC.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIII

DISPOSITIFS SPÉCIAUX AUX CABLES SOUS-MARINS

Condensateurs non shuntés. — Le schéma d'un poste « recorder » (V. fig. 31, p. 36) montre que le câble est bloqué, à ses deux extrémités, par un condensateur. Ce dispositif présente un certain nombre d'avantages : en cas de perte à la terre, on ne risque pas de voir l'intensité atteindre un régime de nature à compromettre le bon état des autres parties ; les courbes d'arrivée sont plus redressées, ce qui est éminemment favorable à la bonne réception des signaux ; enfin, on tend ainsi à créer dans le câble un état électrique relativement stable, notamment lorsque les impulsions successives sont alternativement positives et négatives.

En outre, le blocage du câble rend impossible la circulation des courants telluriques. Rappelons qu'on dénomme ainsi les courants qui résultent de la différence de potentiel entre les terres de deux postes reliés par un fil de ligne. On trouvera, à la VII[e] partie de cet ouvrage, l'indication des précautions prises à cet égard pour les lignes terrestres (V. p. 543) ; en ce qui concerne les câbles sous-marins, on doit considérer que les transmissions ont lieu avec des tensions aussi faibles que possible, d'une part à cause de la très grande capacité électrostatique de ce genre de conducteurs et pour réduire la charge au strict minimum, d'autre part afin de ne pas endommager les points faibles ; dans ces conditions, on conçoit que des courants telluriques, même s'ils ne résultent que d'une différence de quelques volts, soient susceptibles d'apporter une perturbation appréciable dans l'échange des signaux, et que leur suppression complète présente un avantage de tout premier ordre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dispositif de transmission Picard. — En dehors de l'emploi de condensateurs, une foule de systèmes ont été proposés dans le but d'adapter, notamment aux câbles de moyenne longueur, les appareils d'usage courant, Morse, Hughes, etc. ; aucun d'eux n'a donné tout d'abord de résultats satisfaisants.

La cause de cet échec peut s'expliquer ainsi : les récepteurs à miroir ou à siphon sont relativement peu affectés par les variations de l'état électrique du câble, entre deux signaux consécutifs, parce que les émissions ont toutes la même durée, qu'elles sont toujours suivies d'une mise à la terre et que leur espacement est également invariable, sauf au moment de la séparation des signaux.

Les difficultés sont sensiblement plus grandes avec les appareils employant le code Morse, à cause de la durée inégale des émissions ; elles augmentent considérablement avec le Hughes, dont les émissions ont bien une durée uniforme, mais sont très inégalement espacées ; enfin, elles sont encore plus grandes pour le Baudot, dans lequel la durée et l'espacement des émissions sont à la fois irréguliers. Tous les inventeurs, en effet, s'efforçaient de ramener le câble à l'état neutre après chaque émission, soit par une mise à la terre, soit par l'envoi d'un courant de sens inverse, soit encore par la combinaison des deux moyens ; l'état électrique ainsi créé, fonction du temps qui s'écoule entre deux émissions consécutives, était nécessairement variable, et le but poursuivi n'était pas atteint. En un mot, il y avait incompatibilité absolue entre les lois de la propagation électrique et l'irrégularité inévitable des signaux à transmettre.

Pierre Picard entreprit de résoudre le problème d'une façon toute différente ; abandonnant radicalement l'idée de ramener le câble à l'état neutre après chaque courant de travail, il s'efforça seulement de créer et de conserver une charge qui ne varie pas, d'une émission à l'autre, quel que soit l'espacement. Sa méthode peut se résumer ainsi :

1° Toutes les émissions sont très brèves et d'égale durée ;

2° Deux émissions successives sont de signes contraires ;

3° Après chaque émission, le câble est isolé au départ et bloqué en permanence par un condensateur à l'arrivée.

On arrive ainsi à ce que les émissions successives trouvent le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

câble dans un état *symétriquement semblable*, ou, si l'on préfère, une émission positive rencontre toujours dans le câble une charge négative de valeur déterminée ; une émission négative y trouve une charge positive également déterminée et de même valeur que la charge négative précédente. Cette méthode est donc basée sur l'alternat des signes et l'égalité des charges, et permet de ne pas tenir compte de leurs intervalles.

La figure 152 indique le montage d'un poste Morse ; cet agencement est d'ailleurs identique pour tous les systèmes d'appareils

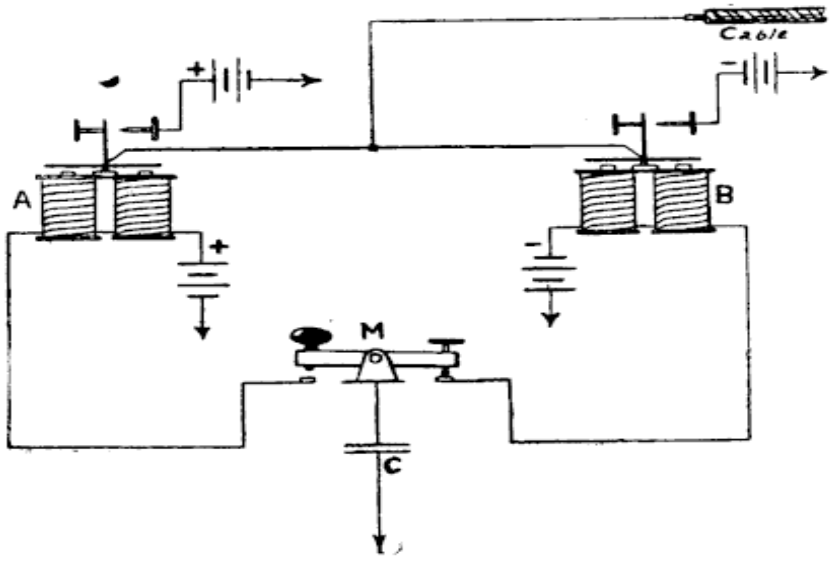


Fig. 152. — Dispositif Picard. — Transmission.

et on verra plus loin qu'il est appliqué au Baudot, sur les câbles franco-algériens. Le manipulateur, M, n'est pas en relation directe avec le câble ; les émissions, longues et inégales, du code Morse sont, au préalable, transformées en émissions courtes et égales. A cet effet, les butoirs de travail et de repos du manipulateur sont reliés à l'entrée des bobines de deux relais Baudot, A et B, dont la borne de sortie est en communication avec une pile, positive pour le premier et négative pour le second ; l'axe du manipulateur Morse est rattaché à l'une des faces d'un condensateur, C, dont l'autre face est à la terre. Les massifs des deux relais sont reliés entre eux et au conducteur du câble ; ils sont réglés de manière que leurs armatures s'appuient d'elles-mêmes sur les butoirs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos lorsqu'aucun courant ne parcourt les bobines ; enfin les butoirs de travail sont reliés à une pile de même signe que celle qui est à l'entrée des bobines, c'est-à-dire positive pour A et négative pour B.

A l'état de repos, le câble est isolé, le condensateur est chargé négativement par la batterie reliée au relais B, mais aucun courant ne traverse les bobines; si, maintenant, on appuie sur le manipulateur, on met ce condensateur en relation avec la pile positive du relais A ; un courant parcourt ainsi les bobines de A, pendant que la charge du condensateur s'inverse ; l'armature est

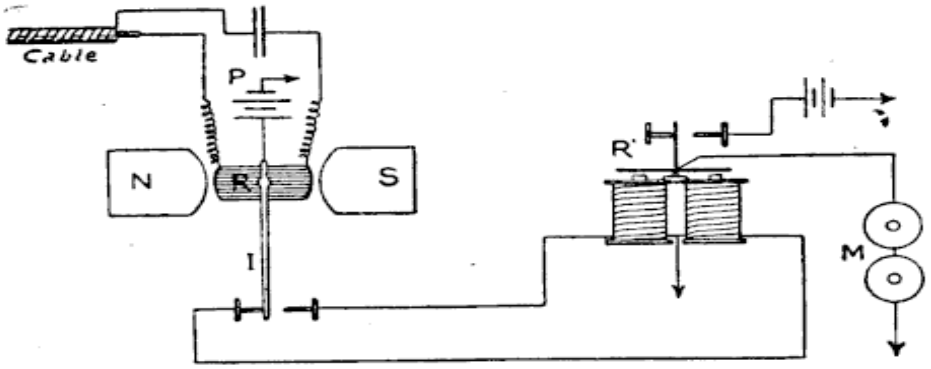


Fig. 153. — Dispositif Picard. — Réception.

déplacée pendant le même temps, puis revient au repos, quelle que soit la durée de l'abaissement du manipulateur. Ce mouvement de l'armature a eu pour effet de mettre le câble, pendant un temps très court, en communication avec la pile positive de ligne ; une émission positive a ainsi chargé le câble, puis celui-ci a été de nouveau isolé, dès le retour au repos de l'armature. Lorsqu'on laisse se relever le manipulateur, M, c'est la pile négative du relais B qui inverse la charge du condensateur, C ; le relais, parcouru par le courant de charge, est actionné, et une émission négative, d'une durée égale à celle de l'émission positive précédente, est envoyée sur le câble, quel que soit l'intervalle qui a séparé ces deux émissions.

A l'arrivée (fig. 153), les courants parviennent dans un relais Picard, R (V. p. 154) ; l'entrée de l'enroulement est reliée au conducteur du câble et la sortie à l'une des faces d'un condensateur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C, dont l'autre face prend terre sur l'armature métallique qui protège le câble ; l'index, I, de ce relais, mobile entre deux butoirs, oscille à droite ou à gauche, suivant le sens des courants reçus, et reste dans la position qui lui a été donnée jusqu'à l'émission de signe contraire suivante, grâce au mouvement électrique qui résulte de la lenteur même de la propagation. On pourrait utiliser les déplacements de l'index pour actionner directement un récepteur Morse, mais il est préférable de lui faire simplement commander un second relais plus robuste, R′ ; à cet effet, l'index est rattaché à une pile locale, P, et les butoirs aux deux enroulements du relais différentiel, R′, dont le pont est à la terre ; le

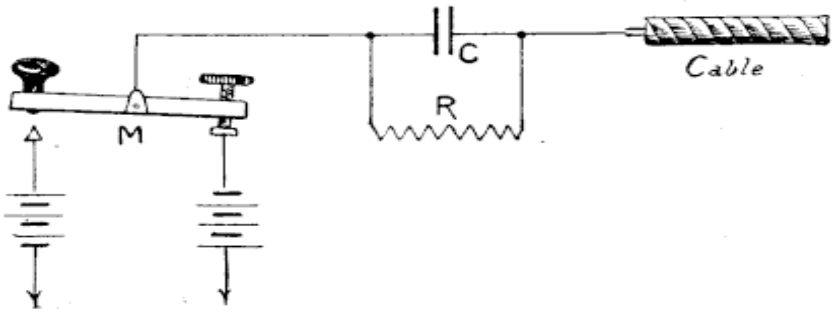


Fig. 154.

courant de la pile, P, entre donc par la droite ou par la gauche, suivant la position de l'index, I, du relais Picard ; le relais R′ reproduit tous les mouvements du premier et peut ainsi actionner le récepteur Morse, M, dans d'excellentes conditions.

Ce dispositif donne des résultats absolument satisfaisants sur les câbles bien isolés, où la perte de charge, entre deux signaux consécutifs, est négligeable. Lorsque l'isolement du câble est par trop faible, la charge se dissipe plus rapidement et le relais n'est plus maintenu, pendant tout le temps des intervalles, sur le butoir où l'a placé le dernier courant reçu. Les traits sont alors écourtés ou, suivant l'expression consacrée, on a des « manques en queue » Le dispositif, représenté par la figure 154, obvie à cet inconvénient en entretenant artificiellement la charge nécessaire au maintien du relais : la transmission a lieu à travers un condensateur, C, shunté d'une forte résistance, R ; lors de l'abaissement du manipulateur, M, la charge du condensateur détermine l'envoi sur le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

câble d'une émission brève, d'intensité convenable pour actionner le relais; puis un courant permanent, très faible, traversant le shunt, R, est émis pendant tout le temps que dure l'abaissement du manipulateur, et compense la perte de charge du câble.

A l'arrivée (fig. 155), le condensateur est également shunté ; en outre, une forte self, S, formant un second shunt, aide à la

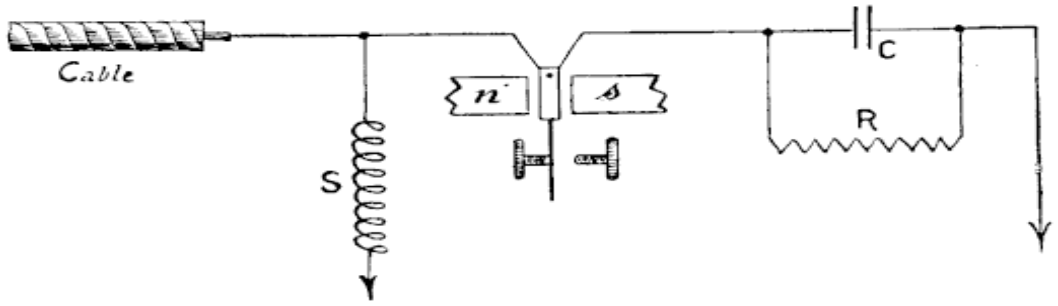


Fig. 155.

décharge du condensateur après chaque émission, comme le ferait une bobine Godfroy (V. p. 143), et concourt à la rapidité du fonctionnement du relais.

Sur un câble dont la résistance est de 5 000 ohms et la capacité de 150 microfarads, par exemple, les batteries de transmission ont 15 volts, le condensateur de départ a 15 microfarads et est shunté de 4 000 ohms ; à l'arrivée, la capacité, le shunt et la self ont respectivement 8 microfarads, 20 000 ohms et 12 henrys.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIV

UTILISATION D'UN FIL POUR DES COMMUNICATIONS SUCCESSIVES

Postes échelonnés. — Lorsque le trafic entre deux villes est insuffisant pour utiliser convenablement le fil qui les relie, on peut mettre à profit les intervalles entre les périodes de travail pour affecter le fil à d'autres communications. Les dispositifs utilisés sont les suivants :

1° L'échelonnement en *embrochage* : un poste principal, A, étant relié à un bureau secondaire, C, on fait entrer le fil dans un troisième, B, situé sur le parcours ; le poste principal travaille successivement avec chacun des deux secondaires ;

2° Le montage *en dérivation* : les deux postes secondaires ne se trouvant pas sur le parcours d'un même fil, le conducteur, en un point déterminé, se bifurque en deux branches, dont l'une se rend en B et l'autre en C ; le mode d'exploitation est le même que dans le cas d'échelonnement en embrochage ;

3° Le montage *en translation* : un poste B est placé au milieu de la ligne A-C, dont les trois participants doivent communiquer entre eux. L'intermédiaire, après avoir travaillé d'une part avec A, d'autre part avec C, pendant une fraction déterminée de l'heure, relie ensuite les deux sections de ligne, A-B et B-C à l'aide d'une translation.

Ces divers modes de groupement ne sont indiqués ici que pour mémoire ; l'agencement des postes et les particularités de chaque montage seront indiqués dans la septième partie de l'ouvrage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XV

TRANSMISSIONS SIMULTANÉES PAR COURANTS DE MÊME NATURE

SYSTÈMES DUPLEX

Définition. — Les systèmes duplex ont pour objet de permettre deux transmissions simultanées et de sens contraire sur un même fil. Il y a lieu, pour éviter toute confusion, d'établir une distinction entre les systèmes *duplex*, et les systèmes *multiples*, qui seront étudiés plus tard. Ces derniers, en effet, sont basés sur la divison du temps, et les transmissions simultanées qu'ils permettent, bien que séparées par des intervalles très courts, ont lieu à des moments *différents*. Au duplex, au contraire, les deux correspondants peuvent abaisser leur manipulateur à un moment rigoureusement *le même*, sans que les signaux se confondent ni se contrarient.

Parmi les nombreux systèmes duplex, les plus usités peuvent s ramener à deux types généraux, suivant qu'ils emploient la méthode différentielle ou celle du pont de Wheatstone.

Duplex différentiel. — Soit un barreau de fer doux (fig. 156), autour duquel on a enroulé deux fils conducteurs distincts, CC′ et DD′ ; si on fait bifurquer le courant dans ces deux circuits, de telle sorte qu'il les parcoure dans le même sens, les deux actions s'ajoutent et on n'a, somme toute, qu'un électro-aimant ordinaire ; mais si, au contraire, on réunit les extrémités des deux conducteurs, de manière que C et D′ soient reliés au point P, D et C′ à la terre, un courant arrivant au point P, ou *pont* du différentiel, se bifurque entre les deux circuits, mais parcourt l'un en sens inverse de l'autre ; il s'ensuit que si, dans le circuit CC′, il tend à déve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lopper un pôle nord à l'extrémité supérieure, l'action dans le circuit DD′ tend à engendrer un pôle sud. Le résultat de ce passage simultané et en sens inverse dépend de l'intensité du courant dans chacun des circuits ; si les deux résistances sont de même valeur, le courant se partage en deux parties égales ; les polarités contraires sont, de même, égales et s'annulent réciproquement : l'armature, placée à proximité, reste au repos, exactement comme si aucun courant ne parcourait l'électro-aimant. Mais si les résistances sont inégales, si celle de DD′, par exemple, est supérieure à celle de CC′, l'action de ce dernier sur le noyau sera prépondérante : le barreau sera donc aimanté, à sa partie supérieure, d'un pôle nord, comme si le circuit CC′ agissait seul, mais l'intensité de ce pôle sera diminuée de la valeur du pôle contraire, qu'engendrerait DD′, si le barreau était soumis à son influence exclusive. L'armature sera alors attirée, mais avec une énergie égale à la *différence* entre les deux actions contraires, d'où le nom de *différentiel* donné à un électro-aimant ou à un galvanomètre ainsi construit.

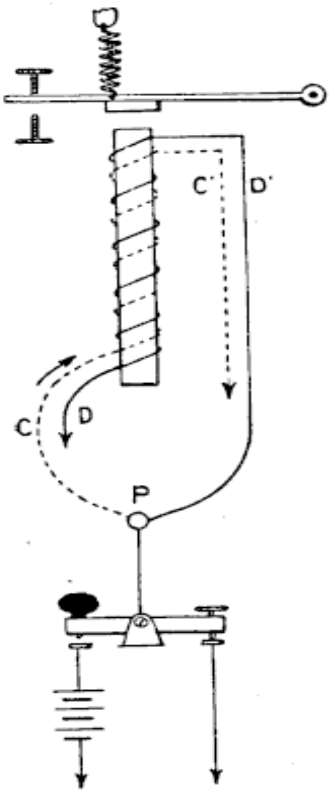


Fig. 156. — Électro-aimant différentiel.

Ceci étant admis, le système duplex se ramène au dispositif suivant : soient deux postes A et B (fig. 157), réunis par un fil de ligne, L. Le récepteur de chacun d'eux est à double enroulement; le pont, P, est relié à l'axe du manipulateur, dont la butée de repos est en relation avec la terre. On intercale parfois, entre ces deux derniers points, une résistance, r, égale à celle de la pile, et dont il sera question plus loin. A l'extrémité opposée au pont, l'un des circuits communique avec le fil de ligne, tandis que l'autre aboutit à un rhéostat, R, et à un condensateur, C. Cette dernière branche s'appelle la *ligne factice*.

Chacun des correspondants, agissant sur son rhéostat et sur son condensateur, équilibre sa ligne factice, par rapport à la ligne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réelle, L, de telle sorte que ses courants de transmission, bien que traversant son propre récepteur pour se rendre sur la ligne, restent sans action sur l'armature, tant que le correspondant tient son manipulateur au repos ; ce résultat est obtenu lorsque les résistances et les capacités des deux lignes sont égales ; le mode opératoire sera indiqué plus loin.

Dans ces conditions, lorsque A, par exemple, transmet, son courant, arrivé au point P, se bifurque en parties égales entre les deux circuits ; la moitié qui parvient au poste B parcourt le

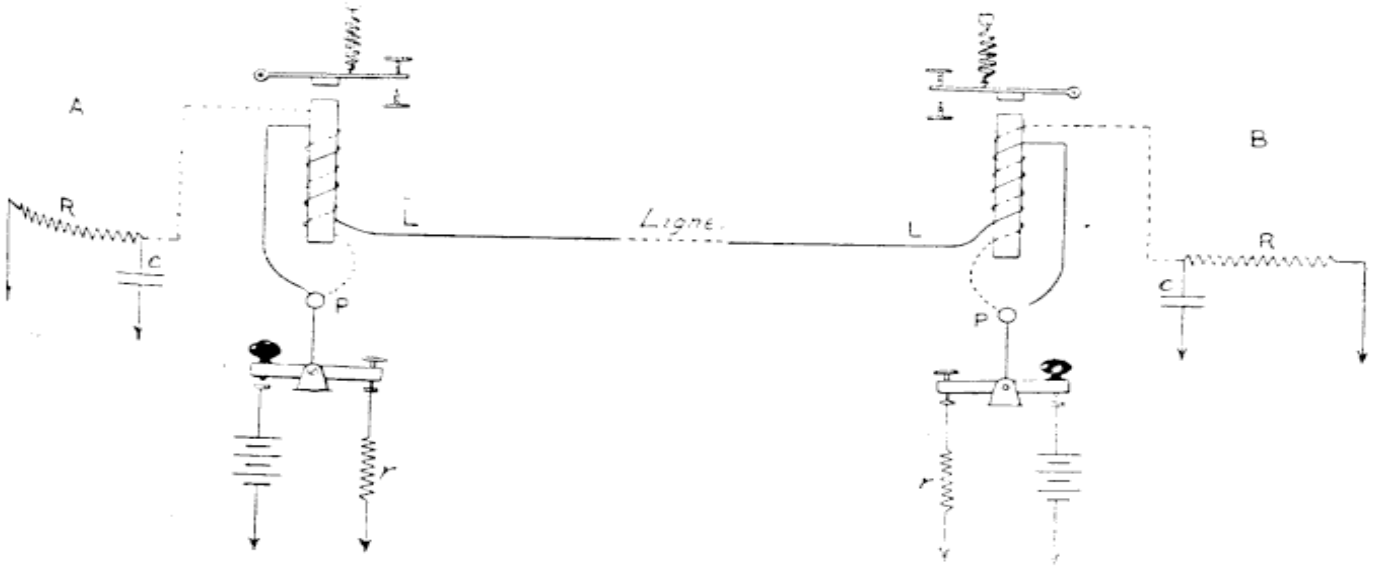


Fig. 157. — Duplex différentiel.

circuit relié à la ligne et, du pont, gagne la terre par la butée d'arrière du manipulateur. Le manipulateur donnant la terre directe au pont, on considère comme nulle la dérivation qui pourrait s'établir à travers le second enroulement et la ligne factice ; dans le cas où une résistance est intercalée entre le manipulateur et la terre, cette dérivation n'est pas nulle, mais le courant, qui parcourt alors le second circuit, a la même direction que celle du courant de ligne, et les deux effets s'ajoutent : l'armature de B fonctionne donc et les choses se passent comme sur une installation ordinaire. De même, si B transmet pendant que A est au repos.

Mais si, pendant que A fait un trait, par exemple, B vient à abaisser son manipulateur, les forces électromotrices des deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

piles s'opposent l'une à l'autre, si elles sont de même pôle, ou s'ajoutent si elles sont de pôles contraires. Dans un cas comme dans l'autre, l'équilibre des différentiels est rompu, comme il le serait par un changement de la résistance du circuit de ligne. Supposons que les deux postes aient une pile positive de même tension, la ligne se trouvant au même potentiel aux deux bouts, il n'y a aucune raison pour qu'un courant circule dans un sens plutôt que dans l'autre ; le courant débité par la pile de A passe donc, sinon en totalité (à cause des pertes de la ligne et de l'inégalité possible des deux piles opposées), tout au moins en plus grande partie dans le circuit du rhéostat, dont l'action sur le noyau devient prépondérante, et l'armature de A est attirée, *par son propre courant*, tant que B tient son manipulateur abaissé en même temps que A ; si A relève le sien avant la fin du signal de B, le courant de celui-ci peut alors passer sur la ligne et continuer l'attraction commencée dans le récepteur A. De même en B : son armature était déjà attirée lorsqu'il a abaissé son manipulateur, le courant de A est aussitôt remplacé par le sien propre, dans le circuit du rhéostat, pour maintenir l'armature sur le butoir de travail. Dès que A relève son manipulateur, l'équilibre se rétablit dans le récepteur B, dont l'armature se relève.

Si les piles des deux postes correspondants sont de polarités contraires, l'abaissement simultané des deux manipulateurs a pour effet de doubler l'intensité du courant dans les circuits de ligne des deux récepteurs et les deux armatures sont abaissées tant que dure cette simultanéité ; si A, par exemple, relève le premier son manipulateur, l'équilibre se rétablit dans les deux circuits de B, dont l'armature revient au repos ; au poste A, l'intensité reçue se trouve diminuée de moitié, mais comme le circuit de ligne factice n'est plus excité, la relation reste la même et l'armature est maintenue sur travail jusqu'à ce que B relève, à son tour, son manipulateur.

Pour obtenir un bon fonctionnement, il importe d'équilibrer, non seulement la résistance, mais aussi la capacité des deux circuits du différentiel : en effet, le rhéostat n'a aucune capacité, tandis que celle du conducteur, surtout s'il est souterrain, est parfois très grande.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il s'ensuit qu'au commencement de chaque émission, si les capacités n'étaient pas équilibrées, un débit beaucoup plus grand passerait dans le circuit de ligne et déterminerait l'attraction de l'armature ; de même lors de la décharge. Le condensateur, C, placé, à chaque poste, sur la ligne factice, a pour but de rendre celle-ci aussi semblable que possible à la ligne réelle. Il arrive même qu'à capacité égale, le condensateur se charge et se décharge plus vite que le fil ; on a recours alors à divers dispositifs qui seront indiqués plus loin.

Duplex en pont de Wheatstone. — La méthode différentielle a pour inconvénient de nécessiter des électro-aimants spé-

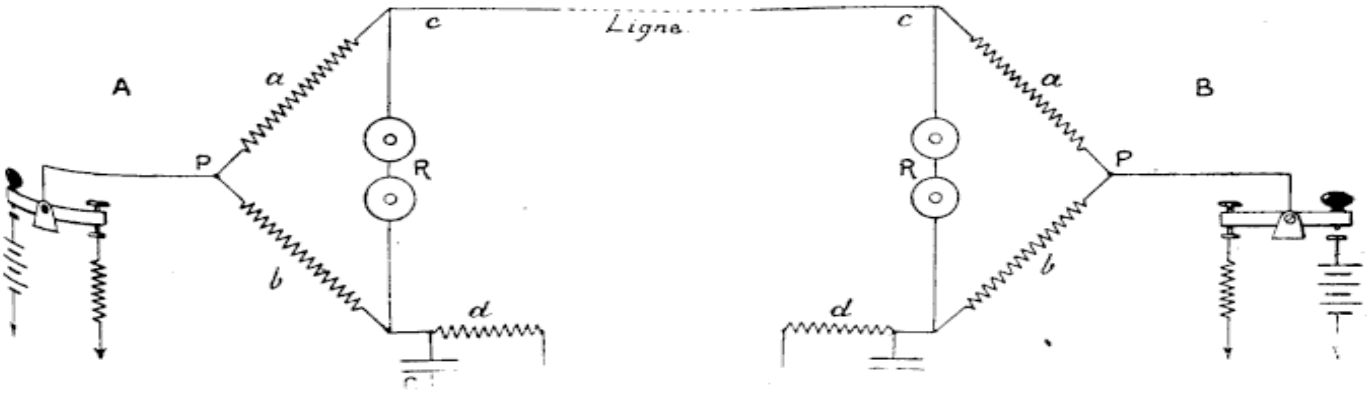


Fig. 158. — Duplex en pont de Wheatstone.

ciaux ; la méthode du pont de Wheatstone s'adapte aux appareils tels qu'ils sont agencés pour les communications ordinaires et présente, à cet égard, un avantage sur la précédente.

Le manipulateur, dont la butée de repos est à la terre, a son axe relié à la tête, P, du pont (fig. 158) ; le récepteur, R, est placé dans la diagonale. Les deux branches, *a* et *b*, sont constituées par deux résistances fixes ; la branche, *c*, représentée par le fil de ligne, est équilibrée à l'aide du rhéostat et du condensateur, C, placés sur la branche *d*. Lorsque le pont est réglé, les courants émis par A, par exemple, n'influencent pas son récepteur, R, puisque les deux extrémités de la diagonale sont au même potentiel. Arrivés au poste B, ces courants trouvent devant eux deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chemins : l'un à travers le récepteur, R, et la branche *b*, l'autre à travers la branche *a*, pour arriver à la tête, P, du pont et, de là, se rendre à la terre par le manipulateur au repos. Si B transmet en même temps que A, l'équilibre des ponts est rompu aux deux postes et les extrémités des diagonales se trouvant alors à des potentiels différents, les récepteurs sont traversés par une fraction de courant, qui les actionne.

Manipulateurs pour transmission duplex. — Avec les manipulateurs ordinaires, représentés sur les figures ci-dessus, la ligne se trouve isolée pendant le temps que met le levier à passer d'un butoir à l'autre ; sur les lignes de faible longueur, il n'en résulte pas d'inconvénients, mais, sur les autres, on constate un trouble momentané d'équilibre, susceptible d'apporter une perturbation dans l'enregistrement des signaux. On a donc imaginé des systèmes dans lesquels le passage d'une position à l'autre se fait instantanément : tels sont, entre beaucoup d'autres, les manipulateurs de Stearns et de Vaës.

Manipulateurs de Stearns. — Le levier, M (fig. 159), porte, sur sa face supérieure et à la partie médiane, un petit bloc d'ébonite, E, sur lequel est monté un ressort-lame, *r*, relié à la ligne; ce ressort est armé de façon à venir, au repos, s'appuyer sous un retour d'équerre que porte, à sa partie postérieure, le levier, M; il se trouve alors à une petite distance au-dessous d'une butée, B, en communication avec la pile, tandis que la ligne est en relation avec la terre par le pivot du levier, M. Lorsqu'on abaisse ce dernier, le ressort, *r*, rencontre la butée, B,

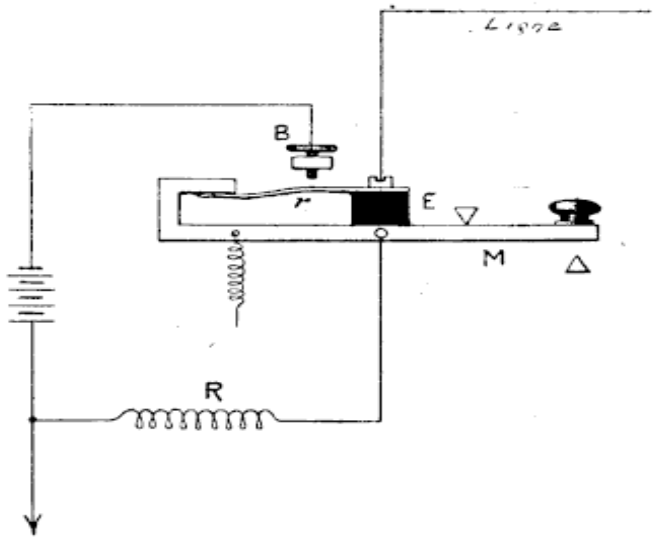


Fig. 159. — Manipulateur de Stearns.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au moment même où il quitte le retour d'équerre : la ligne est mise en communication avec la pile ; elle n'est donc isolée à aucun moment ; la pile, il est vrai, se trouve en court-circuit pendant un temps court, mais cet inconvénient est atténué par la résistance, R, intercalée sur la terre.

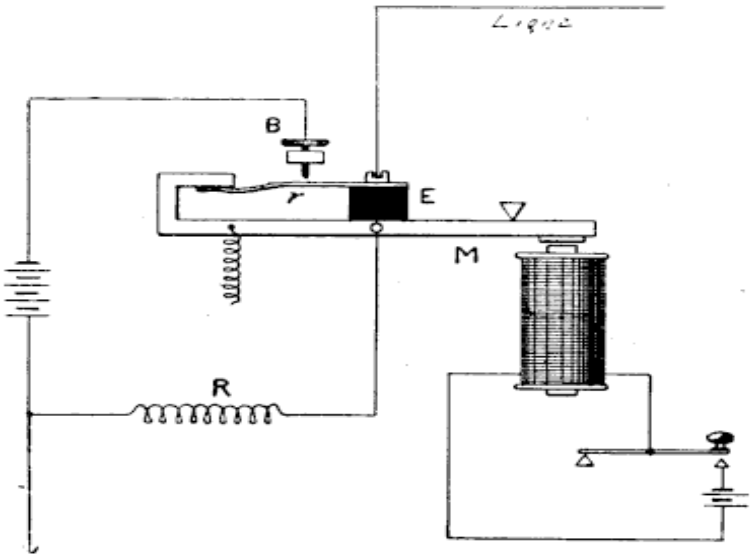


Fig. 160. — Manipulateur-relais de Stearns.

Stearns faisait également usage du dispositif représenté par la figure 160, dans lequel le manipulateur décrit ci-dessus était solidaire de l'armature d'un électro-aimant, dans lequel on transmettait en local, à l'aide d'un manipulateur ordinaire.

Manipulateur de Vaës. — L'extrémité postérieure du manipulateur, M (fig. 161), se trouve, à l'état de repos, un peu au-

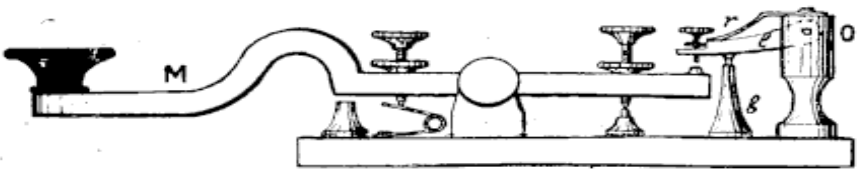


Fig. 161. — Manipulateur de Vaës.

dessous d'une vis de contact, portée par un petit bras de levier, *l*; celui-ci, articulé en O, s'appuie sur une butée médiane, *b*, sous l'action d'un ressort, *r*. Le pivot du levier, *l*, est relié au pont, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reçoit la terre par la butée, b, à travers un rhéostat : les conditions sont les mêmes qu'avec le système précédent.

Ligne factice. — L'équilibrage des capacités par un seul condensateur, placé comme il l'est dans les diverses figures ci-dessus,

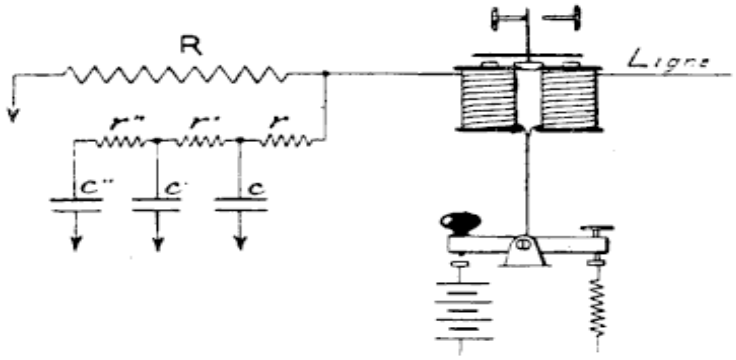


Fig. 162. — Ligne factice.

ne saurait convenir que pour les lignes courtes ; en effet, pour que le récepteur reste insensible aux courants de départ, il est nécessaire que la charge et la décharge des deux lignes, réelle et factice,

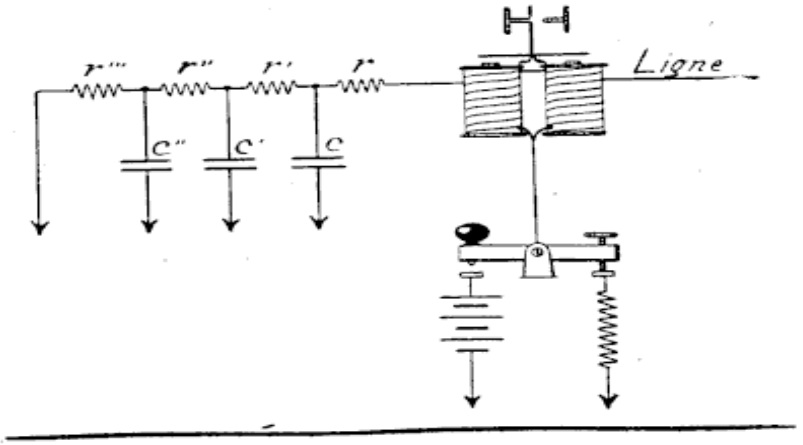


Fig. 163. — Ligne factice.

s'effectuent suivant des régimes aussi identiques que possible ; en d'autres termes, la ligne factice idéale devrait être la reproduction exacte de la ligne réelle, au point de vue de l'échelonnement des capacités par rapport aux résistances. On obtient cependant une approximation suffisante avec le dispositif repré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

senté par la figure 162, dans lequel la ligne factice se bifurque en deux branches : l'une comprend un rhéostat, R, dit *rhéostat d'écoulement*, auquel on donne une résistance égale à celle de la ligne ; l'autre est formée de trois ou quatre condensateurs placés en dérivation à la jonction de petits rhéostats, r, r', r'', etc. ; ceux-ci se chargent et se déchargent ainsi à travers des résistances croissantes, dans des conditions sensiblement correspondantes à celles des différentes sections de la ligne.

On peut aussi employer le groupement représenté par la figure 163 : le rhéostat d'écoulement est remplacé par un certain

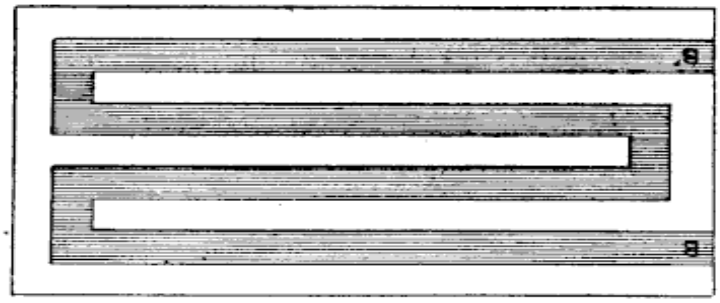


Fig. 164. — Ligne factice de Muirhead.

nombre de rhéostats, dont la somme est égale à la résistance de la ligne ; entre deux rhéostats consécutifs est branché, en dérivation, un condensateur.

On réalise une similitude parfaite entre la ligne factice et la ligne réelle avec le procédé Muirhead : le conducteur est représenté par une bande, B B′, découpée dans une feuille d'étain, de manière à former une ligne brisée continue (fig. 164) ; cette bande est insérée entre deux feuilles de papier paraffiné, sur les surfaces extérieures desquelles sont appliquées deux feuilles d'étain non sectionnées : on obtient ainsi un élément de la ligne artificielle, il suffit d'en préparer un nombre suffisant pour représenter la résistance totale, et aussi la capacité totale de la ligne réelle ; l'extrémité de la bande découpée d'un élément est reliée au commencement de la bande de l'élément suivant ; d'autre part, les feuilles d'étain complètes sont réunies entre elles et extérieurement à la terre ; elles représentent ainsi l'armature du câble en contact avec l'eau de mer ; la ligne factice ainsi constituée (fig. 165)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donne la somme de la résistance des bandes d'étain et la capacité inductive due à leur surface.

La ligne factice de Muirhead, à côté de ses qualités de premier ordre, présente ce grave inconvénient qu'elle n'est pas interchangeable : en effet, dans les lignes factices ordinaires, les deux éléments, rhéostats et condensateurs, peuvent être groupés et gradués à volonté, suivant les constantes des lignes sur lesquelles on opère ; celle de Muirhead, au contraire, doit être, au préalable, *construite au modèle* du conducteur auquel elle est destinée, c'est-à-dire avec le même rapport entre la résistance et la capacité, ce qui s'obtient en déterminant convenablement la largeur des bandes découpées. Il s'ensuit qu'elle est d'un prix de revient très élevé, et comme, par ailleurs, sa précision n'est pas indispensable sur les lignes terrestres, on ne l'emploie que pour le duplexage des câbles sous-marins. Cette utilisation spéciale sera examinée plus loin.

Fig. 165.

Équilibrage de la ligne factice. — Les installations différentielles (V. fig. 157, p. 179), comprennent, en série avec le récepteur, un galvanomètre différentiel, dont l'un des circuits est sur la ligne réelle et l'autre sur la ligne factice. Le poste correspondant étant dans la position de réception, on abaisse le manipulateur et on envoie un courant continu prolongé ; si l'aiguille du galvanomètre dévie, c'est que les deux résistances sont inégales ; on agit alors sur le rhéostat jusqu'à ce que l'aiguille revienne se placer au zéro.

Pour régler les condensateurs, on envoie une suite d'émissions brèves, car c'est au début et à la fin que les différences de capacité entre les deux lignes se font sentir ; on augmente ou on diminue la capacité de la ligne factice jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre n'accuse plus sensiblement les fermetures et les ruptures du circuit. Le réglage du duplex en pont de Wheatstone s'opère de façon identique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Duplex à courant de repos. — La figure 166 montre le schéma d'un duplex différentiel à courant de repos : le manipulateur, M, est muni d'une pile négative au travail et d'une pile positive au repos ; le reste de l'installation est identique au schéma donné pour le simple courant (V. fig. 157, p. 179). Pour plus de clarté, l'une des bobines est reliée à la ligne réelle et l'autre à la ligne artificielle, mais il est bien entendu que l'enroulement est double sur les deux bobines.

Lorsque les manipulateurs des deux postes sont au repos, les deux piles positives sont en opposition, et aucun courant ne cir-

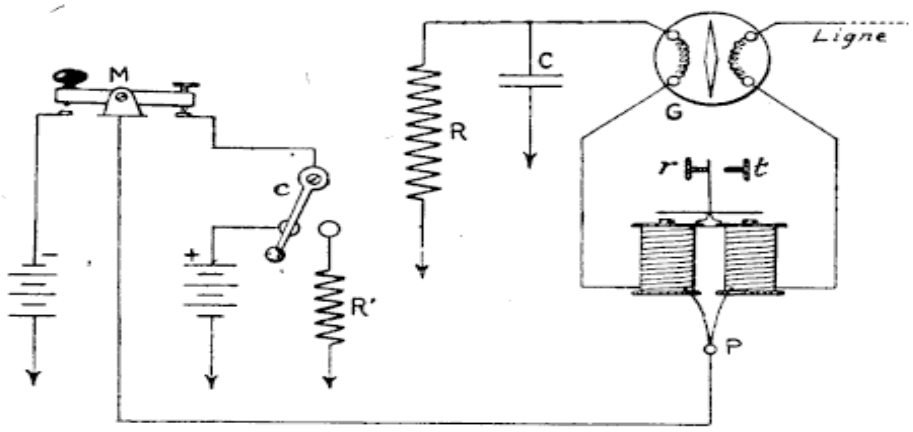


Fig. 166. — Duplex différentiel à courant de repos.

cule dans le circuit de ligne réelle, tandis qu'un positif est envoyé dans la ligne artificielle ; la polarité développée par ce courant tend à maintenir l'armature sur son butoir de repos, *r*. Si l'on abaisse le manipulateur de A, celui de B restant au repos, le courant négatif, émis dans la ligne factice, tendrait à porter l'armature sur travail, mais, en même temps, la pile négative de A se trouve en série avec la pile positive de B ; un courant d'intensité double circule sur la ligne réelle, et son action est prépondérante sur l'armature du relais, qui reste encore sur repos ; à l'autre poste ce courant, d'intensité double, à la direction d'un positif, et son action est supérieure à celle du positif émis dans la ligne artificielle : l'armature de B est amenée sur travail.

Si, avant que A ait relevé son manipulateur, B abaisse le sien, la situation est identique dans les deux postes ; les piles négatives

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étant en opposition, aucun courant ne circule dans les circuits de ligne réelle, mais le négatif, que reçoit la ligne factice, maintient ou amène les armatures sur travail. Enfin, si le manipulateur de A revient le premier à la position de repos, la mise en série des deux piles de pôles contraires donne un courant d'intensité double, dans la direction A-B, ce qui a pour effet de ramener l'armature de B au repos, tandis que celle de A est maintenue sur travail, jusqu'à ce que B laisse, à son tour, son manipulateur se relever : on se retrouve alors dans la position initiale décrite au début.

L'équilibrage de la ligne factice s'opère dans les mêmes conditions que pour les communications à simple courant ; toutefois, avant de procéder au réglage, le poste intéressé demande à son correspondant de se mettre dans la position « terre » : celui-ci, à l'aide d'un commutateur, *c*, élimine sa pile de repos et la remplace par une résistance, R′, équivalente à celle de la pile ; le premier poste opère comme il a été dit plus haut, jusqu'à ce que l'aiguille de son galvanomètre différentiel, G, en série avec le relais, reste immobile dans les deux cas envisagés.

Translation duplex à simple courant. — Les lignes exploitées au duplex peuvent, comme les autres, être sectionnées en

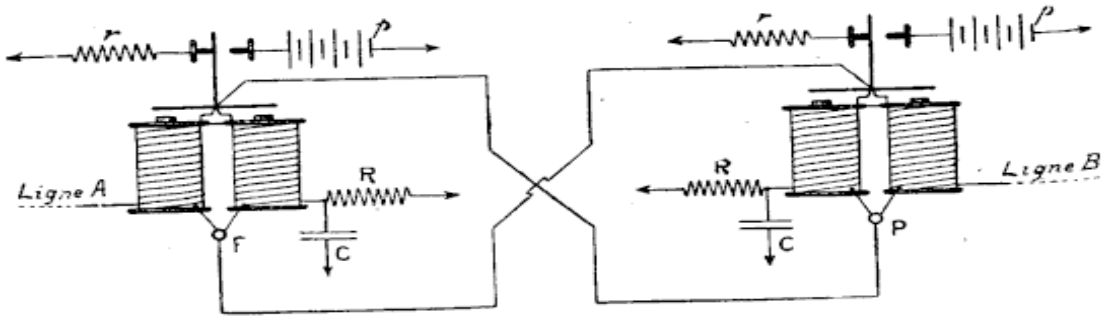


Fig. 167. — Translation duplex à simple courant.

tronçons réunis par des translations. Il n'existe plus, à l'heure actuelle, de lignes à simple courant utilisées en duplex ; ce genre de montage se rencontre surtout avec les systèmes rapides qui, tous, emploient le courant de repos. La figure 167 donne le schéma de principe d'une translation de ce genre ; il servira à mieux faire comprendre le fonctionnement de celle à double courant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'installation comprend deux relais différentiels polarisés, dont le butoir de travail communique avec une pile de ligne et celui de repos avec la terre, à travers une résistance, r ; le pont de l'un des relais est rattaché au massif de l'autre. Un courant venant de la ligne de gauche, par exemple, traverse le premier enroulement du relais de gauche et va se fermer, par l'armature du relais de droite, dans la terre ou dans la pile, suivant la position de l'index : le fonctionnement, suivant les différents cas envisagés pour une transmission directe (V. fig. 157, p. 179), est identique. Il en est de même pour les courants arrivant par la ligne de droite qui, après avoir fait fonctionner le relais de droite, vont aboutir à la terre ou à la pile du relais de gauche.

Translation duplex à courant de repos. — Le schéma de principe est le même que le précédent, à part que le butoir de repos des relais est relié à une batterie de polarité inverse de celle de travail.

La ligne nº 1 aboutit à l'un des enroulements d'un galvanomètre différentiel, G (fig. 168), puis au premier circuit d'un relais polarisé, R; ensuite, par l'intermédiaire d'un manipulateur de Wheatstone, M, dont la manette est dans la position de réception (V. p. 139), elle arrive à l'armature du relais différentiel de droite, R′, et va se fermer sur l'une des piles de ligne. L'index du relais, R, met l'une de ses piles en communication avec le pont du relais R′, par l'intermédiaire du manipulateur, M′ ; le courant se bifurque dans les deux circuits puis va à la ligne nº 2, par l'un des enroulements de R′, la sortie de gauche et l'un des circuits du galvanomètre, G′ ; le courant qui passe dans le second circuit se rend à la terre par la ligne factice, l', r', c'.

Les signaux, émis par le relais R′, sont dérivés par l'intermédiaire de la 4e broche du commutateur, C, dans le relais de contrôle, RC, non différentiel, et sur la terre duquel est insérée une résistance, d ; ce relais actionne un parleur, P ; de même, les courants envoyés par le relais, R, passant par la résistance, d', actionnent un récepteur Wheatstone, W, qui peut donner un contrôle sur la bande, ou jouer simplement le rôle de relais pour actionner le second parleur, P′ ; le commutateur à quatre broches

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C permet d'inverser ces liaisons et de recevoir au Wheatstone le contrôle des signaux venant de la ligne nº 2.

Le manipulateur, M, peut être substitué au relais R′, pour converser avec la ligne nº 1, à travers les enroulements différen-

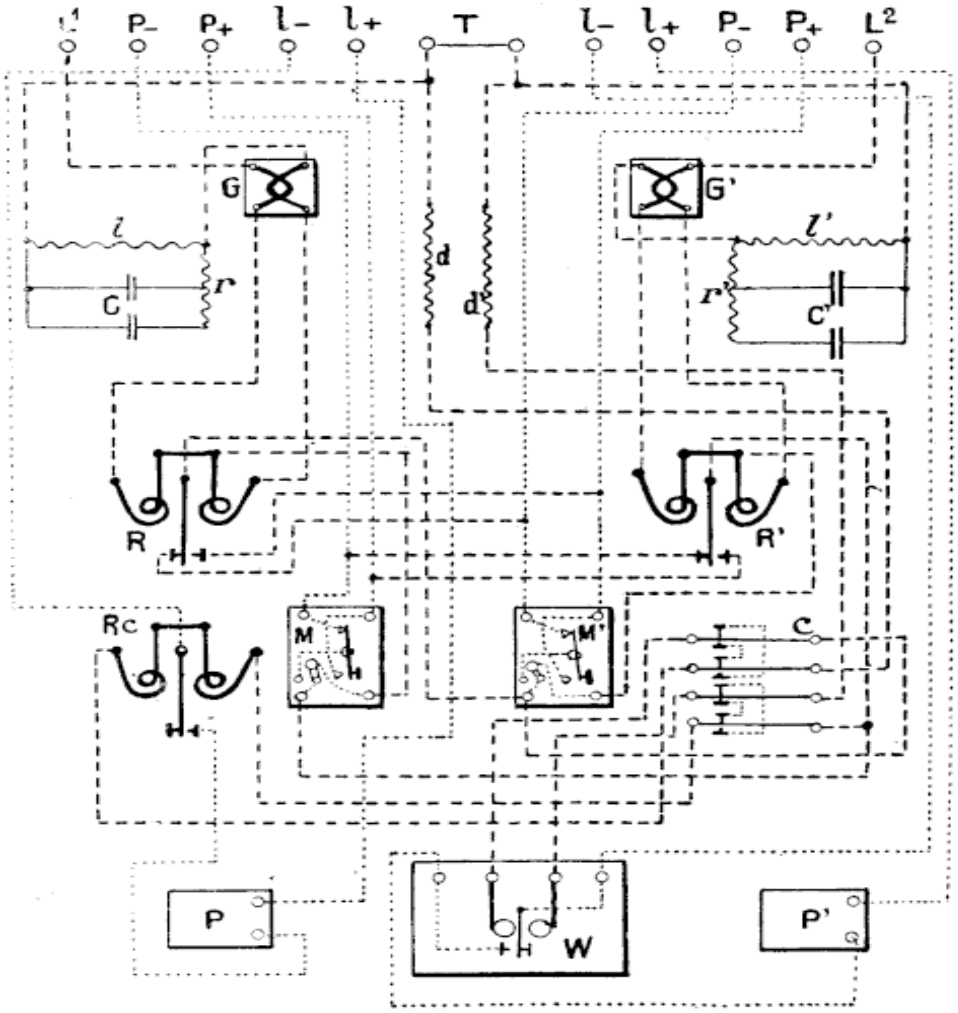


Fig. 168. — Translation duplex à courant de repos.

tiels du relais R ; les réponses sont reçues dans ce dernier relais et enregistrées dans le récepteur, W, ou dans le parleur, P′, suivant la position du communateur, C ; le manipulateur, M′, sert de même pour la conversation avec la ligne 2.

Pour régler son installation, le poste translateur place ses deux manipulateurs, M, dans la position de transmission et opère sépa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rément sur chacune des deux lignes, tout comme s'il en était le poste terminus ; les postes correspondants se règlent de même par rapport à lui, et il n'a plus, pour les mettre en relation, qu'à placer ses manipulateurs sur réception.

INSTALLATIONS DUPLEX POUR LIGNES SOUS-MARINES

Considérations générales. — Le montage en duplex des longs câbles sous-marins est assez délicat à réaliser parce que, d'une part, les effets de condensation, considérablement accrus, les conditions de propagation, la durée de la charge et de la décharge, sont plus difficiles à équilibrer que sur les lignes terrestres, et que, d'autre part, la très grande sensibilité des récepteurs employés exige un réglage beaucoup plus parfait. Pour atteindre ce résultat, on doit constituer la ligne factice de manière que sa courbe d'électrification se rapproche le plus possible de celle du câble : on atteint ce résultat en multipliant le nombre des condensateurs échelonnés le long du circuit d'écoulement (V. fig. 162 et 163, p. 184) ou, mieux encore, en utilisant la ligne artificielle de Muirhead (V. fig. 164 et 165, p. 185).

Le montage, employé dans les installations de câbles sous-marins, est généralement celui en pont de Wheatstone : il est à remarquer que la faiblesse des courants qui circulent dans la diagonale et qui, pour les lignes terrestres, constitue une infériorité de cette méthode par rapport à celle en différentiel, devient ici un avantage, en ce qu'elle permet d'utiliser les récepteurs à cadre galvanométrique, en usage sur les longs câbles sous-marins, sans qu'il soit nécessaire de modifier l'enroulement de la bobine.

Duplex Muirhead. — Les deux branches de proportion du pont, *a* et *b* (fig. 169), sont constituées par deux résistances reliées aux deux extrémités du circuit d'un rhéostat circulaire, R, appelé couramment « quart d'ohm », parce que les bobines qui le composent ont chacune 0,25 ohm ; la manœuvre de la manette a pour effet d'ajouter à l'une des branches ce qui est retranché à l'autre, et l'on peut atteindre ainsi une grande précision dans le réglage. Le manipulateur, M, manuel ou automatique, est rattaché à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manette du rhéostat, R, à travers un condensateur, C. Le récepteur est inséré dans la diagonale, en série avec un condensateur de grande capacité, C′ ; enfin, un troisième condensateur, C″, est placé au sommet de la diagonale, à la rencontre de la branche *a* et du câble.

La ligne factice est du type Muirhead (V. p. 185), elle est munie d'un dispositif ayant pour but de ralentir la charge de la partie antérieure et d'obtenir ainsi une égalisation plus parfaite des actions de part et d'autre de la diagonale : indépendamment

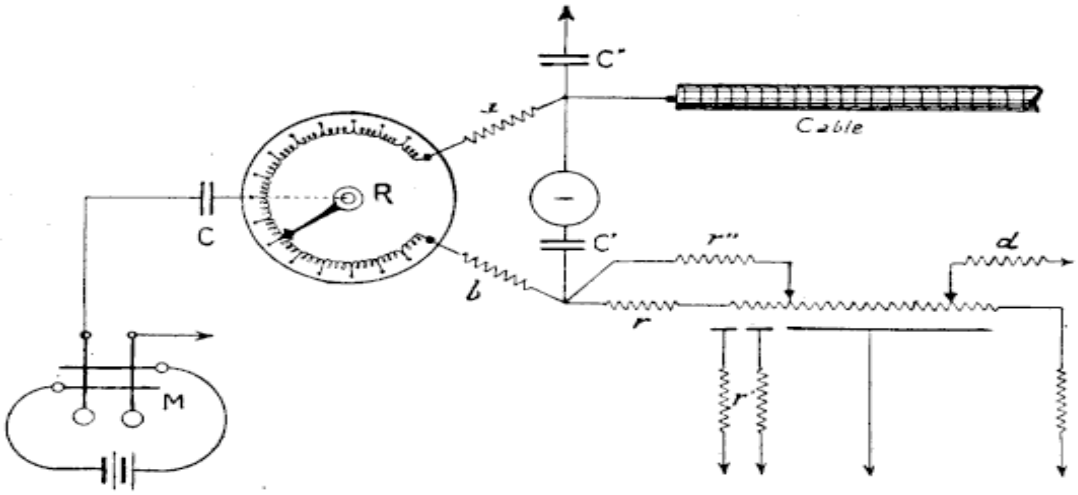


Fig. 169. — Montage d'un câble en duplex ; méthode de Muirhead.

d'une résistance, *r*, placée à l'entrée de la ligne factice, et qui fait porter la diminution de charge sur tout le câble, les premières armatures de terre de la ligne factice sont séparées du reste et reliées à la terre à travers des résistances réglables, *r′* ; en outre, une résistance élevée, *r″*, peut être placée en shunt sur le commencement de la ligne factice : enfin, on peut encore, en un point quelconque de celle-ci, établir une dérivation, *d*, à travers une résistance convenable, pour représenter les pertes éventuelles du câble.

Lorsqu'on a obtenu un équilibre suffisamment approché, par la manœuvre du rhéostat de tête, R, on opère sur le shunt, *r″*, auquel on donne une résistance très élevée et qu'on déplace sur la ligne factice ; enfin, si, après avoir agi sur le condensateur C″, on n'atteint pas complètement le but poursuivi, on intercale et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on règle les résistances, r', sur les premières armatures de la ligne factice.

Duplex Picard. — Le duplex réalisé sur les installations Baudot-Picard des câbles de la Méditerranée, emploie également la méthode du pont de Wheatstone, avec une ligne factice du système de Muirhead. Le relais de câble, R (fig. 170), est placé dans la diagonale du pont, en série avec un condensateur shunté, C; le tout est encore shunté par une sorte de seconde diagonale, constituée par une forte inductance, S, qui joue le même rôle que

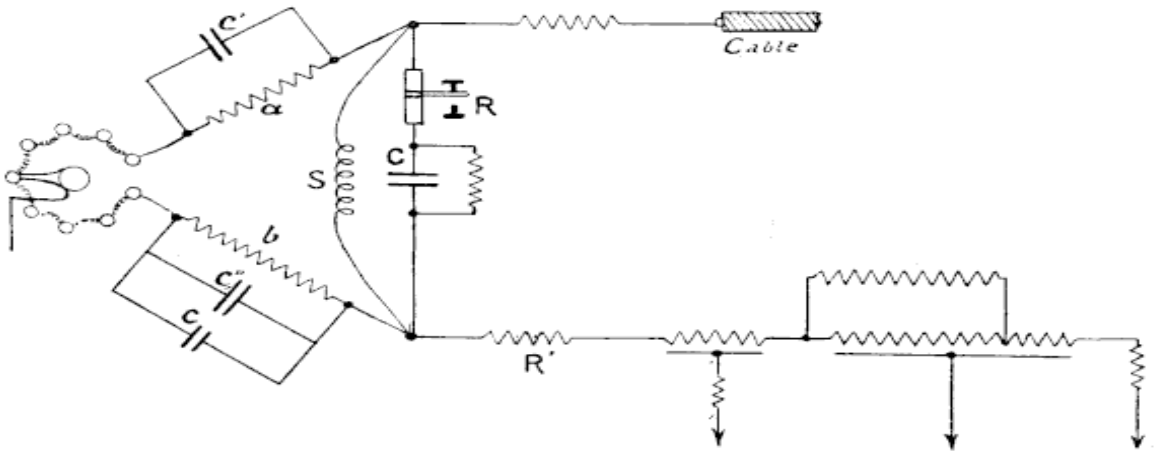


Fig. 170. — Montage d'un câble en duplex ; méthode Picard.

celle qui a été indiquée pour les installations simples (V. fig. 155, page 175).

A la tête du pont, un rhéostat « quart d'ohm », semblable à celui de l'installation Muirhead, permet de faire varier les branches de proportion, a et b ; chacune de celles-ci est shuntée par un condensateur, c' et c''; ce dernier est, lui-même shunté par un second condensateur, c, réglable par centièmes de microfarad, et qui permet de modifier, dans des proportions très faibles, la capacité de la branche b : en agissant sur ce condensateur, ou encore sur la résistance, R', placée en tête de la ligne factice, on peut accélérer ou ralentir à volonté la charge et la décharge de cette dernière, qui est agencée sensiblement comme celle de Muirhead.

Duplex Ailhaud. — La méthode Ailhaud est une combinaison des deux méthodes, différentielle et pont de Wheatstone ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elle est très précise tout en n'exigeant qu'une ligne artificielle extrêmement simple ; par contre, elle nécessite un enroulement à deux circuits pour le récepteur.

L'un de ceux-ci est placé sur la diagonale du pont de Wheatstone (fig. 171), le second communique, par une de ses extrémités, avec la terre directe et, par l'autre, avec un condensateur, C, dont la seconde face est reliée au sommet, B, du pont, à travers une résis

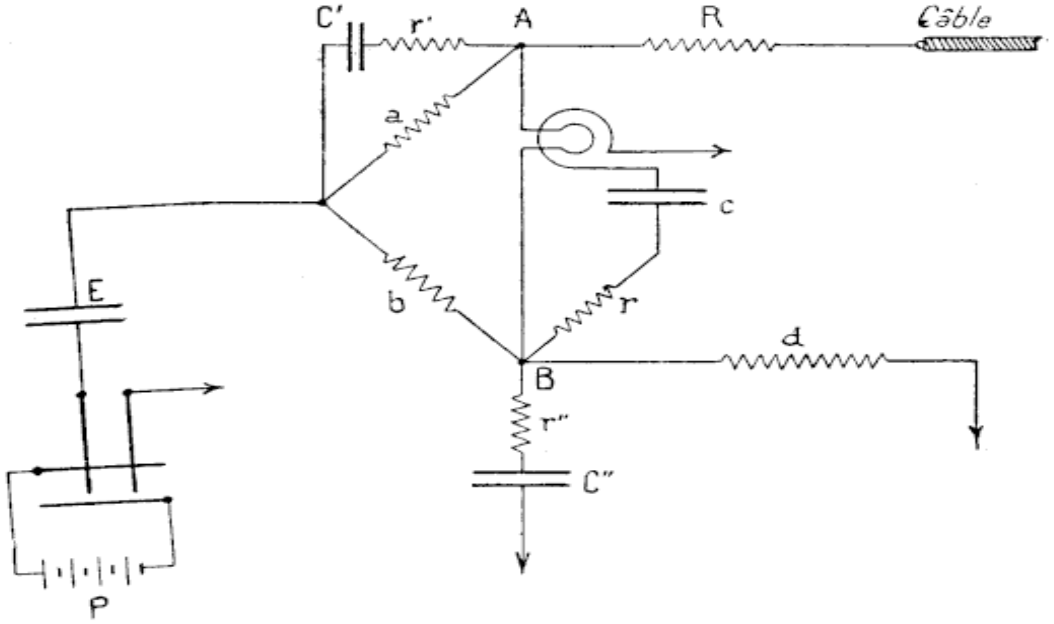


Fig. 171. — Montage d'un câble en duplex ; méthode Ailhaud.

tance, r. La ligne artificielle consiste simplement en une résistance, d, aboutissant à la terre.

Les effets de charge et de décharge du câble sont équilibrés par trois circuits comprenant chacun un condensateur, C, C′ et C″, en série avec une résistance graduatrice, r, r' et r'' : le premier, mentionné ci-dessus, le second formant shunt sur la branche a du pont et le troisième en dérivation au sommet de la diagonale. Le courant de charge du câble, empruntant la diagonale du pont dans le sens B-A, traverse l'un des enroulements du récepteur, mais reste sans effet sur le cadre galvanométrique, car le condensateur, C, se charge en même temps et son courant de charge parcourt le second circuit dans une direction opposée, et neutralise sensiblement l'effet du premier, si la résistance, r, est convenablement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réglée ; la même neutralisation se produit au moment de la décharge.

Le condensateur C′ a pour effet d'accélérer la charge du câble et, par suite, de réduire la différence de potentiel qui se manifeste à ce moment aux deux extrémités de la diagonale A-B ; d'autre part, le condensateur C″, pendant le temps qu'il met à se charger, fait baisser le potentiel du point B. Les actions de ces trois circuits de compensation s'ajoutent donc pour réduire et annuler les effets de charge du câble, effets qui, lorsque l'équilibre convenable n'est pas réalisé, se manifestent par des élongations brusques du siphon. Enfin, une résistance, R, placée à l'entrée du câble, sert à parfaire le réglage.

Pour régler la balance, on supprime tout d'abord le condensateur séparateur, E, puis on équilibre, en courant continu, la résistance, R, par rapport au câble ; ensuite, après avoir isolé momentanément les condensateurs C′ et C″, on règle l'équilibre des courants de charge et de décharge en envoyant de courtes émissions et en faisant varier les valeurs de la capacité C et de la résistance r ; on achève en ajustant successivement les résistances, r' et r'', qui règlent les condensateurs C′ et C″.

SYSTÈMES DIPLEX ET QUADRUPLEX

Système Diplex. — Alors que le *duplex* permet de transmettre simultanément par les deux extrémités de la ligne, le *diplex* rend possibles deux transmissions simultanées dans le même sens, c'est-à-dire par une seule extrémité ; il suffit ensuite de duplexer un diplex pour en faire un *quadruplex*.

Les deux transmissions simultanées d'une communication diplex se différencient, l'une par le sens du courant, l'autre par son intensité : à l'arrivée, la ligne est rattachée à deux récepteurs montés en série : l'un est un relais polarisé, RP (fig. 172), l'autre un relais non polarisé, RNP ; le premier est mis sur repos par le courant négatif et sur travail par le positif, quelle que soit leur intensité ; le second obéit à tous les courants, quel qu'en soit le sens, à la condition qu'ils aient une intensité minima, de 35 mil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

liampères par exemple : les butoirs et le ressort antagoniste sont réglés en conséquence.

Au poste de transmission, on a placé deux manipulateurs l'un ordinaire, M, l'autre inverseur MI ; dans la position d'attente, le pôle négatif de la pile, P, est en relation directe avec la ligne ; le pôle positif, par l'intermédiaire de la butée de repos et de l'axe du manipulateur ordinaire, M, est à la terre : un courant négatif de 15 milliampères est envoyé à l'autre poste ; il traverse

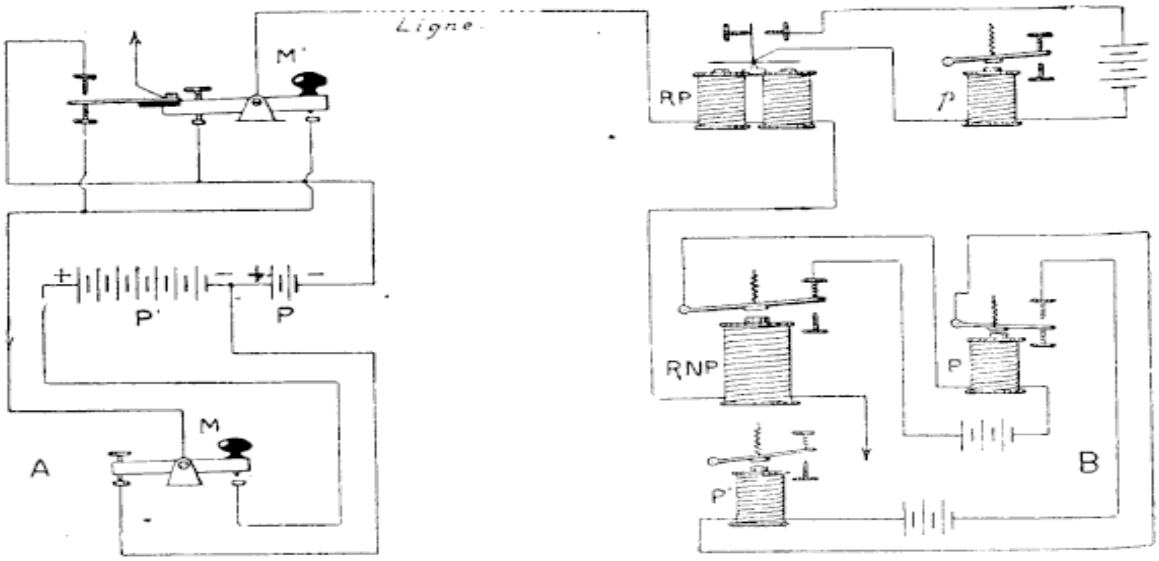


Fig. 172. — Diplex.

les deux relais récepteurs, maintient RP au repos parce qu'il est négatif, et laisse RNP également au repos, parce que son intensité est trop faible pour attirer l'armature.

Si l'on manipule sur l'inverseur, M′, les courants alternés actionnent le relais RP, sans influencer RNP; si, au contraire, la transmission a lieu sur le manipulateur ordinaire, M, pendant que M′ est au repos, chaque fois qu'on abaisse M, on ajoute, à la pile, P, la seconde pile, P′, par la butée de travail de M : le courant atteint alors une intensité de 35 milliampères, et attire l'armature du relais RNP ; il reste, par contre, sans action sur RP, parce que, le manipulateur M′ étant au repos, il est négatif.

Le troisième cas est celui où les deux manipulateurs sont manœuvrés en même temps : les courants, alternativement positifs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et négatifs, agissent sur le relais RP suivant leur sens ; mais ils ont une intensité de 35 milliampères, lorsqu'ils sont fournis par la réunion des deux piles P et P′ ; le relais RNP fonctionne donc également, quel que soit leur sens.

Il convient cependant de remarquer que si, pendant que le manipulateur M fait un trait, par exemple, on vient à abaisser M′, le sens du courant se trouvant inversé, il y a un moment où les noyaux du relais RNP se désaimantent et passent par zéro, pour se réaimanter en sens inverse ; ce temps pourrait être suffisant pour permettre à l'armature de RNP de se relever : le trait serait ainsi coupé. On supprime cet inconvénient par l'artifice suivant : entre RNP et le parleur P′, sur lequel on lit les signaux, on intercale un relais-parleur, P, réglé paresseusement, et c'est celui-ci qui commande le parleur P′ : les coupures de RNP sont à peu près supprimées pour P, et passent complètement inaperçues pour P′.

Système quadruplex. — Ainsi qu'il a été dit plus haut, on obtient un système quadruplex en duplexant un diplex ; le mon-

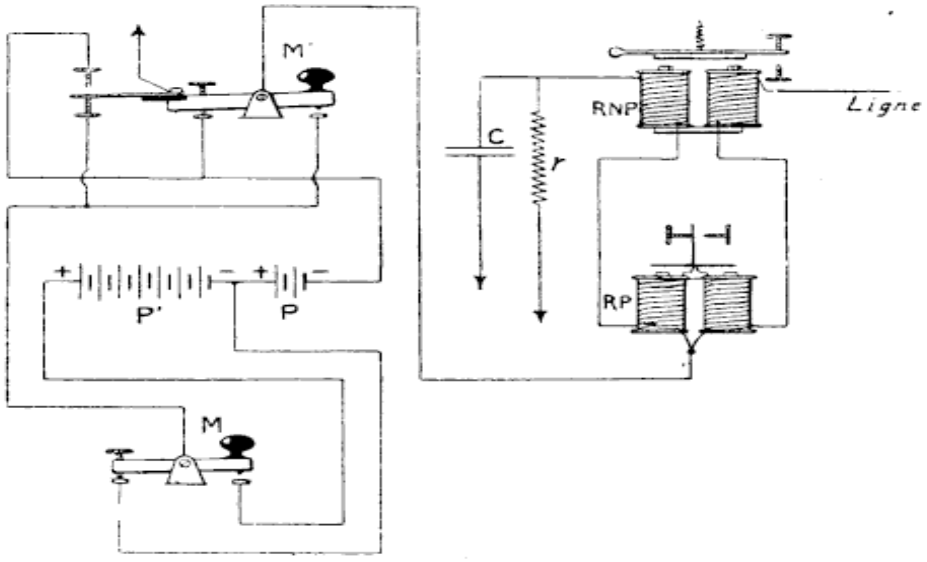


Fig. 173. — Quadruplex différentiel.

tage peut être réalisé suivant l'une quelconque des deux méthodes, différentielle ou pont de Wheatstone.

La figure 173 donne le schéma d'un quadruplex différentiel ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le fonctionnement est le même que celui d'un duplex ordinaire à courant de repos, sauf qu'on doit considérer deux valeurs du voltage employé dans chaque poste et que, par suite, les cas à envisager sont plus nombreux, mais le raisonnement à appliquer reste le même (V. p. 187).

Le montage en pont de Wheatstone est donné par la figure 174. Lorsque les deux postes ont leurs manipulateurs au repos, les pôles négatifs des deux petites piles sont en opposition : si on les

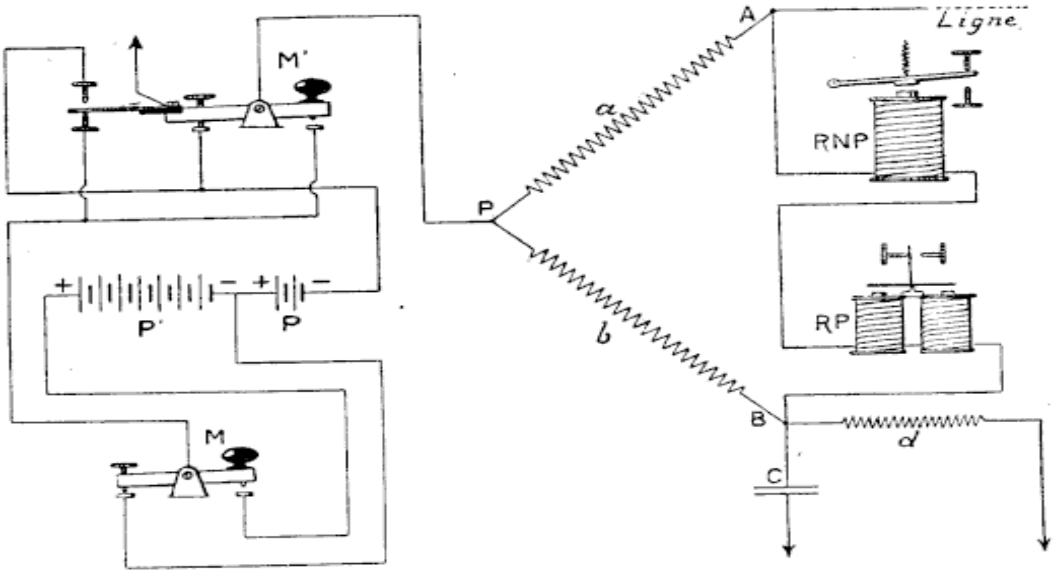


Fig. 174. — Quadruplex en pont de Wheatstone.

suppose parfaitement égales et si, en outre, aucune perte n'existe sur la ligne réelle, celle-ci n'est parcourue par aucun courant ; la pile négative débite un courant dans la branche *b*, d'une part et, d'autre part, dans la diagonale, suivant le sens B-A, pour se fermer par la branche *a* : il est sans action sur RP parce qu'il a le sens d'un négatif, et sur RNP parce que son intensité est trop faible.

Si on abaisse le manipulateur M, on met la grande pile à la ligne, tandis qu'à l'autre poste, la petite reste en circuit : un courant négatif, proportionnel à la différence entre ces deux piles, parcourt la ligne, mais les potentiels des deux extrémités de la diagonale se trouvent abaissés d'une même quantité : le courant qui la parcourt a donc la même direction et la même intensité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le précédent, et les deux relais restent encore au repos ; à l'autre poste, l'intensité se trouve augmentée dans la diagonale et atteint la valeur nécessaire à l'attraction de l'armature RNP ; mais, comme la direction est restée la même, RP demeure toujours sur repos.

Si, enfin, pendant que l'on transmet par le manipulateur ordinaire, M, on vient à actionner l'inverseur, M′, les deux piles correspondantes se trouvent en série et il en résulte, sur la ligne réelle, un courant ayant la direction d'un positif pour le poste transmetteur : les deux extrémités de la diagonale se trouvent donc à des potentiels positifs, mais comme par suite de l'addition des piles, la chute est plus rapide sur la ligne réelle que sur la ligne factice, le potentiel en B est supérieur à celui de A, et le courant continue à parcourir la diagonale dans le sens B-A, c'est-à-dire avec une intensité et une direction qui sont sans action sur l'un et l'autre récepteurs. Au poste correspondant, au contraire, le changement de pôle n'a pas modifié l'intensité mais a seulement inversé la direction dans la diagonale : les deux relais sont donc actionnés simultanément.

Il serait inutilement long d'envisager tous les autres cas possibles : l'analogie avec ceux qui viennent d'être analysés montre que les récepteurs fonctionnent, dans les deux postes, comme s'il s'agissait de deux diplex travaillant sur deux conducteurs différents.

SYSTÈMES MULTIPLEX

Principe général. — On désigne sous le nom de *multiplex* les systèmes permettant la superposition de plus de quatre transmissions simultanées sur une seule ligne. Là encore, il importe d'éviter toute confusion entre cette catégorie et celle des systèmes multiples, qui seront étudiés plus loin (Voy. IVe partie p. 255) et qui sont basés sur la division du temps. La télégraphie multiplex repose sur cette particularité, signalée dès 1860 par l'abbé Laborde, que plusieurs courants, vibratoires ou ondulatoires, peuvent être émis simultanément sur une même ligne, sans se confondre, et qu'il suffit, pour les sélectionner à l'arrivée, de disposer de récepteurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« accordés » avec les transmetteurs qui les ont produits. Si, donc, on dispose d'un certain nombre de lames, vibrant à des notes différentes, susceptibles de rythmer l'envoi de courants suivant leur période propre ; si, à l'arrivée, on installe un nombre égal d'électro-aimants, munis chacun d'une armature possédant, elle aussi, une période propre ; enfin, si chacune des lames réceptrices est accordée avec l'une des lames transmettrices, les courants venant de la ligne parcourront tous les électro-aimants, mais chaque train de vibrations choisira, en quelque sorte, la lame qui correspond à sa période et la fera vibrer, à l'exclusion de toutes les autres.

Multiplex de Mercadier. — Le système Mercadier a permis de réaliser pratiquement jusqu'à 12 transmissions simultanées

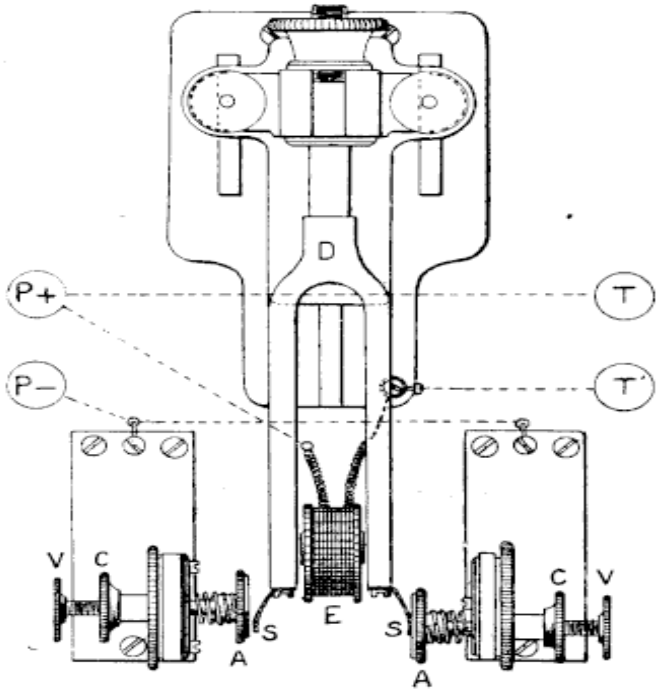


Fig. 175. — Diapason Mercadier.

sur un même circuit à deux fils. Les courants ondulatoires sont fournis par des diapasons, vibrant à des notes différentes et entretenus électriquement ; entre les branches d'un diapason se trouve une bobine d'électro-aimant, E (fig. 175) dont l'entrée est reliée à la borne P +, à laquelle est rattaché le pôle positif de la pile

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

locale, et la sortie au massif qui supporte le diapason, D. Chacune des branches de celui-ci supporte, à son extrémité, un petit style en acier, S, formant trembleur sur une plaque, A, communiquant avec l'autre pôle de la pile, par la borne P — ; cette plaque est réglable à l'aide de la vis, V, et du contre-écrou, C. Le mouvement vibratoire du diapason est donc entretenu ; les courants vibrés, qui parcourent la bobine, E, sont transmis à un transformateur (fig. 176) ; un condensateur shunte l'étincelle qui se produit aux styles, S.

La figure 176 montre l'ensemble d'une installation : un cer-

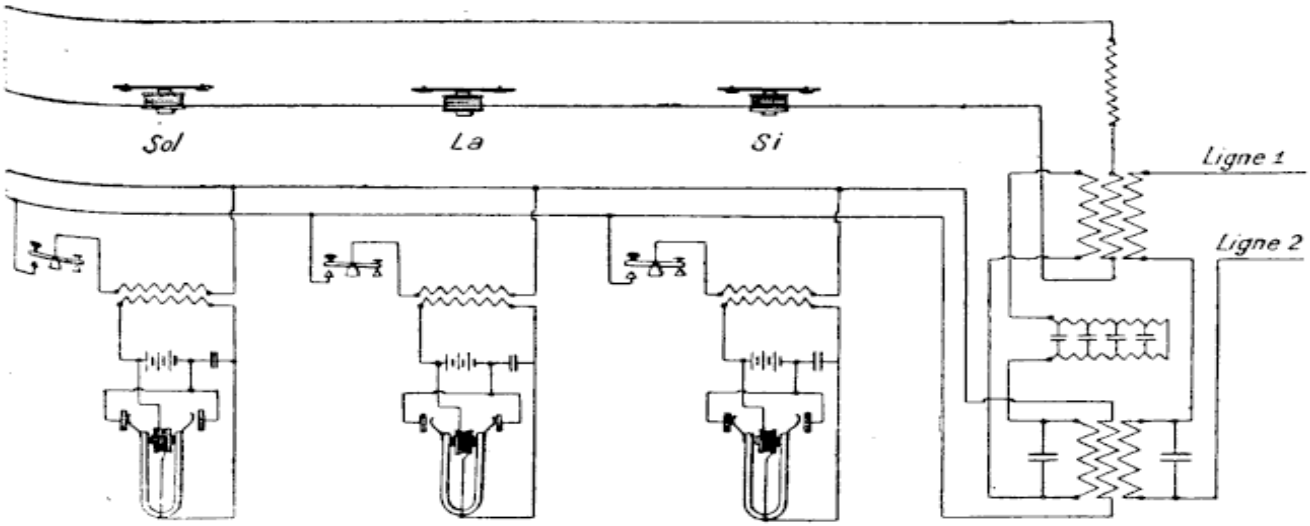


Fig. 176. — Multiplex Mercadier.

tain nombre de diapasons engendrent chacun des courants ondulatoires, de périodes différentes, dans le primaire d'un transformateur, dont le secondaire peut être mis en relation, par l'intermédiaire d'un manipulateur quelconque, avec un circuit commun. Lorsqu'on actionne l'un ou plusieurs de ces manipulateurs, les courants harmoniques sont amenés, par le circuit commun, dans le primaire d'un transformateur, qui comprend deux secondaires, dont le rôle sera indiqué plus loin.

A l'arrivée, les courants sont renvoyés, par un transformateur différentiel, dans le circuit commun de réception, où sont placés en série les différents récepteurs monotéléphoniques : chacun de ceux-ci vibre sous l'action des courants qui lui sont destinés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La réception Morse se fait au son ; pour le Hughes et autres systèmes, les monotéléphones sont agencés pour servir de relais et actionner, lorsqu'ils sont eux-mêmes mis en vibration, les récepteurs de ces appareils.

Les courants de transmission, traversant le transformateur inférieur, se reproduisent également dans le secondaire de gauche et parcourent le secondaire du même côté du transformateur supérieur. Une ligne artificielle, formée de résistances et de capacités réglables, permet de graduer l'intensité du courant qui circule dans ce *circuit d'extinction*, et de le rendre égal à celui du circuit de ligne ; on décale l'un par rapport à l'autre, d'une demi-période, en faisant varier le rapport des capacités de deux condensateurs, placés à droite et à gauche du transformateur inférieur : les deux actions, sur le circuit de réception, s'annulent, et ce circuit reste muet ; si, au même moment, le correspondant transmet, soit avec les mêmes notes, soit avec d'autres, les signaux se croisent avec les précédents, dans les deux postes, sans s'influencer réciproquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVI

TRANSMISSIONS SIMULTANÉES PAR COURANTS DE NATURES DIFFÉRENTES

COURANTS VIBRÉS ET COURANTS CONTINUS

Système Petit. — Un poste du système Petit, permettant deux transmissions simultanées, dans un sens ou dans l'autre, l'une en courant continu, l'autre en courants vibrés ou ondulatoires, est monté comme le montre la figure 177. La transmission vibrée a lieu à l'aide d'un manipulateur, M, divisé, au point de vue électrique, en deux parties, isolées l'une de l'autre; la partie antérieure, celle qui vient au contact avec la pile, P, est en circuit, par l'intermédiaire d'un commutateur, avec le primaire, *p*, d'un transformateur, et un vibrateur, V, constitué par un petit électro-aimant et une armature très légère. Lorsqu'on abaisse le manipulateur, M, les courants vibrés, traversant le primaire, *p*, réagissent sur le secondaire, *s*, en série avec la ligne, et celle-ci est parcourue par des courants ondulatoires ; ces courants ne peuvent se propager du côté de l'installation à courant continu, située à gauche de la figure, à cause de la bobine de self, B′, qui leur oppose un obstacle infranchissable, et leur circuit se ferme à la terre à travers le condensateur, C. Le poste correspondant est monté de façon identique ; les courants ondulatoires sont reçus dans le secondaire du transformateur, dans le premier circuit de la bobine différentielle, B, et vont se fermer à la terre à travers le condensateur C ; une partie est dérivée dans un écouteur téléphonique, E, par l'intermédiaire du condensateur, C′, de la butée de repos du manipulateur, M, et du second circuit de la bobine différentielle, B ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ils ont une fréquence et une intensité suffisantes pour que l'écouteur soit actionné nettement.

Lorsque le travail est terminé, on renvoie le primaire du trans-

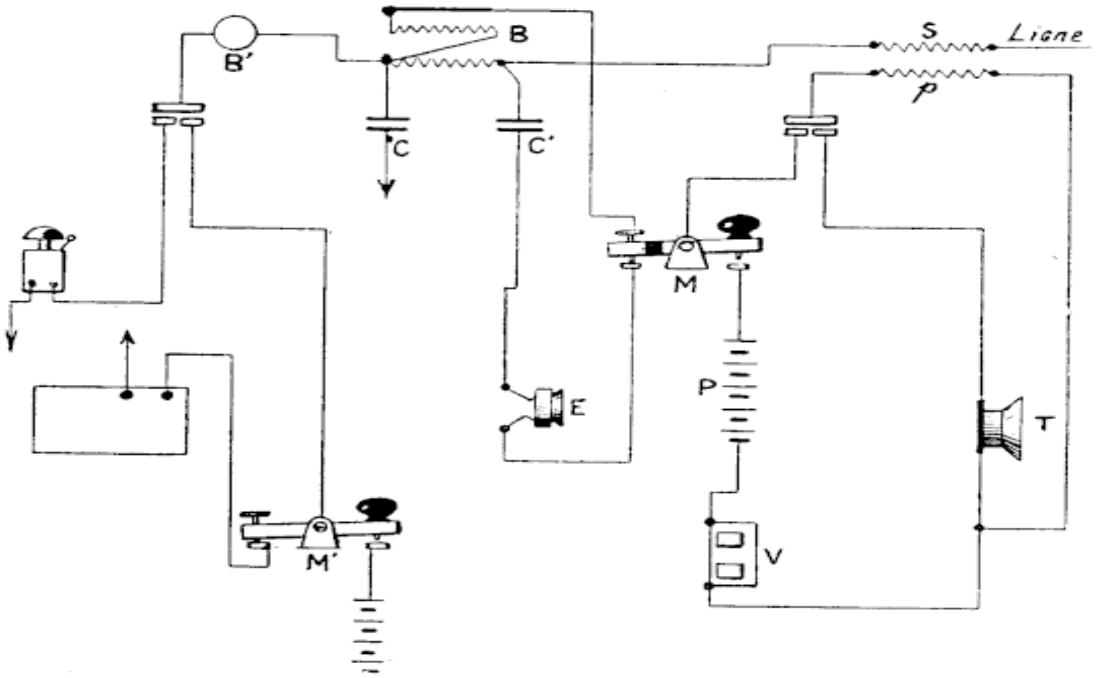


Fig. 177. — Dispositif Petit : courants continus et courants vibrés.

formateur dans un téléphone, T, dont la membrane est susceptible de vibrer très énergiquement et de servir à enregistrer les appels de poste correspondant.

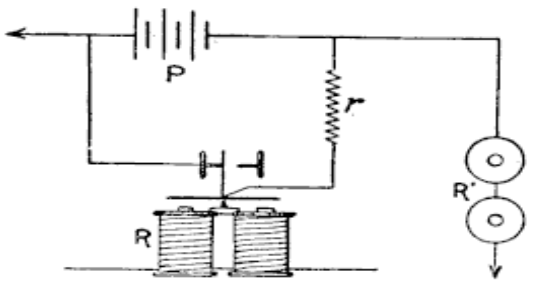


Fig. 178.

La transmission en courant continu s'effectue par le manipulateur ordinaire, M′; les courants, ainsi émis, traversent la bobine de self, B′ (qui joue le rôle de graduatrice), puis l'un des circuits de la bobine différentielle, B : il en résulte que la faible fraction qui, pendant la période variable, peut atteindre l'écouteur, E, fait fléchir lentement la membrane au lieu de la faire vibrer, et qu'il n'en résulte aucun bruit perceptible. A l'arrivée, les courants continus, ne pouvant traverser

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les condensateurs C′ et C, se rendent dans le poste Morse ordinaire.

Si l'on veut enregistrer dans un Morse ou un Hughes les signaux reçus en courants vibrés, on remplace l'écouteur téléphonique par un relais Baudot, R (fig. 178), dont l'index et le butoir de repos mettent en court circuit la pile locale, P, à travers une petite résistance, *r* ; quand les courants ondulatoires parcourent le relais, la résistance de contact du court-circuit est modifiée et une partie du courant de la pile locale parcourt le récepteur, R′.

Système Picard. — En dehors même de l'arrangement général, le système Picard diffère du précédent par la façon dont la

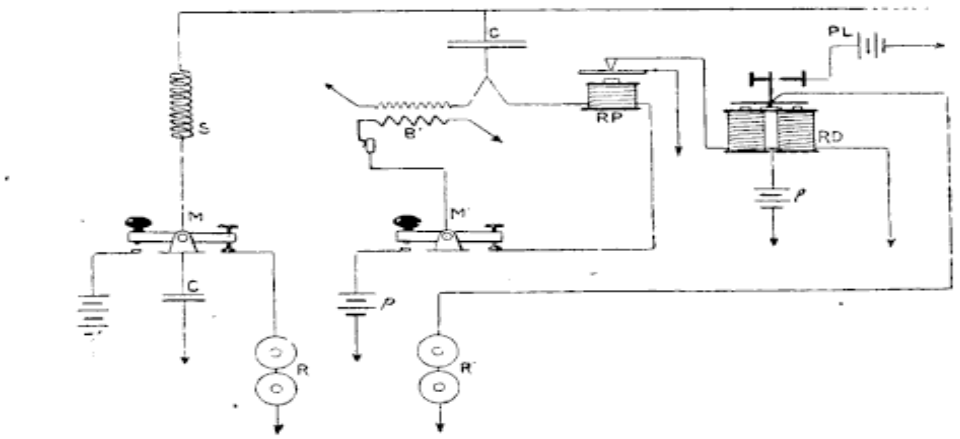


Fig. 179. — Dispositif Picard : courants continus et courants vibrés.

transmission vibrée est reçue dans un récepteur télégraphique ordinaire.

La transmission en courant continu a lieu par le manipulateur, M, dont l'axe est en relation, d'une part avec un condensateur, C (fig. 179), d'autre part avec la ligne, à travers une bobine de self-induction, S ; le double effet graduateur qui résulte de ce dispositif empêche les courants émanant du manipulateur M, d'influencer, pendant leur période variable, le récepteur de courants vibrés ; et comme, par ailleurs, le condensateur-séparateur, C′, oppose un obstacle absolu à leur dérivation pendant la période permanente, il en résulte une indépendance complète.

Les courants vibrés sont émis par le manipulateur M′, à travers le primaire d'une bobine de Ruhmkorff, B ; le secondaire commu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nique avec la ligne par l'intermédiaire du condensateur-séparateur, C′ ; ne pouvant franchir la bobine de self, S, ils se rendent en totalité au poste correspondant.

L'organe principal de la réception est le *relais phonique*, RP, constitué par une sorte de récepteur téléphonique, dont la membrane porte, en son centre, une goutte de platine ; sur cette goutte s'appuie une pointe, également platinée, formant marteau, et dont la pression peut être réglée à volonté. La membrane est reliée à la terre et le marteau à l'un des enroulements d'un relais différentiel, RD, dont le pont est rattaché à une pile locale ;

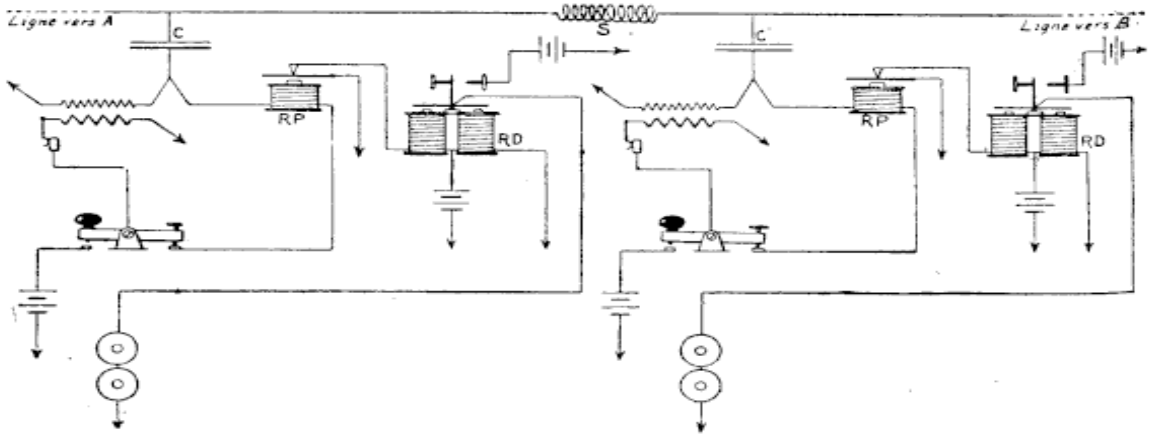


Fig. 180. — Dispositif Picard. — Poste intermédiaire travaillant en courants vibrés.

l'autre circuit du relais différentiel est directement à la terre. On règle le relais, RD, de manière que, pendant que le courant circule ainsi également dans ses deux circuits, l'index repose sur le butoir de repos. Dès que des courants vibrés parviennent de la ligne, les mouvements communiqués à la membrane font tressauter le marteau, et la résistance du contact augmente : le relais, RD, est déséquilibré et le courant local, passant en plus grande intensité dans le circuit de terre, amène l'index sur le butoir de travail, relié à une pile : le récepteur, R′, qui communique avec le massif, se trouve donc actionné.

Le système Picard peut être employé pour desservir trois postes, A, B et C, échelonnés sur un même fil de ligne ; l'intermédiaire communique alors simultanément avec les deux extrêmes en même temps que ceux-ci travaillent entre eux. Si son montage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est fait pour l'emploi des courants vibrés (fig. 180), les deux côtés de la ligne sont raccordés par une bobine de self-induction, S, dont l'impédance s'oppose au passage des courants vibrés ; ceux-ci se rendent dans leurs récepteurs respectifs en traversant les condensateurs C et C′ ; au contraire, les courants continus, échangés entre les extrêmes, traversent la bobine, S, sans se dériver de façon sensible dans les condensateurs.

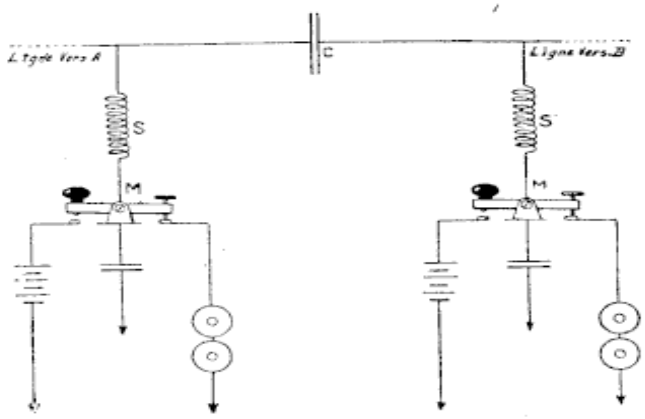


Fig. 181. — Dispositif Picard. — Poste intermédiaire travaillant en courant continu.

Lorsque le poste intermédiaire est monté pour le courant continu, les deux sections de la ligne sont séparées par un condensateur, C (fig. 181), obstacle insurmontable aux courants continus, comme les bobines de self-induction S et S′, placées entre la ligne et les manipulateurs, M et M′, en sont un pour les courants vibrés.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES

L'utilisation simultanée d'un même circuit au télégraphe et au téléphone est traitée au complet dans les ouvrages sur la téléphonie : il suffira donc de mentionner les méthodes les plus usitées.

Système Van Rysselberghe. — Le système Van Rysselberghe permet d'échanger, sur un même circuit, une conversation téléphonique et deux transmissions télégraphiques, celles-ci utilisant séparément chacun des deux fils du circuit, L et L′, tout comme s'ils étaient indépendants. Les téléphones, T (fig. 182), sont séparés des lignes par des condensateurs, C; les courants télégraphiques sont gradués à l'aide de deux bobines de self-induction, S et S′ ; en outre, un condensateur, C′, est en dérivation sur l'axe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du manipulateur ; les courants continus ou ondulatoires se com-

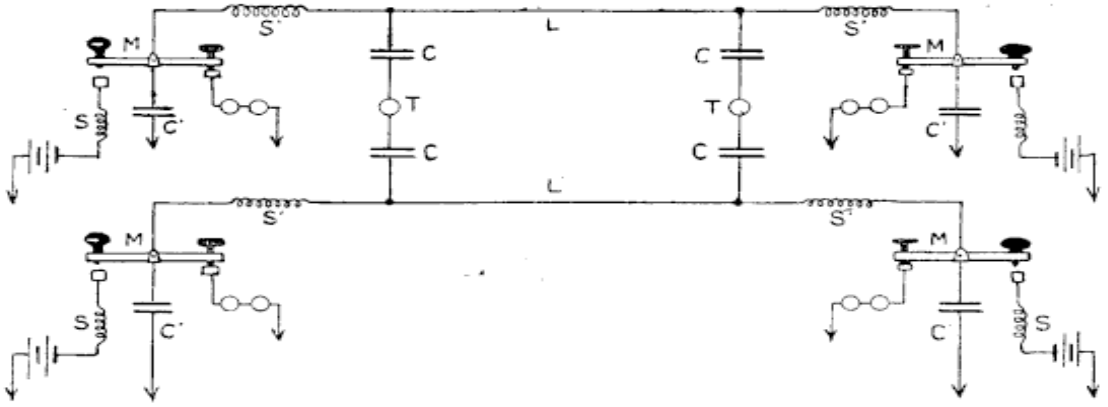


Fig. 182. — Télégraphie et téléphonie simultanées. — Système Van Rysselberghe.

portent, en présence des selfs et des capacités, comme il a été dit plus haut pour les dispositifs employant les courants vibrés.

Système Cailho. — Avec ce système, les deux fils du circuit sont en série pour la conversation téléphonique et en parallèle pour la transmission télégraphique. La jonction entre l'installation télégraphique et le circuit est réalisée par l'intermédiaire d'une

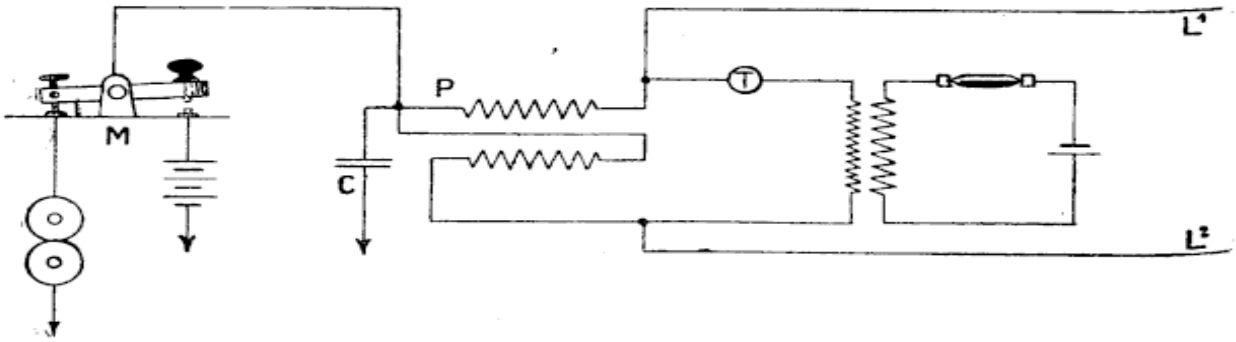


Fig. 183. — Télégraphie et téléphonie simultanées. — Système Cailho.

bobine à deux enroulements égaux, munie d'un fort noyau en fer doux ; ces enroulements étant reliés comme l'indique la figure 183, les courants télégraphiques les parcourent en sens inverse, en se partageant sur les deux fils, et ne développent dans le noyau aucun magnétisme ; il en est de même à l'arrivée, quand les deux moitiés du courant traversent la bobine pour venir se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rejoindre au manipulateur, M. Par contre, les courants téléphoniques, s'ils devaient emprunter cette voie pour passer d'un fil sur l'autre, parcouraient les deux enroulements dans le même sens par rapport au noyau : la bobine, dans ces conditions, leur oppose une impédance suffisamment élevée pour les arrêter : ils se rendent donc en totalité dans le téléphone, T, branché aux bornes de la bobine.

Système Picard. — Le système Picard emploie les deux branches du circuit dans les mêmes conditions que le précédent ;

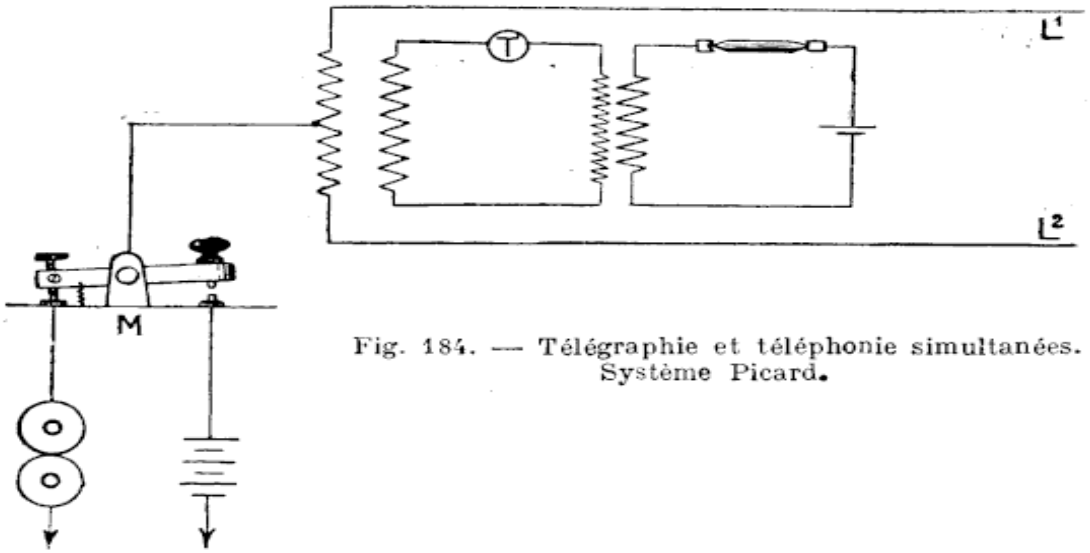


Fig. 184. — Télégraphie et téléphonie simultanées. Système Picard.

la bobine intercalée entre le télégraphe et le téléphone, appelée *transformateur différentiel*, comprend quatre enroulements égaux ; le manipulateur, M (fig. 184), est relié en pont à la jonction de deux de ces enroulements, dont les extrémités aboutissent aux fils de ligne ; les deux autres enroulements sont reliés en série au secondaire du téléphone, T. Les courants télégraphiques, partant du manipulateur, M, arrivent au pont, et gagnent les fils de ligne, en se partageant entre les deux enroulements, qu'ils parcourent en sens inverse : leur action sur le téléphone est donc nulle ; il en est de même à l'autre poste ; arrivant par les deux branches de la ligne, ils vont se réunir au pont et, de là, au récepteur télégraphique.

Les courants téléphoniques de départ circulent dans le circuit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secondaire du téléphone, réagissent dans le même sens sur les deux enroulements en série au pont et sont reproduits sur la ligne ; ils se dérivent quelque peu, il est vrai, dans la pile et dans le récepteur télégraphique, mais il n'en résulte pas un affaiblissement très notable de l'audition téléphonique. Au poste correspondant, ils trouvent également les deux enroulements en série, et induisent le circuit secondaire du téléphone, abstraction faite de la dérivation mentionnée plus haut.

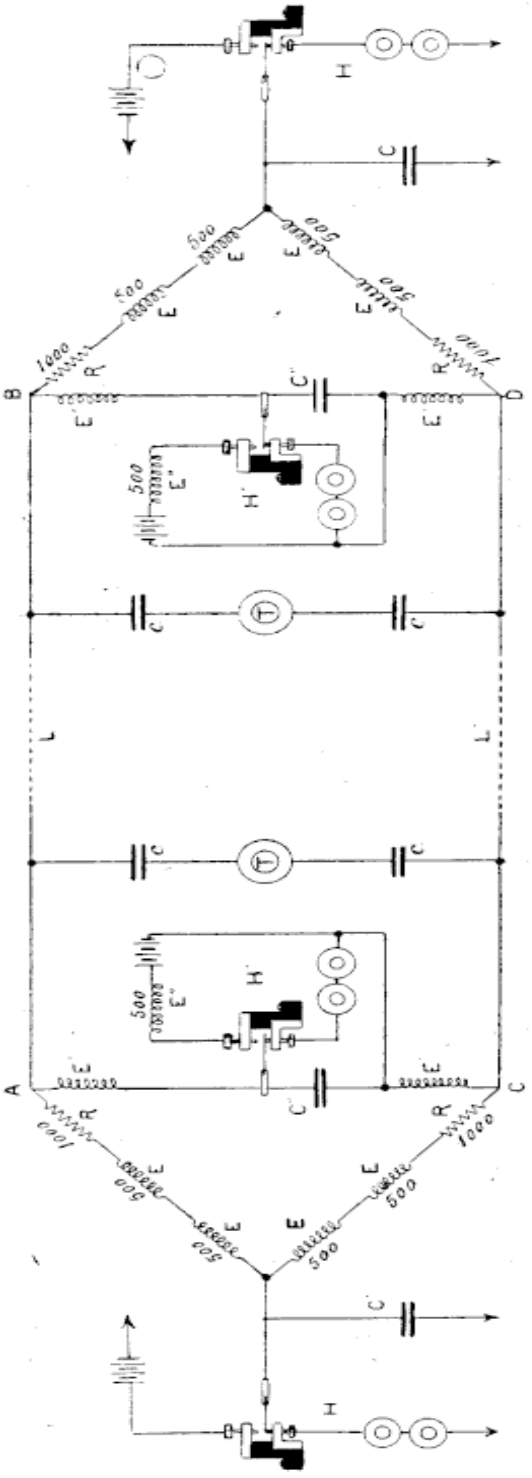


Fig. 185. — Télégraphie et téléphonie simultanées. — Système Dejongh.

Le transformateur différentiel de Picard donne d'excellents résultats, à la condition que sa construction soit parfaite : il importe, en effet, que les deux enroulements réunis au pont, P, aient non seulement la même impédance, mais encore la même induction mutuelle avec les deux autres, réunis au téléphone ; si cette condition n'est pas réalisée, il en résulte des troubles, au téléphone, pendant la période variable des courants télégraphiques. Sa construction a été modifiée et on l'emploie actuellement sous le nom de *bobine toroïdale* : ce nouveau modèle donne entière satisfaction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Système Dejongh. — Le système Dejongh permet, en plus de la communication téléphonique, qui utilise ordinairement le circuit, deux transmissions télégraphiques simultanées ; il a été employé au Hughes, pendant de nombreuses années, entre Paris et Bruxelles.

Les deux conducteurs sont placés comme les branches de comparaison d'un pont de Wheatstone (fig. 185), et les téléphones, T, intercalés dans le circuit à l'aide de condensateurs séparateurs, c; le pont est constitué par deux branches égales, comportant chacune deux graduateurs, E, et une résistance inerte, R ; un condensateur C′, placé entre le « Hughes extrême », H, et le pont, complète l'amortissement des émissions.

Sur la diagonale du pont est placé le second Hughes, H′. Cette communication ne comporte pas de terre ; la ligne L est amenée à la borne « ligne » du Hughes, la ligne L′ à la borne « terre », toutes deux à travers un graduateur, E′ ; la pile a son pôle positif relié à un graduateur, E″, qui le renvoie ensuite à la borne P du Hughes ; le pôle négatif est en communication avec la borne T, c'est-à-dire avec la ligne L′ : on a donc là un circuit fermé métalliquement par un fil de retour, comme celui du téléphone. Enfin, les deux côtés de la diagonale sont séparés par un condensateur, C″.

Lorsque l'extrême transmet, ses courants se bifurquent, au pont, en deux parties égales : les deux extrémités de la diagonale se trouvent au même potentiel et le deuxième Hughes ne reçoit aucun courant. Les deux lignes sont parcourues dans le même sens par les signaux qui, à l'autre poste, se rejoignent au pont pour aller actionner le Hughes extrême, H ; la diagonale de ce poste n'est pas plus influencée que la première. Quand le Hughes-diagonale, H′, transmet, ses courants parcourent la ligne L et, après avoir traversé l'appareil correspondant, reviennent par la ligne L′, pour rejoindre le pôle négatif de la pile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie.

L'Électricien, n° 812 (12 juillet 1906) et suiv.
DEVAUX-CHARBONNEL. — *Étude expérimentale sur les lignes et les appareils télégraphiques.*
DEVAUX-CHARBONNEL. — *L'état actuel de la science électrique.* Paris, 1908.
E. ESTAUNIÉ. — *Traité pratique de télécommunication électrique.* Paris, 1904.
MAGUNNA. — *Télégraphe multiplex, système Mercadier.* Paris, 1908.
E. WUNSCHENDORFF. — *Traité de Télégraphie sous-marine.* Paris, 1888.
E. MONTORIOL. — *L'appareil Hughes et les lignes souterraines.* Paris, 1909.
SCHILS. — *Installations téléphoniques.* Paris, 1914.
K. BERGER. — *Das gleichzeitige Telegraphieren und Fernsprechen.* Braunschweig, 1910.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TROISIÈME PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION AUTOMATIQUE

CHAPITRE XVII

APPAREILS DIVERS

Considérations générales. — Dès le milieu du siècle dernier, on fut frappé de la mauvaise utilisation des lignes desservies à l'aide de la transmission manuelle. En effet, alors que les conducteurs de longueur moyenne pourraient transporter nettement plus de 100 émissions par seconde, un appareil Morse, par exemple, ne lui en donne guère, dans le même temps, que 2 ; un appareil Hughes, à la vitesse de 120 tours par minute, n'en fournit que 3.

On a donc cherché à diminuer cet écart considérable, en substituant à la main humaine des organes mécaniques, capables d'expédier automatiquement des transmissions préparées à l'avance par un nombre plus ou moins grand d'opérateurs : on y trouve ainsi, tout à la fois, une grande rapidité, avec une formation impeccable des signaux.

Premiers appareils. — Le premier système suffisamment pratique fut imaginé par Bain, et essayé, en 1850, sur la ligne Paris-Tours. Un poinçon, animé d'un rapide mouvement vibratoire, déterminait, dans une bande de papier, des perforations de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longueur variable, correspondant aux points et aux traits de l'alphabet Morse. La bande était ensuite passée dans le transmetteur automatique, entre un cylindre, C (fig. 186) relié à la ligne, et un style, S, communiquant avec la pile ; un courant était ainsi émis chaque fois que la bande présentait au style une partie perforée. Le récepteur était électro-chimique (V. p. 116).

Dans d'autres systèmes, on trouve une sorte de composteur dans lequel on assemblait, les unes à la suite des autres, les différentes lettres, soit par la juxtaposition de blocs métalliques, convenablement groupés pour former des points ou des traits, soit à l'aide de

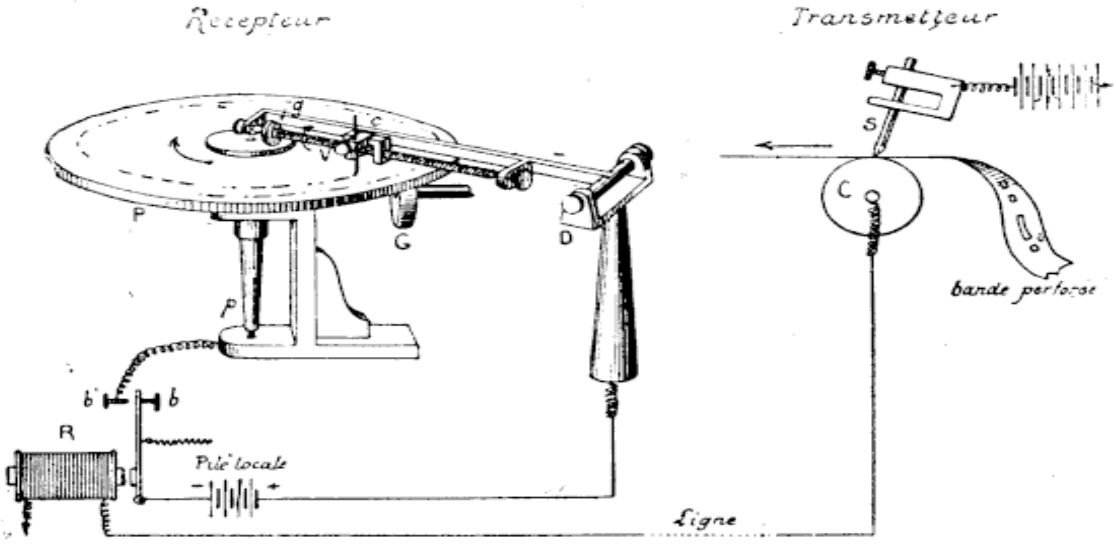


Fig. 186. — Appareil automatique de Bain.

signaux découpés à l'avance ; tels sont, respectivement, les systèmes Marqfoy-Garnier (1885) et Siemens (1862) ; dans l'un comme dans l'autre cas, les compositions ainsi réalisées étaient présentées à un levier-manipulateur qui, suivant qu'il rencontrait des creux ou des reliefs, exécutait tous les mouvements de la transmission manuelle.

Wheatstone, de son côté, avait imaginé, en 1859, un appareil dans lequel les signaux Morse étaient représentés par des trous d'égal diamètre, placés près de l'un ou de l'autre bord de la bande : les uns correspondaient aux traits, les autres aux points ; la bande était passée dans un transmetteur automatique, agissant à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façon des métiers de Jacquart, d'où le nom de *jacquart électrique*, donné à cet appareil, lors de son apparition ; les trous, rencontrés par des aiguilles, déterminaient l'envoi sur la ligne de courants, positifs ou négatifs, suivant qu'ils se trouvaient d'un côté ou de l'autre de la médiane.

Ce système fut successivement perfectionné par son inventeur qui, en 1860, l'adapta à la transmission de signaux d'inégale durée, conformes aux code Morse ; en 1867, il disposa son transmetteur de manière à émettre des courants de repos entre ceux de travail ; enfin, il améliora encore les conditions de la réception en introduisant, en 1870, le système de la « compensation », grâce auquel la ligne n'est pas plus chargée par un trait que par un point (V. p. 141). Les appareils en usage aujourd'hui ont reçu leur forme définitive vers 1873.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XVIII

APPAREIL WHEATSTONE

Perforateur. — Le perforateur (fig. 187) comprend trois touches, sur lesquelles on frappe à l'aide de petits marteaux garnis de caoutchouc, et correspondant, de gauche à droite, aux points, aux intervalles et aux traits de l'alphabet Morse. Lorsqu'elles sont actionnées, ces touches poussent des poinçons qui percent une

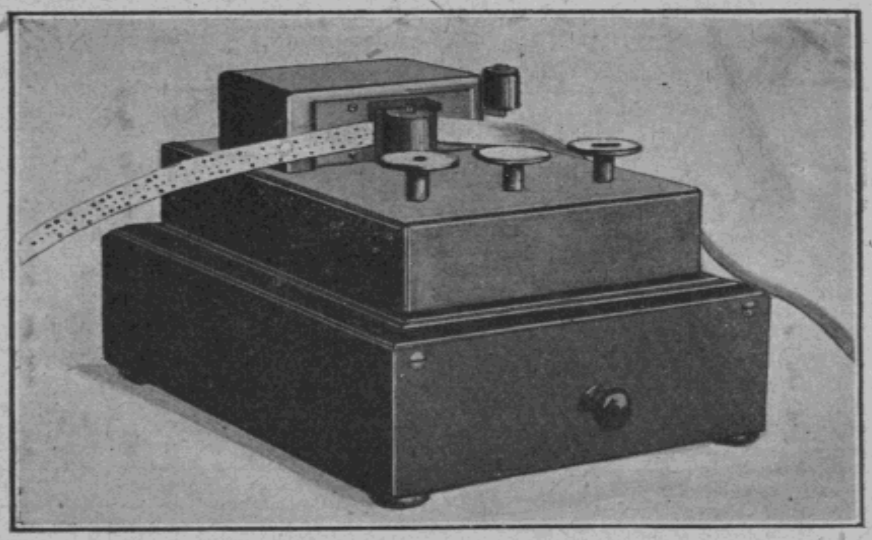


Fig. 187. — Perforateur Wheatstone.

bande de papier huilé ; celle-ci présente alors trois séries de trous (fig. 188), l'une à la partie médiane pour la progression, tant dans le perforateur que dans le transmetteur automatique, les deux autres vers les bords de la bande et de diamètre plus grand : les points Morse sont représentés par deux de ces trous plus un de progression, placés sur une même transversale, les traits par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux trous percés obliquement l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire placés sur deux transversales consécutives, chacun en regard d'un petit trou de progression. Les intervalles entre les lettres et ceux, plus grands, qui séparent les mots, sont figurés respectivement par un ou trois trous médians.

La bande huilée passe entre les deux platines d'un emporte-

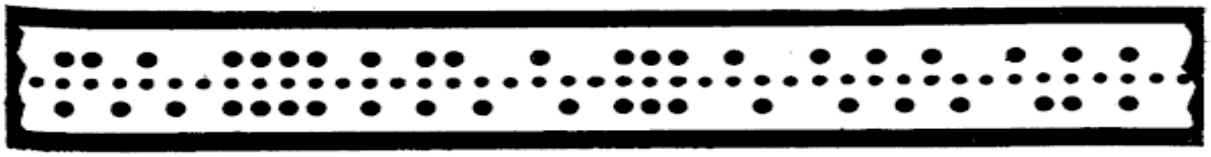


Fig. 188. — Bande perforée Wheatstone.

pièce à cinq poinçons ; ceux-ci sont représentés schématiquement sur la figure 189 ; leurs extrémités passent librement dans les trous pratiqués dans deux platines, P et P′ ; cette dernière est, en outre, percée de deux autres trous, qui laissent passer deux tiges, t et t', rendues solidaires des poinçons a et b. Ces sept trous sont disposés en trois rangées verticales, à proximité des marteaux, m, m' et m'',

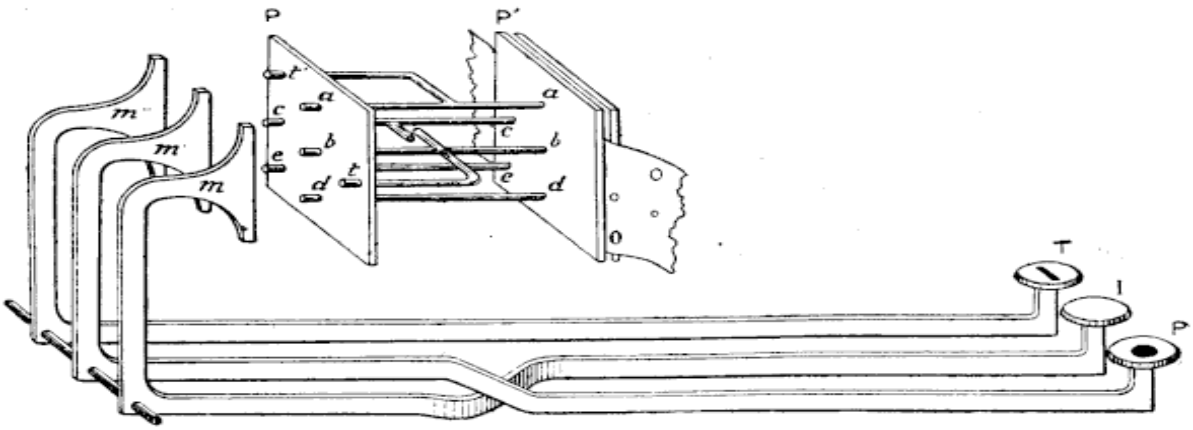


Fig. 189. — Perforateur Wheatstone.

qui terminent les trois touches, P, I et T. Les leviers des touches P et I sont croisés comme le montre la figure 189.

Lorsqu'on frappe sur la touche I, elle pousse devant elle la tige, t ; celle-ci entraîne le poinçon, b, qui perce un trou de petit diamètre à la partie médiane : on produit ainsi un intervalle ; si l'on agit sur la touche P, le marteau, m', chasse devant lui les trois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poinçons, *a*, *b* et *d*, qui percent chacun un trou sur la même transversale de la bande, c'est-à-dire un point ; enfin, la touche, T, fait frapper le marteau, *m''*, sur la tige, *t*, et les poinçons, *c* et *e* : la tige entraîne le poinçon, *a*, le poinçon, *c*, entraîne de même le poinçon, *b* : il en résulte la perforation, sur la première transversale, de deux trous, supérieur et médian, et, sur la seconde, de deux autres trous, médian et inférieur : on obtient donc un trait.

Les dispositions de la figure schématique sont réalisées de la façon suivante : les tiges, *t* et *t'*, sont solidarisées avec les poinçons, *a* et *b*, par un collet rectangulaire, soudé sur le poinçon et muni d'une goupille perpendiculaire ; en outre, entre les deux platines,

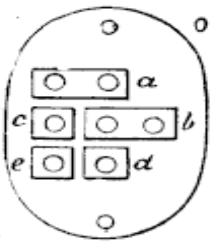


Fig. 190.

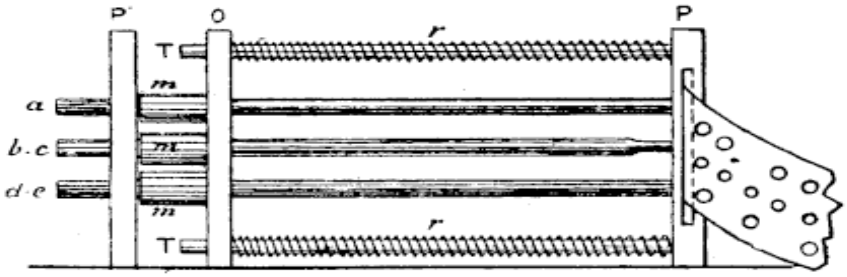


Fig. 191.

P et P', sont montées deux tiges en acier, T (fig. 191) sur lesquelles peut glisser une pièce de forme ovale, O (fig. 190) ; des ressorts à boudin, *r*, enroulés sur ces tiges, maintiennent la pièce ovale dans la position indiquée par la figure, ou l'y ramènent lorsqu'elle en a été écartée ; le poinçon, *b*, qui perfore le trou médian de la première transversale et se trouve actionné dans tous les cas, fait corps avec la pièce ovale ; les quatre autres poinçons, au contraire, glissent librement dans les ouvertures qui leur sont ménagées à cet effet ; ils sont munis de manchons, *m*, remplissant l'espace entre la pièce ovale, O, et la platine postérieure, P'.

Si l'on actionne l'un des marteaux, le poinçon, *b*, entraîne vers l'avant la pièce ovale, qui comprime ses ressorts, *r* ; ce poinçon et, éventuellement, ceux qui ont été actionnés en même temps, perforent la bande ; dès que la pression sur la touche a cessé, elle est ramenée au repos par un ressort antagoniste, le marteau revient en arrière, les ressorts, *r*, font alors rétrograder la pièce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ovale, O, qui, poussant devant elle les manchons, *m*, des poinçons déplacés, les ramène à leur position de repos.

La bande doit ensuite avancer d'une quantité égale à la longueur du signal qui vient d'être perforé ; or, celle-ci représente, suivant le cas, une ou deux transversales. Le mécanisme de progression est indiqué par la figure 192. Lorsqu'une touche est actionnée, son talon, T, agit sur un levier, B, mobile en O, et sur lequel est

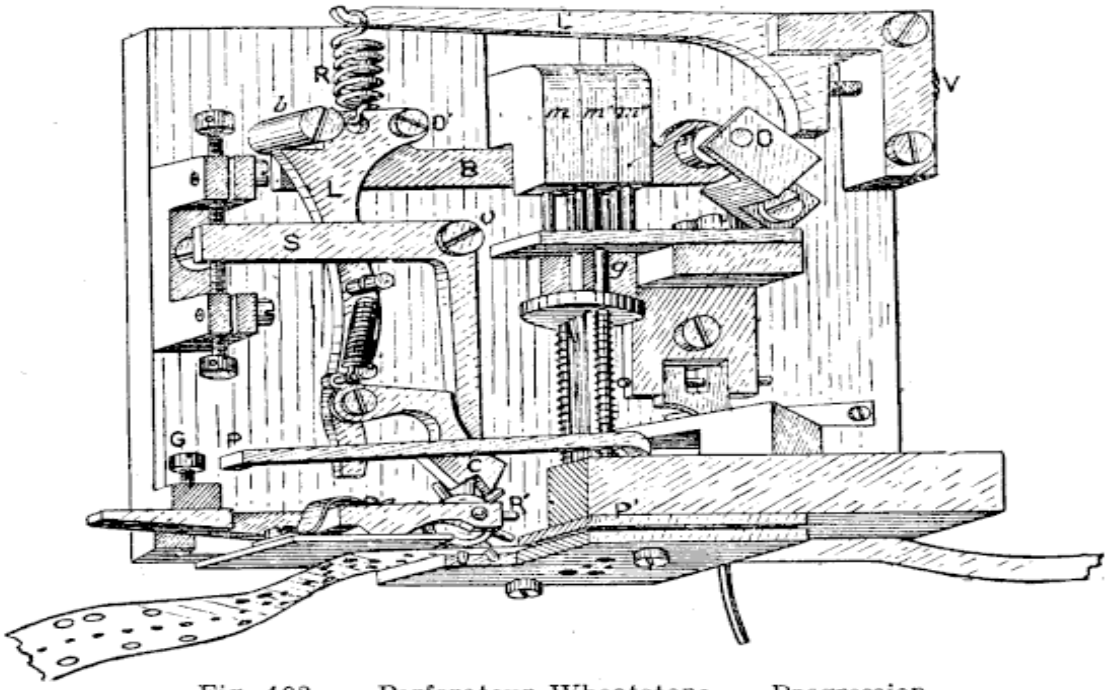


Fig. 192. — Perforateur Wheatstone. — Progression.

articulé, en O′, un autre levier, L, maintenu contre une butée, *b*, par un ressort à boudin, R. A l'extrémité de ce levier, L, est articulé un cliquet, C, qui se trouve déplacé à gauche. Si la touche actionnée est celle de l'espace ou du point, ce mouvement est limité par une pièce, P, solidaire du levier de commande du talon « trait » : dans ce mouvement, le cliquet franchit une dent de la roue d'entraînement, R′, dont les petites goupilles pénètrent dans les trous médians de la bande ; dès que la touche abaissée revient au repos, les leviers B et L suivent le mouvement, et le cliquet, C, fait tourner la roue R′, d'un angle égal à une dent. Si c'est la touche « trait » qui est actionnée, elle entraîne la pièce P, qui se dérobe à la rencontre du levier, L, et lui permet de se déplacer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jusqu'à une goupille, G : le cliquet peut alors franchir deux dents de la roue R′ et, lors du retour au repos, fait tourner celle-ci de deux divisions. La progression a donc lieu au prorata de l'espace occupé par le signal perforé.

Perforateur pneumatique Wheatstone. — La manœuvre

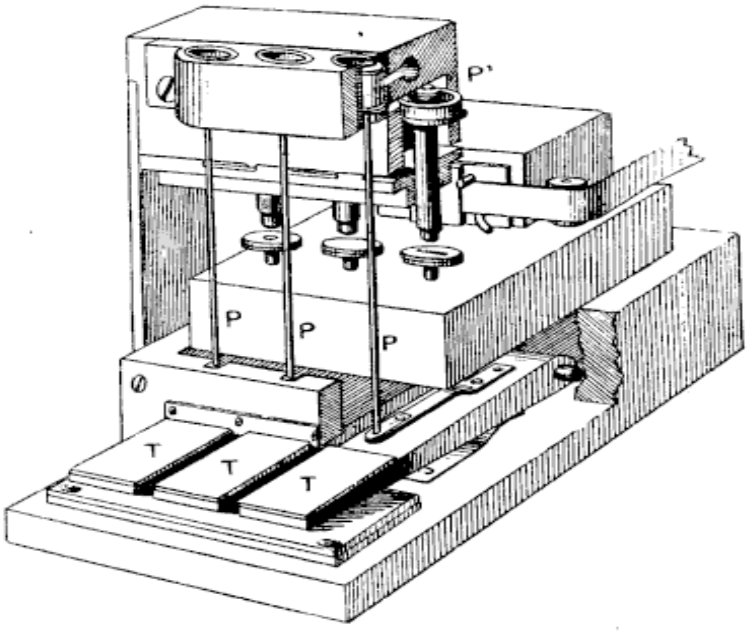


Fig. 193. — Perforateur pneumatique Wheatstone.

du perforateur ci-dessus est assez fatigante. Le perforateur pneumatique obvie à cet inconvénient. Il est monté sur un petit clavier de trois touches, T (fig. 193), entraînant chacune un piston, P, qui, à l'état de repos, ferme la communication entre une source d'air comprimé et un cylindre ; dès qu'on appuie sur une touche du clavier, le piston, P, ouvre l'orifice d'admission de l'air comprimé, qui chasse un second piston, P′, mobile dans le cylindre ; ce piston, P′, vient alors frapper sur le bouton du perforateur. Lorsqu'on abandonne la touche, T, le piston, P, remonte, l'air comprimé s'échappe à l'extérieur et un ressort à boudin ramène le second piston, P′, à la position de repos.

Perforateurs divers. — On pourrait citer encore, dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

série des perforateurs pour appareil Wheatstone, divers systèmes, dont le clavier est disposé comme celui d'une machine à écrire : la pression sur le bouton, qui porte la lettre choisie, suffit pour provoquer la perforation, d'un seul coup, du signal Morse correspondant et de l'espace qui suit. Chaque touche porte un « peigne », c'est-à-dire un profil en reliefs et en creux, qui sélectionne les poinçons à mettre en action ; puis, un organe d'entraînement agit sur les poinçons sélectionnés et provoque la perforation de la bande ; enfin, le dispositif entraîne également un cliquet, qui se déplace devant un rochet monté sur un axe de progression ; ce cliquet franchit ainsi un nombre de dents égal au nombre de transversales que comporte le signal perforé : lors de son retour au repos, il entraîne le rochet, et la bande avance d'une longueur qui correspond exactement à la longueur de ce signal.

Les perforateurs Gell et Kleinschmidt appartiennent à cette catégorie.

Transmetteur automatique, ancien modèle. — Un jeu d'engrenages, mû par un poids, met en mouvement le mécanisme d'entraînement de la bande perforée et celui de transmission. La figure 194 montre l'aspect général de l'appareil transmetteur : la tablette, *t*, sur laquelle passe la bande, présente une concavité située au-dessous du cylindre compresseur, C′ ; celui-ci oblige la bande à présenter ses perforations médianes à une petite roue, *r*, qui tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre : les goupilles, implantées sur le pourtour de cette roue, et qui émergent d'une rainure pratiquée dans la tablette, pénètrent dans les trous médians de la bande et assurent son entraînement de droite à gauche. Deux autres rainures, entaillées dans la tablette, de part et d'autre de la médiane, peuvent livrer passage à deux aiguilles, *a* et *a′*, qui ont pour rôle de déterminer les mouvements du manipulateur proprement dit, M.

Le manipulateur, M, est un inverseur ; il se compose d'un disque en ébonite, D, mobile autour de son centre et portant, à droite et à gauche, deux plaques de cuivre, *c* et *c′* ; en avant du manipulateur et dans un plan parallèle, sont deux leviers articulés, C et Z, reliés respectivement au cuivre et au zinc d'une pile,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et sollicités, par des ressorts à boudin, à venir au contact de petites goupilles, implantées dans les deux plaques, c et c' : si celles-ci sont reliées, respectivement, à la ligne et à la terre, on voit que, lorsqu'on fera basculer le disque, D, dans le sens des aiguilles d'une montre, on enverra sur la ligne un courant positif, et inversement. Une petite butée en ébonite, portée par le disque, empêche, que, pendant le mouvement, les deux leviers, C et Z, puissent toucher en même temps les goupilles et mettre la pile en

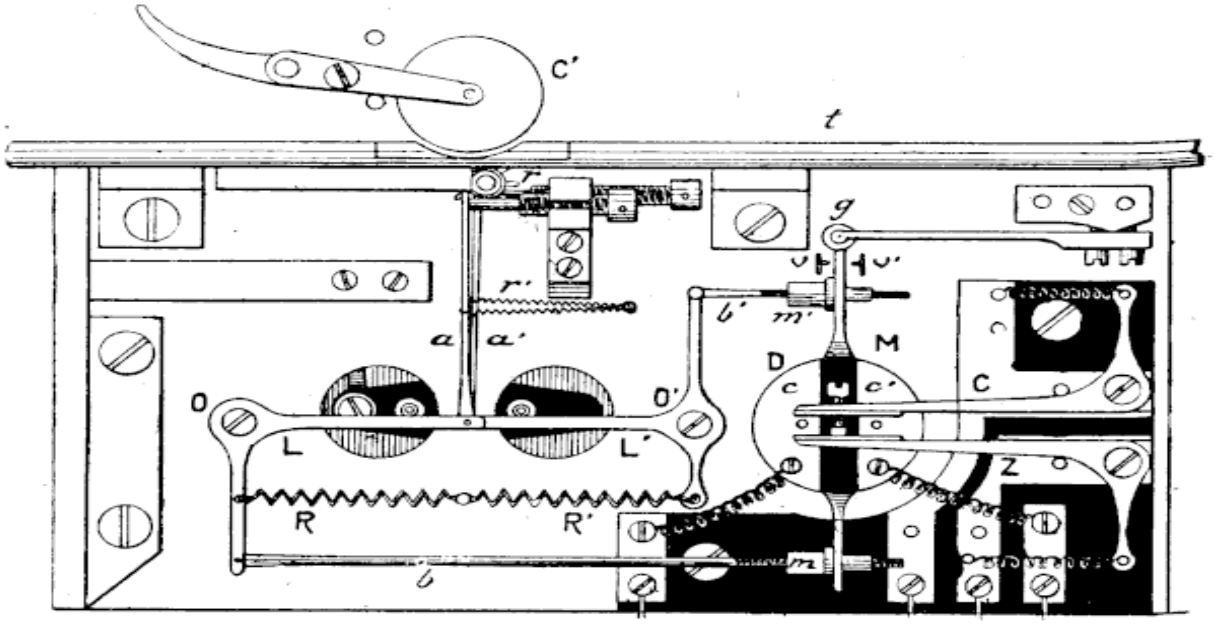


Fig. 194. — Transmetteur automatique Wheatstone.

court-circuit. Le disque porte, sur son diamètre vertical, deux appendices, qui servent à le manœuvrer; l'appendice supérieur se déplace, en outre, sous un galet, g, porté par un ressort, et dont la pression oblige l'appendice à s'appuyer sur l'une ou l'autre de deux vis butées, φ et φ', qui limitent ses mouvements et, par suite, ceux de l'inverseur.

Le sens et la durée des déplacements de l'inverseur sont réglés par les perforations de la bande ; cette commande a lieu par l'intermédiaire du mécanisme suivant : deux leviers coudés, L et L′, mobiles en O et O′, portent, articulée à l'extrémité de leur branche horizontale, une aiguille en acier, a et a' ; chacune de ces aiguilles est maintenue dans la position verticale par un ressort à boudin, r',

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui l'appuie contre l'extrémité d'une vis, v, formant butée réglable. D'autre part, un balancier, animé d'un mouvement oscillatoire très rapide, porte deux goupilles qui s'élèvent et s'abaissent alternativement ; sous l'action des ressorts, R et R′, les deux leviers, L et L′, viennent s'appuyer sur les goupilles et suivent tous leurs déplacements, aussi longtemps, tout au moins, qu'aucune bande n'est passée dans l'appareil : les aiguilles exécutent donc une suite de mouvements verticaux de descente et de montée ; ces mouvements sont transmis à l'inverseur, M, par deux bielles, b et b', articulées sur les leviers L et L′, qui traversent librement les appendices de l'inverseur et sont munies de petits manchons réglables, m et m' : dans ces conditions, tant que l'appareil tourne sans transmettre, l'inverseur oscille en même temps que les pièces précédentes, et il en résulte une suite de courants alternativement positifs et négatifs.

Si, maintenant, on introduit une bande perforée entre la roue d'entraînement, r, et le cylindre compresseur, C′, les mouvements verticaux des aiguilles ne deviennent possibles que si la bande leur présente un trou au moment de leur ascension ; dans le cas où elles rencontrent une partie pleine, elles sont arrêtées et, avec elles, le levier qui les supporte : l'inverseur n'est donc commandé qu'aux moments correspondant à l'introduction d'une aiguille dans un trou de la bande, et exécute, comme on va le voir, les mouvements d'un manipulateur Morse transmettant des points et des traits.

Premier cas : transmission d'un point. — La bande présente deux trous sur la même transversale (fig. 195) au moment où la goupille de droite du balancier s'élève : l'aiguille d'arrière, a', suit le mouvement et pénètre dans le trou qui lui est offert ; le levier L′ pivote autour de son axe, O′, et sa bielle, b', pousse, par son manchon, m', l'appendice supérieur du manipulateur inverseur, M, qui bascule : la goupille de la plaque, c', vient au contact du levier, Z et met le pôle négatif de la pile à la terre ; celle de la plaque, c, soulève le levier, C, et relie le pôle positif à la ligne, par l'intermédiare de la goupille de droite, du levier L′ et de son ressort, R′, du ressort R, du levier L et enfin de la goupille de gauche. Aussitôt après, le balancier exécute l'oscillation inverse : le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier L′ est abaissé par la goupille de droite et, avec lui, l'aiguille *a′*; le levier, L suit le mouvement ascensionnel de la goupille de gauche, et l'aiguille, *a*, pénètre dans le trou d'avant de la bande;

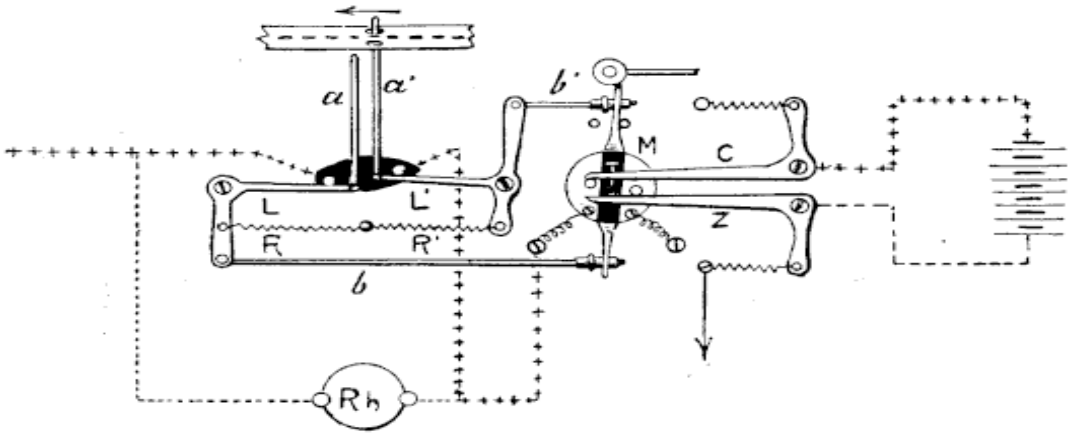


Fig. 195. — Transmission d'un point, 1er temps.

cette aiguille est décalée, vers la gauche, d'une quantité égale à celle dont la bande avance, dans l'intervalle entre les deux mouvements, et le trou se présente à elle, juste au moment de son soulèvement ; la bielle, *b*, pousse à son tour l'appendice inférieur de

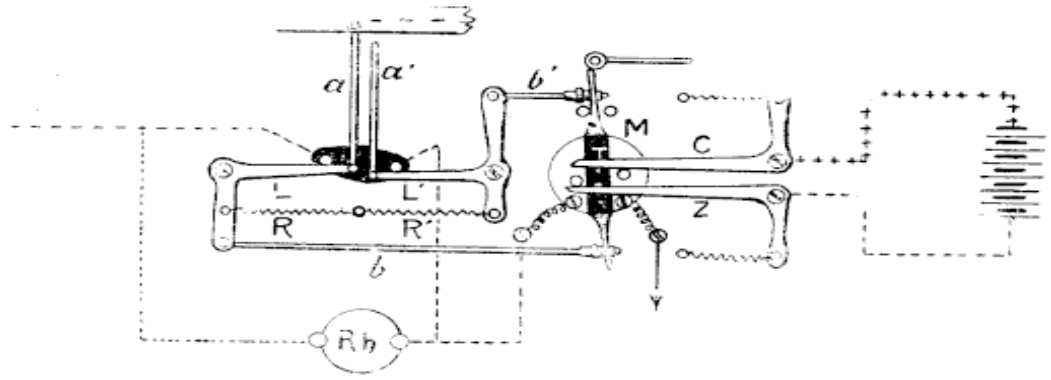


Fig. 196. — Transmission d'un point, 2me temps.

l'inverseur et lui donne la position opposée (fig. 196) : le pôle positif de la batterie est à la terre et le négatif à la ligne. Un courant positif, immédiatement suivi d'un négatif, a donc été émis.

Deuxième cas : transmission d'un trait. — Les deux trous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont sur deux transversales consécutives. L'aiguille a' pénètre dans le trou d'arrière et détermine le déplacement de l'inverseur, comme dans le cas d'un point (V. fig. 195); au second temps, la rencontre de l'aiguille a et d'une partie non perforée empêche

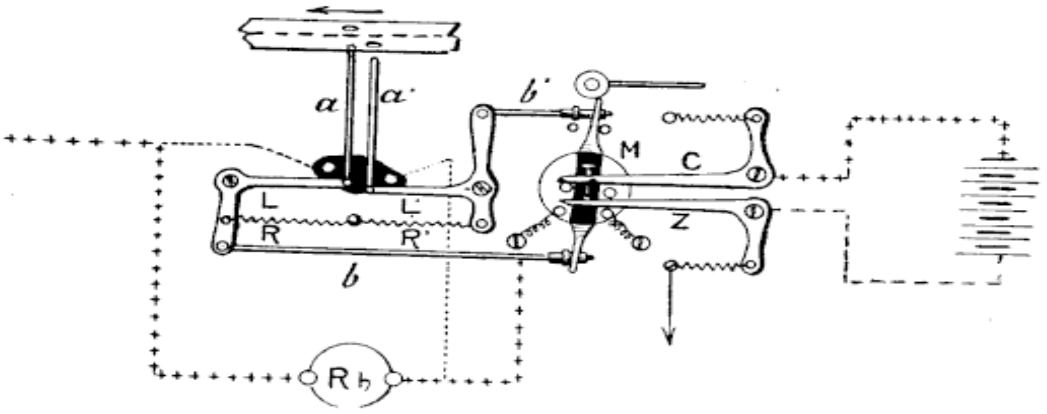


Fig. 197. — Transmission d'un trait — 2me temps.

le levier, L, de suivre le mouvement de sa goupille, tandis que l'autre abaisse le levier, L' (fig. 197); la bielle, b', solidaire de celui-ci, est tirée vers la gauche, elle glisse par sa partie lisse dans l'appendice de l'inverseur, mais ne l'entraîne pas, et comme

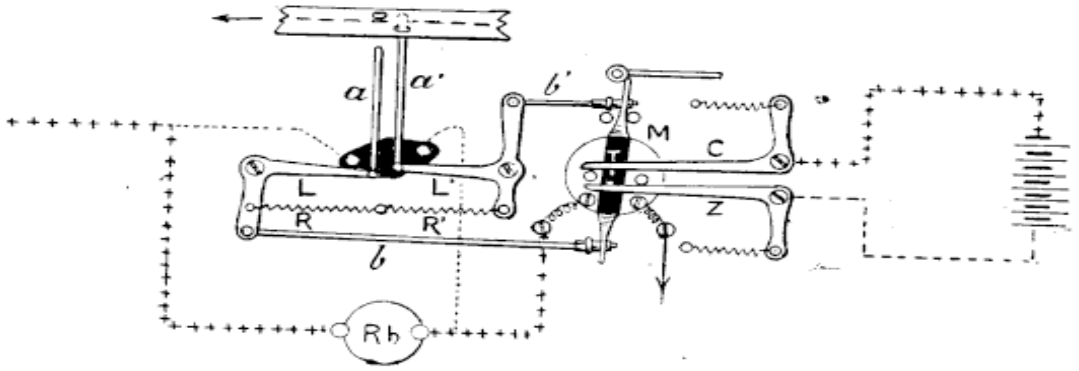


Fig. 198. — Transmission d'un trait, 3e temps.

la bielle, b, ne peut se déplacer, l'inverseur demeure dans la position où l'a placé l'ascension de l'aiguille a' : la ligne reste donc reliée au pôle positif de la batterie, mais à travers un dispositif de « compensation » (V. p. 142); en effet, la goupille de gauche n'ayant pas été suivie par le levier L, le chemin direct indiqué plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

haut, se trouve rompu et le courant ne peut se rendre sur la ligne qu'à travers un rhéostat, Rh. Au troisième temps, l'aiguille, a', est, à son tour, arrêtée par la partie pleine que lui présente la seconde transversale (fig. 198) et l'inverseur reste encore dans la même position ; enfin, au quatrième temps, l'aiguille, a, peut s'élever, puisque la bande lui présente un trou, et les choses se passent comme au deuxième temps de la transmission d'un point (V. fig. 196) : la ligne a donc reçu un courant positif pendant une durée de trois temps, cette liaison a été directe pendant le premier, puis continuée à travers le rhéostat, Rh, pendant les deux derniers ; le négatif du quatrième temps est émis directement.

Troisième cas : espacement. — La bande présente aux aiguilles une ou trois transversales sans perforations, suivant qu'il s'agit de la séparation de deux lettres ou de deux mots ; les aiguilles

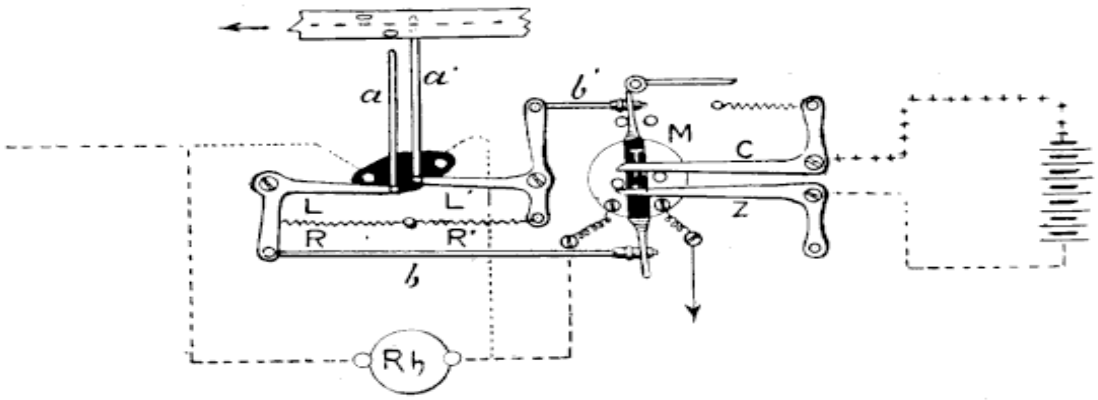


Fig. 199. — Espacement, 1er temps.

ne pouvant permettre le mouvement ascensionnel des leviers, L et L', l'inverseur reste dans la position où l'a laissé le dernier trou, comme aux deuxième et troisième temps de la transmission d'un trait (fig. 199 et 200), sauf qu'il occupe la position « négatif » ; les leviers, L et L', n'accompagnant plus les goupilles, c'est à travers le rhéostat, Rh, qu'est continué ce courant, cela jusqu'à ce que l'aiguille a' rencontre de nouveau un trou, qui détermine l'envoi d'un courant positif.

Mouvement d'horlogerie. — L'appareil est entraîné par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poids de 20 kilogrammes, soutenu par une chaîne sans fin, qu'on remonte à l'aide d'une poignée. Le dispositif de remontage est,

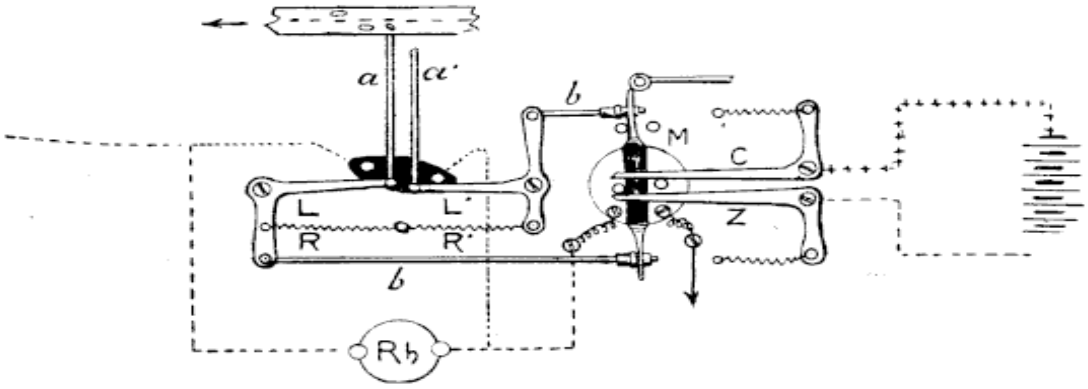


Fig. 200. — Espacement, 2me temps.

à ce détail près, analogue à celui de l'appareil Hughes (V. p. 90). Le mouvement est régularisé par un modérateur de vitesse, dont l'axe vertical, A (fig. 201) porte, à sa partie supérieure, une petite

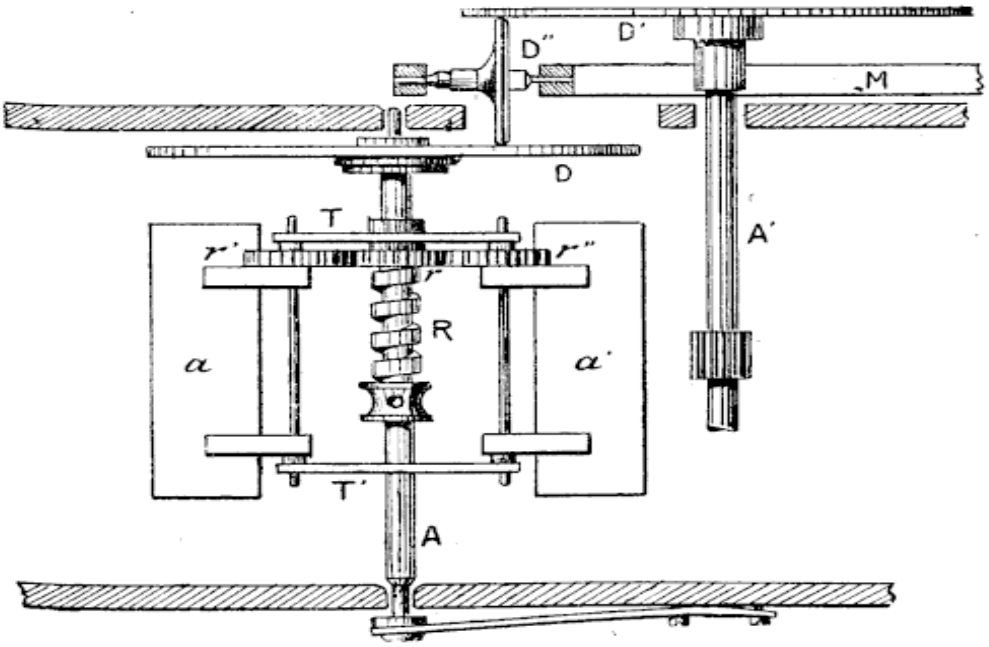


Fig. 201. — Modérateur de vitesse.

roue dentée, r, laquelle engrène avec deux autres roues, r' et r'', montées sur les axes de deux ailettes, a et a' ; ces axes pivotent sur deux traverses, T et T′, fixées à l'axe principal, A. La petite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roue, r, est folle sur son axe ; un ressort à boudin, R, fixé, d'une part à la roue r, et, d'autre part, à l'axe, A, établit une liaison élastique entre l'un et l'autre, et solidarise ainsi les deux ailettes ; son enroulement est tel qu'il tend à faire tourner la roue, r, dans le sens normal du mouvement, de sorte qu'à la position de repos, les ailettes, a et a', prennent la position indiquée par la figure 202.

Dès qu'on met l'appareil en marche, la force centrifuge tend à écarter les ailettes vers l'extérieur, malgré l'opposition du ressort, R. Lorsque la vitesse a acquis un régime suffisant, les ailettes s'écartent, en faisant tourner la petite roue, r, et en tendant le ressort R : l'équilibre qui s'établit ainsi, entre la puissance et la résistance, donne à la vitesse un régime suffisamment uniforme.

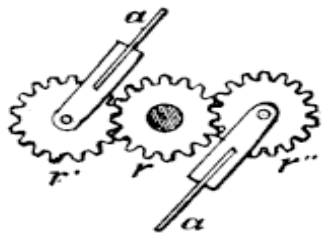


Fig. 202.

Le modérateur est entraîné par l'intermédiaire d'un dispositif, qui permet de faire varier la vitesse de déroulement de la bande dans des limites très étendues. A la partie supérieure de l'axe, A, du modérateur, est fixé un disque, D (fig. 201) ; l'axe, A′, qui reçoit le mouvement du moteur à poids, porte également un disque, D′ ; enfin le mouvement de ce dernier est transmis à celui du modérateur par un troisième, D″, placé transversalement et frottant sur les deux premiers ; ce troisième disque est monté sur une coulisse, qu'on manœuvre de l'extérieur à l'aide d'une manette, placée à l'arrière de la cage de l'appareil ; on peut donc faire varier la position de D″ par rapport à D et D′, et changer le rapport des vitesses de ceux-ci ; par exemple, plus on pousse D″ vers la gauche, plus le modérateur tourne vite par rapport à D′ : on atteint donc plus tôt le régime où la force centrifuge développée sur les ailettes est capable de les écarter ; on diminue donc la vitesse de déroulement de la bande perforée, et inversement.

La mise en marche et l'arrêt de l'appareil sont commandés par une manette, placée à droite de l'appareil et prolongée, au-delà de son point de pivotage, par deux bras, dont l'un est muni d'une goupille ; lorsque la manette est déplacée vers la gauche, la goupille vient s'appuyer sur la périphérie du disque, D′ (fig. 201) ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre bras de la manette manœuvre en même temps un commutateur à trois directions, dont le rôle est indiqué ci-après :

Communications électriques. — Le socle porte neuf bornes, donc cinq à l'arrière et deux sur chacun des côtés (fig. 203). Le commutateur, C, mentionné plus haut, manœuvré par la manette de mise en marche et d'arrêt, établit, dans le premier cas, les communications pour la transmission automatique : la ligne,

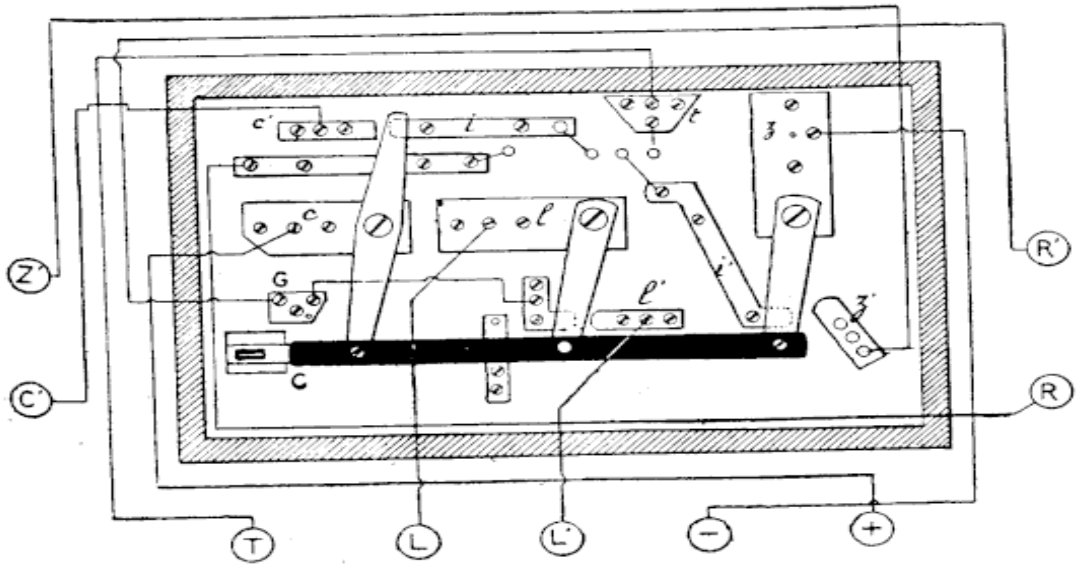


Fig. 203.

rattachée à la borne, L, est renvoyée, par la lame du milieu, au plot G et, de là, à la goupille de gauche du balancier (V. fig. 194) ; les pôles de la pile sont mis en relation avec les deux leviers de l'inverseur par les lames de droite et de gauche du commutateur, C ; dans la position d'arrêt, le commutateur renvoie les deux pôles de la pile et la ligne à un manipulateur inverseur à main (V. p. 139), les deux premières communications par les bornes, C′ et Z′, placées sur le côté de l'appareil, et la dernière par la borne, L′. Les bornes, R et R′, sont rattachées à un rhéostat, lorsqu'on fait usage de la compensation, ou réunies métalliquement dans le cas contraire.

Transmetteur automatique, nouveau modèle. — Dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

transmetteur nouveau modèle, l'inverseur est formé de deux parties, placées dans deux plans parallèles, solidaires mécaniquement, mais isolées l'une de l'autre au point de vue électrique. La partie arrière comprend les appendices, A et A′ (fig. 204), le premier se déplaçant, comme dans le précédent, sous le galet, g ; elle est reliée à la terre et ses mouvements sont limités par deux vis, V et V′, montées sur deux pièces en laiton, reliées respectivement aux deux pôles de la pile ; la partie avant de l'inverseur est rattachée à la ligne et munie également d'un appendice, A″, qui

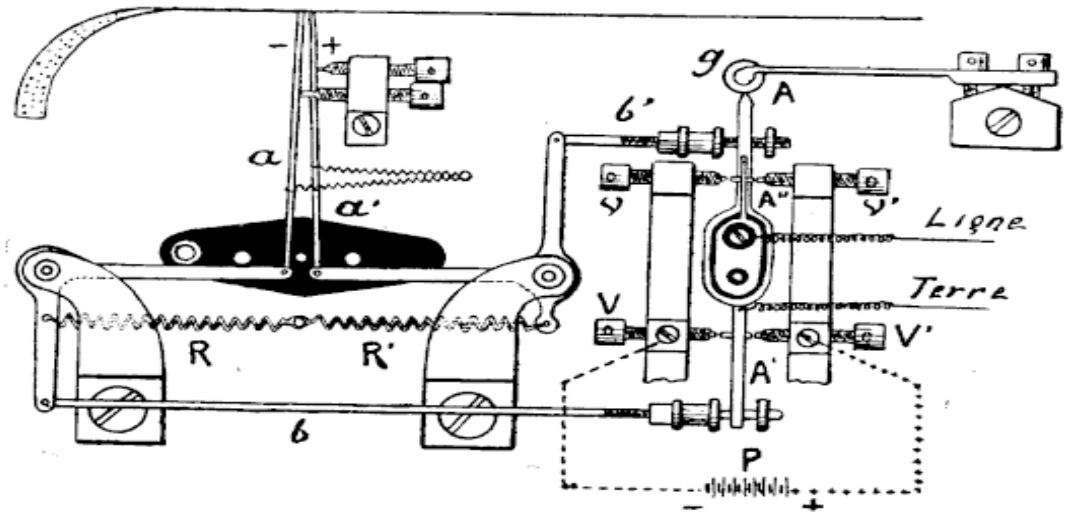


Fig. 204. — Transmetteur Wheatstone, nouveau modèle.

peut osciller entre deux autres vis, φ et φ', placées sur les mêmes pièces en laiton que V et V′. Le reste du mécanisme est identique à celui du premier transmetteur : lorsque, par exemple, l'aiguille d'arrière s'élève dans un trou dans la bande, la bielle, b', pousse l'appendice, A, vers la droite, l'inverseur bascule, l'appendice, A′, met le pôle négatif de la batterie à la terre par la vis, V, et celui, A″, de la partie avant, relie le pôle positif à la ligne par la vis, φ' ; l'élévation de l'aiguille d'avant provoque le mouvement inverse et l'envoi sur la ligne d'un courant négatif.

Les communications électriques sont les mêmes que dans l'ancien modèle, sauf les bornes, R et R′ (fig. 203), qui sont supprimées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Récepteur Wheatstone. — Le mécanisme d'horlogerie est semblable à celui du transmetteur, sauf qu'il est mû par un ressort.

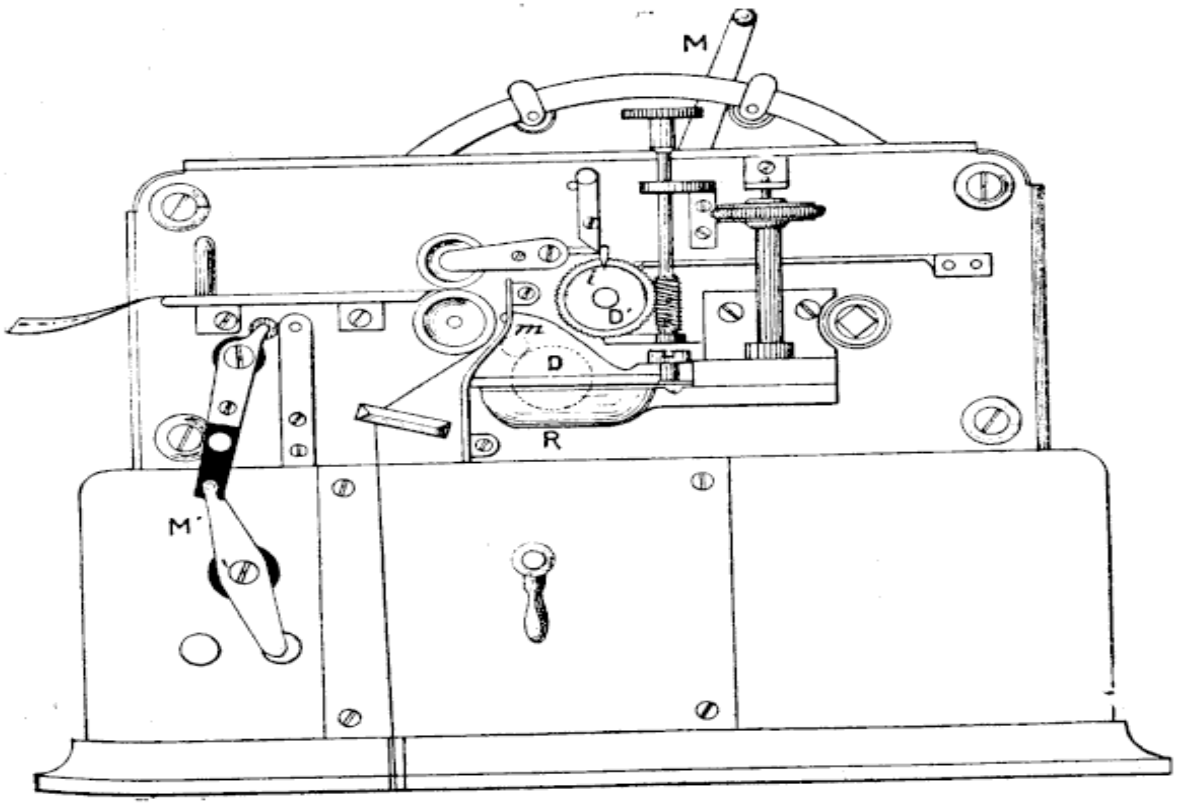


Fig. 205. — Récepteur Wheatstone.

L'électro-aimant se compose de deux bobines dont les noyaux portent, en plus des deux joues extrêmes, une joue intermédiaire,

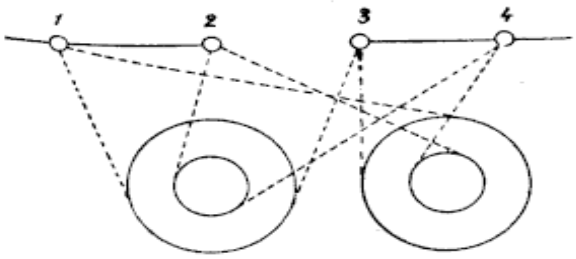


Fig. 206.

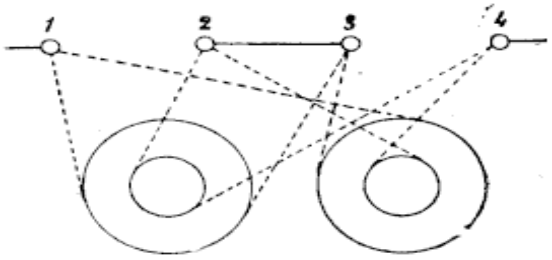


Fig. 207.

divisant chaque bobine en deux parties égales, dans chacune desquelles est enroulé un circuit de 200 ohms ; les circuits supérieurs des deux bobines sont réunis en quantité, de même que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les circuits inférieurs ; enfin les deux enroulements ainsi obtenus, qui se trouvent offrir une résistance résultante de 100 ohms, peuvent, à leur tour, être groupés en série, auquel cas le récepteur a une résistance de 200 ohms (fig. 206) ou en quantité, ce qui réduit la résistance à 50 ohms (fig. 207). Les noyaux portent, à chacune de leurs extrémités, des pièces polaires revenant vers la médiane, entre lesquelles se meuvent deux armatures, a et a' (fig. 208), polarisées par un aimant permanent, N-S ; les deux armatures sont montées sur un axe vertical commun, A, pivotant entre pointes et portant, à sa partie supérieure, un index horizontal, I, terminé par une fourchette F ; entre les branches de celle-ci passe l'axe de la molette, m, qui tourne sous l'action du mécanisme d'horlogerie, mais est articulé de façon à pouvoir suivre tous les mouvements de l'index, I, et des armatures.

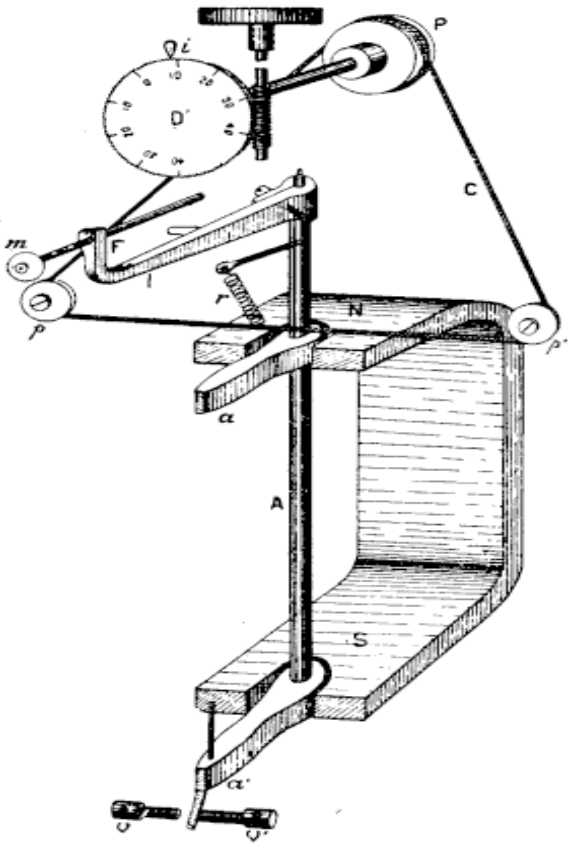


Fig. 208. — Récepteur Wheastone : électro-aimant.

Les déplacements de ces dernières sont limités par deux vis, v, et v', entre lesquelles se déplace un petit appendice porté par l'armature inférieure ; un ressort à boudin, r, est accroché, d'une part à l'axe, A, des armatures, et, d'autre part, à une chaînette sans fin, C, passant sur trois poulies-guides, P, p et p' ; pour tendre plus ou moins le ressort dans un sens ou dans l'autre, on déplace la chaînette, en agissant à l'aide d'un bouton à vis tangente, sur un disque, D′, monté sur l'axe de la poulie-guide, P ; un index fixe, i, et une graduation portée par le disque, D′, indiquent l'étendue des déplacements par rapport au point zéro, celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où, le ressort étant dans le plan des armatures, reste sans effet sur leurs mouvements.

L'encrage de la molette est réalisé de la façon suivante : un disque à gorge, D (fig. 205), tourne dans un réservoir, R ; lorsque les armatures sont au repos, la molette, animée, elle aussi, d'un mouvement continu de rotation, pénètre dans la gorge du disque, sans la toucher, et retient une partie de l'encre qui la remplit ; dès que les armatures sont déplacées, l'index pousse la molette vers la gauche et l'amène au contact de la bande de papier ; ce mouvement étant de peu d'étendue, la molette peut rester dans cette position sans cesser de toucher le bourrelet d'encre qui, par capillarité, se forme autour du disque, et elle continue à être encrée convenablement.

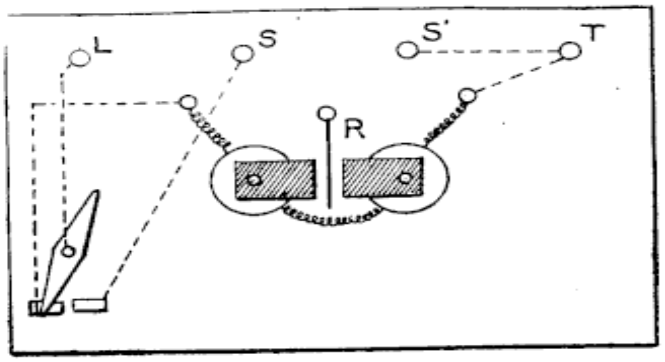


Fig. 209.

La figure 209 montre les communications électriques.

Ondulateur Lauritzen. — Plus sensible que le récepteur Wheatstone, il peut avantageusement lui être substitué. L'électro-aimant a deux armatures aimantées, formant une sorte d'X, entre quatre bobines (fig. 210) ; sa résistance est de 800 ohms et sa self-induction de douze henrys ; une intensité de 6 milliampères suffit pour l'actionner. L'axe, A, qui réunit les deux armatures, porte, à sa partie supérieure, un tube capillaire, T, qui, formant siphon, puise, par l'une de ses extrémités, de l'encre dans un récipient et, par l'autre, s'appuie très légèrement sur une bande de papier, entraînée par un mouvement d'horlogerie ; les émissions positives font devier l'équipage vers l'arrière, et inversement ; il en résulte, sur le papier, une trace ondulée, dont les sommets représentent les points et les traits.

L'ensemble est monté sur un socle articulé, qu'on peut soulever à l'aide d'une vis, pour régler l'appui du tube sur la bande ; dans les intervalles de repos, on relève ce socle, l'encre cesse alors de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couler. Un shunt permet de graduer l'intensité circulant dans les bobines. Le réglage des mouvements du tube s'obtient, soit en agissant sur le ressort antagoniste, R, soit en éloignant ou en rapprochant de l'armature les paires de bobines situées de part et d'autre ; ces déplacements sont obtenus par la manœuvre d'un bouton et d'une tige, filetée d'un pas à droite dans la partie qui traverse le support de droite, et d'un pas à gauche à son extrémité opposée.

Bien que présentant une certaine analogie avec les enregistreurs

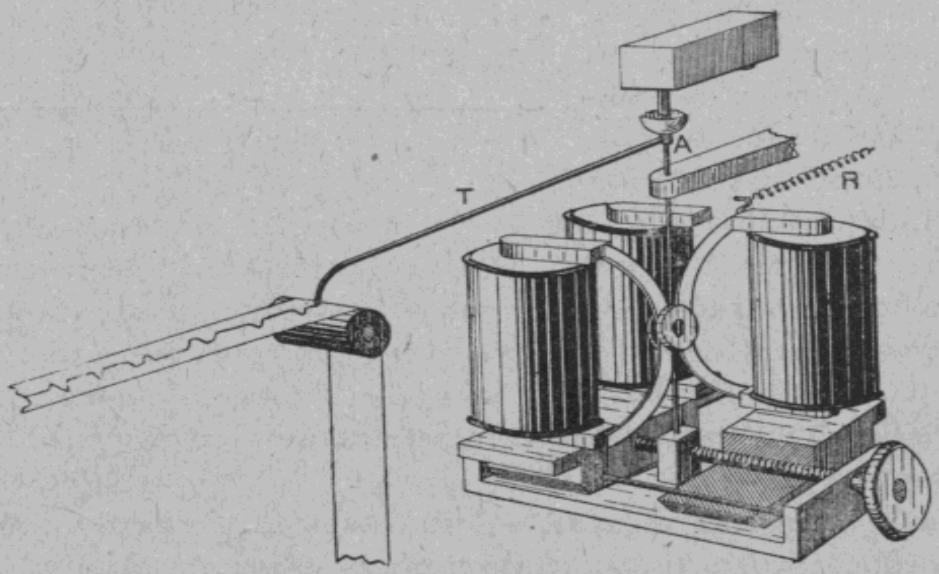


Fig. 210. — Ondulateur Lauritzen.

à siphon, dits recorders (Voy. p. 31), cet appareil ne saurait être employé sur les câbles sous-marins, à cause de l'intensité relativement grande, nécessaire pour son fonctionnement. Tel qu'on l'utilise sur les lignes terrestres, il ne comporte que deux positions au lieu de trois ; en outre, tandis que l'équipage de l'enregistreur a une période d'oscillation et un amortissement déterminés par réglage, l'armature de l'ondulateur est *indifférente*, et reste sur le butoir où l'a placé le dernier courant reçu. Réciproquement, l'enregistreur ne saurait être admis sur les lignes terrestres parce que, trop sensible, il obéirait à tous les courants parasites.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIX

APPAREIL CREED

Principe. — Le système Creed est un perfectionnement de celui de Wheatstone ; la bande de transmission est préparée à l'aide d'un perforateur qui affecte la disposition d'une machine à écrire ; le transmetteur automatique est celui de Wheatstone. A l'arrivée, le récepteur perfore une bande, identique à celle de départ, et qui peut servir, soit à réexpédier le message, soit à mettre en action un traducteur automatique, pour obtenir une impression typographique sur une bande de papier.

Récepteur-Perforateur. — Les signaux, arrivant de la ligne, sont perforés en signaux Wheatstone ; la bande huilée, qu'on emploie à cet effet, est semblable à celle de ce dernier système, sauf que les trous de progression, à la partie médiane, ont été préalablement perforés, lors de la fabrication.

Le récepteur-perforateur Creed est agencé de la façon suivante : la bande de papier huilé, *b* (à la partie inférieure de la figure 211), est entraînée par les goupilles implantées sur le pourtour d'une roue, *r*, mue elle-même par un moteur électrique, M. Afin de permettre la correction, dont il sera question plus loin, la roue, *r*, et le moteur sont réunis par un embrayage à friction, F. La bande se déroule d'un mouvement continu devant les tiges correctrices, T, et les poinçons, P.

Les courants sont reçus dans un relais polarisé, dont l'armature, dépourvue de contacts électriques, porte une languette, *l*, au bout de laquelle est fixée une soupape équilibrée, très légère ; l'ensemble du dispositif, dont fait partie cette soupape, a reçu le nom de *relais mécanique*, parce qu'il reproduit tous les mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ments du relais électrique, et commande, à son tour, le mécanisme de perforation. Si un courant positif, par exemple, déplace vers la gauche l'appendice, *l*, et, avec lui, la soupape, *s*, une admission d'air comprimé a lieu, et le piston, *p*, est poussé vers la droite ; ce mouvement est communiqué, par le parallélogramme, L, à la soupape, *s'*, qui se déplace dans le sens contraire ; le piston, *p'*,

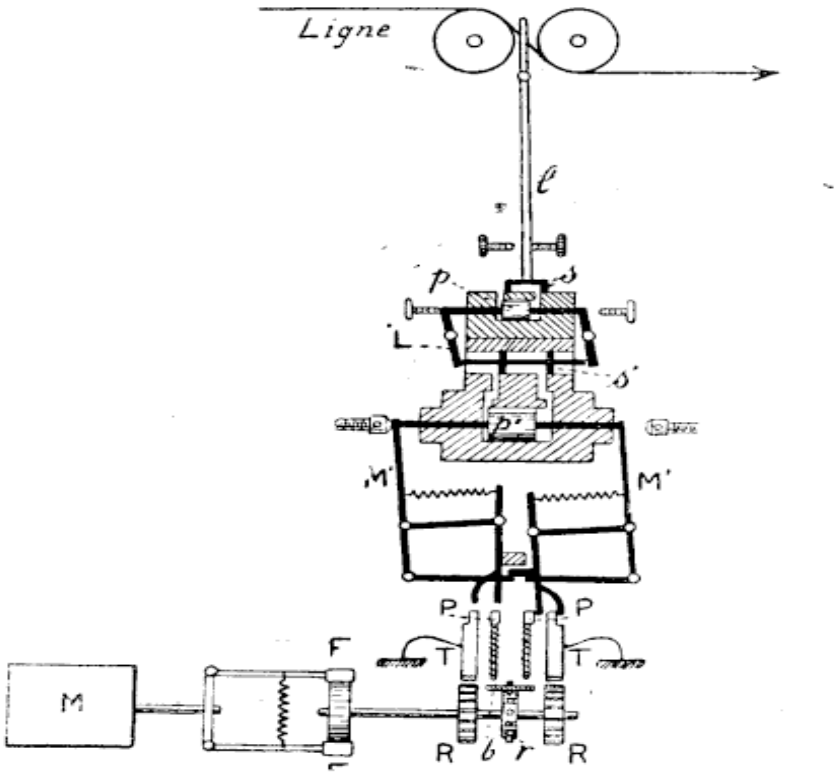


Fig. 211. — Récepteur-perforateur Creed.

du moteur principal, est poussé vers la droite ; ce mouvement détermine le déplacement de la manivelle, M', qui, à son tour, met en jeu le marteau de gauche, dont la fourche terminale vient buter contre la tige correctrice, T, et le poinçon, P. L'extrémité de la tige, T, vient s'engager entre deux dents de la roue correctrice, R, et immobilise momentanément la bande, pendant que le poinçon pénètre dans le papier, juste en face d'un trou médian ; à ce moment, le marteau, rencontrant un taquet, glisse vers la droite, et, abandonnant la tige et le poinçon, leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permet de revenir au repos; ce déplacement, aller et retour, a duré environ 1/300e de seconde.

Un courant négatif, arrivant ensuite, détermine la mise en action de la tige et du poinçon de droite ; la position de ceux-ci est décalée vers l'avant, afin que, si l'inversion du courant a lieu aussitôt après (cas d'un point), la perforation de droite se trouve en face de celle de gauche, bien que, dans l'intervalle, la bande ait avancé d'une petite quantité. Dans le cas d'un trait, le temps qui s'écoule entre le positif et le négatif permet à la bande d'avancer d'une division complète, et le trou de droite est percé vis-à-vis du trou médian suivant. Un synchronisme relatif, entre le transmetteur et le récepteur, est nécessaire pour obtenir cette différenciation ; on le règle à l'aide d'un rhéostat intercalé dans le circuit du moteur. L'appareil peut suivre correctement un transmetteur

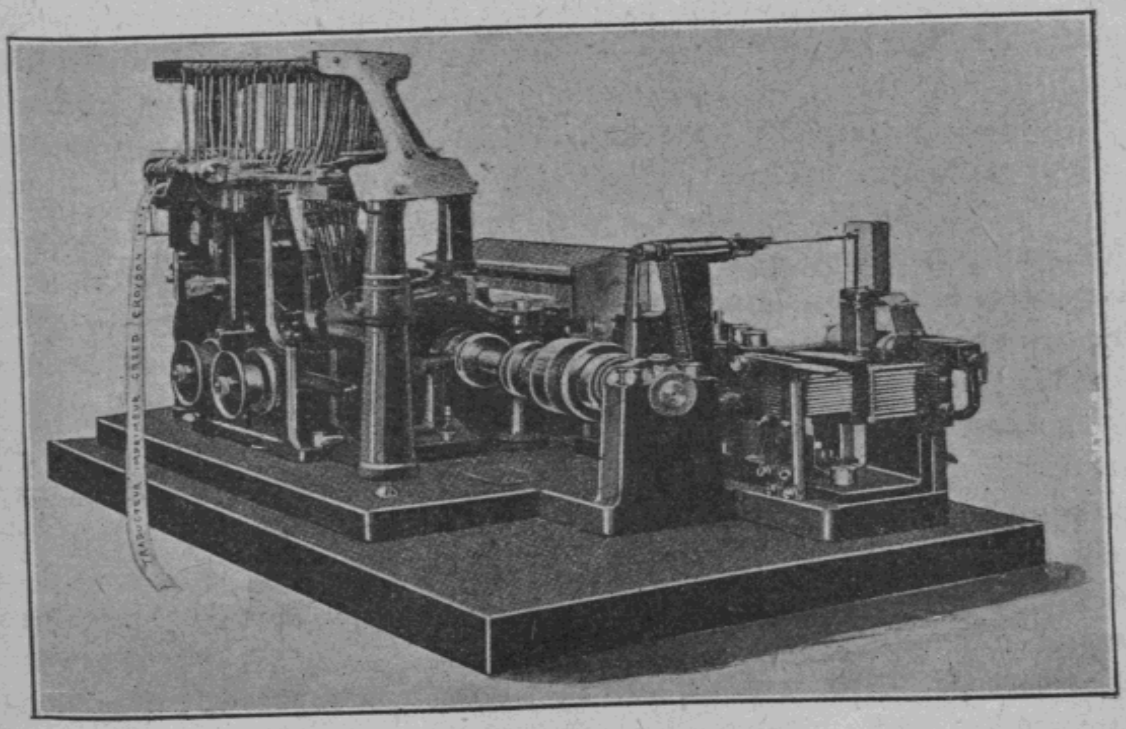


Fig. 212. — Traducteur Creed.

travaillant à la vitesse de 120 à 130 mots à la minute ; il fonctionne sous une pression de 2 kilogrammes par centimètre carré.

Imprimeur-traducteur. — Cet appareil a l'aspect d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

machine à écrire dépourvue de clavier (fig. 212). Les caractères, *c* (fig. 213), sont gravés au bout de leviers articulés ; ceux-ci sont commandés chacun par une lame horizontale, L, terminée par un piston, P, engagé dans un trou cylindrique pratiqué dans le bloc commun, B. Si l'on envoie de l'air comprimé dans le cylindre, le piston se trouve chassé et le levier imprimeur actionné.

Sous l'action d'un moteur électrique, agissant sur un arbre à cames, et d'un dispositif à crémaillère dont il sera question plus loin, la bande perforée, B′, est amenée dans une glissière, en face d'une série de dix paires d'aiguilles sélectrices, A, susceptibles de commander dix plaques-soupapes, *p*. Chacune de ces plaques, découpée dans une feuille d'acier très mince, est percée de trous diversement disposés, et peut occuper l'une ou l'autre de deux positions : si l'on fait mouvoir une seule ou plusieurs plaques simultanément, on arrive toujours à amener, sur une même verticale, dix trous appartenant chacun à l'une des plaques : les aiguilles sélectrices, A, étant accouplées mécaniquement chacune à une plaque, qui, à l'aide d'une articulation, suit les mouvements de l'aiguille qui lui correspond, chaque combinaison d'aiguilles, pénétrant dans les perforations de la bande, détermine une combinaison correspondante de la position des plaques, et, finalement, une communication entre un collecteur d'air et l'un des pistons ; à ce moment, une came ouvre la valve, V, l'air comprimé est admis dans le cylindre et chasse le piston, P ; la lettre, *c*, gravée au bout du levier correspondant, vient frapper sur le ruban encreur, *r*, et s'imprime sur la bande, *b* ; aussitôt après, la valve est fermée et une soupape permet l'échappement de l'air ; les plaques, *p*, reprennent, en même temps que leurs aiguilles respectives, leur position initiale, dans laquelle l'accès aux pistons est toujours obstrué au moins par l'une d'elles.

Les lettres perforées ont sur la bande perforée, B′, des longueurs très différentes ; l'appareil les distingue par l'artifice suivant : sur l'axe de la roue d'entraînement de la bande est montée une roue dentée, R, susceptible d'être entraînée par une crémaillère, C ; la course laissée à celle-ci détermine donc la longueur dont la bande avance après chaque impression ; or, chaque paire d'aiguilles commande un *levier d'espacement*, placé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la trajectoire verticale de la crémaillère ; si l'une ou l'autre des aiguilles d'une même paire est actionnée, elle entraîne le levier, qui laisse la voie libre à la crémaillère ; si, au contraire, comme c'est le cas à l'endroit où la bande présente un espace blanc, les deux aiguilles restent au repos, le levier d'espacement, qui leur correspond, limite la course de la crémaillère, de telle sorte que, lors du retour de bas en haut, la bande est entraînée exactement de la longueur qui correspond à la place occupée par la lettre qui vient d'être traduite. La montée terminée, la crémaillère,

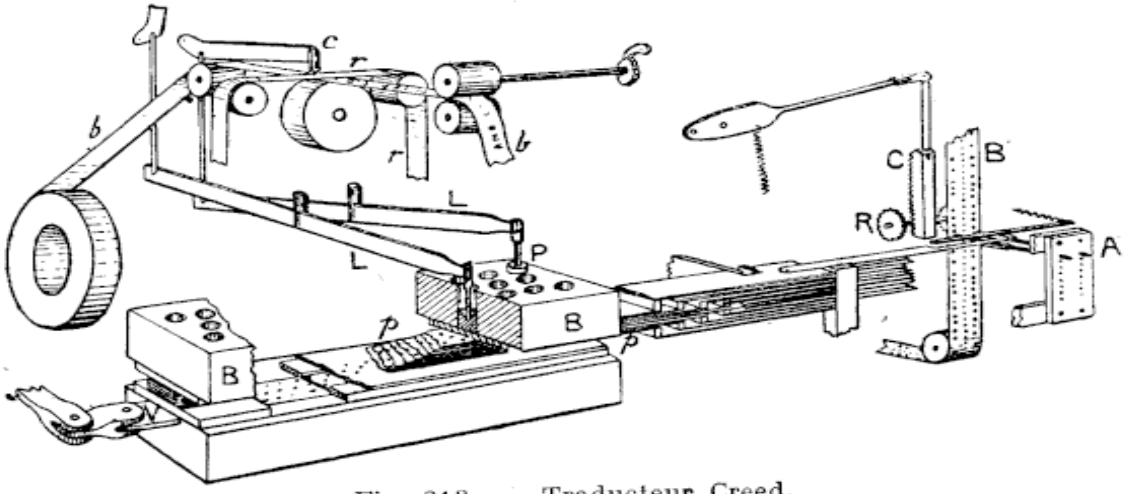


Fig. 213. — Traducteur Creed.

poussée latéralement, abandonne la roue dentée avant de redescendre.

C'est également la crémaillère qui détermine le déplacement des plaques-valves, *p* : en effet, les prolongements articulés de celles-ci, qui ont été entraînés par les aiguilles, comme il a été dit plus haut, sont venus se ranger parallèlement à la trajectoire verticale de la crémaillère ; celle-ci, après qu'elle a buté contre un levier d'espacement, est poussée latéralement par une came, et entraîne les plaques, dont les prolongements sont ainsi amenés devant elle : les aiguilles sélectrices situées au-dessous de la barre d'espacement, et qui peuvent librement pénétrer dans les trous de la lettre suivante, ne déterminent ainsi aucun déplacement de leurs plaques respectives, celles-ci étant hors de l'atteinte de la crémaillère.

Cet appareil peut imprimer 125 mots à la minute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XX

TRANSMISSION AUTOMATIQUE SUR LES CABLES SOUS-MARINS

Systèame Belz et Brahic. — Ce système sert à transmettre automatiquement des signaux du code recorder (V. p. 31) dans lequel les émissions ont toutes une durée uniforme, et sont seulement différenciées par le sens du courant. La bande perforée est analogue à celle du système Wheatstone; toutefois les points et les traits sont représentés par un seul trou, perforé, pour les premiers, sur la rangée supérieure et, pour les traits, sur la rangée inférieure (fig. 214).

Le perforateur est semblable à celui de Wheatstone, sauf qu'il ne comprend que trois poinçons et que la progression a toujours lieu de la même quantité ; divers systèmes de perforateurs, du genre machines à écrire, sont également employés.

Le transmetteur est une modification de celui de Wheatstone. Le balancier, B (fig. 215), ne porte qu'une seule goupille, G, placée au-dessus de deux leviers en équerre, L et L′, à l'extrémité de gauche desquels sont articulées les deux aiguilles, a et a' ; en regard des têtes verticales de ces leviers sont deux vis de butée, V et V′, sur lesquelles elles sont sollicitées à s'appuyer par les ressorts à boudin, R ; ces ressorts sont accrochés, d'autre part, à deux autres leviers également articulés, L″, qu'on peut déplacer pour le réglage à l'aide de deux vis-butées, v et v'.

Lorsqu'on met l'appareil en marche, les leviers, L et L′, sous l'action de leur ressort, tendent à suivre tous les déplacements de la goupille du balancier, mais, comme dans le transmetteur Wheatstone, les mouvements ascensionnels ne sont possibles que si la bande, placée sur la tablette, t, présente un trou aux aiguilles ; or,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celles-ci ne peuvent jamais rencontrer simultanément une perforation ; lorsque l'une d'elles peut s'engager dans un trou, la tête de son levier, L ou L′, vient s'appuyer contre la vis de butée, V ou V′, tandis que l'autre levier, dont le mouvement est limité par la partie pleine qui s'offre à son aiguille, ne peut venir au contact de sa butée. Si l'on suppose provisoirement que les deux vis, V et V′, sont reliées respectivement à une pile, négative et positive, on voit que, chaque fois qu'une aiguille peut pénétrer dans un trou, un courant est émis sur la ligne, et que le sens de ce courant dépend de l'aiguille qui a effectué ce mouvement.

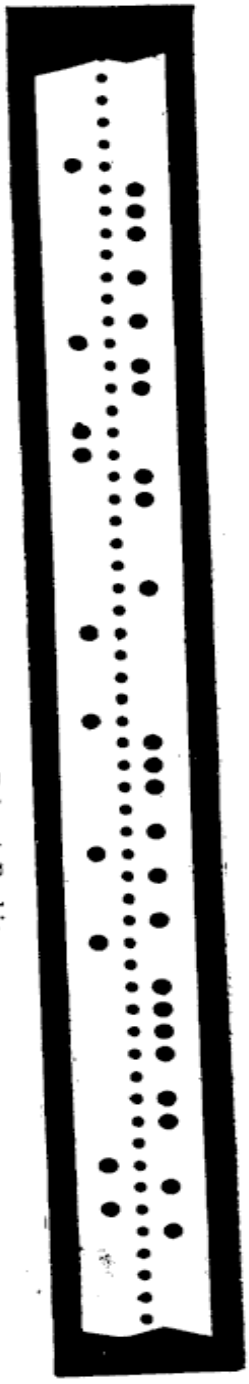


Fig. 214. — Bande perforée Belz et Brahic.

Un tel montage présenterait un grave inconvénient : lorsque l'appareil tournerait sans bande, les deux aiguilles pouvant s'élever simultanément, les deux leviers viendraient au contact de leurs butées respectives, et les batteries seraient mises en court-circuit. On a donc réalisé le schéma représenté par la figure 216 : le massif du transmetteur est relié à l'un des pôles d'une pile locale, *b*, les deux vis, V et V′, chacune à l'entrée d'un relais, R ou R′, et la sortie de ceux-ci à l'autre pôle de la pile ou à la terre : lorsque l'un des leviers vient au contact de sa vis de butée, l'électro-aimant rattaché à celle-ci reçoit un courant, et son armature est attirée.

Les armatures des deux relais sont reliées comme les touches d'un manipulateur de Thomson (V. fig. 25, p. 30) ; l'une d'elles, A′, communique avec la terre et l'autre, A, avec la ligne ; les butées de repos, *r* et *r′*, sont réunies ensemble et au pôle positif de la batterie de ligne, B, les deux butoirs de travail, *t* et *t′*, au pôle négatif de cette même batterie. Si, donc, l'aiguille d'arrière, *a′*, rencontre un trou, le courant local est envoyé dans le relais R′

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'armature vient sur son butoir de travail, t' : l'armature A' met la terre en communication avec le pôle négatif, tandis que

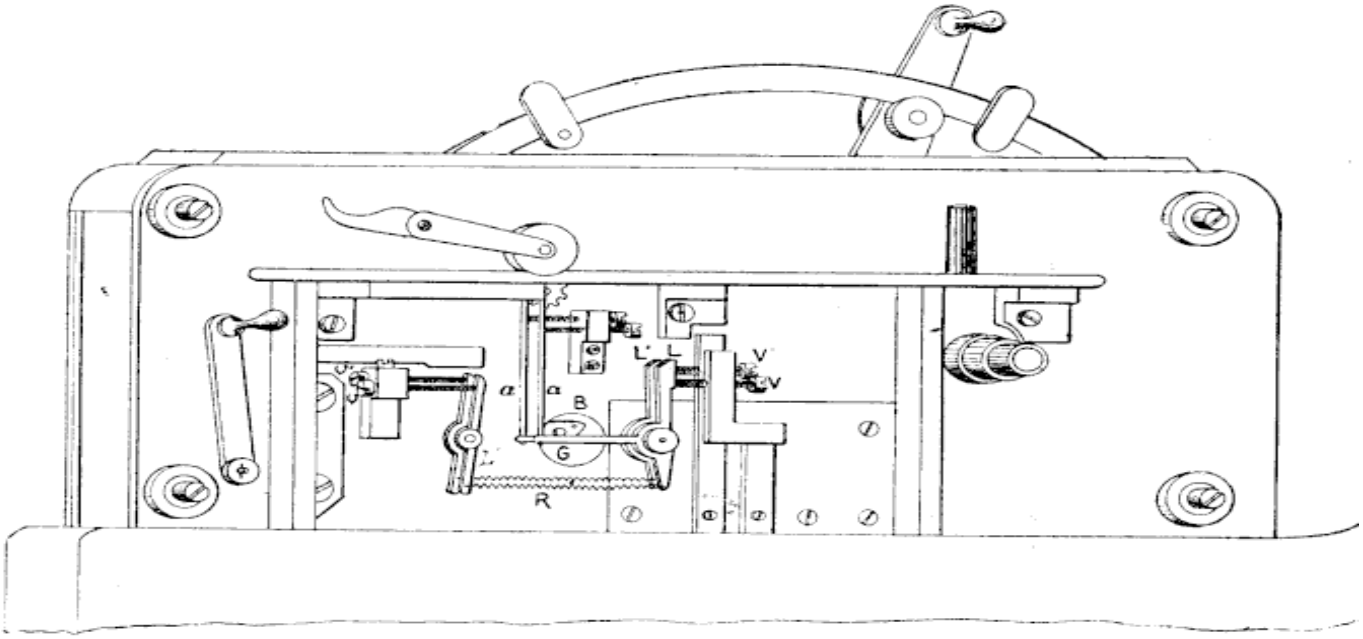


Fig. 215. — Transmetteur automatique Belz et Brahic.

l'autre, A, maintient le positif à la ligne : on envoie un courant positif, et inversement.

Si l'appareil déroule sans bande, le circuit des deux relais est

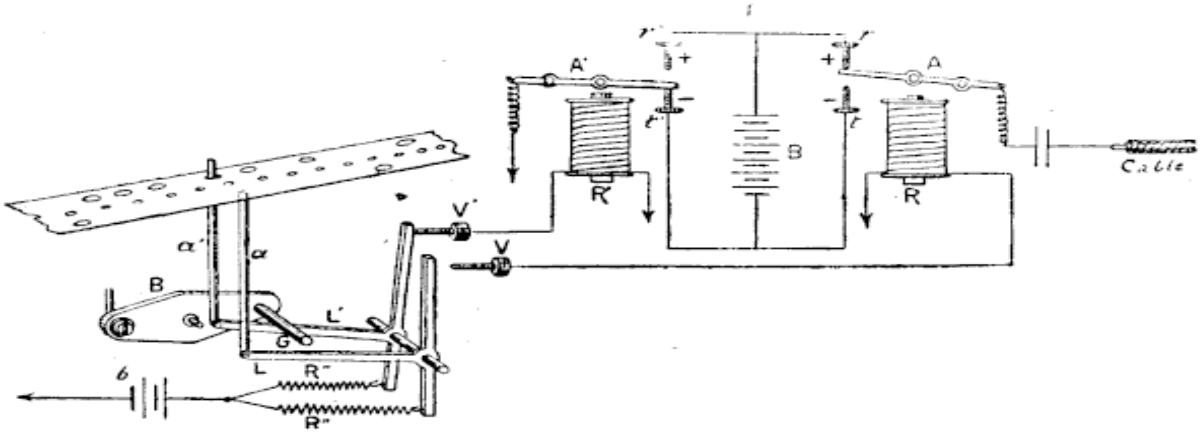


Fig. 216. — Transmetteur automatique Belz et Brahic.

fermé à la fois : pendant l'abaissement simultané des deux armatures, le pôle négatif de la batterie est mis à la terre en même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps que la ligne, mais comme le positif est alors isolé, le câble ne reçoit aucun courant.

Perforateur Terrin. — Le perforateur Terrin permet de préparer d'un seul coup les signaux du code « recorder », correspondant à une lettre ou un signe quelconque. A cet effet, l'opérateur agit sur un petit clavier de onze touches, dont six blanches et cinq noires ; la première touche blanche, à gauche, sert à faire les espacements entre les mots, les cinq autres font des traits ; les cinq touches

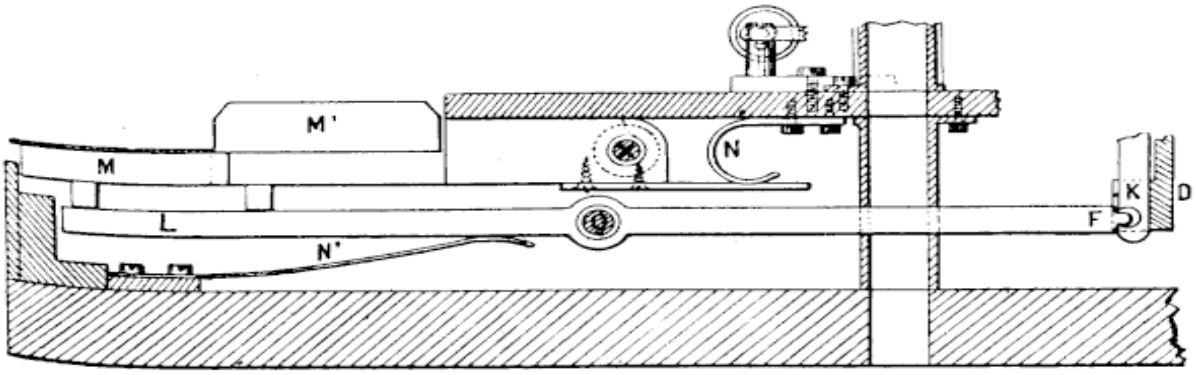


Fig. 217. — Perforateur Terrin. — Touches.

noires font les points. L'appareil comprend donc 16 poinçons, cinq pour les traits, cinq pour les points et six pour la progression.

Les cinq touches blanches de droite et les cinq noires forment, en réalité, cinq paires, au point de vue mécanique : une blanche, M (fig. 217) et une noire, M′, pivotant autour d'un axe commun, X. Si l'on appuie sur l'une ou sur l'autre, on fait basculer le levier, L, autour de son axe, O, mais, si c'est la blanche, M, qui est actionnée, le mouvement est limité par la première butée, placée sous la touche, et le mouvement du levier, L, n'a qu'une faible amplitude ; si l'on abaisse la touche noire, au contraire, le mouvement est transmis, par le second doigt, au levier, L, qui se déplace jusqu'à la butée la plus éloignée. Dans un cas comme dans l'autre, l'extrémité, F, du levier soulève la partie inférieure, K, du goujon, G (fig. 218) ; dans le premier, un épaulement, *e*, dont il est muni à sa partie médiane, vient se placer devant le poinçon inférieur, P, et, dans le cas de la touche noire, devant le poinçon supérieur, P′.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour former une lettre, l'opérateur abaisse simultanément une touche de chaque paire, suivant le signal à produire sur la bande, et sélectionne ainsi les poinçons qui vont servir à le perforer.

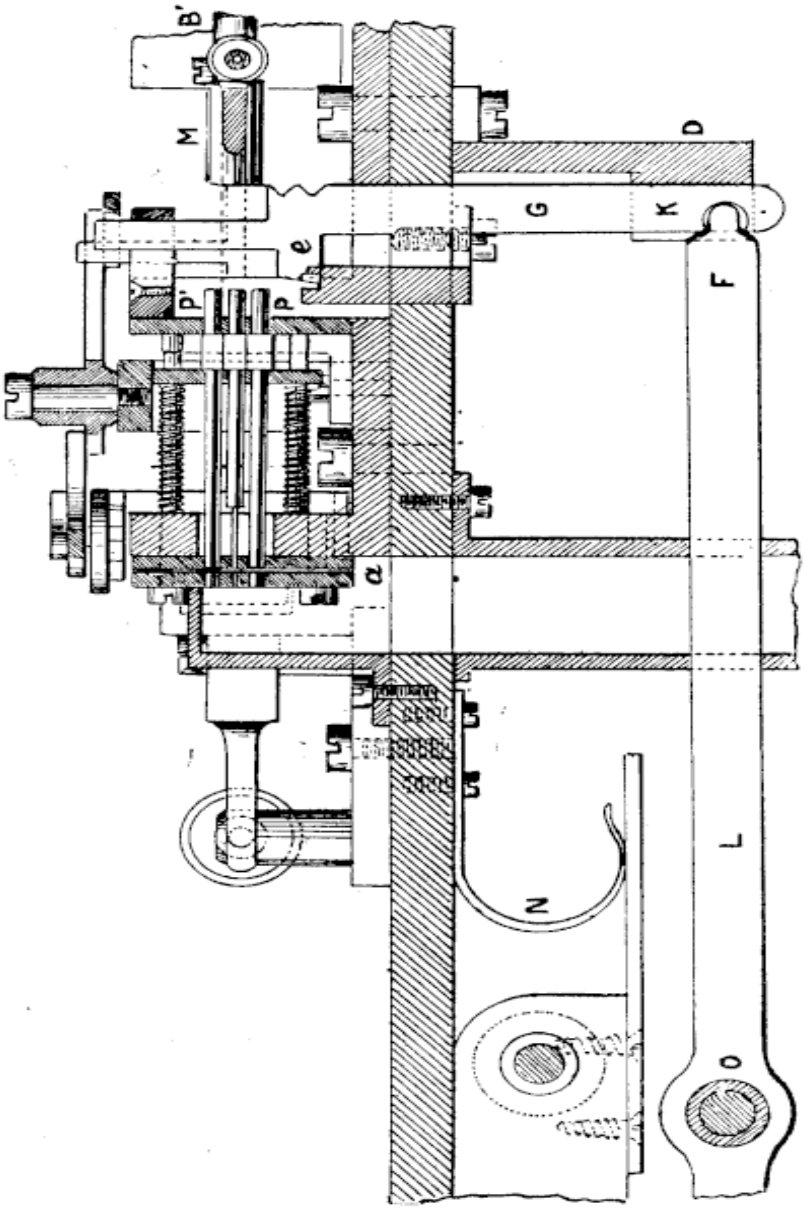


Fig. 218. — Perforateur Terrin. — Poinçons.

Il suffit ensuite que les goujons soulevés soient projetés en avant, pour que les poinçons traversent la bande de papier, passant dans la rainure, *a*. Ce mouvement de propulsion est obtenu à l'aide d'un déclanchement, en tout semblable à celui d'un appareil

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Hughes (V. p. 64) : le levier de détente, D (fig. 219), est recourbé de manière à venir surplomber les goujons, G : le goujon de gauche, qui est soulevé dans toutes les combinaisons, est un peu plus long que les autres, et vient rencontrer l'extrémité du levier

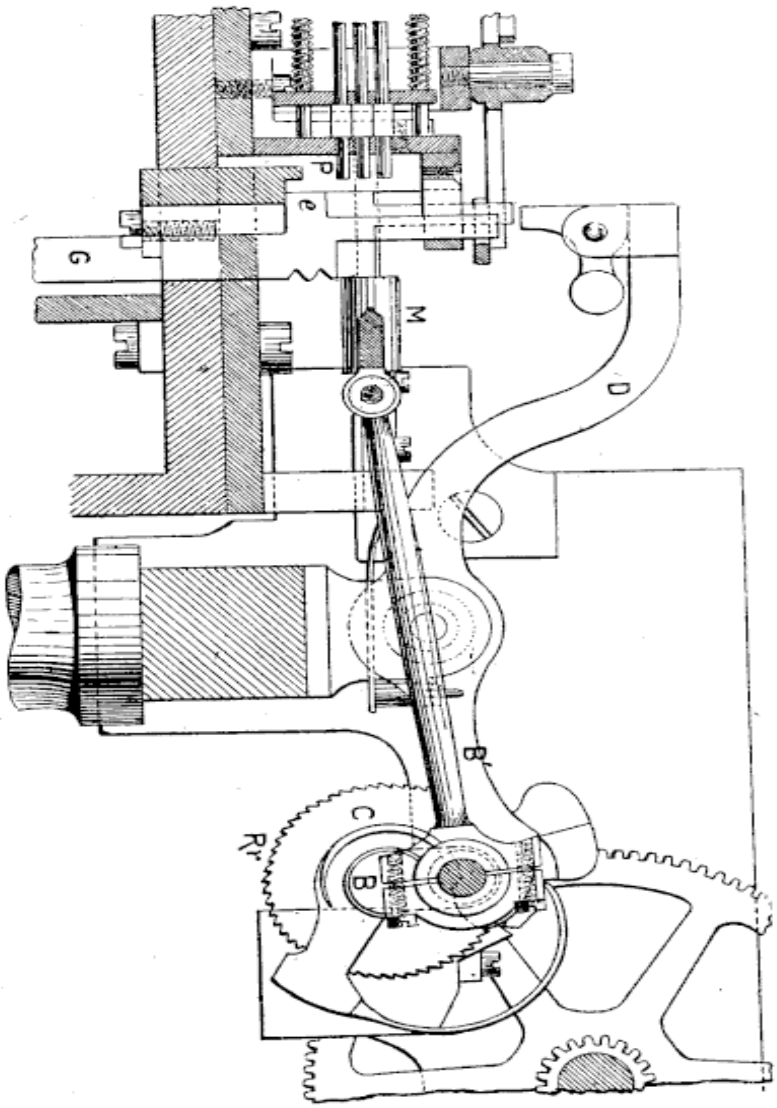


Fig. 219. — Perforateur Terrin. — Détente.

de détente, le fait basculer, et l'embrayage s'opère exactement comme dans le Hughes. L'arbre des cames est ici remplacé par un bouton de manivelle, B, sur lequel est articulée une bielle, B′, attachée, d'autre part, à une pièce, M, formant marteau, et qui, en se déplaçant vers la gauche, vient frapper les goujons soulevés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et les oblige à projeter en avant les poinçons, P, situés en regard de leur épaulement ; les poinçons de la rangée médiane sont entraînés dans le mouvement, puis, pendant que la bielle revient en arrière, les poinçons reprennent leur position initiale, sous l'action de ressorts à boudin, agissant sur une pièce analogue à la « pièce ovale », du perforateur de Wheatstone (V. p. 218) ; entre temps encore, le colimaçon, C, a ramené le levier de détente à sa position de repos et le désembrayage s'opère à la fin de la révolution.

Le système de progression, après la perforation, doit faire avancer la bande d'une quantité qui dépend de la longueur du signal ; cette fonction est dévolue à un secteur denté, dont la course est limitée par le premier poinçon qui est resté au repos ; lors de son retour, ce secteur agit sur un encliquetage, qui fait tourner la roue d'entraînement de l'angle convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXI

APPAREIL AUTOMATIQUE POLLAK-VIRAG

Principe. — Le système Pollak-Virag diffère essentiellement des précédents : les courants parvenant au poste récepteur mettent en mouvement un petit miroir, sur lequel vient frapper un rayon lumineux ; ce rayon, convenablement réfléchi, trace, en écriture cursive, les lettres et les mots sur une bande de papier photographique, qu'il suffit ensuite de développer et de fixer pour obtenir la copie du message.

Description. — Voici comment ce résultat est atteint : au dos du miroir en verre est collée une petite plaquette de fer doux, appuyée sur trois pointes fortement aimantées ; ces trois pointes, h, f et v (fig. 220), formant les trois sommets d'un triangle rectangle ; l'une, f, est fixe ; les deux autres, montées sur des ressorts, sont élastiques et reliées, par de petites bielles, au centre des membranes de deux récepteurs téléphoniques, t et t' (fig. 221) ; celles-ci, lorsqu'elles se déplacent, sous l'action de courants venant de la ligne, déterminent des oscillations du miroir autour de l'axe vertical, vf, ou autour de l'axe horizontal, hf ; on a donc les deux composantes du tracé à obtenir.

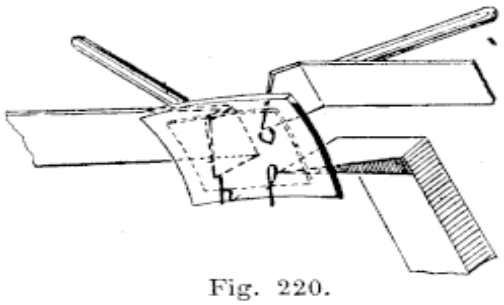


Fig. 220.

Le rayon lumineux est fourni par une lampe à incandescence à filament rectiligne, l (fig. 221), enfermée dans un cylindre en tôle, C, placé lui-même dans un second cylindre, non représenté sur la figure ; le cylindre, C, est entaillé d'une rainure en hélice

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et tourne, autour d'un axe horizontal, à raison de trois à quatre tours par seconde ; le second cylindre est fixe et fendu suivant une génératrice ; le rayon lumineux, émis par la lampe, ne peut donc passer que par l'intersection de la rainure hélicoïdale et de la fente rectiligne du second cylindre; le point lumineux se déplace ainsi suivant une ligne droite ; aussi longtemps que le miroir reste fixe, le point réfléchi, *c*, qui vient frapper la bande de papier photographique, *p*, l'impressionne également suivant une ligne droite ;

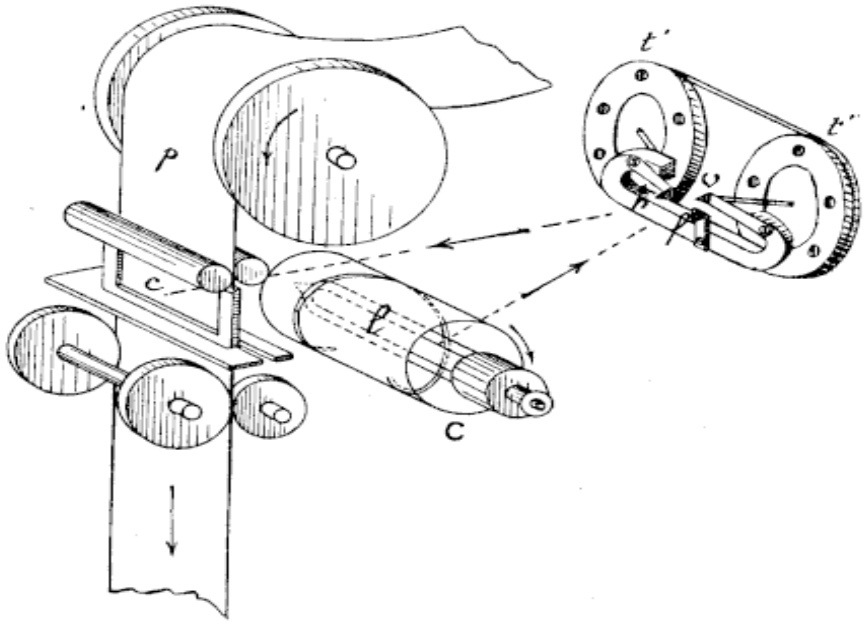


Fig. 221. — Récepteur Pollak-Virag.

mais, si un récepteur, *t*, par exemple, est parcouru par des courants, le miroir se trouve déplacé autour de son axe horizontal, et il en résulte des élongations verticales du point, *c*, au-dessus ou au-dessous de la ligne normale, suivant que la membrane a été attirée ou repoussée, c'est-à-dire suivant le sens des courants reçus ; si les impulsions sont envoyées dans l'autre téléphone, *t'*, le miroir bascule autour de son axe vertical, les déplacements horizontaux du point, *c*, accélèrent ou retardent son mouvement normal. On a donc là, ainsi qu'il a été dit plus haut, les deux composantes des déplacements à donner au point *c*, pour que la résultante soit un tracé d'écriture cursive, semblable à celui que montre la figure 222. La bande passe ensuite dans des bains de développement et de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixage, dans lesquels elle reste, respectivement, environ six et sept secondes ; le papier, laminé entre des rouleaux de drap, est presque complètement sec lorsqu'il sort de l'appareil.

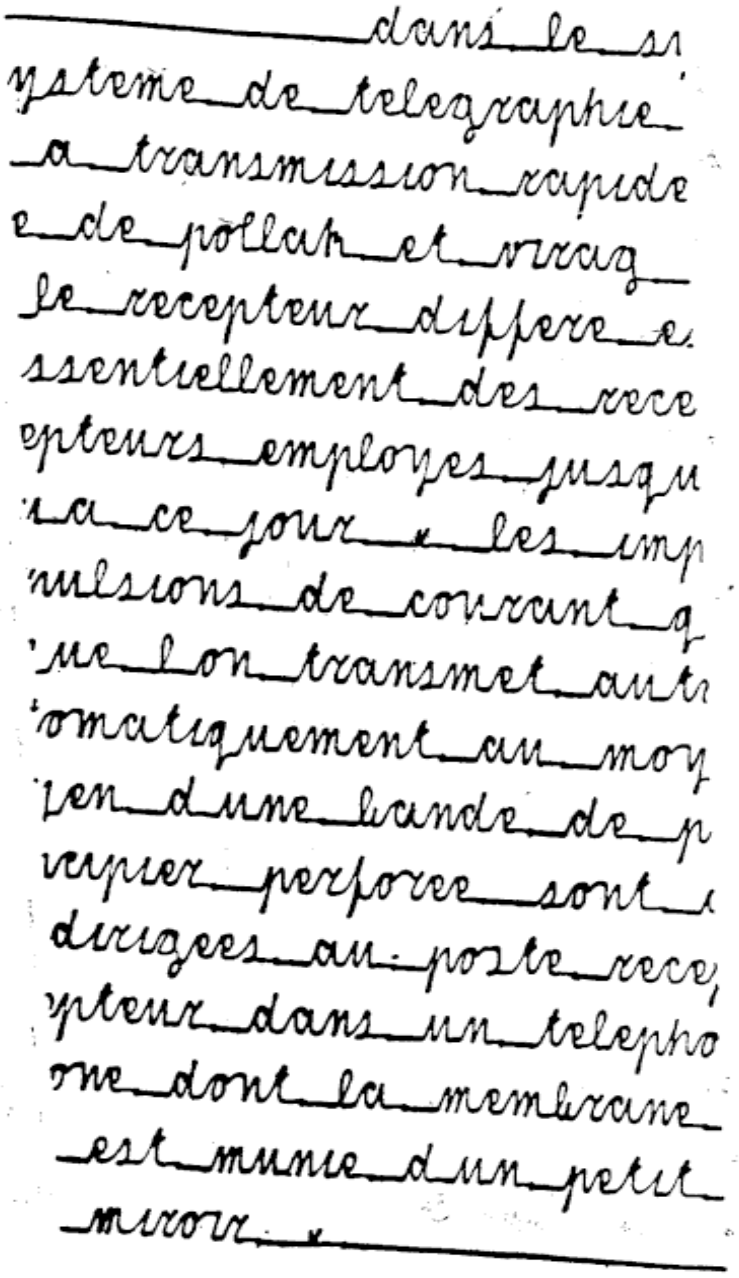


Fig. 222. — Bande de réception Pollak-Virag.

La correspondance exige l'emploi de deux fils de ligne ; le récepteur, t, est inséré dans le circuit, comme un téléphone ordi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

naire ; les courants qui parcourent l'autre, t', suivent les deux fils en parallèle, grâce à un dispositif semblable à ceux qu'on emploie dans les installations de télégraphie et de téléphonie simultanées (fig. 224).

La transmission est automatique et préparée à l'aide d'une bande perforée par un clavier de machine à écrire ; cette bande (fig. 223), est virtuellement divisée, longitudinalement, en deux parties égales, correspondant respectivement à l'un et à l'autre téléphone ; les perforations sont elles-mêmes réparties, dans chaque moitié, suivant trois divisions virtuelles, qui permettent l'envoi, dans chaque téléphone, d'une intensité négative et de deux intensités positives différentes, fournies par les batteries, P et P′ (fig. 224). La bande passe ensuite sur un cylindre formé de six bagues, reliées aux différents voltages; six balais métalliques, conjugués électriquement en deux groupes de trois, B et B′, frottent sur la bande, à son passage sur le cylindre, et, lorsqu'ils rencontrent un trou, prennent contact avec la bague placée au-dessous; un courant, de sens et d'intensité convenables, est envoyé à l'autre poste. Le balai, B, est relié directement à l'une des branches, L, du circuit ; ses courants, après avoir actionné le téléphone, t, reviennent par la seconde branche, L′, se fermer sur la pile, P, qui les a émis ; l'autre balai, B′, est rattaché à la tête d'un pont de Wheatstone, dont les deux branches de proportion, a et b, aboutissent aux deux fils du circuit, L et L′ : les courants provenant de B′ sont émis par la batterie P′, ils parcourent les deux fils en parallèle et vont actionner le second téléphone, t' ; le retour a lieu par la terre. Dans la diagonale du pont, est intercalé un condensateur, C ; enfin, un second condensateur, C′, shunté d'une résistance, R, est placé en dérivation sur la tête du pont ; ces organes accessoires servent à parfaire l'équilibrage des deux transmissions simultanées.

L'appareil Pollak-Virag a été mis en essai pratique en Allemagne, en 1903, et en Angleterre, en 1905 ; des expériences ont eu lieu également en France, entre Paris et Marseille ; il écoulait environ 32 000 mots à l'heure, ce qui fait ressortir le rendement horaire de chaque conducteur à 16000 mots, ou à 266 par minute, soit près de 50 p. 100 de plus que le rendement théorique d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sextuple Baudot, tournant à 180 tours; ses inventeurs prétendent

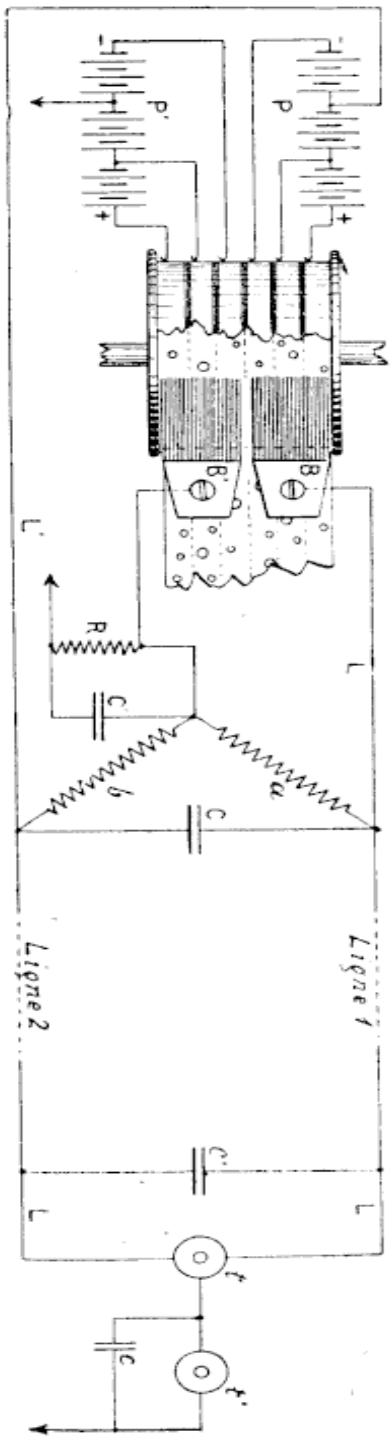


Fig. 224. — Transmetteur Pollak-Virag.

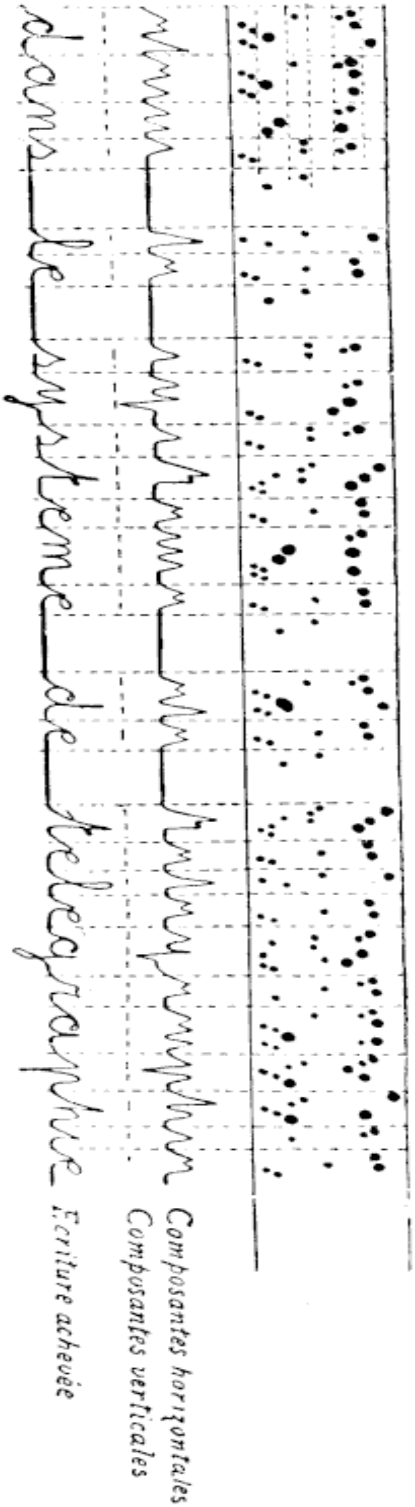


Fig. 223. — Bande de transmission Pollak-Virag.

même atteindre 40 000 mots. Toutefois, il s'accommode mal de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sections souterraines, que comprennent inévitablement les fils aériens, et celles-ci avaient été supprimées dans les expériences dont les résultats sont mentionnés plus haut. Il fut abandonné, aussi bien dans l'un que dans l'autre pays, à cause des troubles d'induction qu'il occasionnait dans les lignes voisines. On doit ajouter que les bandes, obtenues à l'arrivée, ne sont pas d'une lisibilité assez parfaite pour être remises telles quelles au public, que les mots et, souvent même, les lettres sont coupés aux bouts de lignes (V. fig. 222) et que, de ce fait, une transcription à la machine à écrire serait nécessaire, ce qui entraînerait une importante main-d'œuvre supplémentaire. Néanmoins cet appareil est intéressant en ce qu'il est, de tous ceux connus à l'heure actuelle, celui qui donne aux lignes le rendement le plus élevé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXII

SYSTÈMES AUTOMATIQUES DIVERS

Automatique Murray. — Le système automatique Murray emploie le code Baudot, dont il sera question plus loin, et qui est formé par les 31 combinaisons qu'on obtient avec 5 éléments de signaux (V. p. 256) ; toutefois, l'alphabet est différent, c'est-à-dire que telle combinaison qui, dans l'alphabet Baudot, correspond à telle lettre, en représente une autre dans l'alphabet Murray (V. fig. 339, p. 433). La bande à perforer est munie à l'avance de trous d'entraînement ; chaque lettre occupe, sur une ligne parallèle à ceux-ci, l'espace de 5 de ces trous, cela à l'aide de perfo-

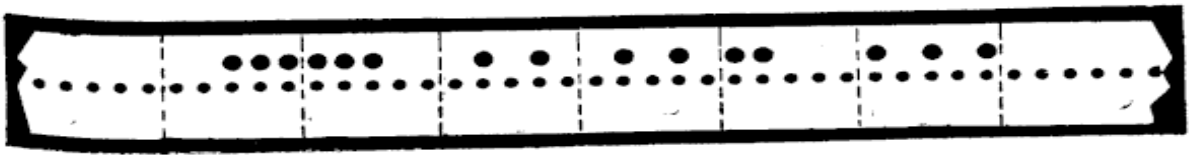


Fig. 225. — Bande de transmission Murray.

rations d'un, de deux, ou de plusieurs trous, diversement placés, suivant les combinaisons à transmettre, comme le montre la figure 225. Le perforateur est du type machine à écrire ; la transmission automatique est effectuée par un transmetteur Wheatstone (V. p. 221), mais à une seule aiguille.

A l'arrivée, le récepteur perfore une bande qui, de même qu'avec le système Creed, peut servir, soit à la réexpédition, soit à la traduction en caractères typographiques ; l'impression a lieu sur feuillets séparés, qu'on achemine tels quels.

Automatique Siemens. — L'appareil automatique de Siemens emploie également le code Baudot, mais avec un alphabet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différent, qui n'est pas non plus celui de Murray (V. fig. 334, p. 428) ; la transmission est effectuée par un distributeur, dont les balais tournent à grande vitesse et en synchronisme avec ceux du poste correspondant. Il sera reparlé de cet appareil lorsqu'aura été examiné le Baudot lui-même. On peut noter, pour l'instant, que le perforateur est, là encore, du type machine à écrire et qu'à l'arrivée, les signaux peuvent être, soit perforés comme dans les systèmes précédents, soit traduits directement en caractères typographiques, à l'aide d'un combinateur électrique, semblable à celui dont Baudot fit usage lors de ses premiers essais (V. fig. 261, p. 304). Le rendement de l'appareil est limité, non pas par l'état électrique de la ligne, mais bien par le fonctionnement de son sytème imprimeur ; cette limite est atteinte vers 700 révolutions des balais par minute, ce qui correspond à 120 mots, environ.

Bibliographie.

H. Thomas. — *Traité de Télégraphie électrique*. Paris, 1894.
L. Montillot. — *Télégraphie pratique*. Paris, 1898.
Creed. — *Le Télégraphe rapide Creed*. East Croydon, 1915.
John H. Bell. — *Printing telegraph systems*. New-York, 1920.
Pollak-Virag. — *Le Télégraphe automatique Pollak-Virag*. Paris, 1903.
Tongas. — *Les derniers progrès réalisés en télégraphie*. Paris, 1913.
A. Kraatz. — *Maschinen Telegraphen*. Braunschweig, 1906.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME PARTIE

SYSTÈMES A TRANSMISSION MULTIPLE

Principe de la transmission multiple. — La différence essentielle, qui existe entre les systèmes à transmission *simultanée* et ceux à transmission *multiple*, a été indiquée plus haut (V. p. 177). La transmission multiple est basée sur la division du temps : deux organes mobiles tournent en synchronisme, aux deux extrémités de la ligne, et la répartissent, à des moments déterminés, entre plusieurs opérateurs ; les transmissions, ainsi effectuées, semblent simultanées, mais sont, en réalité, *successives*, chaque agent, après avoir expédié un signal, disposant, pour préparer le suivant, du temps pendant lequel la ligne est attribuée aux autres. La transmission automatique, par bandes perforées, peut être substituée à la transmission manuelle, mais elle a lieu dans les mêmes conditions que celle-ci, c'est-à-dire *par secteur* ; c'est là une différence essentielle, par rapport aux systèmes qui précèdent, et dans lesquels un transmetteur automatique *unique* dessert la ligne (V. p. 594). Enfin, les systèmes multiples, tout comme ceux à transmission automatique, peuvent être montés en duplex, ce qui permet de doubler le rendement des conducteurs qu'on leur consacre.

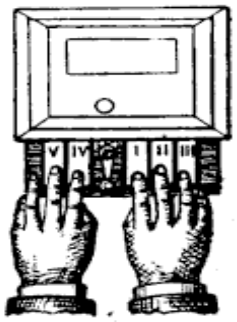
Le principe de la transmission multiple, indiqué par Rouvier en 1858, fut appliqué pour la première fois, en 1872, par Meyer, qui réalisa une installation permettant d'effectuer, simultanément, six transmissions en signaux Morse ; le système resta en exploitation en France jusque vers 1885, époque à laquelle il dut céder le pas au Baudot ; il fut également adopté à l'étranger, notamment en Allemagne et en Autriche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXIII

SYSTÈME BAUDOT. — INSTALLATION DOUBLE

Principe du système Baudot. — Les signaux Baudot sont formés à l'aide d'un clavier de cinq touches ; en abaissant, soit une seule touche, soit deux ou plusieurs simultanément, on peut exécuter trente-deux combinaisons, dont trente et une utilisables (la trente-deuxième étant celle où les cinq touches sont au repos) comme le montre le tableau ci-contre (fig. 226). Un système d'inversion mécanique, analogue à celui de l'appareil Hughes, permet de doubler les signaux correspondant à vingt-neuf de ces combinaisons, ce qui porte à cinquante-huit le nombre des lettres ou signes susceptibles d'être transmis.



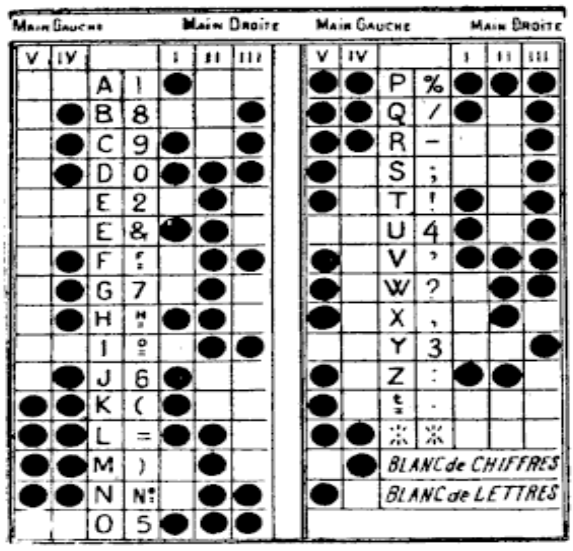


Fig. 226. — Alphabet Baudot.

L'organe principal de l'installation est le *distributeur*, qui consiste essentiellement en un plateau d'ébonite, portant des couronnes métalliques concentriques, divisées en contacts isolés les uns des autres ; chacune de ces couronnes est parcourue par un balai, animé d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mouvement isochrone ; au poste correspondant est un distributeur semblable, dont les balais sont mis en synchronisme avec ceux du premier.

Au poste A, par exemple (fig. 227), les touches d'un manipulateur sont reliées à cinq contacts consécutifs d'une couronne du distributeur ; au poste B, les contacts de mêmes numéros communiquent avec cinq électro-aimants polarisés ; si l'on exécute, sur le manipulateur de A, l'une des trente et une combinaisons, par exemple celle qui comporte l'abaissement des touches 1, 3, 5 (lettre T), on relie, de ce fait, les contacts de mêmes numéros du

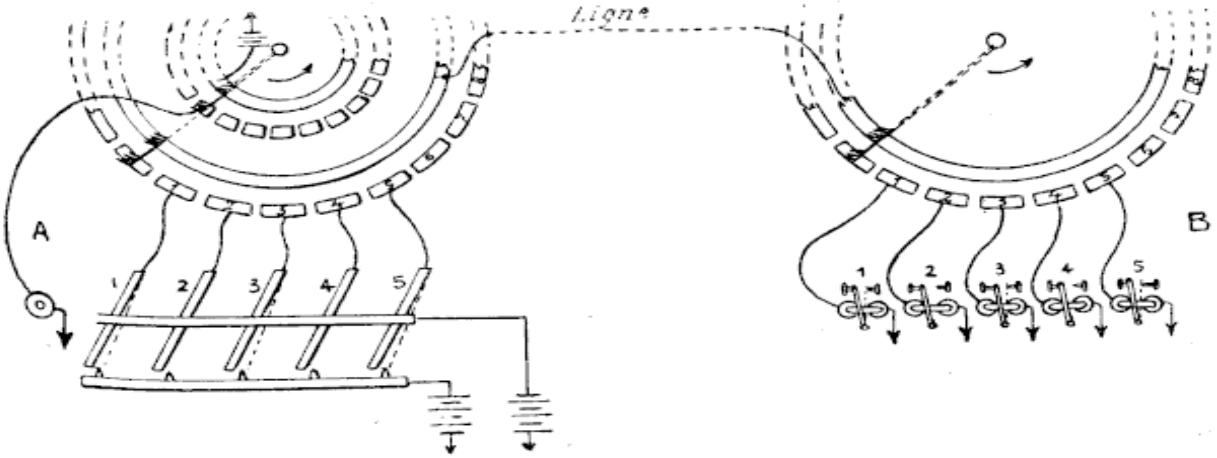


Fig. 227. — Principe du système Baudot.

distributeur à la pile de travail, tandis que les deuxième et quatrième restent en relation avec la pile de repos ; lorsque les balais des deux postes passent sur le contact n° 1, un courant de travail est envoyé sur la ligne et, grâce au synchronisme établi entre les balais des deux postes, est reçu dans le premier électro-aimant de B, dont l'armature se trouve déplacée ; un courant de repos est émis ensuite par le deuxième contact, et maintient la deuxième armature sur son butoir de repos ; un nouveau courant de travail, au moment du passage des balais sur le troisième contact, déplace la troisième armature, et ainsi de suite. Lorsque les balais ont franchi le secteur, on trouve les première, troisième et cinquième armatures sur travail, tandis que les deuxième et quatrième sont restées sur repos ; le groupe des cinq armatures de B reproduit donc la combinaison exécutée au départ, sur le manipulateur de A ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il ne reste plus qu'à la traduire. Cette opération est effectuée automatiquement par un appareil appelé *traducteur*.

L'opérateur est averti du moment opportun d'abaisser les touches par un métronome, ou *frappeur de cadence*, actionné par le distributeur, au moment où le balai de transmission va arriver sur le premier contact du secteur ; l'agent doit les maintenir assez longtemps pour que le balai ait déjà quitté le cinquième contact au moment où il abandonne les touches ; il lui reste encore suffisamment de temps pour relever les doigts, préparer et exécuter la combinaison suivante, en même temps que le métronome donne un nouveau choc.

Les installations sont dites *doubles*, *triples*, *quadruples*, *sextuples*, suivant que les balais, dans une révolution, parcourent deux, trois, quatre ou six secteurs semblables, le nombre des révolutions, *pour la transmission manuelle*, restant fixé à cent quatre-vingts par minute, quel que soit le type d'installation.

MANIPULATEUR.

Manipulateur à accrochage magnétique. — Le manipulateur (fig. 228) consiste en un clavier de cinq touches, réparties en deux groupes, l'un de trois à droite, l'autre de deux à gauche, séparés par une plaque en bois, de la largeur d'une touche, supportant une manette, M ; les touches 1, 2 et 3 sont desservies par les trois premiers doigts de la main droite, les quatrième et cinquième respectivement par l'index et le majeur de la main gauche (V. fig. 226, p. 256).

Chaque touche, T (fig. 229), est constituée par un levier en bois, muni d'un coussinet en bronze, C, et pouvant pivoter sur un axe commun aux cinq touches, A ; des rondelles métalliques, placées entre les touches, assurent entre elles l'écartement convenable. Chaque touche s'appuie, au repos, contre une lamelle de bois garnie de feutre, fixée sous le couvercle de la boîte ; elle y est maintenue par un ressort à boudin en laiton, R, serré d'une part sur une équerre, E′, et, d'autre part, sous la vis d'un plot, P, qui amène le fil venant du distributeur ; un ressort-lame, *r*, encastré dans l'équerre, E′, vient alors s'appuyer, par son extrémité platinée,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur une butée de même métal ; celle-ci est portée par la platine en

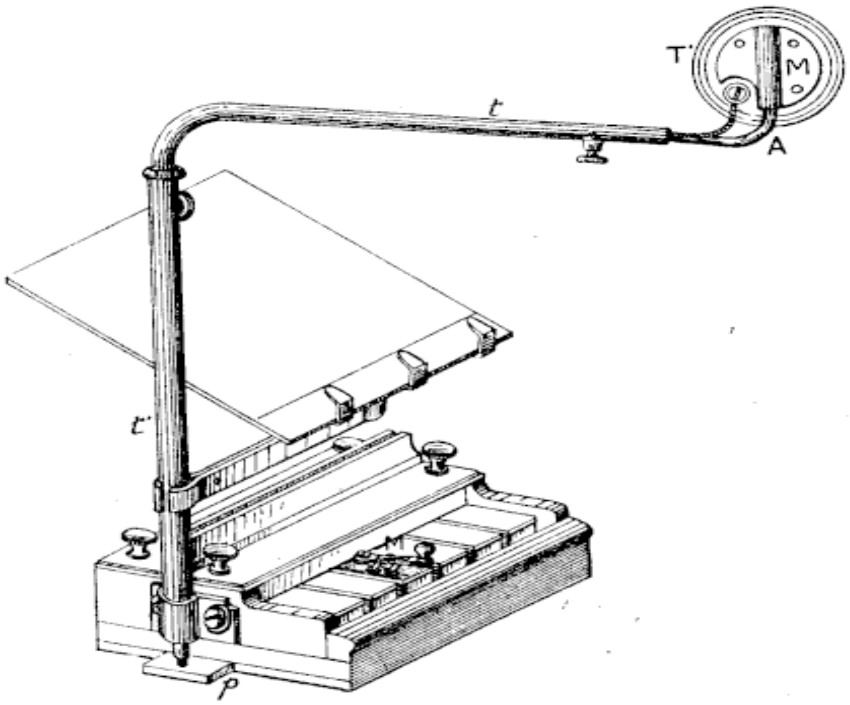


Fig. 228. — Manipulateur Baudot.

laiton, Pl, en forme d'équerre et commune aux cinq butées, qui constitue la partie arrière du couvercle de la boîte. Quand on

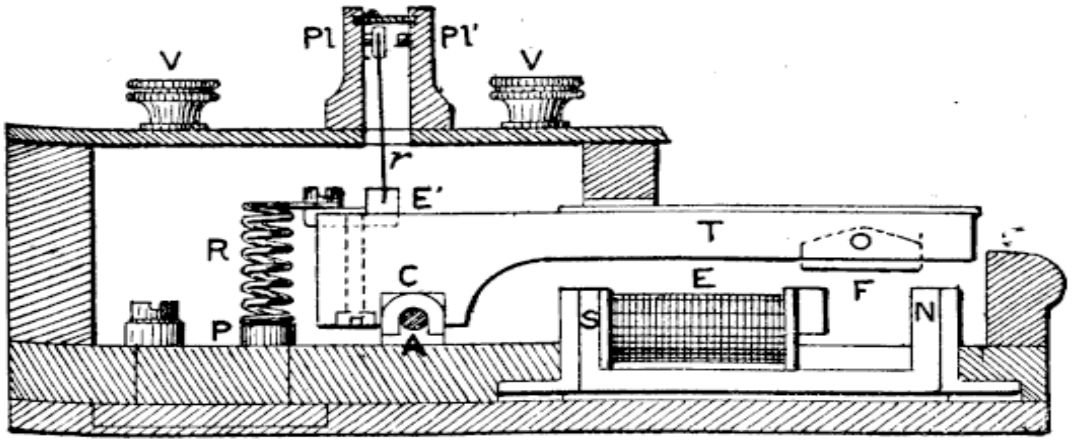


Fig. 229. — Manipulateur Baudot : coupe.

appuie sur la touche, elle bascule sur son coussinet, C, et le ressort, *r*, quittant sa butée d'arrière, vient s'appuyer sur une autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

butée semblable, portée par la platine d'avant, Pl′. Les deux platines sont fixées sur la boîte à l'aide de deux boutons à vis (dont un, V, est visible sur la figure 229), qui amènent à celle d'arrière la pile de repos et à celle d'avant la pile de travail : l'une ou l'autre de ces batteries se trouve donc renvoyée au contact correspondant du distributeur, suivant la position de la touche, par le ressort-lame, *r*, l'équerre, E′, le ressort antagoniste, R, et le fil attaché au plot, P (V. fig. 227).

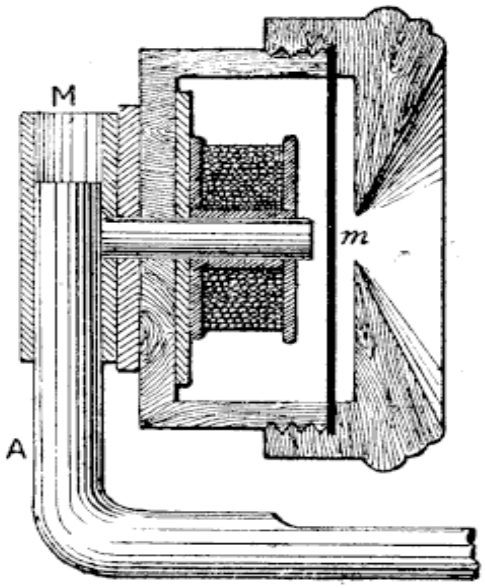


Fig. 230.

La cadence nécessaire à la manipulation (V. p. 258) est indiquée à l'opérateur par un petit récepteur téléphonique, T′ (fig. 228) dont la coupe est donnée par la figure 230 : il se compose d'une bobine, dont la résistance est de 30 ohms ; le noyau est soumis à l'influence de l'un des pôles de l'aimant permanent, A ; la membrane en tôle, *m*, serrée entre le boîtier et le couvercle, est légèrement déformée, à l'état de repos, par l'attraction du noyau aimanté; si l'on fait passer dans la bobine un courant qui désaimante le noyau, elle reprend sa position d'équilibre et fait entendre un son bref. Le récepteur est monté de façon que l'opérateur puisse le placer à sa commodité ; à cet effet, le manchon, M, qui maintient le boîtier sur l'aimant, A, permet un certain déplacement du pavillon ; l'aimant est lui-même mobile dans le tube, *t*, qui le supporte (fig. 228) ; enfin celui-ci peut encore tourner dans le tube vertical, *t′*. Le fil venant du distributeur est amené à une petite plaque en laiton, *p*, placée au-dessous du collier qui maintient le tube, *t′* ; un ressort à boudin et un fil isolé qui passe dans les tubes, conduisent à l'entrée de la bobine; le retour se fait par la masse métallique de l'aimant et des tubes, jusqu'au collier, relié à la terre.

Accrochage. — Dans l'exposé sommaire du système (V. p. 258) on a vu que le distributeur envoie le courant de cadence un peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avant que le balai de transmission arrive sur le secteur ; l'opérateur suit ce rythme et doit, tout à la fois, abaisser les touches assez tôt pour que la première soit dans la position qui convient lors de l'entrée du balai sur le premier contact, et les maintenir abaissées assez longtemps pour que le balai ait le temps de franchir tout le secteur avant leur retour au repos. Or, il arrive fréquemment que le relèvement a lieu prématurément, et il en résulte que les combinaisons, qui comportent l'abaissement des dernières touches, sont tronquées. Pour obvier à ce défaut, on a muni les quatrième et cinquième touches d'un système dit d'*accrochage*, grâce auquel ces touches, lorsqu'elles ont été abaissées, sont maintenues dans cette position pendant une révolution complète des balais, quel que soit le moment où on les abandonne. A cet effet, la partie antérieure des deux touches a été creusée d'une cavité dans laquelle on a logé un prisme de fer doux, F (fig. 229) articulé de manière que, lorsqu'on amène la touche dans sa position de travail, les deux extrémités du prisme viennent s'appliquer, partie sur l'extrémité d'un aimant permanent, N-S, partie sur une pièce polaire prolongeant le noyau polarisé d'un électro-aimant, E, d'une résistance de 40 ohms ; le prisme reste collé et la touche est maintenue abaissée ; pour obtenir le relèvement, on fait passer dans la bobine un courant, dans une direction telle qu'il tend à désaimanter les noyaux : le ressort antagoniste redevient prépondérant et ramène la touche au repos. C'est le courant de cadence qui, à chaque tour des balais, parcourt ainsi les deux électro-aimants accrocheurs (V. fig. 231).

Manette. — La manette, placée entre les deux groupes de touches, est un commutateur permettant de placer le secteur, soit dans la position de transmission, soit dans celle de réception. Elle se compose d'un levier à deux branches (fig. 231), terminé à l'avant par un bouton en ivoire ; la branche postérieure est élastique et peut venir se reposer sur l'un ou l'autre des deux plots ; sur la branche antérieure est montée une griffe, G, susceptible de réunir, deux à deux, quatre plots convenablement disposés. Dans toutes les installations, l'axe de la manette communique avec la butée de repos des touches ; les plots d'arrière sont reliés respectivement à la pile de repos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et à l'entrée des bobines du relais récepteur ; lorsque la manette est parallèle aux touches, le secteur est donc dans la position de transmission, et inversement. Quant aux quatre plots qui correspondent à la griffe, G, ils reçoivent des affectations diffé-

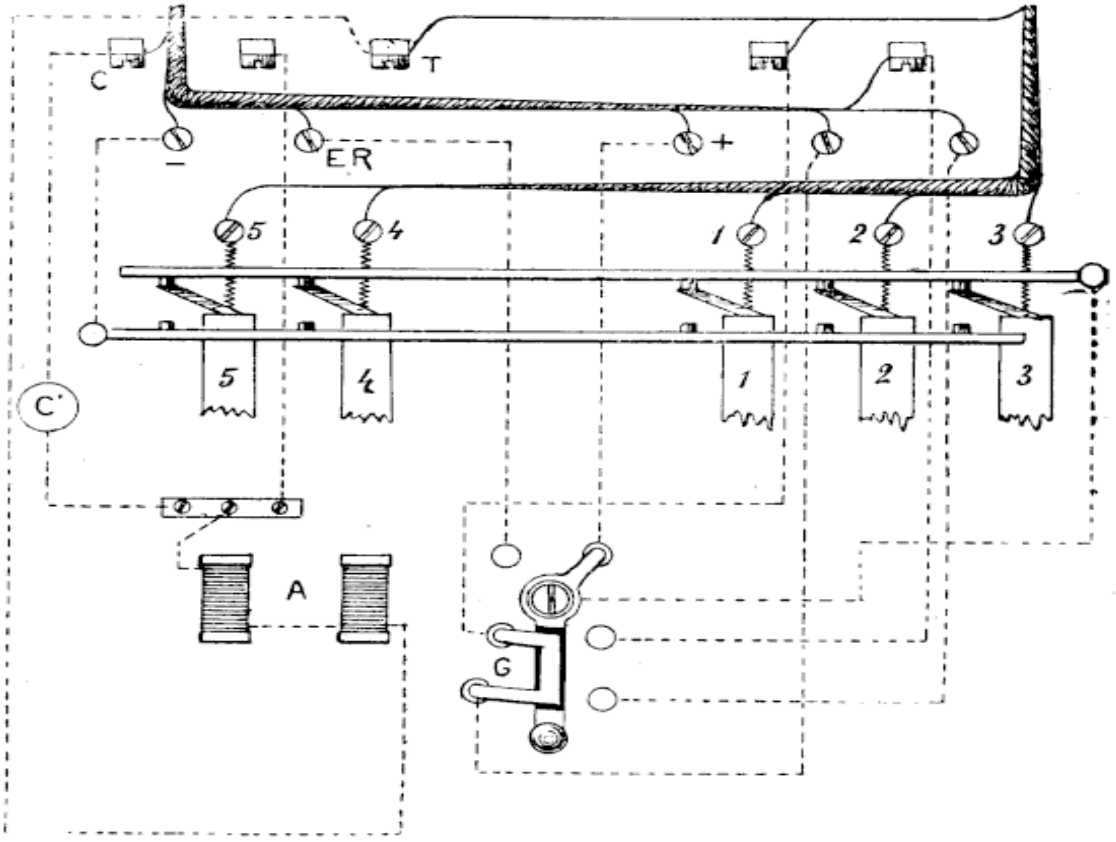


Fig. 231. — Manipulateur à accrochage magnétique. — Communications.

rentes suivant le genre d'installations ; leur rôle sera indiqué le moment venu.

Communications. — La figure 231 donne l'agencement des liaisons : les câbles venant de l'extérieur sont rattachés aux plots 1, 2, 3, 4, 5, qui sont les plots, P, de la figure 229, servant à attacher les ressorts antagonistes des touches ; les autres, —, ER, +, C, T, correspondent respectivement à la pile de travail, à l'entrée du relais, à la pile de repos, à la cadence (ainsi qu'aux accrocheurs, A) et à la terre ; les autres sont reliés aux plots de la griffe, G, et ont des affectations variables, comme il vient d'être dit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manipulateur à accrochage mécanique. — Avec l'accrochage magnétique, l'aimant, souvent trop énergique à l'état de

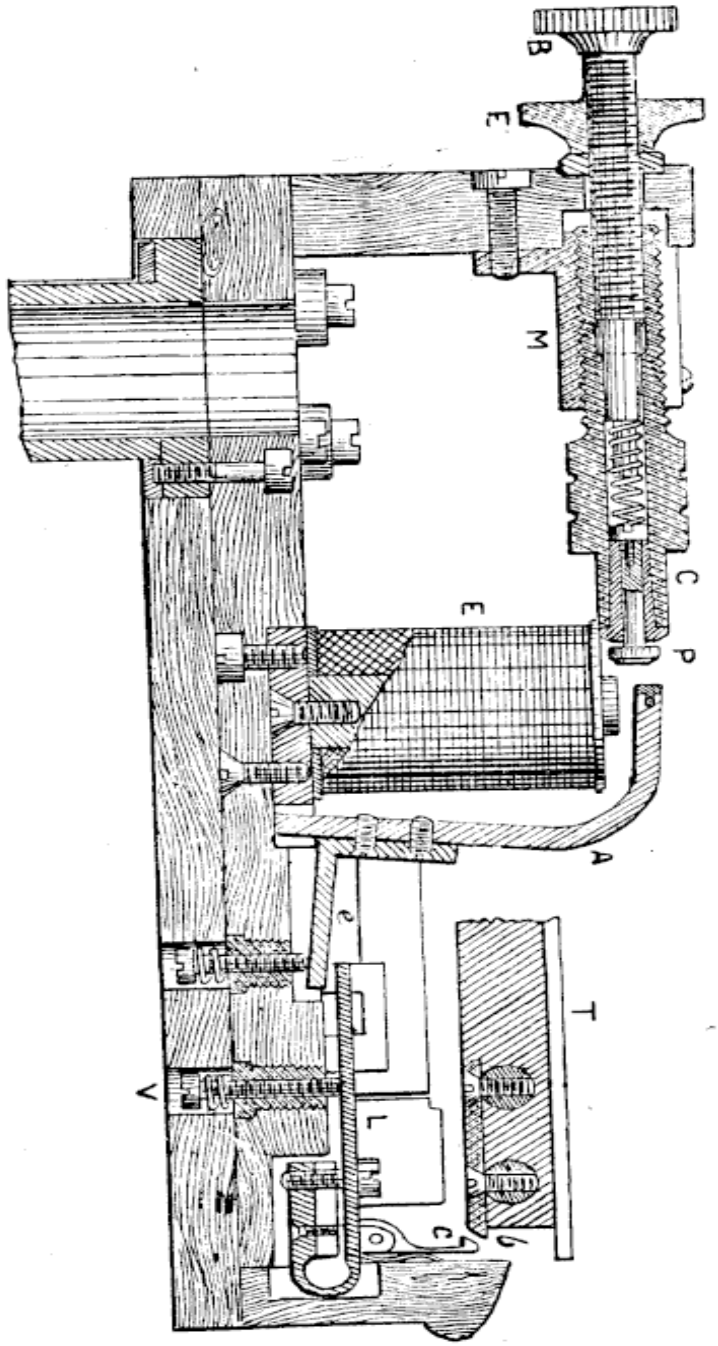


Fig. 232. — Manipulateur à accrochage mécanique.

neuf, s'affaiblissait progressivement jusqu'à rendre le collage précaire ; d'un autre côté, les opérateurs, habitués à la garantie qu'il leur donnait pour les quatrième et cinquième touches, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

arrivaient parfois à « manquer » la troisième. Il a donc paru plus simple d'accrocher toutes les touches, sans exception, et cela à l'aide d'un dispositif mécanique, qui est le suivant : un biseau, *b* (fig. 232), qui termine une lamelle en acier fixée sous la touche, peut venir se mettre en prise avec le bec d'un cliquet, *c* ; celui-ci est articulé et maintenu au repos par un petit ressort-lame ; les cinq cliquets semblables sont montés sur un axe commun, de section carrée, susceptible d'osciller entre deux plaques en laiton, fixées dans les parfois latérales de la boîte du manipulateur ; un petit ressort à boudin, enroulé autour de cet axe, à son extrémité de droite, tend à le faire basculer du côté des touches ; sous cette action, un levier en U, L, solidaire de l'axe, vient s'appuyer sur une vis de réglage, V. Pour opérer le décrochage, il suffit de soulever le levier, L : les cliquets se déplacent alors vers l'avant et abandonnent les biseaux, permettant ainsi aux touches de revenir au repos. Ce mouvement est produit à chaque révolution des balais, par une équerre, *e*, solidaire de l'armature, A, du frappeur de cadence, E (dont la résistance est de 40 ohms).

En même temps qu'elle opère le décrochage des touches, l'armature, A, vient buter contre la tête d'un piston, P, mobile dans un canon, C, vissé lui-même dans une mâchoire, M, supportée par la paroi d'arrière de la boîte ; afin de rendre cette butée élastique, le piston est poussé vers l'extérieur par un ressort à boudin, qu'on tend plus ou moins à l'aide d'une vis à bouton, B, immobilisée ensuite par un contre-écrou, E' ; on peut ainsi régler à volonté la sonorité de la cadence.

Commutateur. — La manette à griffe est remplacée par un commutateur, placé sous les trois touches de droite; il se compose d'une réglette en fibrine, F (fig. 233), montée à glissière, et qu'on peut déplacer à l'aide d'une manette, M, émergeant à l'extérieur, sur le côté droit du manipulateur ; cette réglette porte quatre goupilles en argent, disposées en quinconce et reliées électriquement, chacune, par un ressort à boudin, à une goupille placée en regard, sur les bords des glissières ; celles-ci portent également cinq ressorts-lames, encastrés dans des plots. Lorsqu'on pousse la manette, M, vers l'arrière, la réglette, F, se déplace vers la droite, et les goupilles g^1, g^2, g^3, viennent rencontrer les ressorts r^1,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

r^3, r^4; on est alors dans la position de transmission, le déplacement de la réglette vers la gauche pousse les goupilles g^2 et g^4 au contact des ressorts r^2 et r^5, ce qui correspond à la position de réception. Les communications ainsi réalisées seront indiquées le moment venu. Dans cette dernière position, un doigt, D, taillé

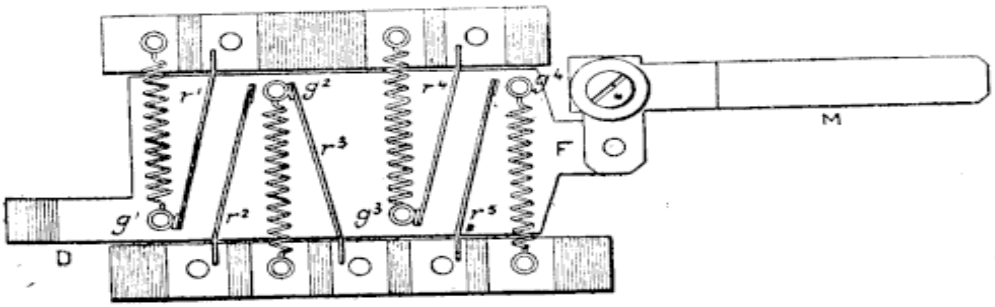


Fig. 233.

en biseau, qui prolonge la réglette, F, vient se placer sous le levier en U, L (V. fig. 232) et le soulève, rejetant ainsi en arrière les cliquets d'accrochage, *c*. De cette façon, si, pendant la réception, une touche venait à être abaissée accidentellement, elle ne pourrait rester accrochée et se relèverait d'elle-même dès qu'on l'abandonnerait.

Socle-moteur du distributeur.

Socle-moteur à poids. — Le socle-moteur à poids comprend un train d'engrenages de cinq mobiles, disposés entre deux platines ajourées en fonte, réunies par quatre entretoises ; le tout est entraîné par un poids de 50 à 60 kilogrammes, suspendu à une chaîne sans fin avec contre-poids. Le remontage du poids s'opère, soit à l'aide d'une pédale, soit par l'intermédiaire de l'un des remontoirs automatiques décrits plus haut (V. p. 92).

Un sixième, mobile, est porté par une platine en laiton, vissée sur la partie supérieure de la cage du moteur ; il est animé d'une vitesse de 2 100 tours par minute (pour 180 révolutions de l'arbre des balais) ; il porte, à sa partie médiane, un volant sur lequel peut agir un frein d'arrêt, muni, à son extrémité, d'un cylindre de liège qui, en venant frotter sur la périphérie du volant, immobilise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil. A l'arrière, l'axe est entaillé de dents obliques, qui engrènent avec celles du premier mobile de la cage du distributeur ; celle-ci est indépendante du socle, sur lequel elle est simplement posée ; elle est repérée, grâce à deux goupilles, implantées dans la platine-socle, et qui s'engagent dans des trous pratiqués dans les entretoises de la cage du distributeur. Enfin, l'axe du volant émerge à l'extérieur pour recevoir le régulateur de vitesse, qui sera décrit plus loin.

Socle moteur électrique. — Dans les localités où l'on ne dispose pas d'une source d'énergie industrielle, on fait avanta-

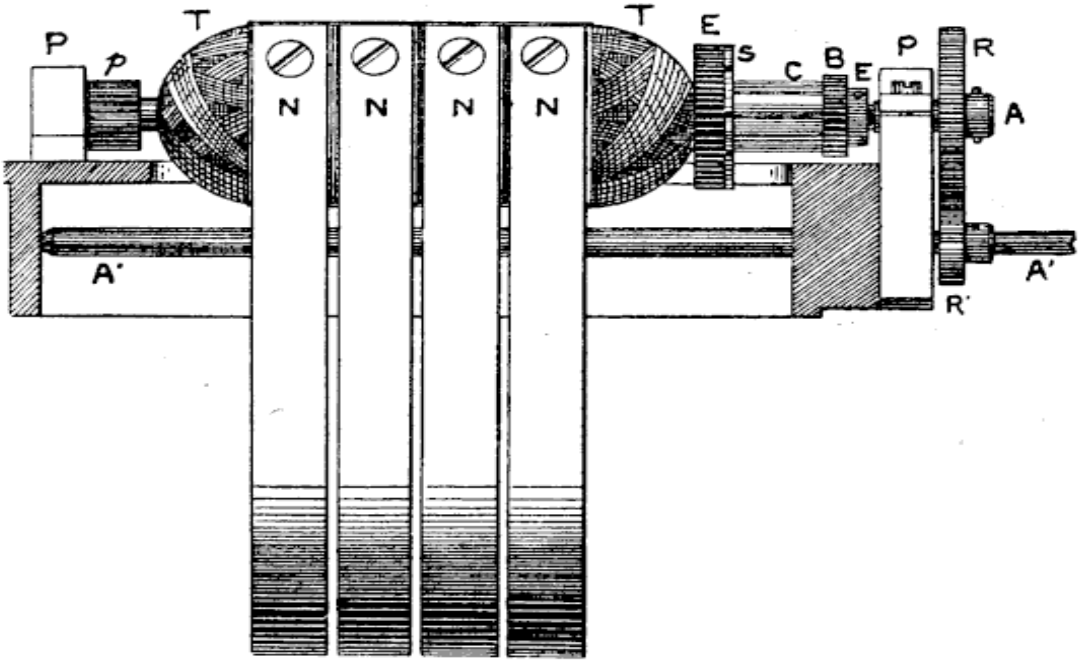


Fig. 234. — Moteur magnéto-électrique.

geusement usage de socles-moteurs renfermant un petit moteur magnéto-électrique ; celui-ci agit directement sur l'axe du régulateur, sans aucun organe intermédiaire, et on peut l'alimenter avec une simple batterie Callaud de trente éléments, sous un débit de 55 à 60 milliampères.

L'inducteur est constitué par un faisceau de quatre aimants en fer à cheval, N, juxtaposés par leurs pôles de même nom (fig. 234) ; deux pièces polaires en fer doux épousent la forme circulaire de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la bobine de l'induit, T. Celui-ci est constitué par un tambour denté, genre Siemens-Rechniewski, formé par la réunion de disques en tôle de fer, séparés les uns des autres par des feuilles de papier paraffiné.

L'axe de l'induit, en acier, est soutenu par deux paliers, P, et porte, à l'une de ses extrémités, une roue dentée, R ; celle-ci transmet le mouvement par une roue, R', à l'axe A', sur l'extrémité extérieure duquel est monté le régulateur ; à sa partie d'arrière, l'axe, A, porte un pignon, *p*, destiné à entraîner le premier mobile de la cage du distributeur.

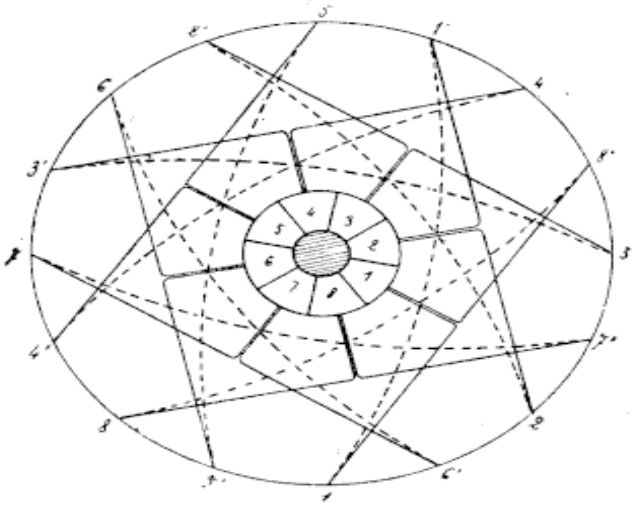


Fig. 235.

La figure 235 montre de quelle façon est fait l'enroulement : les projections des deux extrémités du cylindre sont superposées ; la partie en traits pleins représente le côté du collecteur, celle en pointillé, le bout opposé. Dans chaque bobine, une entaille est reliée, non pas à l'entaille diamétralement opposée, mais à celle qui se trouve à droite de cette dernière ; on évite ainsi de faire contourner l'axe par les faisceaux de fil de chaque bobine ; on empêche encore le foisonnement, aux extrémités du cylindre, en enroulant d'abord deux bobines voisines, par exemple, 1-1', 5-5', puis deux autres, dont la direction est perpendiculaire aux deux premières, 3-3', 7-7'. Ce mode d'enroulement ne modifie d'ailleurs en rien le fonctionnement ordinaire du moteur ; le développement du cylindre et du collecteur (fig. 236) montre, en effet, que toutes les bobines concourent au développement de deux pôles consécutifs, N et S.

A la partie antérieure de l'axe, A (fig. 234), se trouve un disque en ébonite, E, portant huit secteurs en laiton, S, taillés en biseau vers l'axe. Sur chaque secteur sont soudées l'entrée d'une bobine et la sortie de la précédente. Le collecteur est formé de huit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

touches, C, biseautées également et encastrées dans huit cannelures, ménagées dans un manchon de fibrine, emboîté lui-même à frottement doux sur l'axe ; les balais sont fixes et le calage se fait par le déplacement du collecteur. A cet effet, les touches, du côté de la bobine, se terminent par une partie plus étroite, qui vient s'emboîter sous les secteurs, S, et permet de modifier à volonté la position du collecteur. Lorsqu'on a donné à celui-ci la position qui convient, on l'immobilise à l'aide d'une bague de fibrine, B, que serre un écrou, E, vissant sur l'axe, A.

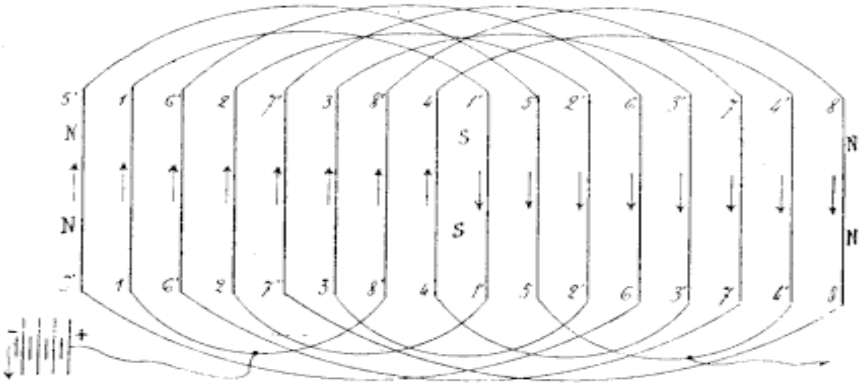


Fig. 236.

Deux goupilles implantées dans la platine qui surmonte le socle et isolées de celle-ci, servent à supporter les porte-balais du moteur ; ceux-ci sont constitués par deux petits blocs en laiton en forme de crochets, dans lesquels les balais sont maintenus à l'aide de boutons moletés ; un ressort-lame très flexible, fixé à chaque porte-balais, s'appuie, par son extrémité garnie d'argent, sur l'extrémité d'une longue vis, également argentée, traversant une borne isolée de la platine-socle. Les deux bornes communiquent avec les pôles de la pile qui alimente le moteur. Un rhéostat rond permet de régler l'intensité du courant qui parcourt la bobine.

La roue, R, montée sur le bout antérieur de l'axe de la bobine a un diamètre deux fois plus grand que la roue, R', portée par l'axe du régulateur : pour la vitesse de 180 tours par minute de l'arbre des balais du distributeur, la bobine du moteur tourne à 900 tours et le régulateur à 1 800.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉGULATEUR.

Principe. — Le régulateur est monté sur le dernier mobile du socle-moteur, à l'extrémité de l'axe qui émerge en dehors du palier ; il agit là comme le ferait un poids, P, qui, serait assez lourd pour le faire fléchir (fig. 237). Dans ces conditions, si on fait tourner l'axe, le point *a*, où a lieu la flexion, s'appuie plus fort que tout autre sur chacun des points du palier qu'il rencontre et détermine un frottement d'autant plus grand que le poids est plus lourd. Enfin, si on dispose d'un moyen quelconque de charger ou d'alléger le poids, suivant que la vitesse tend à augmenter ou à diminuer, on fera varier la flexion de l'axe, et, par suite, la friction sur le palier, et il en résultera une compensation, qui maintiendra constante la somme des résistances de l'appareil. Tel est, en quelques mots, le principe du régulateur Baudot.

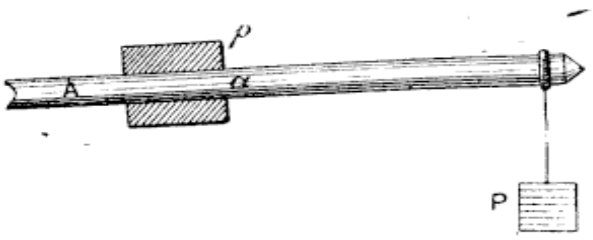


Fig. 237.

Description du régulateur. — Une fourchette en laiton, F, porte, sur chacune de ses branches, une tige en acier, *t* (fig. 238), parfaitement polie ; les tiges, filetées à leur partie supérieure, reçoivent deux écrous, entre lesquels est serrée la potence, P. La masse, *m*, consiste en un bloc octogonal en laiton, d'environ 36 grammes, percé de quatre trous ; deux de ceux-ci, d'un diamètre très légèrement supérieur à celui des tiges, *t*, permettent d'y enfiler les dites tiges, qui lui servent de guides ; les ressorts à boudin, R, en acier trempé, traversent les deux autres trous, plus grands et coniques ; ils sont réunis à la masse à l'aide de deux équerres en acier, dont la branche horizontale, engagée dans un trait de scie pratiqué dans la masse, vient s'intercaler entre deux spires. A leur extrémité opposée, les ressorts se terminent par un œilleton et sont accrochés à la potence, P. Dans ces conditions, la masse est retenue contre la fourchette avec une force qui dépend

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de celle des ressorts ou, si l'on préfère, du nombre de spires qu'on a laissées libres entre la potence et les équerres, qui fixent les ressorts dans la masse. Lorsque la force centrifuge, développée sur la masse, acquiert une valeur telle qu'elle puisse faire échec à la tension des deux ressorts, la masse s'écarte du centre, et, formant volant excentré, détermine une flexion de l'axe : la friction, exercée sur son palier, absorbe l'excédent de force qui, sans cette intervention, donnerait lieu à une accélération ; la vitesse se trouve maintenue à un régime constant, aussi longtemps, tout au moins, que les

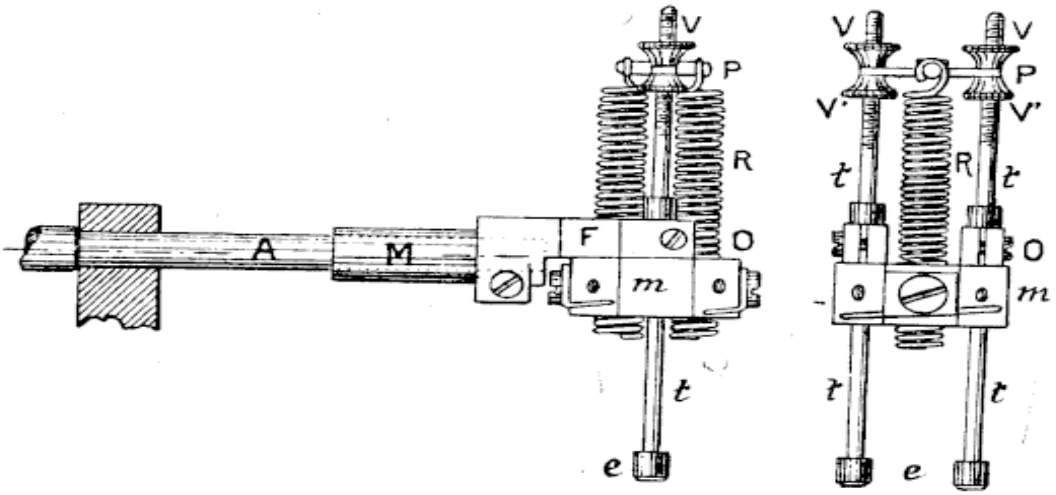


Fig. 238. — Régulateur Baudot.

conditions d'équilibre entre le travail moteur et le travail résistant ne se trouvent pas changées ; dès que l'un de ces facteurs vient à varier, il en résulte, au premier moment, une modification de la vitesse et, par suite, de la force centrifuge ; la masse se trouve éloignée ou rapprochée du centre, suivant le cas, ce qui détermine une augmentation ou une diminution de la friction de l'axe sur son palier : la vitesse est ainsi ramenée à son régime précédent.

Position de la potence. — La possibilité de faire varier la position de la potence a précisément pour but d'obtenir, à toutes les amplitudes de la masse, une vitesse identique. Les ressorts employés sont *sans tension initiale*, c'est-à-dire que leurs spires, très près les unes des autres, ne se compriment pas réciproquement ; dans ces conditions, et *dans les limites où on les fait*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travailler, les allongements imposés à ces ressorts sont rigoureusement proportionnels aux efforts qu'on leur fait subir ; en d'autres termes, si l'on porte ces efforts en ordonnées et les allongements en abscisses (fig. 239), la droite *ox* devient « la courbe d'accroissement de la tension des ressorts ».

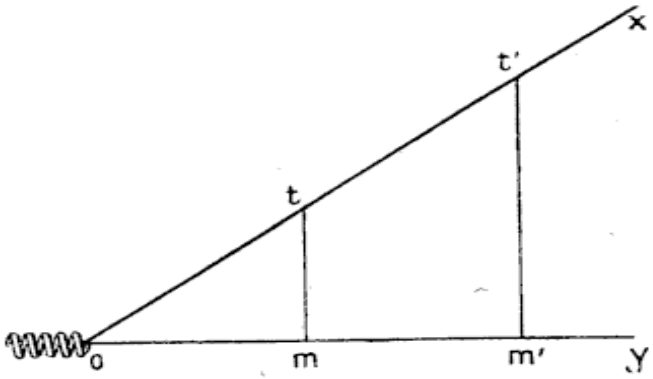


Fig. 239.

Considérons maintenant la force centrifuge : pour une masse, m, et une vitesse angulaire invariable, ω, elle est proportionnelle au rayon décrit ($m\,\omega^2\,r$) : la « courbe d'accroissement de la force centrifuge », pour une vitesse donnée, est donc également une droite. Si, dans ces conditions, la masse peut se tenir en équilibre en m, puis en m', c'est que les ordonnées mt et $m't'$ représentent, à la fois, la tension des ressorts, pour des allongements om et om', et les forces centrifuges qui maintiennent la masse en ces points, m et m' ; en d'autres termes, les points t et t' sont des points de la courbe d'accroissement de la force centrifuge et, par suite, celle-ci se confond avec celle des tensions. Cette condition est réalisée, dans la pratique, en plaçant la potence de manière que le *zéro de tension des ressorts coïncide avec le zéro de force centrifuge.*

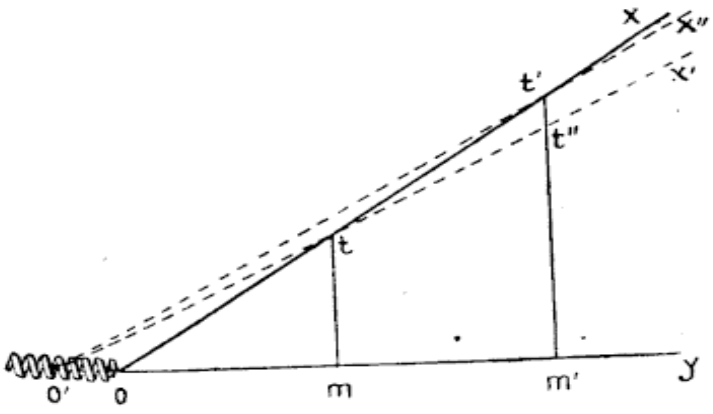


Fig. 24

C'est à cette seule condition que le régulateur donnera l'isochronisme ; supposons, en effet, que les deux points zéro ne se superposent pas, et se trouvent respectivement en O et O' (fig. 240) ; la courbe des tensions des ressorts étant ox, si la masse tourne en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

équilibre en m, le point t, sommet de l'ordonnée mt, est, comme il a été dit plus haut, un point de la courbe des forces centrifuges ; celle-ci peut donc être obtenue par la jonction des points t et o', et l'on a la droite $o'x'$. Si maintenant, pour une raison quelconque, la masse quitte le point m pour venir s'équilibrer en m', l'ordonnée $m't'$ représente la tension des ressorts et aussi, comme précédemment, la force centrifuge ; mais cette dernière, qui, pour la vitesse correspondant à $o'x'$, aurait dû être égale seulement à $m't''$, se trouve augmentée de la quantité $t''t'$, c'est-à-dire qu'on a une autre vitesse, dont la courbe de forces centrifuges est $o'x''$: dans ce cas, une *augmentation*, mm', de l'amplitude, a eu pour résultat une *augmentation* de la vitesse.

On démontrerait de même que, si le point o se trouvait à gauche de o', une *augmentation* de l'amplitude entraînerait une *diminution* de la vitesse, et inversement.

Le régulateur est donc rendu parfaitement isochrone par un placement de la potence, qui fasse coïncider exactement les deux zéros, tension des ressorts et force centrifuge. Pour y parvenir, on compte le nombre de coups frappés par la cadence dans un temps donné, ou, mieux encore, on observe la fréquence du fonctionnement du système correcteur, pour une certaine amplitude, puis, en agissant sur la force motrice ou sur les résistances mécaniques, on diminue l'amplitude ; si la vitesse se trouve modifiée dans le même sens, ce qui correspond au cas démontré ci-dessus, on éloigne la potence du centre de rotation, en agissant sur les écrous qui la soutiennent ; si, au contraire, la vitesse augmente, on rapproche la potence du centre ; on recommence l'opération jusqu'à ce que les changements d'amplitude n'amènent plus de changements de vitesse.

Le régime étant réglé, comme il a été dit plus haut, par le nombre de spires de ressorts mis en jeu, on peut encore le modifier légèrement, à l'aide de petites masses additionnelles, pesant un demi-gramme environ, qu'on serre sous des têtes de vis, implantées dans la masse principale, ou qu'on en retire, suivant qu'on veut, respectivement, diminuer ou augmenter la vitesse.

Remarques. — I. — Dans le raisonnement qui précède, on a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supposé invariable la position du centre de gravité de la masse, alors qu'il faut, en réalité, considérer le centre de gravité de l'ensemble mobile formé par la masse et les ressorts; or, plus la masse s'écarte du centre, plus les ressorts s'allongent, et plus le centre de gravité de cet ensemble se trouve rejeté vers la fourchette. Les limites restreintes dans lesquelles ont lieu les déplacements de la masse pourraient permettre de considérer comme négligeable cette différence entre les allongements des ressorts et l'accroissement du rayon de giration du centre de gravité. En réalité, et quelle que soit cette différence, on doit considérer qu'il existe certainement une vitesse angulaire, pour laquelle les accroissements de la valeur de la force centrifuge suivent la même loi que les accroissements de la valeur des efforts à exercer sur les ressorts pour les allonger, et c'est pour cette vitesse que s'établit l'équilibre désiré.

II. — On a vu que c'est toujours le même point de l'axe qui frotte sur le palier, pour faire frein : il en résulte que, malgré la trempe de l'axe et du palier, il y a, au bout d'un certain temps, en plus d'une usure uniforme du trou du palier, un méplat sur l'axe, au point envisagé. Dans ces conditions, plus le méplat s'accentue, plus la traction exercée sur la potence fait fléchir l'axe, qu'on pourrait appeler « réel », par rapport à l'axe « idéal », passant par le centre de figure du trou du palier, et qui est, en réalité, celui où se trouve le zéro de force centrifuge. Il s'ensuit qu'au fur et à mesure de cette usure qui, heureusement, est extrêmement lente, on est amené à monter la potence pour la maintenir toujours à la distance convenable de l'axe « idéal ». Si, après avoir enlevé le régulateur, on le replaçait dans une position telle que le frottement au palier ait lieu sur un point non usé, le régulateur serait déréglé, car l'axe idéal et l'axe réel se confondant alors, la potence se trouverait trop loin de l'un et de l'autre. C'est pour cette raison qu'on a placé, sur l'axe, une bague de repère, simplement serrée à l'aide d'une vis, et portant un trait, en face duquel on place un autre trait, marqué sur le manchon du régulateur : de cette façon, lorsqu'on a eu l'occasion de retirer le régulateur, on peut le replacer exactement dans la position sur laquelle a été fait le réglage de la potence. Lorsqu'on juge que le méplat est trop accentué, on fait tourner le régulateur d'un certain angle,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour présenter au frottement un point encore neuf, mais on a soin de déplacer, en même temps, la bague de repère, puis on refait le réglage de la potence sur ce nouveau point.

III. — Le régulateur est le même pour les socles-moteurs à poids et pour les socles-moteurs électriques, sauf que les ressorts sont différents, au point de vue de la rigidité; on désigne ceux du premier type sous le nom de *ressorts forts*, par comparaison avec les autres, qui sont dits *ressorts faibles ;* cela tient à ce que la vitesse de rotation du régulateur est, pour les moteurs à poids, de 2 100 tours, et 1 800 seulement pour les moteurs électriques. Pour fixer approximativement la valeur de ces appellations « forts » et « faibles », il suffira d'indiquer que, si l'on met en jeu quarante spires des uns ou des autres, un poids de 1 kilogramme donne respectivement des allongements de $12^{mm},2$ et $16^{mm},5$, avec un ou deux dixièmes de tolérance en plus ou en moins.

Roue phonique. — Le régulateur Baudot, qui vient d'être décrit, donne, aux balais du distributeur, une vitesse remarquablement uniforme et, comme on le verra plus loin, l'écart possible entre les deux organes mobiles correspondants, ne dépasse guère un degré (1°) après une révolution complète. Toutefois, il ne permet pas de modifier en marche la vitesse de rotation des balais ; un changement de régime exige, non seulement l'arrêt de l'appareil, mais encore un temps relativement long. Il y a, d'ailleurs, un avantage certain à établir, pour la transmission manuelle, un régime invariable, qui a été fixé à 180 tours de l'arbre des balais par minute, afin que les agents manipulants, passant d'une installation à une autre, ne soient pas déroutés par des différences sensibles dans le rythme que leur donne la cadence.

Par contre, lorsqu'on applique au Baudot la transmission automatique, dont il sera question plus loin, il n'y a plus aucun inconvénient à ce que la vitesse soit différente sur un poste par rapport à un autre ; il est, au contraire, avantageux d'harmoniser cette vitesse avec l'état momentané de la ligne. La *roue phonique*, qui va être décrite, rend possibles ces changements de vitesse, en pleine marche de l'appareil, et l'isochronisme qu'elle procure, *s'il n'est pas aussi parfait qu'avec le régulateur Baudot*, est encore suffisant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La roue phonique, R (fig. 241) est montée sur l'arbre des balais du distributeur ; elle sert à la fois de moteur et de régulateur. Elle se meut entre quatre électro-aimants, répartis sur deux diamètres perpendiculaires, et formant, au point de vue électrique, deux groupes, A et B. Elle consiste en un disque de fer feuilleté portant, sur sa périphérie, dix dents, qui défilent devant les noyaux des électro-aimants.

Ceux-ci sont excités par un diapason, D, dont les vibrations

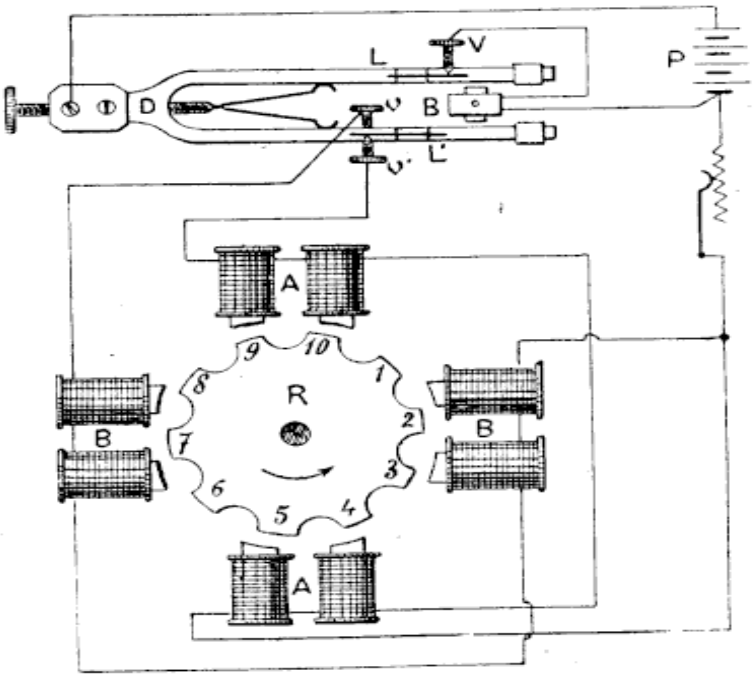


Fig. 241. — Roue phonique.

sont entretenues électriquement : une bobine, B, placée entre les branches du diapason, est intercalée dans le circuit de la pile locale, P ; ce circuit est alternativement fermé et rompu au contact de la vis réglable, V, et de la lame flexible, L, solidaire de la branche supérieure du diapason ; les oscillations, une fois amorcées, se maintiennent ainsi indéfiniment, et le diapason vibre à la fréquence qui lui est propre.

L'autre branche du diapason porte une seconde lame flexible, L′, qui oscille entre deux vis, v et v', communiquant avec l'entrée des bobines de l'un et de l'autre groupe, A et B, d'électro-aimants ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les sorties sont reliées à l'un des pôles de la batterie locale, P, dont l'autre pôle est rattaché au massif du diapason, c'est-à-dire à la lame L' : les deux groupes sont donc alternativement excités, à des intervalles rigoureusement rythmés par le diapason. Si l'on a, au préalable, lancé la roue phonique, R, à une vitesse voisine de celle qu'on désire lui donner, les attractions successives des électros A et B, sur les dents du disque, donnent naissance à un couple moteur, et la roue continue à tourner ; elle prend une vitesse uniforme, qui dépend de la fréquence des impulsions communiquées par les électro-aimants et du nombre de ses dents ; en effet, si l'impulsion est envoyée dans un groupe au moment où les dents occupent, par exemple, la position de 2 et 3, 7 et 8, par rapport au groupe B, l'attraction exercée par les noyaux détermine une accélération du mouvement : au contraire, si l'excitation a lieu lorsque les dents sont dans la situation de 4 et 5, 9 et 10, par rapport au groupe A, l'aimantation tend à retenir les dents de la roue, et il s'ensuit un freinage, qui ralentit le mouvement. Ces actions ayant lieu à des intervalles extrêmement courts, la résultante est une vitesse suffisamment isochrone pour que le synchronisme, entre les appareils correspondants, soit assuré. Un volant, monté sur l'axe de la roue phonique, sert, en outre, de graduateur.

Les modifications de la vitesse s'opèrent avec facilité : il suffit de changer le régime de vibrations du diapason. A cet effet, chacune des branches de celui-ci porte une masse, qu'on peut déplacer à volonté : plus on la rapproche de l'extrémité, plus les vibrations sont lentes, et inversement ; afin de permettre de modifier la vitesse dans de faibles limites, on a disposé deux ressorts, qui s'appuient fortement sur la partie inférieure des branches du diapason, et qu'on peut déplacer en marche à l'aide d'une vis à bouton moleté, placée à l'extrémité gauche du diapason.

Correction du synchronisme.

Principe de la correction. — Les conditions d'établissement d'un synchronisme entre deux appareils correspondants ont été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indiquées pour l'appareil Hughes (V. p. 108) ; les mêmes considérations sont à retenir en ce qui concerne le Baudot, à savoir qu'aucun régulateur ne donne l'isochronisme parfait et qu'un système correcteur doit intervenir, à des intervalles de temps suffisamment rapprochés, pour empêcher des écarts appréciables de se produire.

Le mode de synchronisation au Baudot diffère cependant de celui du Hughes par les points suivants :

1° — Dans une communication Hughes, l'appareil récepteur est corrigé par celui qui transmet ; dès qu'on inverse le sens de la transmission, les rôles de correcteur et de corrigé se trouvent, du même coup, intervertis. Au Baudot, où un même distributeur assure jusqu'à six communications simultanées, il était indispensable que la correction du synchronisme fût indépendante des transmissions, afin que chaque opérateur pût interrompre et reprendre sa manipulation, sans s'inquiéter d'autre chose que de sa besogne propre. A cet effet, l'un des postes est, en permanence, correcteur et l'autre corrigé ; le premier envoie, à chaque révolution de ses balais, un courant de travail par un contact spécial de son distributeur ; ce courant, à l'autre poste, met en jeu, s'il y a lieu, le mécanisme correcteur qui sera décrit plus loin.

2° — Lorsqu'on met deux Hughes en communication, on s'efforce, tout d'abord, de leur donner des vitesses aussi identiques que possible, puis on corrige les écarts en retardant la roue correctrice du poste qui reçoit, si elle est en avance, et inversement. Au Baudot, on donne au poste corrigé *une vitesse légèrement supérieure* à celle du poste correcteur, et on rectifie seulement la position de ses balais lorsque l'avance qu'ils prennent pourrait devenir nuisible. Cette méthode offre un certain nombre d'avantages : tout d'abord, le système correcteur devient plus simple et l'on diminue de moitié le « flottement » ou, si l'on préfère, la marge de désaccord possible entre les deux appareils ; ensuite on n'a plus besoin d'un dispositif spécial (rappel au blanc dans l'appareil Hughes) pour mettre les deux appareils en phase : les balais des deux postes se mettent automatiquement d'accord, très peu de temps après l'entrée en contact.

Soient deux postes, A et B, dont les deux distributeurs doivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

être mis en synchronisme (fig. 242) ; A, correcteur, envoie, à chaque tour, par le contact 13, un courant de travail de correction ; les deux postes seront en synchronisme lorsque ce courant sera reçu sur le contact 13 du poste B. Mais, au moment où l'on met les appareils en marche, les balais des deux postes occupent, l'un par rapport à l'autre, des positions quelconques ; par exemple, au moment où parvient en B la fin du premier courant de correction, le balai de ce poste peut se trouver en x : l'accord n'existe pas encore. Mais B a réglé sa vitesse pour tourner un peu plus vite que A ; au tour suivant, lorsque parviendra la fin du second courant de correction, le balai B se trouvera en x' si l'angle xOx'

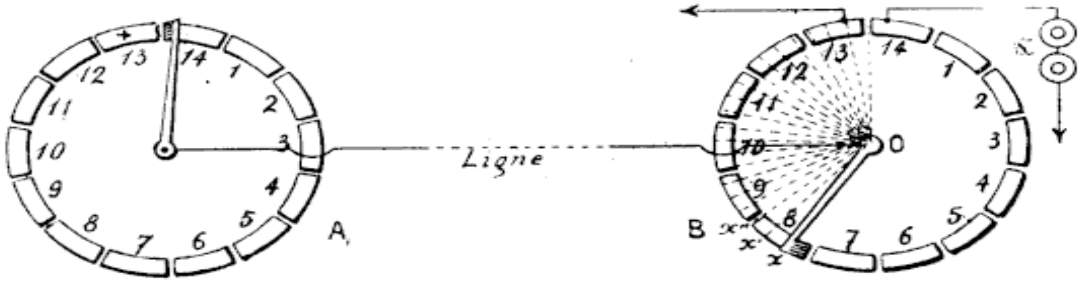


Fig. 242.

représente l'avance que peut prendre le balai de B, par rapport à celui de A ; au tour suivant, il se trouvera en x'', et ainsi de suite ; gagnant à chaque tour un nouvel angle, il arrivera nécessairement un moment où le balai B se trouvera précisément à la fin du contact 13 en même temps que finira de se manifester le courant correcteur de A : c'est à partir de ce moment que doit intervenir le système correcteur, pour maintenir l'accord et empêcher le balai B de continuer à bénéficier de sa supériorité de vitesse. On mettra donc le contact 13 à la terre et on reliera le 14 à un électro-aimant, E, agencé de telle sorte que le déplacement de son armature ait pour effet de décaler le balai en arrière : chaque fois que le balai B empiétera sur le contact 14 avant la disparition du courant de correction, le système correcteur fonctionnera et rectifiera l'avance ainsi prise par B.

Un tel dispositif ne donnerait cependant pas une concordance parfaite entre les deux balais, car la correction ne fonctionnerait qu'après que le balai B aurait débordé, sur le contact 14, d'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantité suffisante pour que l'électro-aimant correcteur, E, ait le temps de fonctionner : dans ces conditions, les courants reçus sur les contacts précédents auraient débordé également sur les voisins et les combinaisons enregistrées seraient tronquées. Il

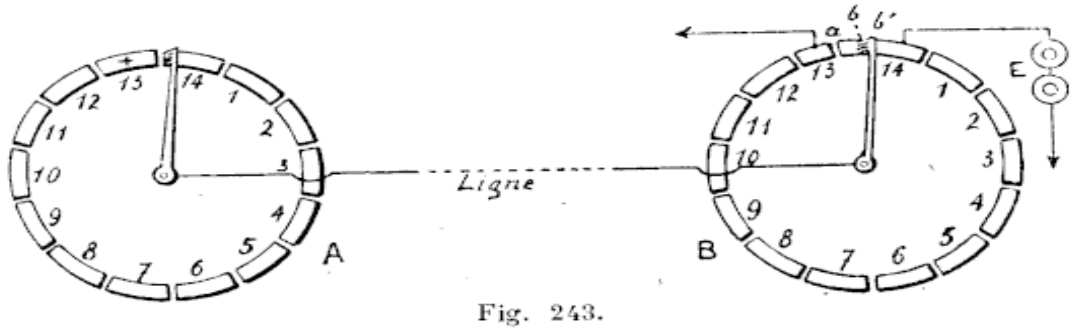


Fig. 243.

faut donc arriver à ce que la correction fonctionne *pour un empiètement tellement minime*, qu'il ne se produise aucun trouble. On atteint ce résultat par l'artifice suivant : on raccourcit le contact 13 (fig. 243), et on allonge d'autant le 14, par exemple de la longueur *ab*, le point *b* étant ainsi le point de l'espace où finirait la treizième division sans cette modification ; on calcule cette longueur, *ab*, de telle sorte que, lorsque les balais sont parfaitement d'accord, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas lieu à correc-

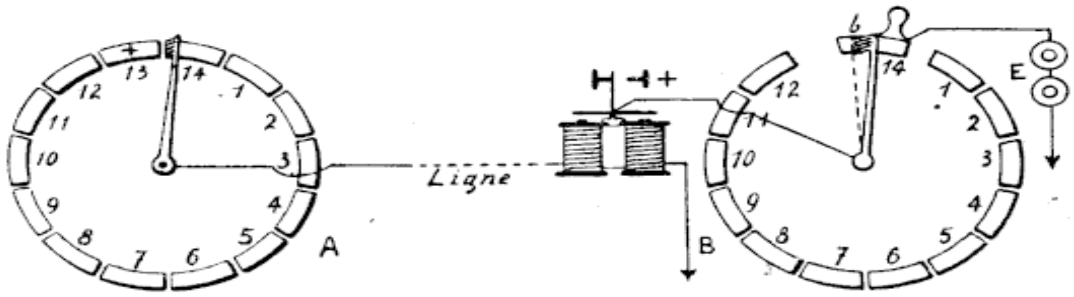


Fig. 244.

tion, l'électro-correcteur reçoit la fin du courant de correction, cela pendant un temps *insuffisant* pour le faire fonctionner, mais *très près* du minimum nécessaire. On voit qu'ainsi, dès que le balai B aura pris une avance très petite, et se trouvera, par exemple, en *b'* au moment où finira le courant de correction, la longueur *ab*, reçue en temps normal, augmentée de celle, *bb'*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui résulte de l'avance prise, formeront une somme suffisante pour que l'électro-aimant, E, fonctionne et retarde les balais ; mais, cette fois, le repérage a eu lieu pour un écart extrêmement faible, insuffisant pour apporter une perturbation quelconque dans la réception des signaux à traduire.

Dans la réalité, le courant de travail de correction est suivi d'un courant de repos, et tous deux vont faire fonctionner le relais du poste B (fig. 244) : on peut alors supprimer complètement le contact 13, qui ne servait précédemment qu'à la décharge de la ligne, et rendre mobile le contact 14 ; on pourra alors le faire empiéter sur la fin de la treizième division, et réaliser ainsi les conditions énoncées plus haut. Le point *b* est généralement désigné sous le nom de *point de repère* ; on verra plus loin que sa position, par rapport à la couronne de transmission, constitue la base de l'orientation de la réception aux deux postes.

Mécanisme correcteur.

Embrayage de l'arbre des balais.— L'arbre des balais émerge, de part et d'autre des platines, d'une quantité suffisante pour qu'on puisse placer un plateau de distributeur indifféremment d'un côté ou de l'autre de la cage, ou même un de chaque côté. Une roue intermédiaire, R (fig. 245), qui reçoit le mouvement de l'axe du régulateur, engrène, d'autre part, avec la roue principale, R′, montée folle sur l'arbre des balais, A ; à cette dernière est accolée une autre roue, R″, de diamètre plus petit.

L'arbre des balais, A, porte un disque en laiton, D, dans l'épaisseur duquel pivote un train d'engrenages formé de deux axes ; sur le premier, un petit pignon, *p*, qui engrène avec les dents de la roue R″ et qu'on appelle *pignon satellite* ; à l'autre extrémité de l'axe, un second pignon, *p′*, engrène avec un troisième, *p″*, monté sur le second axe et solidaire d'une roue à neuf, douze ou quinze dents, en forme d'étoile, E. Si on met en mouvement le moteur, on voit que la roue R″ fait tourner le pignon satellite et, avec lui, les deux autres pignons et la roue étoilée, mais que l'arbre, A, des balais n'est pas entraîné. Pour obtenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet entraînement, il suffit d'immobiliser, d'une façon quelconque, les rouages satellites ; une dent du pignon, *p*, vient alors se caler contre l'une des dents de la roue R″, et son axe, ne pouvant plus pivoter, entraîne le disque D, et, avec lui, l'arbre des balais.

Cette immobilisation est obtenue à l'aide d'un galet, G (fig. 246),

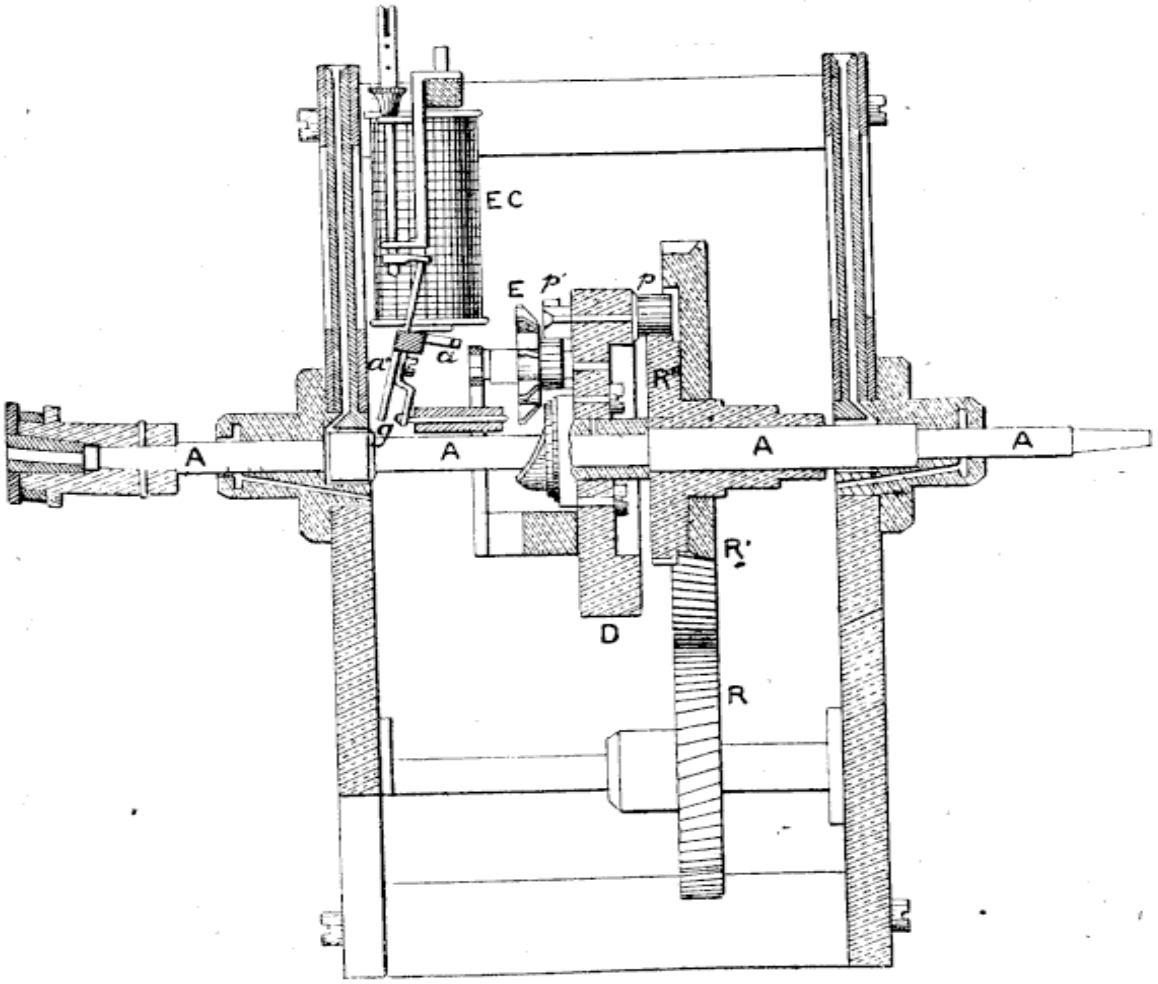


Fig. 245. — Mécanisme correcteur.

monté sur une chape, à l'extrémité d'un ressort, *r*, et qui, fixé sur le pourtour du disque, D, vient se poser entre deux dents de la roue étoilée, E ; l'appui du galet est suffisant pour résister à l'effort, relativement minime, qui produit l'entraînement des balais, mais on conçoit que, si l'on exerce sur l'étoile une action suffisante, on pourra chasser le galet, grâce à l'élasticité du res-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sort, r, faire tourner les rouages satellites et produire ainsi un décalage de l'arbre des balais par rapport à la roue, R″; ce sera le rôle de l'électro-aimant correcteur. La figure 247 montre, sous la forme schématique, l'embrayage de l'arbre des balais avec le moteur.

L'électro-aimant correcteur, EC (fig. 245), est monté dans une

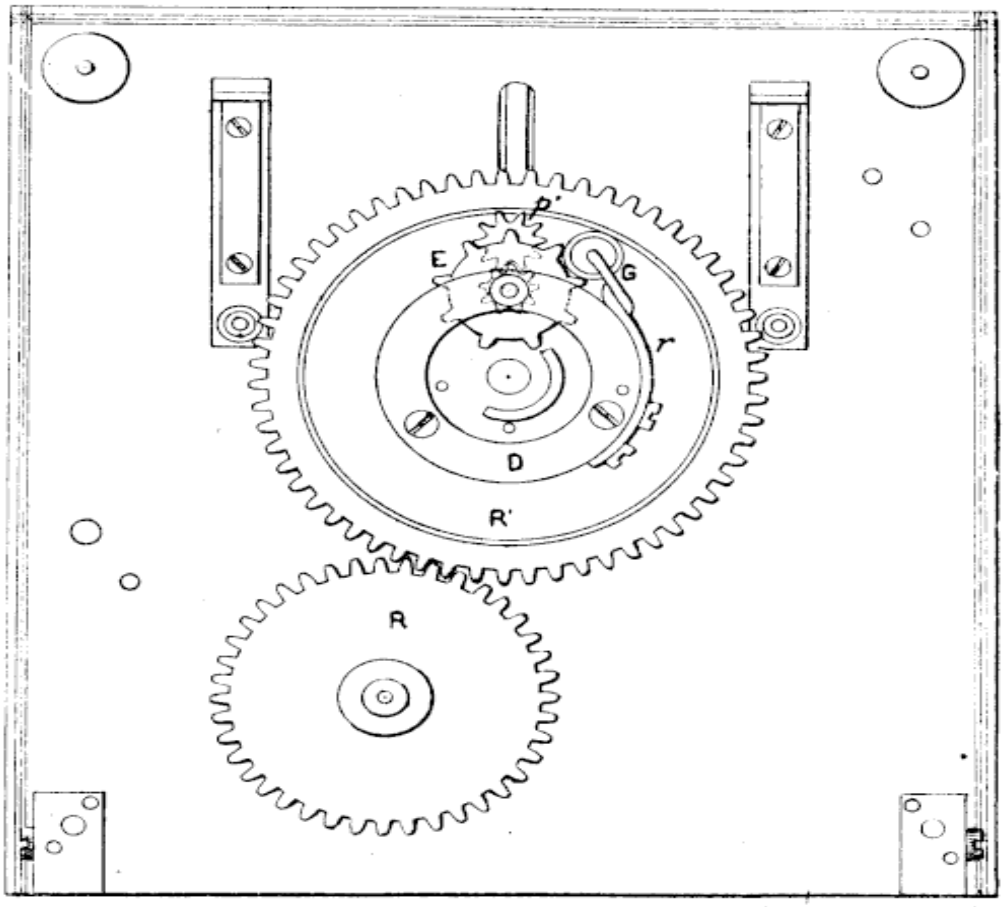


Fig. 246. — Mécanisme correcteur.

glissière, sur la paroi intérieure de la platine d'avant de la cage ; il se compose de deux bobines dont les noyaux sont reunis, à leur partie supérieure, par une culasse ; deux petites armatures, a, solidarisées par un axe de section carrée, sont placées au-dessous des noyaux. Une vis de butée règle la distance au repos entre les armatures et les noyaux. L'axe pivote entre deux vis à portée, montées sur deux équerres, supportées par le cadre en laiton de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'électro-aimant ; il est muni, à sa partie médiane, d'un appendice vertical, a' ; devant cet appendice se trouve la tête d'une goupille, g, introduite à frottement très doux dans un bras solidaire du cadre et parallèle à l'arbre des balais ; l'extrémité opposée de la goupille se trouve très près du champ de rotation de la roue étoilée, E. Si l'armature de l'électro-aimant correcteur vient à être attirée par les noyaux, son appendice, en se déplaçant d'arrière en avant, pousse devant lui la goupille, g, qui vient se placer sur le passage de l'étoile ; bientôt, une dent de celle-ci, rencontrant cet obstacle, est brusquement arrêtée, tandis que le disque, D, continue à tourner et oblige l'étoile à passer en pivotant sur son axe ; l'étoile enjambe, en quelque sorte, la goupille, le galet se trouve soulevé et, dès qu'il a franchi l'arête de la dent qui passe ainsi sous lui, retombe, sous l'action de son ressort, dans le creux suivant de l'étoile, qui vient prendre la place de celui dans lequel il reposait précédemment. Ce mouvement est transmis aux divers rouages et au pignon satellite, p, qui rétrograde sur la roue, R″; l'arbre des balais a donc été décalé, dans le sens du retard, par rapport au moteur ; la valeur de ce décalage dépend tout d'abord du rapport établi par les pignons entre la roue, R″, et l'étoile, et aussi du nombre de dents de cette dernière. Les pignons, p, p' et p'', ont respectivement douze, vingt-quatre et douze dents, et la roue, R″, quatre-vingt-seize : le rapport ressort donc à 1/16 ; d'autre part, l'étoile à, suivant les modèles de distributeurs, neuf, douze ou quinze dents, l'angle de décalage de l'arbre des balais s'établit finalement à :

2°,1/2 pour l'étoile à neuf dents ;
1°,7/8 pour celle à douze dents ;
1°,1/2 pour celle à quinze dents.

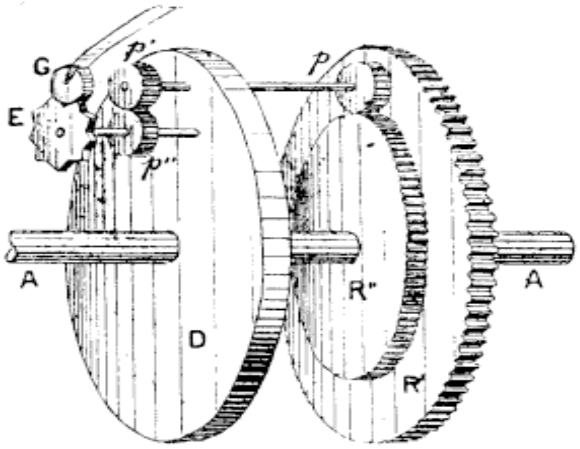


Fig. 247. — Embrayage de l'arbre des balais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on prend la moyenne entre le *point de repère* du contact mobile (V. p. 280), où a lieu la correction, et celui où sont rejetés les balais, on voit que, dans le cas le moins favorable, celui de l'étoile à neuf dents, le *flottement*, c'est-à-dire l'écart en avance ou en retard, qui peut exister entre les deux frotteurs correspondants, ne dépasse jamais 1°,1/4.

Aussitôt la correction effectuée, une came, montée sur la face avant du disque, D, rencontre l'extrémité de la goupille, *g*, et la repousse dans son logement, où elle reste jusqu'à une nouvelle attraction de l'armature de l'électro-correcteur.

Ce dernier a une résistance de 40 ohms ; il est shunté de 160 ohms, pour éviter l'étincelle au butoir du relais ; sa résistance résultante est donc de 32 ω. Le shunt consiste en un double enroulement de fil de maillechort, sous soie, placé directement sur l'enroulement excitateur.

Distributeur double.

Plateau du distributeur. — Un disque d'ébonite, enfermé dans un cadre circulaire en laiton, supporte six couronnes concentriques en bronze, dont trois, à la partie centrale, sont d'un seul bloc ; les trois couronnes extérieures sont sectionnées en plots, isolés les uns des autres, et à chacun desquels est attaché un fil ; ces différents fils sont réunis en câbles et rattachés à des plots, dont la réunion forme une *boîte de coupures* décrite plus loin.

Le plateau distributeur est placé, dans la position verticale, contre l'une ou l'autre face de la cage (fig. 248), par simple serrage au moyen de deux petites mâchoires en laiton, pénétrant dans une rainure pratiquée dans le cadre cylindrique qui supporte le plateau ; on peut ainsi le faire tourner à volonté d'un certain angle, dans des conditions qui seront indiquées plus loin, puis on serre les vis des mâchoires et il se trouve immobilisé. Le centrage du plateau par rapport à l'arbre des balais est assuré par une gorge annulaire, creusée dans l'épaisseur de la platine de la cage, et dans laquelle on place le cadre cylindrique.

Les balais, qui parcourent les couronnes du distributeur, sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supportés par trois bras articulés sur une pièce commune, constituant le porte-balais proprement dit ; la liaison entre l'arbre entraîneur et ce bras est réalisée de la façon suivante (fig. 249) : à l'extrémité de l'axe est fixé un manchon en bronze, M, percé dans le sens de sa longueur d'un trou cylindrique, dans lequel est encastrée une douille en acier trempé; dans cette douille s'engage,

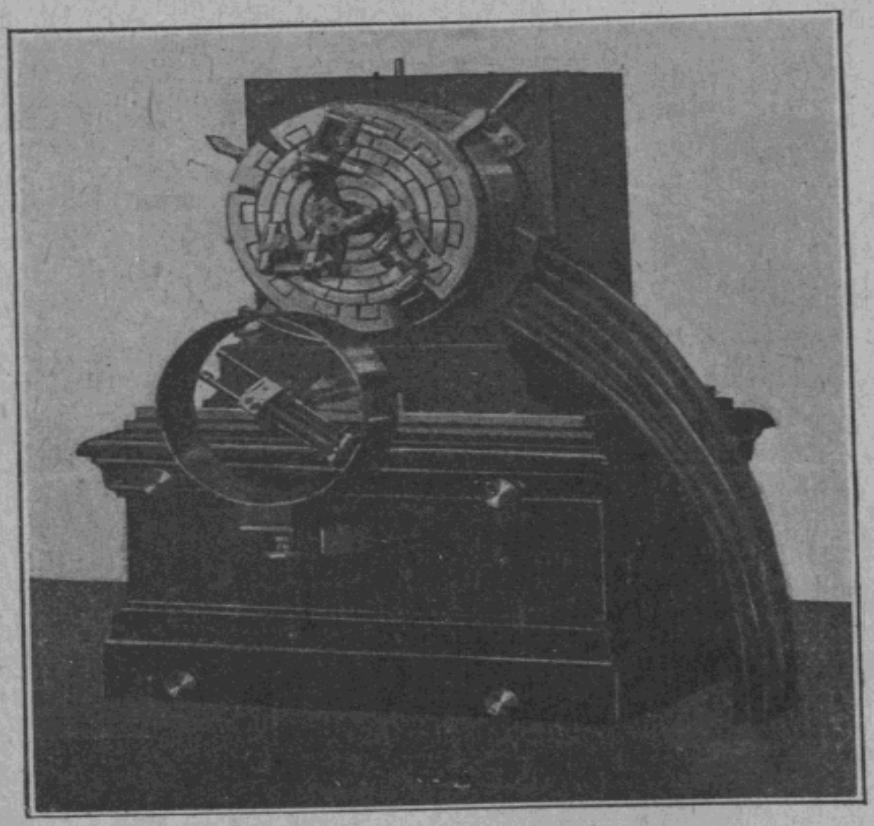


Fig. 248. — Distributeur double.

à frottement doux, un goujon, G, également en acier trempé, fixé à la partie centrale du porte-balais. L'un des bras est traversé par un axe portant, à son extrémité d'arrière, un cliquet, C, et, à l'avant, un bouton moleté, V ; un ressort à boudin, enroulé autour de l'axe, tend à amener le bec du cliquet, C, dans une gorge circulaire, *g*, que porte le manchon, M, à son extrémité antérieure ; cette gorge est constituée par la réunion de trois bagues en acier ; celle du milieu, de diamètre plus petit, porte sur son pourtour une encoche, *d*. Pour placer le porte-balais, on introduit d'abord le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

goujon, G, dans la douille du manchon, M, puis on soulève le cliquet, C, à l'aide du bouton moleté, V, et enfin on le laisse retomber dans la gorge, *g* : l'entraînement a lieu dès que le bec

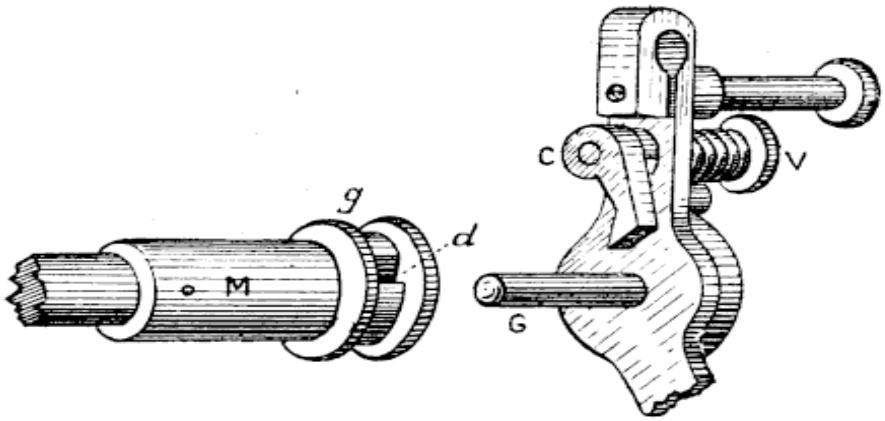


Fig. 249.

du cliquet est rencontré par l'encoche, *d*. Ce montage permet le repérage des balais par rapport au système correcteur.

Chacun des bras est terminé par une mâchoire, M′, serrant les

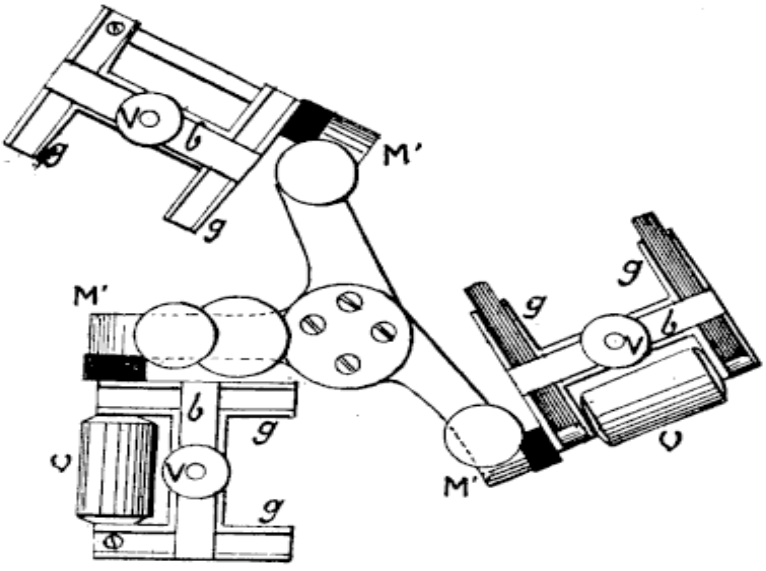


Fig. 250. — Porte-balais.

porte-balais proprement dits à l'aide d'un bouton moleté ; chacun de ces derniers (fig. 250), est constitué par un bloc en laiton, portant deux conduits ou gouttières, *g* ; une barrette transversale, *b*,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut venir s'appuyer sur le fond des gouttières, grâce à l'évidement pratiqué dans leurs parois et au serrage d'un bouton à vis, V ; dans les gouttières, on introduit les balais, formés d'un faisceau de fils de bronze, soudés ensemble à l'une de leurs extrémités, et qui se trouvent ainsi serrés par la barrette, *b* : leur stabilité et leur communication électrique étant ainsi assurées, il suffit de faire pivoter le porte-balais dans la mâchoire, M′, qui le soutient, puis de serrer le bouton moleté, pour que les brins libres des balais viennent s'appuyer, avec la pression qui convient, sur les contacts du distributeur.

Les trois bras porte-balais ayant des longueurs différentes, les deux plus courts sont lestés de contre-poids formés de vis *v* et *v′*, de grosseurs différentes, qui assurent l'équilibre de l'ensemble, quelle que soit sa position sur le distributeur.

Boite de coupures. — Les câbles venant des différents contacts du distributeur (V. fig. 248), sont amenés à une *boîte*

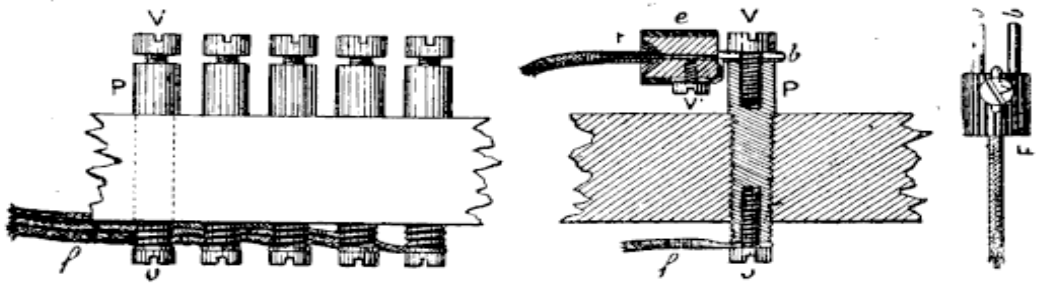


Fig. 251. — Plots de la boîte de coupures. Fig. 251 *bis*.

de coupures ; celle-ci consiste en un certain nombre de rangées de plots en laiton, implantées dans l'épaisseur de réglettes en bois, fixées elles-mêmes dans un évidement rectangulaire pratiqué dans la table du distributeur. Chacun de ces plots (fig. 251), porte, à ses deux extrémités, une vis servant à fixer un fil de communication ; sous la vis inférieure, *v*, on serre un brin, *f*, de l'un des câbles venant du distributeur, les fils, également câblés, allant aux différents organes de l'installation, manipulateurs, traducteurs, etc., sont rattachés chacun à une petite fourchette, F (fig. 251 *bis*) : un petit cylindre en laiton percé d'un trou, dans lequel l'extrémité dénudée du conducteur est introduite et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

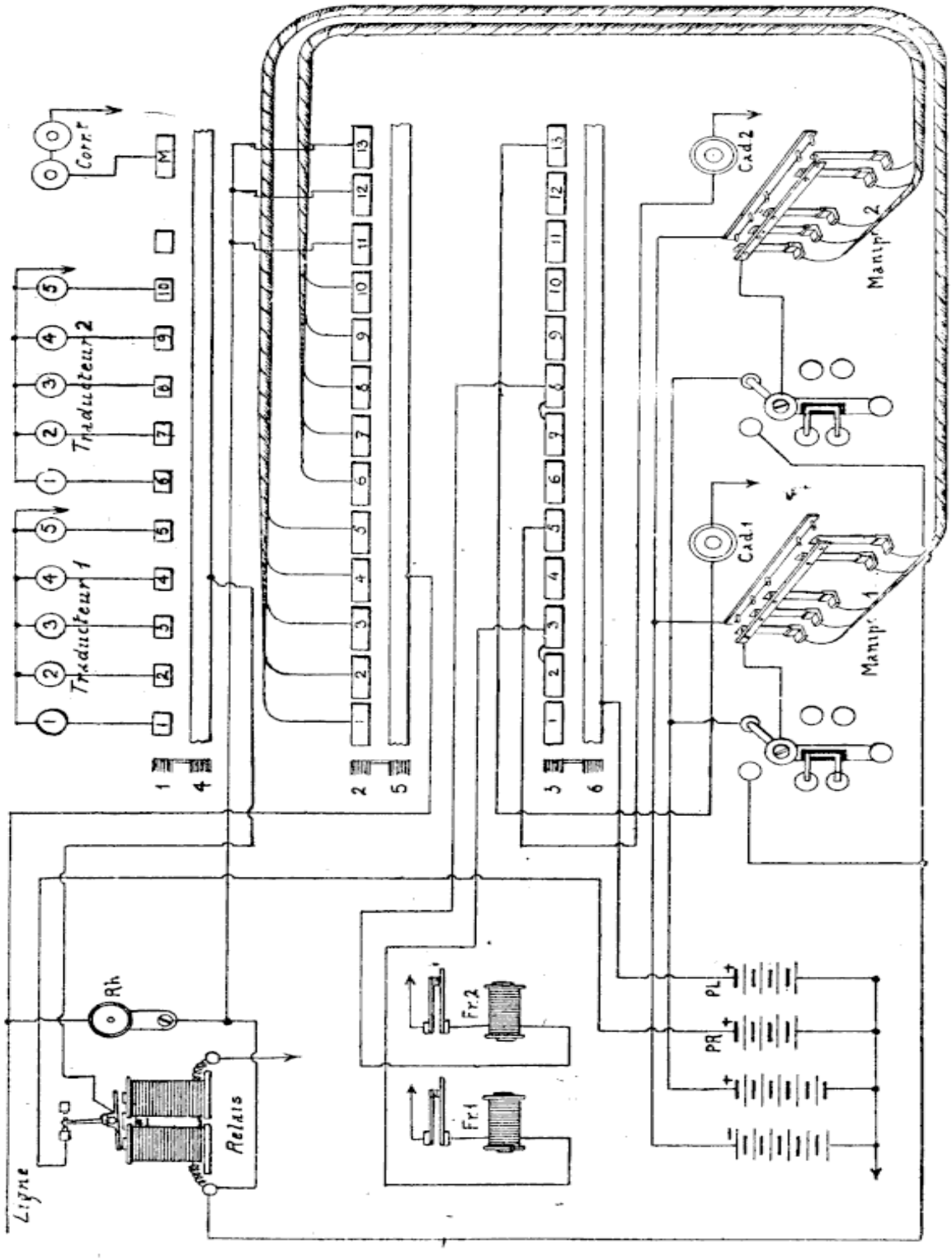


Fig. 252. — Schéma d'une installation double.

serrée ensuite sur la partie extérieure au moyen d'une vis, ρ'.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre est prolongé par deux petites branches, *b*, qu'on glisse sous la vis supérieure, V, du plot, P ; un tube en ébonite, *e*, recouvre la partie cylindrique, afin d'éviter tout contact anormal entre une fourchette et ses voisines.

Communications d'une installation double. — Les six couronnes du distributeur se numérotent à partir de l'extérieur ; les trois couronnes centrales, 6, 5 et 4, sont d'un seul bloc et communiquent respectivement, par l'intermédiaire de la boîte de coupures, avec une pile locale, la ligne, et le massif du relais récepteur. La troisième est divisée en treize ou quatorze contacts, suivant les types de distributeurs ; on y prend ceux qui conviennent pour envoyer, au moment voulu, un courant dans les frappeurs de cadence, et aussi pour assurer un synchronisme relatif entre les balais et chacun des traducteurs. On la désigne sous le nom de couronne des *fonctions locales* ou encore de *couronne des freins et cadences*. La deuxième couronne comprend également treize ou quatorze contacts ; les dix premiers sont reliés chacun à l'une des touches d'un manipulateur (V. fig. 227, p. 257) ; deux autres contacts servent à l'envoi ou à la réception des courants correcteurs (V. fig. 244, p. 278) ; le ou les contacts restants sont réservés pour constituer une *marge de propagation*, comme il sera indiqué plus loin (V. diagramme, fig. 255, p. 293).

La première couronne comprend douze contacts, répartis en trois groupes, l'un de cinq, le second de six, le douzième contact indépendant des deux premiers groupes. Chacun de ceux-ci peut être déplacé à l'aide d'une petite manette métallique fixée à la réglette d'ébonite qui supporte les groupes de contacts (V. fig. 248, p. 285). Les dix premiers contacts communiquent chacun avec l'un des électro-aimants d'un traducteur (V. fig. 227, p. 257), le onzième contact, inutilisé dans les installations doubles ordinaires, n'a son emploi que dans les installations pour postes échelonnés, qui seront examinées plus loin. Le contact indépendant est relié à l'électro-aimant correcteur (V. fig. 244, p. 279), on lui a réservé le nom de *contact mobile*, bien qu'en réalité toute la couronne soit déplaçable.

Les balais sont conjugués électriquement de la façon suivante :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le sixième avec le troisième, le cinquième avec le quatrième, le quatrième avec le premier. La figure 252, dans laquelle, pour plus de clarté, les couronnes ont été groupées par paires et développées comme si elles étaient placées sur le pourtour d'un cylindre, montre l'ensemble d'une installation double à 13 contacts.

Le poste corrigé, recevant par le secteur 1 et transmettant par le secteur 2, place, en conséquence, les manettes de ses deux manipulateurs. Au moment où le balai de la troisième couronne passe sur le contact 5, et envoie le courant de la pile locale dans le frappeur de cadence, F, l'agent manipulant exécute une combinaison, et ses touches, suivant qu'elles sont abaissées ou laissées au repos, mettent les contacts 6, 7, 8, 9 et 10 en communication avec l'une ou l'autre des piles de ligne ; le balai de la deuxième couronne, passant successivement sur chacun de ces contacts, envoie les courants sur la ligne, par l'intermédiaire de la cinquième couronne ; ces courants sont dérivés à la sortie de l'installation à travers un rhéostat, R*h*, et actionnent le relais ; lorsque celui-ci est mis sur travail, son massif envoie, à la quatrième couronne, un courant de la pile rattachée à son butoir de travail ; ce courant passe de la quatrième dans la première couronne et va actionner les électro-aiguilleurs d'un traducteur placé à côté de l'opérateur, donnant ainsi le contrôle de la transmission.

Une combinaison, transmise par le poste correcteur par les contacts 1, 2, 3, 4 et 5, parvient au poste corrigé sur les contacts de mêmes numéros de la deuxième couronne, par l'intermédiaire de la cinquième et des balais conjugués ; les courants se rendent dans les touches du manipulateur n° 1 ; ils passent dans la butée d'arrière et, par l'axe de la manette et le plot de gauche (la manette étant mise dans la position de réception), traversent le relais, R, et se rendent à la terre. Le relais actionne les électro-aiguilleurs par l'intermédiaire des balais des quatrième et première couronnes.

Les courants correcteurs sont reçus sur les contacts 12 et 13 et vont directement au relais par la liaison établie dans la boîte de coupures.

Rhéostat de contrôle. — Le rhéostat, R*h*, au travers duquel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est prise la dérivation de contrôle, se compose d'un disque (fig. 253) portant une tige filetée ; un écrou, E, vissé sur la tige, serre le fil, ER, allant à l'entrée des bobines du relais. On empile ensuite sur la tige, une rondelle en ébonite, *i*, une lamelle en cuivre, *r*, et enfin les bobines de résistance, *b*. La lamelle est isolée de la tige par de l'ébonite et communique avec le fil de dérivation, L, serré par une vis, V, sur un plot, *p*, encastré dans la table.

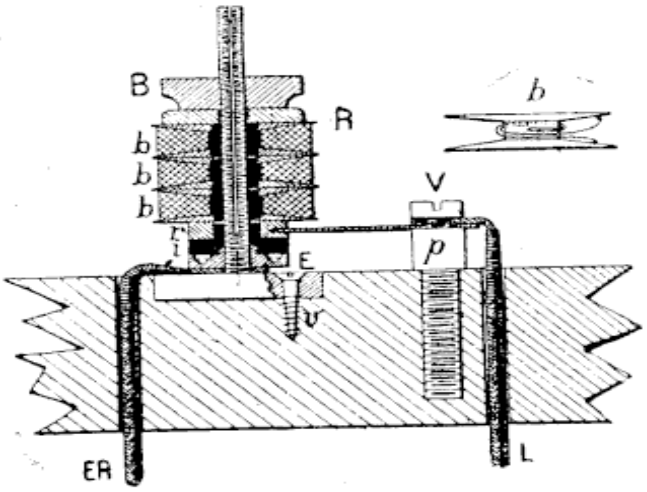


Fig. 253.

Les carcasses des bobines sont constituées par un manchon d'ébonite, percé d'un trou ; sur ce manchon sont fixées deux joues en laiton, entre lesquelles est enroulé un fil de maillechort très fin, isolé à la soie ; l'enroulement est fait en double, afin de rendre nulle la self-induction ; les extrémités du fil sont soudées aux joues, de sorte qu'en superposant plusieurs bobines semblables, la sortie de l'une communique avec l'entrée de la suivante.

Lorsqu'on a placé sur la tige le nombre de bobines nécessaire pour obtenir la résistance qu'on désire, on enfile une rondelle intermédiaire, R, puis on visse un écrou, B, qui bloque le tout. Afin d'éviter que le serrage puisse communiquer aux bobines un mouvement de rotation, susceptible de rompre les fils soudés aux joues, la tige filetée est entaillée d'une fente longitudinale, dans laquelle s'engage un ergot porté par la rondelle, R : tout roulement est ainsi rendu impossible et le serrage de l'écrou détermine seulement une pression verticale.

Bornes d'entrée de poste. — Les communications extérieures sont amenées à l'installation par l'intermédiaire de six *bornes à interrupteur*, placées à l'arrière de la table du distributeur : un disque en laiton (fig. 254), encastré dans le bois, sert d'embase

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la tige filetée. Le fil, *f*, allant à la boîte de coupure, est serré entre cette embase et un écrou, *e*. On enfile ensuite sur la tige une équerre, E, sur la branche verticale de laquelle est serré, à l'aide d'une vis, V, le fil, *l*, venant de l'extérieur, ligne, pile ou terre ; la partie centrale et la face inférieure de l'équerre, E, sont isolées de la tige filetée par une plaque d'ébonite, *i* ; enfin, un bouton moleté, B, est vissé sur la tige : dès que le bouton vient serrer sur la face supérieure de l'équerre, la communication est établie entre les deux fils, *f* et *l* ; pour isoler l'un de l'autre, il suffit de desserrer le bouton, B.

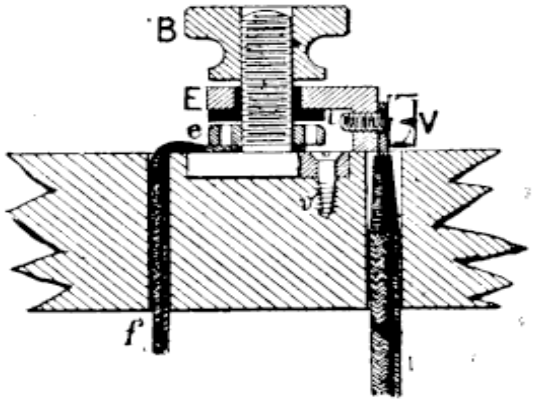


Fig. 254.

Utilité des contacts supplémentaires. — Si l'on veut alterner les transmissions, sur une ligne de quelque longueur, on doit tenir compte de ce fait que la propagation n'est pas instantanée, et ajouter encore à sa durée la constante de temps du relais placé à l'extrémité de la ligne.

Soient deux distributeurs doubles, A et B (fig. 255) : le poste correcteur, A, transmet par le premier secteur. Entre le moment où son balai commence à émettre un courant, en arrivant sur le contact 1, et celui où ce courant a atteint, en B, l'intensité suffisante pour déplacer l'armature du relais, il s'écoule un temps, qui peut être égal à celui que le balai met à parcourir la moitié du contact 1 ; si le synchronisme est réalisé dans les conditions indiquées plus haut (V. p. 279), le balai de B se trouve en tête du contact n° 1 au moment où a lieu le mouvement de l'armature, et le distributeur B se trouve décalé d'un angle de un demi-contact, dans le sens du mouvement des balais ; les courants émis en A, par les contacts suivants, 2, 3, 4 et 5, tombent sur les contacts de mêmes numéros.

Le poste corrigé, B, ayant fini de recevoir lorsque son balai se trouve à la fin du contact 5, commence aussitôt à transmettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les contacts 6, 7, 8, 9 et 10 ; ses courants, pour parvenir en A et faire fonctionner le relais, subissent un retard égal à celui qui a été constaté dans le sens A-B, c'est-à-dire qu'entre la fin de la

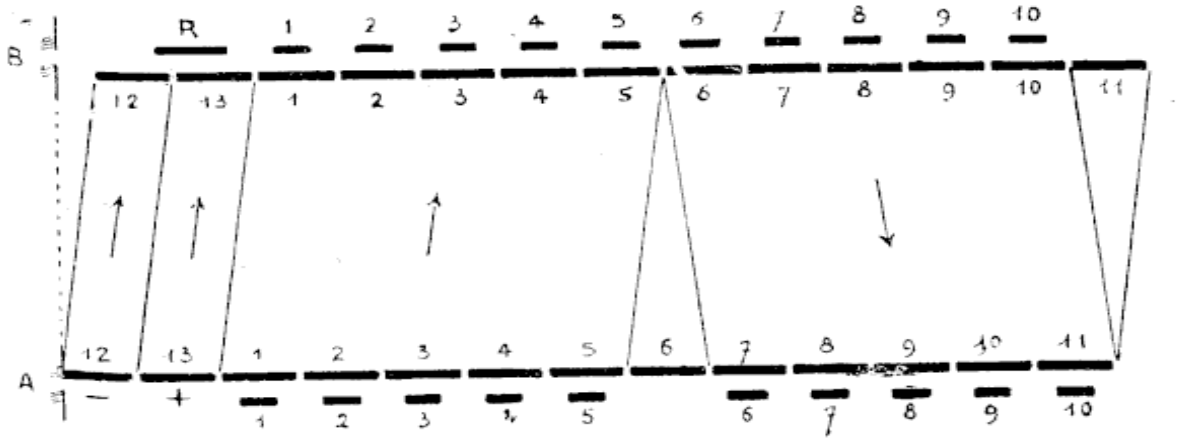


Fig. 255.

transmission de A et le commencement de sa réception, son balai a le temps de parcourir un contact entier, et les courants émis en B par les contacts 6, 7, 8, 9 et 10 sont reçus en A sur les 7, 8, 9, 10 et 11.

Sur une ligne plus courte ou de nature différente, le temps de

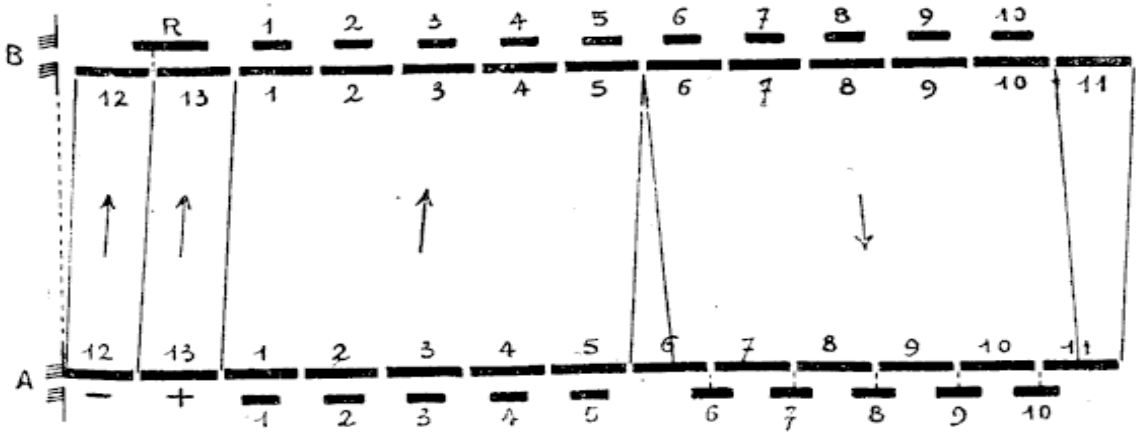


Fig. 256.

propagation pourrait évidemment être inférieur au maximum supposé ci-dessus. S'il représentait seulement un quart de contact, les deux distributeurs auraient les positions relatives indiquées par la figure 256.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'examen du diagramme de la figure 255 montre que le poste correcteur, envoyant les courants de synchronisme par les contacts 12 et 13, doit nécessairement transmettre par le premier secteur et recevoir par le deuxième, car la marge d'un seul contact ne permettrait pas de supporter deux fois le temps de propagation aller et retour dans une même révolution des balais. Si, pour une raison quelconque, on devait intervertir l'affectation des secteurs, il serait obligatoire que les courants de correction fussent envoyés par les contacts 11 et 12, et le diagramme deviendrait celui de la

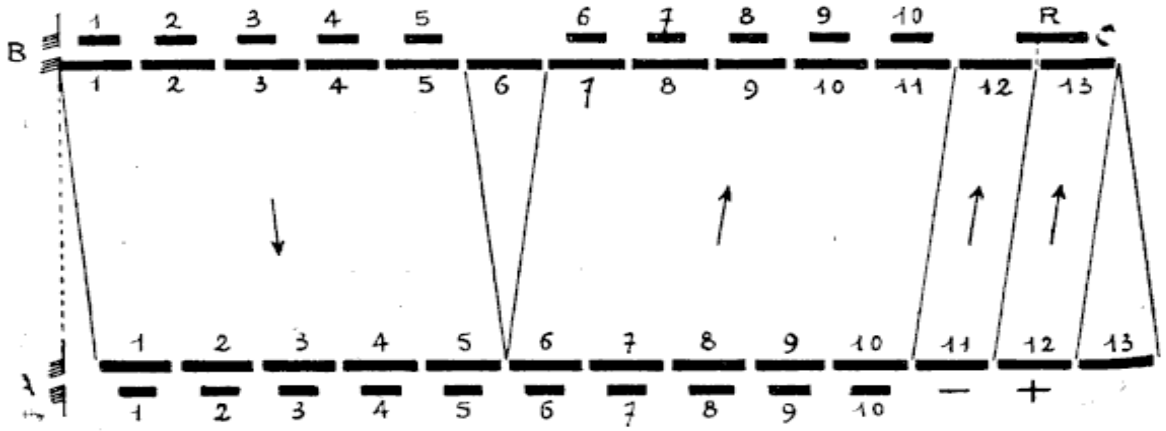


Fig. 257.

figure 257, afin que la transmission et les courants correcteurs de A se suivent sans intervalle. Dans le premier cas (fig. 255), on dit que la correction est envoyée « en tête », c'est-à-dire avant les courants de transmission, et dans le second (fig. 257), elle est envoyée « en queue ».

Orientation. — On désigne sous ce nom le réglage qui consiste à placer le contact mobile du poste corrigé et les secteurs de la première couronne des deux postes, dans des conditions telles que chacun d'eux enregistre correctement les signaux qui lui sont destinés. Ces conditions sont réalisées dans les divers diagrammes donnés ci-dessus ; il suffira donc d'examiner ceux-ci pour en déduire les bases sur lesquelles doit être effectuée, dans chacun des postes, l'opération de l'orientation.

La comparaison des figures 255 et 256 fait ressortir :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Que la différence dans le temps de propagation, passé de 1/2 contact à 1/4, n'a modifié en rien la position relative des contacts du poste corrigé ;

2° Que, par contre, au poste correcteur, elle a entraîné un décalage du secteur 2 de la première couronne, par rapport à la couronne de transmission.

L'orientation des deux postes doit donc être envisagée séparément.

Orientation du poste corrigé. — On peut formuler, dès maintenant, ce principe que l'orientation du poste corrigé est *invariable*, et absolument indépendante de la ligne sur laquelle on le place ; elle doit être faite *en local*, c'est-à-dire avant l'entrée en contact avec le poste correspondant. En effet, si l'on se reporte à la figure 242 (p. 278), qui montre schématiquement comment s'établit le synchronisme entre deux postes, on voit que le moment où la correction commence à fonctionner dépend aussi bien du temps pris par la propagation que de la position occupée de prime abord par le balai ; ce moment aurait été hâté si la propagation s'était faite plus rapidement, il aurait été retardé, au contraire, dans le cas d'une propagation plus lente. Mais, une fois ce moment atteint, le temps qui a pu s'écouler entre le départ du courant de repos de correction et sa manifestation au poste corrigé, est compté une fois pour toutes et, comme, sauf perturbations sur la ligne, il est évidemment le même pour les courants de signaux qui le suivent, on peut admettre que ceux-ci s'échelonnent à des intervalles rigoureusement égaux à ceux qui les ont séparés au départ.

L'orientation du poste corrigé s'effectue de la façon suivante : on détermine, tout d'abord, la position du *point de repère* sur le contact mobile ; pour cela, on fait tourner les balais à leur vitesse normale, puis on couvre le contact mobile avec un papier assez rigide ; enfin, après avoir placé l'index du relais dans la position de travail, on découvre lentement et progressivement le contact mobile, en partant de l'avant et en ayant soin de tenir le bord du papier toujours sur un rayon du distributeur ; l'indicateur de l'électro-correcteur accuse des attractions progressivement plus accentuées de l'armature ; lorsqu'on a découvert une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suffisante pour que l'attraction soit franche et fasse fonctionner le système correcteur, on marque, sur le contact mobile, le rayon sur lequel se trouve le bord du papier et on le considère, dans la pratique, comme le point de repère. Le point théorique serait situé à 1°,1/4 en arrière, si l'étoile de correction a neuf dents, puisqu'elle retarde les balais de 2°,1/2 (V. p. 283).

Le placement du secteur de réception, par rapport au point de repère, se fait sur les bases suivantes ; si l'on considère, par exemple, le premier courant de transmission, le balai du poste correcteur parcourt un angle d'un contact et demi entre la fin du 12 et le milieu du 1 : on place donc le secteur mobile de manière à laisser exactement un angle d'un contact et demi entre le point de repère et le *milieu* du contact 1 ; et, comme les cinq contacts du secteur sont montés sur une même glissière, l'orientation faite pour le premier est valable pour les autres. On calcule sur le *milieu* parce que les contacts de la première couronne sont écourtés, pour des raisons qui seront examinées plus loin.

Cette condition réalisée, la réception correcte du poste corrigé est assurée, mais il importe également que le contact mobile occupe, par rapport à la couronne de transmission, la position la plus favorable à la bonne orientation du poste correcteur. Les diagrammes ci-dessus montrent que, la correction étant établie au point de repère, R, la réception du poste corrigé se termine exactement lorsque ses balais ont franchi un angle de 6/13 : il importe donc qu'à ce moment, le balai de la deuxième couronne se trouve au commencement de la transmission, c'est-à-dire en tête du contact 6, afin de laisser au poste correcteur la totalité de la marge d'un contact, réservée pour la propagation, et dont le corrigé n'a pas l'emploi, puisque sa position, à lui, est invariable. On atteint ce but en plaçant le contact mobile de telle sorte que le balai de la première couronne se trouve exactement au point de repère lorsque celui de la deuxième est à la fin du 12 et au commencement du 13, c'est-à-dire sur la fente qui sépare ces deux contacts. C'est la position qu'on a donnée au poste corrigé sur les diagrammes (fig. 255 et 256), où la correction est envoyée « en tête » ; lorsque cet envoi a lieu « en queue » (V. fig. 257), on place le contact mobile dans des conditions identiques, afin

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la transmission ait lieu sans intervalle, dès que le balai de la deuxième couronne arrive en tête du contact 1 ; seulement on décale de 1/13 le secteur mobile n° 2, qui sert à la réception, afin de laisser, entre le milieu du dixième petit contact et le point de repère, R, la distance angulaire d'un contact et demi, qui existe, au poste correcteur, entre le milieu du 10 et la fin du 11.

Dans la pratique, on opère ces réglages dans l'ordre inverse de celui où ils sont exposés ici : on commence par établir la position du point de repère par rapport à la deuxième couronne, puis on définit la distance angulaire qui doit le séparer du secteur de réception.

Le secteur affecté au contrôle de la transmission est toujours placé « au pair », c'est-à-dire de manière que les balais de la première et de la deuxième couronne se trouvent toujours, en même temps, au milieu de contacts du même numéro.

Causes susceptibles de faire varier la position du point de repère. — La position du point de repère sur le contact mobile, c'est-à-dire l'empiètement nécessaire au fonctionnement de la correction, dépend de la sensibilité de celui-ci et de l'intensité du courant qui lui est envoyé par le relais ; il est facile de maintenir constants ces deux facteurs et de conserver, par suite, au point de repère, une position invariable sur le contact mobile. Si, par exemple, la pile du relais venait à s'affaiblir, ou encore si la goupille de correction arrivait à se fausser et devenait moins libre, l'armature devrait être sollicitée plus longtemps avant de se déplacer, et le point de repère serait déplacé dans le sens du mouvement : il en résulterait, tout d'abord, que la distance angulaire, définie plus haut, serait diminuée (dans le cas de la correction « en tête ») et que les émissions destinées, par exemple, au premier contact, pourraient aller, en partie, actionner le deuxième électro-aiguilleur ; on dit alors qu'on reçoit « sur la suivante » ; en outre, le poste correcteur serait également désorienté et recevrait « sur la précédente », comme on le verra plus loin.

Orientation du poste correcteur. — Il a été signalé plus haut (V. p. 293) que la position du secteur de réception, au poste correcteur, dépend du temps pris par la propagation dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque sens ; c'est ainsi que, lorsque celui-ci est égal à « un demi-contact », pour employer l'abréviation courante, le contact 6 de réception a son milieu en face de celui du septième de la deuxième couronne (V. fig. 255) ; avec une propagation d'un quart de contact, ce même point se trouve vis-à-vis de la séparation des sixième et septième de la deuxième couronne ; le poste correcteur supporte donc toutes les variations qui peuvent se produire, dans la vitesse de la propagation, et doit modifier la position de son secteur toutes les fois qu'un changement notable s'est manifesté; fort heureusement, cette nécessité ne s'impose qu'à des intervalles très espacés et il n'est pas rare qu'une orientation faite le matin, à l'ouverture du service, n'ait que peu varié à la fin de la journée.

L'opération pratique de l'orientation du poste correcteur est extrêmement simple ; sur sa demande, le poste corrigé lui envoie, à chaque tour de ses balais, un courant de travail par le contact 8, en abaissant en permanence la touche 3 de son deuxième manipulateur; cette émission, au poste correcteur, doit actionner le troisième électro-aiguilleur du deuxième traducteur ; l'opérateur de ce poste la recherche, au besoin, en déplaçant au hasard son secteur mobile dans les deux sens ; lorsqu'il l'a trouvée, il pousse lentement le secteur, par exemple, dans le sens du mouvement des balais, jusqu'à ce que l'émission soit enregistrée irrégulièrement par le troisième électro-aiguilleur ou même actionne en même temps le deuxième (il reçoit alors la lettre I, au lieu de Y, sur sa bande) ; il note la position de son secteur au point où cette irrégularité s'est produite, puis il déplace le secteur dans le sens opposé, jusqu'à ce qu'il constate de nouveau l'irrégularité ou l'entraînement du quatrième électro-aiguilleur (la bande enregistre alors la lettre B) et note le nouveau point atteint ; la meilleure position à donner à son secteur est évidemment à égale distance de ces deux points, où se manifestent les irrégularités.

On voit donc, maintenant, que le poste corrigé échappe à toutes les perturbations pouvant résulter d'un changement dans le temps de propagation, et que celles-ci affectent exclusivement le poste correcteur. Voici comment s'explique ce fait : soient deux postes, A et B, orientés comme ceux de la figure 255, sur une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propagation d'un demi contact ; supposons que le temps de propagation puisse diminuer brusquement de moitié, c'est-à-dire passer d'un demi à un quart de contact seulement (c'est une variation considérable, qu'on ne rencontre pas dans la pratique) : au premier moment, le balai, B, ne se trouve encore que sur le dernier quart du contact 12, lors du rappel du relais, sous l'action du courant de repos de correction ; le balai n'ayant pas atteint le point de repère, la correction ne fonctionne pas ; au tour suivant, les balais de B ont pris de l'avance sur ceux de A, et se trouvent un peu plus près du point de repère, au moment du rappel du relais, mais ne l'atteignent pas encore ; ils conservent donc l'avance qu'ils viennent de prendre ; en un mot, la correction ne recommence à fonctionner normalement que lorsque les balais de B ont gagné, sur ceux de A, un angle égal à un quart de contact ; ils rencontrent donc les différents contacts *plus tôt* qu'ils ne l'auraient fait, si la propagation était restée égale à un demi-contact. Cette avance des balais équivaut, sur le diagramme, à un déplacement de tout le distributeur en sens inverse du mouvement, et les deux postes se trouvent dans la situation de ceux que montre la figure 256 ; le poste corrigé, B, continue à recevoir correctement, comme si rien ne s'était passé ; au poste correcteur, au contraire, l'écart entre la fin de la transmission et le commencement de la réception, qui était précédemment d'un contact entier, n'est plus que d'un demi-contact ; les émissions de A lui parviennent donc *trop tôt* et il les reçoit « sur la précédente », tant qu'il laisse son secteur mobile dans la position de la figure 255 : il est ainsi amené à déplacer ce secteur à l'encontre du mouvement des balais pour lui donner la place qu'il occupe sur la figure 256.

Il est à remarquer qu'un écart aussi subit et aussi considérable que celui qui vient d'être supposé, pourrait, aux premières révolutions, altérer la réception de B, mais, comme il a été dit plus haut, ceux qui se produisent dans la pratique n'atteignent jamais une telle importance ; ils ont bien sur le fonctionnement de la correction la répercussion qui vient d'être indiquée, mais leur effet passe complètement inaperçu, grâce à l'écourtement des contacts de la première couronne, dont il va être question plus loin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un mauvais placement du contact mobile au poste corrigé ou, ce qui revient au même, un déplacement du point de repère sur le contact mobile, a également pour effet d'altérer la réception du poste correcteur ; si le déplacement a lieu dans le sens du mouvement (fig. 258), le point de repère se trouve dérobé à l'atteinte du balai, la correction reste pendant plusieurs tours sans fonctionner, jusqu'à ce que les balais du poste corrigé aient gagné, sur ceux de A, un angle égal à celui dont on a déplacé intempestivement le contact mobile ; ils transmettent donc *plus tôt*, et le poste

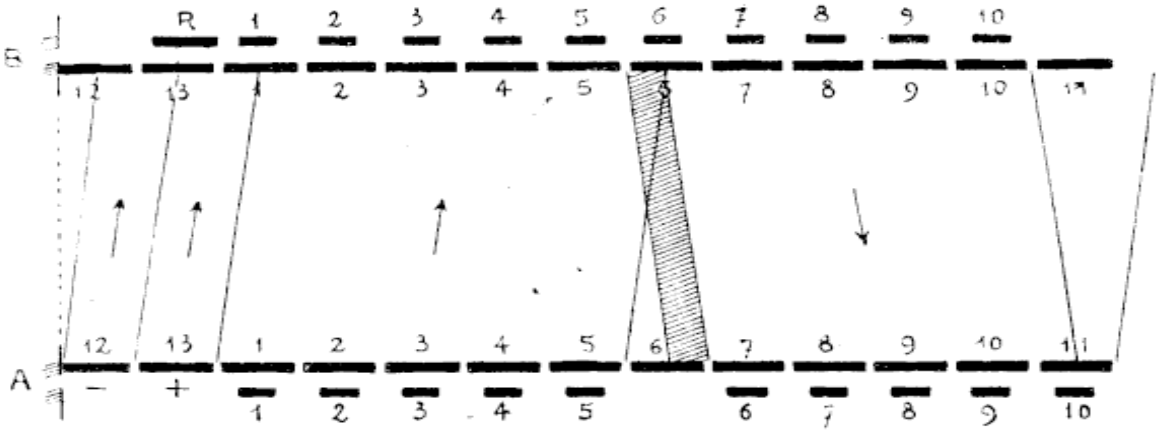


Fig. 258.

correcteur reçoit « sur la précédente », tandis que le poste B reçoit « sur la suivante » ; en outre, comme la réception s'étend nécessairement à 6/13 après le point de repère, la fin est reçue sur la première moitié du contact 6 relié au manipulateur 2, sur transmission ; il en résulte un chevauchement de la dernière émission de A et de la première de B, de telle sorte que les deux postes, même en déplaçant leurs secteurs mobiles, n'arriveraient pas à recevoir correctement ces deux émissions.

On démontrerait de même que, si le déplacement du contact mobile a lieu à l'encontre du mouvement, le balai B, au premier tour dépasse certainement le point de repère, même s'il n'y a pas lieu à correction ; celle-ci fonctionne donc pendant un certain nombre de tours consécutifs, jusqu'à ce que les balais B aient été retardés de l'angle dont le contact mobile a été déplacé ; le poste

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corrigé transmet alors *plus tard*, le correcteur reçoit « sur la suivante », tandis que le corrigé reçoit « sur la précédente ».

Rectification des signaux à l'arrivée. — L'orientation des contacts de réception étant faite dans les conditions qui viennent d'être indiquées, si les signaux ne subissaient, en cours de route, aucune déformation, les changements de position de l'index du relais, sous l'action des inversions du sens du courant, auraient lieu exactement au moment du passage des balais sur la fente qui sépare deux contacts consécutifs. Mais il n'en est jamais ainsi, pour les raisons suivantes :

1° Comme on vient de le voir, le temps de propagation est susceptible de varier dans le courant d'une période de travail ;

2° Le courant de repos, qui garnit tous les intervalles entre les émissions de travail, soustrait bien l'armature à l'action des courants parasites, qui parcourent constamment les lignes, comme il a été dit précédemment (V. p. 136), mais il ne peut évidemment les empêcher de se produire ; il en résulte que l'accroissement de l'intensité, à l'arrivée d'une émission donnée, peut être accéléré ou ralenti, suivant qu'un courant parasite, qui se produit à cet instant, est de même sens ou de sens contraire ; le fonctionnement du relais se trouve donc, suivant le cas, hâté ou retardé ;

3° Une émission, de la durée d'un seul contact, ne fait généralement pas atteindre, à l'intensité sur la ligne, son régime permanent, de telle sorte que, si deux ou plusieurs contacts consécutifs envoient des courants de même sens, la charge de la ligne se trouve plus élevée ; la première émission de pôle contraire, qui vient ensuite, met donc plus ou moins de temps, suivant le cas, pour décharger le conducteur, le charger en sens contraire et faire fonctionner le relais.

4° Ces diverses causes de perturbation, dans le moment du déplacement de l'armature du relais, agissent également sur le fonctionnement de la correction : si le relais revient trop tôt sur repos, l'électro-correcteur peut n'être pas actionné, alors que les balais ont pris de l'avance et devraient être retardés ; et inversement.

Tous ces facteurs d'altération forment une somme algébrique et, s'ils peuvent se compenser dans une certaine mesure, ils sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également susceptibles de s'ajouter. Il s'ensuit que la position de l'index du relais est absolument incertaine, pendant le temps qui précède et celui qui suit le passage des balais sur la séparation des contacts ; si l'on n'y portait pas remède, une émission destinée, par exemple, au troisième, pourrait être renvoyée par le relais, soit sur la fin du deuxième, soit sur le commencement du quatrième ; et si le débordement était suffisant pour que les électro-aiguilleurs, rattachés à ces contacts, fussent actionnés, le traducteur imprimerait une autre lettre que celle qui a été transmise.

Le remède le plus simple, à cette incertitude, est d'empêcher

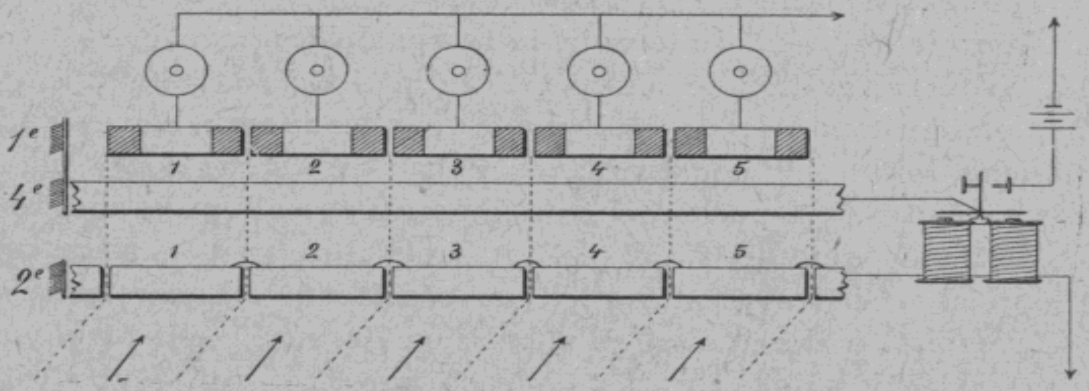


Fig. 259. — Rectification des signaux.

le balai de la première couronne d'atteindre un contact avant le moment où, quelle que soit la perturbation qui a pu se produire, l'index du relais occupe sûrement la position qui correspond au courant venant de la ligne. Pour atteindre ce but, on a supprimé le premier et le dernier quart de chacun des contacts des secteurs mobiles (fig. 259) ; on ne conserve ainsi que la partie médiane. Un autre mode de rectification des signaux sera examiné plus loin, en même temps que les installations quadruples à deux plateaux et les translations tournantes.

TRADUCTEUR BAUDOT

Aperçu général. — Le traducteur Baudot, dont la figure 260 donne une vue d'ensemble, se compose d'une cage quadrangulaire, posée sur un socle (moteur à poids ou électrique) et renfermant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les organes propres à la traduction, en lettres typographiques, des signaux reçus de la ligne. Ces organes sont, tout d'abord, cinq électro-aimants, agissant sur un nombre égal de leviers emmagasineurs, qu'on dénomme, à cause de leur fonction spéciale, *leviers aiguilleurs* ; ils ont, en effet, pour objet, d' « aiguiller »

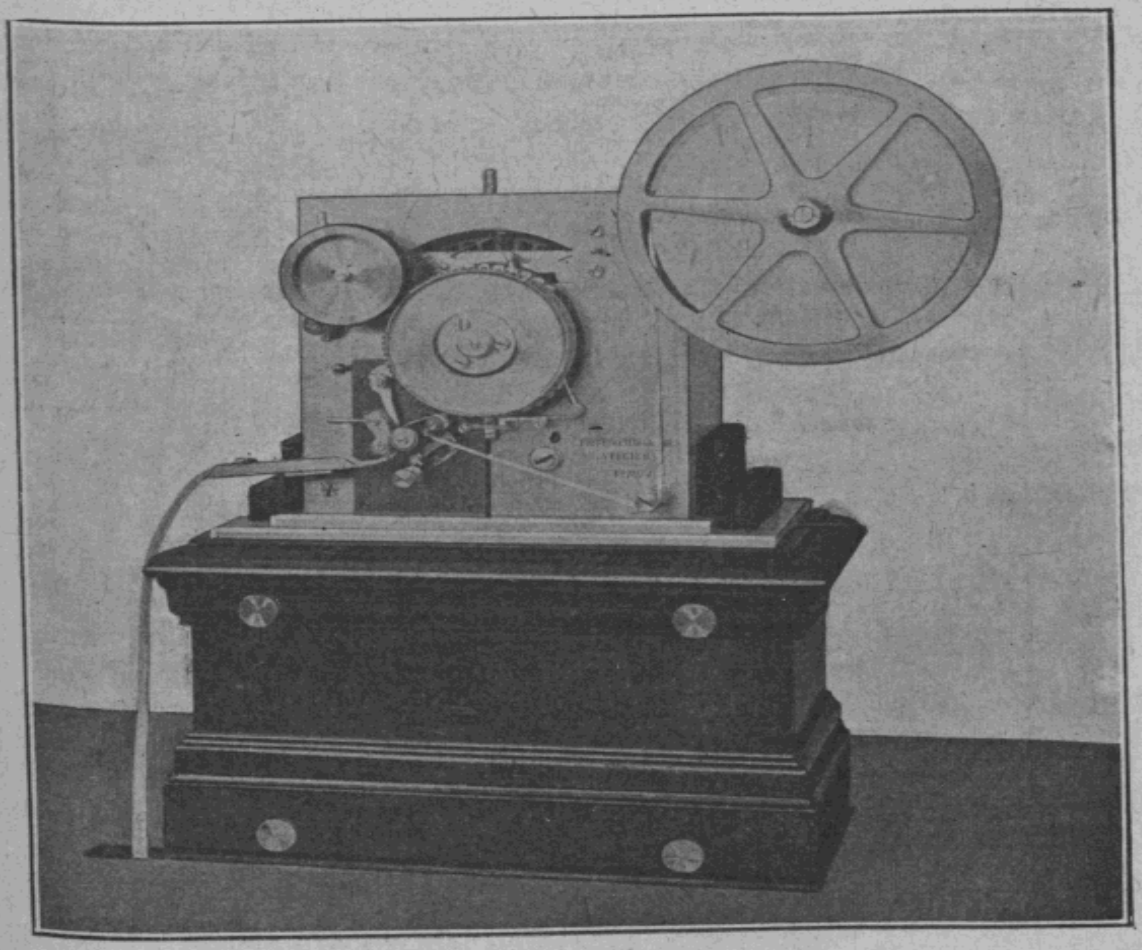


Fig. 260. — Traducteur Baudot.

d'autres leviers, appelés *chercheurs,* qui explorent une paire de disques, formant le *combinateur*, et qui, lorsqu'ils ont trouvé la combinaison semblable à celle qui vient d'être reçue, donnent lieu à un déclanchement, d'où résulte l'impression d'une lettre ou d'un signe.

Principe du combinateur. — L'organe essentiel et original

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du traducteur Baudot est le combinateur, dont le principe a été repris par tous les inventeurs — sans aucune exception — qui ont successivement réalisé des systèmes dérivés du Baudot.

Le premier combinateur imaginé par Baudot, en 1877, était exclusivement électrique et, s'il est mentionné ici, c'est qu'après avoir été abandonné et remplacé par le combinateur mécanique, il a été adapté, en 1912, par Siemens, à son système automatique (V. p. 253). Ce combinateur consiste essentiellement en un cylindre en ébonite portant, sur les trois quarts de son pourtour,

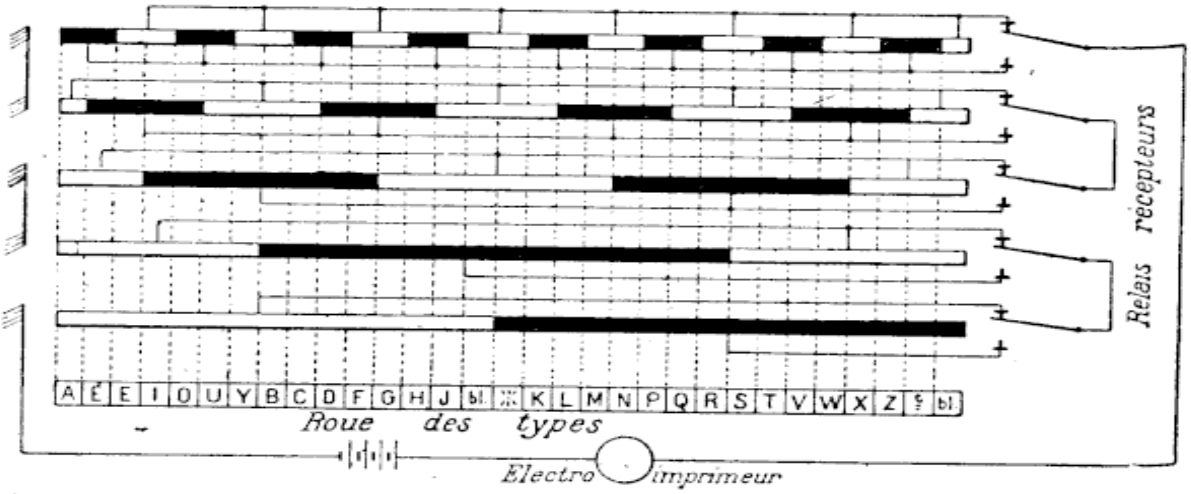


Fig. 261. — Combinateur électrique.

cinq rangées de plots métalliques, parcourues chacune par un balai ; la figure 261 donne le développement de ce cylindre : 31 génératrices portent chacune une combinaison du code Baudot, les touches abaissées étant représentées par les cases noires et celles au repos par les cases blanches. Dans chaque couronne, les plots, qui correspondent aux cases noires, sont réunis entre eux et au butoir de travail de l'un des cinq relais récepteurs ; de même, tous ceux que représentent les cases blanches sont reliés respectivement aux butoirs de repos de ces mêmes relais.

Sur l'axe des balais est montée une roue des types, orientée, en outre, de manière que, lorsque les balais passent sur une combinaison donnée, la lettre correspondante se présente à la bande.

Si l'on fait tourner les balais alors que les relais sont tous au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos, le circuit local ne sera fermé en aucun point du cylindre, puisque celui-ci ne présente nulle part cinq cases blanches sur une même génératrice ; mais si on a reçu la combinaison « T », prise plus haut comme exemple, le circuit local se trouve fermé lorsque les balais passent sur la vingt-cinquième génératrice, le mouvement de l'armature de l'électro-aimant imprimeur est utilisé pour projeter la bande contre la roue des types ; et, comme c'est précisément la lettre T qui est gravée en cet endroit, on a la traduction du signal reçu. D'une façon plus générale, une combinaison quelconque étant enregistrée par les relais, les balais du combinateur explorent successivement toutes les combinaisons, et la fermeture est toujours obtenue au moment où ils passent sur cette même combinaison, et à ce moment-là seulement, pour toute la durée d'une révolution.

Le combinateur construit par Siemens diffère de celui-ci par le groupement des combinaisons, ce qui ne change rien au principe; en outre, la pile du circuit local est remplacée par un condensateur de dix microfarads, chargé, à la fin de chaque révolution des balais, par une source positive de 110 volts, et qui, au moment de la fermeture du circuit local, se décharge et actionne l'électro-aimant imprimeur.

Le combinateur électrique a été abandonné, notamment, à cause de la multiplicité des contacts, qui est toujours une source de dérangements. Le combinateur mécanique actuel est basé sur le même principe : si l'on représente les trente et une combinaisons, non plus par des contacts différemment connectés, mais par des creux et des reliefs, les premiers (cases noires, fig. 262), correspondant aux touches abaissées et les creux (cases blanches) aux touches abaissées au repos ; si, d'autre part, on promène sur ce cylindre un peigne à cinq dents, sollicité par un ressort à s'enfoncer dans les creux, on voit que ce mouvement de bascule ne se produira nulle part, puisqu'en aucun point le combinateur ne présente cinq creux sur la même génératrice, et qu'il suffit d'un seul relief pour soutenir le peigne. Par exemple, si, comme précédemment, on a reçu la combinaison « T », c'est au moment où le combinateur présente au peigne cette même combinaison qu'on doit obtenir l'enfoncement, puisque c'est aussi le moment où la roue des types,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montée sur l'axe du combinateur, présente à la bande la lettre T ; or, le peigne est alors soutenu par les reliefs 1, 3 et 5, qui portent les numéros des touches abaissées au départ. Pour obtenir la chute désirée, il est donc nécessaire de substituer momentanément, à ces trois reliefs, trois creux. On obtient un résultat analogue par

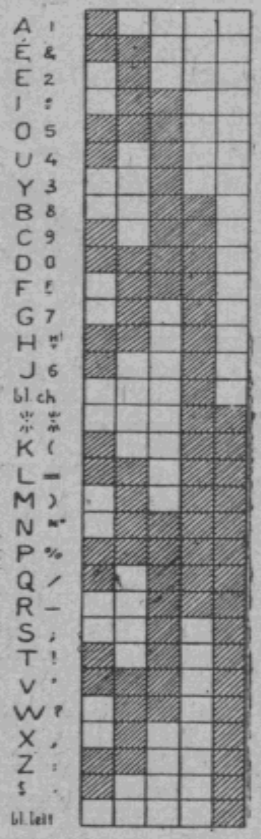


Fig. 262.

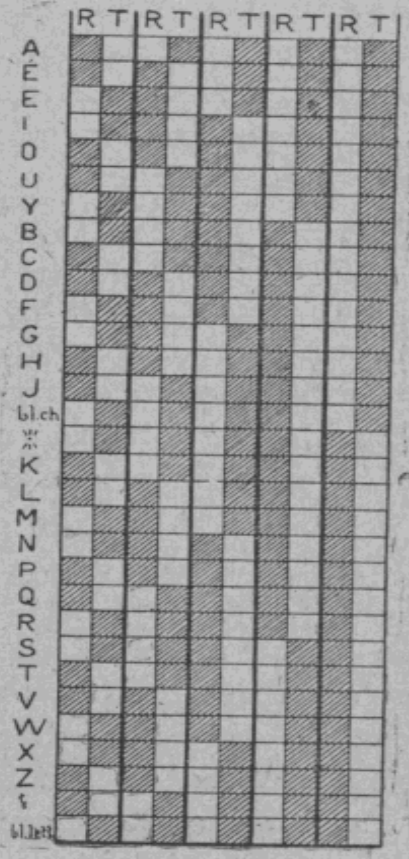


Fig. 263.

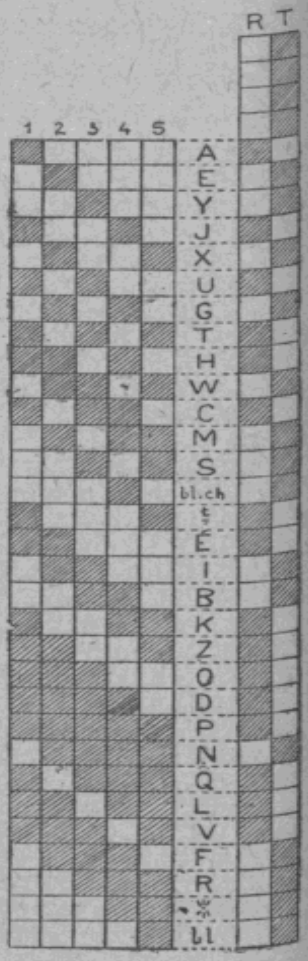


Fig. 264.

l'artifice suivant : chacune des cinq colonnes, ou « voies » du tableau ci-dessus, est doublée d'une colonne inverse (fig. 263), c'est-à-dire présentant des creux là où la première a des reliefs, et réciproquement ; la première prend le nom de *voie de repos*, R, tandis que sa complémentaire devient la *voie de travail*, T ; enfin, les cinq électro-aimants récepteurs sont agencés de telle sorte que ceux dont l'armature est actionnée commandent une sorte d'*aiguil-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lage, qui oblige les dents correspondantes du peigne, appelées *leviers chercheurs*, à passer de la voie de repos dans celle de travail, sans cesser pour cela d'être solidaires des autres, restés dans la voie de repos. On voit ainsi que, dans le cas supposé plus haut, les premier, troisième et cinquième chercheurs, ainsi aiguillés, se trouveront sur des creux au moment du passage de la combinaison « T », de même que les deuxième et quatrième, restés dans la voie de repos ; ils ne s'opposeront plus à la chute, et ce mouvement mécanique pourra être utilisé pour projeter la bande contre la lettre T, que présente à ce moment la roue des types.

Le combinateur actuel ne comprend plus que deux voies : en effet, l'ordre dans lequel se présentent les combinaisons peut être varié à l'infini et il suffit que les caractères correspondants soient gravés dans le même ordre sur la roue des types. Or, si l'on examine le groupement de la figure 264, qui pourrait, comme le précédent, représenter les cinq voies de repos du combinateur, on constate que ces cinq voies sont identiques, mais échelonnées à une division d'intervalle ; en d'autres termes, chaque combinaison peut être lue, soit horizontalement comme dans les tableaux précédents, soit verticalement, dans la colonne de gauche, en remontant à partir de la première division : les chercheurs rencontreront donc la même succession de creux et de reliefs, soit qu'on les place de front comme dans le précédent combinateur, soit qu'on les dispose l'un derrière l'autre, sur une seule voie. Dans ces conditions, la première colonne de ce tableau peut devenir l'unique voie de repos, à la condition de lui ajouter, au commencement, quatre divisions supplémentaires ; une voie de travail inverse complète ce combinateur ainsi réduit à deux disques.

Combinateur. — Le combinateur se compose de deux disques en acier trempé, D et D′ (V. fig. 269, p. 311), entaillés d'encoches disposées conformément à la partie de droite de la figure 264, le disque extérieur, D′, représentant la voie de travail et l'autre, D, la voie de repos. La circonférence totale est divisée en quarante parties égales, dont trente-cinq pour les entailles et les reliefs ; un intervalle de 5/40 est réservé pour le passage des chercheurs d'une voie dans l'autre. Les deux disques sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixés contre une roue dentée, R, montée sur un axe, X, qui traverse de part en part les deux platines de la cage, P et P′, et, se prolongeant à l'avant, supporte la *roue d'impression*, RI, et la *roue des types*, RT. De chaque côté du disque D, est placé un disque mince également en acier, d'un diamètre un peu supérieur ; l'un constitue une cloison séparant les deux voies du combinateur, l'autre sépare le disque, D, de la roue, R.

Sur la face arrière de cette dernière est montée la *couronne de butée*, *b*, portant, dans une partie évidée, la *came-navette*, NN′, dont le rôle sera indiqué plus loin.

Chercheurs. — Cinq leviers chercheurs, *c*, reposent sur les disques du combinateur. Chacun d'eux se compose de deux branches, formant entre elles un angle d'environ 125° (fig. 265

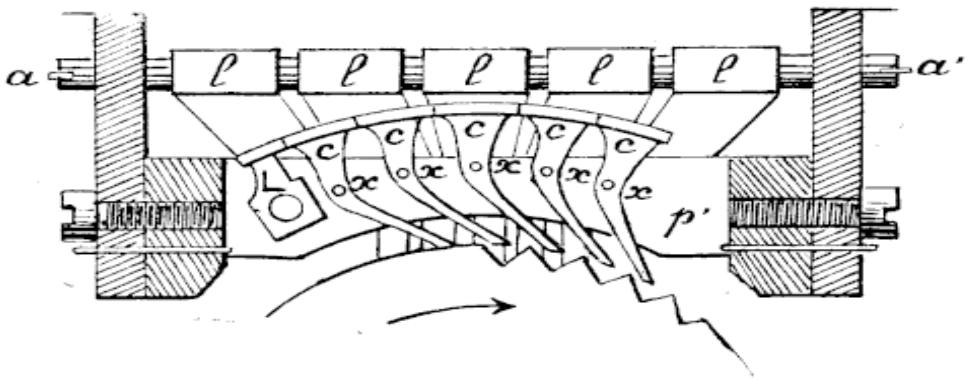


Fig. 265. — Chercheurs vus de face.

et 266) ; un axe, *x*, situé au point de rencontre des deux branches, est engagé dans deux petites platines d'acier, *p′*, permet au levier de pivoter ou encore de se déplacer d'arrière en avant, et réciproquement ; le premier de ces mouvements est limité par un petit manchon, *m*, enfilé sur l'axe, de manière que la course soit juste ce qui est nécessaire pour que l'extrémité de la branche inférieure, ou *pied du chercheur*, puisse passer de la voie de repos du combinateur dans celle de travail.

La branche supérieure est évasée et forme la *tête du chercheur* ; les têtes sont suffisamment larges pour rester solidaires, même si les pieds ne reposent pas sur le même disque du combinateur ; c'est ainsi que la figure 266 montre les chercheurs, 1, 3 et 5, poussés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en avant, dans la voie de travail du combinateur, tandis que les deux autres sont restés en arrière, dans la voie de repos.

Les pieds des chercheurs sont sollicités à s'enfoncer dans les creux du combinateur par un levier, L, dit *levier propulseur*, sur l'axe duquel agit un ressort-lame, r', convenablement tendu à l'aide d'une vis implantée dans la platine antérieure (V. v', fig. 269, p. 311). Le levier propulseur s'appuie donc sur la tête

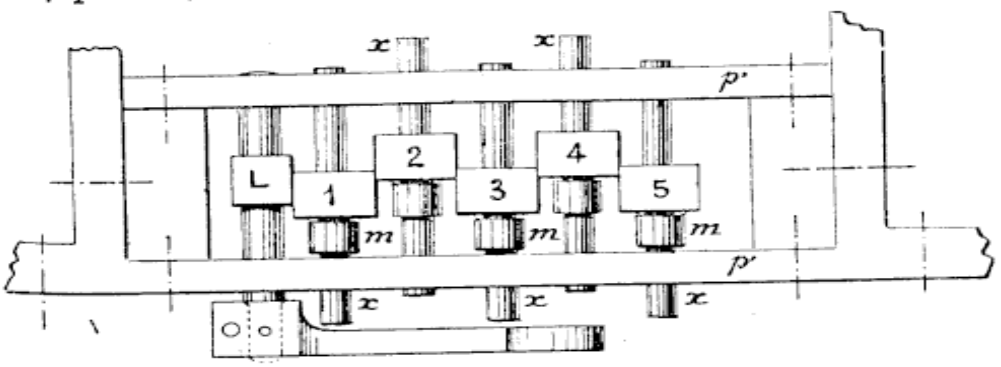


Fig. 266. — Chercheurs vus de dessus.

du premier chercheur, qui transmet la pression au second, et ainsi de suite, mais il suffit toujours que l'un seul des cinq chercheurs s'appuie sur un relief du combinateur pour que le levier propulseur reste immobilisé ; par contre, dès que les cinq pieds se trouvent, au même moment, chacun au-dessus d'un creux, ils s'y enfoncent, le levier propulseur bascule également et transmet son mouvement au système imprimeur, dans des conditions qui seront indiquées plus loin.

Électro-aimants aiguilleurs. — Les cinq électro-aimants récepteurs, qui seront appelés dorénavant *aiguilleurs*, sont juxtaposés à la partie supérieure de la cage, perpendiculairement à la platine postérieure sur laquelle ils sont fixés ; chacun d'eux (fig. 267) consiste en un électro-aimant boiteux, E, dont le fil est enroulé sur un noyau plat ; aux deux extrémités du noyau sont fixées deux joues en fer doux, J et J′, sur celle d'arrière est articulée l'armature, A, dont l'extrémité est taillée en biseau et se trouve à une petite distance de la joue J, également en biseau, ce qui augmente sensiblement la surface d'attraction. L'armature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est maintenue soulevée par un petit ressort en laiton, R, en forme de fourche, dont les deux branches s'appuient sur le rebord de la joue J, et empêchent en même temps le contact direct de l'armature et de la joue.

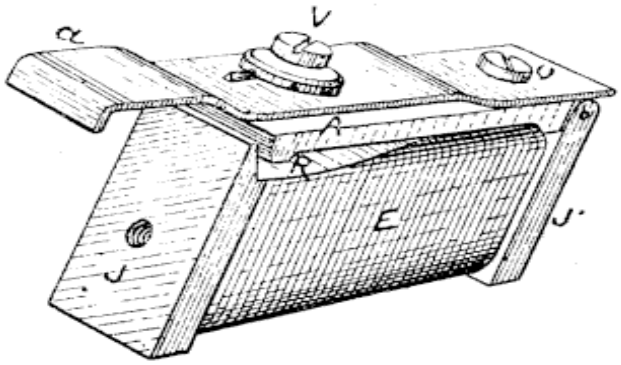


Fig. 267. — Électro-aiguilleur.

La résistance de la bobine est de 50 ohms ; elle est shuntée de 200 ohms. Le shunt est enroulé, comme celui de l'électro-correcteur (V. p. 284), directement sur la bobine.

Sur la face supérieure de l'armature est fixée, à l'aide d'une vis, v, une lame élastique en laiton, ou *appendice*, a, armée de manière que son extrémité antérieure tend à s'éloigner de l'armature ; l'écartement est réglé à l'aide d'une vis, V, dont la tête est munie d'une collerette entaillée, suivant des rayons, d'une série de rainures ou crans, d'où le nom de *vis à crans*, qu'on lui donne couramment ; l'appendice, sur sa face supérieure, porte un petit ergot que l'élasticité de la pièce amène dans l'un des crans de la vis, et l'immobilise comme si elle était bloquée.

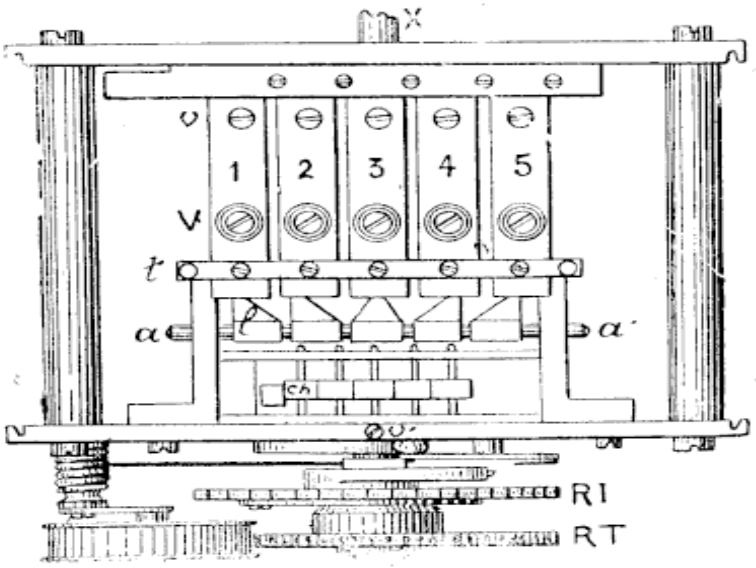


Fig. 268. — Leviers aiguilleurs et chercheurs.

A l'état de repos, l'appendice vient, sous l'action du ressort R, s'appuyer sur l'extrémité d'une vis portée par une réglette, t, (fig. 268), commune aux cinq électro-aiguilleurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Leviers aiguilleurs. — Les signaux reçus sont, tout d'abord, *emmagasinés* par cinq leviers, *l*, ou *leviers aiguilleurs*, placés chacun au-dessous de l'un des appendices des armatures (fig. 268) et montés sur un axe commun, *aa'*. Chacun de ces leviers est formé de deux branches, formant entre elles un angle droit; la branche supérieure, taillée en couteau bien acéré, est soutenue dans une encoche, *e* (fig. 269), portée par un ressort en acier, *r*,

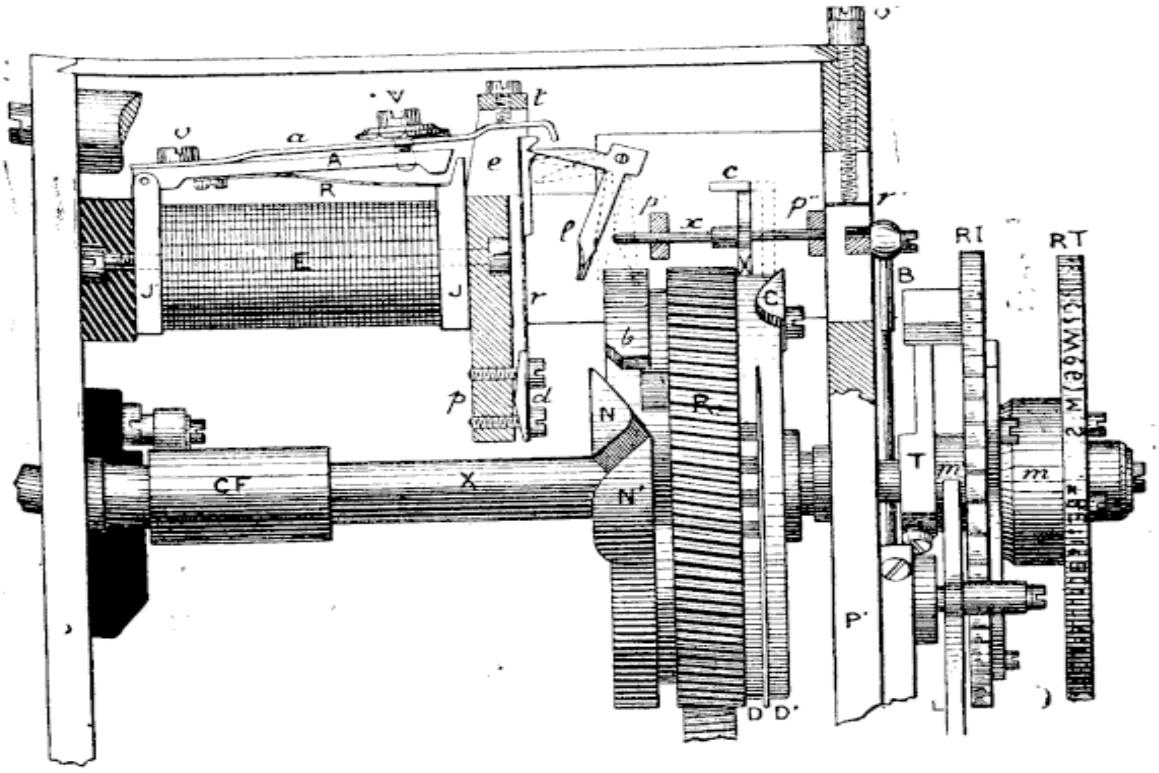


Fig. 269. — Système d'aiguillage des chercheurs.

désigné sous le nom de *ressort à encoche*; afin de permettre le réglage de la pression exercée par l'encoche sur l'extrémité du levier, *l*, le ressort est monté sur une pièce en dos d'âne, *d*, qu'on peut faire pivoter autour de son arête en enfonçant plus ou moins les vis qui la fixent à la petite platine, *p*.

Dans la position d'attente, l'extrémité de l'appendice, *a*, de l'armature, surplombe, à une petite distance, la branche supérieure du levier aiguilleur, *l*; dès qu'un courant parcourt la bobine, l'armature, A, s'abaisse, entraînant l'appendice, *a*, dont l'extrémité vient frapper sur le levier, le couteau glisse le long de la pente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieure de l'encoche, *e* ; le levier aiguilleur, n'étant plus soutenu, tombe et sa branche inférieure vient s'appuyer sur la couronne en bronze, *b*, dite *couronne de butée*, portée par l'axe, X, du combinateur, et tournant avec lui d'un mouvement continu. Après le passage du balai du distributeur sur le secteur, les différents leviers qui ont reçu le choc d'un appendice sont ainsi tombés, tandis que les autres sont restés dans leurs encoches respectives : le signal fugitif, enregistré par les armatures, est donc *emmagasiné* par les leviers aiguilleurs, et va attendre là le moment où il pourra être traduit.

Aiguillage des chercheurs. — Le levier aiguilleur étant tombé sur la couronne de butée, *b*, sa branche inférieure se trouve à une petite distance de l'axe, *x*, du chercheur, *c*, de même numéro. Dès que la *came-navette* arrive à sa hauteur, la partie antérieure, N, saisit l'extrémité inférieure du levier aiguilleur et l'entraîne vers l'avant ; le levier pousse devant lui l'axe, *x*, du chercheur, dont le pied repose à ce moment sur la partie du combinateur où la cloison présente une solution de continuité : le pied passe de la voie de repos, D, dans la voie de travail, D′, et, quand ce mouvement est terminé, le chercheur ne peut plus revenir dans la première, à cause de la cloison qui le maintient sur le disque de travail, D′.

Le levier aiguilleur, ayant terminé sa fonction, s'engage alors dans la gorge qui sépare les deux parties, N et N′, de la came-navette, et accomplit un mouvement d'avant en arrière ; sa branche supérieure remonte et, lorsque la partie N′ lui présente son point le plus excentré, le bec du levier se trouve juste au bord inférieur de l'encoche, *e* ; l'élasticité du ressort termine ce mouvement, et le couteau revient se placer au fond de l'encoche, de sorte qu'au tour suivant, si le levier a été laissé au repos, la came-navette passera très près de sa branche inférieure, mais sans la toucher.

Si on a reçu la combinaison « T », qui a été prise comme exemple depuis le début, les premier, troisième et cinquième levier aiguilleurs étant tombés sur la couronne de butée, ont aiguillé de la sorte les chercheurs de mêmes numéros, qui sont passés dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voie de travail, tandis que les deuxième et quatrième sont restés dans la voie de repos (V. fig. 266, p. 309) ; ils gardent ces positions respectives jusqu'à ce que le combinateur ait terminé sa révolution et passent ainsi au-dessus des trente et une combinaisons, gravées sur le combinateur; au moment où se présente celle qui correspond à la lettre, T, les cinq chercheurs, les uns dans la voie de repos, les autres dans la voie de travail, trouvent simultanément chacun un creux, la chute a lieu et la lettre, T, est imprimée, comme on le verra plus loin.

A la fin de la révolution, les pieds des chercheurs aiguillés rencontrent la *came de rappel*, C, le long de laquelle ils glissent pour rentrer dans la voie de repos ; ils y restent, à moins que, dans l'intervalle, les leviers aiguilleurs qui leur correspondent soient tombés de nouveau sur la couronne de butée, auquel cas ils ne font que contourner la came de rappel pour revenir dans la voie de travail.

Roues des types et d'impression. — A l'extérieur de la platine, sur le bout de l'axe X, est montée la roue des types, RT, derrière laquelle est la roue d'impression, RI. Cette dernière porte, à sa partie centrale, un manchon, *m* (fig. 270), qui s'enfile à frottement doux sur l'axe du combinateur, et sur lequel s'engage, également à frottement doux, le manchon, *m'*, de la roue des types ; la liaison entre ces deux roues est établie par un levier, Y, et un système d'inversion, analogue à celui de l'appareil Hughes (V. p. 80) ; ce système sera décrit plus loin.

La roue des types porte, tout comme celle du Hughes, deux séries de caractères, lettres d'une part, chiffres et signes divers d'autre part ; chacun d'eux occupe, sur le pourtour de la roue, un angle de la moitié d'une division, soit 1/80 ; l'ensemble représente trente et une divisions ; une partie évidée, de 9/40, complète la circonférence et passe devant la bande dans le temps qui correspond à l'aiguillage des chercheurs, temps où il ne peut pas y avoir de déclanchement.

La roue, RI, placée derrière la roue des types, sert simplement à guider le système imprimeur et à assurer l'inversion des lettres aux chiffres et réciproquement, d'où son nom de *roue d'impression* ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son pourtour présente trente et une encoches, séparées par un nombre égal de plats, et représentant, au total, 31/40 de la circonférence, qui est complétée, comme la roue des types et pour la même raison, par un évidement de 9/40.

La roue d'impression, qui entraîne la roue des types, n'est pas fixée directement sur l'axe ; elle reçoit le mouvement de celui-ci par l'intermédiaire d'un *toc*, *t* (fig. 271), serré sur l'axe à l'aide d'une vis, V, et dont l'extrémité opposée à la vis est creusée d'une

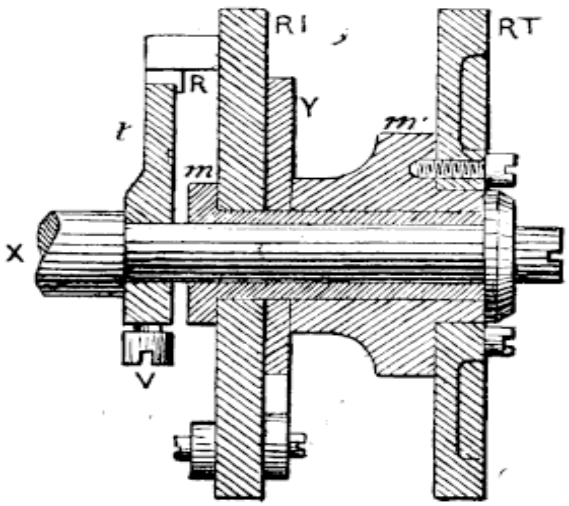


Fig. 270. — Roues des types et d'impression.

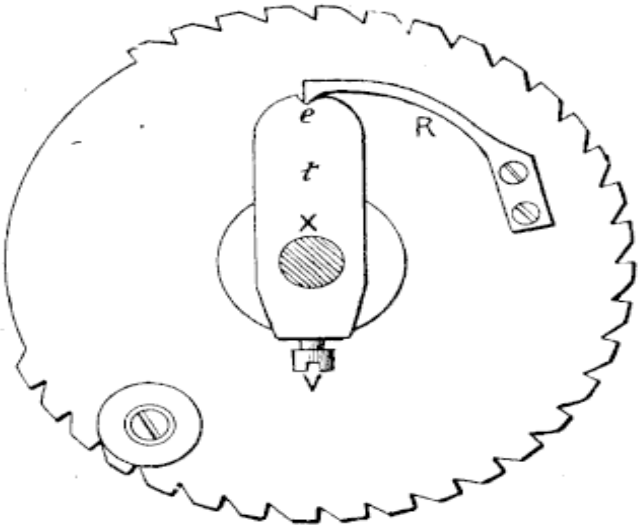


Fig. 271. — Accrochage de la roue d'impression.

encoche, *e*. Derrière la roue d'impression est monté un ressort en acier, R, terminé par un bec ; après avoir enfilé le manchon *m*, sur l'axe, on fait tourner la roue jusqu'à ce que le bec du ressort vienne rencontrer le toc, *t* ; on force alors pour obliger le bec à gravir la partie ascendante et à retomber ensuite dans l'encoche, *e* ; la roue d'impression est ainsi accrochée et entraînée par l'axe, X, du combinateur. Ce montage a pour but, tout d'abord, de permettre le réglage exact de la position de la roue par rapport au combinateur, et ensuite d'éviter toute détérioration, dans le cas de rencontre anormale entre une dent de la roue et le système imprimeur ; le calage, qui en résulterait, aurait seulement pour effet de décrocher la roue, sans risque de rupture des pièces en présence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mécanisme imprimeur. — Une petite platine, vissée sur la cage, vers la partie inférieure et un peu à gauche des roues des types et d'impression, supporte le mécanisme imprimeur (fig. 272). Celui-ci comprend le *bras d'impression*, dont la figure 273 donne une vue de profil ; le manchon de ce bras est placé à frottement doux sur un axe, A, implanté dans la petite platine ; sur ce manchon est monté, également à frottement doux, un cylindre ou *barillet*, servant à l'entraînement de la bande de papier, *p* ; il est muni, à cet effet, de deux saillies finement dentelées, sur lesquelles la bande est appliquée par un second cylindre, C′, dit *cylindre compresseur* ; celui-ci est monté au bout d'un bras de levier, pivotant autour d'un axe, et qu'un ressort à boudin pousse vers le barillet ; pour introduire la bande dans ce laminoir, on soulève le cylindre C′ à l'aide d'une petite manette, *m*.

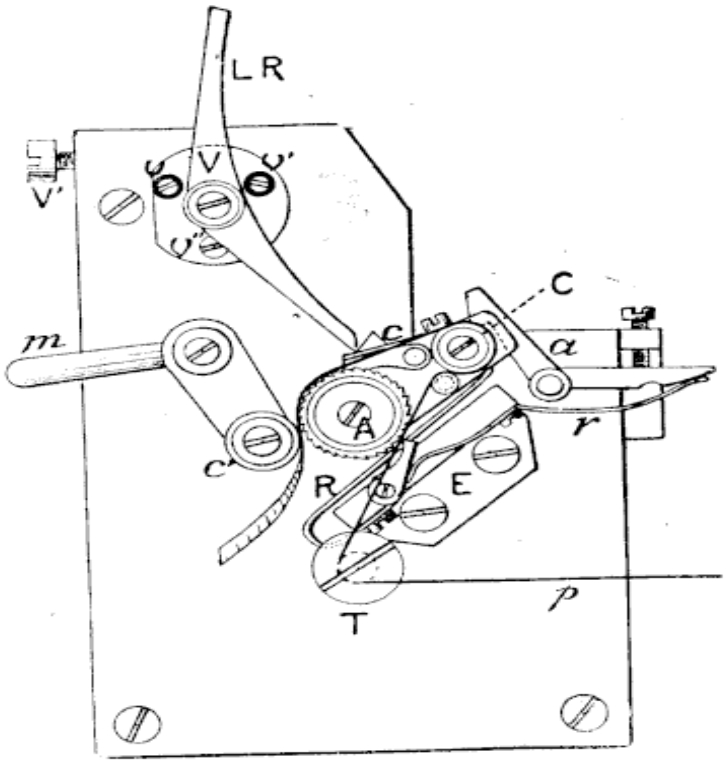


Fig. 272. — Platine d'impression.

Le barillet porte, à l'arrière, un rochet, sur lequel s'appuient deux cliquets : l'un, *c*, monté sur le dessus du bras, est le *cliquet d'entraînement* : l'autre, *c′*, visible seulement sur la figure 272, pivote sur une équerre, E, placée un peu plus bas que l'axe, A.

A la partie supérieure du bras est fixé un axe, sur lequel tourne librement un *cylindre d'impression*, C, constitué par une sorte de carcasse de bobine entre les joues de laquelle on a déposé un matelas souple de gutta-percha ; c'est sur ce matelas qu'a lieu l'impression ; le papier, *p*, est guidé par une tige, T, puis par une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

goupille, pour venir se tendre sur le cylindre, C, et passer ensuite entre le barillet et le cylindre compresseur, C′.

Le bras d'impression est sollicité à pivoter vers la gauche par un ressort en U, R, monté sur l'équerre, E, et dont l'extrémité libre vient s'appuyer sur la face de droite du bras ; celui-ci est maintenu, dans la position qu'indique la figure 272, par un *levier d'accrochage*, *a*, dont l'extrémité supérieure, terminée en bec, vient se placer devant un doigt que porte, à l'arrière, le bras d'impression. Le levier d'accrochage pivote autour d'un axe situé au point de rencontre de ses deux branches; celle de droite est soutenue par un ressort-lame, *r*, qui l'applique contre l'extrémité d'une vis, dont la hauteur règle la prise entre le bec du levier et le doigt du bras. On voit déjà qu'il suffira d'abaisser la branche de droite du levier d'accrochage pour rendre au bras d'impression sa liberté et lui permettre d'obéir à l'action du ressort R.

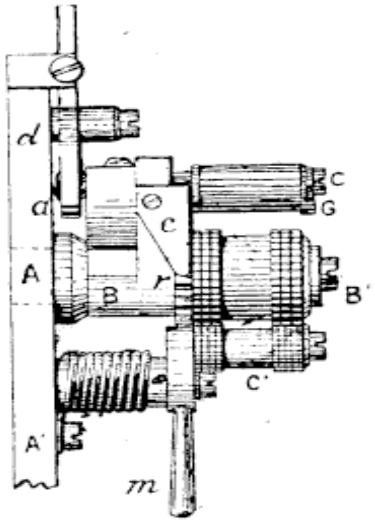


Fig. 273. — Bras d'impression.

La platine d'impression porte encore un *levier de rappel*, LR, dont le rôle sera indiqué plus loin.

Déclanchement du mécanisme imprimeur. — On a vu, plus haut (p. 308), que le levier propulseur, L, est sollicité à s'appuyer sur la tête du premier chercheur, par un ressort, *r′* ; l'axe de ce levier est également solidaire d'un second levier, L′ (fig. 274), placé en dehors de la petite platine, *p′*, des chercheurs, et qu'on appelle *levier de déclanchement*. A l'extrémité libre de ce dernier est articulée une bielle, B, dont la partie inférieure est montée sur la branche de droite d'un levier à deux branches, ou *pédale*, P. La bielle, B, est formée de la réunion d'une tige cylindrique et d'un manchon, terminé par un œilleton, et qu'on visse plus ou moins sur la tige pour allonger ou raccourcir à volonté la bielle ; la pédale, P, est articulée autour d'un axe, placé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement à sa partie médiane, l'extrémité de sa branche de gauche surplombe, à une petite distance, la branche horizontale du levier d'accrochage, *a*.

Au moment où les chercheurs, rencontrant chacun un creux

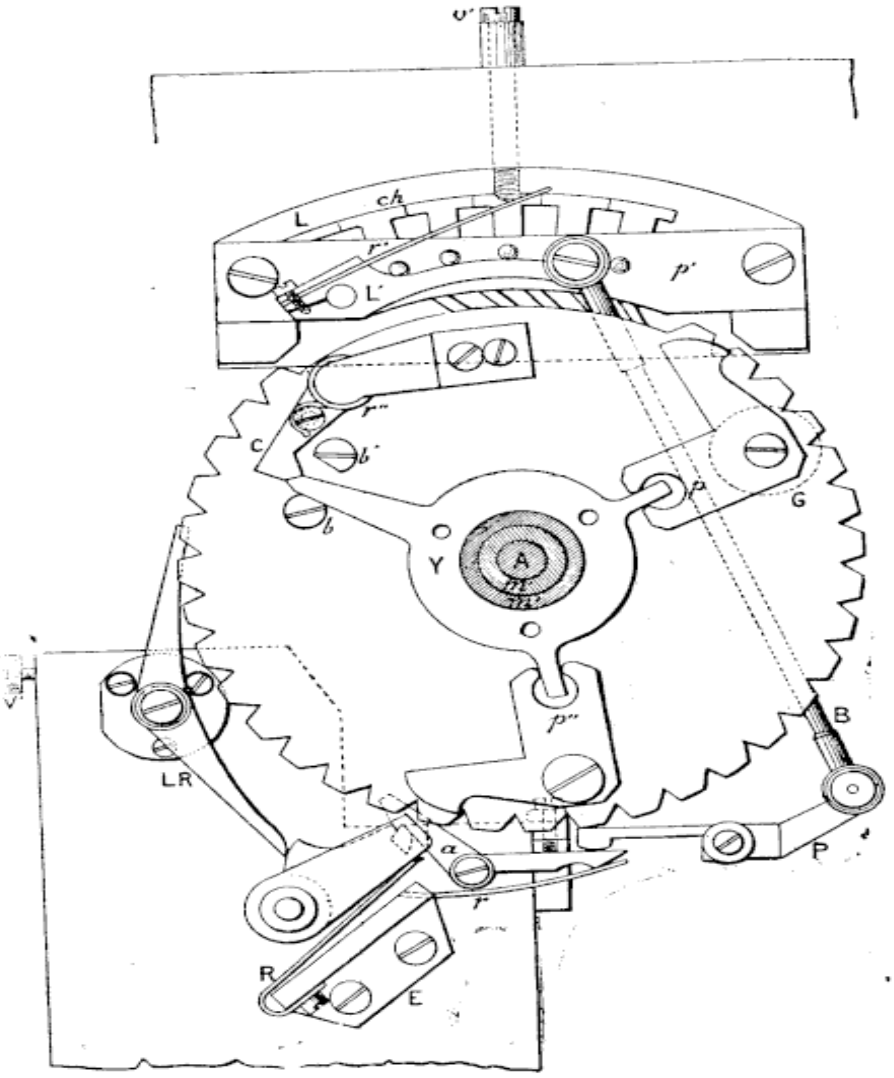


Fig. 274. — Mécanismes de déclanchement et d'inversion.

sur le combinateur, s'affaissent, le mouvement du levier propulseur est communiqué au levier de déclanchement, L′, qui s'abaisse et le transmet, par l'intermédiaire de la bielle, B, à la pédale, P, dont la branche de gauche se soulève et s'éloigne du levier d'accrochage. Le combinateur continuant à tourner, les pieds des cher-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cheurs rencontrent aussitôt la partie ascendante des creux, qui les poussent brutalement vers la droite et les font sauter au-dessus des reliefs des disques ; les têtes sont alors rejetées vers la gauche et poussent devant elles le levier propulseur; le levier de déclanchement suit ce mouvement et, exerçant une traction de bas en haut sur la bielle, le transmet à la pédale : la branche de droite s'élève, celle de gauche s'abaisse et vient frapper sur le levier d'accrochage, *a*. Le bec d'accrochage se soulève et se dérobe à l'appui du doigt du bras d'impression, B ; celui-ci est libéré et peut obéir à l'action de son ressort en U, l'impression va s'opérer.

On remarquera que c'est, non pas la *chute* des chercheurs, mais leur *relèvement* qui est utilisé pour produire le déclanchement. Cela tient à ce que ce dernier mouvement est beaucoup plus accentué que le premier. En effet, le combinateur étant divisé en quarante parties et tournant à raison de trois tours par seconde, chaque combinaison ne reste sous les pieds des chercheurs que pendant 1/120e de seconde ; la chute des chercheurs n'est guère qu'un fléchissement, dont l'utilisation nécessiterait un réglage très délicat. Au contraire, la rencontre des pieds des chercheurs et des reliefs du combinateur se fait avec toute la force vive de celui-ci, et les pieds sautent beaucoup plus haut qu'ils n'ont fléchi au moment où le point d'appui leur a manqué : il y avait donc avantage à utiliser ce dernier mouvement, pour actionner le déclanchement.

Impression, progression. — Le bras d'impression, étant libéré et chassé vers la gauche par son ressort en U, un petit bec triangulaire qu'il porte à son extrémité, la *came d'impression*, vient buter contre un plat de la roue d'impression qui tourne devant lui ; ce plat glisse sur la came et, lorsque se présente le creux qui suit, la came, toujours poussée par le ressort en U, y pénètre : la came, saisie par la roue d'impression, entraîne le bras d'impression, qui continue son mouvement vers la gauche; il arrive bientôt un moment où le papier, tendu sur le cylindre d'impression, C, se trouve appliqué tangentiellement sur la roue des types, et le caractère, qui se présente à cet endroit, est imprimé;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puis le bras d'impression est rejeté vers la gauche, et y reste jusqu'à la fin de la révolution.

Pendant ce déplacement du bras d'impression, le cliquet d'entraînement, *c* (fig. 272, p. 315), a obligé le barillet, B′, à tourner ; au moment où le bras d'impression revient vers la gauche, le cliquet de retenue, *c′*, s'opposant au retour en arrière du barillet, B′, le cylindre d'impression, C, glisse sous le papier, et une partie vierge de la bande prend la place de celle où vient de se faire l'impression.

Rappel du bras d'impression. — Le bras d'impression est rappelé au moment où les roues des types et d'impression présentent au système imprimeur leur partie évidée. Cette fonction est dévolue au levier LR′ (fig. 275, V. aussi fig. 272, p. 315), dont la branche supérieure rencontre, à cet instant, un galet, G (V. fig. 274), placé derrière la roue d'impression ; cette branche est chassée vers la gauche et, le levier pivotant autour de sa vis-axe, V, la branche inférieure pousse devant elle un épaulement, E, porté par le bras d'impression, celui-ci tourne sur son axe, et le doigt d'accrochage, *d*, revient se placer sous le bec du levier d'accrochage, *a*. Le bras d'impression est de nouveau immobilisé.

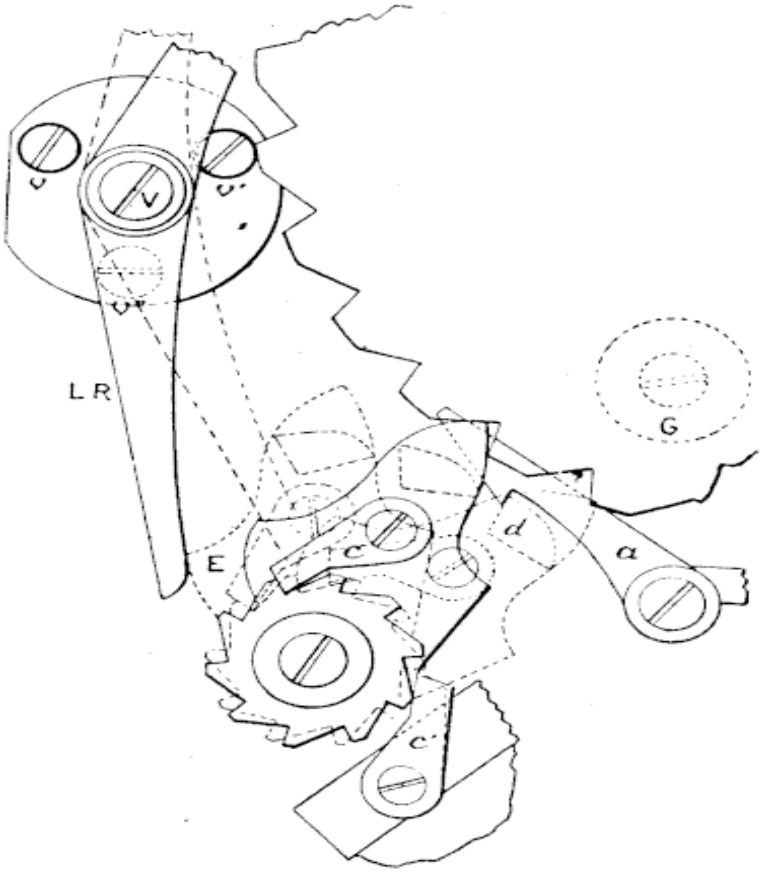


Fig. 275. — Rappel du bras d'impression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Afin de permettre le réglage de la course du levier de rappel, l'embase sur laquelle il pivote est fixée à la platine à l'aide de trois vis, φ, φ', et φ'', dont les deux premières passent dans des trous allongés ; une vis de réglage, V′ (V. fig. 272) placée sur le côté gauche de la platine, vient appuyer l'extrémité de sa tige sur un ergot porté par l'embase : en serrant plus au moins cette vis, on déplace l'embase et le levier, LR, suivant les besoins.

Inversion. — Le système d'inversion du traducteur Baudot est analogue à celui du Hughes, mais les divers organes ont été placés sur la face avant de la roue d'impression, ce qui rend le démontage plus facile. Derrière le manchon, *m*, de la roue des types est fixé un levier à trois branches, Y (fig. 274), dénommé couramment *levier en Y*, dont la grande branche se place entre deux vis de butée, *b* et *b′*, sous le bec d'un cliquet, *c*, et les deux petites branches dans les ouvertures de deux plaques, *p* et *p″*. Toutes ces pièces, sauf le levier en Y, sont portées par la roue d'impression.

Si on reçoit le signal « blanc des lettres », la came d'impression s'engage dans la trente et unième encoche de la roue d'impression ; en même temps, l'extrémité arrondie du bras d'impression rencontre celle, également arrondie, de la plaque, *p*, et la pousse, l'obligeant à pivoter autour de sa vis-axe ; la plaque, entraînant la petite branche du levier en Y, lui communique un mouvement dans le sens des aiguilles d'une montre ; la grande branche, soulevant le bec du cliquet, *c*, quitte la butée *b* pour venir s'appuyer sur l'autre, *b′* ; enfin, la plaque, *p″*, pivote également, et son extrémité vient se placer devant la quatorzième encoche. La roue des types, solidaire du levier en Y, a donc été décalée d'une demi-division, soit 1/80 de la circonférence, et la série des lettres, qui se trouvait précédemment en face des reliefs de la roue d'impression, est amenée maintenant en face de creux, et accessible à l'impression.

Le mouvement inverse s'accomplit lorsqu'on reçoit le signal « blanc des chiffres ».

Organes de mouvement. Modérateur de vitesse. — Le traducteur reçoit le mouvement d'un moteur à poids ou d'un moteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électrique, en tout semblables à ceux qui ont été décrits pour le distributeur, seule, la platine supérieure est différente. Le traducteur est posé sur le socle, et repéré de même à l'aide de deux goupilles, G (fig. 276), implantées dans la platine, et qui s'engagent dans des trous pratiqués dans les entretoises de la cage du traducteur. La position de celle-ci est, en outre, définie par deux réglettes en ébonite, R, dont l'une, celle de gauche, amène, en même temps, les communications extérieures; à cet effet, la réglette porte sept plots, qui émergent sur la face intérieure, et auxquels on attache les fils, *f*, venant de la boîte de coupures ; la réglette en ébonite, R, de la cage du traducteur, porte, sur le côté gauche, sept ressorts-lames en laiton, L, qui, lorsque la cage est placée sur le socle, viennent chacun s'appuyer sur l'un des plots de la platine ; à l'intérieur, chacun de ces ressorts communique avec l'un des organes électriques du traducteur.

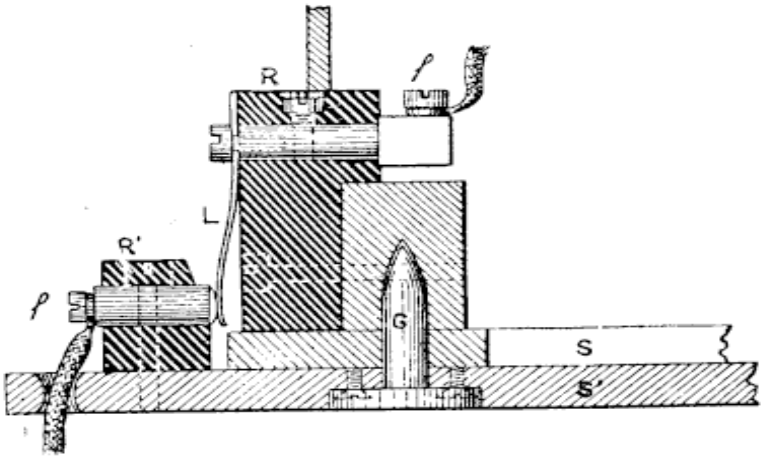


Fig. 276.

Le dernier axe du socle, monté sur la platine, et qui transmet le mouvement à la première roue dentée du traducteur, porte un volant, avec frein d'arrêt, semblable à celui du distributeur. Comme un isochronisme rigoureux n'est pas ici indispensable, c'est un simple modérateur de vitesse qui est monté à l'extrémité d'arrière de cet axe.

Ce modérateur (fig. 277) présente une certaine analogie avec le régulateur Baudot (V. p. 269) : une masse mobile, dont les mouvements sont guidés par deux tiges en acier, *t*, porte deux vis, *v*, auxquelles sont accrochés deux ressorts à boudin en acier, R, soutenus, d'autre part, par une potence, P. L'une des faces de la masse, celle qui se place à l'arrière, porte un frotteur, F, constitué par une petite lame de ressort, dont l'extrémité est enveloppée de filasse. L'as-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siette en laiton, B, sur laquelle reposent le support de la potence et les tiges-guides, est percée d'un trou circulaire, permettant de l'enfiler sur l'extrémité de l'axe du volant, A.

Lorsque le modérateur est ainsi placé, il se trouve devant une cuvette, C (fig. 278), portée par la platine du socle-moteur et qui lui présente sa face concave. Lorsqu'on met l'appareil en marche, la force centrifuge écarte la masse du centre, malgré l'opposition des ressorts, R; dès que le frotteur, F, arrive au contact de la cu-

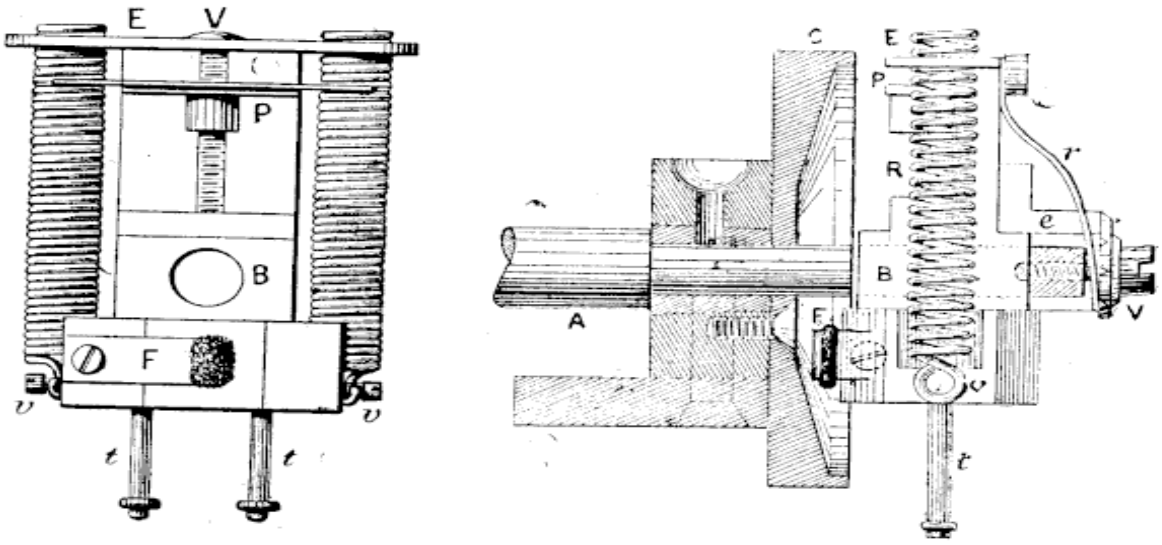


Fig. 277 et 278. — Modérateur Baudot.

vette, C, la limite d'accélération est atteinte. La vitesse alors obtenue dépend, comme dans le régulateur, du nombre de spires actives qu'on laisse entre la potence et la masse.

On peut régler la distance, au repos, entre le frotteur et la cuvette, grâce au dispositif suivant : un ressort plat, *r*, dont l'extrémité est taillée en forme de fourche, est fixé au massif du modérateur, et, d'autre part, s'appuie, par son extrémité fourchue, sur le bout de l'axe du volant, A : il tend donc, par son élasticité, à éloigner le modérateur de la cuvette. Ce mouvement de recul est limité par une vis à crans, V, semblable à celle de l'électro-aiguilleur (V. p. 310), qu'on visse dans le bout de l'axe, A, entre les branches de la fourche du ressort, *r*, et dans les entailles de laquelle pénètre le bout, terminé en couteau, d'une clavette, *e*, fixée sur le massif du modérateur. Cette clavette, qui s'engage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans une rainure longitudinale taillée dans l'axe, A, sert, en même temps, à empêcher le modérateur de tourner sans l'axe et, par suite, à assurer l'entraînement.

La position de la potence, P, se règle d'après le même principe que celle du régulateur (V. p. 270) ; à cet effet, la potence est constituée par une lame d'acier supportée par un écrou vissé dans une tige filetée, V (fig. 277) ; dans la position normale, l'extrémité de la vis, V, taraude dans le massif du modérateur; si on la desserre jusqu'à ce que l'extrémité de son filet sorte du trou du massif, l'écrou, n'étant soutenu que par la vis, descend et, à chaque tour de la vis, on entend un bruit sec, provenant de ce que, sous la traction exercée par les ressorts, l'origine du pas de la vis tombe de l'épaisseur d'un filet chaque fois qu'elle rencontre l'origine du taraudage du trou.

Électro-frein. — Un synchronisme approximatif doit être établi entre le traducteur et le distributeur qui le commande : celui-ci est susceptible, en effet, de lui envoyer, à chaque tour de ses balais, une combinaison à traduire, et comme la traduction d'une de ces combinaisons exige un tour entier du combinateur, il s'ensuit que celui-ci, dans un temps donné, doit faire au moins autant de tours que les balais du distributeur; on verra plus loin qu'il y aurait inconvénient à ce qu'il en fît davantage ; mais il n'est pas indispensable que cette concordance soit réalisée à chaque moment, comme lorsqu'il s'agit de deux distributeurs ; aussi le modérateur, qui ne donne qu'un isochronisme imparfait, est-il suffisamment complété par un *électro-frein*.

Le principe de la correction du synchronisme, entre distributeur et traducteur, est le même que celui qui a été examiné pour le synchronisme en ligne (V. p. 276) : le traducteur, organe corrigé, tourne un peu plus vite que le distributeur ; celui-ci, à chaque tour de ses balais, lui envoie un courant local, par l'un des contacts de la troisième couronne ; ce courant, reçu dans l'électro-frein, occasionne un ralentissement proportionnel à l'avance prise par le traducteur.

L'électro-frein (fig. 279) se compose d'un électro-aimant, E, dont les deux bobines, d'une résistance de 20 ohms chacune, suppor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tées par une équerre en laiton fixée à la platine-socle, S, sont placées horizontalement et suffisamment écartées pour que le volant, V, puisse tourner entre elles. L'armature, *a*, est montée sur un support en laiton, S′, articulé autour d'une goupille, *g*, sous la platine-socle, S, et maintenue par un ressort-lame, R, contre une vis de butée, *v*. Vers la partie médiane du support, S′, est un bouton, B, dont le

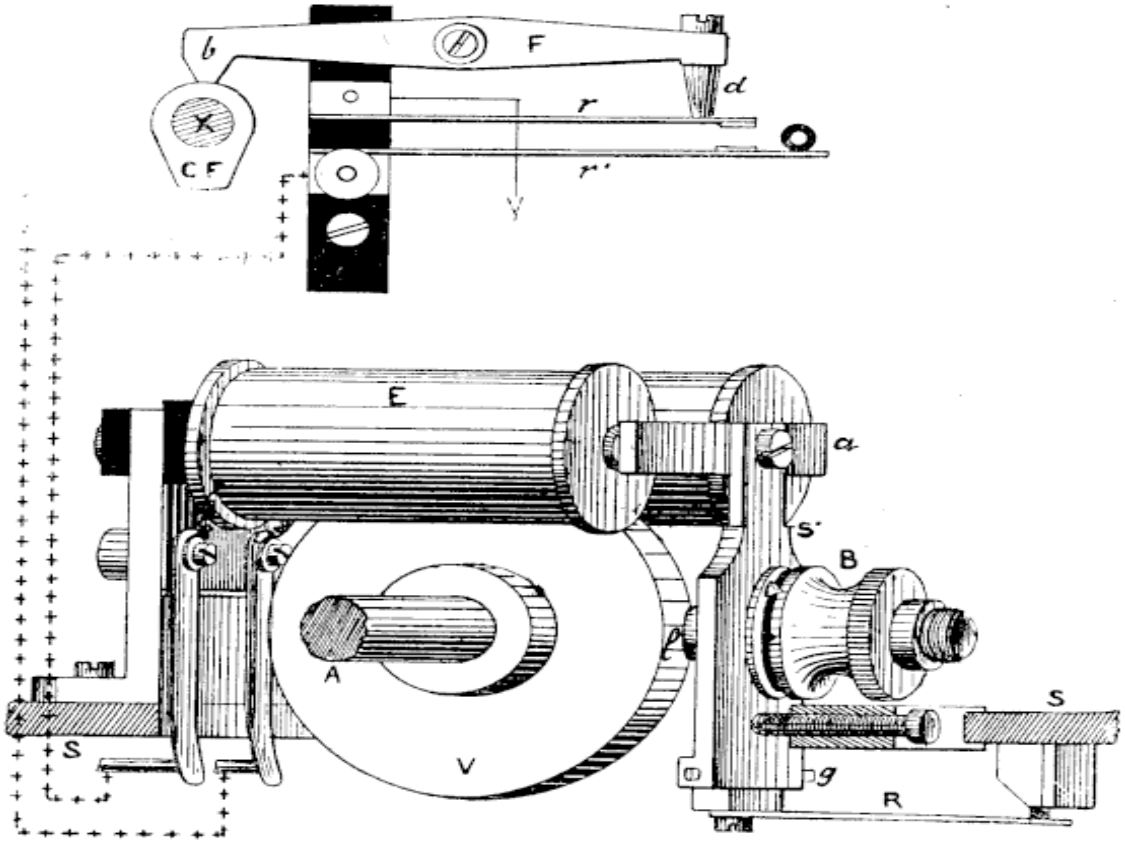


Fig. 279. — Electro-frein.

pourtour est muni de crans comme les vis décrites plus haut, et vissé sur une sorte de manchon porté par le support ; à l'intérieur de ce bouton, est vissé un petit cylindre de cuivre, renfermant un bout de liège, *l*, dont l'extrémité se trouve, à l'état de repos, à une petite distance de la périphérie du volant, V. On règle l'enfoncement du bouchon de telle sorte que, lorsque l'armature arrive au bout de sa course, l'extrémité du cylindre se trouve contre le volant ; il en résulte une friction, qui, si elle se prolongeait, serait susceptible d'arrêter complètement l'appareil. Dans ces conditions,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il suffira, pour maintenir le synchronisme, d'envoyer dans les bobines de l'électro-frein, à chaque tour, un courant dont la durée sera juste suffisante pour occasionner un ralentissement, proportionnel à l'avance qu'il y a lieu de corriger.

Fermeur du frein. — Afin de permettre cette sorte de dosage du courant correcteur, l'électro-frein, dont l'entrée est reliée à un contact de la troisième couronne du distributeur, n'a pas la terre en permanence à sa sortie ; celle-ci est en communication avec un *fermeur de frein*, qui ne lui donne la terre qu'à des intervalles déterminés.

Le fermeur, placé à l'intérieur de la cage du traducteur, se

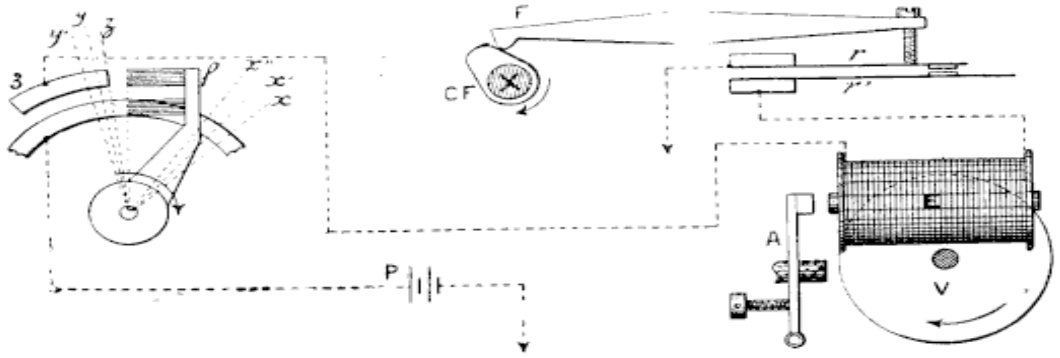


Fig. 280. — Fonctionnement de l'électro-frein.

compose d'un balancier, F, mobile autour d'une vis-axe située en son milieu, dont l'extrémité de gauche se termine par un bec et celle de droite par un doigt en acier. Le bec de gauche s'appuie sur le pourtour d'une came, CF, dite *came du fermeur*, montée sur l'axe, X, du combinateur (V. fig. 269, p. 311); lorsque celle-ci présente au bec sa partie excentrée, le balancier, F, bascule et le doigt de droite, en s'abaissant, amène un ressort, r, relié à la terre, au contact d'un second ressort, r', en communication avec la sortie des bobines de l'électro-frein, E : ce dernier ne sera donc susceptible de fonctionner que si on lui envoie un courant en même temps que la came du fermeur soulève le balancier. On va voir que ce dispositif assure la concordance nécessaire entre le traducteur et le distributeur.

On peut appliquer ici le même raisonnement que pour la mise en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

synchronisme de deux distributeurs (V. p. 276) : soit le traducteur n° 1, dont l'électro-frein, E, est relié au contact 3 de la troisième couronne du distributeur (fig. 280) ; lors de la mise en marche, quand la came du fermeur viendra, pour la première fois, soulever le balancier, le balai de la troisième couronne, *f*, occupera une position quelconque et se trouvera, par exemple, en *x* : le passage du frotteur sur le contact 3 et la fermeture du circuit de l'électro-frein ayant lieu à des moments différents, ce dernier ne fonctionnera pas ; au tour suivant, comme le traducteur est réglé pour tourner un peu plus vite que le distributeur, lorsque la came reviendra sous le balancier, le balai, *f*, n'aura pas accompli une révolution complète et se trouvera en *x'* ; au tour d'après, il sera en *x''*, et ainsi de suite, de telle sorte qu'après un certain nombre de tours. il arrivera nécessairement que le frotteur se trouvera sur la fin du contact 3, par exemple en *y*, au moment où les deux ressorts, *r* et *r'*, du fermeur donneront la terre à l'électro-frein : le courant circulera dans les bobines pendant le temps correspondant au parcours de cette fin de contact, *yz*. L'armature étant attirée, le cylindre de liège frottera sur le volant, la masse du modérateur reviendra vers le centre et l'appareil sera ralenti. Si ce temps, *yz*, est trop court pour faire perdre au traducteur toute son avance, au tour suivant, le balai se trouvera en arrière du point *y*, par exemple en *y'*, lorsque le fermeur fonctionnera : le courant reçu dans l'électro-frein durera un peu longtemps ; la friction sur le volant et le ralentissement seront plus accentués. En un mot, l'électro-frein recevra, à chaque tour, la fin du courant que pourrait lui envoyer le contact 3, mais ce courant durera plus ou moins longtemps, suivant l'écart de vitesse entre les deux organes mobiles : plus le traducteur sera en avance, plus le balai sera loin de la fin du contact 3 au moment de la fermeture du circuit par la came, CF, et plus le ralentissement imposé au volant sera important ; — et inversement.

Frein électrique. — Le frein, qui vient d'être décrit, s'applique surtout aux appareils mus par un moteur à poids. Lorsque le mouvement est donné par un moteur électrique, on emploie généralement le dispositif représenté par la figure 281. L'électro-frein

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

affecte la forme d'un électro-aiguilleur, E ; il a une résistance de 40 ohms, mais n'est pas shunté ; son armature est reliée à la terre par le ressort, *r*, qui s'appuie sur la vis, V. L'induit du moteur reçoit le courant de la pile, P, par l'intermédiaire de la vis, V′, sur laquelle presse le ressort, *r′*, relié au balai, B ; l'autre balai, B′, est à la terre. A l'état de repos, le ressort de droite, *r′*, se trouve à une petite distance au-dessous de l'appendice, *a*, de l'armature, mais, dès que celle-ci est attirée, l'appendice vient rencontrer le ressort, l'écarte de sa vis de butée, V′ et le balai, B, est mis à la terre : le moteur se trouve alors en court-circuit et, par suite de la vitesse acquise, fonctionne comme générateur ; la force électromotrice qu'il engendre tendrait à le faire tourner en sens inverse, et détermine un freinage énergique, capable d'arrêter le moteur en très peu de temps.

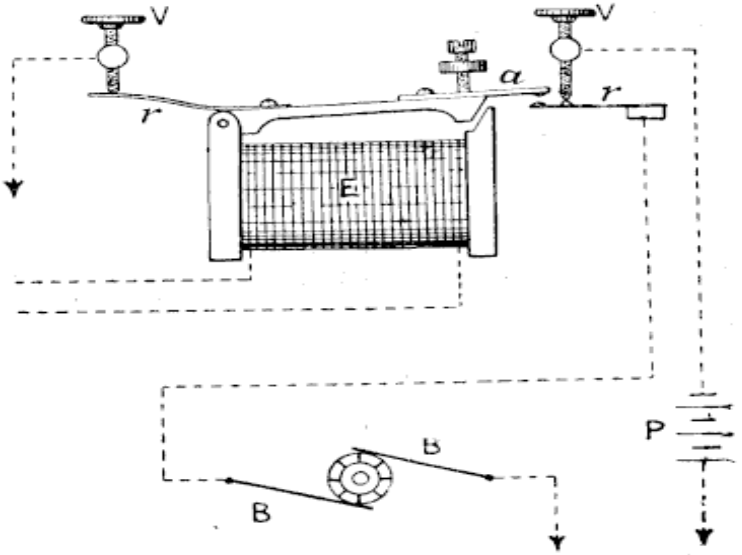


Fig. 281. — Frein électrique.

L'électro-aimant, E, est actionné, par l'intermédiaire du fermeur de frein, comme dans le système précédent.

Orientation de la came-navette. — Pour que la traduction puisse s'opérer dans les conditions requises, il est nécessaire d'établir, entre la came du fermeur et la came-navette, une relation de position qui dépend des contacts choisis sur le distributeur pour envoyer les courants au frein. Le but qu'on se propose est d'obtenir que la came-navette ne se trouve jamais sous les leviers aiguilleurs au moment où ils sont susceptibles de recevoir le choc de leurs armatures respectives : si cette précaution était négligée, les leviers pourraient **tomber,** non sur la couronne de butée, mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la came elle-même, et seraient immédiatement remontés dans leur encoche par la partie excentrée ; l'aiguillage des chercheurs n'aurait pas lieu et les signaux ainsi reçus ne seraient pas traduits.

On se réserve le maximum de marge en disposant les deux cames, l'une par rapport à l'autre, de manière qu'au moment où le balai de la deuxième couronne du distributeur passe sur le milieu du secteur, la came-navette se trouve au bas du diamètre vertical du combinateur.

Cette relation est assurée de la façon suivante : dans les installations ordinaires, les courants destinés au frein sont envoyés par les contacts 2 et 3 pour le premier secteur, 7 et 8 pour le second (fig. 282) ; or, on sait que, dès que le fonctionnement du frein est établi, la came du fermeur soulève le balancier au moment où le balai du distributeur se trouve sur les dits contacts : il faut donc qu'au même instant, la came-navette se trouve au point le plus bas de sa course ; si elle ne s'y trouve pas, on déplace la came du fermeur, maintenue par simple serrage sur l'axe du combinateur, jusqu'à ce que cette concordance soit réalisée.

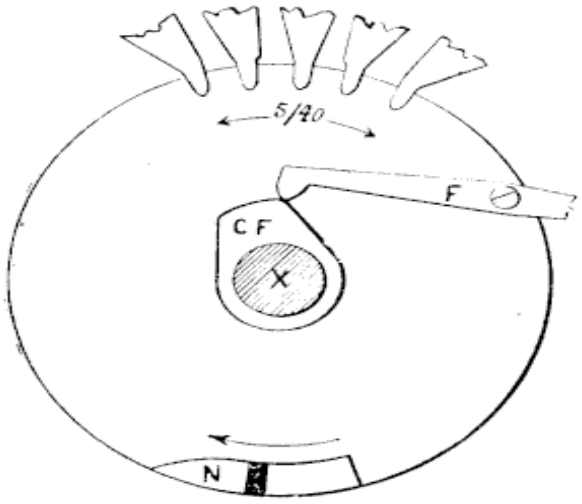


Fig. 282.

Les contacts de frein étant généralement pris au milieu du secteur, cette orientation est faite une fois pour toutes, et les traducteurs sont interchangeables, c'est-à-dire peuvent passer indifféremment d'un secteur à un autre d'une installation quelconque.

Traducteur, modèle de 1909. — Le traducteur du modèle de 1909 a été conçu en vue d'un fonctionnement par des courants extrêmement brefs, afin de permettre le maximum d'écourtement des contacts de la première couronne du distributeur, et l'adapta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion, non seulement au quadruple, mais encore au sextuple, du dispositif à un seul plateau (V. p. 333).

Pour atteindre ce but, on a cherché à rendre presque nul le travail mécanique imposé à l'armature de l'électro-aiguilleur. L'électro-aimant proprement dit ne diffère de celui de l'ancien modèle que par l'appendice, constitué par une petite tige, A, (fig. 283), légèrement coudée et maintenue par deux vis sur la partie arrière de l'armature ; sur son extrémité, taillée en biseau, vient s'appuyer, sous l'action d'un ressort très faible, *r*, l'extrémité du levier aiguilleur, L, également taillée en biseau. Lorsque l'armature est attirée, l'appendice, en s'élevant, se dérobe à cet appui, et la branche inférieure du levier aiguilleur tombe sur la couronne de butée ; le dégagement qui, dans l'ancien modèle, se produit par pression, a lieu ici par glissement, c'est-à-dire au prix d'un travail d'autant moindre, que l'extrémité de l'appendice et celle du levier sont toutes deux en acier trempé et poli, et leur surface de contact réduite à un strict minimum.

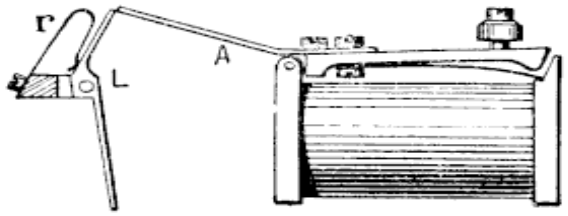


Fig. 283. — Electro-aiguilleur, modèle de 1909.

Le reste du traducteur ne diffère en rien de celui qui a été décrit ci-dessus. Sa rapidité est comparable à celle d'un relais Baudot, et il peut, en service courant, fonctionner sous l'action d'émissions dont la durée est de l'ordre du 1/400 de seconde.

Traducteur non rotatif Eglin. — L'appareil Eglin, dont un prototype venait d'être terminé au moment où éclata la guerre, effectue la traduction des signaux Baudot sans le concours d'aucun organe rotatif ; sa mise au point, interrompue depuis cette époque, va sans doute être reprise incessamment, les premiers résultats ayant été satisfaisants. Il sera donc intéressant d'en donner, sinon une description qui serait prématurée, tout au moins les caractéristiques générales.

Les lettres et autres signes sont gravés à l'extrémité de leviers articulés, semblables à ceux d'une machine à écrire, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maintenus au repos par six disques, formant une sorte de cylindre vertical; cinq de ces disques sont entaillés d'encoches, disposées comme dans les combinateurs rotatifs ; le sixième, ou disque d'arrêt, porte trente et une encoches et autant de reliefs; ces derniers, dans la position de repos, s'opposent à la chute des leviers, même en l'absence de ceux du combinateur.

Chaque fois que l'armature de l'un des électro-aimants récepteurs est actionnée, elle permet le déplacement du disque combinateur de même numéro ; suivant le nombre et la place occupée par les disques ainsi déplacés, chacun d'eux présente simultanément une encoche à l'un ou à l'autre des leviers, en réalité à celui qui porte la lettre correspondant à la combinaison reçue ; aussitôt après, un courant local est envoyé par la troisième couronne du distributeur, et actionne un sixième électro-aimant, qui, à son tour, laisse tourner le disque d'arrêt d'une demi-division : tous les leviers sont ainsi libérés de son appui, mais, seul, celui qui trouve devant lui les cinq autres encoches tombe sur le ruban encreur et imprime la lettre dont il est porteur ; enfin, le disque d'arrêt, en se déplaçant, a fermé le circuit d'un septième électro-aimant, dit *électro de rappel*, qui ramène au repos tout le système, avant que le distributeur envoie une nouvelle combinaison à traduire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXIV

INSTALLATIONS BAUDOT TRIPLES, QUADRUPLES ET SEXTUPLES

Installation à un seul plateau. — Les installations triples, quadruples et sextuples, à un seul plateau, ne diffèrent de l'installation double que par le nombre de divisions des couronnes,

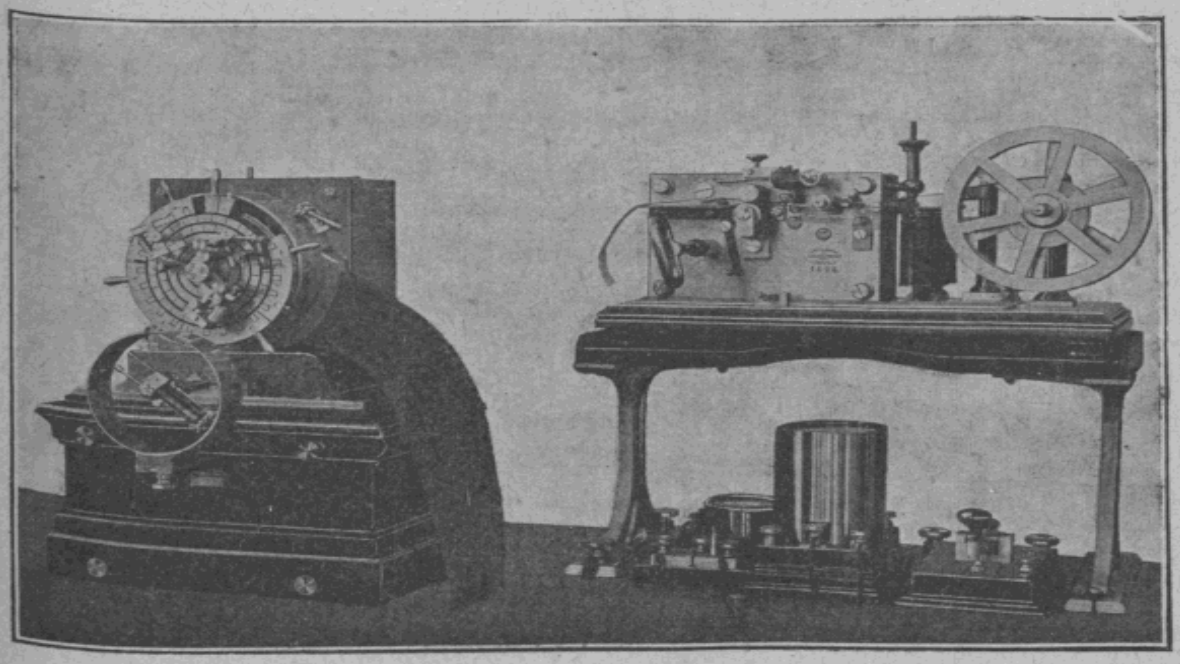


Fig. 284. — Distributeur quadruple.

l'affectation électrique de celles-ci et la vitesse de rotation des balais restant les mêmes.

En vue de réduire le nombre des types de distributeurs en usage, le *triple* est appelé à disparaître dans un avenir prochain ; dans la plupart des cas, il est à dix-neuf contacts, quelquefois à vingt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si la correction est envoyée « en tête », par les contacts 18 et 19 ou par les 19 et 20, suivant le cas, le poste correcteur doit nécessairement transmettre par le secteur 1 et recevoir par le 3 ; le secteur 2 peut être affecté indifféremment à la transmission dans un sens ou dans l'autre.

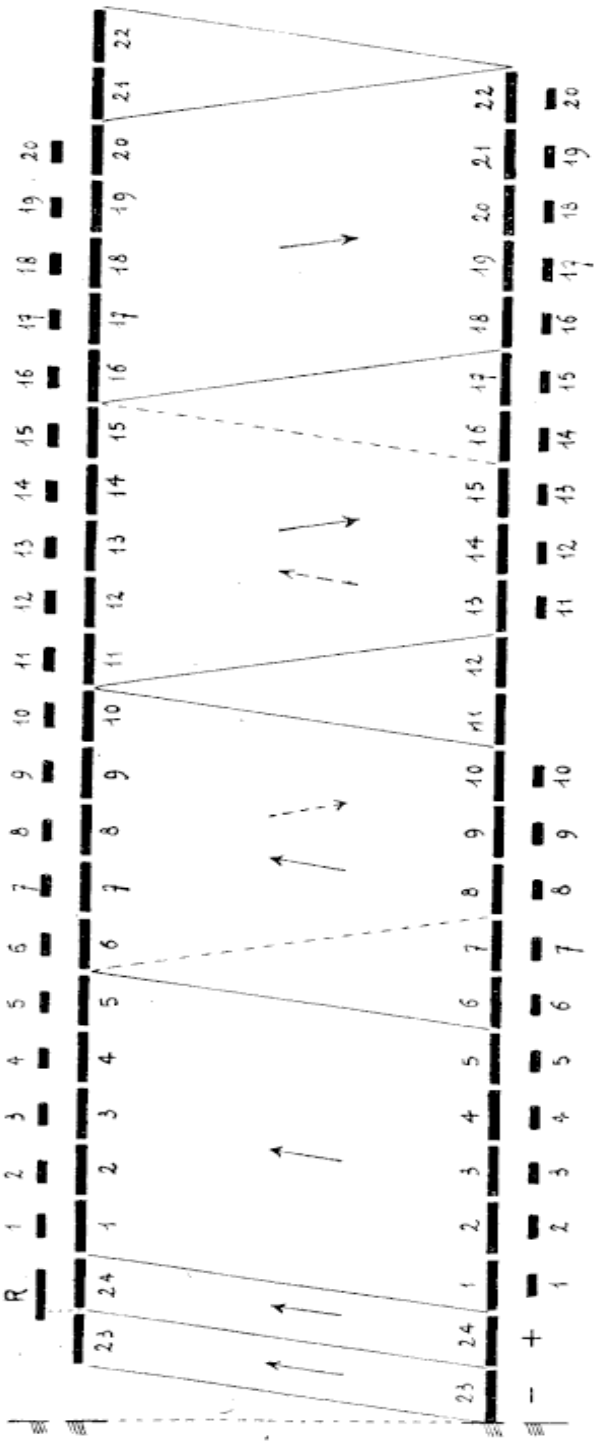


Fig. 285. — Diagramme d'une communication quadruple.

Le *quadruple* (fig. 284), a été, tout d'abord, réalisé avec vingt-quatre contacts; ce nombre est porté maintenant à vingt-cinq pour tous les distributeurs nouvellement construits, et le premier type disparaîtra par extinction.

La table du distributeur porte, comme d'ailleurs toutes les autres installations à un seul plateau, un récepteur Morse, monté sur une tablette supportée par deux pieds en fonte ; entre ceux-ci, on aperçoit, de gauche à droite, un commutateur bavarois, un galvanoscope, un relais, protégé par son couvercle cylindrique, et enfin un manipulateur Morse.

La figure 285 donne le diagramme d'une communication qua-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

druple à vingt-quatre contacts ; la correction est envoyée par les contacts 23 et 24, le poste correcteur transmet donc par les secteurs 1 et 2 et le corrigé par les 3 et 4. Dans le cas de répartition inégale du travail, chacun des correspondants peut prendre un troisième secteur à sa transmission, mais, comme il a été dit plus haut, celui-ci doit s'ajouter sans intervalle à ceux déjà affectés au poste intéressé ; le correcteur prendra donc, comme secteur supplémentaire, le troisième et le corrigé, le deuxième.

L'orientation, tant au poste corrigé qu'au poste correcteur, se fait dans les mêmes conditions qu'au double (V. p. 292).

Le *sextuple* comprend trente-cinq contacts, dont trois pour la marge de propagation ; l'affectation des secteurs et l'orientation sont régis par les mêmes principes que pour les autres installations à un seul plateau.

Les contacts de la première couronne, au quadruple et au sextuple à un seul plateau, sont raccourcis au quart des divisions entières, ce qui leur donne, respectivement, 1/96 et 1/140 de circonférence ; les traducteurs employés sont tous du modèle de 1909.

Installation à deux plateaux. — Avant la mise en service du traducteur modèle de 1909, la rectification des signaux à l'arrivée, par simple écourtement des contacts de la première couronne, aurait rendu précaire le fonctionnement des électro-aiguilleurs au quadruple, et, *a fortiori*, au sextuple. Il a donc été nécessaire d'imaginer un autre mode de rectification. Celui-ci consiste à faire commander par le relais de ligne, non plus, directement, les électro-aiguilleurs, mais un second relais, grâce auquel on peut réduire au minimum la longueur des contacts de réception ; c'est ce second relais qui actionne, à son tour, les traducteurs.

La figure 286 montre comment ce résultat est obtenu ; les courants, venant de la ligne, arrivent, par le chemin ordinaire, dans un premier relais, dit *relais récepteur*, RR, dont les deux butoirs sont munis, chacun, d'une petite pile locale de 15 volts, positive du côté travail et négative du côté repos. Ce relais en commande un second, dit *relais aiguilleur*, RA, par l'intermédiaire d'une couronne de petits contacts, reliée au massif de RR, et d'un secteur de 20/24 d'une autre couronne, communiquant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec l'entrée des bobines de RA. Le synchronisme étant établi, les points *a*, *b*, *c*, *d*, etc., représentent les points de la course des balais où l'index du relais récepteur passerait de l'un à l'autre de ses butoirs, si les émissions ne subissaient en ligne aucune déformation. L'orientation a été enfin réglée, dans les conditions précédemment indiquées pour les secteurs des installations à plateau unique, de telle sorte que les petits contacts occupent exactement le milieu de l'espace compris entre *ab*, *bc*, *cd*, etc. ; dans ces conditions, si l'on reçoit de la ligne la combinaison-type « T », l'index

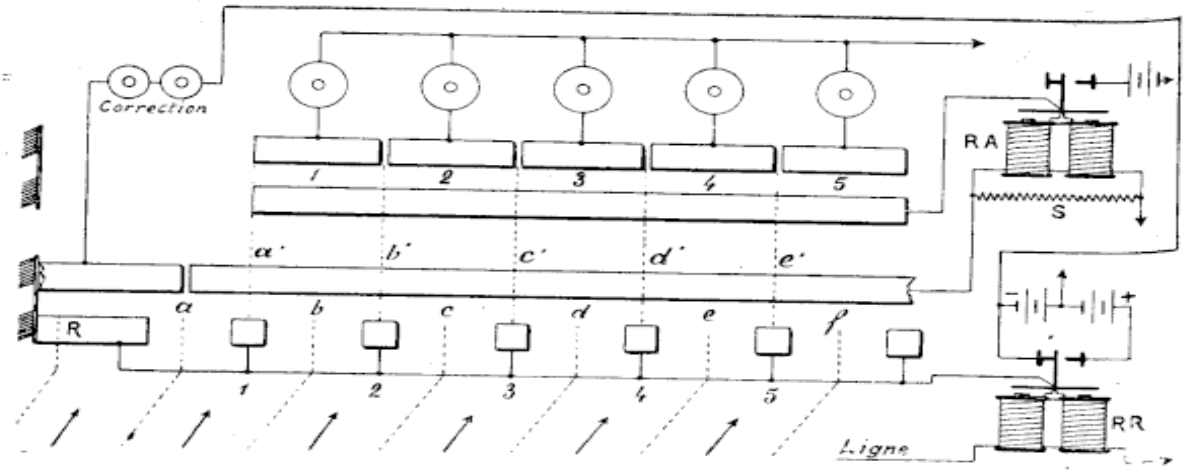


Fig. 286. — Rectification des signaux.

du relais récepteur devrait se mettre sur travail lorsque le balai de la première couronne passe en *a*, et sur repos lorsqu'il atteint le point *b*. Quelle que soit la perturbation qui a pu affecter le premier de ces mouvements, il est certainement effectué lorsque le balai atteint le premier petit contact ; un courant positif, provenant du butoir de travail de RR, passe donc, par les balais, dans la quatrième couronne et, de là, dans le relais aiguilleur, RA, qui est mis également sur travail. Lorsque le balai quitte le petit contact, le relais aiguilleur est abandonné à lui-même, mais, outre qu'il est shunté, ce qui a pour effet de prolonger l'action du courant qu'il vient de recevoir, il est réglé « à l'indifférence » et reste ainsi dans la position de travail. Le relais récepteur, RR, reçoit, peu après, un courant de repos, son index revient sur le butoir de gauche, soit avant, soit après le passage du balai en *b* ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dès que le balai arrive sur le second petit contact, RR ayant certainement obéi au courant de repos, c'est un courant négatif de la petite pile locale qui est envoyé dans le relais aiguilleur, RA. L'index de ce dernier vient alors sur son butoir de repos.

Si l'on admet que le temps nécessaire au fonctionnement du relais aiguilleur correspond au parcours de la moitié d'un petit contact, on voit que son index est resté sur travail pendant que le balai franchissait l'angle compris entre a' et b', c'est-à-dire exactement pendant 1/24, quelle qu'ait été la déformation subie par l'émission de travail venant de la ligne.

De même, le relais aiguilleur reste sur repos jusqu'à ce que le balai atteigne le troisième petit contact ; le relais aiguilleur est mis sur travail, lorsque le balai passe au point c' ; il a donc conservé également la position de repos pendant l'intervalle de 1/24 compris entre b' et c'.

En résumé, grâce à ce mode de commande, il n'est plus nécessaire d'écourter les contacts aiguilleurs, qui se trouvent occuper sensiblement le même angle qu'au double (1/24 au lieu de 1/26), et l'on peut ainsi faire usage des mêmes traducteurs de l'ancien modèle sur l'un et sur l'autre de ces types d'installations.

Installation quadruple à deux plateaux. — Les différentes couronnes sont réparties sur deux plateaux (fig. 287), montés sur les faces avant et arrière de la cage du distributeur, aux deux extrémités de l'arbre des balais.

Le plateau postérieur, appelé aussi *plateau fixe*, placé à droite sur la figure, comprend six couronnes, dont l'affectation est identique à celles de l'unique plateau des installations précédentes, c'est-à-dire qu'elles communiquent respectivement, en partant du centre, avec : la pile locale, la ligne, le massif d'un relais affecté spécialement au contrôle de la transmission, RC, les freins et cadences, les manipulateurs et enfin les électro-aiguilleurs ; la seule différence entre ce plateau et ceux qui ont été précédemment examinés est que la quatrième couronne est divisée en cinq secteurs distincts, dont quatre de 5/24 et un de 4/24, et cela pour une raison qui sera exposée plus loin.

Le plateau antérieur ou *plateau mobile* est muni d'une manette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui permet de le déplacer dans la gorge annulaire de la platine ; la vis de l'une des mâchoires de fixation est munie également d'une manette, qui permet de la bloquer après l'orientation du

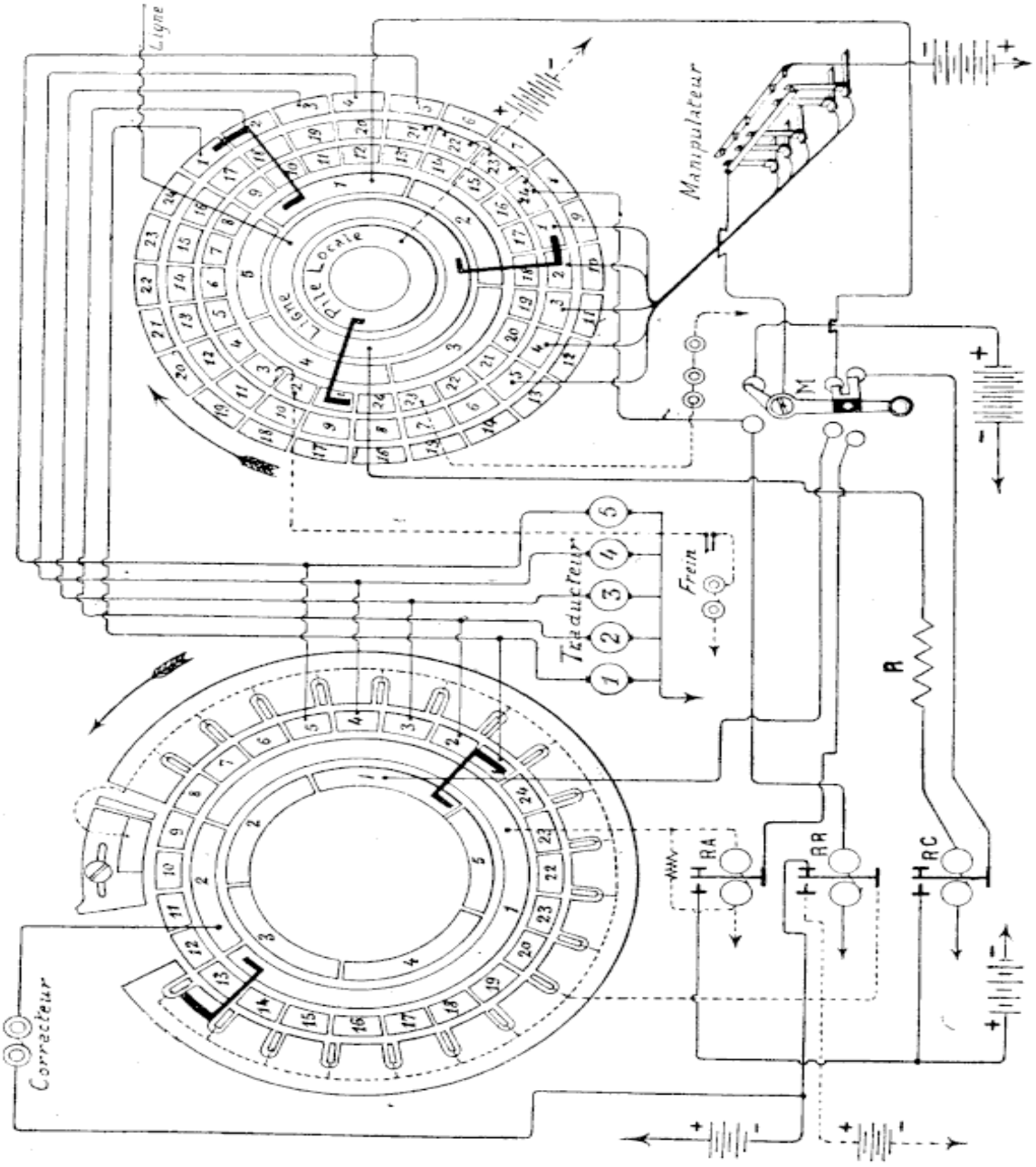


Fig. 287. — Installation quadruple à deux plateaux.

plateau. Le plateau antérieur comprend également six couronnes, mais quatre seulement sont utilisées ; le nombre de six a été maintenu uniquement pour ne pas créer un type spécial de porte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

balais. La première couronne est celle des vingt petits contacts et du contact mobile ; tous ces contacts communiquent entre eux et avec le massif du relais récepteur, RR. Afin d'empêcher le balai de plonger dans le vide, dans le parcours entre deux petits contacts consécutifs, ceux-ci sont entourés d'une *couronne crénelée*, isolée électriquement du reste de la couronne et qui n'a d'autre rôle que de soutenir le balai ; de même, un faux contact, isolé, relève le balai avant son arrivée sur le contact mobile. Les petits contacts représentent un quart d'une division entière, soit 1/96 de la circonférence. Le balai de la première couronne est conjugué avec celui de la quatrième, divisée en deux secteurs, l'un de 20/24, relié à l'entrée du relais aiguilleur, RA, l'autre de 4/24, qui communique avec l'entrée de l'électro-correcteur.

La deuxième couronne est divisée en vingt-quatre contacts égaux, dont vingt sont rattachés aux électro-aiguilleurs des quatre traducteurs ; les quatre derniers sont inutilisés. Le balai de cette couronne est conjugué avec celui de la cinquième, et communique, pour la réception, avec le massif du relais aiguilleur, RA.

On remarquera que les électro-aiguilleurs sont rattachés en même temps à deux couronnes : la première du plateau postérieur, pour le contrôle de la transmission au départ, et la deuxième du plateau antérieur, pour la réception. La liaison est faite dans la boîte de coupures ; ce double emploi tient à ce que les contacts affectés au contrôle doivent occuper une position définie par rapport à ceux de la transmission, tandis qu'une relation, également invariable, doit exister entre les contacts aiguilleurs affectés à la réception et les petits contacts de la première couronne, comme l'indique la figure 286 (p. 334) ; on doit donc mouvoir ces deux dernières couronnes simultanément pour les besoins de l'orientation en ligne.

Comme conséquence, il a fallu scinder en secteurs la quatrième couronne du plateau postérieur et la cinquième du plateau antérieur ; en effet, deux relais distincts, le relais de contrôle, RC, et le relais aiguilleur, RA, sont susceptibles de commander les traducteurs ; si la liaison était permanente, chaque fois que l'un d'eux aurait reçu, en dernier lieu, un courant de travail, son index, restant sur le butoir de pile, enverrait un courant continu dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les traducteurs, au moment où ils devraient obéir à l'autre, et les signaux seraient brouillés. La commutation nécessaire est effectuée par la griffe de la manette, M, ainsi qu'on va le voir.

Marche des courants. — Supposons le secteur 1 sur transmission. Sur le signal donné par la cadence, au moment où le balai de la troisième couronne du plateau postérieur passe sur le contact 23, on exécute, sur le manipulateur 1, une combinaison quelconque ; les piles de repos ou de travail sont renvoyées aux contacts 1, 2, 3, 4, 5, de la deuxième couronne ; le balai de cette couronne, arrivant alors sur le secteur, envoie sur la ligne des courants, soit positifs, soit négatifs, par l'intermédiaire de la cinquième couronne ; ces courants sont dérivés, à travers une résistance, R dans le relais de contrôle, RC, qui fonctionne ; lorsque son index vient sur le butoir de travail, la pile d'aiguillage se trouve en communication, par l'intermédiaire de la griffe de manette, M, avec le premier secteur de la quatrième couronne du plateau postérieur, le balai de cette couronne, conjugué avec celui de la première, renvoie les courants dans les électro-aiguilleurs, et la combinaison est enregistrée dans le traducteur 1 ; entre temps, celui-ci reçoit le courant de « frein », lors du passage du balai de la troisième couronne sur les contacts 2 et 3.

A l'autre poste, la manette, M, du manipulateur 1, est dans la position de réception ; les courants, venant de la ligne sur la cinquième couronne du plateau postérieur, s'échelonnent sur les cinq premiers contacts de la deuxième, ils se rendent dans les touches du manipulateur 1, dans la butée de repos et, par la queue de la manette, M, dans le plot de gauche, et enfin dans les bobines du relais récepteur, RR ; pour un courant de travail, par exemple, l'index de ce relais vient sur le butoir de gauche, et tous les petits contacts de la première couronne du plateau antérieur se trouvent reliés à la petite pile positive du relais récepteur ; lorsque le balai atteint le premier de ces petits contacts, un courant positif passe dans le secteur 1 de la quatrième couronne, et, de là, dans le relais aiguilleur, RA, dont l'index se met sur le butoir de travail ; la pile d'aiguillage est renvoyée, par l'intermédiaire des deux petits plots de gauche de la griffe de la manette, M, dans le secteur 1 de la cinquième couronne du plateau antérieur et, par les balais,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à l'un des cinq contacts aiguilleurs de la deuxième couronne ; le traducteur fonctionne comme il a été indiqué plus haut.

Les courants de correction, envoyés par les contacts 23 et 24 de la deuxième couronne du plateau postérieur, parviennent, au poste corrigé, dans la cinquième et la deuxième du même plateau, sur les contacts 23 et 24, reliés à l'entrée du relais récepteur, RR ; lorsque le balai parvient sur le commencement du contact mobile, un courant positif, partant du butoir de travail du relais récepteur, passe dans le contact mobile, puis, par les balais, dans le secteur de 4/24 de la quatrième couronne, parcourt l'électro-correcteur, qui fonctionne ou non, suivant le cas (V. p. 279) et enfin se ferme sur la petite pile négative du relais récepteur, RR. L'électro-correcteur ne peut, en effet, être relié directement à la terre, puisque la première couronne du plateau antérieur est toujours en communication avec l'une des piles du relais récepteur : il serait actionné indifféremment par l'une ou par l'autre. En outre, la chute de potentiel se fait ainsi de + 15 à — 15, soit sous 30 volts, comme dans les installations à un seul plateau.

Orientation du poste corrigé. — L'orientation du poste corrigé est faite exclusivement en local, comme dans le cas du double (V. p. 295), Sur le plateau postérieur, les balais des deuxième et troisième couronnes sont placés « au pair », c'est-à-dire de manière à se trouver en même temps en tête de contacts de même numéro ; ceux des première et quatrième couronnes sont décalés en arrière d'environ un quart de contact, pour tenir compte de la constante de temps du relais de contrôle, et aussi de ce que la dérivation ne s'établit que lorsque la ligne a déjà commencé à se charger.

Pour le plateau antérieur, le poste corrigé, ayant déterminé la position du point de repère, comme il a été indiqué précédemment (V. p. 295), place le contact mobile de manière que le balai ait à parcourir un angle d'un contact et demi entre ce point et le milieu du premier petit contact, si la correction lui est envoyée « en tête», c'est-à-dire par les contacts 23 et 24 ; cet angle d'un contact et demi doit se retrouver, mais entre le milieu du dernier petit contact et le point de repère si la correction est envoyée « en queue », par les contacts 21 et 22 (c'est ce dernier cas qui est représenté sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figure 287). Les balais sont placés de telle sorte que, lorsque celui de la première couronne se trouve au milieu du premier petit contact, ceux de la deuxième et de la cinquième se trouvent exactement en tête du premier contact.

Les balais étant ainsi orientés séparément pour chacun des plateaux, il ne reste plus qu'à les placer l'un par rapport à l'autre, de manière que le poste corrigé commence à transmettre aussitôt qu'il a fini de recevoir (V. p. 296) ; cette condition est remplie si, le balai de la deuxième couronne du plateau postérieur étant arrêté à la fin du contact 23 et au commencement du suivant, le balai de la première couronne du plateau antérieur repose exactement au point de repère ; s'il ne s'y trouve pas, on déplace *tout le plateau* dans le sens convenable, jusqu'à ce que cette coïncidence soit obtenue. On agit sur le plateau, et non sur le contact mobile seul, car on ne doit pas modifier la distance angulaire, précédemment réglée, entre le point de repère et les petits contacts de la première couronne ; c'est là une distinction extrêmement importante.

Orientation du poste correcteur. — Le poste correcteur place ses balais dans les mêmes conditions que le poste corrigé, mais la position relative de ses deux plateaux est réglée en ligne, et dépend du temps pris par la propagation. Il demande, à cet effet, au poste corrigé de lui envoyer, à chaque tour des balais, un courant par la troisième touche de l'un de ses manipulateurs affecté à la transmission, puis, à l'aide de la manette, il déplace tout son plateau antérieur, dans les conditions qui ont été indiquées pour le secteur mobile d'une installation double ; lorsqu'il a déterminé la position à donner au dit plateau, il l'immobilise en serrant la vis de fixation, comme il a été indiqué plus haut.

Installation sextuple a deux plateaux. — L'installation sextuple à deux plateaux est en tout semblable à celle qui vient d'être décrite, sauf en ce qui concerne le nombre des contacts, qui est de 35, dont 3 pour la propagation. Ces derniers sont supprimés sur la communication à deux fils, Paris-Marseille, dont il sera question plus loin (Voy. p. 360). Les petits contacts de la première couronne du plateau antérieur représentent également un quart des grands.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXV

INSTALLATONS BAUDOT POUR POSTES ÉCHELONNÉS

Définitions générales. — L'échelonnement par embrochage ou par dérivation, à l'aide de l'appareil Morse, indiqué à la seconde partie de cet ouvrage (p. 176), entraîne la nécessité d'attribuer le fil alternativement à l'un et à l'autre des postes secondaires, pour leur permettre de communiquer avec le poste principal ; d'où des retards appréciables dans l'acheminement des télégrammes. Les installations Baudot pour postes échelonnés offrent cet avantage appréciable que les bureaux secondaires sont en contact *permanent* avec le principal, tout comme si chacun d'eux disposait d'un fil particulier.

Le poste tête de ligne est désigné sous le nom de *poste principal* : on appelle les deux autres, soit *poste intermédiaire*, soit *poste extrême*, suivant la place qu'ils occupent sur la ligne.

Les installations pour postes échelonnés se classent en deux catégories générales :

1° Les *installations simples*, à l'aide desquelles les deux postes secondaires communiquent seulement avec le principal ;

2° Les *installations complètes*, dans lesquelles l'intermédiaire et l'extrême communiquent entre eux, pendant la demi-révolution où la ligne est occupée entre le principal et l'intermédiaire.

INSTALLATIONS ÉCHELONNÉES SIMPLES

Installation double échelonnée simple. — L'installation Paris-Vannes-Lorient appartient à la première catégorie : Vannes et Lorient ne communiquent pas entre eux ; elle comporte, dans les trois postes, un distributeur double à 13 contacts. Vannes,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste intermédiaire, est correcteur par rapport à Paris et à Lorient. La position relative des trois distributeurs est indiquée par la figure 288, dans laquelle le temps de propagation a été supposé égal à un demi-contact entre Paris et Vannes, et un huitième entre Vannes et Lorient.

Le premier secteur est affecté aux relations Paris-Lorient. Les courants émis par les contacts 1, 2, 3, 4, 5 de ce dernier poste arrivent à Vannes dans un secteur de 6 contacts de la deuxième couronne, réunis entre eux et à la ligne côté Lorient, ils passent par les balais dans la cinquième couronne, pour se rendre sur la seconde ligne, et parviennent à Paris sur les contacts 1, 2, 3, 4, 5. Lorsque la transmission de Lorient est terminée, Paris peut, à son tour, transmettre par les mêmes contacts : ses courants traversent, à Vannes, le secteur de 6/13, et parviennent à Lorient sur les contacts 2, 3, 4, 5, 6.

Paris, sur le secteur 1, obtient alternativement la réception et le contrôle de sa transmission dans le même traducteur et par les mêmes contacts. De même, Lorient doit assurer ces deux fonctions avec un seul traducteur, mais on voit que sa réception est décalée d'un contact par rapport à son contrôle : il doit donc, disposer d'un secteur de 6 contacts à sa première couronne, et mettre les cinq électro-aiguilleurs de son unique traducteur en relations, respectivement, avec les cinq premiers lorsqu'il transmet, et avec les 2, 3, 4, 5, 6, lorsqu'il reçoit. Cette permutation est effectuée à l'aide d'un *commutateur multiple*, qui sera décrit en même temps que les autres appareils de la même catégorie (V. p. 519) ; disons seulement, pour l'instant, qu'il est formé de la réunion d'un certain nombre de commutateurs à deux directions, qu'on manœuvre simultanément à l'aide d'une manette commune.

Paris et Vannes communiquent entre eux par le second secteur; or, l'intermédiaire ayant affecté 6 contacts au passage direct, Paris-Lorient, et 2 à l'envoi de la correction, ne dispose plus que de 5 contacts pour sa transmission et sa réception : il se trouve donc dans la même situation que Paris sur le premier secteur ; Paris lui transmet par 6, 7, 8, 9, 10 et reçoit sur 7, 8, 9, 10, 11 : son secteur mobile de la première couronne comporte six contacts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aiguilleurs, et un commutateur multiple lui permet d'effectuer la même permutation qu'à Lorient, suivant qu'il veut enregistrer les signaux reçus de Vannes ou le contrôle de sa transmission.

Les courants de correction sont envoyés par Vannes à Paris par

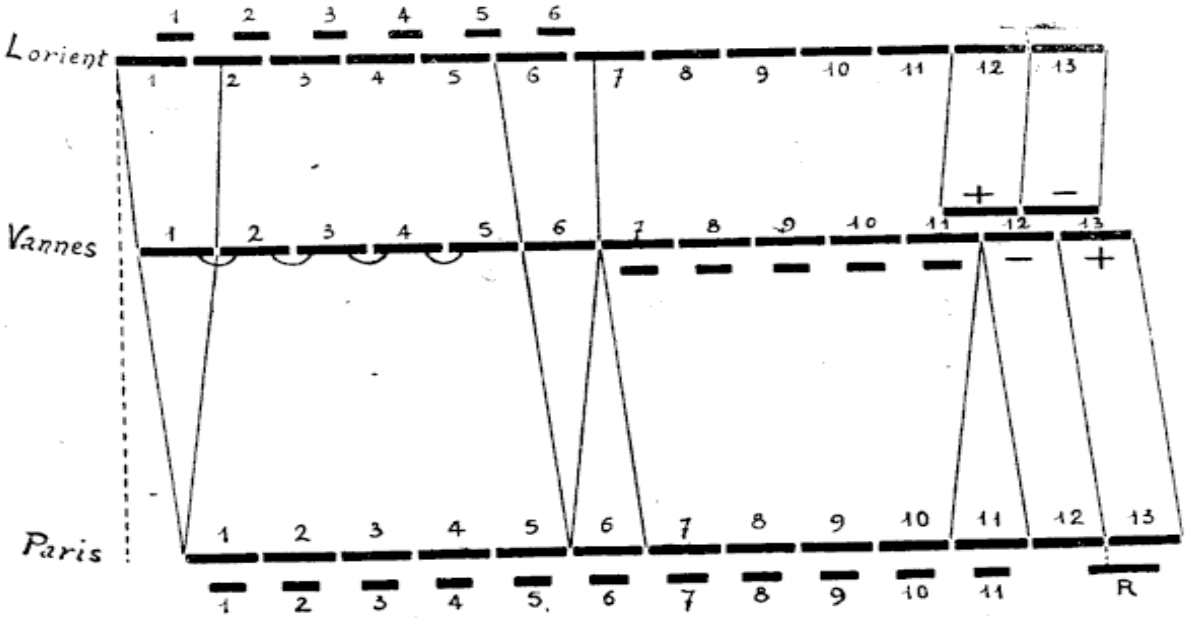


Fig. 288. — Installation double échelonnée simple.

contacts 12 et 13 de la deuxième couronne et à Lorient par ceux de même numéro de la troisième couronne ; à cet effet, un secteur de 2/13 a été coupé dans la sixième couronne et relié à la ligne côté Lorient. On verra plus loin pourquoi les polarités de ces courants sont inverses d'un côté par rapport à l'autre (Voy. p. 346).

Coupure de la transmission. — Si, au cours de la réception, un accident quelconque vient à se produire, le poste réceptionnaire doit pouvoir en aviser immédiatement le poste transmetteur : c'est ce qu'on appelle *couper* une transmission. Dans les installations ordinaires, on « coupe » en répétant, à main posée, la lettre « P » sur le clavier de transmission, jusqu'à ce que le bruit caractéristique, qui en résulte, attire l'attention du correspondant : dès qu'il a suspendu sa transmission, on lui indique la cause de l'arrêt et, ensuite, l'endroit où il doit la reprendre.

Ce mode de coupure n'est pas possible sur les installations éche-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

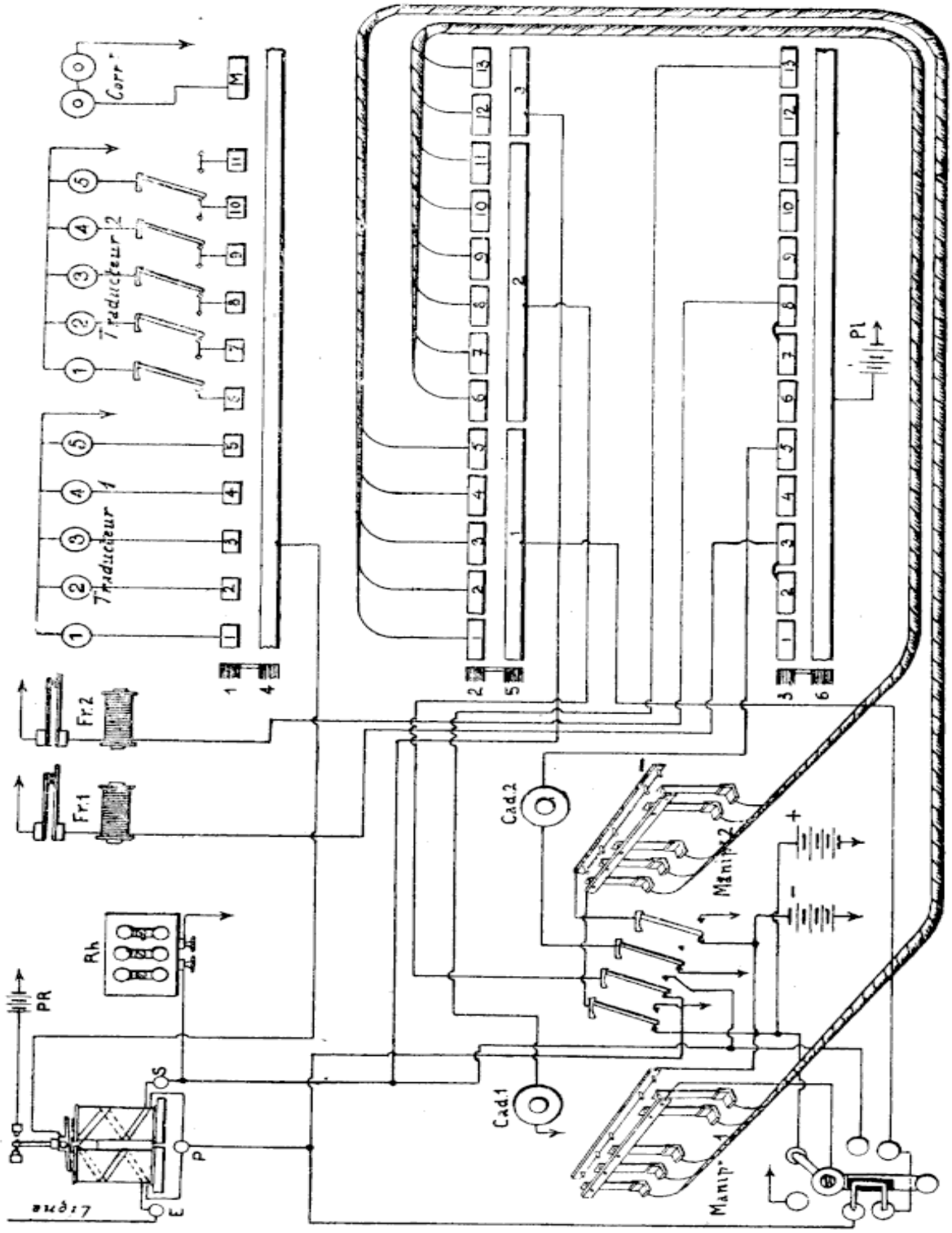


Fig. 289. — Poste principal d'une ligne d'échelonnés (double).

lonnées du genre Paris-Vannes-Lorient, où chaque communi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation est assurée, dans les deux sens, par un seul secteur. La modification consiste à obtenir le contrôle de la transmission, non plus par une simple dérivation, comme dans les installations ordinaires (V. p. 290) mais à l'aide d'un relais différentiel Baudot, que traversent tous les courants de transmission. L'équilibre des deux circuits est réalisé suivant le principe exposé pour le duplex différentiel (V. p. 177), mais avec cette circonstance particulière qu'on ne cherche pas ici à ce que l'index reste immobile pendant la transmission, mais, au contraire, à ce que l'intensité dans le circuit relié à la ligne réelle ait la prépondérance, juste suffisante pour que le relais enregistre les courants émis. Dans ces conditions, il n'est plus nécessaire d'équilibrer la capacité, et la ligne artificielle comprend uniquement un rhéostat, auquel on donne une résistance légèrement supérieure à celle de la ligne réelle.

Pour couper la transmission de son correspondant, le poste réceptionnaire place simplement sa manette dans la position de transmission, et oppose ainsi sa pile de repos aux deux piles de ligne de l'autre poste : l'équilibre du relais différentiel de celui-ci se trouve rompu et les lettres imprimées sur sa bande de contrôle ne représentent plus les signaux émis.

Marche des courants. — Sur le secteur 1 du poste principal (fig. 289), la manette du manipulateur amène, pour la transmission, la pile de repos à la butée postérieure des touches ; mais comme le relais est embroché sur la ligne, c'est la terre qui est donnée à cette butée, lorsqu'on prend la position de réception. En outre, les courants de transmission, partant de la cinquième couronne, doivent arriver au pont du relais, P, pour se bifurquer dans les deux circuits ; si cette communication était invariable, les courants d'arrivée ne parcourraient qu'un seul des enroulements du relais ; or, il y a intérêt à ce qu'ils passent également dans le second, où leur action s'ajoute : il faut donc que la cinquième couronne soit reliée au pont, P, quand on transmet et à la sortie, S, quand on reçoit. Cette seconde commutation est assurée à l'aide de la griffe, G, de la manette.

D'autre part, comme les deux secteurs sont absolument indépendants, et que l'un peut transmettre pendant que l'autre reçoit, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinquième couronne est divisée en trois secteurs distincts, le premier de 5/13, le second de 6/13, le troisième de 2/13 ; ce dernier est relié en permanence, à la sortie, S, du relais, pour la réception des courants de correction ; ceux-ci trouvent issue par les balais et les contacts 12 et 13 de la deuxième couronne, rattachés à la terre.

Une combinaison, transmise à Lorient par le secteur 1, passe donc dans la deuxième couronne et, par les balais, dans le secteur de 5/13 de la cinquième ; les courants arrivent, par la griffe de la manette, au pont, P, où ils se bifurquent ; une partie parcourt le circuit de ligne factice et va à la terre à travers le rhéostat, R*h* ; l'autre se rend sur la ligne. L'équilibre étant réalisé dans les conditions indiquées plus haut, le relais fonctionne et actionne le traducteur à la façon ordinaire ; on a ainsi le contrôle de la transmission.

Les courants venant de Lorient, sur le même secteur, traversent, tout d'abord, le circuit de ligne réelle du relais ; comme la manette est dans la position de réception, le pont, P, est isolé et ils ne trouvent d'autre chemin que le second enroulement du relais ; arrivés à la borne S, ils gagnent la terre par la griffe de la manétte, le secteur de la cinquième couronne, les contacts de la deuxième, les touches du manipulateur, la butée de repos, l'axe de la manette et enfin le plot de gauche, sur lequel s'appuie alors la queue de la manette.

Sur le secteur 2, la manette est supprimée et remplacée par le commutateur multiple, nécessaire au décalage des contacts aiguilleurs, et qui comporte ainsi sept commutateurs élémentaires ou *broches*.

Vannes, sur son unique secteur, est monté comme le premier secteur de Paris. Celui de Lorient est, au contraire, la reproduction du deuxième secteur de Paris, avec un commutateur multiple à 7 broches.

On remarquera que si Paris, par exemple, emploie le négatif comme courant de travail, l'intermédiaire et l'extrême doivent nécessairement émettre, pour le même objet, le positif. En effet, les courants de transmission traversant le relais avant de sortir du poste, si un courant négatif, entrant par le pont, met l'index

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur travail, un autre négatif, arrivant de la ligne et parcourant les spires en sens inverse, le mettra *sur repos* : il est donc indispensable que le courant de travail des postes secondaires soit, dans ce cas, positif. C'est pour cette raison que, sur le diagramme, figure 288, les polarités des courants correcteurs, envoyés par Vannes, sont inverses du côté de Lorient, par rapport au côté de Paris.

Orientation. — Paris s'oriente, en principe, comme un poste corrigé ordinaire; il est ainsi dans les conditions requises pour bien recevoir de Vannes.

Celui-ci, toutefois, n'est pas dans la situation d'un poste correcteur ordinaire, puisqu'il ne peut se mouvoir dans le secteur de 5/13, qui lui est dévolu. Vannes doit donc placer ses contacts aiguilleurs au pair avec ceux de la deuxième couronne, et se faire orienter par Paris : celui-ci lui envoyant « la troisième » par son contact 8, Vannes détermine si ce courant tend à tomber sur le contact suivant ou sur le précédent; dans ce dernier cas, il demande à Paris de « retarder l'envoi de ses courants » ; pour cela Paris pousse son contact mobile à l'encontre du mouvement des balais, provoquant ainsi un certain nombre de corrections successives, jusqu'à ce que ses balais aient été retardés d'un angle égal à celui dont le contact mobile a été déplacé ; cette action équivaut, sur le diagramme ci-dessus (fig. 288), à un décalage de tout le distributeur de Paris dans le sens du mouvement, c'est-à-dire de gauche à droite ; l'opération, effectuée par petites quantités à la fois, est répétée jusqu'à ce que le troisième contact aiguilleur de Vannes se trouve exactement au milieu de l'émission qui lui est destinée.

Si Vannes constate qu'il tend à recevoir sur le contact suivant, il demande à Paris la manœuvre inverse.

Dans tous les cas, Paris sauvegarde sa propre orientation en déplaçant, d'une même quantité et dans le même sens, le deuxième secteur mobile de sa première couronne, de manière à maintenir invariable la distance angulaire d'un contact et demi, qui doit exister entre le milieu du dernier contact aiguilleur et le point de repère.

Dès que Vannes est orienté, Paris se fait orienter, à son tour,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur son premier secteur, par Lorient, auquel il demande d'avancer ou de retarder l'envoi de ses courants, suivant qu'il tend à recevoir sur le contact suivant ou sur le précédent ; enfin, Lorient s'oriente, comme le fait un poste correcteur, dans une installation ordinaire : il déplace son secteur mobile dans un sens puis dans l'autre, jusqu'à ce que la troisième de Paris déborde sur les contacts voisins, et prend le milieu des deux points ainsi trouvés (V. p. 297).

Installation triple échelonnée simple. — Les installations triples échelonnées simples sont, à cela près du nombre de secteurs, identiques à celles du genre Paris-Vannes-Lorient.

Les courants de correction sont envoyés par les contacts 18 et 19. Celui des deux postes, auquel sont attribués deux secteurs, transmet par l'un et reçoit par l'autre : le commutateur multiple devient donc inutile puisqu'il n'y a pas de décalage à opérer, et les électro-aiguilleurs sont reliés directement aux contacts de la première couronne. L'orientation s'effectue dans les mêmes conditions qu'au double : d'abord entre le principal et l'intermédiaire, ensuite entre le principal et l'extrême.

INSTALLATIONS ÉCHELONNÉES COMPLÈTES

Installation double échelonnée complète. — Si l'on examine le diagramme ci-dessus (fig. 288) on voit que, lorsque les balais parcourent le second secteur, la ligne, occupée seulement entre le principal et l'intermédiaire, reste inutilisée entre celui-ci et l'extrême. Les cinq treizièmes, ainsi disponibles, peuvent permettre une communication supplémentaire, pourvu qu'on dispose de la marge nécessaire pour la propagation, aller et retour, entre l'intermédiaire et l'extrême. On peut loger, dans cet intervalle, un secteur de plateau triple, monté sur la face opposée de la cage du distributeur, et l'on réalise ainsi l'installation représentée par la figure 290.

Autres installations doubles et triples échelonnées. — Les installations doubles et triples échelonnées sont appelées à disparaître dans un avenir assez prochain ; en effet, dans un but

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'unification du matériel, l'Administration a décidé de les ramener toutes au type quadruple, quitte à n'utiliser que le nombre de secteurs strictement nécessaires. Il serait donc sans intérêt d'examiner les divers autres genres d'installations similaires, qui ne

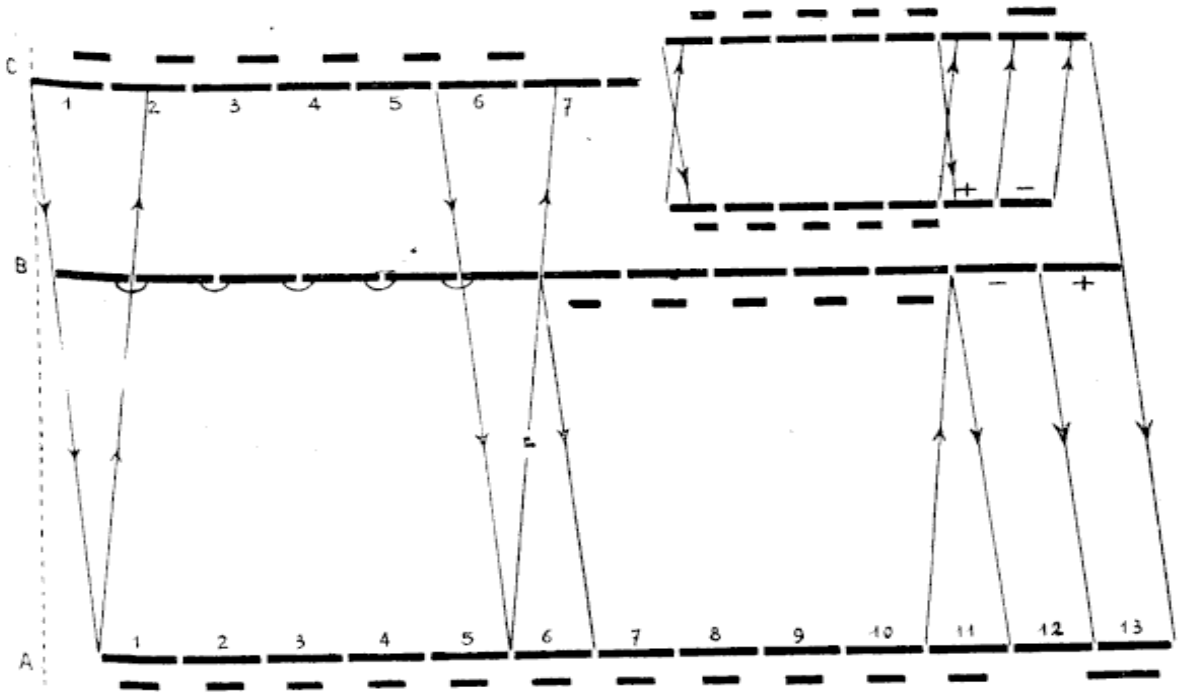


Fig. 290. — Installation double-triple échelonnée complète.

diffèrent, en principe, des précédentes que par des détails d'agencement et, notamment, par la suppression du relais différentiel et un mode de coupure qu'on trouvera dans le type quadruple.

Installation quadruple échelonnée complète. — L'installation-type de cette catégorie est celle de Paris-Caen-Cherbourg : Paris correspond avec Cherbourg par les deux premiers secteurs et avec Caen par les deux autres (fig. 291). Caen, intermédiaire et correcteur, envoie les courants de correction à Paris immédiatement après sa transmission par le secteur 4, c'est-à-dire par les contacts 21 et 22 ; dans le cas supposé sur ce diagramme, où la propagation Paris-Caen et retour prend juste un contact, les courants de correction sont reçus à Paris sur les contacts 22 et 23 ; le 24 est inutilisé ; si le temps de propagation est le même entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caen et Cherbourg, le contact 23 de Caen, relié au passage direct,

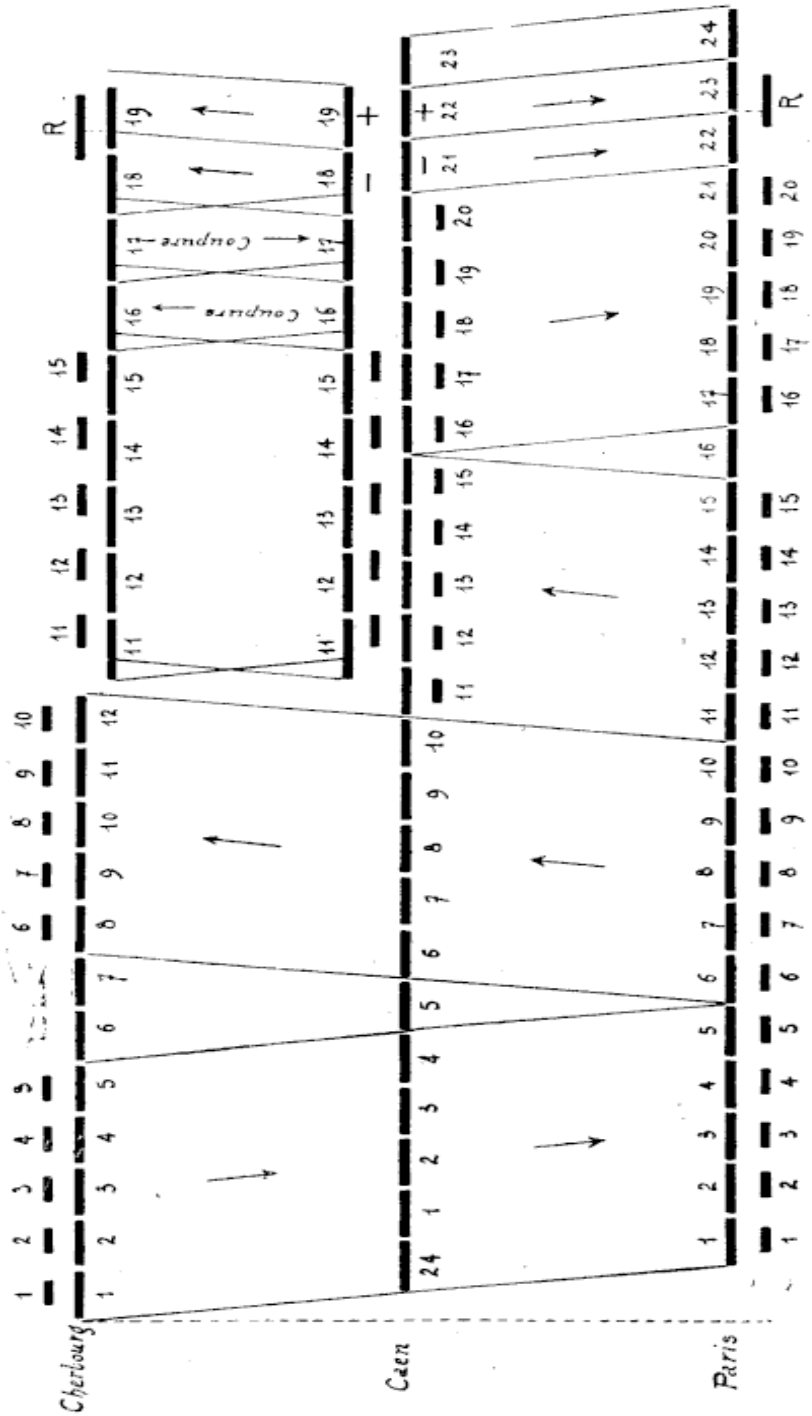


Fig. 291. — Installation quadruple échelonnée.

est également sans emploi; la transmission de Paris à Cherbourg, par le deuxième secteur, et celle à Caen, par le troisième, se suivent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sans intervalle, de sorte que la marge de deux contacts, permise par un distributeur à 24, est plus que suffisante pour assurer l'ensemble des relations entre les trois postes.

Le passage direct, à Caen, occupe les douze contacts de 23 à 10 ; il reste donc 12/24 pour permettre une transmission alternée entre Caen et Cherbourg, et envoyer la correction à ce dernier. A cet effet, sur la cage de distributeur, qui supporte déjà le plateau quadruple, on a monté un plateau triple, dont neuf contacts peuvent se loger dans l'angle de 12/24 mentionné plus haut. Ce nombre étant supérieur de deux aux besoins stricts, on a pu supprimer la coupure par relais différentiel, et obtenir l'avertissement d'arrêt de la transmission à l'aide d'une sonnerie auxiliaire.

Sur le côté droit du manipulateur, est montée une petite clé à ressort, dont la butée supérieure est reliée à la pile de repos et l'autre à la pile de travail ; à Caen, par exemple, cette clé est rattachée au contact 16 de la deuxième couronne du plateau triple, tandis que le contact 17 est à l'entrée du relais ; à Cherbourg, l'ordre est inverse : le contact 16 est à l'entrée du relais et le contact 17 à la clé de coupure. Sur la première couronne, le contact 17 de Caen et le 16 de Cherbourg sont reliés à une petite sonnerie spéciale, placée auprès du manipulateur, et dont l'électro-aimant, construit comme un électro-aiguilleur, peut fonctionner sous l'action de courants envoyés par un contact écourté de la première couronne. Tant que les clés de coupure sont au repos, les courants positifs qu'elles émettent maintiennent le relais sur le butoir de repos, et les sonneries restent muettes ; mais si Caen, par exemple, veut interrompre la transmission de Cherbourg, il appuie sur sa clé de coupure qui, par le contact 16, émet un courant négatif : l'index du relais de Cherbourg est alors mis sur travail et envoie un courant dans la sonnerie spéciale : Cherbourg est ainsi averti et prend aussitôt la position de réception.

Sur le plateau quadruple, chacune des communications étant assurée par deux secteurs, les transmissions sont simultanées dans les deux sens, et la coupure se fait comme sur les installations ordinaires ; le relais différentiel a donc pu être ainsi supprimé dans les trois postes. En outre, chacun d'eux emploie le même pôle, le négatif, pour émettre le courant de travail (V. p. 137).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXVI

TRANSLATIONS BAUDOT POUR LIGNES AÉRIENNES

Principe. — On a vu plus haut (p. 168) que, si l'on fait usage du courant de repos, dans les communications Wheatstone par exemple, la translation doit posséder deux électro-aimants commutateurs, susceptibles de mettre chacune des deux sections de la ligne dans la position de transmission ou dans celle de réception ; chacun de ces électro-aimants doit être réglé de manière à obtenir une certaine lenteur dans les mouvements de son armature, afin que celle-ci reste insensible aux interruptions qui se produisent, chaque fois que le relais commutateur change de position. Ce dispositif est suffisant pour le Wheatstone, où chacun des correspondants transmet pendant plusieurs minutes consécutives ; la paresse de l'électro-aimant commutateur ne constitue pas une gêne au moment où va être inversé le sens de la transmission, car il se produit toujours un intervalle appréciable entre le moment où l'un des postes cesse de transmettre et celui où l'autre commence.

Ce mode de commutation ne saurait convenir au Baudot, où le sens de la transmission est inversé deux fois dans une révolution des balais, révolution dont la durée totale n'est que d'un tiers de seconde. Il a donc fallu recourir à un distributeur, appelé *inverseur automatique*, en synchronisme avec les extrêmes, et qui relie, pendant un demi-tour des balais, la ligne A à l'entrée du relais et la ligne B au massif, puis, instantanément, met B à l'entrée du relais et A au massif.

Les premières translations tournantes réexpédiaient purement et simplement les signaux, tels qu'elles les recevaient ; on les désigne sous le nom de *translations simples*, par comparaison avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les *translations rectificatrices* qui, comme leur nom l'indique, rectifient les signaux avant de les réexpédier.

TRANSLATIONS TOURNANTES SIMPLES

Principe de la translation tournante. — Les translations simples ne sont plus employées : elles ont été partout remplacées par les translations rectificatrices ; leur description sommaire n'a pour but que de définir plus clairement le principe général de ces dernières.

Ce principe peut être mis en lumière de façon très simple à l'aide

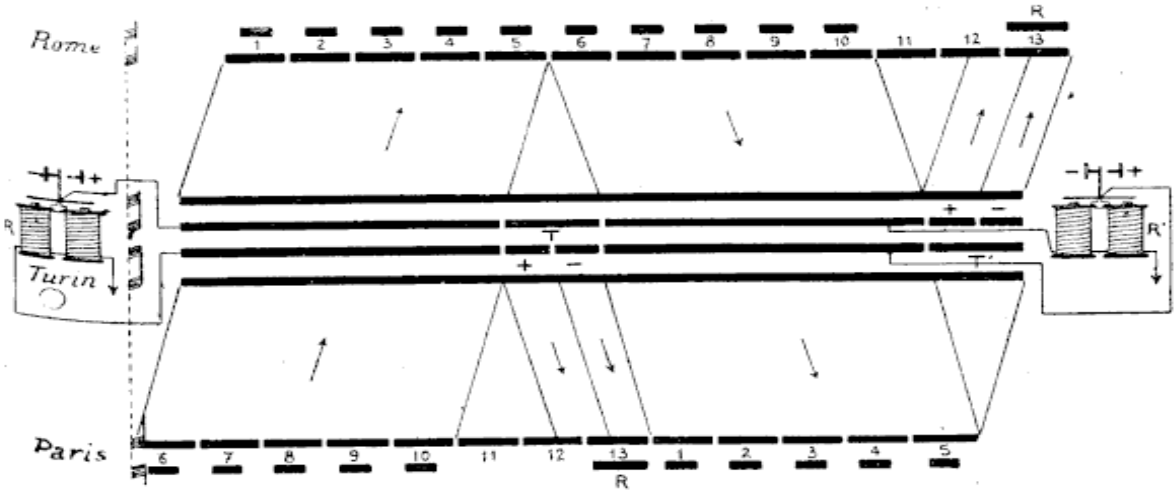


Fig. 292. — Translation tournante.

de la translation qui, pour la première fois, servit à relier Paris et Rome, et fut installée à Turin. Le diagramme ci-dessus (fig. 292) montre la situation relative des trois postes, munis de distributeurs doubles à 13 contacts, le temps de propagation entre Turin et chacun des extrêmes étant de trois quarts de contact.

Turin est correcteur par rapport aux deux extrêmes ; Paris transmet à Rome par les contacts 6, 7, 8, 9, 10 de sa deuxième couronne ; ses courants parviennent à Turin dans une couronne pleine, dont le balai est conjugué avec celui d'une couronne divisée, dont un secteur de cinq treizièmes est relié à l'entrée d'un relais translateur, R ; celui-ci fonctionne et renvoie des signaux semblables sur la ligne Turin-Rome, par l'intermédiaire d'un secteur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 5/13 et d'une couronne pleine, réunis par des balais. Ces signaux parviennent à Rome sur les contacts 1, 2, 3, 4 et 5.

Rome transmet, aussitôt après, par ses contacts 6, 7, 8, 9, 10 ; le secteur de 5/13 dans lequel les courants sont reçus à Turin les renvoie dans un second relais translateur, R′, qui les réexpédie à Paris. Celui-ci les reçoit sur les contacts 1, 2, 3, 4, 5.

Le temps de propagation, aller et retour, de Paris à Rome, est donc de trois contacts, alors que le distributeur ne comporte qu'un seul contact de marge pour cet objet. Un artifice ingénieux permet de récupérer la moitié de ce temps et de le ramener ainsi à une valeur compatible avec le type de distributeur employé. En effet, pendant le temps qui s'écoule entre le moment où Turin finit de réexpédier à Rome et celui où il commence à recevoir de celui-ci, soit pendant le parcours d'un contact et demi, la ligne Turin-Paris est libre ; Turin en profite pour envoyer les courants correcteurs à Paris, par deux contacts réduits chacun à trois-quarts ; dans le même temps, la ligne Turin-Rome est mise à la terre par le contact T de l'autre couronne divisée.

De même, Turin envoie les courants correcteurs à Rome, un demi-tour plus tard, pendant que s'effectue la propagation Turin-Paris et retour, et la ligne côté Paris est mise à la terre par le contact T′. La seule conséquence de cet envoi de la correction, à deux moments différents, à Paris et à Rome, est de décaler les secteurs de l'un par rapport à ceux de l'autre, et c'est ainsi que, dans les deux postes extrêmes, une transmission effectuée sur le secteur 2 est reçue, à l'autre extrémité de la ligne, dans le secteur 1. Cette anomalie apparente n'offre d'ailleurs aucun inconvénient.

Turin peut contrôler les transmissions échangées sur la ligne, grâce à une dérivation prise sur chacun de ses relais translateurs, et qui actionne un relais local : celui-ci, par l'intermédiaire d'une paire de couronnes, non représentées sur le diagramme, renvoie les signaux dans un traducteur. Un commutateur lui permet de se substituer à l'un des extrêmes pour transmettre à l'autre et échanger avec lui les conversations nécessaires aux réglages, les réponses de celui-ci étant reçues dans le traducteur de contrôle. Lorsque les deux correspondants travaillent entre eux, le massif du relais de contrôle est renvoyé à un parleur Baudot (V. p. 26)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dont le grésillement est une indication suffisante, mais qui, éventuellement, enregistre nettement les appels Morse produits par l'un des extrêmes.

Orientation. — Paris et Rome placent leurs balais comme des postes corrigés ordinaires, à cela près que la distance angulaire, entre leur point de repère et le milieu du premier contact aiguilleur, doit être seulement d'un contact et quart, au lieu d'un et demi, les contacts de correction de Turin étant raccourcis d'un quart ; ils placent, en principe, leur point de repère en coïncidence avec le premier quart du contact 13 de la deuxième couronne, mais cette position est sujette à changement sur les indications de Turin.

Le poste translateur se trouve, en effet, dans la situation qui a été indiquée pour le poste intermédiaire d'une communication double échelonnée : les courants, que lui envoient les extrêmes, doivent s'encadrer exactement sur un secteur de 5/13, et il ne dispose d'aucune marge pour les recueillir à droite ou à gauche, comme le ferait un poste correcteur ordinaire ; il se fera donc orienter, de la même façon que l'intermédiaire précité, en déterminant si les courants de Paris, par exemple, lui parviennent trop tôt ou trop tard, et en demandant à Paris d'en retarder ou d'en avancer l'envoi. Dès que la réception de Turin est devenue correcte, celle de Rome l'est également, puisque le secteur de réexpédition est au pair avec celui de réception, et que Rome a établi la distance angulaire convenable entre son point de repère et son secteur mobile.

Lorsque Turin a fini de s'orienter par rapport à Paris, il opère de même avec Rome, et les deux postes peuvent entrer en correspondance.

TRANSLATIONS RECTIFICATRICES

Rectification des signaux.—Avec le système de translation qui vient d'être décrit, le relais translateur, en réexpédiant les signaux, reproduit toutes les déformations qu'ils ont subies pendant le trajet de la première section de la ligne ; à ces premières

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

altérations viennent s'ajouter celles qu'ils subissent dans la seconde section, de sorte que, sur une ligne très longue, les signaux risquent d'arriver à destination tellement dénaturés que leur traduction devienne précaire.

Il était donc tout indiqué d'appliquer aux translations le dispositif rectificateur, déjà usité dans le quadruple à deux plateaux (V. p. 333). Dans ces conditions, les signaux *déformés*, qui parviennent au poste translateur, en repartent *corrects*, tout comme s'ils émanaient d'une transmission nouvelle, et le poste réceptionnaire n'a plus à rectifier, à l'arrivée, que les altérations subies dans la dernière partie de la ligne.

Distributeur inverseur rectificateur. — Ce distributeur (fig. 293) comporte, en outre des quatre couronnes de la figure 292, deux autres couronnes pour la rectification. Le fonctionnement de celles-ci est identique à celui du quadruple à deux plateaux, à cela près d'une addition en ce qui concerne le relais translateur, RT, qui tient ici la place du relais aiguilleur. Le relais translateur, en effet, comporte deux piles de ligne, de polarités contraires et de fort voltage ; il était à craindre que, malgré le réglage à l'indifférence et l'action du shunt, S, des trépidations puissent déplacer légèrement l'index pendant que le balai se trouve entre deux petits contacts, et produisent des étincelles. Il a donc été nécessaire d'assurer, de façon plus complète, la stabilité de l'index sur le butoir où l'a amené le courant parvenu par un petit contact. Un artifice original a permis de rendre *auto-excitateur* le relais translateur : on a utilisé, dans ce but, la dérivation, mentionnée pour la translation Paris-Rome, qui permet au poste translateur de contrôler les transmissions échangées sur la ligne.

On voit, sur le schéma ci-après, que la sortie du relais de contrôle, RC, au lieu d'être à la terre, est reliée à la couronne crénelée, qui entoure les petits contacts de la première couronne, et est isolée dans les installations ordinaires. Dans ces conditions, dès que le balai quitte un petit contact et vient reposer sur la couronne crénelée, le courant envoyé sur la ligne C, par le relais translateur, est dérivé, à travers le rhéostat, R, et le relais de contrôle, RC, arrive à la couronne crénelée, passe par les balais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la deuxième couronne, et va prendre terre dans les propres bobines du relais qui l'a émis ; celui-ci se trouve donc maintenu dans la position que lui a donnée le courant du relais récepteur, et il suffit de régler convenablement la résistance du rhéostat, R, pour que les deux intensités soient égales et que l'index reste dans un état de stabilité parfaite. Au moment où le balai de la première couronne atteint le petit contact suivant, la dérivation

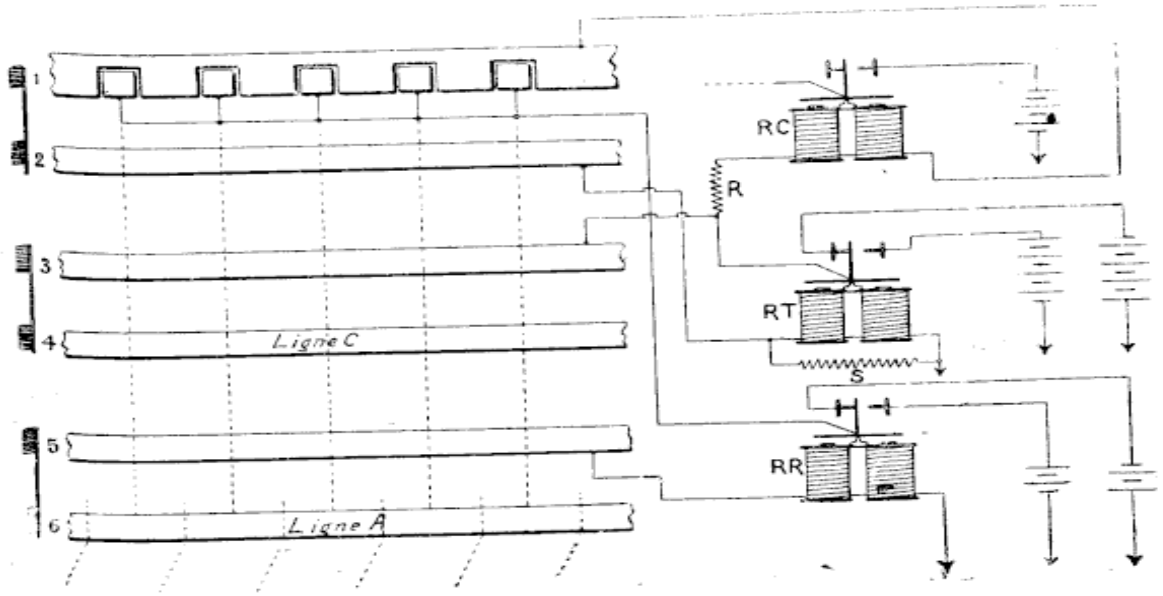


Fig. 293. — Principe de la translation rectificatrice.

est supprimée, et le relais translateur est soumis à la seule action du relais récepteur.

Le plan général (fig. 294), montre l'agencement d'une installation de translation double rectificatrice ; sur chaque côté de ligne est un jeu de relais récepteur, translateur et de contrôle. La marche des courants est celle qui vient d'être indiquée, sauf que les petits contacts ne communiquent pas directement avec le massif des relais récepteurs ; cette liaison est établie, pour chacun des secteurs, par un commutateur multiple, C^1 ou C^2, dont les broches, reliées aux petits contacts, s'appuient normalement sur des plots réunis entre eux et au dit massif. Lorsque le poste translateur vent prendre la place de l'extrême, A, pour parler à l'autre, C, il déplace le commuteur C^1 : les cinq petits contacts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

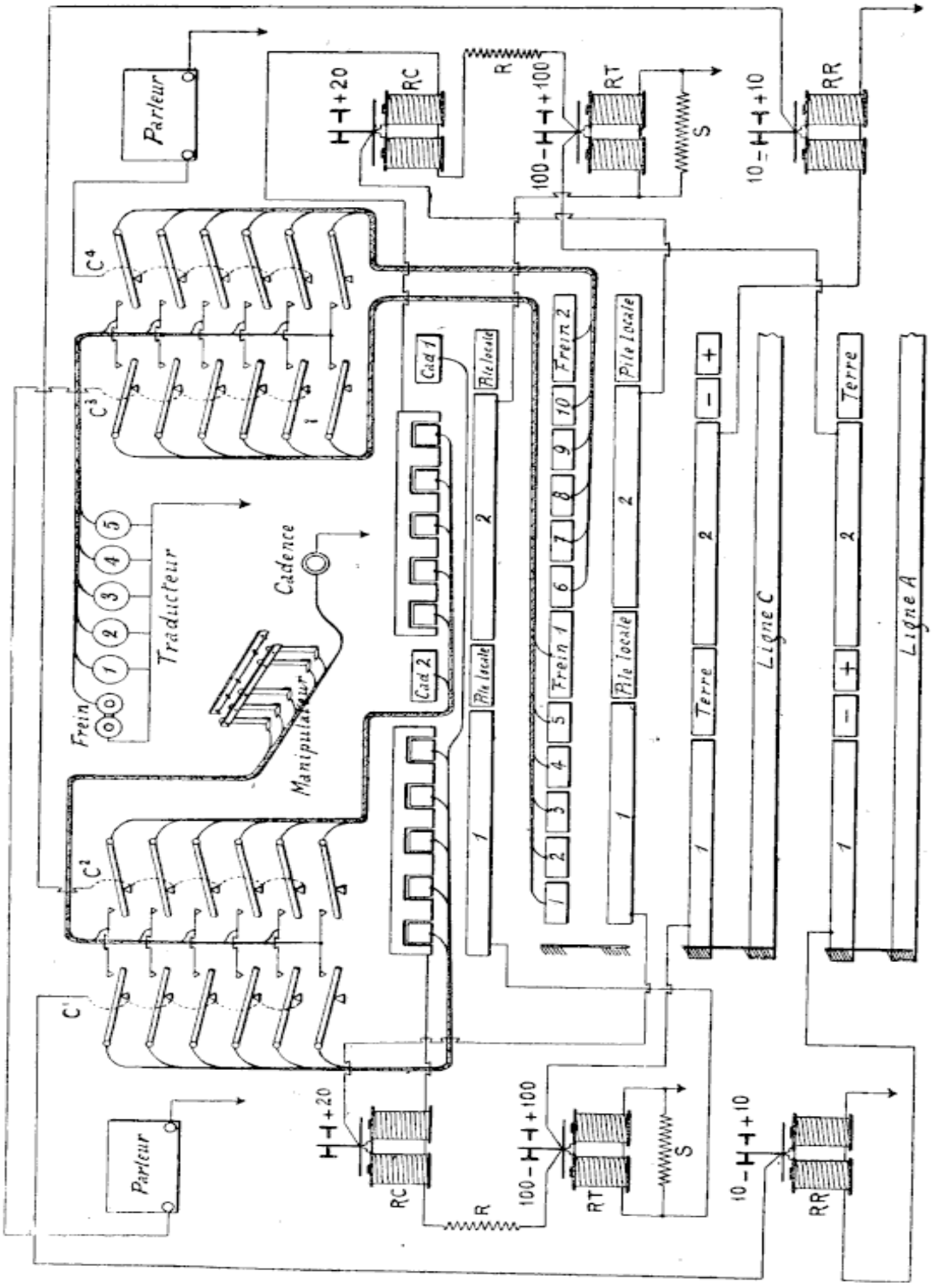


Fig. 294. — Translation rectificatrice.

du premier secteur se trouvent alors en communication avec les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

touches de l'unique manipulateur, dont les butées sont munies des piles, — 10 et + 10, du relais récepteur ; les courants émis par le manipulateur se rendent ainsi dans le relais translateur, qui les réexpédie sur la ligne C, tout comme s'ils provenaient de la ligne A.

De même que dans l'installation Paris-Rome, le poste translateur utilise les courants, dérivés dans son relais de contrôle, pour actionner, soit un parleur, soit un traducteur. Les permutations nécessaires sont effectuées par les commutateurs, C^3 et C^4, dont les broches sont reliées respectivement aux contacts de contrôle et de frein de l'un et de l'autre secteurs. Dans la position normale, qui est celle que représente le plan, les broches s'appuient sur des plots reliés ensemble et à l'entrée d'un parleur. Les cinq électro-aiguilleurs et le frein du traducteur communiquent avec les butées supérieures des deux commutateurs ; on déplace le commutateur C^3 pour contrôler sur le secteur 1, et l'autre, C^4, pour le secteur 2.

Dans le cas supposé plus haut, où le poste translateur veut converser avec l'extrême C, il lui transmet, comme il a été dit, par le secteur 1, grâce au déplacement du commutateur C^1, et reçoit ses réponses sur le secteur 2 ; il doit, dans ce cas, déplacer son commutateur C^4. De même, il peut causer avec l'extrême A, en agissant sur les commutateurs C^2 et C^3 ; il transmet par le second secteur et reçoit par le premier.

L'orientation se fait dans les mêmes conditions que sur Paris-Rome ; le poste translateur commande aux extrêmes les déplacements convenables, jusqu'à ce qu'il reçoive correctement de l'un et de l'autre ; dès que ce résultat est atteint, la réception des extrêmes est également assurée.

La translation pour communication quadruple est agencée, en principe, comme celle qui vient d'être décrite; un seul manipulateur et un seul traducteur suffisent pour les conversations et le contrôle ; deux commutateurs, semblables à C^1 et C^2, permettent au poste translateur de transmettre par le premier secteur de chaque côté de ligne, les seconds secteurs ont leurs cinq petits contacts reliés en permanence à leurs relais respectifs ; le contrôle peut être obtenu sur l'un quelconque des quatre secteurs. A cet effet, les contacts aiguilleurs du secteur 1 sont reliés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à ceux du secteur 3 et à un commutateur multiple ; de même, les contacts des secteurs 2 et 4 sont réunis ensemble et à la seconde série de plots du même commutateur : en plaçant ce commutateur dans l'une ou dans l'autre de ses deux positions, on détermine déjà que le contrôle aura lieu sur le premier ou sur le second secteur de l'une ou de l'autre ligne ; un second commutateur définit le côté, en reliant celui des relais de contrôle qui convient avec le distributeur.

TRANSLATION PARIS-MARSEILLE

Communication à deux fils. — Lorsque l'importance du trafic justifie l'emploi de deux fils desservis simultanément au sextuple, comme c'est le cas pour la communication Paris-Marseille, on peut affecter chacun de ceux-ci à la transmission dans un sens déterminé. Les distributeurs employés sont du type à deux plateaux ; à Marseille, poste correcteur, le plateau de transmission comprend trente-deux contacts, dont deux pour l'envoi des courants de correction ; la cinquième couronne est reliée à l'un des fils de ligne ; celui-ci aboutit directement au relais récepteur de Paris (à travers une translation placée à Lyon) ; le relais récepteur est en relation avec le plateau antérieur de Paris, qui, comme celui de transmission de Marseille, est divisé en trente-deux contacts et comprend le dispositif ordinaire de contact mobile et d'électro-correcteur.

Le plateau de transmission de Paris et celui de réception de Marseille, réunis par le second fil de ligne, sont à trente contacts seulement, le synchronisme étant assuré par l'autre ligne.

Translation fixe. — La translation de Lyon se trouve notablement simplifiée par ce fait que, sur chaque conducteur, la transmission a lieu toujours dans le même sens, et qu'il n'est plus nécessaire d'inverser, à aucun moment, les communications des relais ; le distributeur inverseur devient donc inutile, et la translation se réduit à une planchette, installée comme le montre la fig. 295. La ligne n° 1, côté Paris, est reliée directement à l'entrée des bobines d'un relais translateur, RT, qui reproduit les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signaux sur l'autre section, par l'intermédiaire d'un commutateur multiple à deux broches, C ; de même, la ligne n° 2, par laquelle Marseille transmet, aboutit à un second relais translateur, RT', qui renvoie ses courants sur la section nord par l'autre broche du commutateur C.

Les courants, réexpédiés par les relais translateurs, sont dérivés, à travers une résistance, Rh, de 10 000 ohms, dans un relais de

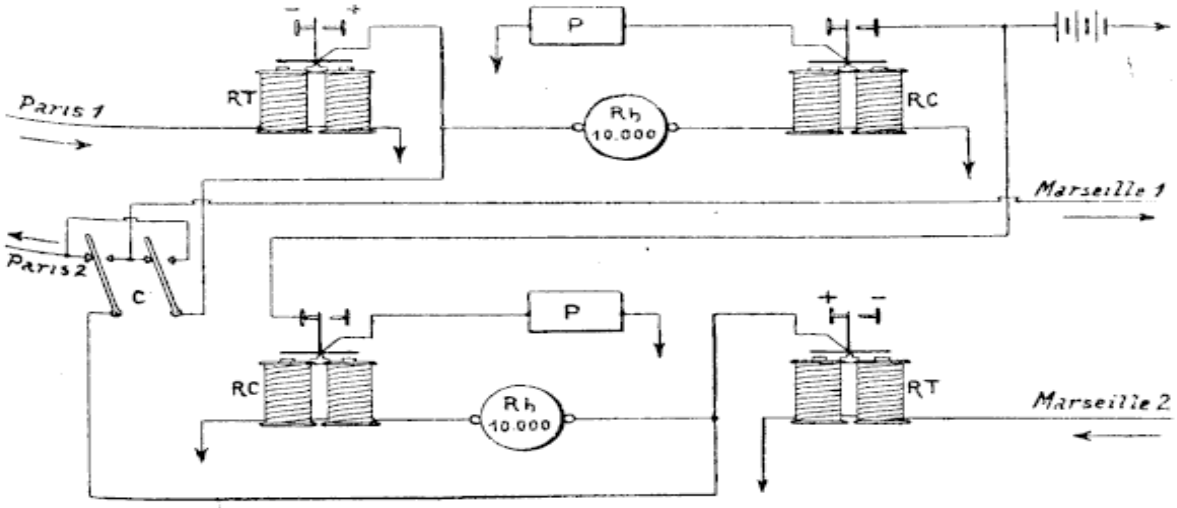


Fig. 295. — Translation pour ligne à deux fils.

contrôle, RC, qui, à son tour, actionne un parleur P, comme dans les installations tournantes.

Le commutateur, C, a pour but de permettre à Paris et à Marseille de vérifier eux-mêmes le réglage des relais translateurs : si, en effet, on déplace les broches vers la droite, les deux lignes se trouvent bouclées : la transmission effectuée par Paris sur la ligne n° 1, reçue, dans le relais translateur, RT, lui revient par la ligne 2 ; de même celle de Marseille, effectuée par sa ligne n° 2, lui est réexpédiée par le relais RT' et la ligne n° 1. Afin de contrôler facilement ce renvoi, les postes extrêmes émettent des « roulements » c'est-à-dire une suite de positifs et de négatifs alternés, ce qui correspond à des « T » sur les secteurs impairs et des « G » sur les secteurs pairs ; ces courants, réexpédiés par Lyon, sont reçus dans le relais récepteur du poste qui les a émis, et y produisent des battements dont une oreille exercée perçoit facilement la régularité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXVII

RETRANSMETTEURS BAUDOT

Principe. — Le système de translation avec distributeur inverseur automatique et rectification des signaux, décrit ci-dessus, fonctionne dans des conditions parfaites ; toutefois, si la longueur de la ligne est telle qu'elle oblige à faire usage de plusieurs stations de relais, le temps pris par la propagation des courants, d'une extrémité à l'autre de la ligne, pourrait arriver à représenter une fraction importante de la durée d'une révolution des balais ; malgré la récupération de la moitié de ce temps, que procurent les translations tournantes (V. p. 353), il y aurait une perte de rendement, du fait de l'augmentation de l'intervalle entre la fin d'une transmission et le commencement de la réception.

Les *retransmetteurs* permettent, comme on va le voir, de réexpédier des signaux rectifiés, tout comme les translations, mais se comporteut comme s'il s'agissait de réexpéditions manuelles, de telle sorte que le temps de propagation, sur les diverses sections de la ligne, *ne se totalise pas* : ils donnent donc au Baudot une portée *théoriquement illimitée*. Ils permettent, en outre, une foule de combinaisons intéressantes, qui assurent au conducteur une utilisation maxima.

Un retransmetteur, comme le nom l'indique, n'est autre chose qu'un manipulateur automatique, dans lequel les doigts d'un opérateur sont remplacés par des armatures d'électro-aimants ; ces armatures sont agencées de telle sorte que chacune d'elles, en s'abaissant, déplace l'une des touches d'un manipulateur approprié, relié à une seconde ligne, comme le serait un manipulateur manuel ordinaire : les combinaisons, reçues dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les cinq électro-aimants d'un secteur, se trouvent donc réexpédiées fidèlement sur cette seconde ligne.

Retransmetteur tournant. — Le premier en date des systèmes de retransmetteurs utilise le mouvement d'un traducteur, pour actionner les touches du manipulateur automatique. Sur l'axe, x, de chacun des cinq chercheurs (fig. 296) est plantée latéralement une petite goupille, sur laquelle s'enfourche l'extrémité inférieure d'un levier, L, appelé *levier à fourchette*, qui pivote en O, et dont l'extrémité, taillée en couteau, se trouve au-dessous d'une pièce articulée, ou *support basculant*. Ce support, mobile autour d'un axe, d, est entaillé, à sa partie inférieure, d'une encoche, dont les faces, parfaitement polies, forment entre elles un angle très ouvert ; sur la partie supérieure est montée une pièce en ivoire, i, dans la fente de laquelle est emprisonné, et maintenu par une vis, un ressort plat en acier, R. L'extrémité supérieure de ce ressort est engagée dans une fente, pratiquée sur un pont métallique, P. La partie médiane du ressort, R, est garnie, sur ses deux faces, d'une petite épaisseur de platine, qui peut prendre contact sur l'une ou l'autre de deux vis, V e V′, également platinées, enfoncées dans le cadre du retransmetteur et formant butoirs.

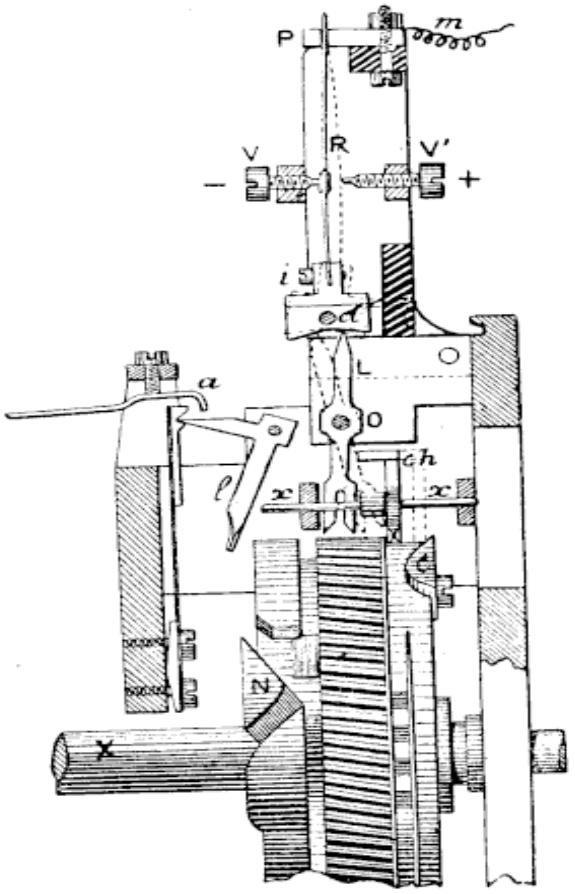


Fig. 296. — Retransmetteur tournant.

Lorsque le levier aiguilleur, l, tombé sur la couronne de butée sous l'action de l'appendice, a, qui le commande, est rencontré par la came-navette, N, le chercheur, ch, est aiguillé, et la traduction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'effectue comme dans l'appareil ordinaire (V. p. 312) ; mais en même temps, la goupille entraîne le levier à fourchette, L, dont la branche supérieure se déplace vers la gauche et vient soulever, de ce côté, le support, *d*; celui-ci bascule autour de son axe et entraîne le ressort, R, dont l'extrémité supérieure glisse dans la fente du pont, P ; le ressort, en se déformant, quitte la butée, V, et vient appliquer sa partie platinée sur l'extrémité de la vis de droite, V′. Chacun des chercheurs aiguillés ayant ainsi provoqué le déplacement du ressort qui lui correspond, le manipulateur, constitué par les cinq ressorts, reproduit la combinaison reçue de la première ligne, et reste dans cette position jusqu'à la fin de la révolution du combinateur, c'est-à-dire pendant trois quarts de tour.

Les vis de butée, V et V′, sont reliées respectivement à une pile de repos et une pile de travail, appropriées à la ligne sur laquelle il s'agit de réexpédier ; les ressorts communiquent avec cinq contacts de la deuxième couronne du distributeur, qui dessert cette ligne.

En outre de la réglette de plots qui, à gauche de la cage, apporte les communications ordinaires, le traducteur-retransmetteur et son socle comportent, à droite, une réglette semblable, qui amène les deux piles de lignes aux butées et relie les cinq ressorts à la boîte de coupures du second distributeur.

Liaison de deux distributeurs à l'aide de retransmetteurs tournants. — La liaison entre les deux distributeurs, desservant les lignes à relier, est effectuée comme l'indique la figure 297 : les courants arrivent de la ligne n° 1, à la façon ordinaire, dans le relais, R, qui les renvoie à la quatrième couronne et au traducteur retransmetteur, T. La réglette de droite de celui-ci est reliée au second distributeur, par l'intermédiaire d'un commutateur multiple, C, permettant de desservir le secteur à l'aide d'un manipulateur manuel, M, pour les conversations avec l'extrême. Dans la position de retransmission, les combinaisons emmagasinées par le retransmetteur sont renvoyées à la deuxième couronne et, par les balais, sur la ligne n° 2. Un second contrôle peut être obtenu dans le traducteur ordinaire du secteur, par la dériva-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion dans le relais, R′; elle permet, en cas de difficultés, de comparer la réception et la réexpédition, et ainsi de déterminer si les irrégularités constatées se produisent sur l'une ou l'autre ligne, ou encore si elles proviennent du retransmetteur lui-même.

La retransmission doit avoir lieu pendant l'intervalle de temps

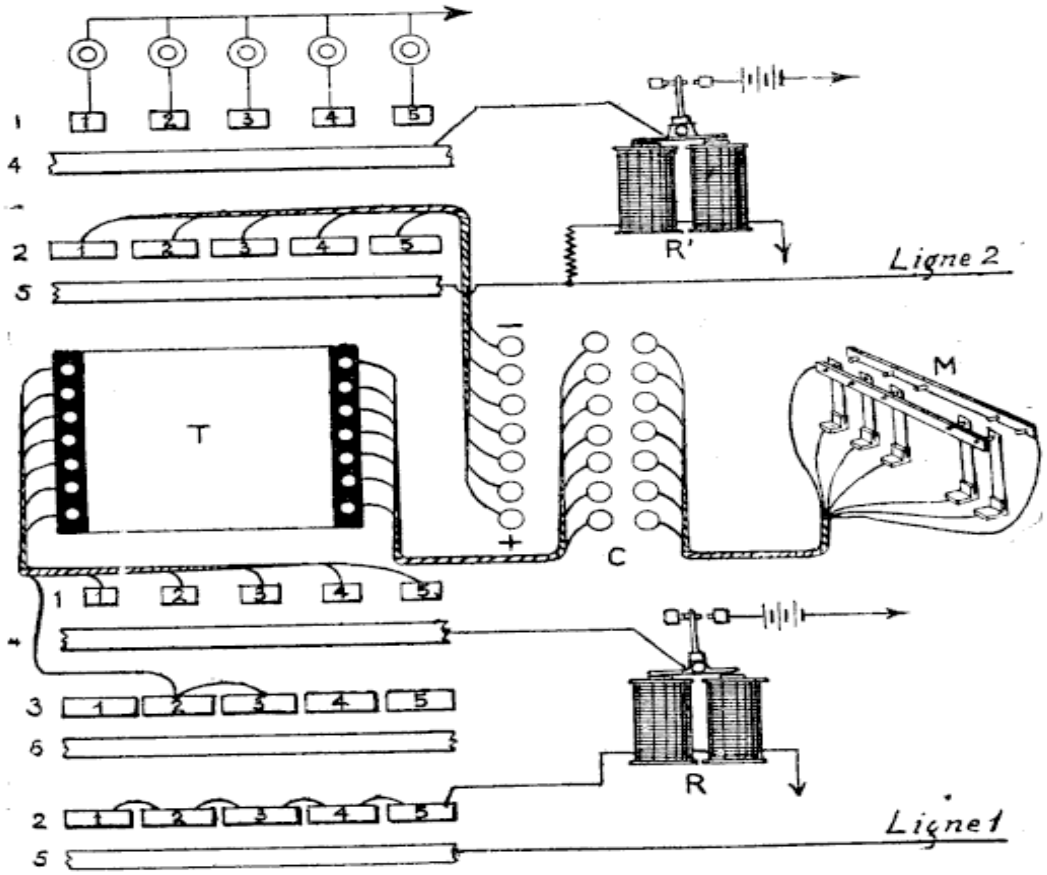


Fig. 297. — Liaison de deux distributeurs à l'aide de retransmetteurs.

qui s'écoule entre l'aiguillage des chercheurs et leur rappel dans la voie de repos. Les balais des deux distributeurs doivent donc être en synchronisme. Si ceux-ci sont à un seul plateau, il suffit de les monter sur l'une et l'autre des faces d'une même cage de distributeur. Si l'un d'eux comporte deux plateaux, deux cages distinctes étant nécessaires, on réalise le synchronisme par l'envoi d'un courant local, par la troisième couronne de l'un dans le relais de l'autre, dont l'électro-correcteur fonctionne comme s'il s'agissait de deux installations placées aux extrémités d'une ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On place les bagues d'entraînement et on choisit le contact à

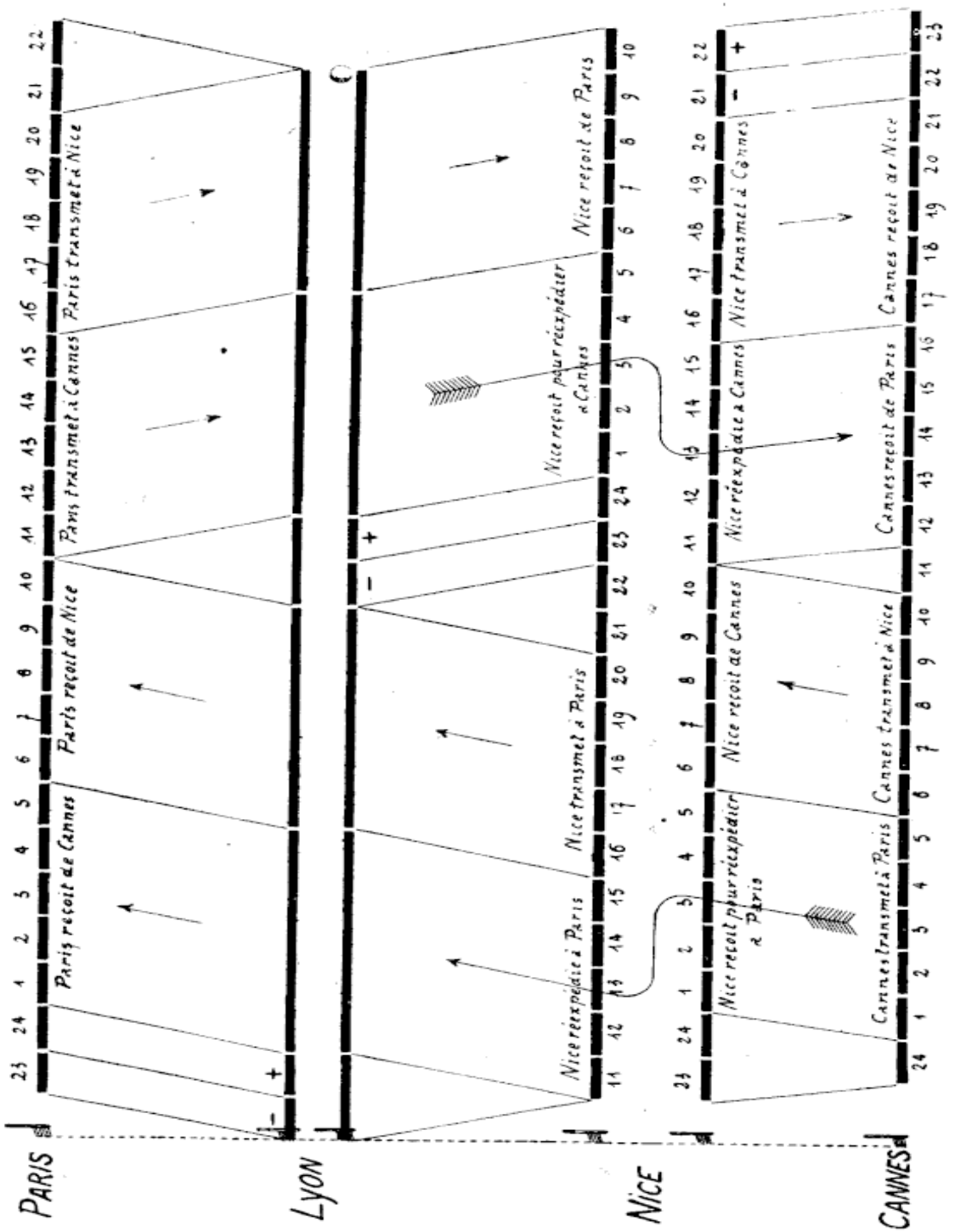


Fig. 298. — Diagramme de postes échelonnés par retransmetteurs tournants.

employer pour cet envoi de manière à réaliser la concordance de la position des balais de l'un et de l'autre distributeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette position doit être définie en s'inspirant des considérations suivantes : si la réexpédition avait lieu dans un seul sens, on pourrait la commencer dès que le premier chercheur est aiguillé, c'est-à-dire un demi-tour après la réception (V. Orientation de la came-navette, p. 327) ; mais, si, comme c'est le cas général, la communication est bi-latérale, on ménage un nouvel espace d'environ un demi-tour entre l'emmagasinement d'une combinaison et sa réexpédition, soit, au total, un tour entier, entre la réception et la retransmission. Le diagramme ci-contre (fig. 298) correspond à la communication Paris-Nice-Cannes, desservie au quadruple, avec translation tournante rectificatrice à Lyon : Paris transmet à Cannes par le secteur 3, ses signaux sont reçus à Nice, sur le secteur 1, dans un traducteur-retransmetteur, qui les reproduit sur le secteur 3 d'un quadruple Nice-Cannes. Ces deux secteurs étant parcourus à peu près simultanément par leurs balais respectifs, il s'écoule donc, comme il vient d'être dit, un intervalle sensiblement égal à un tour complet avant qu'une combinaison, reçue de Paris, soit retransmise à Cannes.

La transmission, effectuée par Cannes sur le secteur 1, est reçue dans les mêmes conditions à Nice, réexpédiée sur le secteur 3 du quadruple Nice-Paris, et arrive, dans ce dernier poste, sur le secteur 1. Les deux secteurs restants, sur chacun des quadruples, sont utilisés, à la façon ordinaire, entre les deux villes qu'ils relient, de telle sorte qu'un fil Paris-Cannes donne :
Deux transmissions Paris-Cannes ;
Deux transmissions Paris-Nice ;
Deux transmissions Nice-Cannes.

En cas d'interruption du fil entre Nice et Paris, par exemple, l'intermédiaire peut, tout d'abord, recevoir, dans son traducteur-retransmetteur, les messages de Cannes à destination de Paris, auquel il les fait parvenir par une autre voie ; il peut également réexpédier manuellement ceux de Paris pour Cannes : il lui suffit, pour cela, de tourner son commutateur multiple, C (V. fig. 297) pour substituer au retransmetteur un manipulateur ordinaire.

Retransmetteur Robichon. — Le retransmetteur tournant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prête à deux critiques principales : tout d'abord, il exige la mise en mouvement du traducteur; d'autre part, toutes les irrégularités, qui peuvent se produire dans le fonctionnement du traducteur, entraînent fatalement des altérations dans la retransmission des signaux. Enfin la liaison de deux lignes exige deux installations complètes, d'où immobilisation de matériel et d'espace.

Le retransmetteur Robichon échappe à ces inconvénients : il se compose de cinq électro-aimants, E, en tout semblables aux cinq électro-aiguilleurs d'un traducteur (fig. 299). Chacun de ces

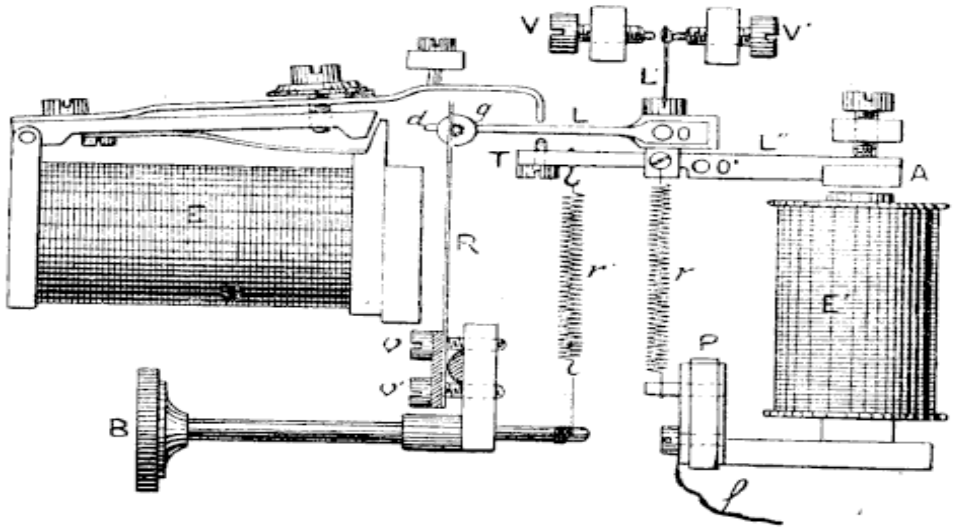


FIG. 299. Retransmetteur Robichon.

électro-aimants commande, par son appendice, un levier transmetteur, composé de deux parties, L et L′, solidaires mécaniquement, mais isolées l'une de l'autre par une petite plaquette en ébonite.

Le levier transmetteur pivote sur un axe, O, commun aux cinq leviers semblables; sa branche horizontale est taillée en couteau, à l'extrémité opposée à l'axe, et est maintenue dans la position de repos par un petit galet, *g*, en acier, porté par un ressort, R, dont la tension peut être réglée au moyen d'une pièce en dos d'âne et de deux vis, *v* et *v′*, tout comme le ressort à encoche d'un traducteur. Les déplacements du levier, L, sont limités en haut et en bas par un appendice en forme de doigt, *d*, qui constitue le prolongement de ce levier, et qui s'engage entre deux saillies, *e* et *e′* (fig. 300), taillées dans le ressort, R, au-dessus et au-dessous de l'axe du galet, *g*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La branche verticale L′, du levier transmetteur porte le ressort de contact, semblable à celui d'un manipulateur manuel, et, à sa partie inférieure, un petit ressort à boudin, r, qui sert simplement à établir une liaison électrique entre ce ressort de contact et le plot isolé, p, auquel vient s'attacher le fil, f, allant à la boîte de coupures ; le ressort de contact peut se déplacer entre deux vis de butée, V et V′, taraudant chacune dans une réglette transversale, commune aux cinq touches. A l'état de repos, il s'appuie sur la vis, V′, reliée à la pile de repos qui convient à la seconde ligne ; il est maintenu dans cette position par la pression exercée par le galet, g, sur le levier, L, et qui tend à le soulever.

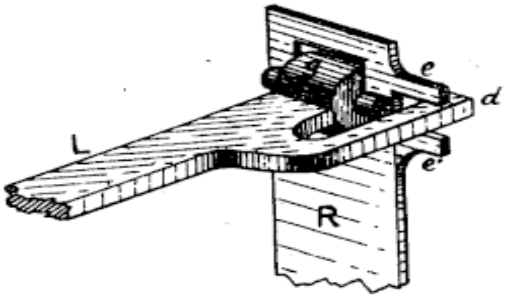


Fig. 300.

Lorsque l'électro-aimant, E, est actionné, son appendice vient frapper sur la branche horizontale du levier transmetteur, L, dont le couteau roule sur le galet et le chasse vers la gauche, grâce à l'élasticité du ressort, R ; le couteau, dès qu'il a franchi le diamètre horizontal du galet, g, est accompagné par celui-ci, qui tend alors à le faire descendre et amène ainsi le doigt, d, contre l'ergot, e' (fig. 300). Dans ce mouvement, le ressort de contact quitte la vis de repos, V′, et vient d'appuyer sur celle d'avant, V, reliée à la pile de travail.

Le manipulateur-retransmetteur reproduit la combinaison reçue, et la réexpédie sur un second distributeur, comme le système tournant.

Dès qu'a lieu la retransmission, et avant que le balai du premier distributeur puisse actionner de nouveau les électro-aimants récepteurs, E, un courant local est envoyé, par ce distributeur, dans l'électro-aimant de rappel, E′, qui ramène au repos les leviers transmetteurs abaissés. A cet effet, l'armature, A, de cet électro-aimant, est fixée à l'extrémité d'un levier, L″, monté sur un axe, O′, et dont l'autre extrémité porte une barrette transversale, T ; celle-ci est traversée par cinq vis, placées chacune sous l'un des leviers transmetteurs. Lorsque l'armature, A, est abaissée, elle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soulève la barre transversale, T, et chacune des vis, qui rencontre un levier transmetteur abaissé, le pousse devant elle et, lui faisant franchir le diamètre horizontal du galet, g, le ramène à la position de repos. L'armature, A, est elle-même rappelée au repos par un ressort à boudin, r', dont on règle la tension à l'aide d'un bouton extérieur, B.

Le retransmetteur est enfermé dans une boîte identique à celle d'un traducteur, et se pose sur un socle ordinaire, muni d'une réglette de plots sur la face de droite, pour les communications du manipulateur automatique. En cas d'interruption de l'un des côtés de la ligne, il suffit de remplacer le retransmetteur par un traducteur, pour que le poste translateur puisse devenir poste de transit.

Retransmetteur, modèle de 1909. — Les électro-aimants récepteurs, employés dans ce nouveau système, sont identiques à ceux du traducteur dit « rapide », du modèle de 1909 ; aux lieu et

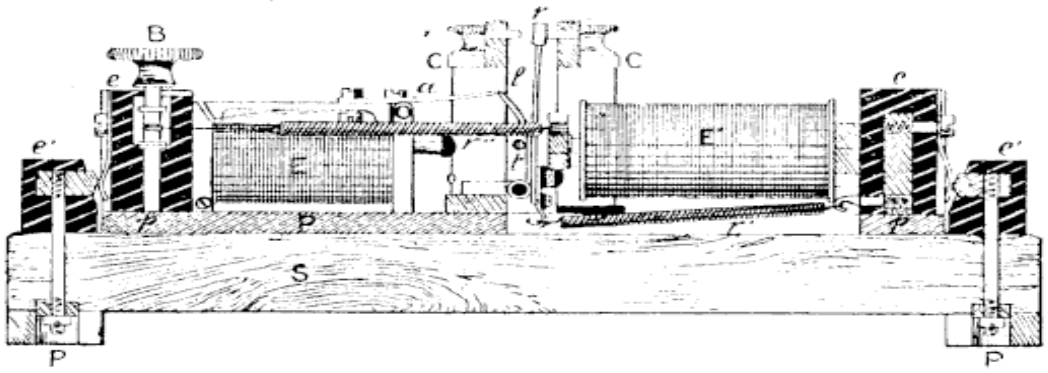


Fig. 301. — Retransmetteur, modèle de 1909.

place du levier aiguilleur se trouve un levier courbe, en acier, l (fig. 301) qui s'appuie, de la même façon, sur l'extrémité de l'appendice, a, solidaire de l'armature de l'électro-aimant récepteur, E, et peut pivoter sur un axe commun aux cinq leviers semblables. Une plaquette d'ébonite, solidaire du levier, l, supporte un ressort de contact, r, et une monture à laquelle est accroché un ressort à boudin, r' ; l'autre œilleton du ressort, r', est passé dans un crochet, porté par un plot, p, noyé dans une réglette en ébonite, e, semblable à celle des traducteurs. Ce ressort sert, tout à la fois, à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

amener, de l'extérieur, la communication électrique au ressort de contact, r, et à faire appuyer l'extrémité du levier, l, sur celle de l'appendice, a.

Lorsque l'électro-aimant, E, reçoit un courant, son armature s'abaisse et l'appendice, a, se dérobe à l'appui du levier, l ; celui-ci, obéissant à la sollicitation de son ressort, r', bascule autour de son axe, et le ressort de contact, r, quittant la butée de droite, reliée à la pile de repos, vient s'appuyer sur l'autre, qui communique avec la pile de travail.

Les ressorts de contact, ainsi déplacés, restent dans cette position, comme dans le précédent système, jusqu'à ce que le distributeur envoie, par la troisième couronne, un courant de rappel ; celui-ci est reçu dans l'électro-aimant, E′, dont l'armature entraîne une tige, t, placée à gauche des leviers, l, et ramène ainsi au repos ceux qui ont été déplacés.

Installation des retransmetteurs non tournant. — Avec les retransmetteurs rotatifs, la réexpédition a lieu exactement après un tour entier des balais (V. p. 367) ; avec les retransmetteurs non tournants, le signal reçu est immédiatement emmagasiné, et, par contre, il sera effacé avant que le balai revienne sur le secteur : la réexpédition doit donc avoir lieu dans cet intervalle. On place les distributeurs de manière que la retransmission s'effectue après un demi-tour des balais, environ, comme on le verra sur les diagrammes qui suivent.

Échelonnement de postes par retransmetteurs. — L'échelonnement des postes, à l'aide de retransmetteurs, se réalise de façon plus simple et plus complète que dans l'installation Paris-Caen-Cherbourg, décrite plus haut (V. p. 349). Sur la ligne Lyon-Montpellier-Toulouse, par exemple, le poste intermédiaire, Montpellier possède deux plateaux de distributeurs quadruples (fig. 302) dont l'un communique avec Lyon et l'autre avec Toulouse, et sur chacun desquels il est correcteur.

Avec le plateau relié à Lyon, il échange par les secteurs 1 et 3, le trafic Lyon-Montpellier, et, par les secteurs pairs, le trafic Lyon-Toulouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

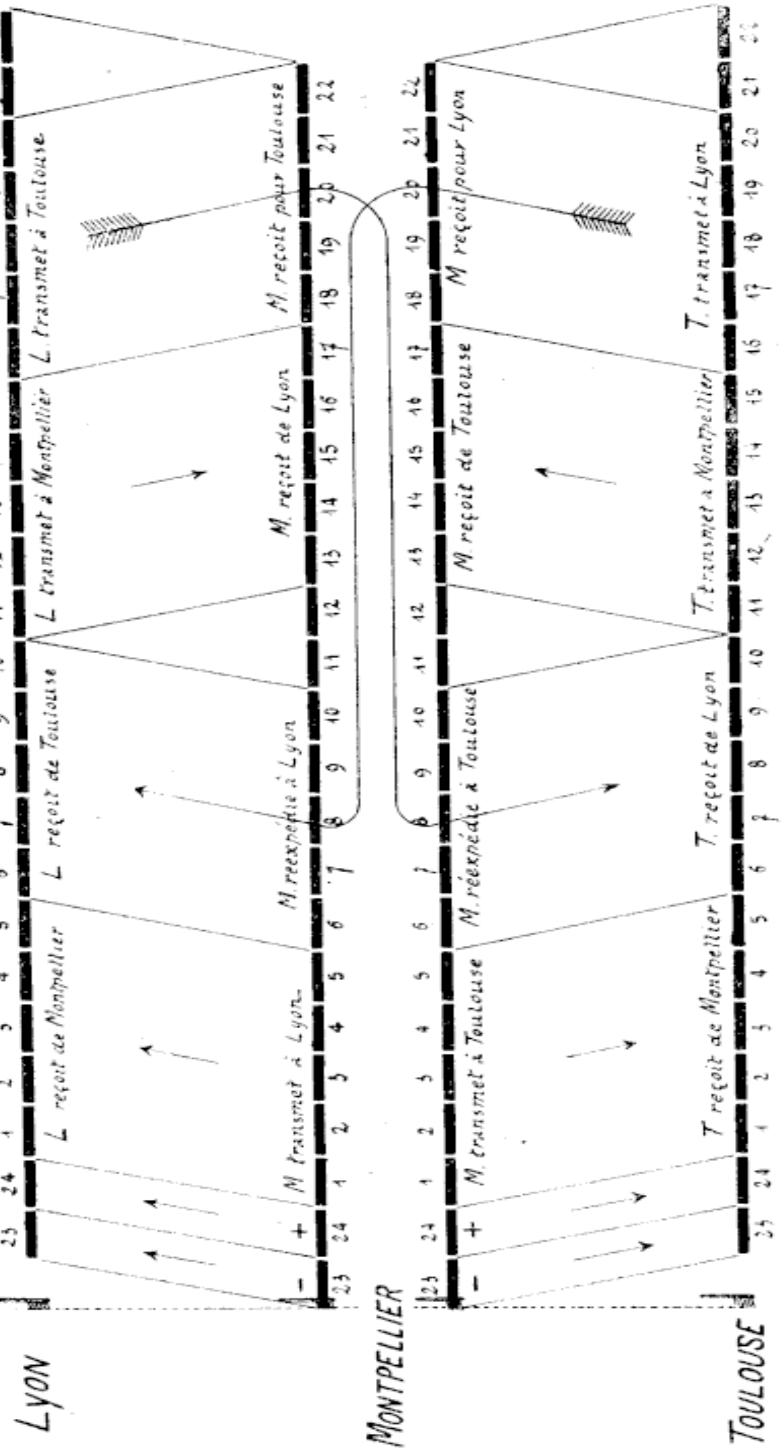


Fig. 302. — Diagramme de postes échelonnés par retransmetteurs non relatifs.

Le distributeur du côté de Toulouse est employé de la même façon, de sorte que le fil Lyon-Toulouse donne :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

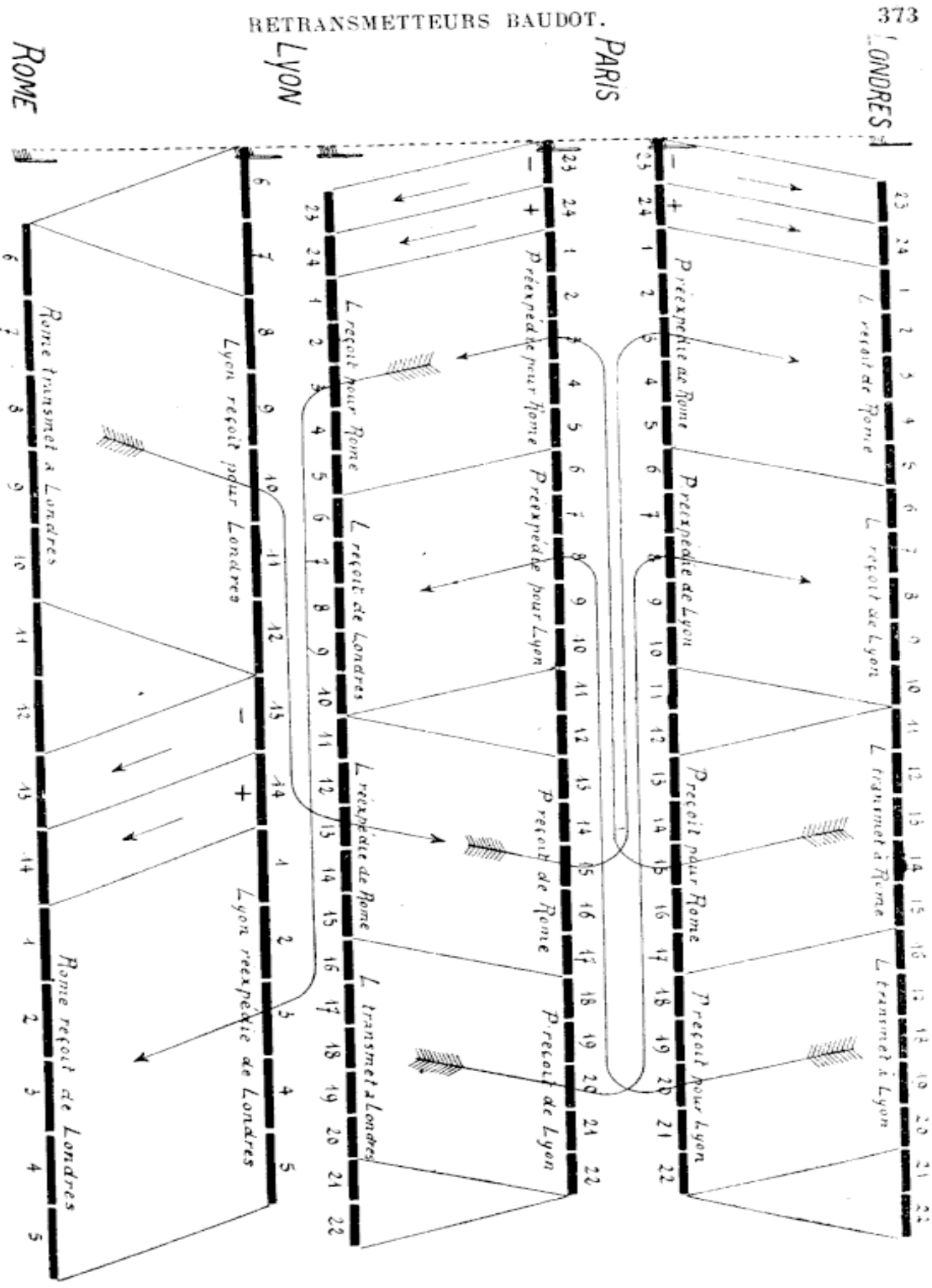


Fig. 303. — Diagramme de translation et de postes échelonnés par retransmetteurs.

Deux transmissions Lyon-Montpellier ;
Deux transmissions Lyon-Toulouse ;
Deux transmissions Montpellier-Toulouse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Échelonnement de postes et translation par retransmetteurs. — Sur les très longues lignes, on peut intercaler un poste translateur muni de retransmetteurs : c'est dans ces conditions que fonctionne la ligne Londres-Paris-Lyon-Rome (fig. 303) : Londres utilise les deux secteurs impairs avec Rome et les deux secteurs pairs avec Lyon ; ces quatre transmissions sont réexpédiées, à Paris, par deux plateaux de distributeurs quadruples et des retransmetteurs. Les deux plateaux de Lyon sont de types différents : quadruple du côté de Paris et double du côté de Rome. Lyon reçoit de Londres par le deuxième secteur et lui transmet par le quatrième ; le retransmetteur placé sur le premier secteur du quadruple de Lyon réexpédie, par le premier du double, les messages de Londres pour Rome ; de même, ceux de Rome pour Londres sont reçus sur le deuxième du double et réexpédiés sur le troisième du quadruple.

Lorsque les exigences du trafic le rendront utile, on pourra compléter l'installation en établissant une communication, par deux secteurs, entre Lyon et Rome : il suffira, pour cela, d'exploiter au quadruple cette dernière section de la ligne avec, à Turin, une retransmission semblable à celle qui existe déjà à Paris.

Parmi les différents types d'installations analogues, on peut citer celle : Paris-Bourse, Paris-Central, Bordeaux, Madrid-Central, Madrid-Bourse. Les bureaux centraux de Paris et de Madrid communiquent entre eux par deux secteurs et les bureaux de Bourse par les deux autres ; toutefois, cette dernière liaison n'est établie que pendant les heures du marché financier ; les bureaux de Bourse se retirent ensuite et les centraux prennent possession des quatre secteurs, pour l'échange du trafic général. Bordeaux, poste intermédiaire, est agencé comme l'est Paris dans la communication Londres-Rome, décrite ci-dessus.

Une installation semblable relie Paris-Bourse et Milan-Bourse, d'une part, Paris-Central et Milan-Central d'autre part, avec translation à Lyon.

Bifurcation de postes par retransmetteurs. — Les retransmetteurs permettent encore de bifurquer, sur deux lignes différentes, les transmissions effectuées sur une troisième, et récipro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quement. C'est ainsi qu'un fil Paris-Lyon, desservi au quadruple,

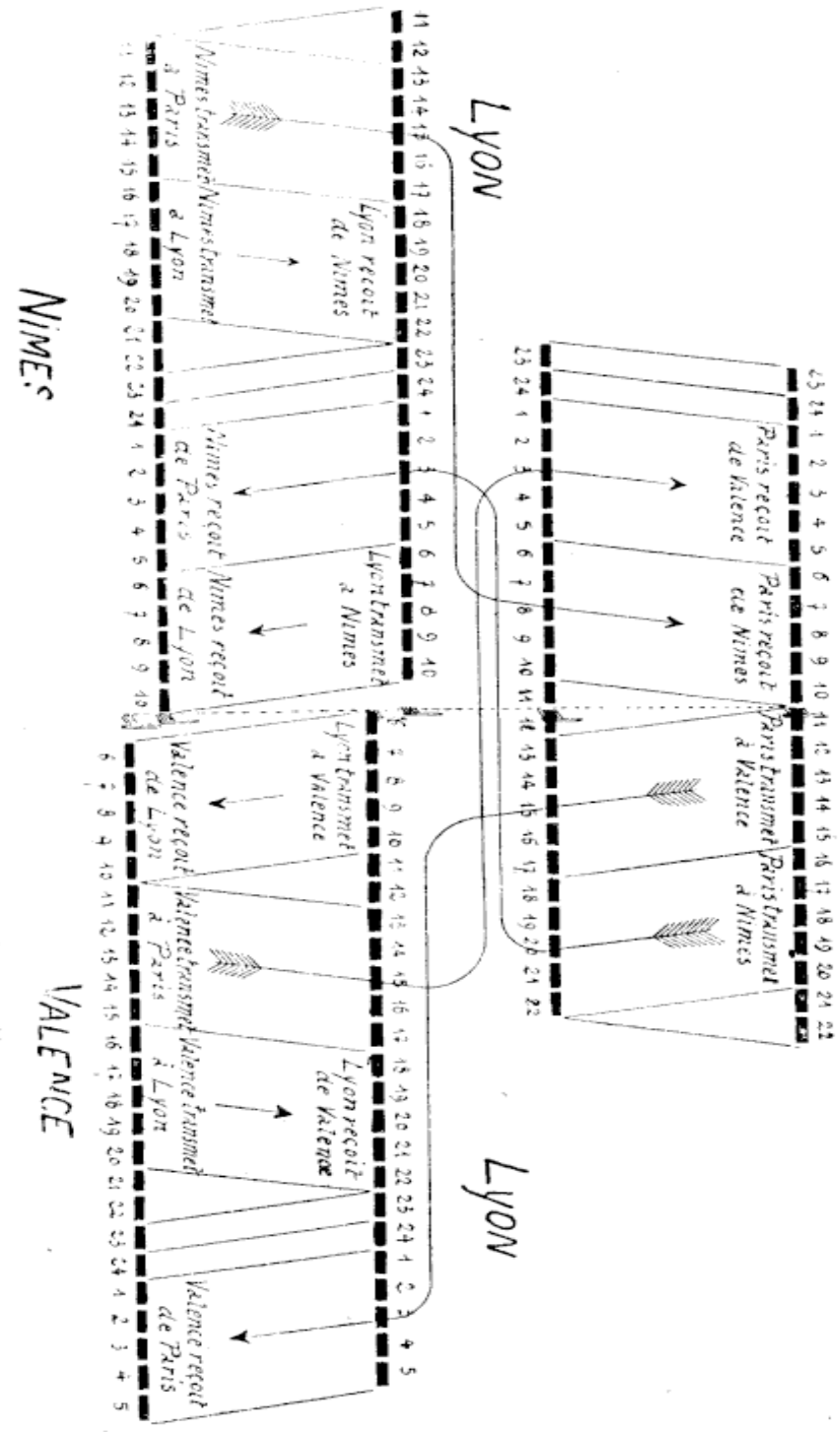


Fig. 304. — Diagramme d'une ligne bifurquée par retransmetteurs.

est mis en relations, pour deux secteurs, avec un second quadruple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lyon-Valence et pour les deux autres, avec un autre quadruple Lyon-Nîmes (fig. 304). Paris communique avec Valence par les secteurs impairs et avec Nîmes par les secteurs pairs. Sur chacun de ses quadruples, vers Valence et vers Nîmes, Lyon conserve deux secteurs pour ses relations avec ces derniers postes, et l'on se trouve ainsi disposer de :

Deux transmissions Paris-Valence ;
Deux transmissions Paris-Nîmes ;
Deux transmissions Lyon-Valence ;
Deux transmissions Lyon-Nîmes.

L'installation Paris-Bordeaux-Bayonne-Biarritz est montée dans des conditions identiques.

Avantages des retransmetteurs. — Les retransmetteurs, considérés au simple point de vue d'organes translateurs, présentent, sur les translations rectificatrices, un certain nombre d'avantages, que font ressortir les quelques exemples donnés ci-dessus : on peut, tout d'abord, en placer un nombre indéfini sur chaque ligne, sans qu'on ait à tenir compte, ni du temps total de propagation, ni de l'orientation, ces deux facteurs n'intéressant que chaque section de ligne, prise en particulier, et ne se totalisant pas pour l'ensemble. En effet, si l'on prend, comme exemple, la ligne Londres-Rome (V. p. 373), Paris règle le synchronisme et l'orientation, d'une part avec Londres, d'autre part avec Lyon, tout comme si ces deux installations étaient parfaitement indépendantes l'une de l'autre ; lorsque ce réglage est terminé, la simple manœuvre d'un commutateur multiple suffit pour mettre Londres et Lyon en relations, sans autre intervention : il suffit que Paris reçoive bien de Londres pour que sa réexpédition soit correcte, et comme Lyon a réglé sa réception sur la transmission de Paris, il reçoit également bien de Londres.

Lyon opère du côté de Rome, comme il l'a fait du côté de Paris, et, lorsque cette dernière section est réglée, la correspondance Londres-Rome est assurée.

On remarquera que, dans ces conditions, rien ne s'opposerait à ce que Rome, à son tour, fût muni de retransmetteurs et réexpédiât, sur une nouvelle ligne, les signaux qu'il reçoit de Londres,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais qui, au point de vue des conditions dans lesquelles il les reçoit, sont identiques à ce qu'ils seraient s'ils provenaient seulement de Lyon. C'est ce qui a autorisé à dire plus haut (p. 362) que les retransmetteurs donnent au Baudot *une portée illimitée.*

Dans la pratique, et en l'état actuel des réseaux, on ne peut évidemment pas multiplier indéfiniment le nombre des sections, sans courir le risque de voir, à des intervalles trop rapprochés, l'une d'elles s'interrompre, ce qui rendrait précaires les communications ainsi réalisées ; mais c'est cette seule considération qui limite la portée pratique, et le nombre plus ou moins grand de sections, mises bout à bout, dépend exclusivement de la qualité des lignes et des facilités dont on dispose pour remplacer les sections momentanément défectueuses; mais le jour où on arrivera à construire des lignes parfaitement à l'abri des perturbations extérieures, on réalisera, si on le veut, des communications telles que Paris-Wladivostock ou Paris-Saïgon, *avec la même vitesse de rotation des balais*, alors que, pour tous les autres systèmes, on est contraint de réduire la vitesse de la transmission au fur et à mesure qu'on augmente la longueur des lignes. C'est là une qualité remarquable, que le Baudot est, jusqu'ici, *le seul* à posséder.

En dehors de leur rôle purement translateur, les retransmetteurs ont donné au Baudot une souplesse incomparable, en permettant une foule de combinaisons, échelonnements, bifurcations, etc., dont quelques exemples sont mentionnés plus haut ; ils permettent d'utiliser ceux des conducteurs existants, dont la capacité de rendement est incomplètement exploitée, pour constituer, *sans aucun frais de ligne*, des communications nouvelles : c'est ainsi qu'avec les fils Lyon-Montpellier et Montpellier-Toulouse, on a pu relier directement Lyon et Toulouse, tout en maintenant les relations auxquelles ces conducteurs étaient destinés, et obtenir ainsi une économie de près de 600 kilomètres de fils. Sur la ligne bifurquée Paris-Lyon-Valence-Nîmes, il a suffi d'immobiliser un fil Paris-Lyon pour relier Paris à ces deux dernières villes, sans réduire en rien leurs moyens d'action avec Lyon : l'économie de conducteurs, ainsi réalisée, et déduction faite du fil commun, Paris-Lyon, ressort à 900 kilomètres ; sur Paris-Bordeaux-Bayonne-Biarritz, le bénéfice dépasse 1 000 kilomètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces quelques exemples suffisent pour montrer les multiples avantages des retransmetteurs ; en ce qui concerne l'avenir, le réseau de câbles aériens sous papier, actuellement à l'étude, permettra de bénéficier, d'une manière plus large encore, de ces avantages : on peut envisager l'établissement progressif d'un *système radial*, partant de Paris, et dont chaque rameau aboutirait dans un chef-lieu de département. Ces rameaux, exploités au quadruple, sinon au sextuple, et *en duplex*, fourniraient huit ou douze transmissions ; après avoir réservé au chef-lieu le nombre de secteurs nécessaires, on répartirait le surplus, à l'aide de retransmetteurs, entre les villes principales du département, cela, *à l'aide des fils départementaux existants*, c'est-à-dire sans dépense nouvelle. Le même système pourrait être étendu ultérieurement à la liaison des grands centres entre eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXVIII

EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUTERRAINES

Particularités spéciales aux lignes souterraines. — Le réseau souterrain sous gutta, décrit dans un autre ouvrage, présente une capacité électrostatique considérable, par rapport au réseau aérien (0,250 microfarad environ par kilomètre, au lieu de 0,007 à 0,009) ; il en résulte, tout d'abord, un allongement très important dans la durée de la période valable des courants, et des courbes beaucoup plus aplaties ; d'autre part, après chaque émission, la grande charge, prise par le conducteur, ne peut s'écouler que lentement, d'où une cause de ralentissement dans la vitesse de transmission ; et cette circonstance est encore aggravée par ce fait que les conducteurs souterrains, ayant généralement un isolement élevé, la décharge ne peut se faire que par les deux extrémités, alors que, sur les lignes aériennes, elle se dissipe en partie par les supports, l'humidité de l'air, etc.

Un tel réseau devient d'une exploitation assez difficile, si on veut l'utiliser avec des appareils rapides, tels que le Baudot.

On a donc cherché les divers moyens propres à atténuer les inconvénients résultant de la capacité des lignes souterraines. Le premier, qui s'offre à l'esprit, est l'emploi de piles à faible voltage; la durée de la période variable n'est pas changée pour cela (V. p. 129), mais la charge prise par le conducteur, étant plus faible, s'écoule plus rapidement.

Par contre, l'emploi de voltages faibles aurait, sur les longues lignes souterraines, l'inconvénient de donner, à l'arrivée, des courbes d'intensité extrêmement aplaties, circonstance particulièrement défavorable, dans le cas d'appareils différenciant les signaux par le moment de l'apparition (V. p. 57). La solution

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

consistait donc à sectionner les lignes en tronçons n'excédant guère 120 kilomètres, et à réunir ceux-ci à l'aide de translations.

D'autre part, le temps de propagation, sur les lignes souterraines, se trouve très notablement accru, par rapport aux lignes aériennes; aussi est-ce seulement sur les conducteurs assez courts, dont l'isolement est d'ailleurs devenu sensiblement moins parfait que lors de la pose, qu'on a pu songer à établir des communications avec alternat des transmissions, à chaque révolution des balais ; c'est ainsi qu'on a réalisé, au double, Paris-Laon et Paris-Saint-Quentin (respectivement 140 et 185 kilomètres) et, au triple, Paris-Rouen (160 kilomètres). Pour toutes les autres communications, il aurait fallu réserver, comme marge de propagation, un nombre de contacts très élevé, ce qui aurait diminué proportionnellement le rendement des conducteurs. On a donc trouvé préférable d'affecter, à chacune d'elles, deux fils, sur lesquels la transmission a lieu exclusivement dans un seul sens, quitte, ensuite, à échelonner un troisième poste sur les groupes dont les terminus n'ont pas l'emploi de la totalité du rendement possible.

Communication Paris-Bordeaux. — La première ligne, exploitée à l'aide de conducteurs souterrains, est celle de Paris-Bordeaux : deux fils servent à transmettre, l'un dans la direction Paris-Bordeaux, l'autre dans celle Bordeaux-Paris. Les distributeurs sont du type triple, mais à dix-sept contacts seulement; les plots supplémentaires, devenant ici inutiles, ont été supprimés, ce qui augmente d'autant les autres ; toutefois, pour le cas où des difficultés viendraient à se produire, soit par suite de courants telluriques, soit pour toute autre cause, on a monté les deux plateaux triples sur deux cages distinctes, et, sur la face disponible de chaque cage, on a placé un plateau de distributeur double : les communications des deux plateaux sont réunies dans la boîte de coupures, et, pour passer du triple au double, il suffit de relever les balais du premier distributeur et de faire appuyer ceux du second.

Quel que soit le type de distributeur mis en service, Paris est correcteur sur son fil de transmission et Bordeaux sur le sien ; l'orientation de la réception devient donc, dans les deux postes, celle d'un poste corrigé, et n'est pas sujette à variations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La ligne est divisée en cinq sections, d'environ 120 kilomètres chacune, et réunies par des translations ; celles-ci sont placées à Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême (fig. 305) et se composent, en principe, d'un seul relais placé sur chaque ligne.

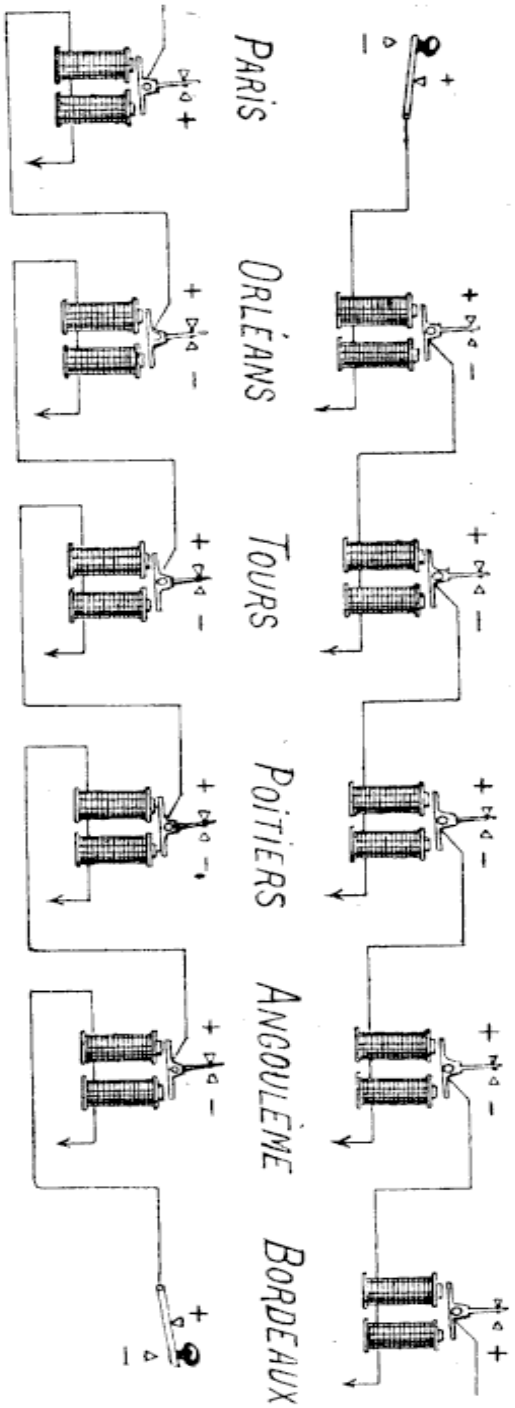


Fig. 305. — Lignes souterraines Paris-Bordeaux.

Les deux sections du fil 010 (fig. 306), par où a lieu la transmission dans le sens Paris-Bordeaux, sont amenées à un commutateur du genre bavarois, B, qui permet de les prendre séparément au Morse, pour les essais ; dans la position normale, elles sont renvoyées respectivement à l'une des broches de deux commutateurs inverseurs, C et C′. Les deux côtés du fil 011, qui sert à la transmission dans le sens Bordeaux-Paris, sont rattachés, de même, à un commutateur, B′, et à la seconde broche des deux commutateurs, C et C′.

Les courants, venant de Paris par le fil 010, passent par le plot de gauche du commutateur, B, et la première broche de l'inverseur, C, pour se rendre dans les bobines du relais translateur, RT. L'index de celui-ci renvoie les signaux, par l'intermédiaire d'un interrupteur et des commutateurs, C′ et B, sur le fil 010, côté Bordeaux. Une fraction des courants réexpédiés est dérivée, à travers une résistance,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R, dans un relais de contrôle, RC, dont le massif peut être mis en relation, par un commutateur inverseur, soit avec un parleur, P, soit avec le récepteur Morse, RM.

La transmission de Bordeaux parvient, dans les mêmes conditions, par les commutateurs B′ et C, dans le relais translateur, RT′ et est réexpédiée sur le fil 011 côté Paris en passant par le second interrupteur, les commutateurs C′ et B′ ; elle est dérivée dans le relais de contrôle, RC′.

Les relais translateurs sont préservés des étincelles à l'aide d'un

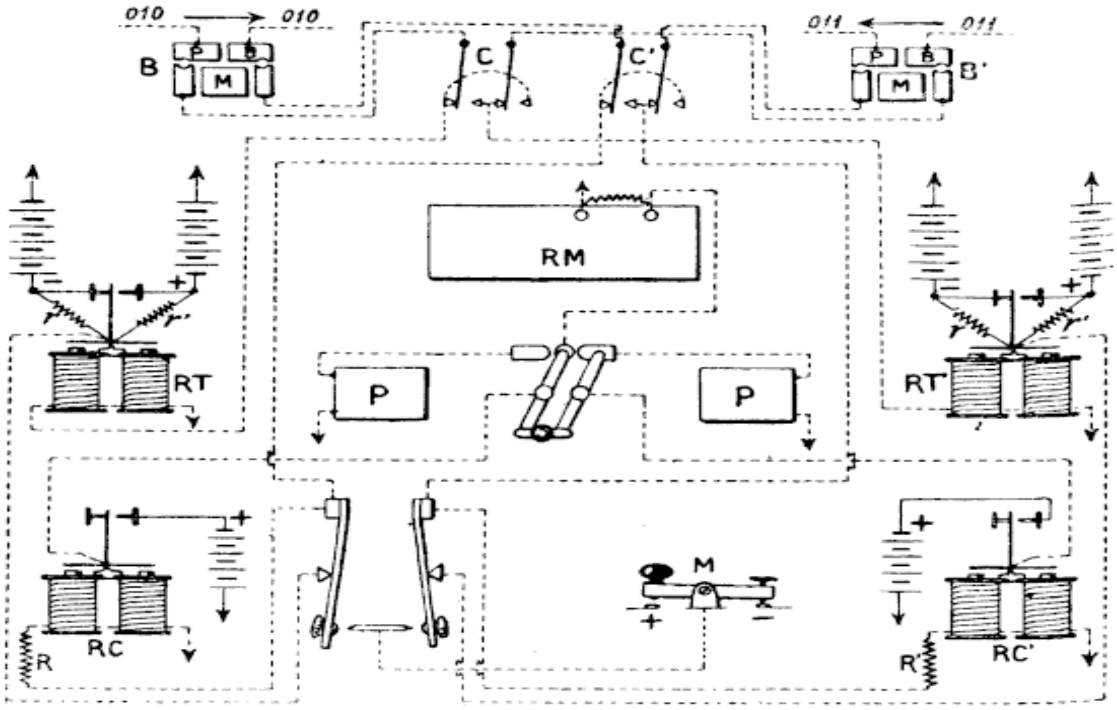


Fig. 306. — Translation pour lignes souterraines.

dispositif spécial : les deux piles, reliées aux butoirs, sont mises en court-circuit, à travers deux résistances, r et r', de 1000 ohms chacune, placées entre les butoirs et le massif. Si les résistances de court-circuit n'existaient pas, lorsque l'index du relais quitterait l'un de ses butoirs, par exemple celui relié à la pile négative, le potentiel de l'index, ainsi que celui de toute la partie voisine de la ligne, ne s'abaisserait pas immédiatement, par suite de la lenteur de la décharge, qui ne peut s'effectuer qu'à travers la résistance de dérivation et le relais de contrôle : c'est donc avec un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

potentiel négatif, presque égal à celui de la pile, que l'index de l'armature arriverait au contact de l'autre butoir, relié à la pile positive, et il en résulterait un courant intense, dû à la mise en présence de ces deux potentiels opposés ; or, le contact parfait, entre l'index et le butoir, ne s'établissant que graduellement, il en résulterait un échauffement considérable des points métalliques entrant les premiers en contact : l'oxydation, une fois produite, ne ferait qu'accentuer le phénomène, lors des rencontres ultérieures; la communication électrique deviendrait promptement mauvaise,

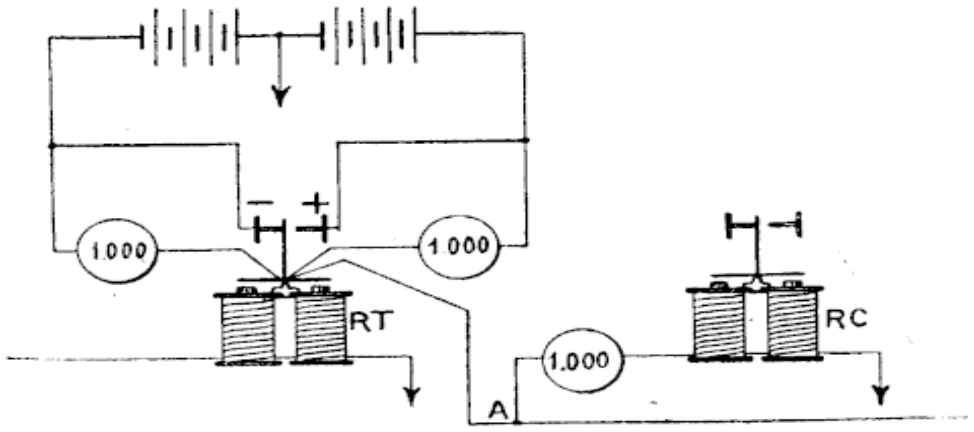


Fig. 307. — Pare-étincelles.

sans préjudice de la destruction rapide des surfaces de l'index et des butoirs.

Avec le court-circuit mentionné plus haut, l'index du relais étant relié, à travers deux résistances égales, à deux sources électriques inverses, se trouve, pendant le trajet entre les deux butoirs, ramené à peu près au potentiel zéro (fig. 307) ; pendant cet intervalle, la charge de la ligne, dans la partie, A, voisine du poste, trouve, pour s'écouler, non seulement la dérivation de contrôle, mais encore la résistance de court-circuit : le potentiel de l'index est donc très voisin de zéro au moment où il atteint le butoir opposé à celui qu'il vient de quitter; en outre, au moment de l'entrée en contact, le flux électrique, qui circule de la pile au conducteur, à ce moment, passe par les deux voies qui lui sont offertes, c'est-à-dire, à la fois, par la résistance de court-circuit et par les surfaces de contact : l'intensité empruntant ce dernier chemin se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve encore réduite, et toute étincelle est complètement supprimée.

Dans le cas de difficultés à la réception de l'un des correspondants, chacun d'eux peut vérifier les relais de la ligne. Cette opération s'effectue d'après le même principe que sur la ligne Paris-Marseille (V. p. 360), mais avec cette différence que les extrêmes peuvent opérer aussi bien sur les relais de l'une des lignes que sur ceux de l'autre, Si, par exemple, Bordeaux reçoit mal, Paris appelle au Morse en donnant l'initiale d'Orléans ; tous les postes translateurs reçoivent, dans leur parleur, ce même signal, mais Orléans, se voyant désigné, répond, par son manipulateur M (fig. 306), en abaissant en même temps l'interrupteur de droite, et annonce à Paris sa présence, par le fil O11. Paris l'invite alors à « inverser le commutateur de droite », C′ ; puis il exécute des « roulements », c'est-à-dire la lettre « G » sur les secteurs 1 et 3 et « T » sur le secteur 2. Ces émissions alternées arrivent, à Orléans, dans le relais translateur, RT, mais, comme le commutateur de droite, C′, est inversé, ils sont renvoyés sur le fil O11 côté Paris ; celui-ci peut, soit écouter à son relais si les battements sont réguliers, soit mettre le massif de celui-ci en communication avec un récepteur Morse, convenablement réglé, et apprécier la qualité du renvoi. S'il juge suspect le relais d'Orléans, il invite ce poste à le changer ; le relais étant simplement posé sur son socle et connecté, à l'aide de lames de communication, d'une façon analogue à celle du traducteur, la substitution peut s'opérer instantanément, et Paris recommence ensuite les roulements avec le nouveau relais.

Si, au contraire, les « roulements » reviennent corrects, Paris prie Orléans de replacer normalement son commutateur C, et appelle Tours au Morse ; il opère de la même façon avec ce dernier poste.

Pendant ce temps, Bordeaux, dans le même but, appelle Angoulême et lui fait inverser le commutateur de gauche ; il fait rentrer au besoin Poitiers, si l'essai avec Angoulême ne lui a rien révélé de défectueux dans ce poste.

Dans le cas où c'est la réception de Paris qui laisse à désirer, Paris fait inverser, à Orléans, le commutateur de gauche, C, et envoie ses roulements dans le relais, RT′, qui lui retransmet habituel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement les signaux émis par Bordeaux ; ce dernier poste fait inverser le commutateur de droite, C′, d Augoulême ; et ainsi de suite. Enfin, si l'on faisait inverser à la fois les deux commutateurs, C et C′, la communication entre les extrêmes serait rétablie, mais les relais trânslateurs seraient intervertis, c'est-à-dire que RT retransmettrait vers Paris et RT′ vers Bordeaux.

Toutes ces manœuvres se font avec rapidité et, comme les extrêmes opèrent simultanément, on peut localiser sans retard les défauts, quels qu'ils soient.

Dans le but d'améliorer encore les conditions d'exploitation de la ligne Paris-Bordeaux, on a installé récemment, à Tours, une translation par retransmetteurs, agencée dans les conditions indiquées plus haut ; sur le fil 010 (transmission de Paris), Tours est corrigé par ce dernier et envoie, à son tour, des courants correcteurs à Bordeaux ; sur le fil 011, il est de même corrigé du côté sud et correcteur du côté nord.

Echelonnement de postes par conducteurs souterrains. — Le type de ce genre d'installations est celui qui relie Paris-Poi-

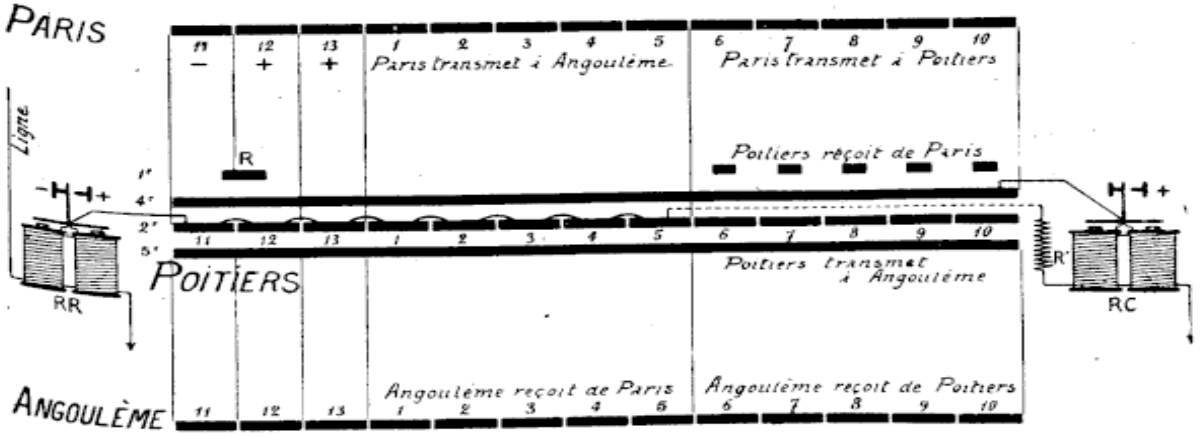


Fig. 308. — Postes échelonnés sur ligne souterraine.

tiers-Angoulême ; un distributeur double est employé sur chacun des deux fils, et donne :

2 transmissions Paris-Poitiers ;
2 transmissions Paris-Angoulême ;
2 transmissions Poitiers-Angoulême.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux postes extrêmes, Paris et Angoulême, sont montés de la même façon que Paris et Bordeaux, dans la communication décrite ci-dessus : Paris est correcteur sur son fil de transmission et Angoulême sur le sien.

Poitiers est agencé comme un poste translateur, mais ses relais, sur chacune des deux lignes, sont rattachés à une installation Baudot, du même type que celle des extrêmes, comme le montre le diagramme ci-dessus (fig. 308) qui s'applique au fil sur lequel la transmission s'effectue dans le sens nord-sud. Le relais de contrôle, RC, placé en dérivation, à travers la résistance R′, sur l'armature du relais translateur, RR, a son massif relié à la quatrième couronne, ce qui permet à Poitiers de prendre le synchronisme et de recevoir de Paris, par le secteur 2 de la première couronne. Le relais translateur, RR, dont l'entrée est en communication permanente avec la ligne venant de Paris, renvoie les courants correcteurs, et ceux de la transmission de Paris pour Angoulême, sur 8 contacts de la deuxième couronne, formant le « passage direct » ; les courants du relais translateur passent, de ce secteur, dans la cinquième couronne et, de là, se rendent à Angoulême. Enfin, Poitiers transmet à Angoulême par le deuxième secteur de la deuxième couronne, c'est-à-dire pendant le temps où il reçoit de Paris.

L'installation du second fil est en tout semblable à celle du premier. La ligne comporte, en outre, à Orléans et à Tours, des translations fixes, semblables à celles de la ligne Paris-Bordeaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XIX

EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUS-MARINES

Cables de la Corse. — Le câble de Toulon à Ajaccio est exploité au Baudot double à 14 contacts, sans autre artifice spécial qu'un dispositif de décharge après chaque émission, tant au départ qu'à l'arrivée. Sa longueur n'est, en effet, que de 320 kilomètres et sa capacité ne dépasse pas 50 microfarads.

Les contacts de la deuxième couronne, reliés au manipulateur,

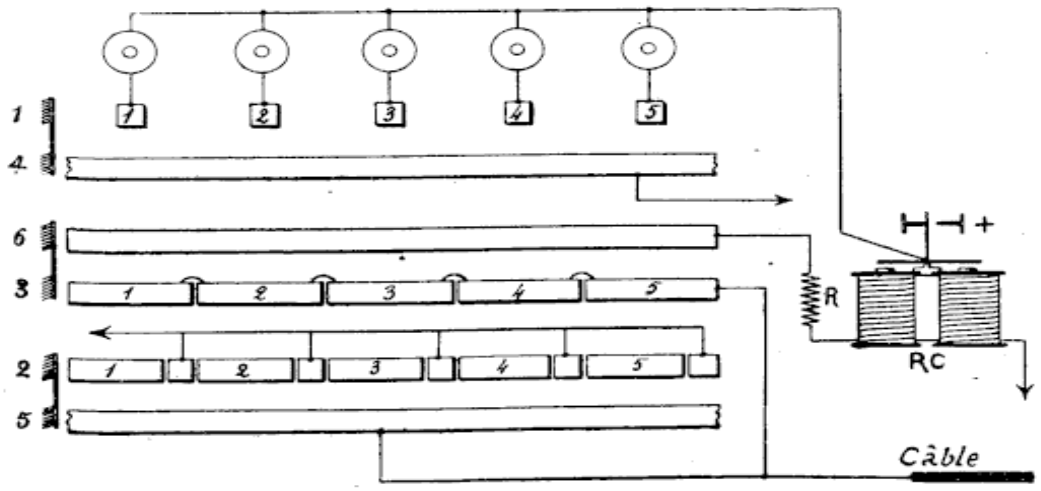


Fig. 309. — Schéma d'un secteur de transmission avec décharge.

sont écourtés d'un quart (fig. 309) ; les intervalles ainsi créés sont remplis par de petits contacts, reliés ensemble et à la terre (prise sur l'enveloppe métallique ou armature du câble) ; la décharge au départ peut s'opérer pendant un temps égal au tiers de la durée de chaque émission et, si plusieurs contacts consécutifs émettent des courants de même sens, on évite ainsi que les charges successives s'ajoutent, ou, tout au moins, on maintient leur somme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans des limites telles que le fonctionnement du relais, à l'arrivée, soit parfaitement assuré.

Le contrôle de la transmission est obtenu par dérivation, comme dans les installations ordinaires ; toutefois, cette dérivation n'est pas établie en permanence et n'a lieu que lorsque les balais sont sur le secteur de transmission : à cet effet, le conducteur du câble est relié à cinq contacts de la troisième couronne, réunis entre eux ; un secteur de 5/14 de la sixième couronne est rattaché au rhéostat de dérivation, R, aboutissant au relais de contrôle, RC. Celui-ci actionne le traducteur au moyen d'un jeu de communications semblable à celui de la réception, et qui va être indiqué plus loin.

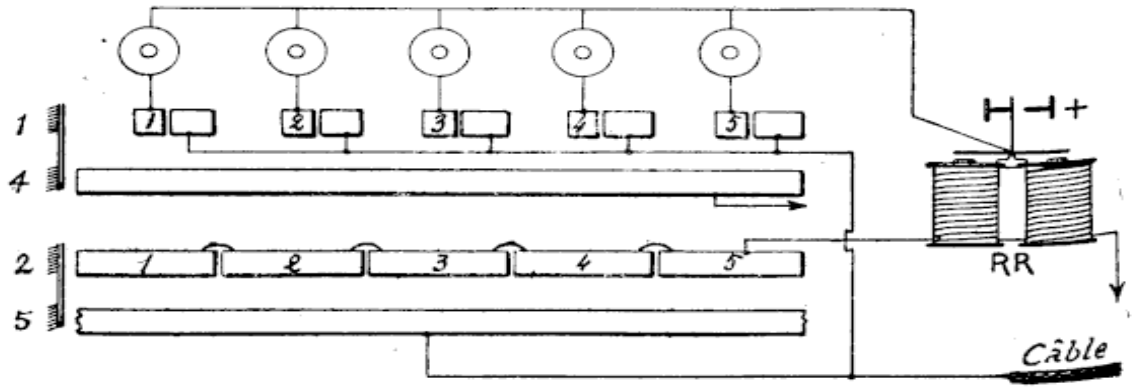


Fig. 310. — Schéma d'un secteur de réception avec décharge.

La décharge est complétée, à l'arrivée, par la mise à la terre du conducteur, après que chaque émission a produit l'effet désiré (fig. 310) ; à cet effet, la première couronne comporte également deux séries de contacts, les uns très écourtés, reliés aux électro-aiguilleurs de traducteurs « rapides », modèle de 1909 ; les autres, placés chacun à la suite des premiers et qui servent à la décharge. Afin de simplifier le jeu des communications, on a adopté un dispositif déjà utilisé par Picard : la quatrième couronne, dont le balai est conjugué avec celui de la première, est à la terre, tandis que toutes les entrées des électro-aiguilleurs sont réunies entre elles et au massif du relais : lorsque l'index de celui-ci est sur travail, le courant ne peut circuler que dans l'électro-aimant dont la sortie est mise à la terre par le balai, les autres restant isolés. Dès que le balai quitte le petit contact, il passe sur le plot com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plémentaire, qui est relié au câble : la ligne se trouve donc à la terre, pendant tout le temps qui correspond à la fin de l'émission.

Le câble, ainsi équipé, sert à établir une communication, par deux secteurs, entre Marseille et Ajaccio ; une ligne aérienne, Marseille-Toulon, est desservie au quadruple, ce qui laisse disponibles deux secteurs pour le trafic entre ces deux villes ; les deux autres sont reliés au câble à l'aide de retransmetteurs.

Une communication semblable a été montée, en triple, sur le câble Antibes-Saint-Florent, pour relier Marseille à Bastia; ici, la ligne aérienne est exploitée au sextuple, ce qui donne :

4 transmissions Marseille-Nice;
2 transmissions Marseille-Bastia (par retransmetteurs);
1 transmission à l'alternat Nice-Bastia.

Câbles franco-algériens. —Les câbles, partant de Marseille et aboutissant à Alger, ne sauraient fonctionner avec le dispositif

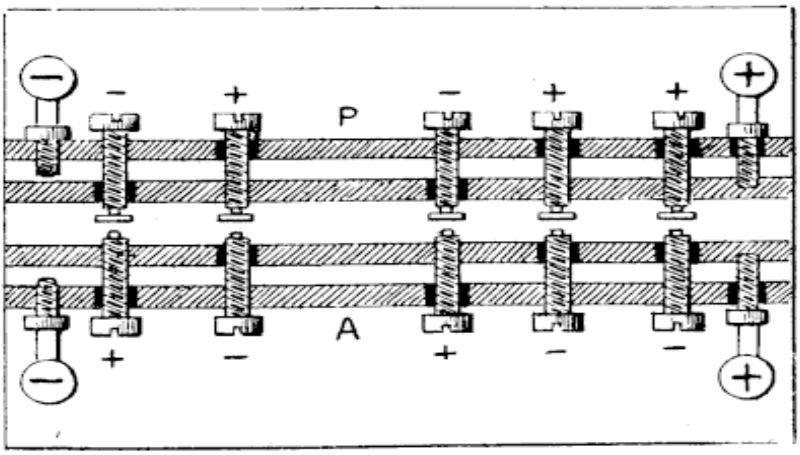


Fig. 311. — Manipulateur Baudot, modifié par Picard.

mentionné ci-dessus : leur longueur atteint, en effet, près de 1000 kilomètres et leur capacité environ 150 microfarads ; c'est la méthode Pierre Picard qui est ici employée (V. p. 172).

Le matériel employé est identique à celui des installations Baudot ordinaires, sauf en ce qui concerne le manipulateur ; celui-ci a subi une légère modification, dans le but de multiplier les alternances de courant, notamment dans les périodes d'arrêt de la transmission sur l'un des secteurs : dans ce cas, le câble serait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chargé exclusivement par la seule pile de repos et son état électrique moyen se trouverait modifié ; il en résulterait, au bout de peu de temps, des irrégularités dans la réception sur les secteurs restés en activité.

Pour parer à cet inconvénient, lors des débuts, on avait soin, dès qu'on arrêtait la transmission sur l'un des secteurs, de maintenir abaissées, au moyen de petites masses de plomb, les touches 2 et 4 : on envoyait ainsi une suite ininterrompue de positifs et de négatifs alternés. Picard réalisa ensuite automatiquement cette alternance en modifiant le manipulateur : les deux platines de repos et de travail comportent chacune deux réglettes reliées, l'une à la pile positive, l'autre à la pile négative (fig. 311) et isolées l'une de l'autre ; les butées des touches sont constituées par des vis, qui taraudent soit dans l'une, soit dans l'autre de ces réglettes, et sont isolées, par un manchon d'ébonite, de celle avec laquelle elles ne doivent pas communiquer. Dans un premier modèle, les touches 1, 3, 5, envoient, au repos, le négatif, les touches 2 et 4, le positif. La butée de travail est agencée de manière que chaque touche y trouve la pile inverse de celle qu'elle a au repos. Dans le modèle suivant, celui que représente la figure 311, les touches 1 et 5 émettent, au repos, le négatif, et les 2, 3 et 4 le positif.

Cette modification ne change le code des signaux que pour la ligne ; à l'arrivée, comme on le verra plus loin, le distributeur opère le redressement, et la réception s'effectue à l'aide de traducteurs ordinaires.

Installation double Baudot-Picard. — En raison de l'extrême lenteur de la propagation sur les câbles sous-marins, on ne pouvait songer à alterner les transmissions à chaque révolution des balais, sous peine de perdre une notable partie du rendement par la marge considérable (environ 6 contacts de double) qu'il aurait fallu laisser, entre la fin de la transmission et le commencement de la réception.

Dans la première installation, réalisée en 1901, chaque poste transmet simultanément par les deux secteurs, pendant un temps donné, puis le sens est inversé pour une période égale, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi de suite. La transmission et la réception ont lieu par l'intermédiaire de plateaux différents, placés sur l'une et l'autre face d'une même cage de distributeur. Les couronnes sont virtuellement divisées en 12 parties, comprenant deux secteurs, de 5 contacts chacun, et deux contacts pour l'envoi ou la réception des courants correcteurs.

Le schéma ci-dessous (fig. 312) donne l'agencement du plateau de transmission : les courants, venant des manipulateurs, vont à la première couronne, puis, par les balais, dans la quatrième, qui

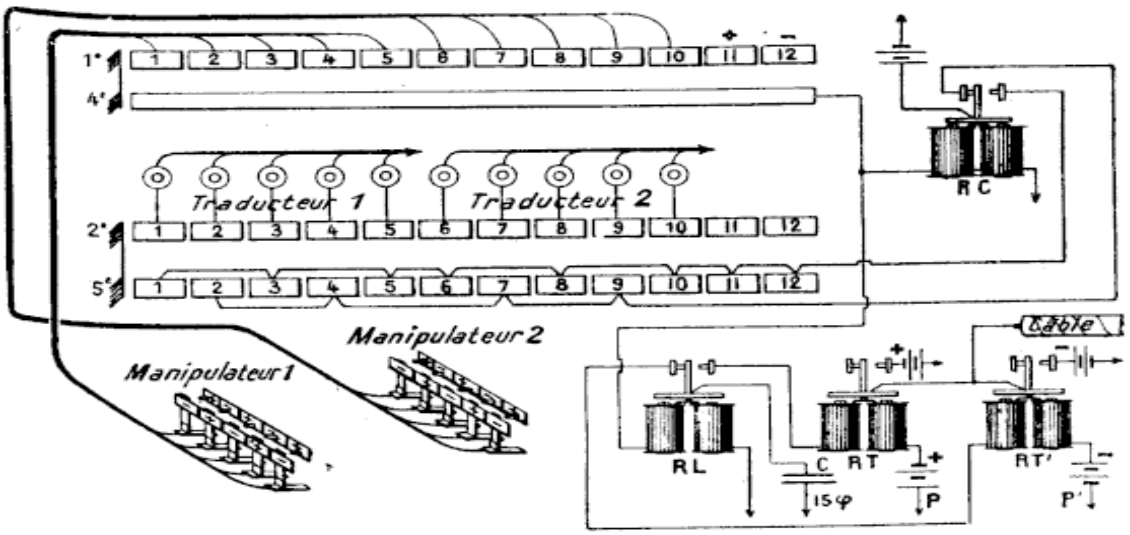


Fig. 312. — Double Baudot-Picard. — Transmission.

est d'un seul bloc, de là, ils se bifurquent dans le relais de ligne, RL, et dans le relais de contrôle, RC. Le premier a son massif relié à un condensateur, C, de 15 microfarads, et ses deux butoirs, respectivement, à l'entrée des bobines de deux relais transmetteurs, RT et RT′ ; l'autre borne de ceux-ci est rattachée à une pile, positive pour le premier et négative pour le second. Le butoir de repos des deux relais transmetteurs est isolé ; leur butoir de travail communique avec une pile, de même polarité que celle à laquelle leurs bobines sont reliées ; enfin, les deux massifs sont rattachés au conducteur du câble (V. fig. 152, p. 172).

Le relais de ligne est réglé « à l'indifférence » ; les deux autres, au contraire, reviennent d'eux-mêmes au repos dès que cesse le courant qui a pu les amener sur travail. Si le courant émis par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

première touche du manipulateur n° 1, par exemple, est négatif (repos), l'index du relais de ligne, RL, est amené sur son butoir de gauche; aussitôt, un courant négatif, partant de la pile, P′, traverse le relais RT′ et va charger le condensateur, C : pendant le temps que dure la charge, l'index de RT′ vient sur son butoir de travail et envoie dans le câble un courant instantané négatif, puis l'index revient au repos et le câble est de nouveau isolé. Si le courant émis par la touche est positif (travail), l'index de RL est amené sur le butoir de droite, et c'est RT qui est parcouru par un courant instantané de sa pile positive : le déplacement de l'index a pour résultat l'envoi dans le câble d'un courant positif, également instantané.

Le contrôle de la transmission est donné par le relais RC, par l'intermédiaire des deuxième et cinquième couronnes, et dans les mêmes conditions que la réception, ainsi qu'il va être indiqué plus loin. La troisième couronne est divisée en 24 contacts. et sert aux fonctions locales, comme dans les installations ordinaires ; son balai est conjugué électriquement avec celui de la sixième, reliée à une pile locale.

Le plateau de réception diffère de celui de transmission par la première couronne, qui comprend 12 petits contacts ; ceux-ci servent à rectifier les signaux comme dans le quadruple à deux plateaux (V. p. 334). Les courants arrivant par le câble se rendent directement au relais Picard, RP (V. p. 154), dont la sortie est bloquée par un condensateur, C (fig. 313) ; son massif est relié à une pile et ses butoirs aux deux enroulements d'un relais Baudot différentiel, RR, dont le pont est à la terre : celui-ci, réglé à l'indifférence, reproduit tous les mouvements du relais de câble, RP ; il est agencé comme ce dernier et ses deux butoirs communiquent avec les deux enroulements d'un second relais différentiel, ou relais aiguilleur, RA. Toutefois, le pont du relais RA n'a pas la terre directe, il est relié à la quatrième couronne et, par les balais, à la première, dont les petits contacts sont réunis à la terre : il ne peut donc obéir au relais récepteur, RR, que lorsque le balai de la première couronne se trouve sur un petit contact ; en d'autres termes, les signaux sont rectifiés comme au quadruple précité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La division des platines de repos et de travail des manipulateurs, dont il est question plus haut, a pour résultat que si, par exemple, les deux manipulateurs sont au repos, les relais, à l'arrivée, reçoivent des courants négatifs lorsque les balais passent sur les contacts 1, 3, 5, 6, 8, 10 et 11 et des positifs sur les autres. Or, toutes ces émissions alternatives doivent laisser les traducteurs au repos ; pour obtenir ce résultat, le relais aiguilleur, RA, a son massif relié à la pile d'aiguillage ; ses deux butoirs communiquent respectivement : celui de droite qui correspond au positif, avec les

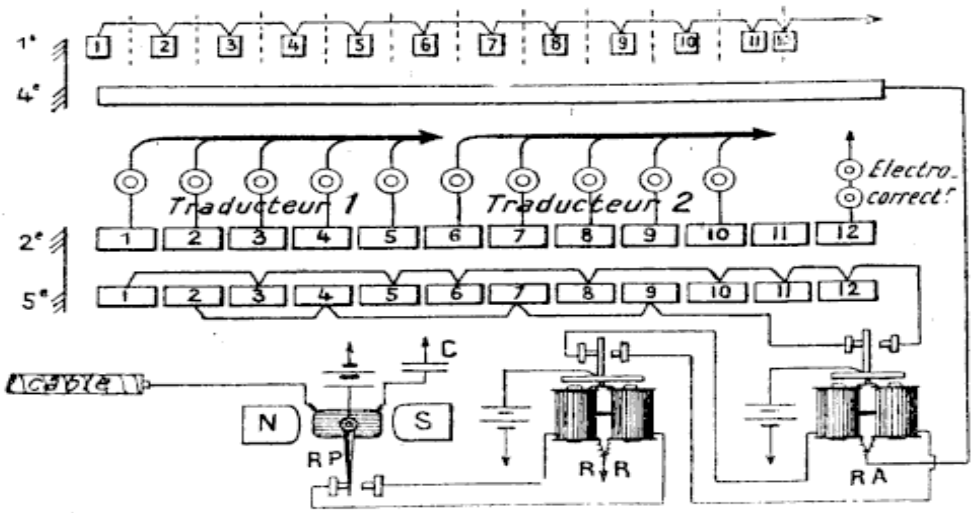


Fig. 313. — Double Baudot-Picard. — Réception.

contacts 1, 3, 5, 6, 8, etc. de la cinquième couronne ; celui de gauche, sur lequel s'appuie l'index sous l'action du négatif, avec les contacts 2, 4, 7, 9 ; de cette façon dans l'hypothèse admise du repos sur les deux secteurs, lorsque le balai de la cinquième couronne est sur les contacts de la première série (1, 3, etc.) l'index du relais aiguilleur est sur le butoir de gauche ; il vient, par contre, sur le butoir de droite lorsque le balai parcourt les contacts de la seconde série, de telle sorte que les électro-aiguilleurs, reliés à la deuxième couronne, ne reçoivent aucun courant. Par contre, si la troisième touche, par exemple, a été abaissée, le positif reçu sur le troisième contact met le relais aiguilleur sur le butoir de droite et le troisième électro-aiguilleur est actionné ; et de même pour tous les autres cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les courants de correction, émis à l'autre poste par les contacts 11 et 12, sont reçus dans les mêmes conditions : le positif met le relais récepteur sur le butoir de droite, puis, de même, le relais aiguilleur, lorsque le balai de la première couronne passe sur le onzième petit contact. Le douzième est mobile et placé de manière que son point milieu coïncide avec le point de l'espace où doit se trouver le balai lorsqu'il n'y a pas lieu à correction ; si les deux deux postes sont d'accord, lorsque le relais récepteur revient sur son butoir de gauche sous l'influence du courant négatif de correction, le balai de la première couronne a encore la moitié du petit contact mobile à parcourir et cette quantité suffit pour que l'index du relais aiguilleur soit également rappelé à gauche : lorsque le balai de la deuxième couronne passe sur le contact 12, relié à l'électro-correcteur, celui-ci ne reçoit aucun courant. Au contraire, si le balai du poste corrigé est en avance, il se trouve avoir franchi une fraction trop grande du contact mobile, au moment où le relais récepteur, RR, revient sur son butoir de gauche, et le relais aiguilleur n'a pas le temps d'exécuter le même mouvement : son index reste donc à droite lorsque le balai de la deuxième couronne parcourt le contact 12 ; l'électro-correcteur est actionné et les balais sont retardés.

La transmission ayant lieu alternativement dans le sens Marseille-Alger, puis dans celui Alger-Marseille, il s'ensuit que chacun des deux postes est successivement correcteur lorsqu'il transmet, puis corrigé lorsqu'il reçoit. Or, dans les installations ordinaires, le poste corrigé est réglé pour tourner un peu plus vite que le correcteur et la correction retarde ses balais. On ne pouvait songer à modifier les vitesses des deux distributeurs chaque fois qu'on inversait le sens de la transmission ; Picard a tourné la difficulté de façon très ingénieuse : la vitesse de Marseille est réglée, une fois pour toutes, comme si ce poste devait être constamment corrigé, de sorte que, lorsqu'Alger transmet, le fonctionnement de la correction a lieu dans les conditions ordinaires. Par contre, dès que la transmission s'inverse dans le sens Marseille-Alger, ce dernier poste tournant moins vite, le fonctionnement du système correcteur doit avoir pour effet d'*avancer* ses balais au lieu de les *retarder* : il a suffi, pour cela, d'intercaler, entre l'axe du pignon satellite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et celui de l'étoile (V. p. 280) un pignon supplémentaire ; lorsque l'étoile est rencontrée par la goupille de correction, le pignon satellite, au lieu de rouler en sens inverse du mouvement des balais, se déplace dans le même sens, et le décalage détermine une avance des balais. Au point de vue électrique, le chevauchement du balai sur le contact mobile, qui détermine ou non le fonctionnement de l'électro-correcteur, reste le même, mais on a inversé la communication du contact 12 de la cinquième couronne : dans l'installation de Marseille, ce contact est relié au butoir de droite du relais, tandis qu'à Alger on le rattache au butoir de gauche ;

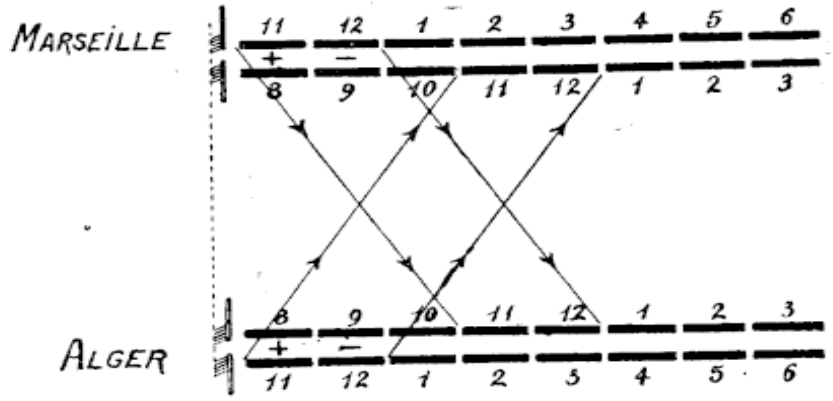


Fig. 314.

dans ces conditions le courant positif de correction met bien comme précédemment l'index à droite, mais, si les balais sont d'accord avec ceux de Marseille, la terre donnée au courant négatif de correction, à travers le relais, par la fin du douzième petit contact, est d'une durée insuffisante pour que l'index revienne à gauche : la correction ne fonctionne pas. Au contraire, si le balai d'Alger est en retard, le courant négatif de correction arrive alors que le balai de la première couronne a encore à franchir une notable fraction du petit contact 12 : l'index du relais a le temps de revenir sur le butoir de gauche, et l'électro-correcteur reçoit un courant lorsque le balai de la cinquième couronne franchit le contact 12.

Le passage de la position de transmission à celle de réception, et réciproquement, s'opère à l'aide d'un commutateur, qui effectue instantanément les différentes liaisons nécessaires. La manœuvre a lieu simultanément, dans les deux postes, sur un signal convenu ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en outre, dans chacun d'eux, les balais de l'un et de l'autre plateau sont placés une fois pour toutes de telle sorte que ceux de réception sont en retard sur ceux de transmission d'un angle égal à trois contacts, ce qui correspond au temps pris par la propagation d'une émission d'un bout à l'autre du câble : l'accord est ainsi réalisé instantanément (fig. 314).

Correction sans courants spéciaux. — Le nombre des émissions que peut supporter le câble dans un temps donné, étant très limité, il y avait un intérêt de premier ordre à supprimer celles qui n'ont d'autre rôle que de maintenir le synchronisme entre les deux distributeurs correspondants. Cette suppression a permis à Picard, en 1905, de substituer au double qui vient d'être décrit, un triple à 15 contacts, c'est-à-dire d'augmenter le rendement pratique de 50 p. 100 grâce à une majoration de 25 p. 100 seulement du nombre des contacts.

Pour réaliser le synchronisme *sans courants spéciaux*, Picard a utilisé les inversions du courant venant de la ligne, c'est-à-dire les changements de position du relais récepteur, lorsqu'un courant positif succède à un courant négatif, ou inversement. Il a imaginé divers dispositifs, qui peuvent se classer en deux catégories principales :

1° La *correction unipolaire*, qui ne fonctionne que sous l'action d'un seul sens d'inversion, par exemple celle de positif à négatif ;

2° La *correction bipolaire*, qui peut fonctionner à toutes les inversions, quel qu'en soit le sens.

I. ***Correction unipolaire.*** — Le relais récepteur, RR (fig. 315), est actionné, comme dans l'installation précédente, par le relais de câble (non représenté sur la figure) et commande, de même, un relais aiguilleur, auquel la terre est donnée par les petits contacts de la première couronne : ceux-ci sont orientés de manière à occuper exactement la position médiane entre les points *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, etc., qui correspondent, théoriquement, au commencement et à la fin des diverses émissions arrivant de la ligne.

Les courants, positifs ou négatifs, envoyés par le relais récepteur, RR, au relais aiguilleur, sont dérivés, à travers un condensateur, C, à la cinquième couronne, dont le balai est conjugué avec celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la deuxième couronne. Celle-ci est divisée en 30 contacts (15 × 2) groupés en deux séries : tous les contacts pairs forment l'une de ces séries ; ils sont réunis entre eux et à la terre, à travers une résistance ; les 15 contacts impairs forment l'autre série, et sont reliés à l'un des enroulements d'un relais différentiel, RC, ou *relais commutateur*, dont le pont est à la terre. Ce relais, lorsqu'il est mis sur travail, peut en commander un second, ou *relais correcteur*, RC′, également différentiel avec le pont à la terre, et dont le massif communique avec l'électro-correcteur, EC.

Le balai de la deuxième couronne est placé de telle sorte que

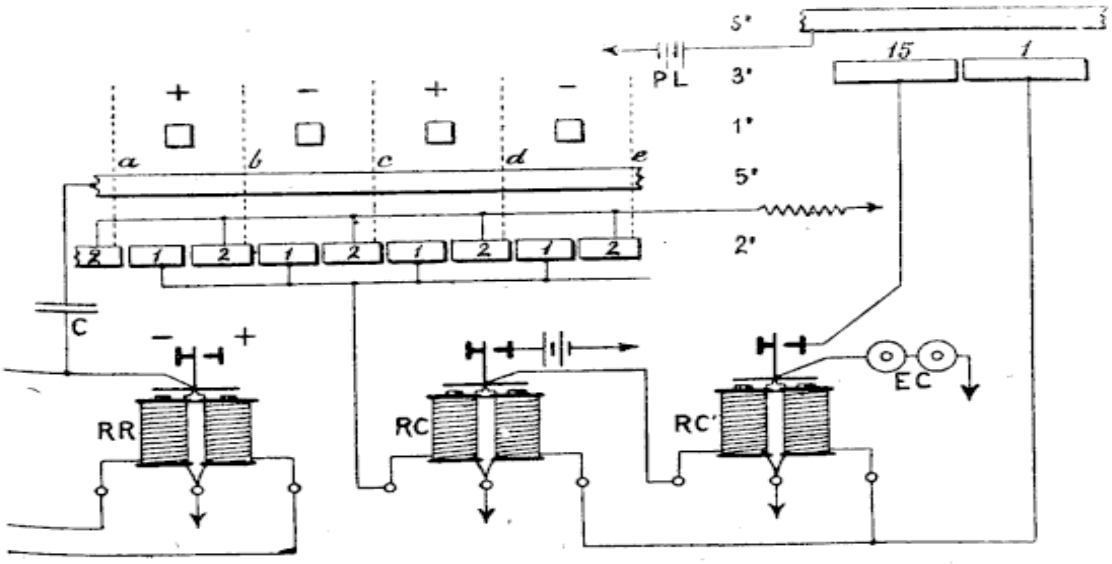


Fig. 315. — Picard. — Correction sans courants spéciaux. Dispositif unipolaire.

les points théoriques, *a*, *b*, *c*, *d*, etc., sont légèrement en arrière de la fin des contacts pairs. Dans ces conditions, l'index du relais récepteur, RR, se trouvant, par exemple, sur le butoir de gauche, relié à la pile négative, si le relais de câble vient à recevoir un courant positif, le relais RR est actionné, et son index vient sur le butoir de droite, qui communique avec la pile positive; celle-ci charge alors le condensateur, C, et un « kick » positif est envoyé à la cinquième couronne. Si les balais sont bien dans la position qui convient, dans l'espèce sur la ligne *a*, ce kick est renvoyé dans le contact pair parcouru à ce moment et se rend à la terre, à travers la résistance, sans produire aucun effet sur les relais, RC et RC′.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les balais, continuant leur course, franchissent le point *b*, puis arrivent au point *c*, où l'on suppose que se produit une nouvelle inversion de négatif à positif. Si l'on admet qu'ils ont pris alors un peu d'avance et ont déjà dépassé ce point, au moment où l'index du relais, RR, vient sur le butoir de droite, le kick positif, au lieu d'être reçu sur le contact pair de la deuxième couronne, se produit sur le contact impair qui suit : il arrive donc, par la borne de gauche, dans l'un des enroulements du relais commutateur, RC, dont l'index est déplacé et vient sur le butoir de droite, relié à une pile locale ; ce relais est réglé pour rester insensible aux kicks négatifs qui pourraient parcourir ses bobines. Le courant de la pile du relais, RC, est alors envoyé dans l'enroulement de gauche du relais correcteur, RC′, qui se met également sur travail. La correction est ainsi préparée, mais elle n'aura lieu qu'à la fin de la révolution des balais, lorsque celui de la troisième couronne parcourra le contact 15, relié au butoir de travail du relais correcteur, RC′ : un courant de la pile des freins et cadences sera alors envoyé dans l'électro-correcteur, EC, et provoquera le décalage des balais comme dans tous les autres systèmes décrits ci-dessus.

On remarquera que le relais commutateur, RC, s'il peut porter sur travail l'index du relais correcteur, RC′, n'a pas la possibilité de le ramener sur repos ; il ne peut pas davantage être lui-même rappelé par le relais récepteur : ce double rappel a lieu lors du passage du balai de la troisième couronne sur le contact 1, aussitôt après que l'électro-correcteur a été actionné ; un courant local est envoyé dans l'enroulement de droite des relais, RC et RC′, et les ramène à la position de repos : ils se trouvent alors en situation de préparer une nouvelle correction, dès qu'un nouveau chevauchement des balais se révèlera.

En résumé, chacun des contacts impairs de la deuxième couronne joue le rôle du point de repère d'un contact mobile d'installation ordinaire, et, dès que le balai en atteint un avant que soit terminé le kick résultant de la mise sur travail du relais récepteur, RR, le relais correcteur, RC, est actionné. Quel que soit le point où se produit cette action, la correction n'a lieu qu'à la fin de la révolution des balais, comme dans les installations ordinaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II. Correction bipolaire. — La correction unipolaire, qui vient d'être décrite, a fonctionné dans des conditions de précision et de robustesse parfaites. Toutefois, malgré ce résultat, Picard réalisa la « correction bipolaire, » en vue de l'application de son système sur les très longs câbles, où l'on ne pourrait faire usage que d'installations à un seul secteur ; en effet, avec les systèmes doubles ou triples, on est toujours sûr d'avoir au moins une inversion de sens convenable à chaque révolution des balais, ce qui est suffisant pour assurer le synchronisme ; avec un secteur

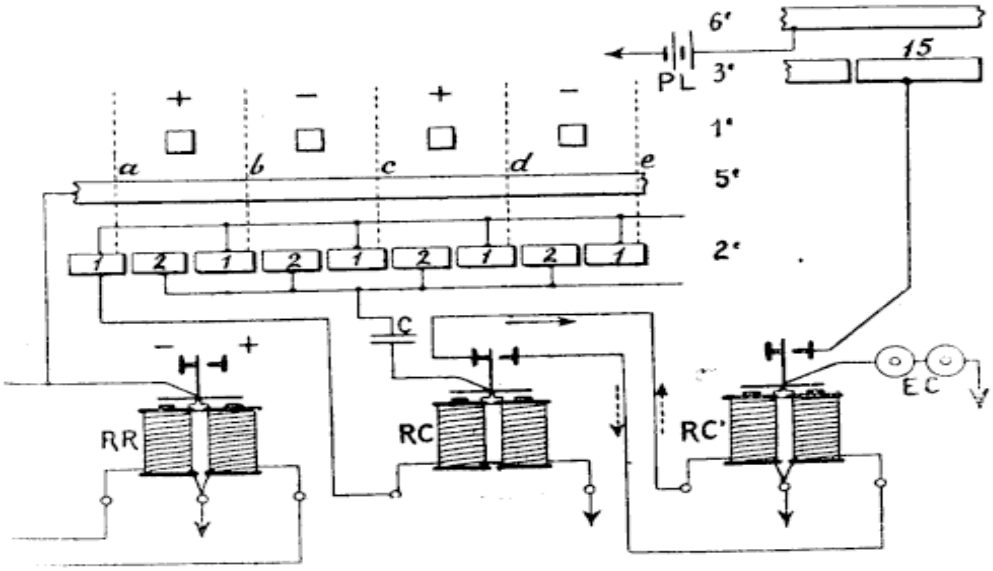


Fig. 316. — Picard. — Correction sans courants spéciaux. Dispositif bipolaire.

unique, le hasard des signaux successifs pourrait faire qu'il n'en fût pas ainsi et, à ce titre, la correction bipolaire présente un avantage certain, puisqu'elle utilise les deux sens d'inversion. Elle est, en outre, tout aussi simple comme réalisation ; elle a ce point de commun avec la précédente que c'est toujours sur la fin de l'un quelconque des contacts de l'une des séries de la 2e couronne que se prépare la correction ; celle-ci reste emmagasinée jusqu'à la fin de la révolution des balais, où un courant local la fait fonctionner.

La dérivation prise sur le massif du relais récepteur, RR (fig. 316), est amenée directement à la cinquième couronne, sans l'intermédiaire de condensateur. Le relais commutateur, RC,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est un relais non différentiel, dont la sortie est à la terre ; l'entrée communique avec la série impaire des contacts de la deuxième couronne, et le massif avec la série paire, mais à travers un condensateur, C ; les deux butoirs sont reliés respectivement aux deux entrées du relais différentiel correcteur, RC′, dont le pont est à la terre. Le relais correcteur a son massif en communication avec l'électro-correcteur, EC, et son butoir de travail avec le contact 15 de la troisième couronne, comme dans le dispositif précédent.

Si, après une ou plusieurs émissions négatives, le relais récepteur, RR, reçoit un positif, le courant de même signe, dérivé dans la cinquième couronne, parvient, à partir du point *a*, sur la fin du contact impair et, de là, va dans le relais commutateur, RC ; si le synchronisme est parfait, le temps pendant lequel les bobines sont parcourues est suffisant pour mettre le relais commutateur sur travail ; aussitôt après, le balai passe sur le contact pair : un kick positif traverse le condensateur, C, et, par le massif et le butoir de droite du relais commutateur, va parcourir le circuit de droite du relais correcteur, RC′ : l'enroulement est tel que celui-ci est mis ou maintenu sur repos (butoir de gauche). Lorsque le balai arrive au point *b*, le relais récepteur revient sur repos, et, dans l'hypothèse d'un synchronisme parfait, l'index du relais commutateur, RC, est amené de même sur le butoir de gauche ; lors du passage sur le contact pair, un kick négatif est émis à travers le condensateur, mais, par suite du changement de position du relais commutateur, il parvient dans le relais correcteur par l'enroulement de gauche ; il y produit le même effet qu'un positif entrant par la droite et confirme la position de repos du relais correcteur.

Ainsi donc, aussi longtemps que le relais récepteur, RR, change de position exactement aux points *a*, *b*, *c*, etc., le kick envoyé dans le relais correcteur le maintient toujours sur repos, parce que, s'il change de sens à chaque inversion, il change aussi de borne d'entrée, et se trouve avoir la même direction dans les bobines. Au contraire, si l'on suppose que les balais aient pris de l'avance, et que le point, *a*, soit déjà franchi au moment où le relais récepteur vient sur le butoir de droite, le temps pendant lequel le relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commutateur, RC, reçoit la dérivation, est insuffisant pour l'actionner et son index reste sur le butoir de gauche ; le kick positif, qui se produit au passage sur le contact pair, passe alors par ce dernier butoir et aborde le relais correcteur, RC′, par la borne de gauche : sa direction dans les bobines est telle que l'index se trouve porté sur le butoir de droite. A la fin de la révolution, lorsque le balai de la troisième couronne passe sur le contact 15, un courant local est envoyé, comme précédemment, dans l'électro-correcteur et les balais sont décalés.

Si le désaccord se manifeste au passage du point *b*, le relais commutateur est alors sur le butoir de droite et ne peut être rappelé par le courant négatif ; le kick négatif, envoyé lorsque le balai de la deuxième couronne passe sur le contact pair qui suit, parvient donc dans l'enroulement de droite du relais correcteur, et met son index sur travail, tout comme l'a fait ci-dessus un kick positif entrant par la gauche. La correction est ainsi préparée, aussi bien par une inversion de négatif à positif que par celle de positif à négatif. En outre, si l'avance du balai, qui provoque cet amorçage, n'était qu'accidentelle [par exemple, s'il s'agissait d'une perturbation purement électrique (V. p. 301)] et si l'accord se rétablissait de lui-même avant la fin de la révolution, le relais correcteur serait rappelé au repos à la première inversion qui se produirait, quel que soit son sens, et la correction n'aurait pas lieu ; c'est là un avantage qui est spécial à la correction bipolaire.

Installation triple Baudot-Picard. — Ainsi qu'il vient d'être dit, le triple Baudot-Picard ne comprend que quinze contacts, ceux de propagation étant sans objet et la correction ayant lieu *sans courants spéciaux.*

Deux plateaux distincts sont affectés, comme au double, l'un à la transmission, l'autre à la réception. Leur agencement est, en principe, semblable à celui des plateaux de l'installation double ; toutefois, la première méthode de transmission, avec isolement au départ entre les émissions et blocage, à l'arrivée, par un condensateur (V. p. 173), a dû être abandonnée : l'isolement assez faible des câbles occasionnait une stabilité insuffisante du relais, et des « manques en queue » résultaient de ce qu'il ne restait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas suffisamment maintenu dans la position qu'il devait occuper. C'est donc la seconde méthode, celle du condensateur shunté, qui a été appliquée (V. p. 175). La capacité employée au départ est de 15 microfarads, la résistance du shunt varie avec les câbles ; elle est, par exemple, de 3 000 ohms sur celui de Marseille-Alger et de 6 000 ohms sur celui de Marseille-Oran. Le dispositif réalisé à l'arrivée sera indiqué plus loin.

On a vu, sur les figures 315 et 316, que la correction sans courants spéciaux nécessite deux couronnes spéciales. Afin de ne pas créer un nouveau type de cage de distributeurs, Picard a fait servir à deux fins les couronnes 1 et 4, en les utilisant simultanément pour la rectification des signaux et pour la commande les électro-aiguilleurs. La figure 317 montre l'élégante solution à laquelle il s'est arrêté ; les courants de la ligne sont reçus, comme au double, dans le relais Picard (non représenté sur la figure) qui commande le relais récepteur RR ; le renvoi des signaux au relais aiguilleur, RA, est différent : les deux butoirs du relais récepteur sont munis chacun d'une pile, négative au repos et positive au travail ; le massif est relié au pont du relais différentiel aiguilleur, RA ; enfin les entrées des deux circuits de ce dernier ont leur issue, dans des conditions qui vont être indiquées, par les petits contacts de la couronne n° 1, les balais, la quatrième couronne et la terre. Les contacts aiguilleurs sont intercalés entre les petits contacts de la couronne n° 1, et forment la couronne n° 1 *bis* ; ils sont reliés chacun à la sortie d'un électro-aiguilleur ; toutes les entrées sont réunies entre elles et au massif du relais aiguilleur, RA, dont le butoir de travail est en communication avec la pile d'aiguillage. On voit déjà que, lorsque l'index de ce relais viendra sur travail, les 15 électro-aiguilleurs seront reliés à la pile, mais que le courant ne pourra parcourir que celui dont le contact sera, à ce moment, sous le balai commun aux couronnes 1 et 1 *bis*, qui lui donnera la terre, par l'intermédiaire du second balai et de la quatrième couronne.

Les manipulateurs employés sont du second modèle de Picard, dans lequel le courant de repos est négatif pour les touches 1 et 5 et positif pour les trois autres : il est nécessaire, comme au double, que si tous les manipulateurs sont simultanément au repos, ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alternances positives et négatives maintiennent indistinctement au repos le relais aiguilleur. Ce résultat a été obtenu de la façon suivante : les petits contacts de la couronne 1 sont réunis en groupes de deux ou de trois ; ceux qui comprennent les contacts 15 et 1, 5 et 6, 10 et 11 (cinquième touche d'un manipulateur et première du suivant) pendant le parcours desquels le courant de repos est négatif, sont reliés à la borne de droite du relais aiguilleur; les autres, comprenant les contacts 2-3-4, 7-8-9, 12-13-14 (touches médianes des trois manipulateurs, courant de repos positif), sont connectés à la borne de gauche. Dans ces conditions, si le mani-

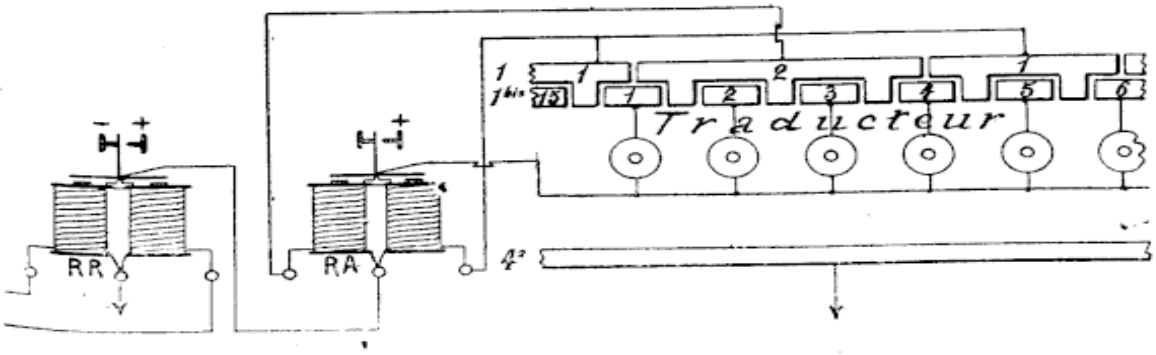


Fig. 317. — Baudot-Picard. — Rectification et redressement des signaux.

pulateur 1, par exemple, est au repos, le courant négatif, émis par la première touche, met le relais récepteur, RR, sur son butoir de gauche ; un courant négatif de la pile reliée à ce butoir est alors envoyé au pont du relais aiguilleur, RA, et prend terre par la borne de droite et le premier petit contact de la couronne 1 ; l'index du relais aiguilleur est mis sur repos et aucun courant n'est envoyé au moment du passage du balai sur le contact 1 de la couronne 1 *bis*. Les touches 2, 3 et 4 émettent un courant positif, qui déplace l'index du relais récepteur, RR ; la petite pile positive de celui-ci est mise en communication avec le pont du relais aiguilleur, mais la sortie a lieu cette fois par la borne de gauche et le groupe 2 des petits contacts : l'index du relais aiguilleur est donc maintenu sur repos, par suite de l'inversion simultanée de la polarité de la pile et du sens du courant dans les bobines, et les électro-aiguilleurs 2, 3 et 4 ne sont pas plus actionnés que ne l'a été le premier; et ainsi de suite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, par exemple, la troisième touche du manipulateur est

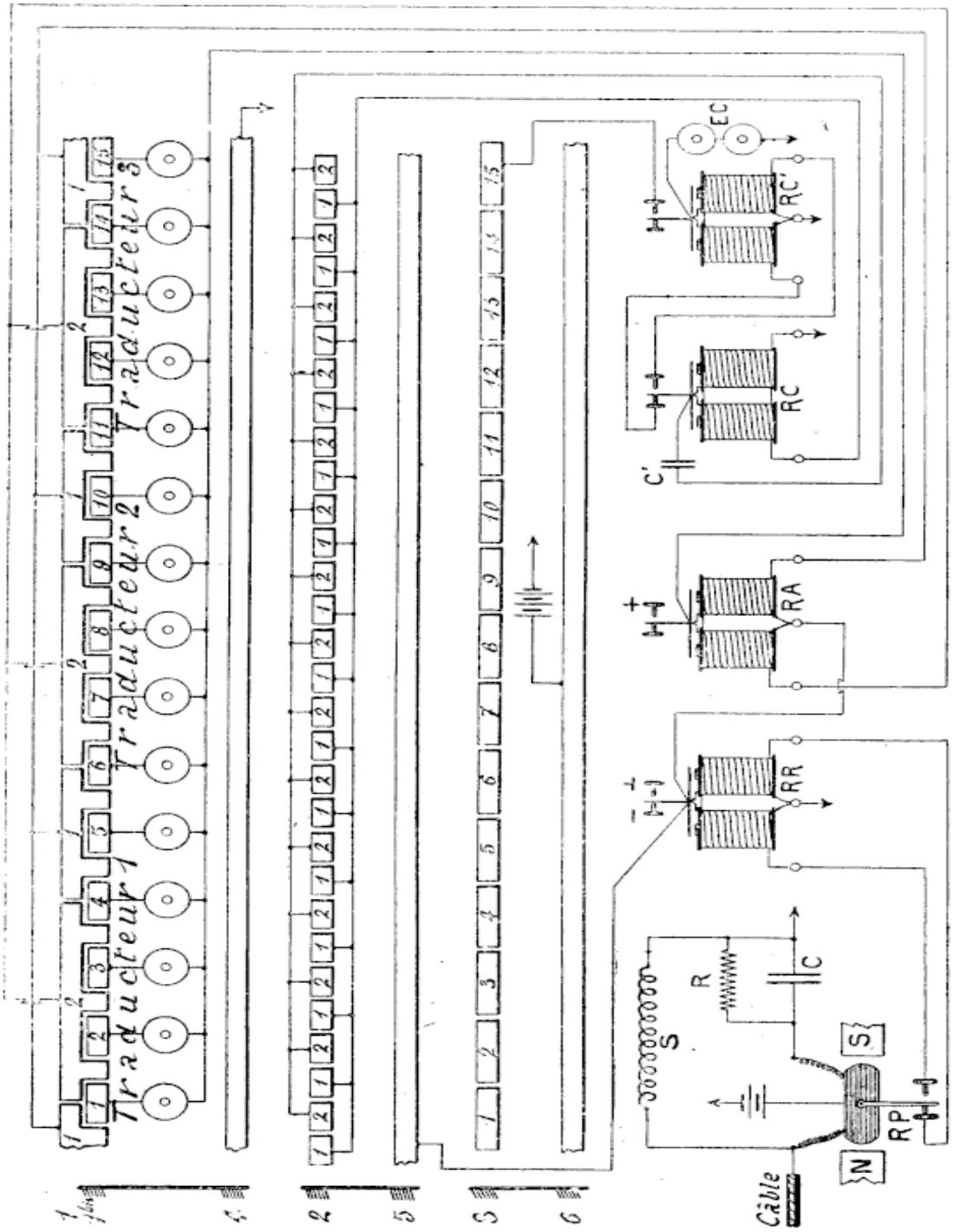


Fig. 318. — Installation triple Baudot-Picard. — plateau de réception avec correction sans courants spéciaux.

abaissée, elle émet un négatif qui ramène à gauche l'index du relais récepteur, mais le courant négatif, renvoyé dans le relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aiguilleur, sort, cette fois, par la borne de droite et met l'index sur travail : au moment où le balai atteint le troisième contact de la couronne 1 *bis*, le troisième électro-aiguilleur est actionné, grâce à la terre que lui donnent les balais et la quatrième couronne.

L'ensemble de la réception est indiqué par la figure 318 ; les courants venant du câble parcourent le relais Picard, RP, et vont se fermer à la terre à travers le condensateur, C, de 8 microfarads environ ; celui-ci est shunté d'une résistance, R, de 25 000 ohms ; enfin, un shunt magnétique, S, relie directement le câble à la terre, à travers une bobine de 200 ohms et 15 henrys et, tout en activant la décharge du câble, concourt à préciser le moment du fonctionnement du relais Picard. La commande du relais récepteur, RR, du relais aiguilleur, RA, et enfin celle des traducteurs, s'effectue comme il a été dit plus haut (V. fig. 317).

Le dispositif de correction sans courants spéciaux est du type bipolaire (V. fig. 316, p. 399) : le relais commutateur, RC, a son entrée reliée à la série impaire des contacts de la deuxième couronne, et son massif à la série paire, à travers le condensateur, C′ ; ses deux butoirs sont en communication avec les deux bornes de droite et de gauche du relais différentiel correcteur, RC′, dont le pont est à la terre ; le massif de ce dernier relais est rattaché à l'entrée de l'électro-correcteur, EC ; le butoir de travail de RC′ reçoit la pile locale lorsque le balai de la troisième couronne parcourt le contact 15, auquel il est rattaché. Le fonctionnement de ce système a été indiqué plus haut.

La mise en marche de l'installation présente une particularité spéciale, par ce fait que, l'électro-correcteur étant susceptible d'être actionné à chaque inversion du sens du courant et quel que soit le point où le relais correcteur est mis sur travail, le fonctionnement de la correction n'indique pas, comme dans les installations ordinaires, que le synchronisme est réalisé, en ce qui concerne l'identité de position entre les balais des deux postes. Pour obtenir cette concordance lors de la prise de contact, le poste correcteur laisse ses trois manipulateurs au repos, sauf une touche choisie d'un commun accord avec le corrigé, la troisième du premier secteur, par exemple ; le poste corrigé empêche son système correcteur de fonctionner jusqu'à ce que le troisième électro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aiguilleur de son premier traducteur soit actionné : l'accord est alors réalisé, et il suffit de libérer le système correcteur pour que le synchronisme se maintienne.

Compensation des courants telluriques. — L'emploi du condensateur shunté présente l'inconvénient de donner accès aux courants telluriques, en leur offrant un circuit parfaitement continu, quoique résistant. Pour y remédier, Picard a imaginé un système compensateur, que représente la figure 319 : le relais Picard, RP, est, comme ci-dessus, relié, d'un côté, directement au câble et, de l'autre, à la terre à travers le condensateur, *c* ; celui-ci est shunté par la résistance, R, dans le circuit de laquelle se trouve

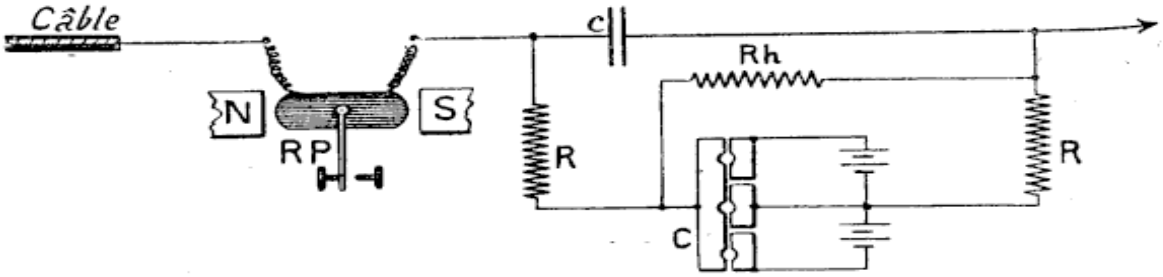


Fig. 319. — Picard. — Compensation des courants telluriques.

un commutateur, C, à trois directions ; lorsqu'on met la fiche dans le trou médian, on donne la terre au shunt, R, à travers une résistance fixe, R′ ; les deux autres plots sont en relation, respectivement, avec une pile positive et une pile négative, de deux éléments Callaud, qu'on peut ainsi intercaler entre le shunt et la terre ; si l'on observe, par exemple, des débordements de positif, on met en série la petite pile positive, de manière à favoriser la réception du négatif, et inversement. Le rhéostat, Rh, formant une sorte de potentiomètre, permet de faire varier à volonté le voltage ainsi emprunté aux piles et de réaliser un réglage très précis.

Communication Paris-Alger. — L'adaptation du Baudot sur les câbles franco-algériens permit à Picard, en 1903, de relier directement Paris et Alger, à l'aide d'un quadruple sur ligne aérienne, Paris-Marseille, raccordé en cette dernière ville, à l'aide de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retransmetteurs, à des doubles desservant les câbles. La figure 320 montre la répartition de ceux-ci, telle qu'elle fut réalisée de prime abord : l'un des câbles, A, sert à la transmission d'Alger vers Paris par deux secteurs; un autre, C, à la transmission, également par deux secteurs, de Paris vers Alger ; le troisième, B, est utilisé à l'alternat entre Marseille et Alger, mais il est combiné avec les deux premiers de manière à coopérer à l'échange du trafic Paris-Alger ; en effet, si Paris, encombré, a besoin de trois claviers à sa transmission, la simple manœuvre d'un commutateur multiple, à Marseille, relie le deuxième secteur du quadruple Paris-Marseille au premier secteur du câble B, qui se trouve alors affecté exclusivement au sens de transmission Marseille-Alger ; Marseille transmet donc à Alger par le second secteur de ce même câble, B, et reçoit par le second secteur, devenu disponible, du câble A. Dans le cas où trois secteurs doivent être attribués à la transmission d'Alger, le secteur 2 du câble B est relié au secteur 3 du quadruple; Marseille transmet alors à Alger par le secteur 1 du câble C, et reçoit de ce poste par le secteur 1 du câble B.

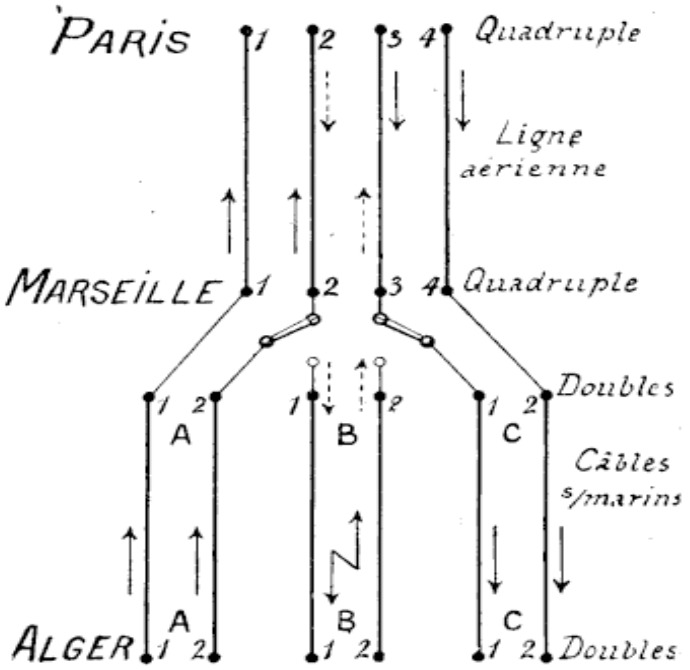


Fig. 320.

Une troisième hypothèse est prévue ; celle où Marseille a besoin de 3 ou de 4 secteurs avec Alger ; Paris continue à recevoir d'Alger par le secteur 1 et à lui transmettre par le 3 ; les deuxième et quatrième, rendus disponibles, peuvent être utilisés entre Paris et Marseille; ce dernier poste dispose d'une transmission supplémentaire avec Alger, par le secteur 2 du câble C, et d'une réception par le secteur 2 du câble A.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

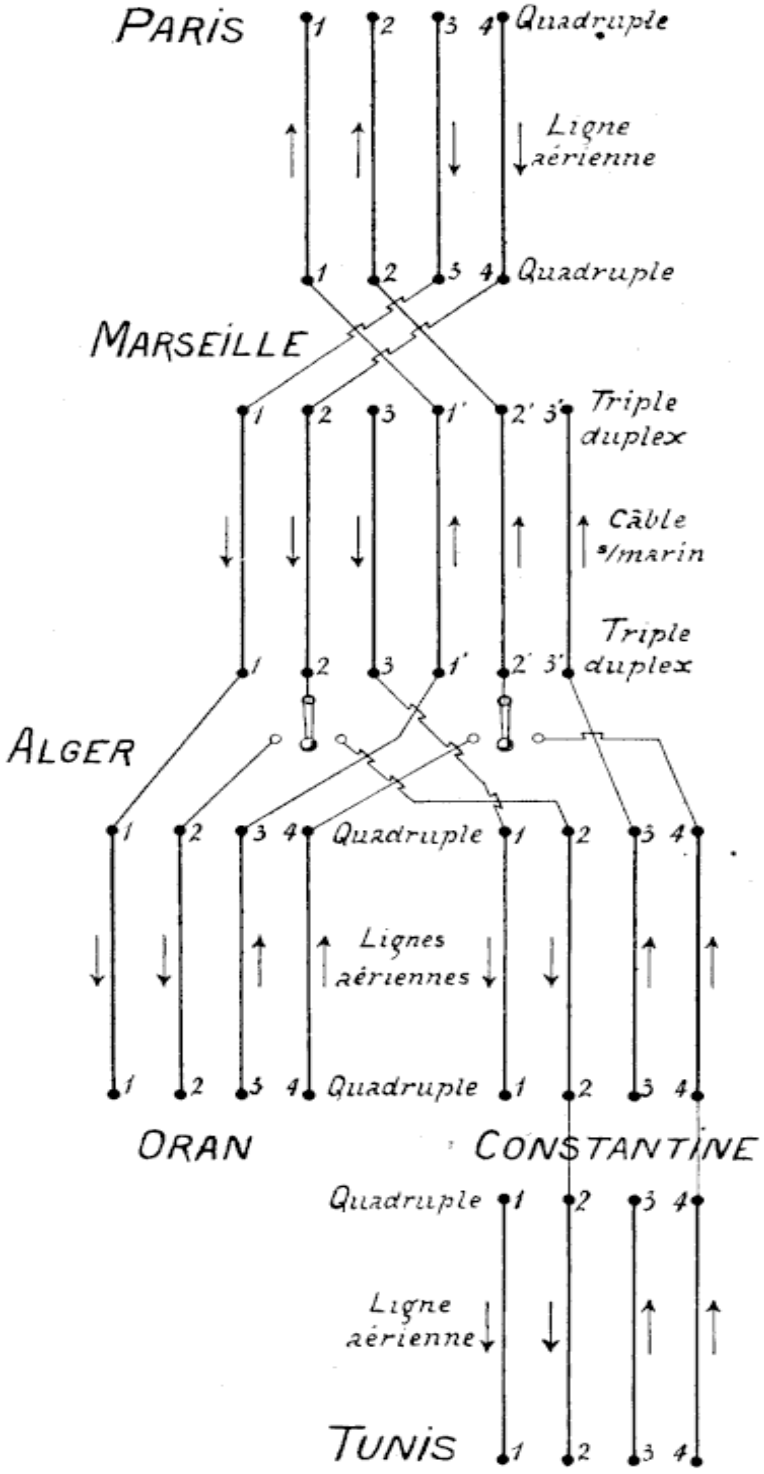


Fig. 321.

Les deux autres secteurs lui sont fournis par le câble B, exploité à l'alternat ou dans un seul sens.

Cette installation fonctionna jusqu'en 1914, époque à laquelle le câble de 1880 fut exploité en *double duplex*, et affecté exclusivement aux relations Paris-Alger ; peu après, le câble de 1913 fut installé en *triple duplex*, ce qui permit de réaliser une intéressante combinaison, dont la figure 321 donne le schéma, et dans laquelle entrent : un quadruple Paris-Marseille, sur ligne aérienne, un triple duplex Marseille-Alger, sur câble sous-marin, et enfin trois quadruples, sur lignes aériennes, Alger-Oran, Alger-Constantine et Constantine-Tunis.

Dans la situation normale, qui est celle de la figure 321, elle donne simultanément :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2 transmissions Paris-Alger ;
2 transmissions Paris-Oran ;
2 transmissions Marseille-Constantine ;
2 transmissions Alger-Oran ;
2 transmissions Alger-Tunis ;
2 transmissions Constantine-Tunis.

Lorsque le trafic Paris-Alger peut s'écouler entièrement par le quadruple aérien, relié au double duplex du câble de 1880, mentionné plus haut, les deux secteurs disponibles peuvent être renvoyés, soit sur le quadruple Alger-Oran, soit sur le quadruple Alger-Constantine ; dans le premier cas, Paris dispose de quatre secteurs avec Oran ; dans le second, il peut prendre contact direct avec Constantine ou avec Tunis, suivant les besoins. Cet exemple montre la merveilleuse souplesse avec laquelle le Baudot peut se plier aux exigences permanentes ou accidentelles du service.

Ajoutons que Marseille dispose de six secteurs avec Alger, grâce aux deux autres câbles, 1871 et 1879, desservis chacun par un triple.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXX

TRANSMISSION AUTOMATIQUE AU BAUDOT

Avantages de la transmission automatique. — La transmission manuelle laisse un écart très appréciable entre le rendement théorique, 180 lettres par minute et par secteur, et le rendement pratique ; quelle que soit l'activité de l'opérateur, il perd inévitablement quelques tours des balais entre deux télégrammes consécutifs, pendant le temps où il enlève celui qu'il vient de terminer ; ce temps perdu est plus long entre deux séries de télégrammes, où il doit mettre les indications qui permettront, ultérieurement, l'inscription des heures de transmission de chaque copie ; enfin, il est fréquemment arrêté par des difficultés de lecture de textes mal écrits. En un mot, il n'est pas exagéré d'évaluer à 20 ou 25 p. 100 la dépréciation de rendement qui résulte, pour la ligne, de la totalisation de ces arrêts.

La transmission automatique obvie à cet inconvénient, en permettant l'utilisation complète des secteurs, c'est-à-dire en égalisant à peu près le rendement théorique et le rendement pratique.

Quel que soit le système employé, l'installation, sur chaque secteur, comprend toujours :

1° Un perforateur, à l'aide duquel l'opérateur prépare, en signaux Baudot, les textes à transmettre ;

2° Un transmetteur automatique, dans lequel la bande perforée détermine l'envoi des combinaisons sur la ligne, dans les mêmes conditions qu'avec la transmission manuelle.

Avec la transmission automatique, l'agent manipulant, affranchi de la cadence, travaille dans de meilleures conditions, et peut toujours perforer plus de trois lettres par seconde (vitesse de rota-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion des balais) ; il s'ensuit qu'il prend toujours une certaine avance sur le transmetteur automatique ; tout en alimentant celui-ci de façon permanente, l'agent manipulant dispose encore du temps nécessaire pour porter sur les copies les indications réglementaires de transmission, rechercher celles pour lesquelles une rectification est demandée, vérifier les reçus qui lui sont donnés; en un mot, toutes ces opérations qui, avec la transmission directe, laissent le secteur inoccupé, passent ici inaperçues.

SYSTÈME CARPENTIER

Perforateur. — Le perforateur présente l'aspect d'une machine à écrire ; la disposition des boutons est celle du clavier dit

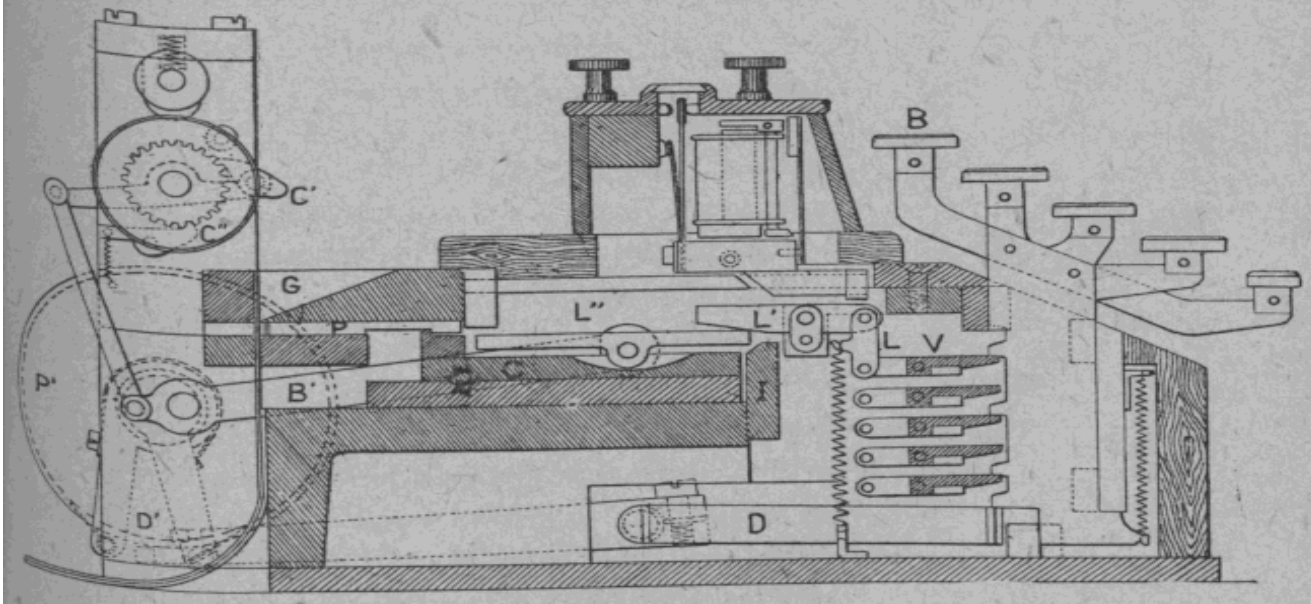


Fig. 322. — Perforateur Carpentier.

« universel », de sorte qu'un dactylographe quelconque peut desservir d'emblée le perforateur ; le clavier comporte toutefois deux touches pour les « blancs », celui des lettres et celui des chiffres, qui correspondent à deux combinaisons différentes de l'alphabet Baudot. (V. p. 256.)

Les dix chiffres et le point, bien que susceptibles d'être perforés à l'aide de la série générale des touches, sont reportés en double

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emploi, sur une rangée de boutons placée à la partie supérieure du clavier, ce qui porte à 43 le nombre des touches.

Chaque bouton du clavier (fig. 322) est prolongé, en dessous, par une lame, dont les saillies et les creux figurent la combinaison qui correspond à la lettre ou au signe marqué sur le dit bouton : les reliefs représentent les touches abaissées et les creux celles au repos.

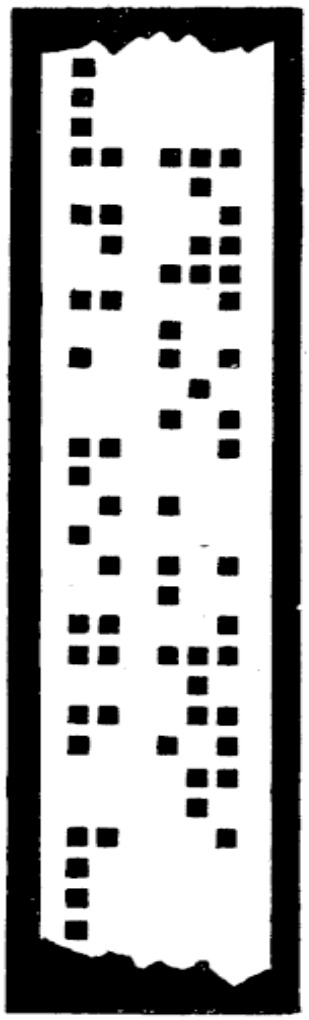


Fig. 323. — Bande de transmission Carpentier.

Cinq volets horizontaux, V, sont susceptibles d'être entraînés, lors de l'abaissement des boutons, si les lames leur présentent des reliefs : par exemple, la lettre T s'exécutant, dans la transmission manuelle, à l'aide des touches 1, 3 et 5, la lame, solidaire du bouton T, porte trois reliefs en face des volets, 1, 3 et 5 et deux creux, laissant hors d'atteinte les volets 2 et 4 ; si l'on presse sur le bouton T, on déplace les volets impairs, et on laisse au repos les volets pairs.

Chaque volet, V, porte, articulée sur son extrémité postérieure, une bielle, L, qui le rend solidaire d'un levier L′, susceptible de pivoter autour du point O ; lorsqu'un volet, abaissé à sa partie antérieure, pivote autour de son point milieu, son extrémité opposée, en s'élevant, pousse, de bas en haut, la bielle, L, qui, à son tour, fait basculer le levier L′ ; celui-ci communique son mouvement à un second levier oscillant, L″, dont l'extrémité d'arrière, se soulevant, vient se placer en face du poinçon, P. Dans le cas de la combinaison, T, prise plus haut comme exemple, les premier, troisième et cinquième leviers sont ainsi soulevés, prêts à pousser devant eux les poinçons, P, qui leur correspondent. Les leviers oscillants, L″, sont montés sur un chariot mobile, C : il suffit donc de mettre en mouvement, d'avant en arrière, le dit chariot, pour que les poinçons 1, 3 et 5, poussés par leurs leviers, viennent per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forer la bande qui passe dans la gouttière, G. Les trois ainsi obtenus représentent, par leur position respective, la combinaison T. La figure 323 montre une bande préparée, portant, en combinaisons Baudot, les mots « perforateur J. Carpentier », que tous les Baudotistes peuvent lire aisément, car les trous sont placés dans le même ordre que les touches du manipulateur ordinaire.

Dès que les leviers oscillants ont poussé de la sorte leurs poinçons respectifs, le chariot est ramené en arrière, un plan incliné, I, remet les leviers à l'alignement, et ceux-ci sont prêts à enregistrer une nouvelle combinaison.

Embrayage. — Le mouvement est fourni au chariot et au système d'entraînement du papier par un moteur électrique qui, au moyen d'une courroie, attaque une poulie à gorge, placée sur le côté. La poulie, P′, (fig. 324) est folle sur son axe et tourne d'un mouvement continu, sous l'action du moteur électrique. La liaison entre cette poulie et le perforateur est obtenue à l'aide d'un frein à corde. Celle-ci est fixée, par un de ses bouts, à un levier, C, solidaire de l'axe, par l'autre, à l'une des extrémités d'un levier à deux branches, C′, libre sur l'axe ; la branche inférieure de ce levier porte un taquet, qui immobilise le système, en s'appuyant sur l'un des épaulements d'un autre levier, D, solidaire des boutons, et dont le rôle sera défini plus loin.

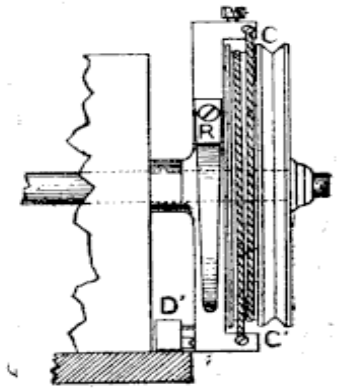


Fig. 324.

La corde est enroulée d'un tour et demi sur la poulie ; elle tend à adhérer à cette dernière par l'action d'un ressort, R, monté sur le levier fixe, C, et qui s'appuie sur le levier mobile, C′ ; tant que le système est au repos, le frottement a pour résultat de faire fléchir le ressort, R, et de détendre la corde.

Le levier, D (fig. 322), qui s'oppose à l'entraînement, est placé latéralement au perforateur ; il suit les mouvements de l'un quelconque des boutons du clavier, et se termine, vers l'arrière, par une sorte de fourche, sur chacune des branches de laquelle se trouve un épaulement ; c'est l'un de ces épaulements qui, offrant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un point d'appui au taquet du levier, C′, empêche l'embrayage de la poulie et de son axe; mais, dès qu'on presse sur un bouton du clavier, l'épaulement, en s'abaissant, se dérobe ; toutefois, le second épaulement vient aussitôt se placer sur le passage du taquet et l'arrête momentanément : quand l'opérateur abandonne le bouton, le levier, D, se relève en même temps ; le taquet étant ainsi libéré, l'embrayage s'opère, et l'axe de la poulie se met à tourner ; après une révolution complète, le premier épaulement est revenu se placer sur le trajet du taquet, qu'il cale de nouveau, et l'axe rentre au repos.

L'axe, ainsi embrayé, actionne une bielle qui, à son tour, entraîne le chariot ; les leviers oscillants (fig. 322) poussent devant eux les poinçons qui leur correspondent ; ceux-ci perforent la bande et débouchent dans les trous d'une matrice qui continue à les guider.

Aussitôt après la perforation, et pendant que le chariot, revenant en arrière, ramène avec lui les poinçons, une autre bielle, montée également sur l'axe de la poulie, détermine la progression de la bande ; celle-ci est laminée entre deux cylindres, dont l'un porte un rochet sur lequel agit un cliquet d'entraînement, C, actionné par la bielle ; un cliquet de retenue C″, fixe sur le bâti, s'oppose à tout retour en arrière.

Il a été dit plus haut qu'on doit pouvoir interrompre la transmission automatique et lui substituer instantanément la transmission manuelle, en cas de difficultés, de réglages, etc. ; afin d'éviter la présence permanente d'un manipulateur, le perforateur comporte un dispositif qui permet de transmettre directement, en cadence. Ce groupe d'organes est logé dans la partie supérieure du perforateur ; il comprend essentiellement cinq leviers mobiles autour d'un axe horizontal, et prolongés chacun par un ressort-lame vertical ; chacun des ressorts peut venir se mettre en contact avec l'une ou l'autre de deux barres, reliées respectivement à la pile de repos et à celle de travail ; ils sont actionnés par les lames solidaires des boutons et maintenus accrochés comme dans les manipulateurs ordinaires. L'armature d'un électro-aimant, alimenté par le courant de cadence, vient décrocher à la fois tous les leviers, aussitôt la combinaison transmise ; le bruit produit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par cette armature sert, en même temps, à guider l'opérateur, en lui marquant la cadence de la manipulation. Un commutateur, placé près de l'appareil, permet de substituer instantanément, l'un à l'autre, les deux modes de transmission.

Transmetteur automatique. — Le transmetteur automatique comprend deux parties distinctes : le mécanisme d'entraînement et celui de transmission.

Le premier (fig. 325), comporte, comme principal organe, un

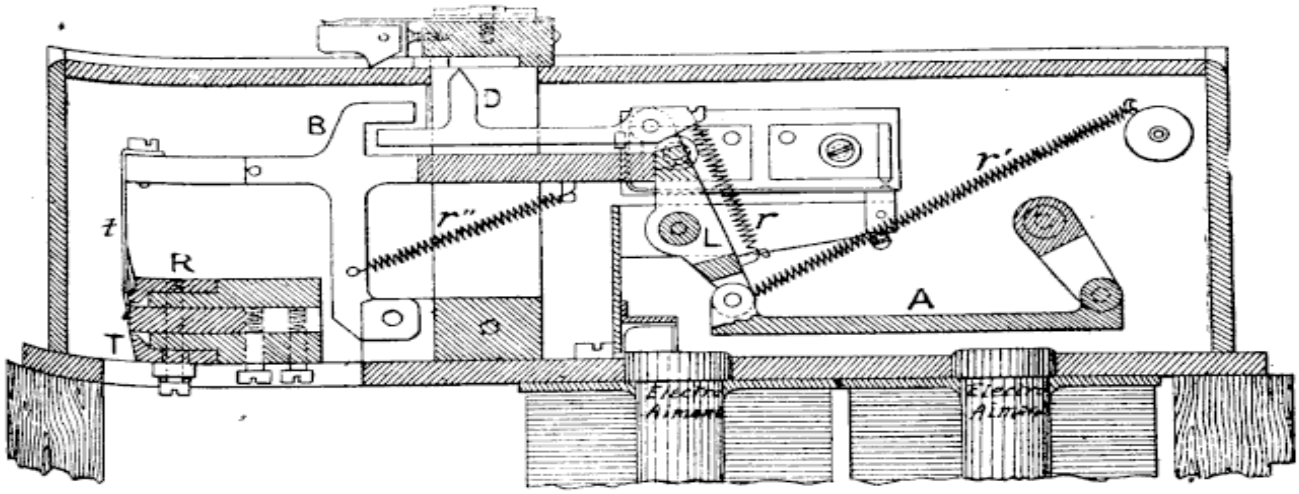


Fig. 325. — Transmetteur automatique Carpentier.

fort électro-aimant, alimenté par un courant provenant de la troisième couronne du distributeur ; son armature, A, par l'intermédiaire d'un levier en peigne, L, imprime un mouvement de va-et-vient longitudinal à cinq cliquets, D, guidés par un peigne fixe, dont l'extrémité supérieure vient affleurer par en dessous la bande perforée.

Lorsque l'armature, A, de l'électro-aimant est attirée, les cinq cliquets sont déplacés vers la droite ; sous l'action de leur ressort, r, ceux d'entre eux auxquels la bande présente un trou y pénètrent par leur bec, D ; dès que l'armature est ramenée par son ressort antagoniste, r', la bande est entraînée vers la gauche par ceux des cliquets qui ont ainsi pénétré dans un trou ; en outre, chacun de ces cliquets rencontre la branche coudée d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier, B, sur lequel est monté un ressort de transmission, t ; celui-ci, quittant la butée supérieure, R, à laquelle est rattachée la pile de repos, vient au contact de l'autre butée, T, reliée à la pile de travail ; les leviers, B, qui remplacent ici les touches d'un manipulateur, communiquent avec les contacts du distributeur, et le signal est expédié dans les mêmes conditions qu'avec la transmission manuelle.

SYSTÈME CHATTELUN

Le système imaginé par M. Chattelun, Agent-Mécanicien principal au Service des Ateliers, va être mis incessamment en service; les expériences auxquelles il a été soumis, permettent d'en espérer un fonctionnement excellent.

Clavier-manipulateur. — Le clavier manipulateur peut servir, soit à actionner le perforateur, soit à transmettre, directement et en cadence, sur la ligne. A cet effet, il est muni d'un câble souple, terminé par une mâchoire de communications, destinée à le brancher, soit sur un secteur de l'installation, soit sur le perforateur.

Ce manipulateur (fig. 326) comprend, comme celui de Carpentier, 43 touches, rangées dans le même ordre ; chaque touche, maintenue au repos par un ressort à boudin, R, porte un « peigne », P, représentant, en creux et en reliefs, une combinaison. Transversalement aux touches et au-dessous des peignes, sont cinq cadres, C, qu'on aperçoit seulement en bout, sur la figure 326. Lorsqu'on abaisse la touche « T, » par exemple, les première, troisième et cinquième dents du peigne abaissent les cadres de mêmes numéros. Chacun d'eux entraîne un levier, L, pivotant en O, et portant un ressort-lame de contact, r : celui-ci quitte sa butée de droite, BR, reliée à la pile de repos et vient s'appuyer sur l'autre, BT, qui communique avec la pile de travail.

Les cinq ressorts qui, constituent en réalité le manipulateur, sont isolés des leviers, L, qui les portent ; les communications leur sont amenées par les ressorts antagonistes.

Un dispositif d'accrochage maintient en place les ressorts et les leviers pendant un tour entier des balais, comme avec le mani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pulateur manuel ; à cet effet, le support de l'armature, A, de l'électro-frappeur de cadence, E, porte cinq leviers, L′, qui suivent tous ses mouvements. Au moment de l'attraction de l'armature, A (position indiquée par la fig. 366), chacun de ces leviers vient se placer à droite de la tête terminant le levier, L, qui lui correspond. Lorsque l'armature est rappelée par son ressort antagoniste, R″, si le levier, L, est resté au repos, le levier accrocheur, L′, se cale contre cette tête ; au contraire, si le levier, L, a été actionné, L′ vient se placer au-dessous de la dite tête, grâce à un petit ressort-lame, *r′*, qui le sollicite à pivoter vers la gauche : dans cette situation, il empêche le levier, L, de revenir au repos, même si l'opérateur abandonne la touche, et c'est seulement à la fin de la révolution des balais que l'armature, A, du frappeur de cadence, étant de nouveau attirée, le levier accrocheur, L′, libère le levier de transmission, L, et lui

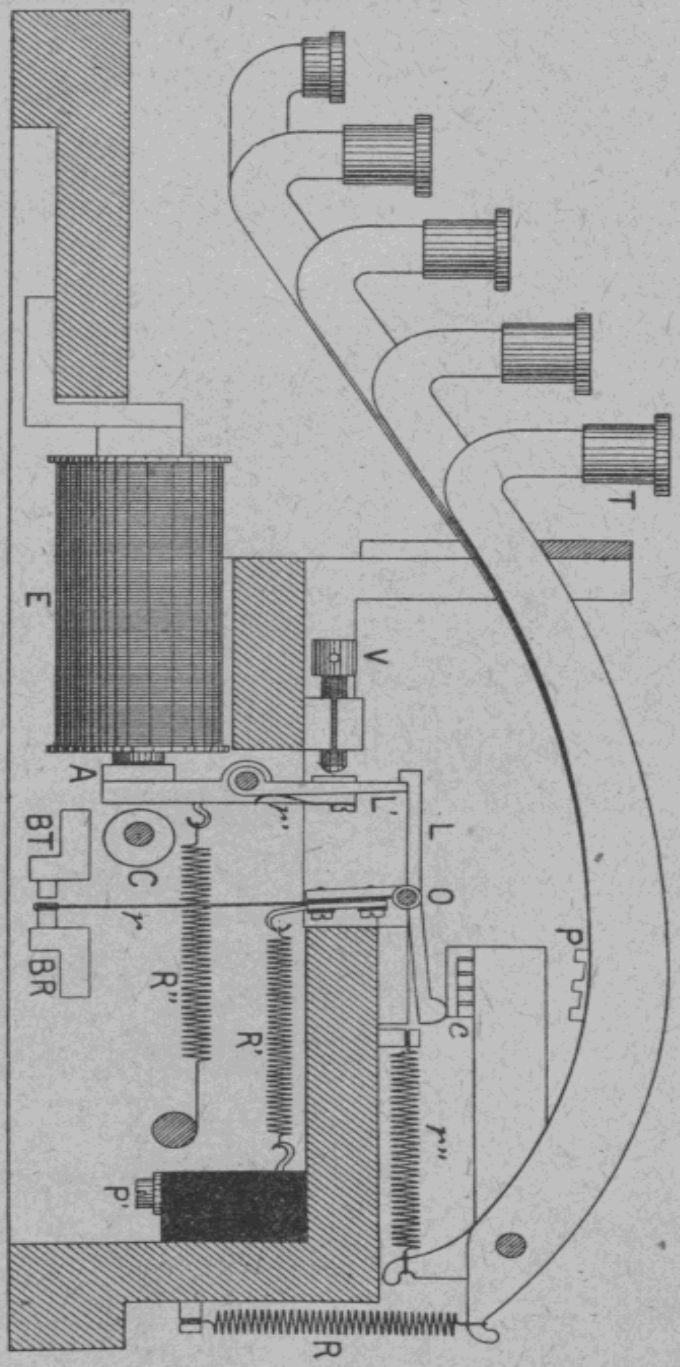


Fig. 326. — Manipulateur Chattelun.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permet d'obéir à son ressort antagoniste, R′, qui le ramène au repos.

Lorsqu'on veut mettre le secteur dans la position de réception,

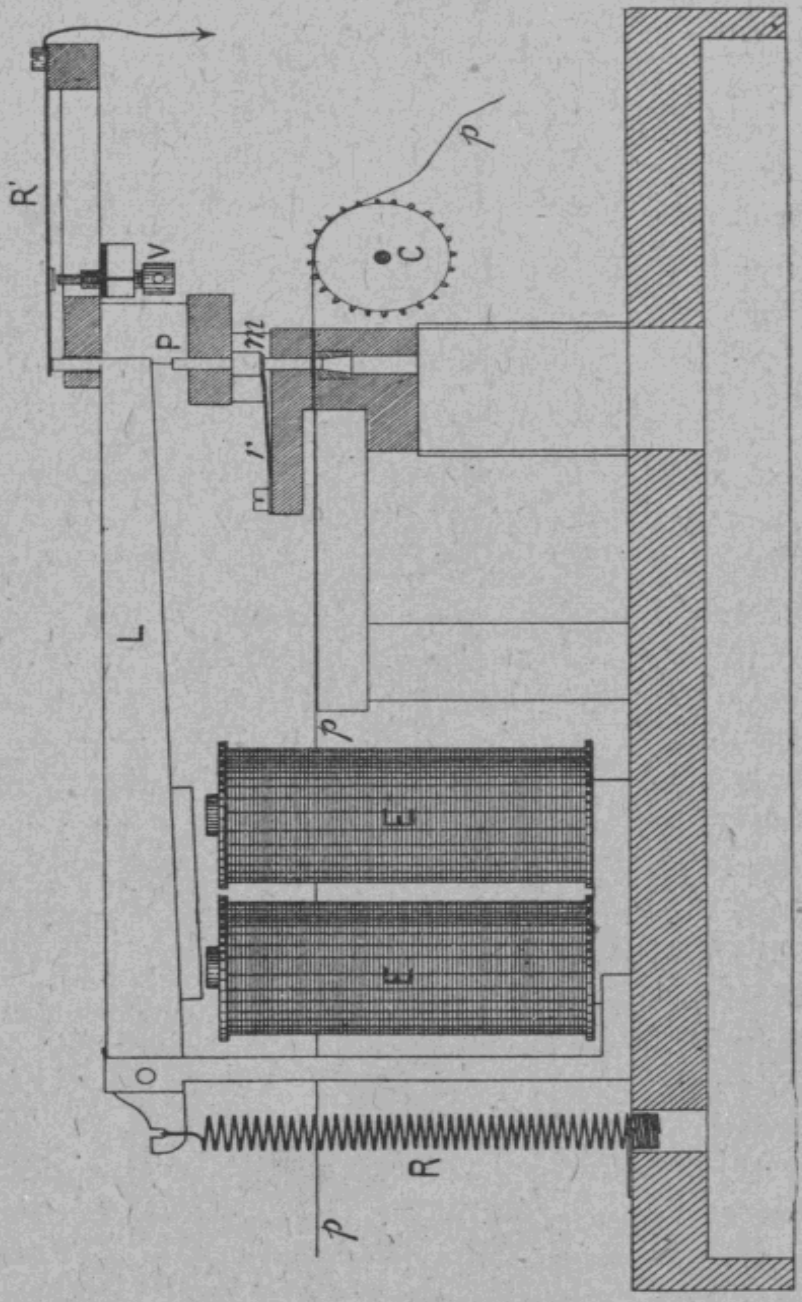


Fig. 327. — Perforateur Chattelun.

on tourne un levier, émergeant à l'extérieur, et qui commande un commutateur : l'entrée du relais est substituée à la pile de repos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la butée, BR, des ressorts de transmission ; en même temps, une came, C, vient caler l'armature, A, du frappeur de cadence et la maintient dans la position d'attraction, pendant laquelle les leviers de transmission, L, sont dégagés : on évite ainsi que si, par inadvertance, on vient à appuyer sur une touche, les leviers puissent rester accrochés.

Si l'on veut utiliser le manipulateur pour actionner le perforateur, on place le commutateur, C, dans la position de réception, pour bloquer l'accrochage, et, à l'aide de la mâchoire, on renvoie les communications des ressorts de transmission sur les électro-aimants perforateurs, dont le fonctionnement va être indiqué.

Perforateur. — Le perforateur comprend cinq électro-aimants semblables à E (fig. 327) dont l'armature, lorsqu'elle est déplacée, entraîne un levier, L, qu'un ressort, R, maintient au repos ; dans cette position, l'extrémité de droite du levier se trouve à une certaine distance du poinçon, P, de telle sorte que le levier doit effectuer une course appréciable avant d'atteindre le poinçon : on utilise ainsi la force vive de l'ensemble mobile et on obtient une perforation en coup de fouet.

A l'état de repos, le levier, L, soulève un ressort-lame en acier, R′, relié à la terre par le massif métallique sur lequel il repose ; il le tient ainsi éloigné d'une vis de butée, V, montée sur une petite platine, commune aux butées des cinq ressorts semblables, et qui communique avec l'entrée d'un électro-aimant, non représenté sur la figure, dont le rôle est d'assurer la progression de la bande après chaque perforation.

Lorsque, par suite de l'abaissement d'une touche du manipulateur, un ou plusieurs électro-aimants perforateurs, E, ont reçu un courant, l'armature de chacun d'eux entraîne son levier, L, qui vient frapper sur l'extrémité du poinçon, P, placé en face ; celui-ci est ainsi poussé vers la bande de papier, *p*, qu'il perfore ; dans ce mouvement, un renflement, *m*, comprime un petit ressort-lame, *r*, destiné à ramener le poinçon à la position de repos. En même temps, le ressort, R′, donne la terre à l'électro-aimant de progression, dont l'entrée est reliée en permanence avec la source électrique : cet électro-aimant fonctionne et son armature en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

traîne un levier, L (fig. 328), semblable à celui de l'électro-aimant perforateur ; le cliquet de progression, C, vient alors s'engager sous une dent de la roue à rochet, RR : l'avancement du papier est amorcé et aura lieu au moment du relèvement de l'armature de l'électro-aimant de progression.

Dès que l'opérateur cesse d'appuyer sur la touche, les leviers perforateurs et les poinçons, sollicités par leurs ressorts antagonistes, respectivement R et *r* (fig. 327), reprennent leur position de repos; à la fin de leur course ascendante, les leviers, L, coupent, par les ressorts, R′, le circuit de l'électro-aimant de progression ; les poinçons ayant, à ce moment, dégagé complètement le papier, la bande avance d'une division, soit $2^{mm},5$, et l'appareil est prêt pour la perforation suivante.

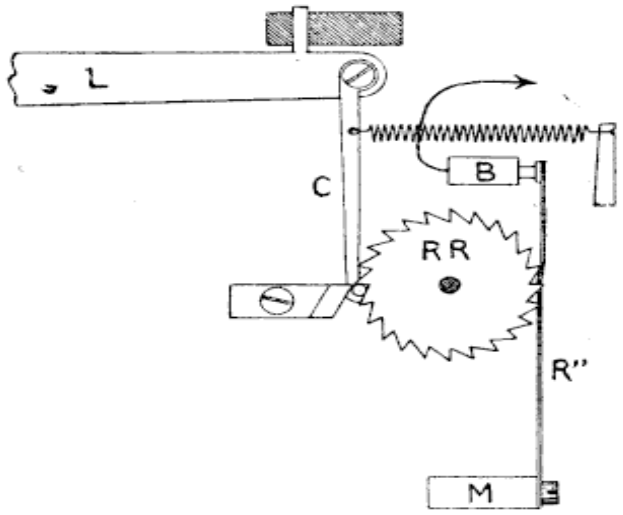


Fig. 328.

Afin d'éviter que, dans le cas d'une manipulation trop saccadée, l'opérateur puisse envoyer dans les électro-aimants perforateurs un nouveau courant avant que la progression soit terminée, le massif, auquel aboutissent les sorties des électro-aimants de perforation et de progression, n'est pas lui-même relié en permanence avec la terre : cette communication lui est donnée par l'intermédiaire d'un ressort, R″ (fig. 328), servant en même temps de cliquet de retenue, et qui, lorsque le rochet de progression, RR, est au repos, s'appuie sur une butée, B, à laquelle est rattaché le fil de terre : pendant le mouvement du rochet, le ressort-cliquet, R″, se trouve poussé vers la droite et le massif est isolé ; la communication n'est rétablie que lorsque le rochet a lui-même repris la position de repos.

La figure 329 montre une bande ainsi obtenue, avec les combinaisons correspondant à «perforateur Baudot, système Chattelun». Les trous sont disposés, comme dans le système Carpentier, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ordre, 5, 4, 1, 2, 3, des touches du manipulateur ordinaire, mais les divisions 4 et 1 ne sont pas séparées. L'entraînement de la

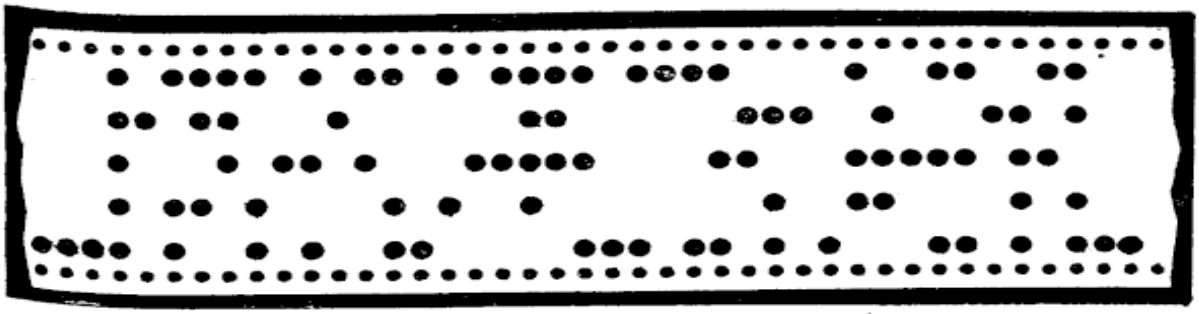


Fig. 329. — Bande de transmission Chattelun.

bande a lieu, comme dans le système Siemens (V. p. 429) par deux rangées de petits trous, préalablement perforés près des bords.

Transmetteur automatique. — Le transmetteur automatique est mis en action par le courant de cadence, alors inutilisé au manipulateur ; les communications lui sont amenées par l'intermédiaire d'un câble souple et d'une mâchoire, semblables à ceux du manipulateur.

La figure 330 représente l'appareil au moment où, sous l'action du courant, l'armature, A, est venue au contact des noyaux de l'électro-aimant, E. Le levier, L, solidaire de l'armature, porte, à son extrémité de gauche, le cliquet de progression, *c*, qui agit sur un rochet placé derrière le cylindre d'entraînement, C, et monté sur le même axe : l'avancement de la bande de papier, *p*, se trouve amorcé tout comme dans le perforateur décrit ci-dessus ; il aura lieu, de même, au moment du relèvement de l'armature.

Les cinq aiguilles, *a*, destinées à pénétrer dans les trous de la bande perforée, *p*, sont articulées, chacune, à l'extrémité de gauche d'un levier, *l'*, pivotant lui-même en O'. A l'état de repos, l'extrémité opposée, *e*, de ce levier, vient caler un bras de levier, L', solidaire du ressort de transmission, *t*, et celui-ci se trouve maintenu sur la butée de repos, BR. Ce montage est analogue à celui des leviers à bec dans le retransmetteur du modèle de 1909 (V. p. 370).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès que la progression de la bande perforée est terminée, celle-ci présente aux cinq aiguilles, a, une combinaison à transmettre ; celles qui trouvent en face d'elles un trou, y pénètrent, sous l'action de leur levier, l', sollicité lui-même à se soulever, du côté gauche, par le ressort-lame, r' ; en même temps, l'extrémité, e, du levier, l', se dérobe à l'appui de L' ; celui-ci, sous l'action de son ressort antagoniste, r'', pivote autour de son axe, O, et le ressort de trans-

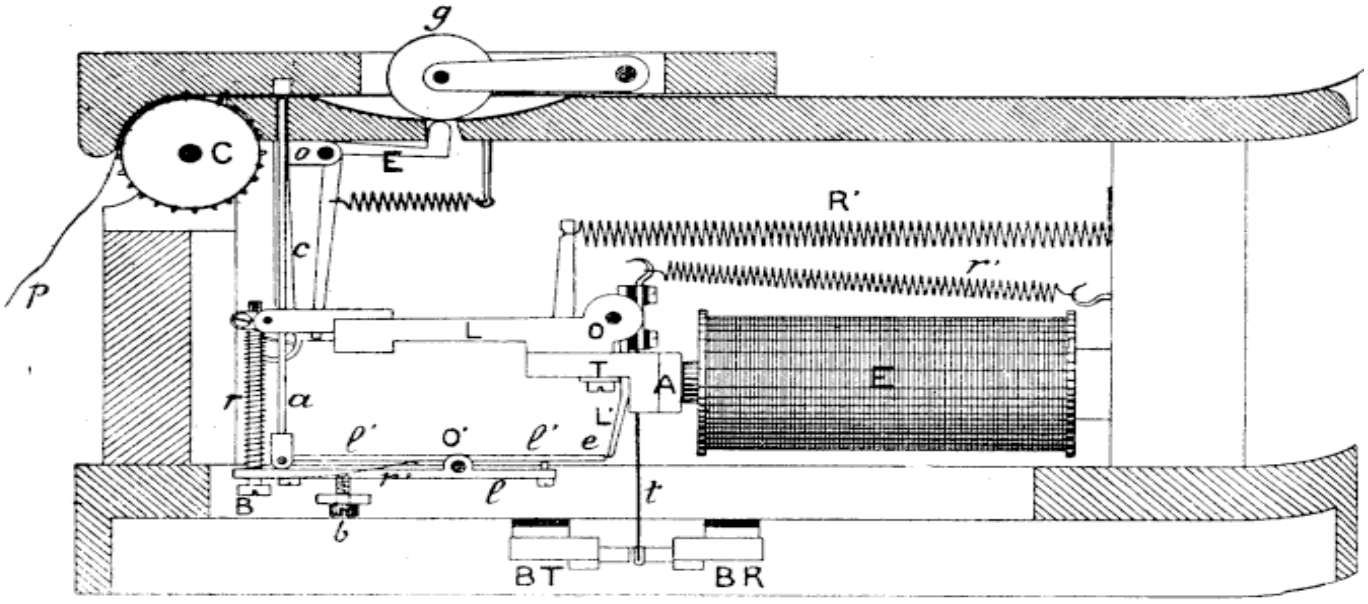


Fig. 330. — Transmetteur automatique Chattelun.

mission, t, quittant la butée de repos, BR, vient s'appuyer sur celle, BT, reliée à la pile de travail.

Les aiguilles qui trouvent en face d'elles une partie non perforée maintiennent les leviers, l' et L', dans la position qu'indique la figure 330, et les ressorts de transmission correspondants, t, restent sur la butée, BR, qui communique avec la pile de repos : la combinaison perforée est donc reproduite par le manipulateur automatique, dont les ressorts sont reliés à cinq contacts du distributeur.

Un peu plus tard, lorsque le balai de la troisième couronne passe sur le contact de cadence du secteur, l'armature, A, est de nouveau attirée ; le levier, L, en même temps qu'il agit sur le cliquet de progression, c, comme il a été dit plus haut, comprime

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le petit ressort à boudin, r, qui fait, à son tour, basculer le cadre, l, autour du point, O′ ; celui-ci soulève le levier, l', qui bascule à son tour, et l'aiguille a, quitte le trou dans lequel elle avait pénétré et reprend la position d'attente. Au même moment, le levier, L′, est ramené au repos par sa tige, T, solidaire de l'armature et commune aux cinq leviers ; son extrémité vient se caler de nouveau contre celle du levier, l', et le ressort de transmission, t, se trouve ramené et maintenu contre la butée de repos, BR.

Lorsqu'après le passage du courant, l'armature de l'électro-aimant, E, revient au repos sous l'action de son ressort antagoniste, R′, la progression de la bande, p, s'effectue comme il a été dit plus haut ; pendant la plus grande partie du mouvement du retour, les leviers, l et l', et l'aiguille, a, restent dans la position qui vient d'être décrite, le levier l est au contact de la vis de butée, b, grâce à l'action du ressort, r ; à la fin de la course, la tête, B, vient entraîner le cadre, l, d'une petite quantité, ce qui laisse l' complètement libre et lui permet d'agir sans résistance, lorsque l'aiguille, a, trouve de nouveau devant elle un trou.

Il importe que, dans le cas où le perforateur ne fournirait pas suffisamment de bande au transmetteur automatique, celle-ci ne soit pas tendue à l'excès, ce qui risquerait de la rompre ; en tout cas, elle ne progresserait plus, et la même combinaison serait répétée tant que durerait l'arrêt de la bande perforée. Pour éviter cet inconvénient, une petite dépression a été pratiquée dans la tablette supérieure, et un galet, g, monté en état d'équilibre instable, oblige, par son poids, la bande à épouser cette légère courbe ; dans cette situation, le bec d'un levier, E, articulé en o, se trouve maintenu dans la position qu'indique la figure, malgré la sollicitation d'un ressort, qui tend à le soulever. Dans le cas où le transmetteur automatique est insuffisamment alimenté, la bande se tend et soulève le galet, g, permettant ainsi au bec du levier, E, de s'élever d'autant : la branche inférieure de E vient alors buter contre l'extrémité supérieure du levier, L, et le cale dans la position de collage de l'armature : la progression est arrêtée et, en outre, tous les ressorts de transmission, t, sont amenés sur la butée de repos, BR. La transmission se trouve donc suspendue jusqu'à ce que le perforateur ait rendu suffisamment de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bande pour que le bec, E, soit de nouveau chassé vers le bas par la pression du galet, *g*.

Si, au cours de la transmission, la bande de papier venait accidentellement à se rompre, le galet resterait en place, mais le bec, E, pénétrerait dans une raînure, pratiquée à cet effet sur son pourtour, et le même mouvement de calage du levier, L, se produirait.

Réception perforée. — Ce système permet d'obtenir, à l'arrivée, une bande perforée identique à celle de départ : il suffit, pour cela, de substituer au traducteur un retransmetteur qui, à son tour, commande le perforateur, dans les mêmes conditions que le clavier-manipulateur décrit ci-dessus. Si ce retransmetteur est du modèle rotatif (V. p. 363), on obtient simultanément deux bandes, l'une imprimée, donnant la traduction du message, l'autre perforée, permettant une réexpédition immédiate sur une seconde ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXI

SYSTÈMES DÉRIVÉS DU BAUDOT

APPAREIL BAUDOT-DUBREUIL

Manipulateur. — Le système Baudot-Dubreuil, faisant usage de distributeurs et de relais identiques à ceux du Baudot ordinaire, ne pouvait prétendre à une utilisation meilleure de la ligne ; le but qu'il se propose est l'augmentation du rendement individuel des agents. Le clavier se compose de 8 touches, ce qui permet d'exécuter 255 combinaisons ; ces 8 touches sont divisées en deux groupes, l'un de 5, qui sert à former les 31 combinaisons de l'alphabet Baudot ordinaire ; le second, de 3 touches, à l'aide duquel on peut exécuter sept combinaisons supplémentaires : celles-ci constituent simplement la répétition des trois premières du code Baudot ; elles correspondent à six voyelles et un blanc de séparation.

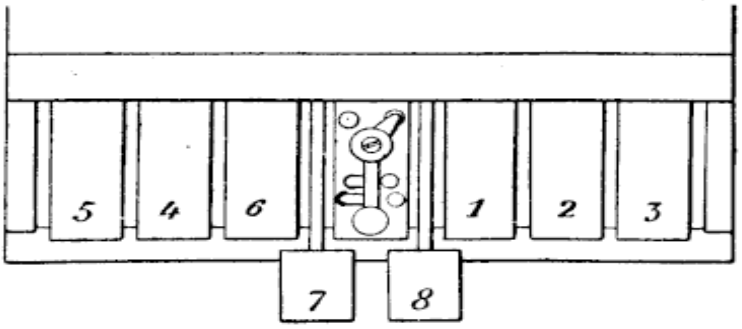


Fig. 331. — Manipulateur Dubreuil.

Les huit touches du clavier sont groupées comme le montre la figure 331 et permettent la transmission simultanée, dans un seul tour des balais : de deux voyelles, d'une consonne ou d'un blanc suivi d'une voyelle, d'une voyelle ou d'une consonne suivie d'un blanc.

Traducteur. — Le traducteur a exactement les mêmes dimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sions que celui de Baudot ; seul, l'agencement mécanique a été modifié (fig. 332).

Sur l'axe, A, de la roue des types, sont calés deux combinateurs, l'un, C, correspondant au groupe de cinq électro-aiguilleurs du code Baudot et placé à l'avant, l'autre, C′, aux trois élec-

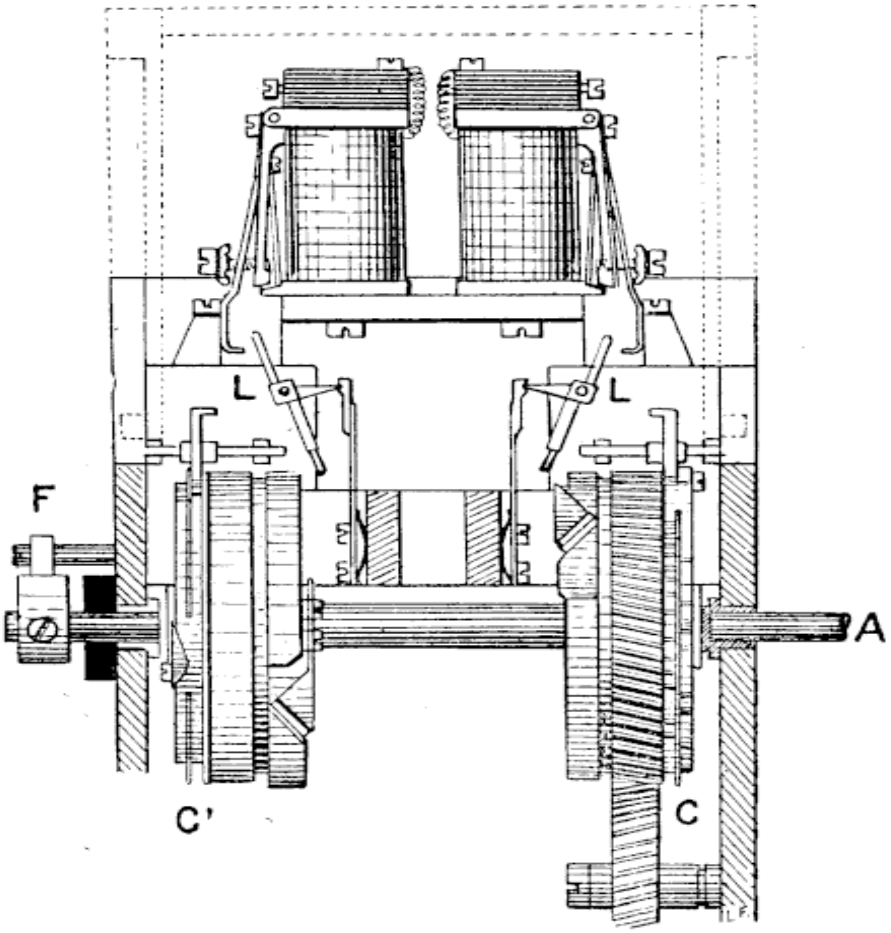


Fig. 332. — Traducteur Dubreuil.

tro-aimants supplémentaires, qui se trouve à l'arrière ; le fermeur et sa came ont dû, pour cette raison, être reportés à l'extérieur, en F. Les deux groupes d'électro-aiguilleurs sont placés verticalement, et les leviers aiguilleurs, L, modifiés en conséquence.

Les combinateurs, les roues d'impression et des types, sont divisés en 50 parties correspondant aux 31 combinaisons du groupe de 5, aux 7 combinaisons du groupe de 3 et à deux intervalles,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chacun 6/50, permettant le rappel du bras d'impression après un déclanchement possible dans chaque groupe. Le calage des combinateurs est indiqué par la figure 333 ; les deux groupes de leviers chercheurs soutiennent un levier propulseur commun, et l'un d'eux entre en fonction au moment où l'autre, ayant terminé son office, tombe dans le creux. Les deux cames-navettes sont décalées d'un quart de tour l'une par rapport à l'autre ; cette disposition permet au mouvement des leviers-aiguilleurs de s'accomplir,

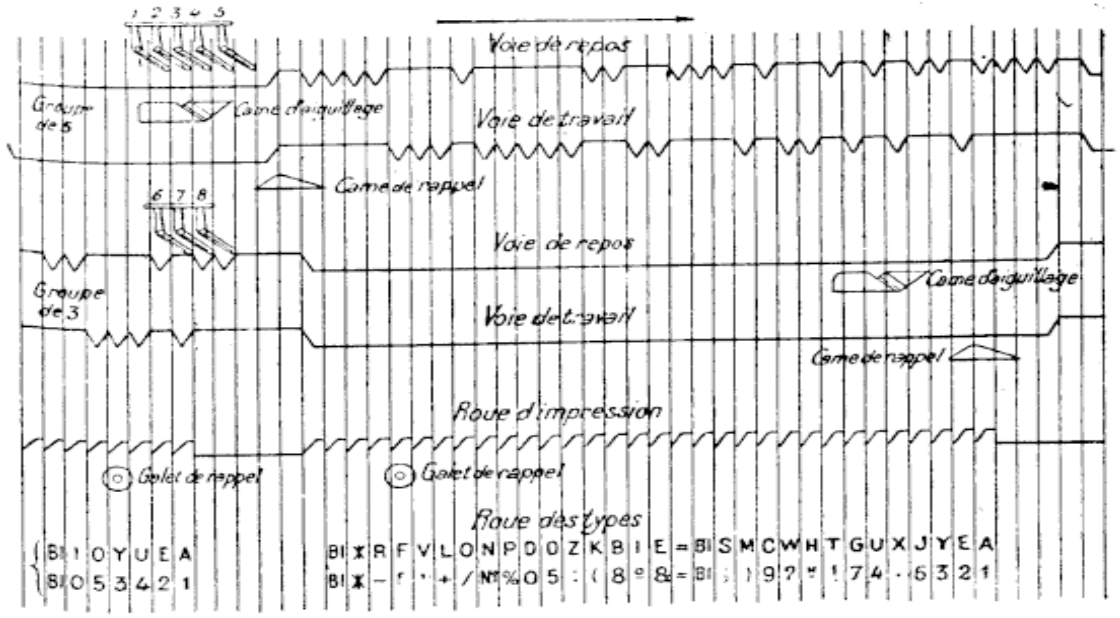


Fig. 333. — Combinateur Dubreuil.

pour chaque groupe, dans des conditions identiques, par rapport au moment où les électro-aiguilleurs sont actionnés.

Le pourtour de la roue d'impression comporte deux séries d'encoches, l'une de 31 et l'autre de 7, séparées l'une de l'autre par des intervalles de 6/50 ; deux galets de rappel occupent les places convenables, à l'arrière de la roue.

Les différences entre le traducteur Baudot et le traducteur Dubreuil sont peu importantes, et tout agent-dirigeur, apte à mettre au point le premier, n'éprouve aucun embarras à régler le second.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREIL AUTOMATIQUE SIEMENS

Principe. — L'appareil Siemens a été mentionné au chapitre des systèmes *automatiques* (V. p. 253). Au point de vue de l'exploitation, il rentre, en effet, dans cette catégorie d'appareils, où *un seul transmetteur* automatique écoule la totalité des messages émanant d'un poste.

Au point de vue de la conception, l'automatique Siemens est bien un dérivé du Baudot, dont il emploie le code, mais avec un alphabet différent (fig. 334) ; c'est, en réalité, un Baudot à un seul secteur, dont le rendement se rapproche de celui d'un Baudot à plusieurs secteurs, grâce à une rotation plus rapide des balais.

1	2	3	4	5		
	●	●			A	·
	●		●	●	B	/
●	●	●		●	C	'
●				●	D	&
●	●	●			E	3
●		●	●		F	!
●	●		●	●	G	"
●	●			●	H	;
●					I	8
	●			●	J	=
			●		K	§
●	●	●	●		L	+
	●				M	?
●	●				N	—
●			●	●	O	9
	●	●		●	P	0
		●		●	Q	1
			●	●	R	4
		●	●		S	:
				●	T	5
	●	●	●		U	7
●		●	●	●	V	)
●			●		W	2
	●		●		X	(
●		●			Y	6
●		●		●	Z	,
		●	●	●	Blanc des chiffres	
	●	●	●	●	Blanc des lettres	
●	●		●		Signal erreur	
		●			Synchronisme	
●	●	●	●	●	Coupure	

Fig. 334. — Alphabet Siemens.

Perforateur. — Le perforateur est disposé comme une machine à écrire ; chaque touche porte, comme dans les précédents systèmes, un « peigne », correspondant à une combinaison ; les reliefs de ces peignes peuvent venir se mettre en contact avec des barres, B (fig. 335) qui communiquent avec cinq électro-aimants perforateurs, EP ; en outre, toutes les touches commandent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une barre commune, non représentée sur le schéma, et qui agit sur un commutateur, C. Un condensateur, *c*, de 3 microfarads, est inséré entre les deux pôles d'une source de 110 volts, par l'intermédiaire de la butée de gauche du commutateur, C. Lorsqu'on actionne l'une des touches, T, par exemple, on met l'axe commun, A, en communication avec les barres 2 et 3 ; en même temps, le commutateur, C, quitte sa butée de gauche et vient s'appuyer

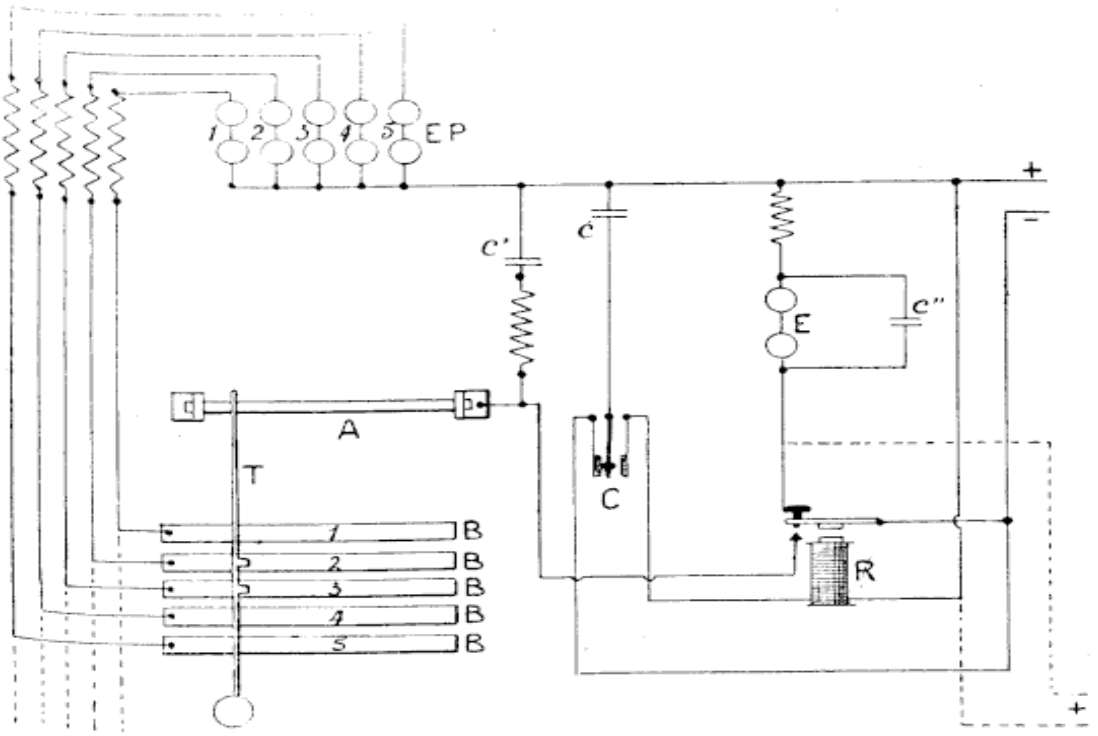


Fig. 335. — Perforateur Siemens.

sur celle de droite : le condensateur, *c*, se décharge à travers les bobines du relais, R, dont l'armature vient un instant sur son butoir de travail; pendant ce temps très court, l'axe, A, se trouve mis en communication avec le pôle négatif de la batterie et un courant traverse les électro-aimants perforateurs, EP, reliés aux barres 2 et 3 ; leurs armatures frappent alors sur des poinçons et la combinaison est perforée. Dès que l'armature du relais, R, revient au repos, elle ferme le circuit de l'électro-aimant, E, dont l'armature commande un cliquet. La progression du papier a lieu par l'intermédiaire de deux rangées de petits trous percés préala-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

blement près des bords de la bande, comme le montre la figure 336, qui représente les mots « Perforateur Siemens et Halske ».

Dès qu'on abandonne la touche, T, le commutateur, C, revient

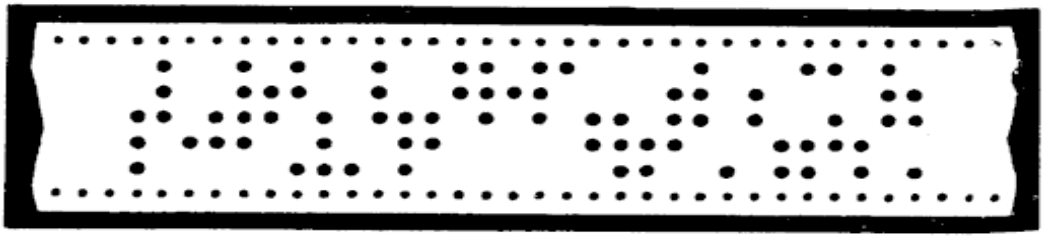


Fig. 336. — Bande de transmission Siemens.

sur la butée de gauche, le condensateur, *c*, est de nouveau chargé.

Le temps pendant lequel les poinçons restent dans le papier est indépendant de la durée de l'abaissement de la touche, puisque le circuit des électro-aimants perforateurs, EP, n'est fermé que pendant la décharge du condensateur, *c*. Deux autres condensateur, *c'* et *c''*, servent à supprimer les étincelles aux butoirs du relais, R.

Les communications pointillées sont utilisées lorsqu'on veut obtenir, à l'arrivée, une bande perforée, comme dans les appareils Creed, Murray et Chattelun.

Transmetteur automatique et distributeur. — Le transmetteur et le distributeur sont mis en mouvement par un moteur électrique, muni d'un volant à grand moment d'inertie, qui agit sur un train d'engrenages débrayables, donnant les multiplications

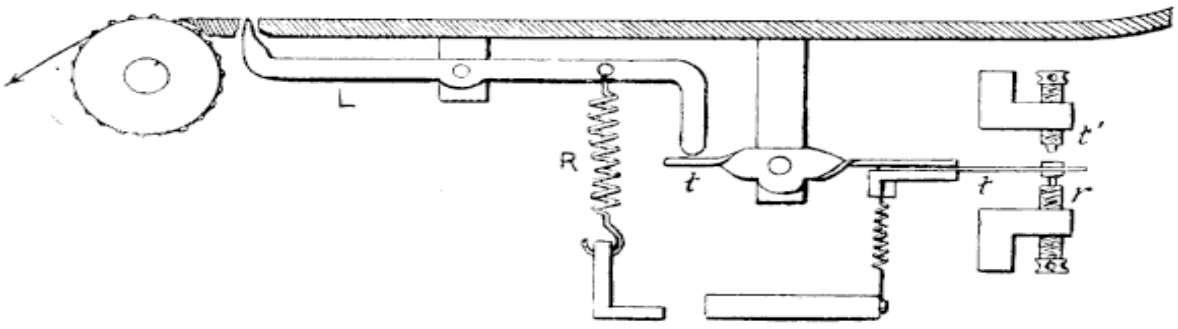


Fig. 337. — Transmetteur automatique Siemens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2/1 et 4/1. On obtient la vitesse qu'on désire en agissant sur un rhéostat d'excitation et en lisant les indications données par un tachymètre.

La bande perforée est entraînée au-dessus des talons de 5 leviers, L, (fig. 337) placés chacun en regard d'une ligne de trous ; lorsque le bec rencontre un trou, il y pénètre sous l'action de son ressort R, sa branche de droite vient alors presser sur celle de gauche du levier transmetteur, *t*, dont la partie flexible quitte le butoir de repos, *r*, pour s'appuyer sur le butoir de travail, *t'*.

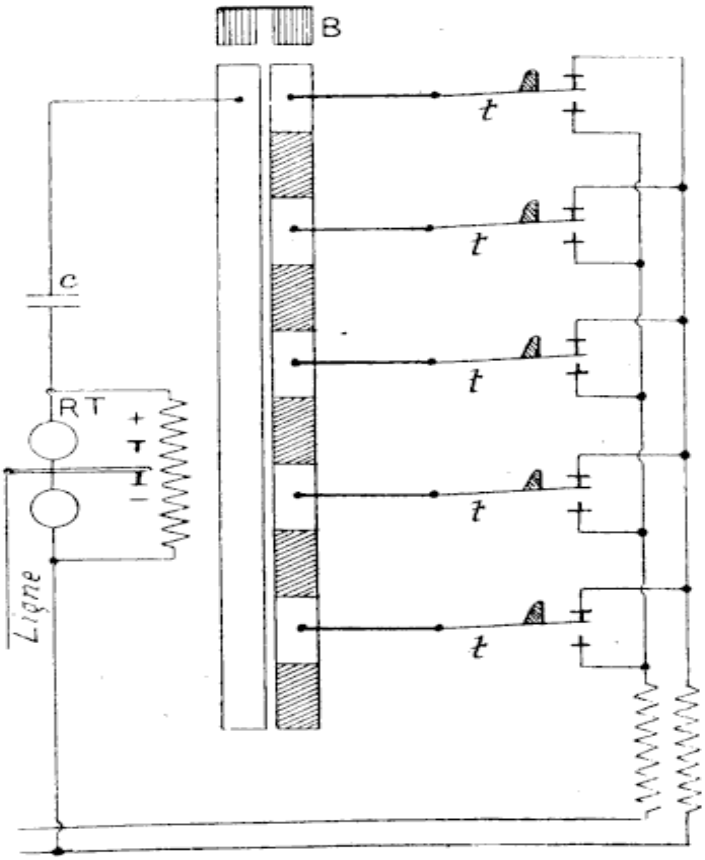


Fig. 338. — Distributeur-transmetteur Siemens.

Le distributeur se compose de deux couronnes, l'une pleine, l'autre divisée en cinq contacts, séparés par des intervalles isolants égaux (fig. 338) ; deux balais conjugués, B, parcourant ces couronnes, réunissent successivement la couronne pleine à chacun des contacts de l'autre. Les cinq leviers transmetteurs, *t*, sont reliés respectivement aux cinq contacts de la couronne divisée. Lorsque le balai passe sur les contacts, le condensateur, *c*, relié à la couronne pleine et au relais de transmission, RT, se charge ou se décharge, suivant que les leviers de transmission, *t*, sont sur l'un ou sur l'autre de leurs butoirs : le relais de transmission est donc actionné et son index renvoie les signaux sur la ligne.

Récepteur. — A l'arrivée, un distributeur, semblable à celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de départ, tourne en synchronisme ; les émissions successives sont reçues dans cinq relais, reliés à un combinateur électrique semblable à celui que représente la figure 261 (p. 304). Comme on peut recevoir une combinaison à chaque révolution des balais et comme, d'autre part, une autre révolution complète est nécessaire pour en opérer la traduction, le récepteur comprend deux groupes de cinq relais ; un commutateur automatique les met alternativement en jeu pour la réception ou pour la traduction, c'est-à-dire que, pendant un tour, les entrées des bobines du premier groupe sont reliées aux contacts de réception tandis que les armatures et butoirs du second communiquent avec le combinateur, pour la traduction de la combinaison reçue au tour précédent; et inversement au tour suivant.

MULTIPLES MURRAY, WESTERN-UNION-TELEGRAPH C° ET WESTERN-ELECTRIC C°

Principe commun aux trois systèmes. — Le premier en date de ces trois systèmes est celui de Murray, réalisé en 1911 ; l'inventeur a cédé, en 1912, à la Western-Union-Telegraph C° ses droits pour l'exploitation de ses brevets en Amérique ; celle-ci mit bientôt en service des installations munies de récepteurs construits par la Western-Electric C°; puis cette dernière établit à son tour des installations, dont les lignes générales sont celles de l'appareil Murray ; de sorte qu'il serait difficile d'établir, entre les uns et les autres, une démarcation bien nette, et qu'il est préférable d'en indiquer le principe en bloc.

Dans les trois systèmes, les distributeurs sont dépourvus de contacts de propagation et aussi de contacts de correction : les quadruples ont, en tout, 20 contacts. L'entraînement des balais a lieu à l'aide d'une roue phonique (V. p. 275) ; le synchronisme est maintenu « sans courants spéciaux », en utilisant les inversions des courants, comme dans le système Picard (V. p. 396). La suppression des contacts de propagation exclut absolument la possibilité d'alterner les transmissions à chaque révolution des balais et impose l'emploi du duplex dans tous les cas. Ces différents points feront l'objet d'un examen critique à la fin de cet ouvrage (V. p. 603).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le code employé est celui de Baudot, mais avec l'alphabet Murray (fig. 339) dont il a été déjà question (V. p. 253). La transmission, exclusivement automatique, a lieu à l'aide de bandes perforées et de transmetteurs comparables à ceux précédemment décrits (V. p. 410 et suiv.). Les traducteurs sont du genre « non rotatif » et peuvent, à ce titre, être comparés à celui d'Eglin (V. p. 329) mais ils donnent l'impression sur feuilles et non sur bande.

Aux trois systèmes précités on pourrait encore ajouter celui de la Cie Morkrum, qui emploie également l'alphabet Murray, la transmission automatique et la réception en pages, dans un traducteur non rotatif.

L'Administration ayant racheté les appareils apportés en France par l'armée américaine, et qui sont construits par la Western Electric Co, il suffira d'examiner les parties les plus caractéristiques de ce dernier système pour avoir une idée approximative mais suffisante des autres.

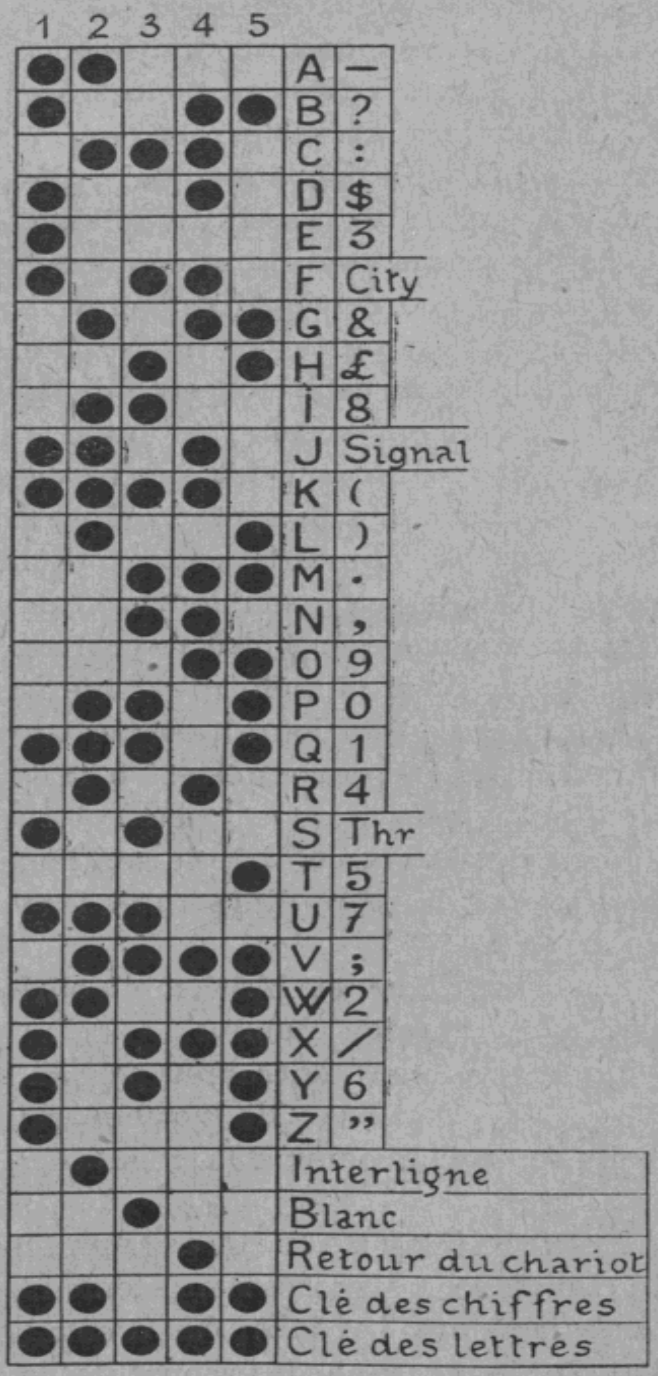


Fig. 339. — Alphabet Murray.

Distributeur quadruple de la Western Electric Co. —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le plateau porte 8 couronnes, dont 4 pleines, à la partie centrale, et 4 divisées vers l'extérieur.

La première couronne comprend 40 contacts, dont 20, de deux en deux, sont reliés aux électro-aimants des traducteurs; les 20 autres restent isolés, ce qui équivaut à l'écourtement au Baudot (V. p. 301.). Son balai est conjugué avec celui de la cinquième, reliée au massif du relais récepteur.

La deuxième couronne, également divisée en 40 contacts, est destinée à la correction du synchronisme, qui a lieu « sans courants spéciaux »; au poste corrigé, les contacts sont répartis en deux séries, dont l'une est isolée; ceux de la série paire sont reliés ensemble et à l'électro-correcteur; le balai est conjugué avec celui de la sixième couronne, en relation avec le massif du relais de correction; tout comme dans le système Picard (V. p. 399) : c'est lors des inversions des courants venant de la ligne, que le relais de correction peut envoyer son courant dans un contact de la série paire, et faire fonctionner l'électro-correcteur. Le mécanisme de décalage est analogue à celui de Baudot ; toutefois, il est susceptible de fonctionner plusieurs fois par tour des balais.

La troisième couronne sert à la transmission : ses 20 contacts sont reliés aux quatre transmetteurs automatiques ; son balai est conjugué avec celui de la septième couronne, qui communique avec le pont du relais différentiel, le système étant toujours exploité en duplex.

Les quatrième et huitième couronnes assurent les fonctions locales, comme au Baudot.

Les balais sont entraînés par un moteur à « roue phonique » (V. p. 275) sur l'axe de laquelle est monté un volant, lesté de mercure, qui concourt à la régularité du mouvement.

Perforateur de la Western Electric Cº. — Les 32 leviers du clavier sont disposés sensiblement comme ceux des perforateurs français (V. p. 411 et 416); l'un d'eux, L, est vu en coupe sur la figure 340. Sur leur tranche inférieure, les leviers présentent des encoches et des saillies disposées, comme dans les précédents appareils alphabétiques, de manière à représenter les différentes combinaisons; lorsqu'une touche est abaissée, les saillies transmettent le mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment à cinq leviers transversaux, L′, terminés, à chacune de leurs extrémités, par des encoches obliques, dans lesquelles s'engagent des axes fixes : la pression exercée par la touche, L, détermine donc un mouvement de gauche à droite des leviers L′; ce mouvement est communiqué, par l'intermédiaire d'une articulation à rotule et d'un bras, B, à cinq leviers sélecteurs, S, qui se meuvent ainsi horizontalement vers la gauche, et viennent se placer sous les poinçons, P. Les poinçons sont au nombre de six, dont cinq destinés à percer les trous de transmission et le sixième, de diamètre plus petit et actionné indifféremment par toutes les touches, sert à la perforation de progression, comme dans le système Wheatstone (V. p. 217). Le levier, qui commande ce sixième poinçon, ferme alors le circuit de l'électro-aimant, E, dont l'armature projette, de bas en haut, le marteau, M, vers les poinçons; mais sa course est limitée de telle sorte qu'il ne peut atteindre directement que celui de progression, plus long que ceux de transmission ; quant à ces

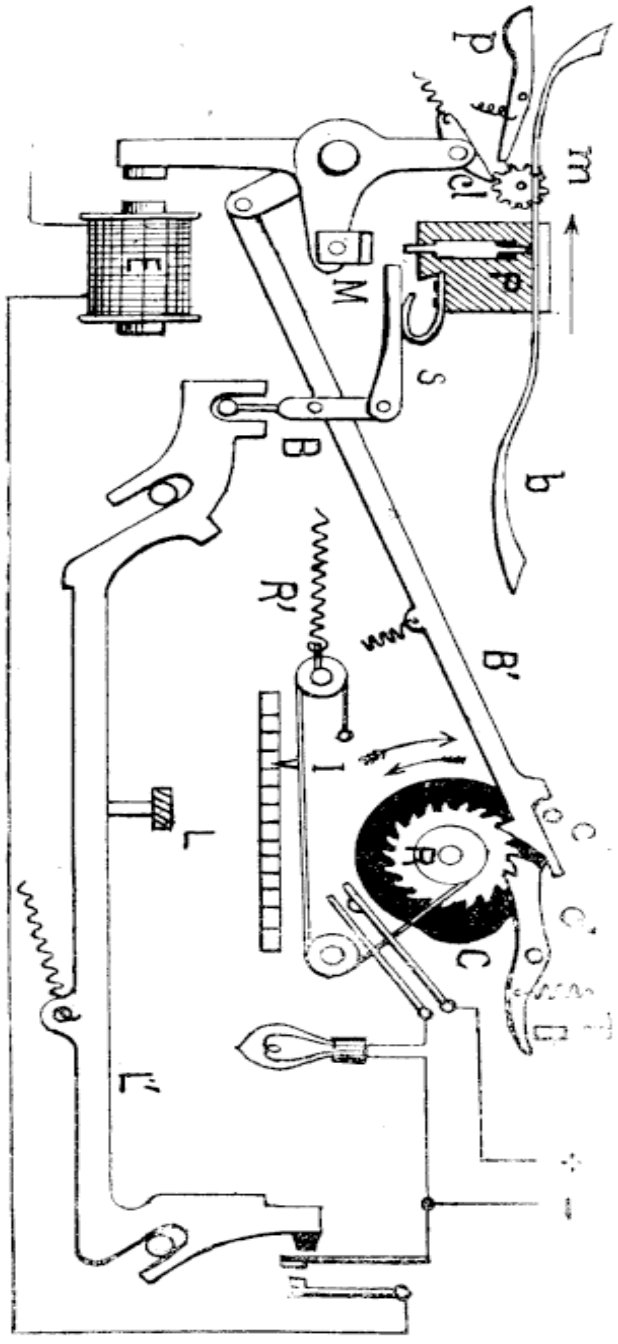


Fig. 340. — Perforateur Western.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

derniers, ils ne sont poussés que par l'intermédiaire de leur levier sélecteur, S, si celui-ci a été déplacé. La perforation une fois opérée, la bande, *b*, est entraînée d'une division par la molette, *m*, sur laquelle agit un cliquet, *cl*, solidaire de l'armature de l'électro-aimant.

La réception ayant lieu en page, il est nécessaire que l'opérateur soit averti du moment où il doit donner les signaux destinés à rappeler le chariot à la ligne, à produire les espacements, etc. A cet effet, un index, I, se déplace sur une règle graduée, comme dans les machines à écrire ordinaires ; en outre, une lampe électrique, à verre rouge, s'allume lorsque le nombre des signaux perforés est tout près de représenter ce que peut contenir une ligne, sur le récepteur. Ces deux fonctions sont assurées par l'intermédiaire d'un long bras, B′, commandé par l'armature de l'électro-aimant, et terminé, à sa partie opposée, par un cliquet ; celui-ci déplace, à chacun de ses mouvements, un rochet, R, sur l'axe duquel est monté un tambour; une ficelle, attachée sur ce tambour, s'enroule ainsi, malgré l'opposition d'un ressort à boudin, R' et entraîne avec elle l'index, I, sur la règle graduée ; lorsque le rochet a progressé d'un nombre de divisions correspondant à une ligne presque entière du récepteur, une came, C, solidaire du rochet, vient pousser un ressort de contact : le circuit de la lampe rouge est fermé et l'opérateur est averti qu'il ne dispose plus que de quelques divisions, pour terminer la syllabe en cours de perforation.

Le levier de la touche « retour du chariot » porte un taquet, T, qui, lorsqu'on émet ce signal, vient appuyer sur la branche de droite du cliquet de retenue, *c′*, lequel soulève à son tour le cliquet d'entraînement, *c* : le rochet et, avec lui, l'index, I, reviennent à la position initiale.

Afin de permettre l'effacement des irrégularités de perforation, lorsque l'opérateur les aperçoit à temps, une pédale, *p*, placée à gauche du clavier, permet de faire rétrograder la bande, en agissant sur la molette d'entraînement, *m* ; puis l'opérateur actionne la touche « erreur », susceptible de percer cinq trous, c'est-à-dire qui complète uniformément à cinq le nombre de trous déjà perforés ; cette combinaison ne donnant lieu à aucun déclanchement dans le récepteur, le passage ainsi effacé passe inaperçu et n'occasionne qu'une perte de temps pour la ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Transmetteur automatique. — Le transmetteur automatique se compose essentiellement de cinq goujons, G (fig. 342), terminés, à leur partie supérieure, par une sortie d'aiguille cylindrique; chaque goujon est posé sur un levier, L, qu'un ressort à boudin tend à soulever, et qui pousse ainsi les aiguilles de bas en haut : lorsque la bande présente à l'aiguille un trou, celle-ci y pénètre; le goujon, en s'élevant, entraine un levier, L′, muni d'un ressort-lame rattaché à un contact de la couronne de transmission du distributeur : ce ressort, quittant la butée, R, reliée à la pile de

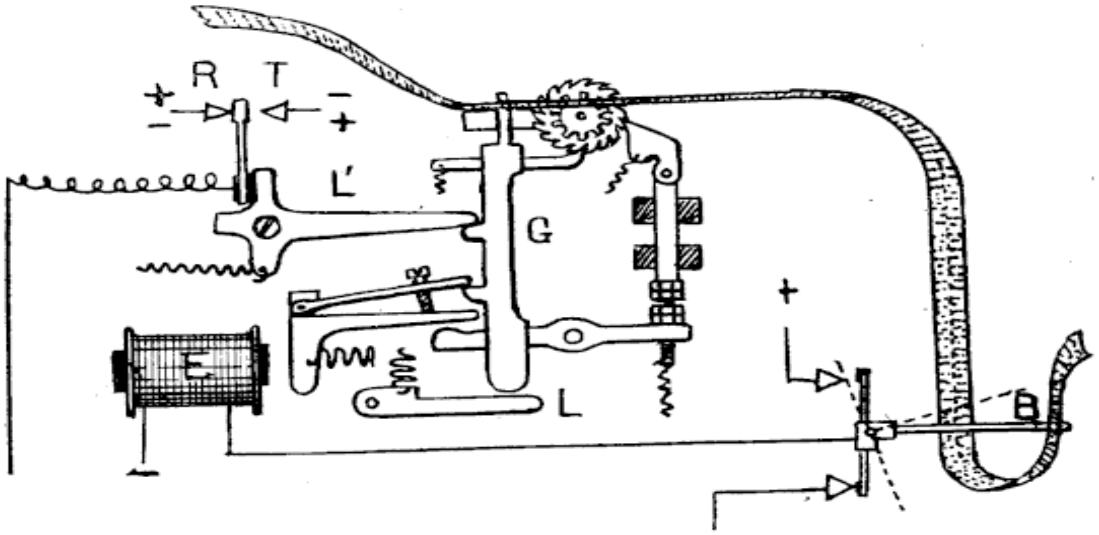


Fig. 342. — Transmetteur automatique Western.

repos, vient s'appuyer sur celle de travail, T, tout comme une touche de manipulateur manuel. Lorsque la combinaison est transmise, un courant local est envoyé dans l'électro-aimant, E, dont l'armature ramène le goujon, G, au repos ; le levier, L′, suit le mouvement, sous l'action de son ressort antagoniste ; un jeu de cliquets fait avancer d'une division la bande, qui présente ainsi aux goujons une nouvelle combinaison, et ainsi de suite.

Afin que, si l'opérateur se trouve en retard sur la transmission automatique, celle-ci soit arrêtée momentanément, un levier à trois branches, B, s'appuie sur la portion de bande comprise entre le perforateur et le transmetteur ; si celle-ci n'est pas amenée en quantité suffisante, elle se tend et soulève le levier, B ; en même temps que la communication entre le distributeur et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'électro-aimant, E, se trouve rompue, un courant continu est envoyé dans les bobines, ce qui a pour effet de maintenir tous les goujons abaissés et d'arrêter ainsi la transmission automatique. Dès que la perforation a rendu assez de bande, le levier, B, retombe par son propre poids, interrompant le circuit de blocage et rétablissant celui du distributeur ; la transmission automatique reprend exactement au point où elle a été interrompue. Le levier, B, fait partie du transmetteur auxiliaire décrit ci-après.

Transmetteur auxiliaire. — Le transmetteur auxiliaire a pour objet l'envoi de signaux de service, se substituant momen-

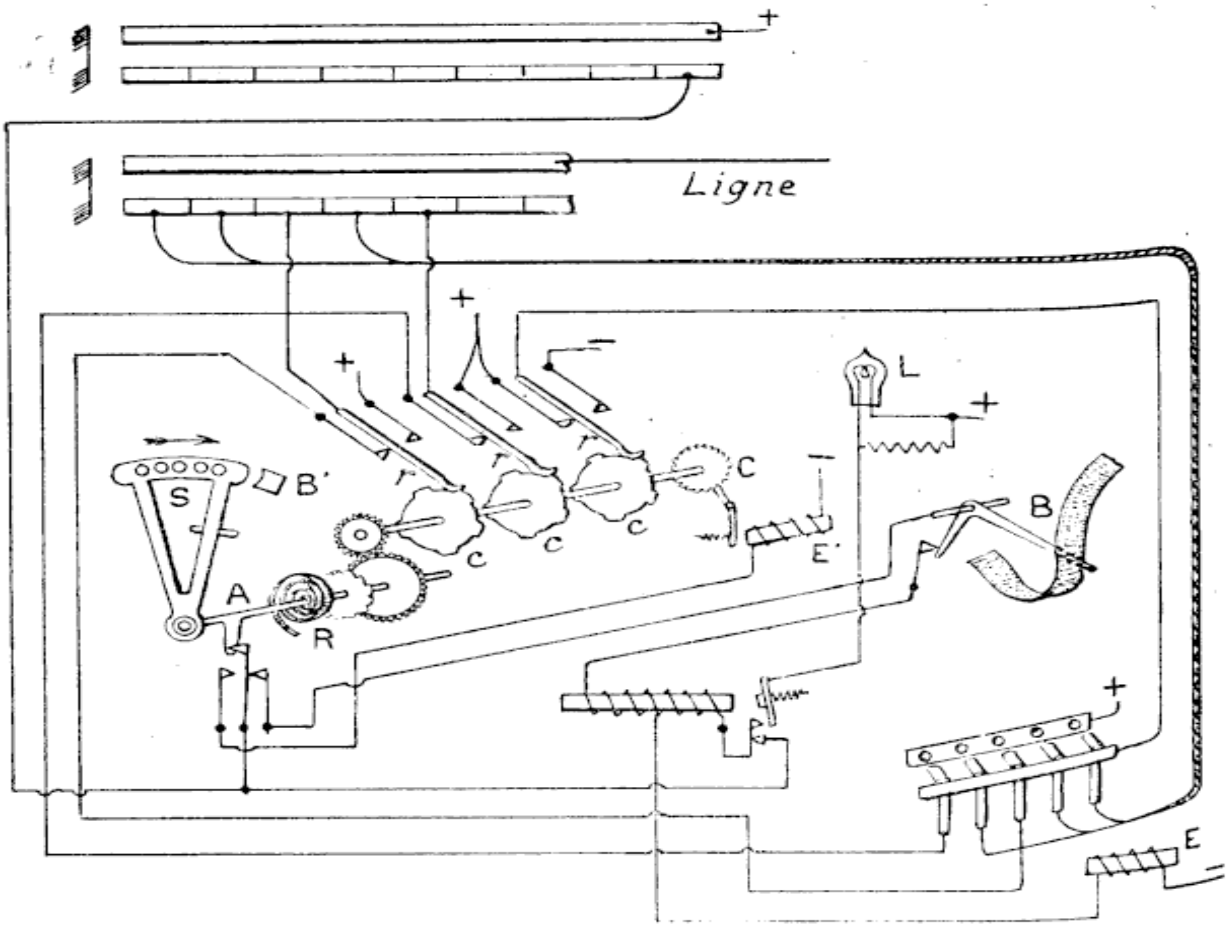


Fig. 343. — Transmetteur auxiliaire Western.

tanément à la transmission ordinaire, sans provoquer aucune rature dans le message alors en cours de réception ; ces signaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne donnent lieu, dans le récepteur, qu'à un ou plusieurs coups frappés sur un timbre ; chaque coup résulte de la succession de trois combinaisons : l'inversion des chiffres, qui prépare le circuit du timbre, puis la lettre « J », qui le ferme, et enfin l'inversion des lettres, qui rétablit les organes dans leur position primitive ; cette succession ne se rencontre jamais dans la transmission courante. Cinq signaux de service peuvent ainsi être expédiés ; un seul coup signifie « transmettez » ; deux coups : « répétez » ; trois coups : « reperforez le télégramme en cours » ; quatre coups : « arrêtez-vous » et enfin, cinq coups : « appelez le mécanicien ». Ces signaux sont envoyés automatiquement par la manœuvre d'un secteur, S (fig. 343), placé sur le côté de l'appareil, et dont l'arc est percé de cinq trous ; pour faire fonctionner le timbre trois fois, par exemple, on introduit le doigt dans le troisième trou et on tire le secteur à soi, jusqu'à ce qu'il rencontre sa butée, B′, puis on l'abandonne à lui-même ; ce mouvement a, tout d'abord, pour effet de déplacer le levier, B, mentionné plus haut (V. fig. 342) et de bloquer le transmetteur automatique ; en outre, il arme un axe, A, qu'un ressort spiral, R, tend à faire tourner, mais qu'un encliquetage, C, retient au repos ; le courant envoyé, à chaque tour du distributeur, dans l'électro-aimant, E, qui commande cet encliquetage, permet au secteur, S, de revenir au repos par bonds successifs ; dans ce mouvement de retour, trois disques à cames, *c*, agissant sur des ressorts, *r*, reliés au distributeur, préparent les combinaisons indiquées ci-dessus ; puis le levier, B, est dégagé et la transmission automatique reprend aussitôt.

Traducteur de la Western électric C°. — Ce traducteur diffère de celui du Baudot en ce qu'il imprime sur feuille et non sur bande ; en outre, il n'est pas rotatif, et toutes les fonctions y sont commandées électriquement ; il est, de ce fait, beaucoup plus compliqué, et ne comporte pas moins de 26 relais ou électro-aimants. Le papier, large de 21 centimètres, peut recevoir une soixantaine de caractères par ligne ; il est placé sur un chariot qui, après chaque impression, se déplace d'une division. A la fin de chaque ligne, il est ramené à son point de départ et, en outre, tourne de l'angle convenable pour assurer l'espacement des lignes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le combinateur, basé sur le même principe que celui de Baudot,

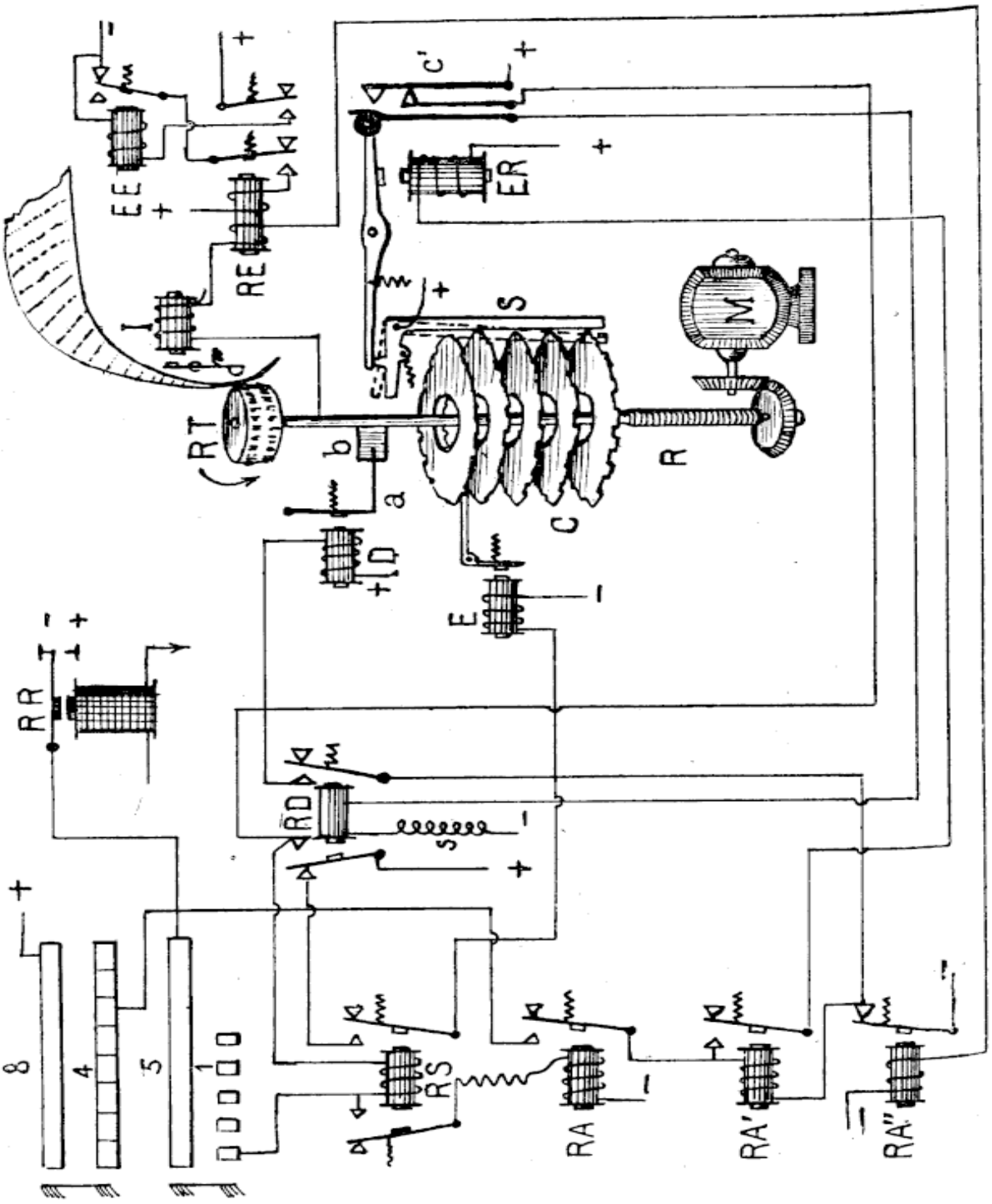


Fig. 844. — Traducteur Western.

(V. p. 303) se compose de cinq disques présentant des creux et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des reliefs; le cylindre, C (fig. 344), formé par la réunion de ces disques, est entouré par 31 leviers sélecteurs, S, disposés dans le sens des génératrices et sollicités par un ressort à tomber dans les creux du combinateur, comme dans le traducteur Eglin (V. p. 329).

L'axe, qui supporte la roue des types, RT, passe à la partie centrale du cylindre, C; un fort ressort à boudin, R, enroulé autour de la partie inférieure, et armé par l'effort d'un moteur électrique, M, tend à faire tourner l'axe; ce mouvement est empêché par un appendice, *a*, porté par l'armature de l'électro-aimant « démarreur », D, qui vient caler un bras, *b*, solidaire de l'axe.

Si l'on reçoit de la ligne un courant de travail, l'armature du relais récepteur, RR, est déplacée dans le sens convenable; un courant local, venant du pôle négatif de la batterie, est envoyé, par l'intermédiaire des balais et d'un petit contact, dans le « relais sélecteur », RS, et va se fermer au pôle positif, relié au conjoncteur, C′. Les deux armatures du relais sélecteur, RS, étant déplacées, celle de gauche donne issue au circuit aboutissant au conjoncteur, C′, à travers ses propres bobines et celles du relais auxiliaire, RA : le relais sélecteur se trouve ainsi maintenu en excitation, après que le balai a quitté le petit contact; l'armature de droite ferme le circuit de l'électro-aimant combinateur, E, et le premier disque est déplacé ; si la combinaison reçue comprend d'autres courants de travail, ceux-ci agissent, de même, dans des circuits semblables, non représentés sur la figure.

Dès que les balais ont franchi le secteur, la couronne locale du distributeur envoie un courant qui, par l'intermédiaire du butoir de travail et de l'armature de RA, parcourt les bobines de RA′, et va se fermer sur le butoir de repos et l'armature de RA″. L'armature de RA′ ferme le circuit de deux électro-aimants « relaxeurs », placés aux deux extrémités d'un même diamètre du combinateur, C, et dont un seul, ER, est visible sur la figure; cette action est prolongée, grâce à un dispositif analogue à celui qu'on vient de voir pour le relais sélecteur : RA′ est maintenu sur travail, ainsi que ER, par un courant partant du pôle positif de la batterie, relié à l'entrée des bobines de ER, et passant par l'armature, le butoir de travail et l'enroulement de RA′, le butoir de repos et l'armature de RA″.

Les électro-aimants relaxeurs, ER, étant excités, leurs arma-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tures libèrent tous les leviers sélecteurs, S, et l'un de ceux-ci, trouvant cinq creux devant lui, pivote autour de son axe ; en même temps, la partie de droite de l'armature de ER amène le ressort de gauche du conjoncteur, C′, au contact du ressort de droite et isole celui du milieu : le circuit de RS et de RA se trouve rompu, les armatures reviennent sur repos, ainsi que celle de l'électro-aimant sélecteur, E.

La réunion des deux ressorts extrêmes de C′ ferme le circuit du « relais démarreur », RD, qui, rendu paresseux par la self, *s*, ne fonctionne qu'après le retour au repos du relais sélecteur, RS ; l'armature de gauche de RD relie cependant l'enroulement de RS au pôle positif de la batterie, afin qu'il puisse fonctionner si une nouvelle émission négative est envoyée par le relais récepteur, RR, avant que le système soit revenu au repos.

L'armature de droite de RD ferme, à son tour, le circuit de l'électro-aimant démarreur, D, dont l'appendice, *a*, se dérobant à l'appui du bras, *b*, libère l'axe de la roue des types ; celle-ci se met à tourner jusqu'à ce que le bras vienne buter contre le levier sélecteur, S, soulevé par suite de sa chute dans les creux du combinateur ; cette rencontre a pour effet de fermer le circuit de l'électro-aimant imprimeur, I, à travers l'un des enroulements du « relais espaceur », RE, et le relais auxiliaire, RA″ ; le papier est projeté contre la roue des types et l'impression a lieu.

En même temps, RE attire ses deux armatures : la première ferme le deuxième enroulement de ses propres bobines, mais cette auto-excitation est rompue dès que l'électro-aimant espaceur, EE, est lui-même actionné, par suite du déplacement de la seconde armature de RE ; l'armature de EE libère l'enclanchement du chariot et le papier avance d'une division ; enfin, le relais RA″, qui a été excité en même temps que RE, provoque la rupture du circuit de RA′ et de l'électro-aimant relaxeur, ER, ainsi que ceux de RD et de D.

L'armature de ER ramène au repos les leviers sélecteurs, ce qui permet aux disques combinateurs de revenir également à leur position initiale ; la roue des types, n'étant plus calée par le levier sélecteur, S, achève sa révolution ; enfin, le retour en arrière de ce même levier rompt le circuit de l'électro-imprimeur, I, de RE et de RA″.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, le transmetteur commande un certain nombre de fonctions spéciales, telles que le changement de ligne, l'alinéa, l'inversion des lettres aux chiffres et réciproquement, le blanc de séparation des mots et enfin, la mise en action du timbre, pour la réception des signaux de service émis par le transmetteur auxiliaire (V. p. 438) ; les leviers sélecteurs, qui correspondent à ces combinaisons spéciales, sont agencés pour fermer les circuits convenables, non représentés sur la figure 344. Enfin, un dispositif particulier est susceptible de mettre en ligne ou hors circuit un « reperforateur » qui donne, en même temps que la traduction des télégrammes, une bande perforée, permettant la réexpédition.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXII

MULTIPLE ROWLAND

Principe. — Le système multiple Rowland emploie, pour la transmission des signaux, des courants alternatifs, fournis par une machine dynamo-électrique ; ces courants parcourent la ligne en permanence, et réagissent, à l'arrivée, sur une dynamo réceptrice, qui tourne en concordance de phases avec la génératrice ; le synchronisme se trouve ainsi maintenu, entre les deux postes correspondants. Il en résulte, toutefois, l'obligation de transmettre

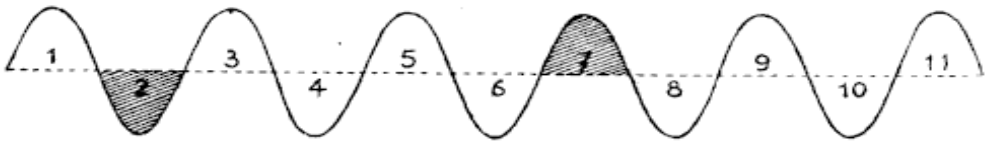


Fig. 345. — Signal Rowland.

toujours dans le même sens, de sorte que l'alternat n'est possible que si la ligne est duplexée.

Le balai de transmission, entraîné directement par l'axe de la génératrice, est calé de manière que son passage, sur chaque contact de la couronne du distributeur, correspond exactement à une demi-période du courant alternatif. Chaque secteur comprend 12 contacts, soit 48 pour une installation quadruple. 11 contacts seulement suffisent pour la transmission d'un signal ; le douzième est inutilisé et sert uniquement à séparer les diverses transmissions.

Les 11 contacts utiles de chaque secteur correspondent à l'envoi, sur la ligne, de 5 périodes et demie, soit une suite de 11 ondes alternées. Chaque signal est formé par la suppression de deux ondes, *non consécutives*, de cette suite (fig. 345) ; on obtient ainsi un nombre de combinaisons égal à la somme des 9 premiers nombres (11-2), soit 45. Ce nombre, suffisant pour représenter les lettres, chiffres et signes divers, a permis de supprimer le système d'inversion, usité dans les autres appareils imprimeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manipulateur. — La transmission est effectuée à l'aide d'un clavier, analogue à celui d'une machine à écrire, dont les touches sont manœuvrées en cadence, comme au Baudot manuel ; l'abaissement de chacune d'elles produit la sélection des ondes à supprimer, pour la transmission du signal qui lui correspond. A cet effet, au-dessus des leviers, L, des touches (fig. 346) sont rangés 11 leviers en fer à cheval, L′, articulés sur un axe commun, O′. D'autre part, chaque levier, L, peut pivoter autour de l'axe, O, et

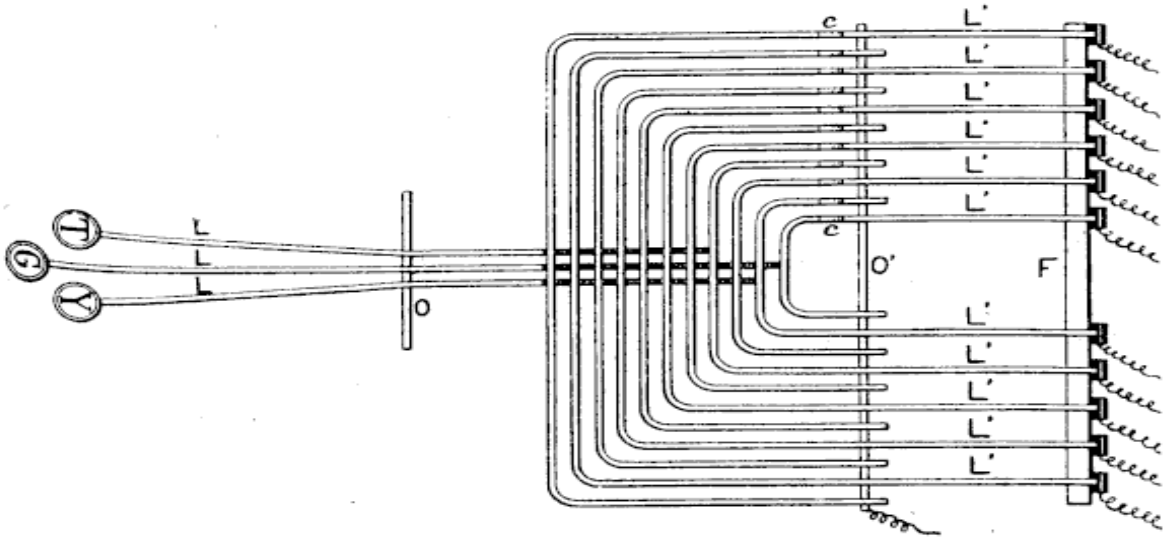


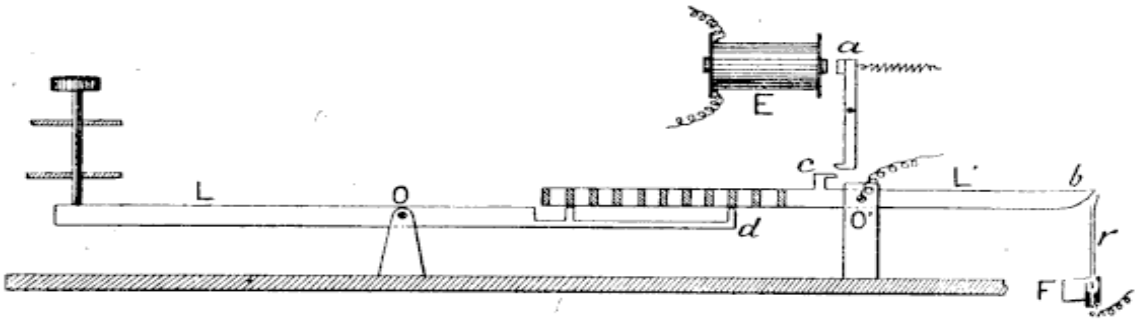
Fig. 346. — Clavier-transmetteur Rowland.

porte, à sa partie postérieure, deux dents, ou saillies, qui, lorsqu'on abaisse la touche, viennent soulever deux des leviers, L′, placés au-dessus (fig. 347) ; ceux-ci basculant à leur tour, leur extrémité d'arrière, *b*, vient se mettre en communication avec un ressort de contact, *r*, placé en face de chacun d'eux, sur une réglette commune, en fibrine, F. Le déplacement d'un levier, L′, a pour effet de supprimer une demi-période dans l'envoi sur la ligne des courants alternatifs.

Ce résultat est obtenu de la façon suivante : le manipulateur, M (fig. 348), est représenté seulement par les 11 leviers, L′, et par les 11 ressorts de contact, *r*. Chacun de ceux-ci est relié à l'un des contacts qui, sur la couronne de transmission du distributeur, D, constituent le secteur envisagé ; le balai, B, qui parcourt cette couronne, est en communication avec l'entrée des bobines du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

relais, R, dont la sortie est reliée à l'un des pôles d'une pile locale, P ; l'autre pôle de cette batterie communique avec l'axe, O′, des 11 leviers, L′. L'armature du relais, R, étant insérée entre la ligne et la dynamo-génératrice, G, sur l'axe de laquelle est monté le



balai, B, on voit que, tant que les leviers, L′, du manipulateur, M, sont au repos, la ligne reçoit une suite ininterrompue d'ondes alternées ; mais si l'un des leviers est au contact de son ressort, *r*, le circuit du relais, R, se trouve fermé au moment où le balai, B, franchit le contact auquel est relié ce ressort : l'armature, en

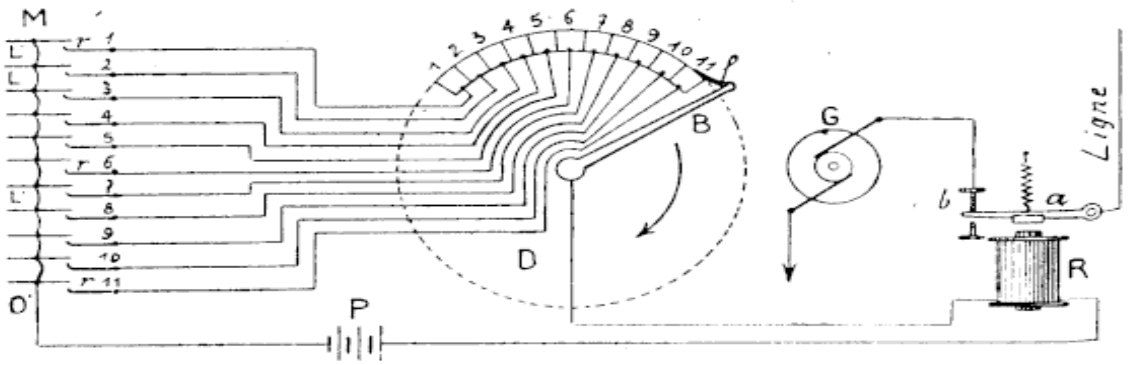


Fig. 348. — Dispositif de transmission Rowland.

s'abaissant, coupe la demi-période qui correspond, comme l'indique schématiquement la figure 345.

La cadence est donnée par un électro-aimant, E (fig. 347), qui sert également à l'accrochage des leviers actionnés : à cet effet, son armature, *a*, est munie d'une barre transversale, qui passe au-dessus de tous les leviers, L′ ; ceux-ci sont munis d'un appendice, *c*, qui, lorsque le levier est soulevé en cadence, vient se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placer pau-dessus de la barre transversale ; dès que l'armature, *a*, revient au repos, la barre maintient le crochet, et le levier,

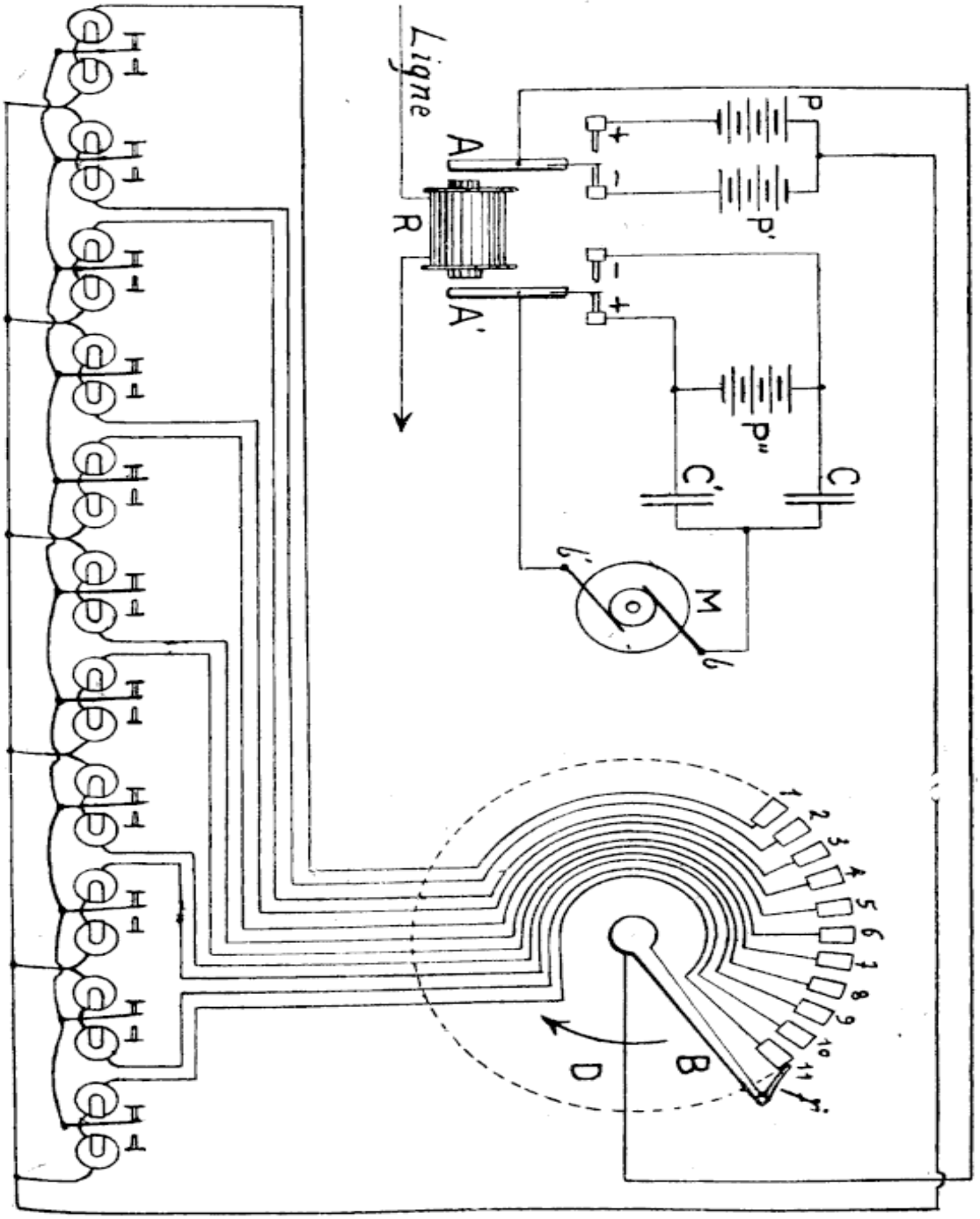


Fig. 319. — Dispositif de réception Rowland.

L', reste soulevé pendant un tour entier, comme dans le système d'accrochage mécanique au Baudot (V. p. 263).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Réception des signaux. — Les courants alternatifs, émis par le poste transmetteur, sont reçus dans un relais polarisé, R (fig. 349), muni de deux armatures indépendantes, mais oscillant simultanément : la première sert à la réception des signaux, la seconde au maintien du synchronisme.

Les deux butoirs de l'armature de réception, A, sont en relation, l'un avec une pile positive, P, l'autre avec une pile négative, P' ; l'armature communique avec le bras porte-balai, B, du distributeur, D, semblable à celui du poste transmetteur, et dont la couronne porte également 48 contacts. Ceux-ci sont groupés par secteurs de 11, le 12e de chaque groupe servant uniquement, comme il a été dit, à séparer les secteurs : on conçoit, en effet, que, puisque le code est basé sur la suppression d'ondes *non consécutives*, cette séparation est nécessaire, pour que le hasard des transmissions ne fasse pas que la onzième de l'un des secteurs soit supprimée en même temps que la première du suivant, ce qui altérerait la traduction. Enfin, chacun des contacts est relié à l'entrée des bobines de l'un des 11 *relais combinateurs*.

Le balai, B, est calé de telle sorte que son passage, sur chacun des contacts, se produit, exactement, pendant que chacune des ondes successives, arrivant de la ligne, se manifeste dans le relais, par la position prise par l'armature, A, sur l'un ou l'autre de ses butoirs : dans ces conditions, les relais combinateurs sont alternativement traversés par des courants de sens inverse, c'est-à-dire que ceux de numéro impair reçoivent des courants positifs et ceux de rang pair des courants négatifs. Afin que les butoirs de travail soient tous du même côté, les entrées des relais des deux séries sont inversées, l'une par rapport à l'autre, de sorte que les courants de repos portent tous les index sur le butoir de gauche, ou les y maintiennent s'ils y sont déjà.

Supposons maintenant qu'on reçoive, de la ligne, le signal qui comporte la suppression des ondes 2 et 7 : la première onde, positive, a amené l'index du relais récepteur, R, sur son butoir de gauche ; la seconde faisant défaut, l'index reste dans cette position, pendant que le balai, B, parcourt le deuxième contact, et le deuxième relais-combinateur, qui aurait dû recevoir un négatif, est parcouru par un positif ; son index est alors mis sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le butoir de travail ; les ondes 3, 4, 5 et 6 arrivant normalement, les index des relais combinateurs correspondants sont mis sur repos ; après cette dernière onde, le relais récepteur, R, a son index sur le butoir de droite, et il y reste lors du parcours du septième contact, puisque la septième onde est supprimée ; le septième relais-combinateur reçoit alors un courant négatif, qui amène son index sur le butoir de travail. On voit donc que, lorsque le balai a franchi le secteur, le groupe des 11 relais-combinateurs présente les armatures 2 et 7 sur travail, tandis que les 9 autres sont au repos ; on a donc, là, la reproduction de la combinaison transmise à l'autre poste.

La traduction est effectuée à l'aide d'un combinateur électrique, comparable à celui de Baudot (V. p. 304) à cela près, bien entendu, du nombre des éléments de signaux ; l'impression typographique, donnée par le traducteur, a lieu sur une bande, large de 15 centimètres, qui est amenée, *au vol*, contre la roue des types. Cette bande est perforée, de distance en distance, pour permettre de la détacher en feuilles, après la réception de chaque message. Le chariot est ramené à la ligne, et le papier progresse, sous l'action de combinaisons spéciales, envoyées par le poste transmetteur.

Synchronisme. — Le bras, B, du distributeur (fig. 349) est entraîné par un moteur électrique, sur l'axe duquel est monté un petit moteur auxiliaire, M ; celui-ci constitue un moteur synchrone, alimenté par des pulsations, alternativement positives et négatives, émises par la seconde armature, A′, du relais récepteur, R ; les deux pôles d'une pile, P″, sont, à cet effet, reliés aux deux butoirs de cette armature et, d'autre part, à l'une des faces de deux condensateurs, C et C′. La seconde face de ces condensateurs est en relation avec l'un des balais, *b*, du moteur auxiliaire, M, tandis que le second balai, *b′*, est rattaché à l'armature, A′.

Chaque fois que cette dernière se déplace entre ses butoirs, le condensateur, relié à celui qu'elle quitte, se charge, tandis que celui, relié au butoir contre lequel elle vint s'appuyer, se décharge ; les deux courants, qui résultent de ce double effet, sont de même sens, et leurs actions s'ajoutent dans le circuit du moteur auxiliaire, M. Le retour de l'armature, A′, à sa position primitive donne,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de même, naissance à deux courants de charge et de décharge inverses des précédents. Comme l'armature, A′, se déplace continuellement entre ses butoirs, sous l'action des courants alternatifs qui viennent de la ligne, il en résulte ainsi, dans le moteur auxiliaire, M, une suite de pulsations alternatives, qui l'obligent à tourner en concordance de phases avec la dynamo génératrice du poste transmetteur. Il est à remarquer que les suppressions d'ondes, qui résultent des transmissions, ne peuvent produire aucun effet perturbateur, puisqu'elles se traduisent simplement, dans le circuit du moteur auxiliaire, par la suppression des pulsations correspondantes, sans produire de pulsations de sens inverse.

Le moteur auxiliaire est calé, comme il a été dit, sur l'axe du moteur principal ; ses bobines sont donc entraînées par ce dernier, et le courant que lui envoie l'armature, A′, n'a, normalement, aucun travail à effectuer, puisqu'on a préalablement réglé la vitesse du moteur principal sur celle du poste transmetteur. Le moteur auxiliaire n'intervient que pour s'opposer à toute altération du synchronisme, soit en ajoutant son action à celle du moteur principal, si celui-ci tend à ralentir, soit, au contraire, en faisant frein, dans le cas d'une tendance à l'accélération. Le synchronisme, ainsi obtenu, sans l'intervention d'aucun dispositif mécanique, est d'une précision remarquable.

Bibliographie.

Baudot. — *Cours professé aux élèves-instructeurs*. Paris, 1897.
Robichon. — *Appareils télégraphiques à transmission rapide*. Paris, 1901.
Poulaine et Faivre. — *Cours d'appareils Baudot*. Paris, 1906.
Y. Caminade. — *Le Télégraphe Baudot et ses applications*. Paris, 1911.
P. Mercy. — *Le Système de télégraphie Baudot et ses applications*. Paris, 1920.
Administration des P. T. T. — *Notice descriptive de quelques installations télégraphiques et téléphoniques*. Paris, 1910.
Telegraph and Telephone Journal. — Press-the-Button Telegraphy. London, november 1914-July 1915.
Murray, brevets français n°s 476.545, 476.546, 476.547, mai 1915.
John H. Bell. — *Printing telegraph systems*. New-York, 1920.
Western Electric Cº. — *L'appareil télégraphique multiplex*, 1916,
Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones. — L'appareil multiplex américain, décembre 1918, p. 608.
Idem, décembre 1919, p. 614.
Technische Rundschau. — Der Siemensche Schnelltelegraph. Berlin, 14 avril 1920.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CINQUIÈME PARTIE

SOURCES D'ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE XXXIII

PILES

Système de piles employés en télégraphie. — La théorie et le fonctionnement des piles sont traités en détails dans le tome IV de cette Encyclopédie (1) : il suffira donc de rappeler brièvement la constitution de chacune de celles qui sont en usage dans les bureaux télégraphiques ; les particularités du montage et de l'entretien feront seuls l'objet d'une étude détaillée.

Pile Callaud. — La pile Callaud est dérivée de la pile Daniell ; les substances qui la composent, zinc et sulfate de zinc, d'une part, cuivre et sulfate de cuivre, d'autre part, sont les mêmes, mais les liquides sont simplement superposés et séparés par leur différence de densité.

Les réactions chimiques sont, pour l'excitation :

$$Zn + SO^4H^2 = SO^4Zn + 2H$$

et pour le dépolarisant :

$$H^2 + SO^4Cu = SO^3 + Cu + H^2O$$

(1) *Piles primaires et accumulateurs*, par MM. Féry et Chauveau. Encyclopédie Baillière, en préparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans un vase en verre, A (fig. 350), plonge une tige de cuivre, C, recouverte de gutta-percha dans sa partie verticale, et terminée, à sa partie inférieure, par un bout à nu, en spirale, baignant dans une dissolution concentrée de sulfate de cuivre : c'est le pôle positif.

A la partie supérieure du vase est suspendue, à l'aide de crochets, une lame de zinc, Z, à laquelle est rivée une tige, constituant l'électrode négative ; le zinc baigne, au montage, dans de l'eau pure ou légèrement acidulée, et, quand l'élément a travaillé, dans une dissolution de sulfate de zinc ; celle-ci, entretenue à un degré de concentration ne dépassant jamais 20° Baumé, sera toujours plus légère que celle de sulfate de cuivre, dont la densité de saturation est 24° B., et restera à la partie supérieure du vase.

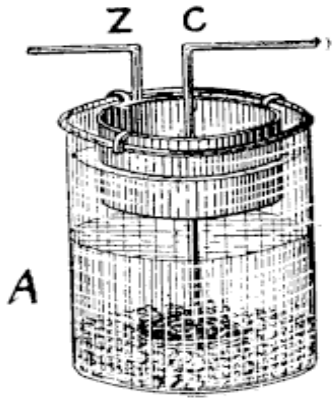


Fig. 350. — Pile Callaud.

Dans le modèle actuel, le vase en verre a 14 centimètres de diamètre et 26 de hauteur; le zinc est enroulé en spirale et a une hauteur de 7 centimètres.

La force électro-motrice d'un élément Callaud est de 1,07 volt, et se maintient constante tant que le zinc ne se recouvre pas de cuivre pulvérulent. La résistance intérieure est d'environ 5 à 6 ohms et atteint souvent 7 et 8 ohms.

Pile Baudot. — La pile Baudot, imaginée pour accompagner les installations portatives de ce système, appartient au genre Daniell ; elle est construite de manière à offrir le minimum d'encombrement : le vase extérieur, V, est en cuivre rouge, de 4 centimètres de diamètre sur 15 centimètres de hauteur, et constitue en même temps le pôle positif de l'élément (fig. 351) ; on y verse une dissolution saturée de sulfate de cuivre, préparée à l'avance ; à l'intérieur du cylindre de cuivre, on place un petit vase poreux en toile, dont les deux bords sont rendus jointifs par serrage entre deux réglettes en bois, *r* et *r'*, vissées l'une sur l'autre ; la réglette intérieure émerge de quelques centimètres à la partie supérieure, et est fendue longitudinalement, de manière à servir de guide à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une plaque de cuivre rouge, *c*, soudée au bout du crayon de zinc, *z* ; celui-ci est introduit et maintenu dans le vase poreux, qu'on remplit ensuite d'une dissolution faible de sulfate de zinc.

La plaque, *c*, sert à la jonction du négatif de l'élément avec le positif du suivant ; à cet effet, le vase extérieur, V, porte une sorte de griffe élastique, G, formée de deux gros fils de cuivre, soudés au vase, et entre lesquels on introduit la plaque de l'élément voisin. Le montage se fait ainsi très rapidement et sans le secours de serre-fils.

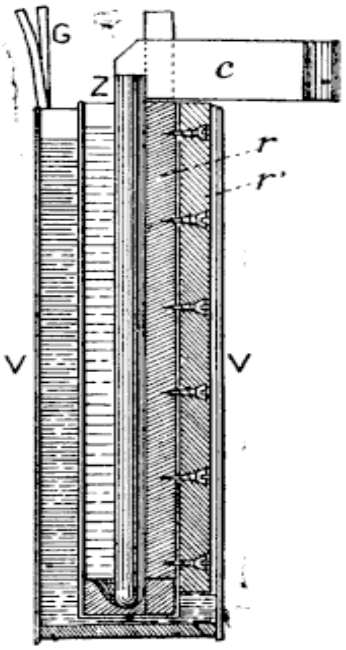


Fig. 351. — Pile Baudot.

On réunit les éléments, par séries de 10, dans un petit meuble spécial en bois (fig. 352) dont les deux points extrêmes sont munis de plots, P, portant chacun une griffe, G, semblable à celle des éléments, l'une des griffes reçoit la plaque *c*, du dernier zinc, l'autre est réunie à la griffe du premier vase à l'aide d'une petite lame de cuivre rouge, *l*.

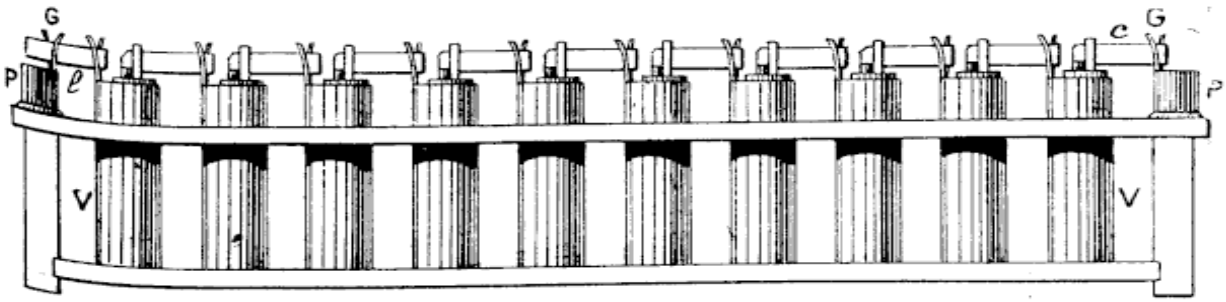


Fig. 352. — Boîte de piles Baudot.

Pile Leclanché. — Dans la pile Leclanché, le liquide excitateur est une dissolution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque ; le dépolarisant, du bioxyde de manganèse.

Dans le compartiment zinc, il se forme du chlorure de zinc, de l'ammoniaque, qui se dissolvent dans l'eau, et de l'hydrogène en en liberté :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$Zn + 2AzH^4Cl = ZnCl^2 + 2AzH^3 + 2H$$

L'hydrogène, se rendant au pôle positif, rencontre le bioxyde de manganèse et lui prend de l'oxygène, pour former de l'eau ; le bioxyde, ainsi appauvri, devient du sesquioxyde de manganèse :

$$H^2 + 2MnO^2 = Mn^2O^3 + H^2O$$

Le vase en verre (fig. 353) est de forme quadrangulaire et mesure 9 centimètres de côté sur 15,5 de hauteur ; dans ce vase, on place un crayon de zinc amalgamé, à la partie supérieure duquel est soudée une lame de cuivre rouge, destinée à établir la liaison avec l'élément suivant ; un vase poreux plonge dans ce liquide et contient un mélange, par parties à peu près égales, de bioxyde de manganèse et de charbon de cornue, dans lequel est noyée une lame de charbon, constituant l'électrode positive ; sa partie supérieure est recouverte d'une calotte de plomb, portant un écrou destiné à serrer une communication extérieure ; le tout est soigneusement verni, pour soustraire les métaux à l'action des vapeurs d'ammoniaque. Le vase poreux est fermé par une couche de cire, dans laquelle on a ménagé un ou plusieurs trous pour l'échappement des gaz.

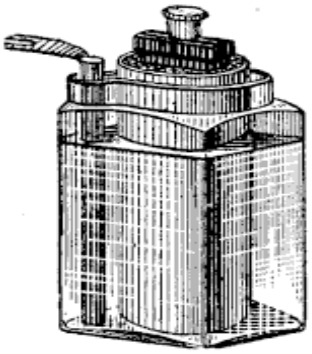


Fig. 353. — Pile Leclanché.

La force électro-motrice de cette pile est de 1,5 volt au moment de la fermeture du circuit et peut tomber à 1,15, suivant la durée du travail qui lui a été demandé ; pratiquement, elle peut être évaluée à 1,25 volt ; la résistance intérieure varie entre 1 et 6 ohms.

On emploie maintenant des éléments Leclanché dans lesquels le zinc est circulaire ; le vase poreux est remplacé par un sac en toile, dans lequel sont renfermés le bioxyde de manganèse, le charbon et la lame de charbon.

La force électro-motrice est d'environ 1,40 volt, la résistance intérieure 0,3 ohm, et la capacité de 60 ampères-heure, au minimum.

Pile Féry. — La pile Féry emploie le même liquide excita-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur que la précédente, mais la dépolarisation est produite par l'oxygène de l'air. La raison de l'inefficacité, constatée jusqu'ici, de ce genre de dépolarisation, provient de ce que, dans presque toutes les piles, l'électrode zinc occupe toute la hauteur du vase; or, la faible quantité d'oxygène, qui se dissout superficiellement, vient attaquer le zinc, en produisant, à la surface de ce métal, des oxysels. L'oxygène, ainsi fixé chimiquement, est évidemment perdu pour la dépolarisation. Un autre inconvénient résulte de cette attaque locale du zinc : c'est que l'électrode a une tendance à se couper au ras du liquide, conduisant à une usure *pratique* du zinc hors de proportion avec celle indiquée par la théorie. Le remède est donc de disposer le zinc à la partie inférieure de l'élément.

L'électrode négative de la pile Féry est constituée par une plaque de zinc, déposée horizontalement au fond du vase; le pôle positif, par un cylindre de charbon, assez poreux, reposant verticalement sur un croisillon de bois, de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, qui, placé lui-même sur la plaque de zinc, sépare les électrodes tout en assurant une grande proximité. La prise de contact, sur le zinc, se fait en soudant un fil de cuivre isolé sous la face *inférieure* de la plaque de zinc. Cette soudure peut être enduite de vernis; si elle ne l'est pas, *elle se recouvre de zinc*, car la partie supérieure du zinc, plongeant dans du chlorhydrate d'ammoniaque, pendant que l'extrémité inférieure se trouve dans du chlorure de zinc, forme une sorte d'élément monométallique, dont la partie inférieure est le pôle positif.

La force électro-motrice d'un élément Féry est de 1 volt, environ ; sa résistance intérieure n'atteint guère 1 ohm.

Cette pile se dépolarise très vite quand on arrête le débit ; en effet, la partie inférieure du charbon, voisine du zinc, se polarise très fortement, tandis que la partie supérieure, qui est en contact avec l'oxygène de l'air, n'est pas polarisée. Dès l'ouverture du circuit, des courants, qu'on pourrait appeler *courants de dépolarisation*, s'établissent entre les deux extrémités de l'électrode positive, qui fonctionne ainsi comme une sorte de pile à gaz en court circuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GROUPEMENT DES PILES

Lorsqu'un seul élément de pile est insuffisant pour produire l'effet qu'on se propose d'obtenir, on peut en utiliser simultanément un nombre quelconque, en employant l'un des groupements suivants :

Groupement en tension. — Le groupement en tension consiste à réunir, par un corps conducteur, le pôle positif du premier élément au pôle négatif du second ; le positif de celui-ci au négatif du troisième, et ainsi de suite. On constitue, de la sorte, une batterie dont le premier zinc est le pôle négatif, le dernier cuivre le pôle positif ; la force électro-motrice est égale à celle d'un élément multipliée par le nombre des éléments, la résistance totale est égale à la somme des résistances individuelles.

Si l'on désigne par I, l'intensité qu'on obtient dans le circuit extérieur, par *e*, la force électro-motrice d'un élément de pile, par *r* la résistance intérieure d'un élément et par *n*, le nombre d'éléments groupés en tension, l'intensité obtenue dans un circuit de résistance R, sera :

$$I = \frac{ne}{R + nr}$$

Si la résistance intérieure, *nr*, est négligeable par rapport à la résistance extérieure, R, l'intensité sera très sensiblement proportionnelle au nombre d'éléments. Au contraire, si c'est R, qui est négligeable par rapport à *nr*, l'intensité restera la même, quel que soit le nombre des éléments mis en série.

Groupement en quantité. — On groupe les éléments d'une pile *en quantité* ou *en parallèle*, en réunissant entre eux, d'une part, tous les négatifs, d'autre part, tous les positifs. La force électromotrice n'est que celle d'un seul élément, mais la résistance intérieure se trouve diminuée, tout comme si on avait augmenté la surface des électrodes. L'intensité qu'on obtient alors est :

$$I = \frac{e}{R + \frac{r}{n}}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si R est négligeable par rapport à r, l'intensité augmente avec le nombre des éléments mis en quantité ; si R est très grand par rapport à r, l'intensité reste indépendante de n.

Groupement mixte. — Le groupement mixte est la réunion des deux premiers : deux ou plusieurs batteries d'éléments en tension peuvent être, elles-mêmes, groupées en quantité : il suffit, pour cela, de réunir entre eux les pôles de même nom des dites batteries. La force électro-motrice, ainsi obtenue, est celle d'une batterie, mais la résistance intérieure est diminuée proportionnellement au nombre de batteries ainsi réunies.

On obtient alors, pour m séries comprenant chacune n éléments :

$$I = \frac{ne}{R + \frac{nr}{m}}$$

Pour un nombre donné d'éléments, le débit dans le circuit est maximum lorsque l'on atteint :

$$R = \frac{nr}{m}$$

Groupement en échelle d'Amsterdam. — Ce groupement, appelé aussi *en cascade*, a pour but de desservir, avec le minimum d'éléments, toutes les lignes d'un grand bureau ; si, par exemple, on doit alimenter des lignes exigeant 30, 50, 80 ou 100 éléments, on pourrait concevoir une seule batterie en tension, sur laquelle on établirait des prises au 30e, au 50e au 80e et au 100e vase ; mais le travail, demandé aux divers éléments, serait très différent ; les 30 premiers, notamment, fourniraient à toutes les prises, et, si leur résistance intérieure était élevée, ils pourraient être impuissants à débiter tout le courant qu'on leur demanderait, tandis que ceux compris entre le 80e et le 100e ne travailleraient que pour les longues lignes. Pour obvier à cet inconvénient, il suffit d'établir une seconde batterie de 80 éléments en tension et de la relier, *en quantité*, aux 80 premiers de la précédente; une troisième de 50, en quantité avec les 50 premiers des deux autres, et ainsi de suite. Le nombre de séries à mettre en parallèle pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque prise est calculé d'après le nombre des lignes qui puisent simultanément à chacune des prises.

Batterie universelle. — On vient de voir que le groupement en quantité et celui en échelle d'Amsterdam ont pour but de diminuer la résistance intérieure et d'égaliser l'usure des différents éléments ; ces groupements sont indispensables avec la pile Callaud, dont la résistance intérieure est très élevée. Par contre, ils présentent un grave inconvénient : les séries qu'on groupe en quantité ne sont jamais rigoureusement égales, et il en résulte des dérivations plus ou moins importantes de l'une sur l'autre, d'où une usure inutile des substances en présence et une diminution de la durée des éléments.

On a cherché à supprimer le montage en parallèle, en employant des piles à faible résistance intérieure, telles que la pile Leclanché à sac, et on a réalisé le groupement dit : en *batterie universelle*. Ce groupement consiste à monter un certain nombre d'éléments en série et à fournir le voltage maximum à tous les postes qu'elle doit alimenter, en rendant artificiellement égale la résistance ohmique de toutes ces lignes, afin d'obtenir, sur chacune d'elles, le débit qu'on aurait avec un voltage spécial. La perte d'énergie qu'on subit, pour les lignes peu résistantes, est compensée par l'avantage qu'on trouve à une usure uniforme de tous les éléments.

MONTAGE ET ENTRETIEN DES PILES

Choix du local. — Meubles à piles. — Quel que soit le système de pile qu'on se propose d'employer, on choisit un emplacement disposé de manière à permettre une vérification et un entretien faciles des éléments, et à l'abri des températures extrêmes : le froid ralentit les réactions chimiques et augmente la résistance des liquides ; la congélation arrête complètement l'action ; par contre, la chaleur, si elle diminue la résistance, détermine une évaporation trop rapide : il convient donc de se tenir dans une moyenne entre ces deux inconvénients.

Dans les bureaux secondaires, les éléments sont placés dans une boîte fermée ; dans les autres, et suivant le nombre des vases,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on les dispose sur un rayon ou sur plusieurs rangées en étagère ; enfin, lorsque le nombre des éléments est grand, on fait usage d'un

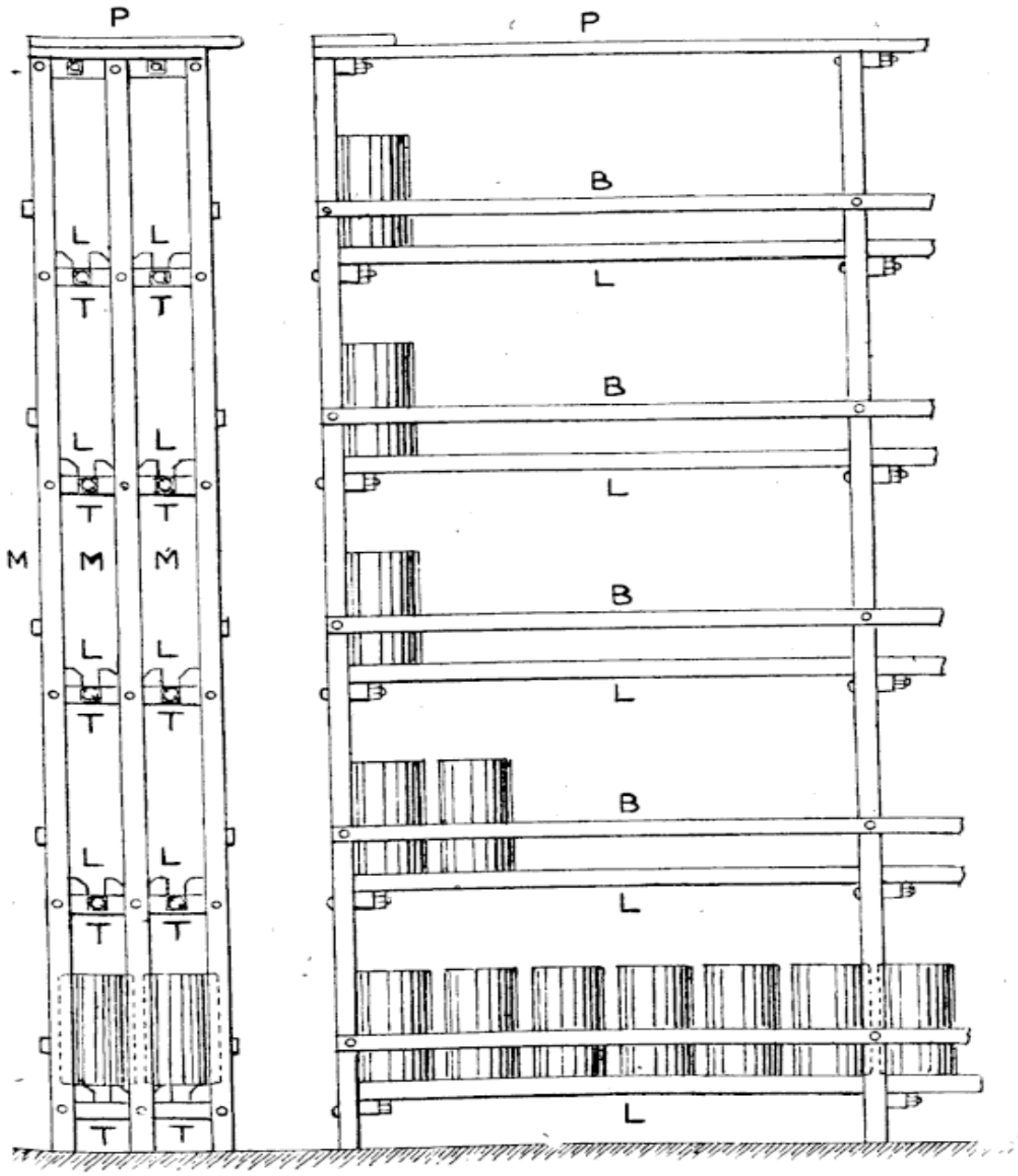


Fig. 354 et 355. — Meuble à piles.

meuble spécial, qu'on place à une distance convenable des murs, pour qu'on puisse passer de chaque côté ; la possibilité de circuler tout autour du meuble facilite grandement la surveillance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il existe deux modèles de meubles à piles ; le plus ancien est en forme d'étagère, supportant deux rangées d'éléments par étage ; il est construit en bois de sapin du Nord, débité en barres uniformes de 4 centimètres d'équarrissage.

Il se compose d'un certain nombre de supports verticaux, disposés à un mètre les uns des autres, dont les étages ou tasseaux, T, soutiennent des liteaux, L, sur lesquels reposent les éléments (fig. 354 et 355). Chaque support est formé par trois montants M (fig. 354), sur lesquels sont solidement fixés, au moyen de boulons et d'écrous, les tasseaux, T, disposés à $0^m,50$ les uns des autres.

Les liteaux sont passés à l'huile de lin chaude. L'un des angles supérieurs a été abattu, afin de diminuer la surface de contact des vases en verre avec le meuble, et d'assurer ainsi un meilleur isolement de la pile.

Une planche, P, d'environ 2 centimètres d'épaisseur et 34 centimètres de largeur, repose sur la partie supérieure des supports et recouvre le meuble dans toute sa longueur. Elle reçoit les fils ou câbles de prises de communications de la pile ; on peut aussi y déposer les vases en verre ou les zincs en réserve. Enfin, des barrières, B, formées de règles en bois, de 15 millimètres d'épaisseur et de 35 millimètres de largeur, sont fixées, à chaque étage, contre les supports, comme l'indique la figure 355 ; elles sont destinées à empêcher les vases en verre de glisser et de tomber, tout en permettant le placement et l'enlèvement faciles des éléments.

La hauteur d'un meuble à cinq étages est de $2^m,60$ et sa largeur 34 centimètres. Sa longueur dépend des dimensions du local utilisé et du nombre d'éléments à y placer. Il permet de supporter 60 éléments Callaud par mètre de longueur.

Lorsqu'un meuble doit être appliqué, dans le sens de sa longueur, contre un mur ou une cloison, ce meuble ne supporte généralement qu'une seule rangée d'éléments par étage. Sa largeur est alors réduite à 19 centimètres, et chaque support ne comporte plus que deux montants.

La stabilité de ce meuble laisse parfois à désirer, à cause de sa hauteur et de son peu de largeur ; d'autre part, lorsqu'un vase vient à se briser, le liquide qu'il contient tombe sur les rangées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieures. Un nouveau modèle a seulement 1m,80 de hauteur, au lieu de 2m,60, sa stabilité est d'autant plus grande que sa largeur est augmentée d'un tiers, chaque étage supportant trois rangées d'éléments reposant sur une claie, *c* (fig. 356) ; toutefois, le meuble destiné à être placé contre un mur ne reçoit

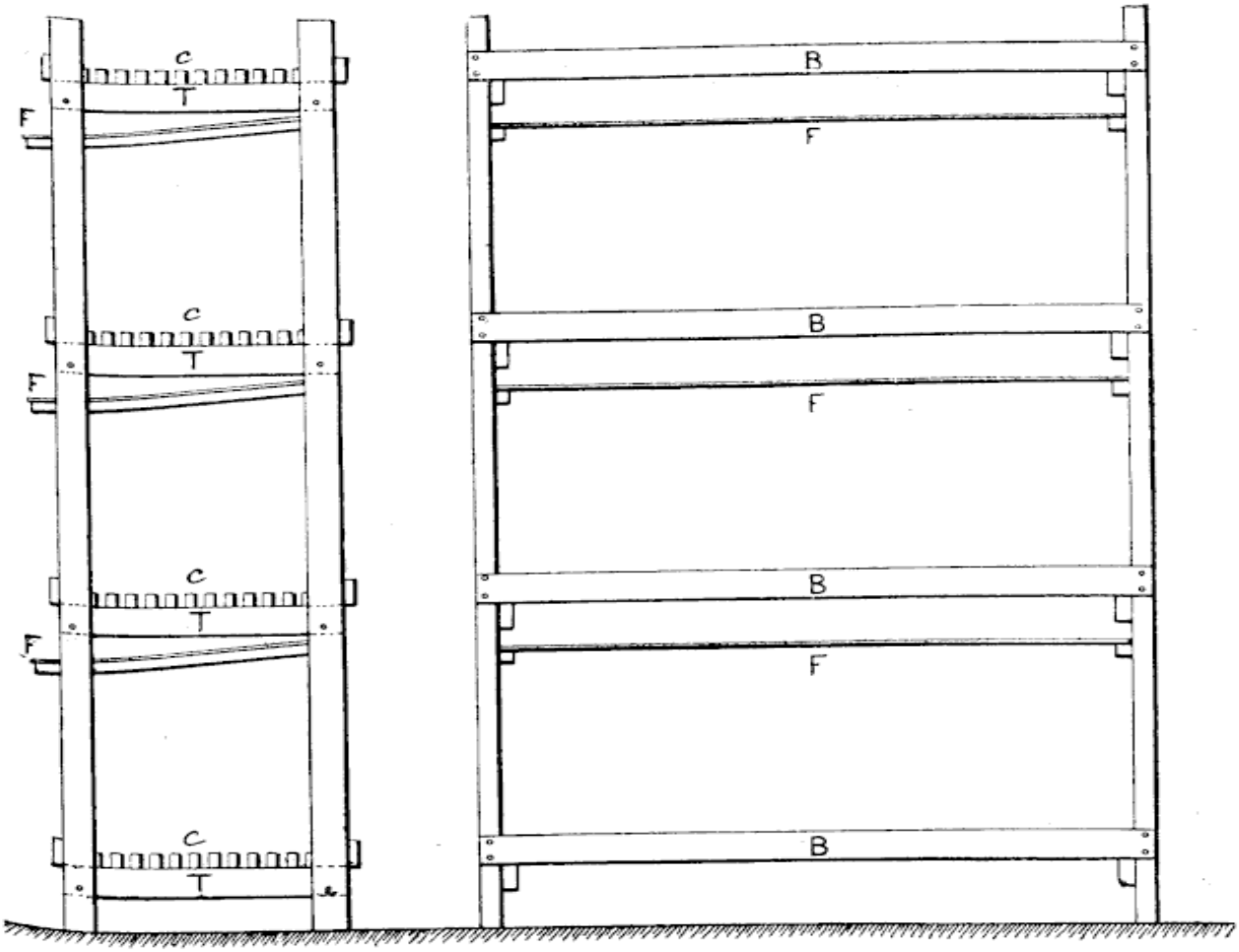


Fig. 356. — Meuble à piles, nouveau modèle.

que deux rangées. En outre, des plaques de fibro-ciment, F, sont disposées au-dessous de chaque claie, sur des supports inclinés, de telle sorte que, dans le cas de bris d'un vase, le liquide est rejeté hors du meuble.

Montage de la pile Callaud. — La tige de cuivre, qui constitue le pôle positif de l'un des éléments, est rivée à la couronne de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

zinc du suivant : le montage est ainsi plus rapide et les communications mieux assurées. Pour les deux pôles extrêmes, on coupe à la lime la tige de cuivre au milieu de sa partie horizontale : on a ainsi deux bouts libres ; le zinc est placé dans le premier élément, le cuivre dans le dernier, et les communications extérieures sont prises, à chaque bout, à l'aide d'un serre-fils. Avant d'introduire la tige positive, on s'assure que la gaine de gutta-percha qui l'entoure ne présente aucune fissure ou solution de continuité. Il arrive fréquemment, en effet, que, lorsque les couples sont restés longtemps exposés à l'air, la gutta-percha se fendille, laissant le cuivre à nu. Dans ce cas, on chauffe la partie altérée au-dessus de la flamme d'une lampe à gaz ou à alcool et, quand la gutta-percha est suffisamment ramollie, on la pétrit légèrement dans les doigts, de façon à faire adhérer l'une à l'autre les deux lèvres de la fissure.

Il est important que chaque tige de cuivre se trouve bien au centre de chaque vase en verre, et plonge bien au fond ; pour maintenir, au centre du dernier vase, la tige de cuivre qui forme le pôle positif de la pile, on fait usage d'une petite planchette en bois, reposant sur les bords et percée d'un trou, dans lequel pénètre la tige de cuivre. On évite ainsi tout court-circuit entre les deux électrodes.

Le sulfate de cuivre a été, au préalable, placé au fond du vase encore vide, à raison de 350 à 400 grammes; on ne doit pas dépasser cette quantité, afin que le sulfate soit, autant que possible, décomposé par le courant au fur et à mesure de sa dissolution. Sinon, une certaine diffusion s'établit toujours : le sulfate de cuivre vient alors se réduire sur le zinc, en pendeloques pulvérulentes, qui s'allongent progressivement, et il en résulte, à la fois, une perte notable de substances et des actions locales nuisibles.

Le sulfate de cuivre doit être en cristaux, d'une grosseur variant entre celle d'une noix et celle d'une noisette; la poudre, mise en grande quantité, s'agglomère en une masse presque insoluble, au fond du vase, que l'on risque de briser en essayant de la retirer.

On remplit ensuite les vases avec de l'eau pure, de l'eau de pluie si possible ; l'eau qui contient de la chaux décompose le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sulfate de cuivre ; si l'on n'en a pas d'autre à sa disposition, il est bon de précipiter la chaux par quelques gouttes d'acide sulfurique, qui offre, dans l'espèce, cet autre avantage de mettre la pile plus rapidement en activité.

La pile ainsi montée a une très grande résistance ; avant de l'utiliser, on la ferme sur elle-même pendant quarante-huit heures environ ; le sulfate de zinc, qui se forme, augmente de plus en plus la conductibilité. On peut hâter la mise en activité en employant du sulfate de zinc provenant d'autres batteries, et qu'on a eu soin de débarrasser du sulfate de cuivre qui y est presque toujours mêlé ; pour cela, il suffit d'immerger du vieux zinc dans le liquide : on voit immédiatement le cuivre métallique se réduire et se déposer sur le zinc. On ajoute de l'eau, jusqu'à ce que l'aréomètre Baumé marque de 10 à 12°.

Entretien de la pile Callaud. — On doit d'abord maintenir le niveau du liquide à une hauteur constante, en ajoutant de l'eau pure lorsqu'il a baissé par suite d'évaporation. On verse très doucement, pour éviter de mêler les dissolutions superposées. Le jet est dirigé sur un flotteur en bois ou en liège, ou sur le bord du zinc.

La saturation de l'eau est atteinte à 24° Baumé pour le sulfate de cuivre et à 44° pour le sulfate de zinc : il s'ensuit que cette dernière dissolution n'est moins dense que si on l'empêche d'atteindre le premier chiffre. L'un des soins principaux à donner à la pile Callaud est donc de maintenir la concentration du sulfate de zinc entre 12 et 20° Baumé. Lorsque celle-ci est reconnue trop dense, on retire du sulfate de zinc et on le remplace par de l'eau pure.

La dissolution de sulfate de cuivre s'appauvrissant constamment, il faut entretenir la provision de cristaux au fond du vase; ceux-ci sont lâchés à la surface, aussi doucement que possible, afin de ne pas troubler le liquide ; on peut avantageusement employer un large tube de verre, un verre de lampe, par exemple, qu'on descend avec précaution jusqu'au fond et dans l'orifice duquel on abandonne les cristaux. L'approvisionnement doit être tel que le liquide bleu ne dépasse pas le tiers inférieur du vase.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On débarrasse la surface des zincs des dépôts noirs, qui se produisent lorsque la dissolution de sulfate de cuivre vient accidentellement au contact du zinc. Si ces dépôts sont peu abondants, on les fait tomber au fond du vase en les grattant à l'aide d'une baguette de bois ou d'un fil de cuivre recourbé. Dans le cas contraire, il faut retirer le zinc et le laver à grande eau, en le nettoyant à l'aide d'une brosse ou même d'un couteau.

Lorsqu'on démonte une batterie, on évite de laisser sécher les zincs ; ceux-ci, en effet, même lorsqu'ils ont été bien lavés, se recouvrent, en séchant, d'une couche terreuse, très compacte et très adhérente, de couleur grisâtre. Ce dépôt ne nuit pas au fonctionnement de la pile tant qu'il reste humide ; mais, au contact de l'air, il durcit, devient imperméable et presque insoluble, de sorte qu'une pile, préparée avec de tels zincs, a une résistance intérieure considérable, même plusieurs mois après avoir été montée. Pour éviter ce grave inconvénient, on conserve, dans un baquet plein d'eau, les vieux zincs retirés des piles et pouvant encore être utilisés. Dans le cas où on les a laissés sécher, on doit, avant de les remettre en service, les gratter à la lime jusqu'à ce qu'on aperçoive le brillant du métal.

On nettoie les cuivres très facilement en les chauffant au rouge, puis en les plongeant dans une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque très étendue d'eau.

Montage et entretien de la pile Leclanché. — Les zincs amalgamés et les vases poreux sont réunis, comme le zinc et le cuivre de l'élément Callaud ; on sépare, comme il a été dit (V. p. 462) le premier zinc et le dernier charbon ; le montage consiste à faire dissoudre 100 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque par élément, puis à y plonger les bâtons de zinc et les vases poreux ; après cette immersion, le liquide ne doit pas dépasser les deux tiers de la hauteur du vase.

L'élément à sac se monte de la même façon, sauf que la dissolution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque est préparée à l'avance.

L'entretien de cette pile est à peu près nul ; il consiste simple-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment à remplacer par de l'eau pure le liquide qui s'est évaporé. Lorsqu'il devient laiteux, cela indique que le sel ammoniac est épuisé; il se forme alors, au lieu de chlorure de zinc soluble, de l'oxyde de zinc, qui donne au liquide cet aspect caractéristique. Il faut alors vider les vases, les nettoyer, ainsi que les zincs et les sacs ou vases poreux, puis remonter avec une nouvelle solution excitatrice.

Montage et entretien de la pile Féry. — Le montage de la pile Féry ne diffère pas sensiblement de celui de la pile Leclanché ; la dissolution saturée de chlorhydrate d'ammoniaque est préparée à l'avance. On emplit le vase jusqu'aux trois quarts environ de sa hauteur.

Le montage doit être fait avec soin ; il importe d'éviter le contact de mains malpropres sur le charbon ; le liquide est versé avec un entonnoir, afin de ne pas éclabousser le charbon et les parois du vase, ce qui favorise la production de sels grimpants; avec une pile montée dans ces conditions, l'entretien ultérieur est pratiquement nul ; il consiste, tout au plus, à ajouter de l'eau pure, pour ramener le liquide à son niveau normal, si l'on constate une évaporation par trop sensible, et la dissolution n'est remplacée que lorsque le zinc est complètement usé.

MONTAGE DE LA BATTERIE UNIVERSELLE

Détermination du voltage nécessaire. — On calcule le voltage de la batterie, comme si elle devait alimenter exclusivement la ligne la plus résistante, en appliquant la relation

$$E = RI$$

connaissant la résistance, L, du conducteur, et celle, A, de l'appareil récepteur, le voltage de la batterie est donné par la formule :

$$E = 0{,}021\ (L + A)$$

établie en prévoyant une intensité de 20 milliampères pour la ligne simple, et avec une lampe de sécurité, dont il sera question

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus loin, et en négligeant la résistance intérieure de la batterie.

Résistances d'équilibre. — L'un des pôles de la batterie étant mis à la terre, l'autre est amené à une barre métallique, sur laquelle sont prises les communications aboutissant aux différents manipulateurs. Comme l'intensité doit évidemment être la même sur les différentes lignes, on intercale, entre la barre et chaque prise, une résistance additionnelle, calculée pour atteindre ce résultat ; on applique la formule :

$$X = \frac{E}{I} - R$$

dans laquelle X, représente la valeur cherchée de cette résistance, E, est le voltage de la pile, I, l'intensité débitée, soit 20 milliampères pour les lignes simples et 40 pour les lignes bifurquées, R, une valeur qui comprend, en bloc, la résistance de la ligne envisagée, celle des appareils de réception et celle de la lampe de sécurité. Toutefois, pour les lignes très longues ou à isolement faible, il convient de prendre, comme intensité au départ, 25 ou 30 milliampères, afin d'assurer toujours une valeur suffisante du courant à l'arrivée.

Les résistances d'équilibre sont constituées par des rhéostats, semblables à celui qu'on emploie, dans les installations Baudot, pour établir la dérivation de contrôle (V. p. 291) ; seules, les dimensions du support et des bobines diffèrent de ce dernier, et sont notablement plus grandes.

Résistances de sécurité. — En dehors de la résistance d'équilibre, mentionnée ci-dessus, chaque prise de pile comporte une résistance de sécurité, destinée à empêcher un débit excessif, en cas de court-circuit. Cette résistance est constituée par une lampe, dont le filament métallique commence à rougir lorsqu'il est traversé par un courant de 75 milliampères ; dès que le filament est porté au blanc, sous un débit de 250 milliampères, la résistance ohmique de la lampe a sextuplé. Les lampes pour circuits locaux du Baudot, dont il sera question plus loin, commencent à rougir sous un débit de 250 milliampères.

Les lampes de sécurité ont 75, 35 ou 10 ohms; ces dernières sont réservées pour les prises affectées aux fonctions locales du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Baudot. Toutes se montent sur des douilles à baïonnette du type industriel.

Montage de plusieurs batteries. — Une seule batterie universelle, constituée par des éléments à grand débit, suffit pour vingt-cinq appareils, susceptibles de *transmettre* simultanément, ceux qui desservent les lignes bifurquées étant comptés pour deux ; au-delà de ce chiffre, on monte une ou plusieurs batteries semblables. En ce qui concerne la pile Féry, l'expérience n'a pas encore permis d'établir de données précises ; il semble cependant que le nombre d'appareils, à desservir simultanément, ne doit guère être supérieur à quinze.

Lorsque le bureau comprend, d'une part, des lignes courtes, dont le fonctionnement n'exige pas plus de 40 volts et, d'autre part, des fils à long parcours, il est avantageux de monter deux groupes de batteries, l'un pour les lignes courtes, l'autre pour les lignes longues.

Lorsqu'il existe une installation de lignes à batterie centrale du nouveau système (V. p. 578), la tension employée ne dépassant généralement pas 20 volts, il y a avantage à installer également des batteries spéciales.

Lorsque le bureau comporte des installations Baudot, on prévoit une pile par installation, pour l'aiguillage, et une pile locale, commune, pour les freins et cadences de toutes les installations. Chacune de ces piles est de 30 volts.

On monte une seule pile de rechange pour les deux piles, positive et négative, utilisant le même voltage. S'il y a des installations Baudot, on prévoit une pile de rechange de 30 volts pour toutes les batteries Baudot.

Relèvement de la force électromotrice des batteries. — Lorsque, par suite de son fonctionnement, la pile accuse une tension au-dessous des neuf dixièmes du nombre primitif, et que la vérification au voltmètre n'indique pas qu'il existe d'éléments défectueux, on ajoute un dixième du nombre des éléments constituant la batterie. Cette opération est renouvelée plusieurs fois successivement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand les éléments du début n'ont plus, en moyenne, qu'un volt, leur résistance intérieure est devenue trop grande. On change alors tous les éléments primitifs ; ceux qu'on avait ajoutés sont mis de côté, pour être utilisés comme éléments d'adjonction d'une autre batterie.

Permutation des batteries. — Les batteries de même tension ne doivent pas être affectées, d'une manière invariable, à un service déterminé, ou être maintenues longtemps au repos : l'expérience montre qu'il est bon d'inverser journellement leur affectation.

Les permutations doivent être faites entre trois batteries

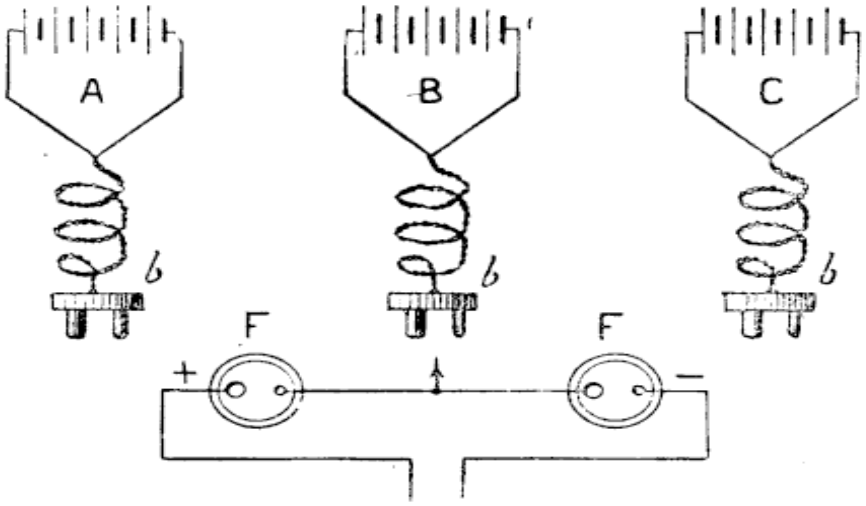


Fig. 357. — Dispositif de permutation des batteries.

de même tension, respectivement A, B et C, comme l'indique le tableau suivant :

	positif	négatif	repos
1er jour.....	A	B	C
2e jour.....	C	A	B
3e jour.....	B	C	A

et ainsi de suite.

Si l'installation comporte, pour une certaine tension, une batterie d'une seule polarité, elle doit être permutée chaque jour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec sa batterie de rechange. Les batteries Baudot sont également permutées journellement.

Tableau des piles. — Pour effectuer facilement les permutations, les deux pôles de chaque pile sont amenés, par l'intermédiaire de deux plots doubles de raccordement et d'un cordon souple, à un bouchon de prise de communication, *b* (fig. 357) tandis que la partie fixe, F, est reliée d'un côté à la terre et d'autre part à la prise de courant. On évite les inversions accidentelles en utilisant des bouchons dissymétriques.

Le même montage est adopté pour les piles locales du Baudot.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXIV

ACCUMULATEURS

De même que pour les piles, les indications qui suivent se rapportent seulement au montage, à la surveillance et à l'entretien des batteries ; elles s'appliquent à tous les systèmes d'accumulateurs au plomb, quels qu'ils soient.

Installation des accumulateurs. — Les accumulateurs doivent être placés dans un local spécial, sec, facile à ventiler, à l'abri de la gelée, et dont la température ne dépasse pas, autant que possible, 30° centigrades. Les bacs ne doivent pas être exposés aux rayons directs du soleil

Le sol, bitumé de préférence (l'acide rongeant le ciment), doit être en pente, muni de rigoles et maintenu à l'état sec.

Les bacs sont posés sur un chantier en bois goudronné, ou badigeonné d'huile de lin siccative bouillante. Le chantier est isolé du sol et les éléments sont eux-mêmes soigneusement isolés du chantier ; on évite le suintement de l'eau acidulée, qui finirait par établir des dérivations à la terre.

La vérification de l'état intérieur des éléments doit être facile ; à ce point de vue, il est recommandé de disposer les plaques perpendiculairement à la longueur du chantier.

Entretien et surveillance des accumulateurs. — Le fabricant fournit toujours une notice donnant, sur les particularités spéciales à son système, des indications, auxquelles il importe de se conformer strictement ; on doit, en outre, tenir compte des recommandations générales qui suivent :

L'eau, qu'on emploie pour remplir les bacs d'accumulateurs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doit être pure, non calcaire (eau de pluie ou, de préférence, eau distillée), le niveau doit être supérieur, de 1 à 3 centimètres, à celui des bords des plaques.

On maintient la densité entre 20 et 21° Baumé avant la charge, et entre 23 et 25 après la charge complète. Les écarts sont compensés par l'addition d'eau pure, ou acidulée à 22° Baumé ; dans aucun cas, on ne verse de l'acide concentré dans les bacs ; cette correction du degré aréométrique se fait, de préférence, avant la charge.

On prépare l'eau acidulée au moyen d'acide sulfurique *au soufre*, qu'il est généralement préférable d'acheter au fournisseur de la batterie.

Charge. — L'intensité, pendant la charge, est maintenue sensiblement constante ; elle ne doit pas dépasser le maximum indiqué par le fabricant.

En raison de la baisse progressive du voltage des éléments entre la charge et la décharge (2,5 à 1,8 volts), on dispose, à la suite de la batterie, des éléments dits de *réduction*, qu'on charge en même temps que les autres, mais seulement dans la limite nécessaire, et qu'on ajoute successivement à la batterie, au fur et à mesure que le voltage baisse. Cette manœuvre se fait au moyen d'un commutateur « réducteur ».

Les bacs sont, pour la charge, groupés en séries, de telle manière que leur nombre, dans chaque série, multiplié par 2,75, soit inférieur de 2 ou 3 volts à la tension utilisable de la source d'énergie, et que l'intensité du courant de charge ne dépasse pas la limite indiquée par le fournisseur. Plusieurs batteries peuvent être chargées en dérivation ; on intercale alors un ampèremètre sur chaque dérivation et, si ces batteries n'ont pas été également déchargées, ou si elles sont de capacités différentes, on les retire successivement, au fur et à mesure de l'achèvement de leur charge.

La tension doit atteindre 2,5 volts par élément en fin de charge, pendant que le courant le traverse ; mais dès qu'on cesse la charge, le voltage descend aux environs de 2 volts.

La tension doit, à tout instant, être la même pour tous les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éléments; elle peut cependant être différente pour les éléments de réduction, moins déchargés que les autres.

En général, une charge sur dix doit être continuée jusqu'à 2 volts 75 par élément.

Les indices de fin de charge sont : le bouillonnement du liquide, l'augmentation de sa densité, la valeur de la différence de potentiel. Cette dernière fournit seule une indication précise.

Décharge. — Repos. — L'intensité maxima du courant de décharge est indiquée par le constructeur. Après chaque décharge, il est indispensable de procéder, autant que possible dans les vingt-quatre heures, à la recharge de la batterie. On agit de même après une décharge partielle, si la batterie doit rester au repos plus de vingt-quatre heures.

Si on veut laisser la batterie inutilisée pendant un certain temps, il faut effectuer, au préalable, une charge prolongée, et laisser les éléments dans cet état pendant la période de repos, sans leur demander aucun travail. Même avec ces précautions, la période de repos ne doit pas dépasser la limite indiquée par le fournisseur.

Sulfatation des plaques. — Si la décharge a été trop poussée, ou si la batterie reste inemployée pendant trop longtemps, surtout sans être chargée, des taches blanches se forment sur les plaques : c'est le résultat de leur sulfatation. On constate que la différence de potentiel, aux bornes de ces éléments, est plus grande que celle des autres pendant la charge, et plus petite pendant la décharge. On y remédie le plus souvent en soumettant ces éléments à une série de charges prolongées.

Si la sulfatation persiste, on retire le liquide et on le remplace par une dissolution acidulée très faible (10° au maximum), ou par de l'eau pure, puis on soumet les éléments à une succession de charges et de décharges lentes. En général, la sulfatation décroit rapidement, en même temps que le degré aréométrique augmente.

Quand la sulfatation a disparu complètemnet, on rétablit les éléments dans leur état normal, en ajoutant une dissolution de concentration suffisante pour que l'aréomètre marque finalement 20 ou 21° B.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Courts-circuits intérieurs. — Si la différence de potentiel aux bornes d'un élément, à la charge et à la décharge, est inférieure à celle des autres, cela provient, en général, d'un court-circuit intérieur. On peut encore présumer ce défaut, si, pendant la charge, l'élément bouillonne plus tardivement que les autres.

Lorsque le court-circuit est franc, c'est-à-dire si la différence de potentiel est à peu près nulle, il provient du contact des plaques entre elles, par suite de leur déformation ; on intercale alors, entre les plaques qui se touchent, des baguettes de verre placées verticalement. En cas d'insuccès, on doit s'adresser au fournisseur pour le redressement des plaques ou leur remplacement.

Lorsque le court-circuit est résistant, il provient généralement d'une « pastille » de matière active, coincée entre deux plaques, ou d'un amas de substance pulvérulente dans la partie inférieure du bac. Dans le premier cas, on fait tomber la pastille au fond du vase, avec une baguette de verre; dans le second, l'élément doit être démonté.

Mesures de sécurité. — En raison des dangers d'explosion, on évite d'enflammer des allumettes et d'employer des lampes à feu nu dans le local des accumulateurs. Les mesures de sécurité consistent à placer :

1° Sur chaque fil, un coupe-circuit à fil fusible, devant sauter lorsque l'intensité du courant tend à prendre accidentellement une valeur dangereuse ;

2° Sur les fils desservant directement les appareils, une résistance destinée à limiter l'intensité du courant.

On admet, comme limite de sécurité, que l'intensité ne doit pas dépasser 1 amp. 5 par millimètre carré de section. Les coupe-circuit doivent donc fondre aussitôt que cette limite est dépassée.

Les résistances, destinées à limiter l'intensité du courant sur un conducteur, sont calculées à raison de 3 ohms par volt, environ. Les bobines ne doivent pas être susceptibles de se détériorer au cas où l'intensité viendrait à prendre une valeur anormale. Les lampes à incandescence constituent des résistances commode, et jouent même le rôle de coupe-circuit, le cas échéant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXV

MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES (1)

Dans les premières applications, les machines dynamo-électriques étaient à courant continu et montées en échelles de potentiels, pour alimenter directement les appareils. Ce genre d'installation n'est plus en usage aujourd'hui, et n'est rappelé ici qu'à titre d'indication.

Système de la Western-union Cº. — Le procédé de la

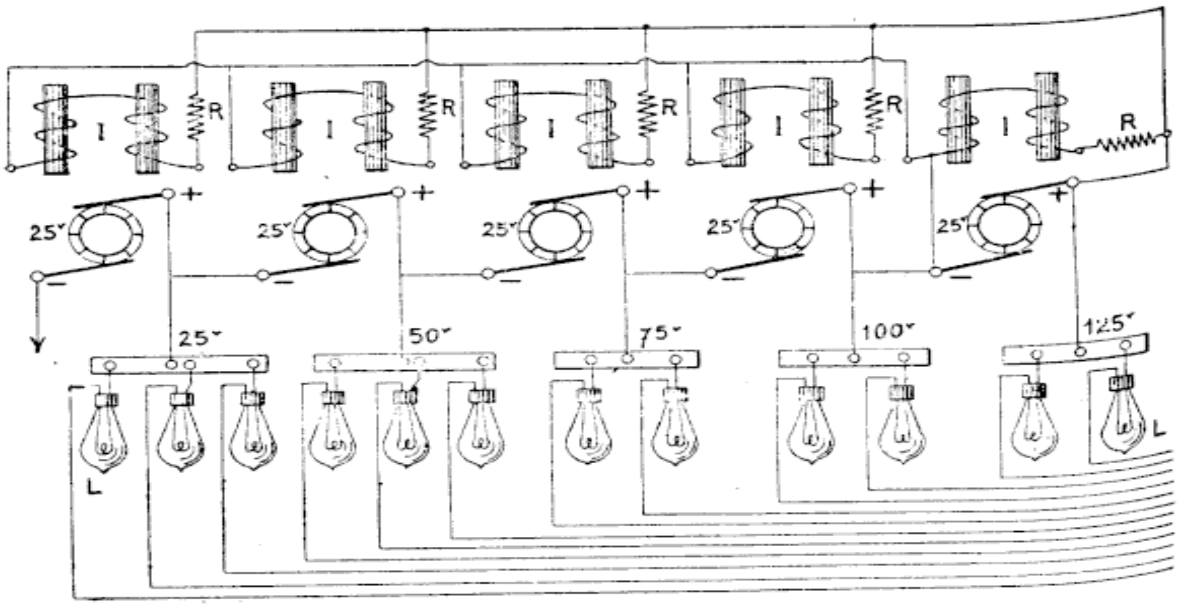


Fig. 358. — Échelle de potentiels, de la Western-Union Cº.

Western-Union Cº consiste à grouper en séries de petites dynamos, donnant chacune une tension de 25 volts (fig. 358), de sorte qu'en

(1) V. Machines à courant continu, par M. Mauduit. — *Encyclopédies Industrielles Baillière*, en préparation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prenant des dérivations sur ces fils de jonction, on dispose respectivement de 25, 50, 75 volts, etc.; la dernière machine de l'installation est excitée en dérivation et alimente, à son tour, les induc-

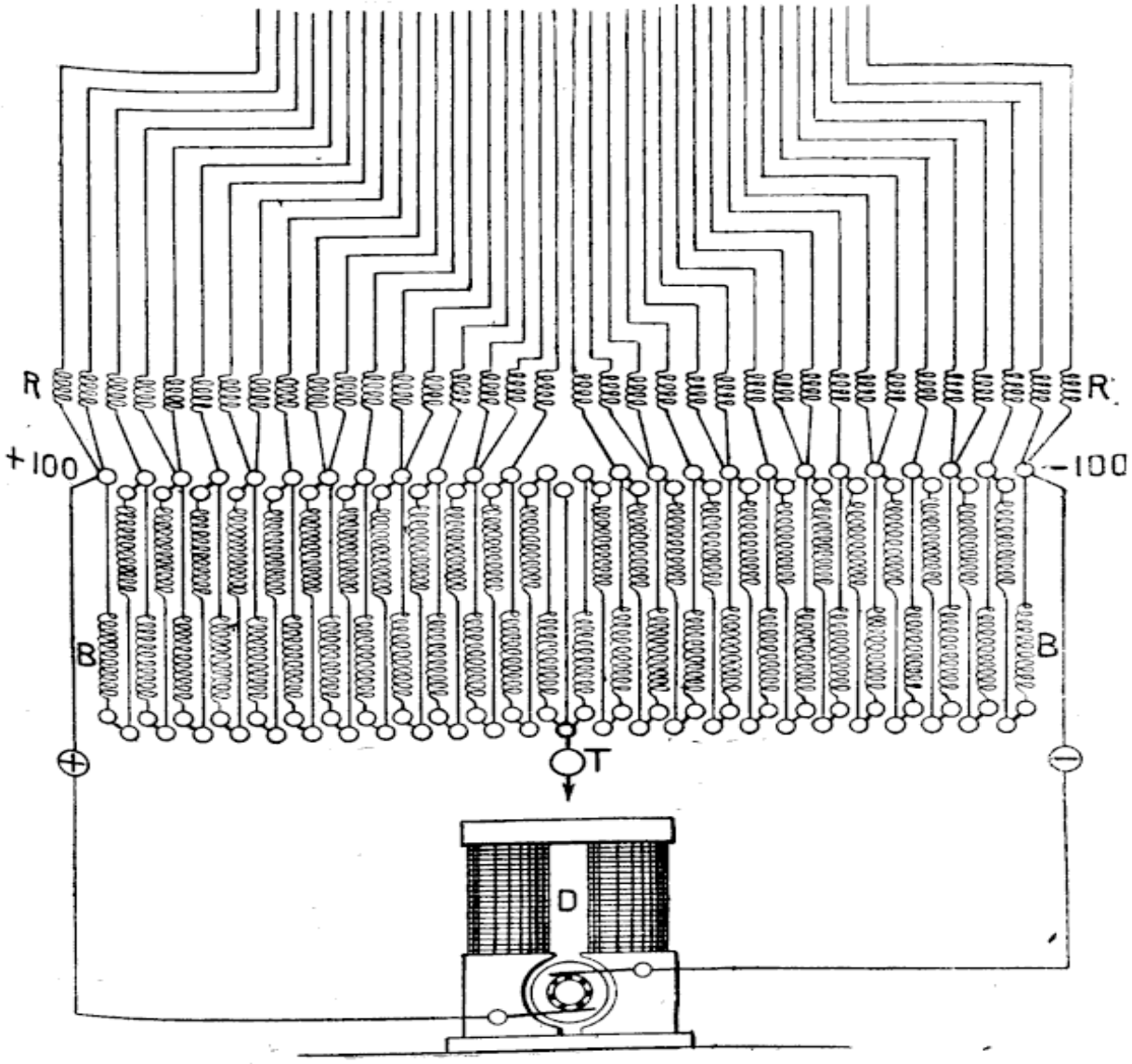


Fig. 359. — Échelle de potentiels, de Pierre Picard.

teurs, I, de toutes les autres ; le courant d'excitation est réglé à l'aide de petits rhéostats, R, insérés dans chacun des circuits. Les prises conduisant aux appareils sont protégées par des lampes de sécurité, L.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Système Picard. — L'échelle de Pierre Picard ne comporte qu'une seule dynamo, susceptible de donner une tension de 200 volts. L'échelle proprement dite est constituée par une série de boudins de maillechort, B (fig. 359), dont les deux extrémités sont reliées respectivement à l'un et à l'autre balai, et le point médian à la terre. Le potentiel, aux différents points de jonction des boudins, décroît depuis celui du balai jusqu'à zéro, et l'on dispose ainsi de deux échelles, l'une de 13 positifs, l'autre de 13 négatifs ; les prises de voltages conduisant aux appareils sont protégées par des résistances-tampons, R et R′, constituées par des bobines, étalonnées à raison de 4 ohms par volt.

UTILISATION DU COURANT CONTINU INDUSTRIEL

Montage en batterie universelle. — Lorsque le courant industriel est continu et fourni par une distribution urbaine d'énergie électrique, à trois fils, et qu'en outre, *le fil neutre peut être mis à la terre*, on l'utilise directement pour les transmissions télégraphiques.

A leur entrée dans le bureau, les trois fils du réseau sont reliés à un tableau dit *tableau d'entrée*, comprenant : *compteur*, *fusibles généraux*, et *interrupteur*.

On doit réaliser une *installation de secours*, destinée à fournir du courant lorsque le réseau industriel fait défaut ; celle-ci peut consister en *batteries de piles* ou en un *groupe électrogène*, composé de deux dynamos génératrices, actionnées par un moteur, pouvant être, lui-même, alimenté au benzol ou au gaz d'éclairage ; ce genre d'installation est décrit plus loin.

Charges des accumulateurs. — Le courant continu industriel est employé à la charge des accumulateurs, lorsque le fil neutre ne peut, sans inconvénient, être mis à la terre, et à la condition, que son emploi soit avantageux, eu égard au voltage de la source et à celui des accumulateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GROUPES ÉLECTROGÈNES

Constitution d'un groupe électrogène. — La transformation du courant industriel, à l'aide de groupes électrogènes, permet son utilisation dans tous les cas, que ce courant soit continu ou alternatif.

Un groupe électrogène est constitué comme suit :

1° Un *moteur*, alimenté par le courant industriel ;

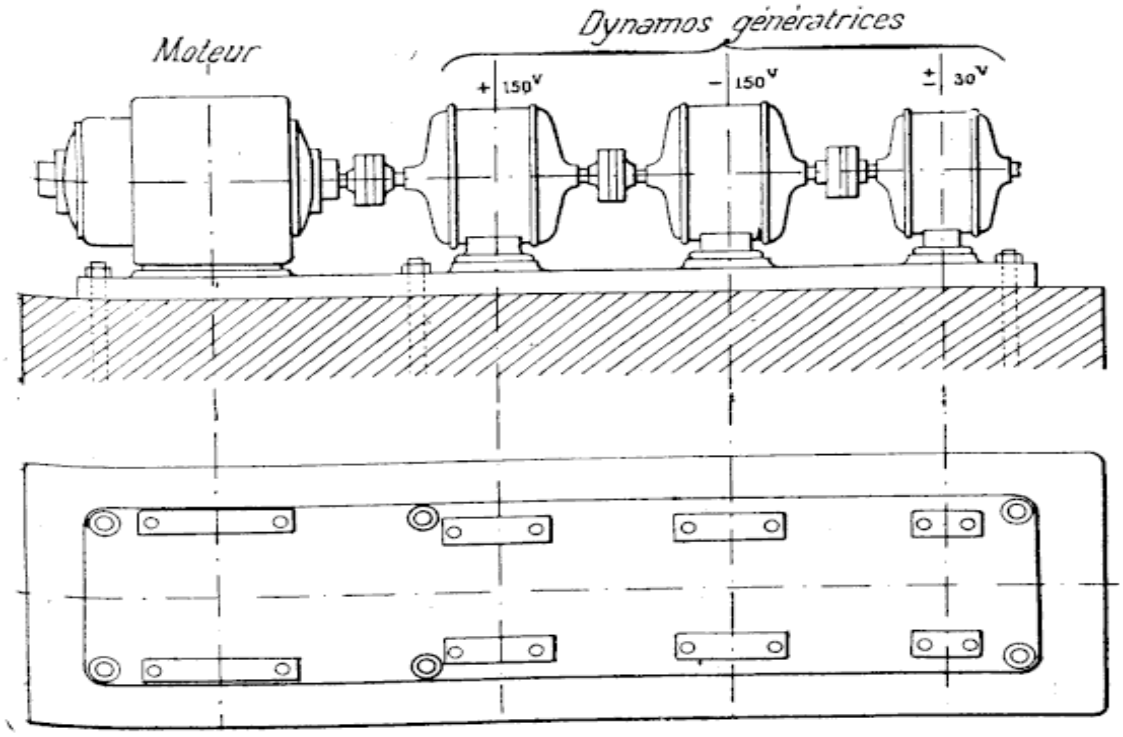


Fig. 360. — Groupe électrogène.

2° Deux *dynamos génératrices*, donnant l'une du courant positif, l'autre du courant négatif ;

3° Une *dynamo génératrice*, donnant du courant à + 30 volts et à — 30 volts (2 collecteurs).

Ces quatre machines sont montées sur le même arbre (fig. 360).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXVII

REDRESSEURS DE COURANTS ALTERNATIFS

Différentes sortes de redresseurs. — On peut, en redressant les courants alternatifs, obtenir du courant continu et l'utiliser ensuite, soit pour alimenter directement les appareils de transmission, soit pour charger des accumulateurs.

Les principaux types de redresseurs sont :

La soupape Nodon ;

La lampe à vapeur de mercure ;

Les lampes à vide à deux électrodes.

Jusqu'à ce jour, la lampe à vapeur de mercure est seule employée dans le service télégraphique ; les autres systèmes ne sont mentionnés qu'à titre d'indication, en vue d'applications ultérieures possibles.

Soupape Nodon. — La soupape Nodon se compose essentiellement d'un vase contenant deux électrodes, l'une en plomb, l'autre en alliage d'aluminium, plongeant dans un électrolyte à base de phosphate d'ammoniaque : si on relie un élément ainsi constitué aux deux fils d'une source de courants alternatifs monophasés, par exemple, il ne laisse passer le courant que dans un seul sens, et forme ainsi un *clapet électrique* : seules, les demi-périodes pen-

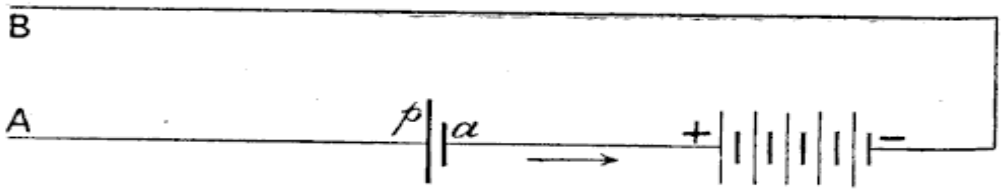


Fig. 361. — Soupape Nodon. Principe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant lesquelles le courant se dirige dans le sens du plomb à l'aluminium, peuvent traverser l'élément, les autres se trouvent totalement interceptées; il s'ensuit qu'une batterie d'accumulateurs, placée en B′ (fig. 361), entre l'électrode aluminium et le fil B de la canalisation, serait chargée seulement par les alternances positives, se dirigeant de A vers B.

Pour utiliser intégralement l'énergie fournie par la canalisation, on réalise le montage à quatre clapets (fig. 362): lorsque la branche A, du circuit d'alimentation, est positive par rapport à la branche B, le courant traverse l'élément supérieur de droite, (flèche en trait plein), la batterie, B′, et sort par l'élément inférieur de gauche, pour rejoindre la branche B ; il ne peut passer, ni par l'élément supérieur de gauche, ni par l'élément inférieur de droite, dont le clapet est fermé, puisqu'ils lui présentent leur électrode aluminium. Dès que B devient positif par rapport à A, le courant traverse l'élément inférieur de droite (flèche pointillée), la batterie, B′, et sort par l'élément supérieur de gauche, pour se fermer sur la branche A ; les deux pulsations traversent la batterie B′ dans le même sens, et elle se trouve ainsi chargée par l'une comme par l'autre.

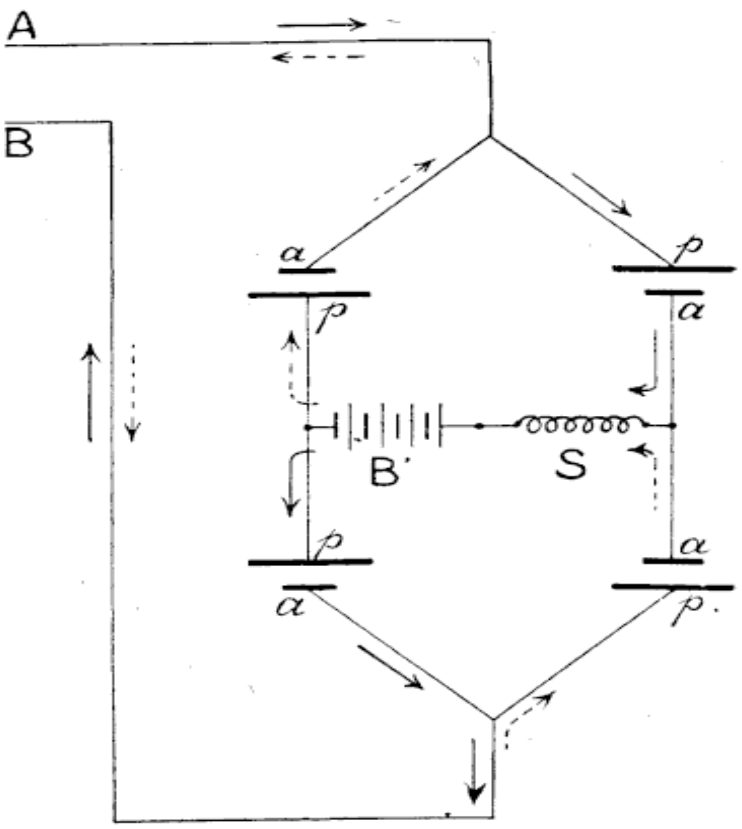


Fig. 362. — Soupape Nodon, pour courants monophasés.

Le courant, ainsi redressé, à évidemment la forme ondulatoire ; on le rapproche de la continuité en mettant en série, dans le circuit, une bobine de self, S, convenablement calculée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas où l'on veut redresser des courants triphasés, on monte une soupape à six clapets (fig. 363) dans laquelle chacune des branches, A, B et C, du réseau est bifurquée sur deux clapets ; le courant redressé est encore légèrement ondulé, mais cette ondu-

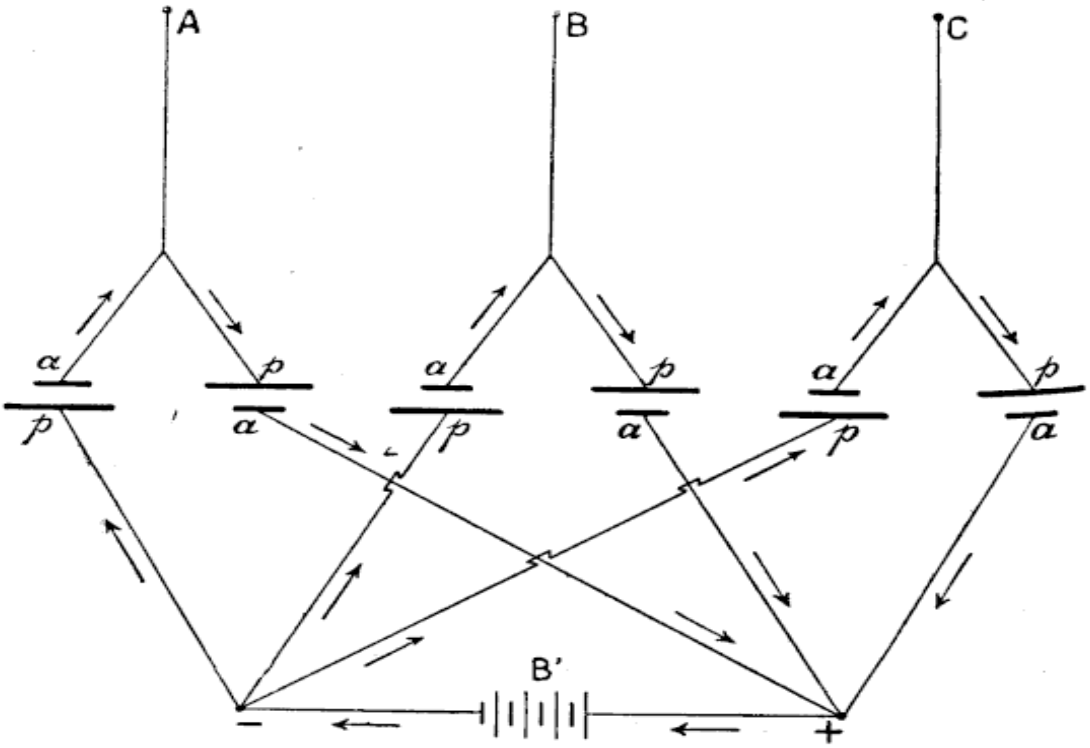


Fig. 363. — Soupape Nodon, pour courants triphasés.

lation ne dépasse pas un neuvième de l'ordonnée maxima, aussi peut-on supprimer la self.

La chute de tension à l'intérieur de la soupape est de 20 à 30 volts, de sorte que le rendement est de 70 à 80 p. 100 pour les courants alternatifs, monophasés ou triphasés, de 110 à 150 volts.

Redresseurs à vapeur de mercure. — Cet instrument consiste essentiellement en une ampoule, dans laquelle on a fait le vide, et renfermant deux ou plusieurs électrodes, dont une cathode constituée par du mercure ; les anodes sont généralement en charbon.

Si l'on amorce un arc entre la cathode et l'une des anodes, par exemple à l'aide d'une source à courant continu, on constate

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que la tension nécessaire pour maintenir cet arc est sensiblement moindre que celle qu'il a fallu pour l'amorcer ; cette conductibilité, résultant de l'ionisation de la vapeur du mercure, n'existe que dans le sens où celui-ci forme cathode. Si donc on dispose d'une ampoule à deux anodes, et si on réalise le montage de la figure 364, on obtient un redresseur pour courants monophasés: les deux branches, A et B, du circuit alternatif, sont amenées aux deux bornes extrêmes d'un auto-transformateur, sur lequel sont branchées deux prises, aboutissant aux deux anodes, tandis que la cathode mercurielle est reliée au point milieu, à travers la batterie à charger, B′, et une bobine de réactance qui, comme dans le cas ci-dessus de la soupape Nodon, permet d'obtenir un courant approximativement continu. Les flèches en trait plein indiquent la direction des courants, lorsque la branche, A, est positive par rapport à la branche. B : ils pénètrent dans l'ampoule par l'anode de gauche ; pendant la seconde demi-période, où B est positif par rapport à A, les courants suivent les flèches pointillées et entrent dans l'ampoule par l'anode de droite ; dans un cas comme dans l'autre, ils sortent par la cathode unique et parcourent la batterie, toujours dans le même sens.

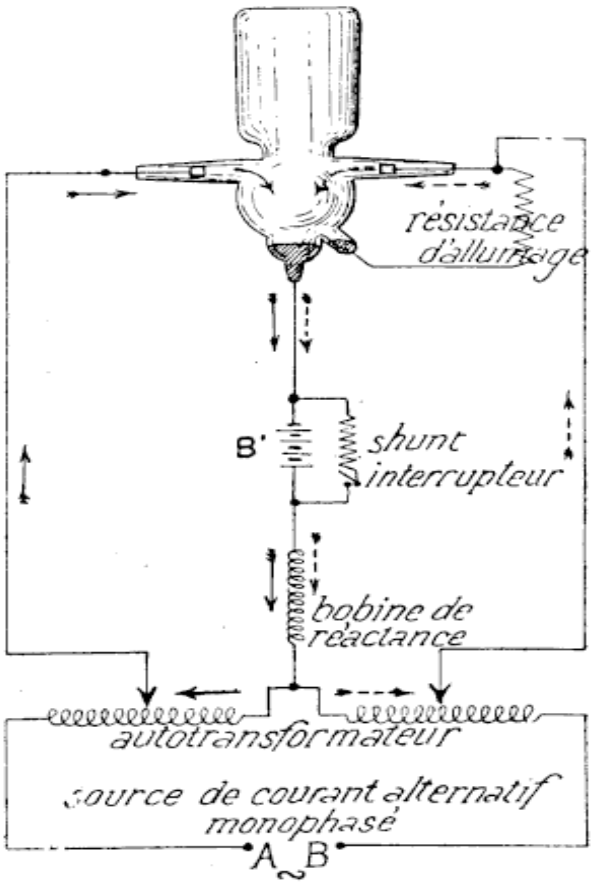


Fig. 364. — Redresseur à vapeur de mercure pour courants monophasés.

Pour l'amorçage de l'arc, on a disposé, en plus des trois électrodes dont il vient d'être question, une anode auxiliaire, qui pénètre dans un renflement pratiqué à côté de la cathode, et contenant un peu de mercure ; cette électrode auxiliaire est reliée à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'une des anodes principales à travers une bobine dite *résistance d'allumage* : si l'on fait basculer l'ampoule, de manière à amener le mercure de la cathode au contact de l'anode auxiliaire, puis si l'on redresse aussitôt, l'arc, qui s'amorce entre ces deux électrodes, produit des vapeurs de mercure, qui s'ionisent et permettent à des arcs plus grands de s'établir, alternativement, entre chacune des anodes principales et la cathode. L'allumage persiste tant que l'intensité reste supérieure à 1 ampère 1/2 ou 2 ampères. Afin de se maintenir dans ces conditions, on a placé, aux deux bornes de la batterie, un shunt capable d'absorber un courant de 2 ampères, et qu'on supprime dès que la lampe fonctionne normalement. On coupe également la résistance d'allumage.

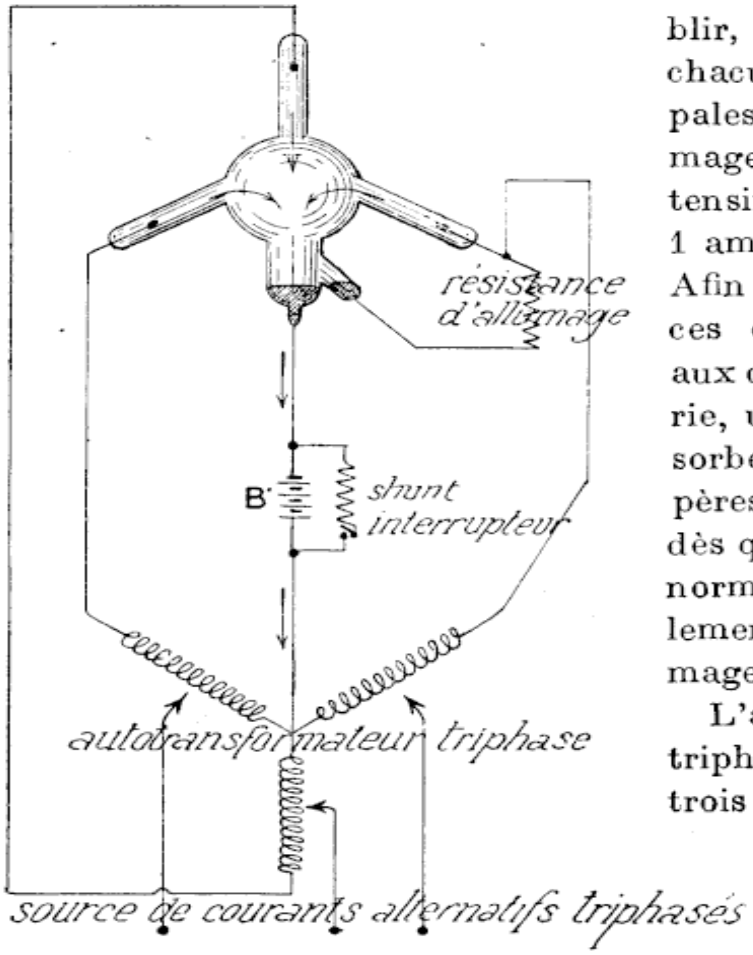


Fig. 365. — Redresseur à vapeur de mercure pour courants triphasés.

L'ampoule pour courants triphasés (fig. 365) comprend trois anodes principales, une anode auxiliaire et une cathode mercurielle ; chacune des anodes principales est reliée à l'une des branches d'un auto-transformateur triphase, dont le point neutre est en communication avec la cathode mercurielle, par l'intermédiaire de la batterie à charger, B'.

Les anodes principales sont disposées de manière que les vapeurs mercurielles ne puissent venir s'y condenser, car, dans ce cas, elles joueraient le rôle de cathodes et l'ampoule deviendrait conduc-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trice dans les deux sens : la source serait ainsi mise en court-circuit et on pourrait même craindre l'explosion de l'instrument.

Les redresseurs à vapeur de mercure offrent un certain nombre d'avantages : leur fonctionnement est remarquablement régulier, ils sont insensibles aux fluctuations de la source alternative ; enfin, la chute de tension, à l'intérieur de l'ampoule, est indépendante de l'intensité qui la traverse, et se tient, dans tous les cas, entre 15 et 25 volts, de sorte que le rendement est d'autant plus avantageux que la tension de service est plus élevée ; avec 200 volts, il peut atteindre 85 p. 100.

Installation des redresseurs à vapeur de mercure. — Les redresseurs à vapeur de mercure peuvent servir, soit à charge des batteries d'accumulateurs, soit à alimenter directement les appareils télégraphiques. Si le réseau est sujet à des interruptions fréquentes et prolongées, à la merci desquelles on ne peut laisser le service, il est prudent de s'en tenir à la première solution : c'est elle qui a été adoptée pour le bureau de Moulins.

Dans cette dernière ville, le secteur d'énergie électrique distribue du courant alternatif monophasé, à 110 volts et 50 périodes, qu'on utilise pour alimenter une ampoule semblable à celle que représente la figure 364. L'auto-transformateur a été établi de telle sorte qu'on retrouve 315 volts aux bornes du circuit d'utilisation, avec un débit de 5 ampères : on peut ainsi charger en série deux batteries de cinquante-deux bacs d'accumulateurs Tudor, d'une capacité de 30 ampères-heure.

L'installation comprend quatre batteries semblables, dont deux sont en service, l'une en positif, l'autre en négatif, et les deux autres en charge ou en réserve. Ces batteries sont permutées chaque jour.

Utilisation directe du courant redressé. — Contrairement à celui de Moulins, le secteur d'énergie de Brest fournit un service permanent, avec suffisamment de garanties pour que l'on puisse utiliser directement le courant redressé dans les appareils télégraphiques. La distribution a lieu par un réseau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

triphasé à quatre fils (115 volts entre chaque phase et le fil neutre, et 50 périodes) qu'on a relié à une ampoule semblable à celle décrite ci-dessus (fig. 365). La seule précaution prise est l'intercalation d'une batterie-tampon d'accumulateurs, entre le convertisseur et les barres de batterie universelle; cette batterie-tampon a une capacité de 30 ampères-heure et, en cas d'interruption du secteur, peut alimenter le bureau pendant dix heures au moins, c'est-à-dire pendant un temps notablement supérieur à la durée maxima des interruptions ordinaires.

La batterie-tampon consiste en deux groupes de quatre-vingts bacs chacun (fig. 366) dont les bornes extrêmes sont raccordées aux barres de batterie universelle, tandis que le milieu est mis à la terre ; c'est pour cette raison qu'on a substitué, à l'auto-transformateur de la figure 365, un transformateur ordinaire en étoile, à deux enroulements, afin que cette terre ne soit pas en communication avec le secteur.

La tension du courant redressé varie entre 325 et 350 volts, suivant les fluctuations de celle du réseau; les cent soixante bacs d'accumulateurs représentent donc $160 \times 2 = 320$ volts ; dans ces conditions, la batterie-tampon ne débite rien, elle se charge légèrement si la tension du secteur se maintient aux environs des chiffres ci-dessus.

L'ampoule ne doit pas s'éteindre, même si aucun appareil ne transmet; à cet effet, entre la cathode et le point neutre du transformateur, on a placé un shunt, calculé pour qu'à la tension moyenne de 330 volts, il soit parcouru par une intensité d'environ 2 ampères, suffisante pour l'entretien de l'arc.

Dans le cas où le voltage continu viendrait à baisser, la batterie-tampon ne peut pas se décharger dans le shunt, grâce à un disjoncteur automatique à retour de courant, qui rompt la communication ; comme cette action ne peut pas être instantanée, on a placé une bobine de self-induction qui retarde le retour vers la cathode du courant de la batterie.

Dès que le disjoncteur a fonctionné, c'est la batterie-tampon qui alimente les appareils, jusqu'à ce que la tension aux bornes « continu » du redresseur redevienne supérieure à celle de la batterie-tampon : à ce moment, un conjoncteur automatique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fonctionnant en voltmètre différentiel, rétablit la communi-

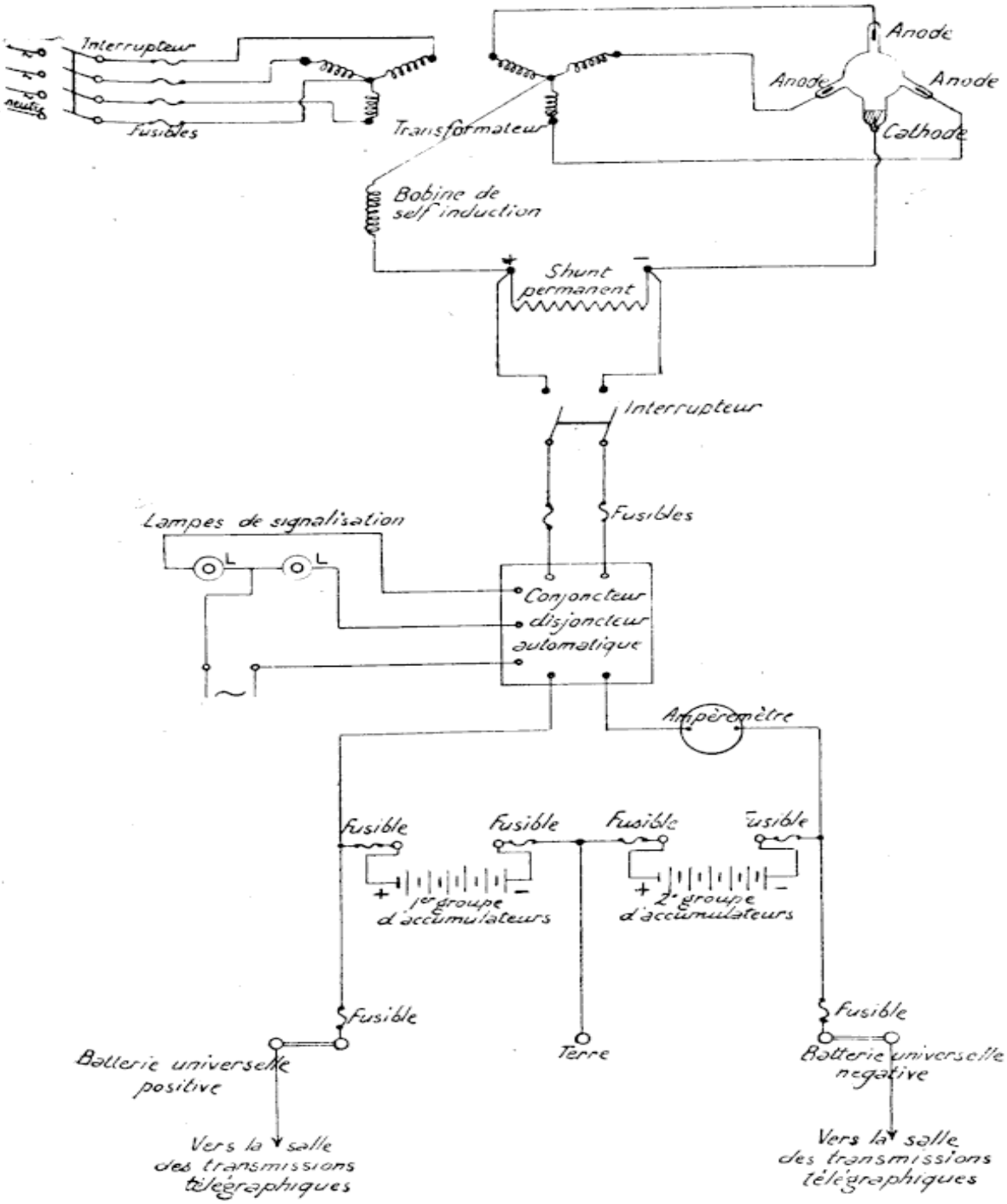


Fig. 366. — Installation de redresseur à vapeur de mercure pour courants triphasés. — Type de Brest.

cation normale entre le redresseur et la batterie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'agent chargé de la surveillance de l'installation est averti automatiquement du fonctionnement du disjoncteur : en temps normal, une lampe, L, à verre blanc, est allumée et sert à éclairer le panneau supportant les appareils ; dès que le disjoncteur a fonctionné, cette lampe s'éteint et une autre, L′, à verre rouge, s'allume, ce qui indique que le courant qui, à partir de cet instant, alimente les appareils, provient de la batterie-tampon. Cet agent, mis en éveil, peut ainsi s'enquérir de la cause et de la durée probable de l'interruption et, s'il le juge nécessaire, préparer la pile de secours, du modèle « à grand débit » (V. p. 454), dont les éléments, tout montés, n'attendent que le liquide excitateur pour être en état de fonctionnement.

Pour parer à l'inégalité du débit des prises de la batterie universelle, positive et négative, un commutateur permet d'alterner quotidiennement les deux groupes du tampon et de maintenir ainsi leurs tensions au même niveau. Enfin, pour l'alimentation des lignes courtes et des fonctions locales du Baudot, on a branché des prises de + 80 et — 80 volts au milieu de chacun des groupes, et on les a renvoyées à une seconde paire de barres de batterie universelle.

Installation de redresseur avec groupe moteur-générateur. — On peut simplifier l'installation et, en même temps, améliorer son rendement en utilisant, pour les fonctions locales du Baudot, un groupe moteur-générateur, au lieu de la dérivation mentionnée plus haut : ce groupe est constitué par un moteur à courant continu, à excitation shunt, branché aux bornes de la batterie-tampon, alimenté par le redresseur, sous 330 volts, et accouplé à une dynamo génératrice de courant continu, sous 40 ou 50 volts (fig. 367).

La dynamo peut fonctionner sans arrêt puisque, dans le cas d'interruption du secteur, le moteur est alimenté par la batterie d'accumulateurs.

Au point de vue du rendement, on voit qu'un courant continu de 2 ampères, environ, emprunté à la dynamo, permet d'entretenir un arc dans l'ampoule : celle-ci reste donc allumée, quelle que soit l'intensité prise par les appareils, et on peut, dès lors,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supprimer le shunt permanent ; en outre, celui-ci disparaissant, on n'a plus à redouter le retour du courant de la batterie vers le redresseur, et l'on peut, du même coup, supprimer le disjoncteur. Rien qu'au point de vue de l'économie en énergie, cette simplification est très intéressante : en effet, dans la première

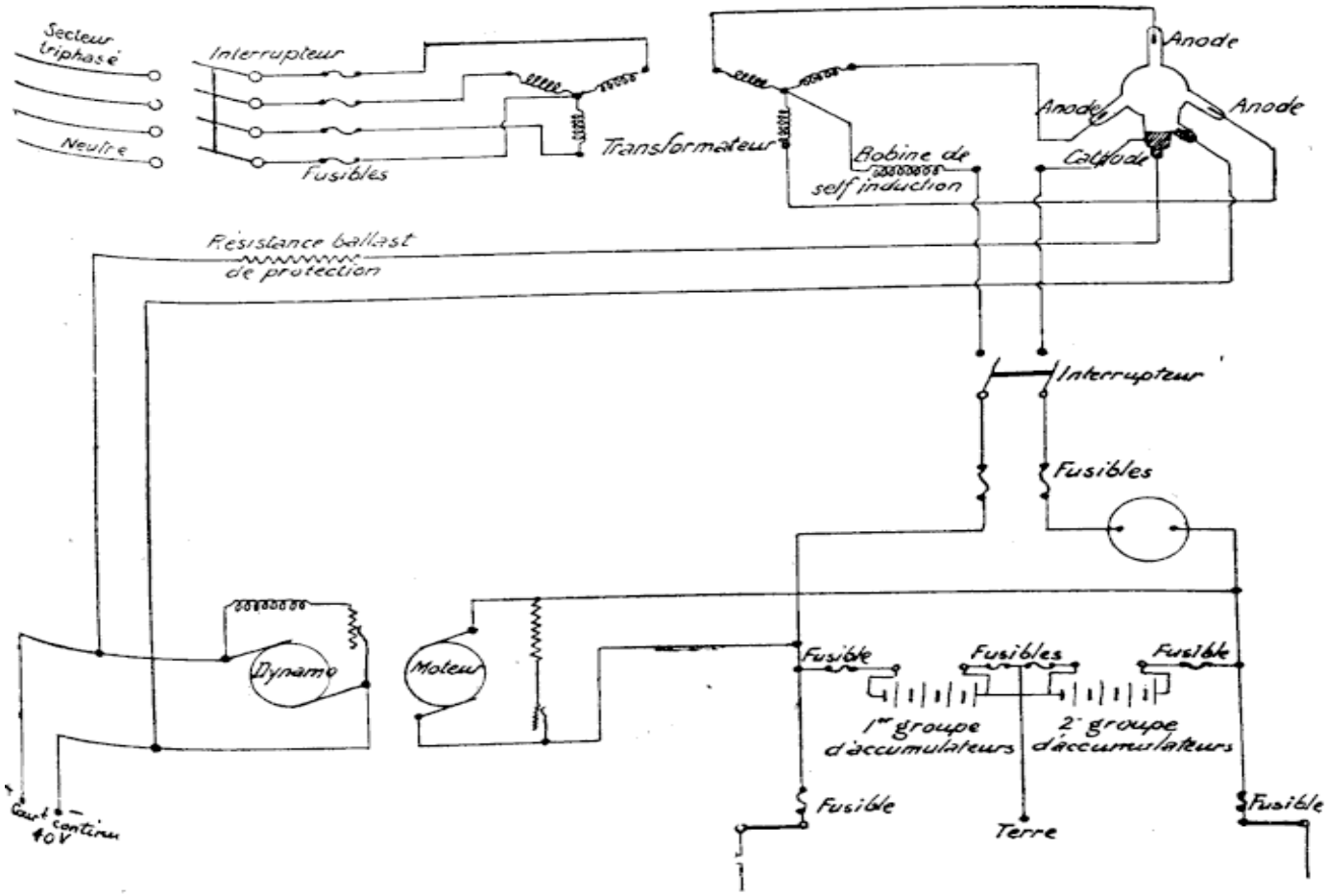


Fig. 367. — Installation simplifiée de redresseur à vapeur de mercure pour courants triphasés.

installation, on dépense, dans le shunt permanent, un courant de 1,5 à 2 ampères, sous 330 volts, soit une puissance de 650 watts. Les deux ampères, pris sous 40 volts, à la dynamo, pour l'entretien de l'arc auxiliaire, ne représentent que 80 watts ; il est vrai que cette puissance est fournie par un groupe dont le rendement total peut ressortir à 0,4 ou 0,5 : la puissance réellement dépensée, pour maintenir l'allumage, revient donc à 80/0,4 = 200 watts

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce qui, comparé aux 650 de la précédente installation, constitue une économie très appréciable.

Lampes à vide à deux électrodes. — Les lampes à vide, ou *valves*, du genre de celle de Fleming, utilisées comme détecteurs en télégraphie sans fil, jouent le même rôle de clapets et, à cela près de la faible intensité qu'elles donnent, pourraient servir au redressement des courants alternatifs. Il suffira de rappeler, en quelques mots, le principe de ces valves ; l'ampoule d'une lampe à incandescence (fig. 368) renferme, en outre du filament, *f*, une plaque métallique, *p*, constituant une seconde électrode ; si l'on chauffe le filament à l'aide d'une batterie, *b*, et si, on relie les deux électrodes aux deux pôles, A et B, d'une source de courants alternatifs, la lampe ne laisse passer que les alternances dans lesquelles le pôle relié à la plaque est positif par rapport à celui qui aboutit au filament. Ce phénomène tient à ce que le filament incandescent émet des électrons qui, chargés négativement, sont attirés par la plaque lorsqu'elle est portée à un potentiel positif, le champ électrique se trouvant alors dirigé dans le sens plaque-filament. Toutefois le courant qu'on peut recueillir, avec ces sortes de lampes, même si le vide est poussé très loin, reste de l'ordre du milliampère : elles ne sauraient donc convenir pour l'objet traité ici.

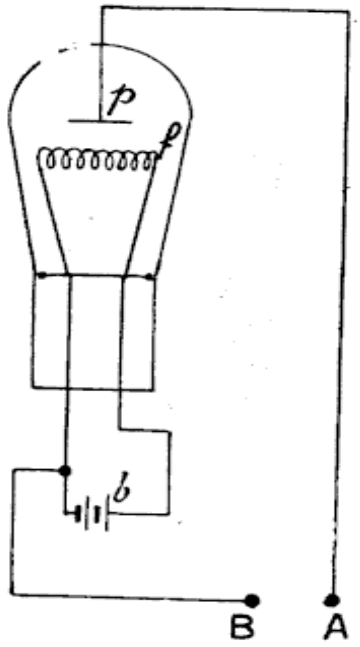


Fig. 368. — Lampe à vide. Principe.

On a construit récemment un nouveau type de valve, susceptible de laisser passer un courant de plusieurs ampères ; elle se compose d'une ampoule, dans laquelle on a fait, tout d'abord, le vide aussi parfait que possible, puis qu'on a remplie, à basse pression, d'un gaz inerte, l'*argon ;* le filament est en *tungstène*, d'où le nom de *Tungar* donné à la valve, nom qui est formé de la première syllabe de ces deux mots. Le gaz, ionisé par le choc

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des électrons émis par le filament incandescent, constitue le milieu conducteur que suit le courant pour passer de la plaque au filament, lorsque la première est positive par rapport à la seconde.

En groupant deux valves, suivant le schéma indiqué par la figure 369, on peut utiliser les deux demi-périodes, c'est-à-dire la totalité de l'énergie fournie par le secteur : les deux filaments, f et f', sont chauffés par l'intermédiaire du secondaire du trans-

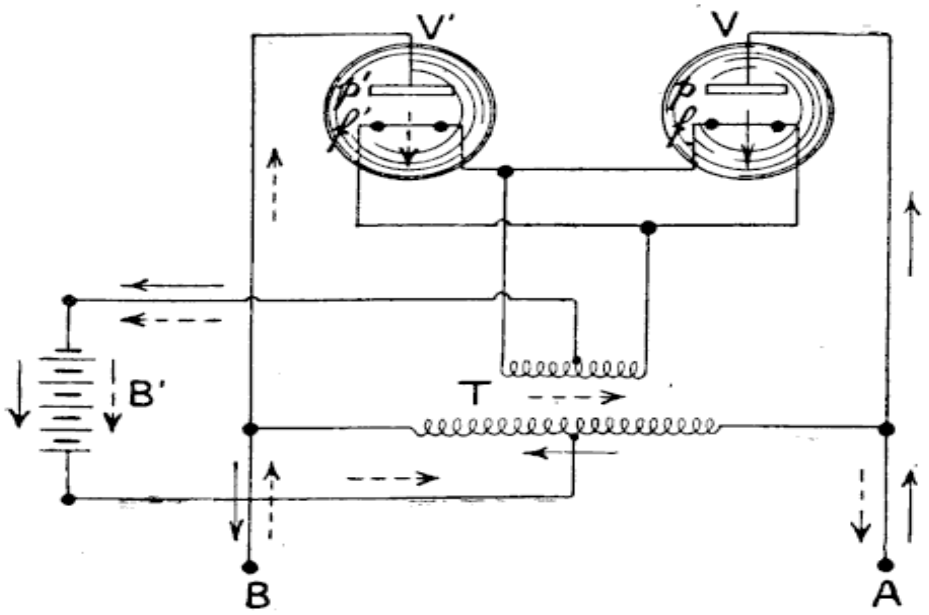


Fig. 369. — Redresseur Tungar à deux clapets.

formateur, T ; lorsque la borne, A, est positive par rapport à l'autre, B, le courant suit les flèches en trait plein, traverse la valve de droite, V, et va finalement rejoindre la borne, B après avoir chargé la batterie, B'. A la demi-période suivante, lorsque la borne B devient positive, le courant suit la direction indiquée par les flèches pointillées.

La valve Tungar est moins fragile que l'ampoule à vapeur de mercure ; la chute de tension entre électrodes est réduite à une valeur variant entre 5 et 10 volts ; enfin, elle ne se désamorce pas, si l'alimentation en courant alternatif vient à s'interrompre ; dans ce cas, dès que le réseau est rétabli, le filament se trouvant de nouveau chauffé, la valve recommence à fonctionner, sans autre intervention.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie.

Administration des P. T. T. — *Instruction n° 500-37, sur le montage et l'entretien des piles et des accumulateurs.* Paris, 1907.

Idem. — *Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux,* Paris. 1919.

Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones. Redresseurs de courants alternatifs. juin 1918, p. 339.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SIXIÈME PARTIE

ORGANES ACCESSOIRES

CHAPITRE XXXVII

ORGANES DE PROTECTION

Définition générale. — Les installations doivent être protégées contre les accidents pouvant résulter, soit des décharges atmosphériques, soit du contact accidentel des conducteurs télégraphiques avec les canalisations d'énergie qu'ils croisent. On doit donc, en principe, envisager deux catégories distinctes d'organes de protection.

On avait tout d'abord admis que la décharge atmosphérique consistait uniquement en courant instantané, de sens unique sous une tension très élevée : on pensa donc éliminer la cause d'accident en plaçant, à l'entrée des bureaux, des *paratonnerres*, constitués par des plaques ou des pointes, très rapprochées du fil de ligne et communiquant avec la terre : en cas d'orage, le courant de décharge devait trouver, à travers le mince intervalle séparant le conducteur et le paratonnerre, une issue moins résistante que le chemin normal dans les appareils. De cette conception sont nés les paratonnerres à pointes, à lame isolante, à air, à vide, etc.

On arriva bientôt à établir que les décharges atmosphériques comprennent deux phénomènes bien distincts, qui se superposent :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un courant oscillatoire, de périodes variables et très petites, et un courant de conduction, d'intensité relativement faible.

Les dispositifs de protection devaient donc comprendre deux sortes d'organes, les uns destinés à combattre les effets des phénomènes oscillatoires, les autres à protéger les appareils contre les courants de conduction : ces derniers dispositifs purent être confondus avec ceux dont le but était de protéger les installations contre les dérivations de courants industriels, l'ordre de grandeur des uns et des autres étant sensiblement équivalent.

En ce qui concerne les décharges oscillantes, extrêmement rapides, on sait qu'elles sont susceptibles de traverser une couche isolante ou un condensateur, mais qu'une self-induction très faible suffit pour leur opposer un obstacle presque insurmontable ; c'est sans doute grâce à cette circonstance que les bureaux sont rarement atteints par les décharges, alors que les lignes sont très souvent frappées, la self-induction des conducteurs suffisant pour que les effets restent localisés dans un périmètre restreint. Pour que la protection soit complète, il est donc nécessaire d'adjoindre, à l'un des paratonnerres mentionnés ci-dessus, une self quelconque. En réalité, celle du récepteur suffit, et c'est seulement aux points de jonctions entre les lignes aériennes et souterraines qu'on fait usage de la self additionnelle. Quant aux courants de conduction, le paratonnerre n'est pas en état de les arrêter totalement : il est donc nécessaire de disposer, dans le circuit, un *fusible*, dont le fonctionnement empêche ces courants de trouver une issue à travers les appareils.

Il est à peu près impossible d'obtenir des fusibles parfaitement étalonnés et fonctionnant sous une intensité inférieure à 1 ampère ; on doit cependant protéger les installations contre des courants permanents, dont le régime reste au-dessous de ce chiffre, mais qui, au bout d'un certain temps, finiraient par endommager les appareils. C'est ainsi qu'on détruit complètement un relais Baudot avec un courant de 480 milliampères, circulant pendant sept minutes, un électro-aimant Morse avec 350 milliampères pendant cinq minutes, un électro-aimant Hughes avec 220 milliampères pendant sept minutes, etc. Il a donc fallu compléter le système par une *bobine thermique* qui, placée dans le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circuit, est susceptible de s'échauffer au passage des courants qui le parcourent ; dans le cas de courant permanent, dont l'intensité serait insuffisante pour faire sauter le fusible, l'échauffement de la bobine thermique augmente progressivement et, lorsqu'il a atteint une certaine valeur, détermine la fusion d'une goutte de soudure convenablement placée : celle-ci rend alors la liberté aux pièces qu'elle retenait, et il en résulte une rupture mécanique du circuit, mettant les appareils à l'abri de la cause qui l'a elle-même provoquée.

Un autre mode de protection, d'usage courant, a été indiqué précédemment, au sujet des batteries de piles ou d'accumulateurs : c'est la *lampe à incandescence* qui, par sa résistance propre, limite le débit possible, et donne, par son allumage, l'avertissement d'une circonstance anormale. On a à choisir entre les lampes à filament en charbon et celles à filament métallique ; les premières diminuent de résistance au fur et à mesure que s'élève la température, qui provoque l'allumage, tandis que, dans le même cas, la résistance des lampes à filament métallique augmente ; par contre, les premières, lorsque leur chauffage est poussé trop loin ou dure trop longtemps, se rompent plus facilement, et font ainsi office de coupe-circuit. La préférence à donner à l'une ou à l'autre, dépend donc, tout d'abord, des conditions générales du circuit; toutefois, dans la majorité des cas, elle doit aller aux lampes à filament métallique.

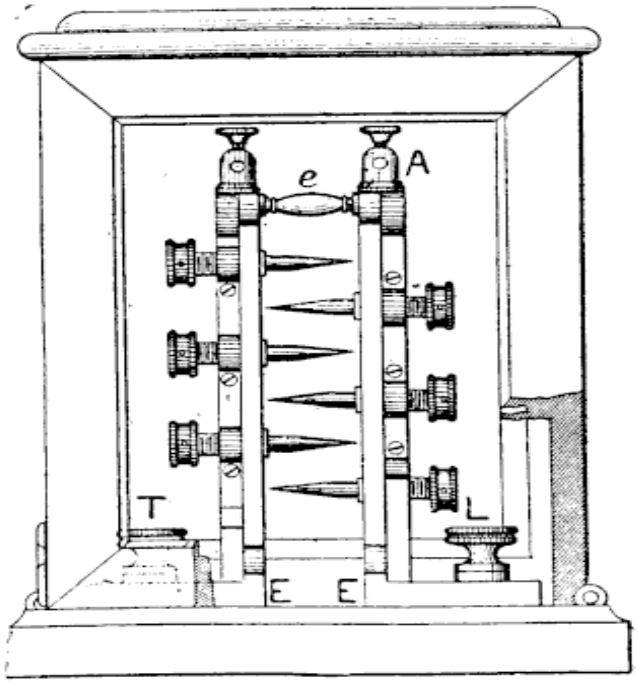


Fig. 370. — Paratonnerre à pointes mobiles.

Paratonnerre à pointes mobiles — Il se compose de deux équerres, en laiton, E et E′ (fig. 370) montées sur un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

socle en ébonite et réunies, à leur partie supérieure, par une entretoise également en ébonite, e; leur branche verticale porte des vis terminées par des pointes en platine; on enfonce les vis de manière que les pointes se trouvent à une toute petite distance des plaques (l'épaisseur d'une feuille de papier ordinaire). L'une des équerres porte une borne, L, qui reçoit le fil de ligne, et une autre, A, qui conduit aux appareils ; la borne de la seconde équerre est reliée à la terre.

Paratonnerre de Bertsch. — Dans le paratonnerre de Bertsch, les pointes, au lieu d'être intercalées, se font vis-à-vis ;

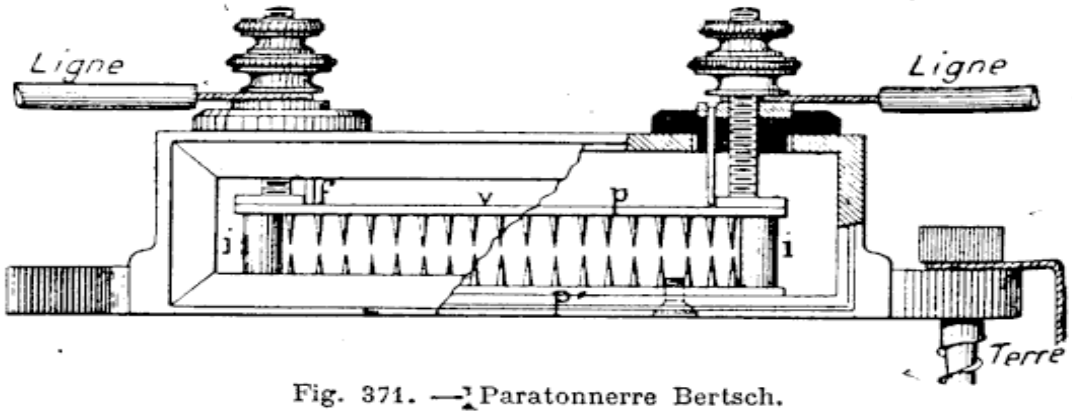


Fig. 371. — Paratonnerre Bertsch.

les deux plaques, p et p' (fig. 371) qui en portent chacune un grand nombre, sont séparées par de petites colonnes en ébonite, i; elles sont enfermées dans une boîte en fonte, qu'on relie à la terre, et qui communique avec la plaque inférieure, tandis que l'autre en est soigneusement isolée ; les parois latérales, v, sont vitrées. Ce système est employé, surtout, dans les guérites de coupures et aux points de jonction entre des sections aériennes et des sections souterraines.

Paratonnerre à charbon. — Il se compose d'un socle en laiton, S (fig. 372) relié à la terre et muni d'une tige, T ; sur cette tige, on enfile une plaque de charbon, C′, puis une lame de mica, M, percée de trous ; sur cette dernière, est placée une seconde plaque de charbon, C, munie d'une ouverture centrale assez grande pour qu'il n'y ait pas de contact avec la tige, T ; quatre autres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trous sont destinés à recevoir un nombre égal de boulons, sous les écrous desquels sont prises les communications électriques ; enfin cette plaque est séparée en deux d'un trait de scie ; le tout est serré par un écrou, taraudant sur la tige, T, et qui presse sur une plaque d'ébonite, E. Le fil de ligne et celui d'appareil sont amenés aux deux bornes qui communiquent avec l'une des moitiés du charbon C ; dans les installations téléphoniques, les bornes reliées à la seconde moitié reçoivent le fil de retour et la sortie de l'appareil ; dans les postes télégraphiques, elles pourraient rester isolées, mais il est préférable d'y amener la sortie de l'appareil et de les relier à la terre ; les décharges atmosphériques trouvent ainsi deux issues ; l'une par le charbon, C′, à travers la plaque de mica, la seconde par la décharge, d'une moitié sur l'autre, du charbon C.

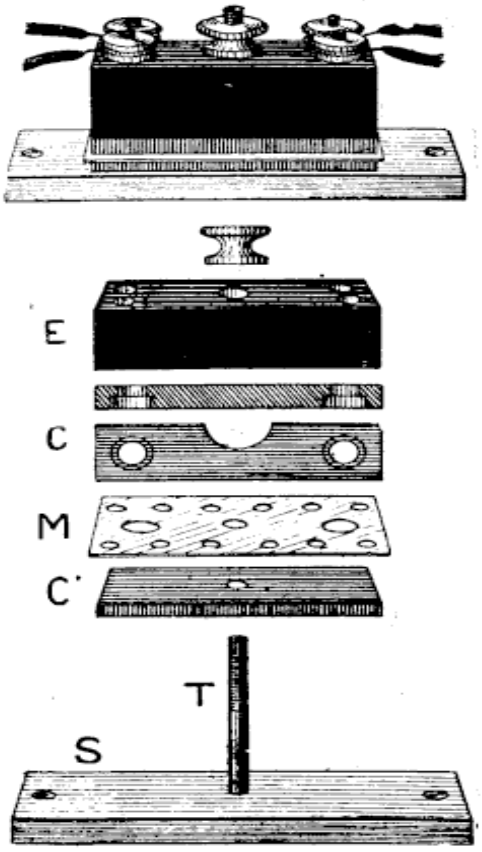


Fig. 372. — Paratonnerre à charbon.

Paratonnerre fusible. — Un petit tube de verre, V (fig. 373) porte, à chacune de ses extrémités, une douille de cuivre, D ; le fil fusible, en fer très fin, y est renfermé et est soudé, par ses deux bouts aux douilles, D ; on place les douilles dans deux griffes en laiton, communiquant chacune avec l'une des sections de la ligne ; ces griffes sont suffisamment élastiques pour qu'on puisse introduire les douilles entre leurs branches, et elles assurent une bonne communication électrique. Ce disposi-

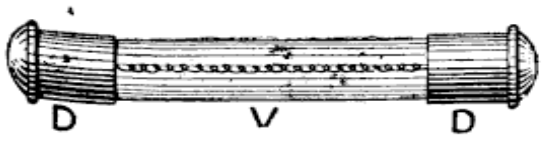


Fig. 373. — Fusible sous verre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tif permet le remplacement rapide d'un paratonnerre brûlé par un autre en bon état.

Paratonnerre à bobine. — Le paratonnerre à bobine se compose d'un cylindre formé de trois parties métalliques, isolées entre elles par de l'ébonite (fig. 374) ; ce cylindre est entaillé d'une petite gorge en hélice, dans laquelle on couche un fil de fer très fin, recouvert de soie ; ce fil, préalablement dénudé à ses deux extrémités, est serré sous deux vis à bouton, v et v' ; la bobine, ainsi constituée, est introduite dans trois supports, L, T, A (fig. 375) reliés respectivement à la ligne, la terre et l'appareil ; des vis de pression assurent la parfaite communication de chacune des parties de la bobine avec l'un des supports ; de plus un petit ergot, e (fig. 374), doit venir s'engager dans une fente, pratiquée sur le support, L : dans cette position ainsi repérée, aucune des trois vis de pression ne vient s'appuyer sur la gorge qui contient le fil préservateur.

Fig. 374. — Bobine de paratonnerre.

Celui-ci assure ainsi la communication entre L et A, tant que son enveloppe est en bon état ; si un courant d'intensité anormale vient à la traverser, la chaleur développée brûle cette enveloppe, et le métal repose à nu dans la bobine, établissant ainsi une communication avec la terre, par le support du milieu, T. Parfois même, le fil est fondu : la ligne se trouve alors isolée ou à la terre, suivant le point où a lieu la rupture.

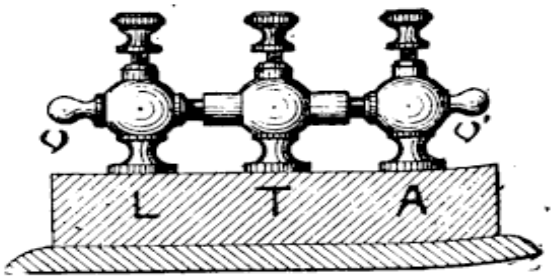


Fig. 375. — Paratonnerre à bobine.

Fusible avertisseur. — Il se compose d'un socle en ébonite, E, sur lequel sont montées deux bornes, A et B (fig. 376) ; cette dernière communique avec la ligne ou la batterie qu'il s'agit de protéger ; l'autre, A, est en relation avec l'appareil. La borne, A, est articulée sur son embase et sollicitée à basculer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à gauche par un petit ressort-lame, r ; elle est maintenue verticale par le fil fusible, f, qui a été tendu entre B et A. Dès qu'un débit anormal vient à se produire dans le circuit, le fil, f, est fondu, et la borne A, obéissant à son ressort, r, bascule, et une lame, l,

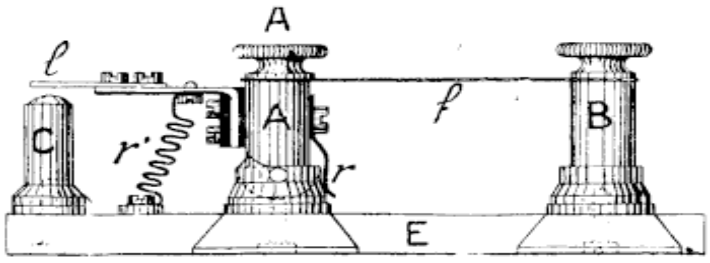


Fig. 376. — Fusible avertisseur.

vient tomber sur une colonnette, C. La lame est isolée électriquement de la borne, A, et reliée à une sonnerie par le ressort, r' ; la colonnette, C, communique, d'autre part, avec une pile appropriée, de sorte que le circuit de la sonnerie est fermé et avertit l'agent chargé de la surveillance.

Bobine thermique. — Il existe une foule de systèmes de bobines thermiques, qui ne diffèrent que par des détails d'agencement ; celle que montre la figure 377 peut servir de type. Sur la carcasse en laiton de la bobine, B, on a soudé, à l'aide d'un alliage fusible à 70° C., environ, un disque de même métal, D ;

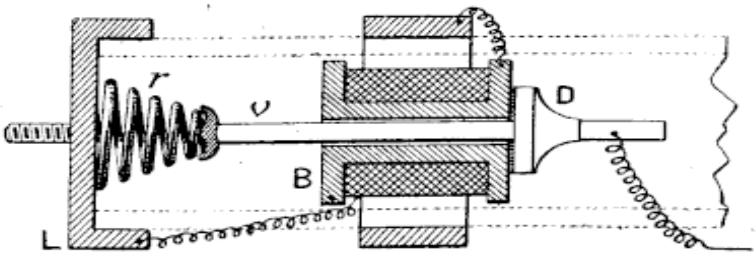


Fig. 377. — Bobine thermique.

un cylindre en matière isolante, généralement du verre, v, traverse la bobine et, sollicité par un ressort à boudin, r, appuie sur le disque, D. La ligne, amenée en L, est reliée au circuit de la bobine, B, dont l'autre extrémité est soudée à la carcasse en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

laiton; le côté appareil est en communication avec le disque, D; les courants, circulant dans le circuit, tendent à échauffer la bobine. Si une intensité excessive circule assez longtemps pour élèver suffisamment la température, la goutte de soudure, qui retient le disque, D, est fondue, et le disque, sous la pression de la tige, v, et du ressort, r, s'éloigne de la carcasse de la bobine, B : la liaison entre la ligne et les appareils est rompue.

On peut, comme dans le précédent interrupteur, placer, en regard du disque, D, un contact, et aménager l'ensemble de telle sorte que la rupture du circuit détermine la mise en action d'une sonnerie : on a alors la *bobine thermique à avertisseur*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXVIII

RÉPARTITION DES VOLTAGES

Tableaux de voltages. — Dans les très grands bureaux, il peut être nécessaire de relier la source de courant à un tableau général, formé de réglettes de cuivre posées sur un panneau incombustible, parallèlement les unes aux autres. A chaque réglette, on raccorde un fusible avertisseur de 2 A., pour protéger le conducteur aboutissant au tableau des voltages de l'une des salles.

Lorsque le courant est fourni par des piles à grand débit, les conducteurs, reliés aux pôles des batteries, aboutissent aux organes de permutation quotidiens (V. p. 468) ; dans le cas où l'on utilise directement du courant continu industriel, on peut constituer une installation de secours par des batteries, comprenant une pile positive et une pile négative. Pour les fonctions locales des installations Baudot, il suffit de monter à part deux batteries de piles de 30 volts, l'une positive et l'autre négative, et de les relier à l'entrée des lampes de sécurité à l'aide d'un commutateur Baudot (V. p. 519).

Canalisations. — Dans les canalisations principales, on emploie du fil câblé, du type industriel, de 2 millimètres au moins; l'isolement doit être de 600 mégohms, lorsque les voltages n'excèdent pas 100 ou 125 volts, et de 1 200 mégohms, pour des tensions supérieures ; ces fils sont posés sous des moulures; on peut utiliser des gaines si elles présentent les mêmes garanties que des moulures; elles sont spéciales à ces conducteurs, et les fils de polarités contraires y sont séparés les uns des autres par une cloison.

On calcule la section des conducteurs en admettant que la perte de tension, entre le compteur et le tableau des résistances

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'équilibre, ne dépasse pas 1 % du voltage : si, V, est le voltage au compteur, et, I, l'intensité totale, susceptible de traverser le conducteur, quand toutes les lignes sont en service, la résistance, R, du fil est donnée par la formule approchée :

$$R = \frac{0{,}01\ V}{I}$$

Connaissant la longueur du conducteur, la valeur de la résistance ainsi déterminée permet de trouver la section cherchée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XXXIX

RÉPARTITION DES LIGNES

GRAND BUREAU CENTRAL

Aperçu général. — L'installation intérieure d'un grand bureau central, desservant plus de deux cent vingt-quatre lignes, est établie à double fil. La ligne prend terre à l'extrémité du fil de retour, au répartiteur d'entrée. Dans certains cas, le fil de retour peut être prolongé jusqu'à la guérite de raccordement des fils aériens et souterrains, où on le met à la terre.

Les divers organes, que traversent le fil de ligne et le fil de retour, sont les suivants (fig. 378) :

Au répartiteur d'entrée. A, un coupe-circuit fusible, *c d*, de 3 ampères ;

Au tableau de coupures et d'essais, C, un jack spécial à six lames, *h* ;

Au tableau général des mutations, D, deux jacks à quatre lames ;

Au répartiteur, R, du tableau général des mutations, D, deux plots à deux vis ;

Au tableau des mutations de la salle, deux jacks à quatre lames ;

Au répartiteur, R′, du dit tableau : deux plots à deux vis ;

Au panneau situé à l'une des extrémités de la table de manipulation : deux plots à deux vis ;

Sur la table de travail : un commutateur ou une boîte d'entrée de poste, E, et l'appareil télégraphique.

Répartiteur d'entrée. — Le répartiteur d'entrée est semblable à ceux en usage dans les installations téléphoniques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

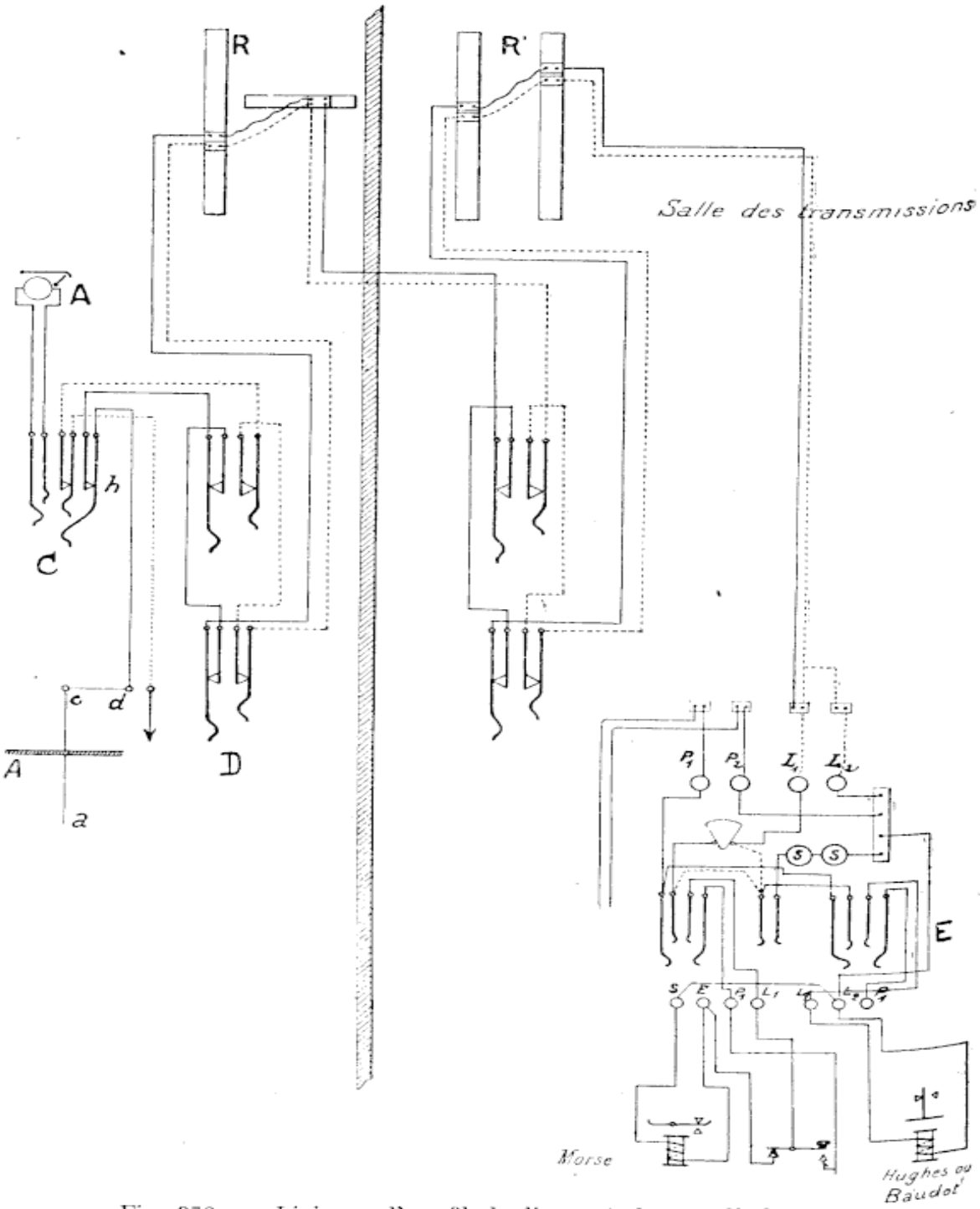


Fig. 378. — Liaisons d'un fil de ligne et de son fil de retour.

il permet de renvoyer, sur des réglettes horizontales, les lignes qui proviennent des divers câbles souterrains. Il sert de support

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à des fusibles de 2 et de 3 ampères ; il constitue aussi un

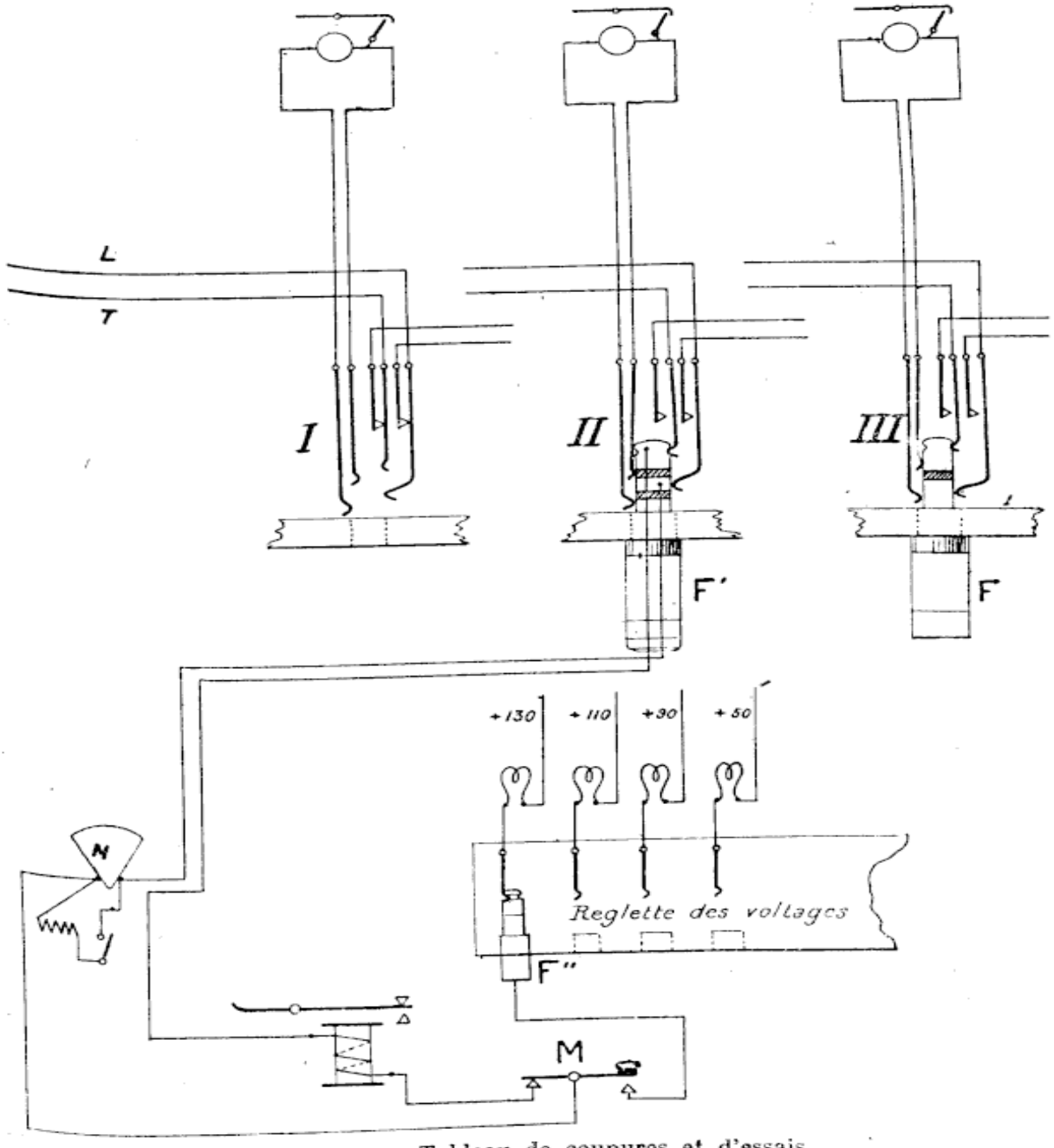


Fig. 379. — Tableau de coupures et d'essais.

point de coupure, qui permet de vérifier l'installation du bureau.

Tableau de coupures et d'essais. — Le tableau de cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pures et d'essais permet au bureau de rentrer sur chaque ligne, de la renvoyer sur un poste d'essais, et aussi d'effectuer rapidement les opérations demandées par les postes de coupures, mise à la terre, isolement, etc.

Dans ce but, un jack à six lames est embroché sur chaque fil de ligne.

Au repos (fig. 379, position 1) les deux fils de l'annonciateur

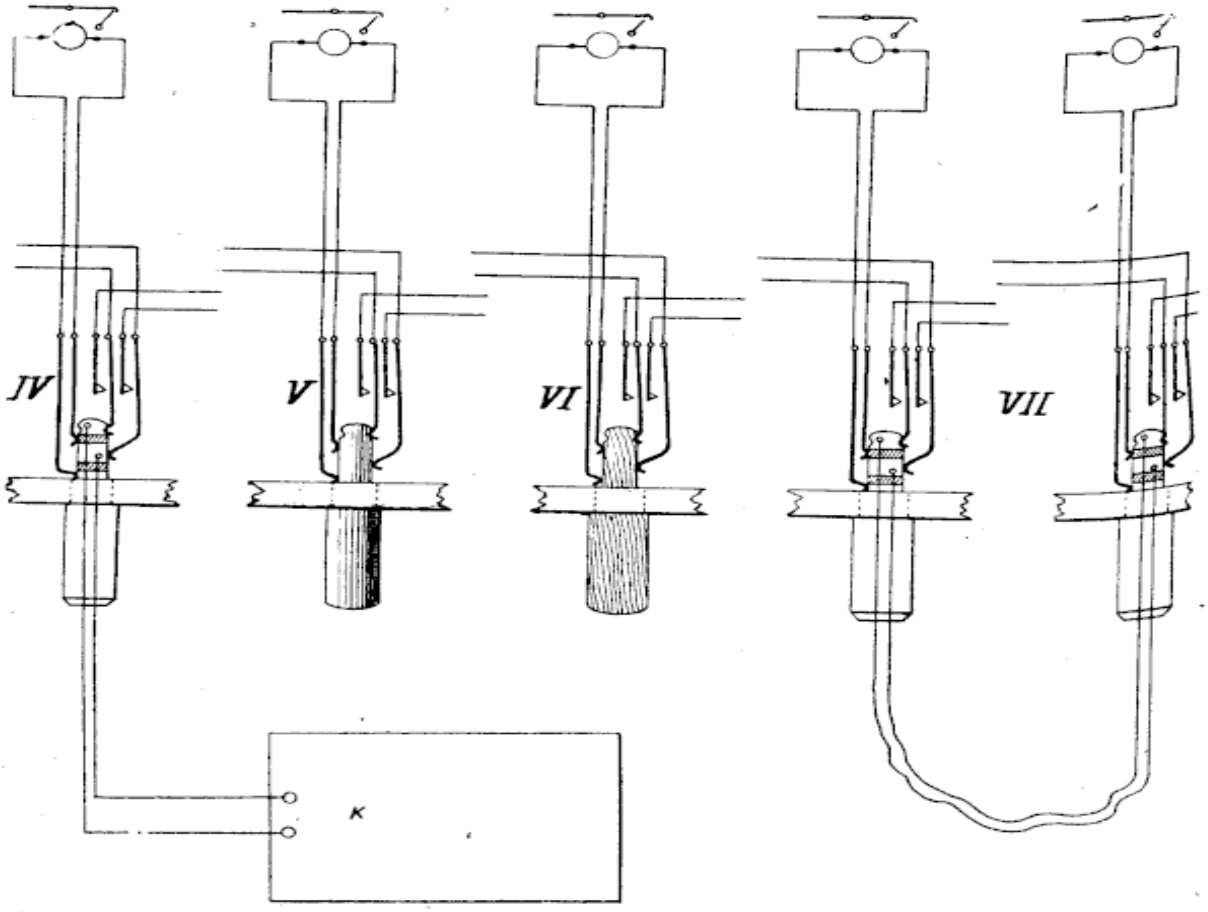


Fig. 380. — Tableau de coupures et d'essais.

sont reliés à deux des lames du jack, lesquelles sont isolées. Sur le fil de ligne sont embrochées deux ressorts-lames en contact l'une avec l'autre ; de même sur le fil de retour.

L'enfoncement d'une fiche à deux conducteurs, F′ (position II), permet de rentrer sur la ligne, c'est-à-dire de la relier à un poste Morse, M, auquel on affecte le voltage approprié en enfonçant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une fiche à un contact, F″, dans une réglette spéciale de jacks, située au-dessous des jacks de lignes.

Une fiche spéciale, F, à deux contacts, permet de relier la ligne à l'annonciateur (position III) lorsqu'on veut la tenir en observation.

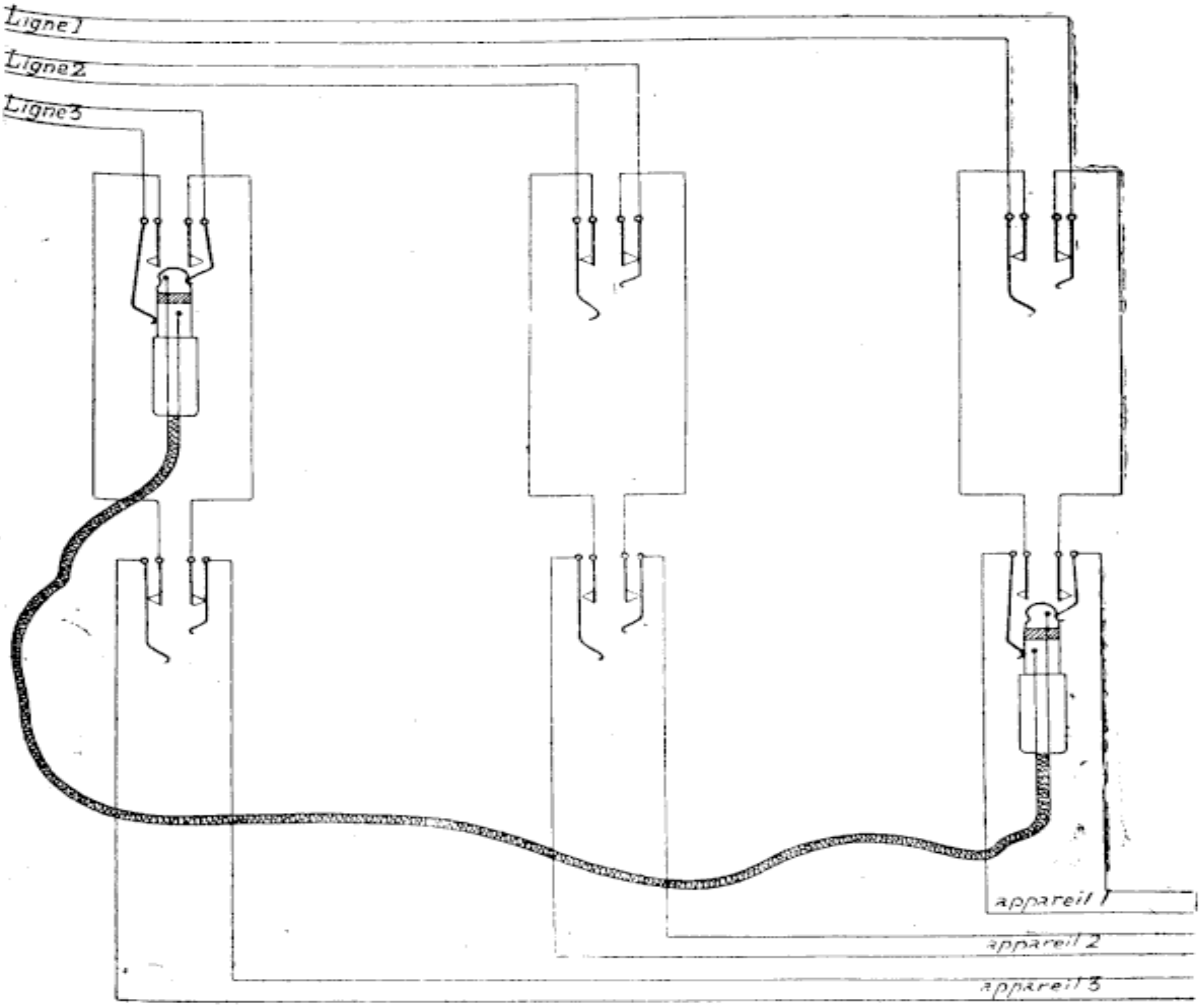


Fig. 381. — Tableau de connexions. — Mutation.

De même, il est possible (fig. 380, position IV) de relier le fil de ligne à une table de mesure.

Une fiche entièrement métallique permet de mettre le fil de ligne à la terre, en le reliant directement à son fil de retour (position V), tandis qu'une fiche en ébonite les isole (position VI).

Enfin, on raccorde une ligne à une autre en enfonçant, dans les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

jacks correspondants, deux fiches à double contact reliées par un cordon souple (position VII).

Tableaux des mutations. — Une ligne est ordinairement reliée à un appareil déterminé, dans l'une des salles de transmission ; toutefois, il peut être nécessaire de lui affecter un appa-

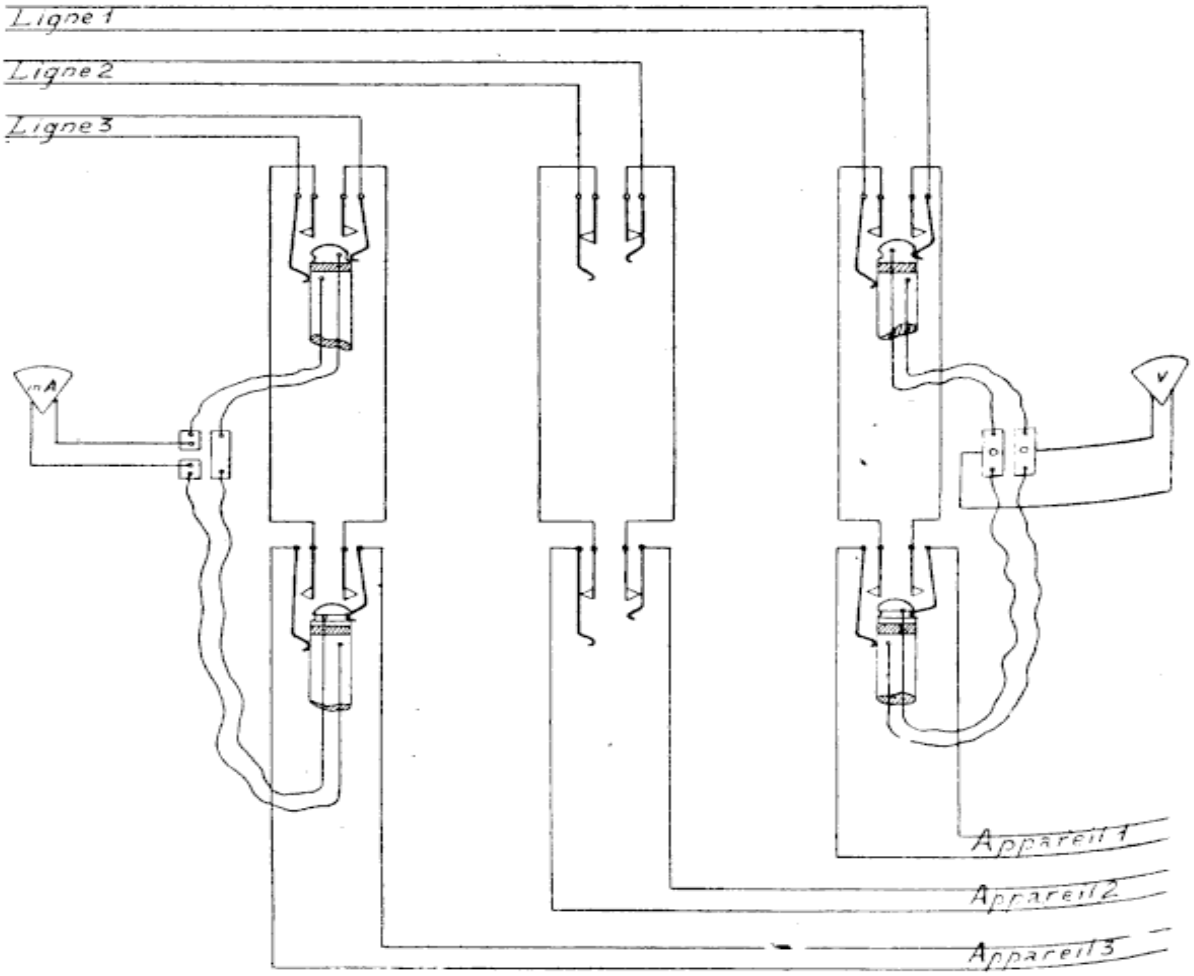


Fig. 382. — Tableau de connexions. Contrôle de l'intensité et du voltage.

reil d'une autre salle ; le *tableau général des mutations* permet, de renvoyer chaque ligne à l'une quelconque des salles, à l'aide de cordons souples à deux fiches. Dans ce but, sur chaque fil sont embrochés deux jacks à quatre lames, dont l'utilisation est indiquée plus loin (fig. 381).

Les jacks sont groupés, par bandes horizontales, sur un panneau qui porte, en outre, un milliampèremètre et un voltmètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les fiches sont rangées sur une tablette horizontale, devant le tableau.

La figure 381 montre le renvoi d'une ligne sur un appareil autre que celui auquel elle est normalement reliée. L'utilisation du milliampèremètre et du voltmètre est indiquée par la figure 382.

Dans chaque salle, des *tableaux particuliers*, agencés de façon identique, reçoivent du tableau général les différentes lignes et les renvoient, soit sur leurs appareils normaux, soit, à l'aide de fiches, sur d'autres appareils.

Répartiteurs du tableau général et du tableau des mutations d'une salle. — Lorsque des mutations doivent durer un certain temps, on évite l'encombrement de la face antérieure du tableau en les effectuant sur un répartiteur spécial. Ce répartiteur peut être monté sur la face postérieure du meuble ; on peut aussi installer un répartiteur spécial dans les mêmes conditions que pour le répartiteur d'entrée (V. p. 501).

BUREAU CENTRAL DE MOYENNE IMPORTANCE

Arrivée des lignes. — Lorsque le nombre des lignes qui aboutissent au bureau est compris entre 40 et 225, elles arrivent, généralement, par voie souterraine. Dans ce cas, le nombre des dispositifs, traversés à l'intérieur du bureau, se réduit à trois : un répartiteur d'entrée des lignes, un tableau des mutations et un répartiteur des appareils.

Répartiteur d'entrée. — La construction de ce répartiteur diffère de celle qui vient d'être décrite, en ce qu'il est extensible et formé de cadres, ou éléments, qu'on juxtapose suivant les besoins : on fixe, par exemple, quatre de ces éléments, l'un au-dessous de l'autre, sur deux supports verticaux, constitués par des fers en cornière, de 3×3. Leur ensemble forme un *montant*, d'une capacité de cinquante-six fils, dont la réglette de gauche, composée de fusibles de 3 ampères, est raccordée aux câbles extérieurs, et la réglette de droite aux câbles intérieurs, allant vers le tableau des mutations (V. fig. 383 ci-après) ; quatre montants semblables suffisent pour deux cent vingt-quatre lignes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

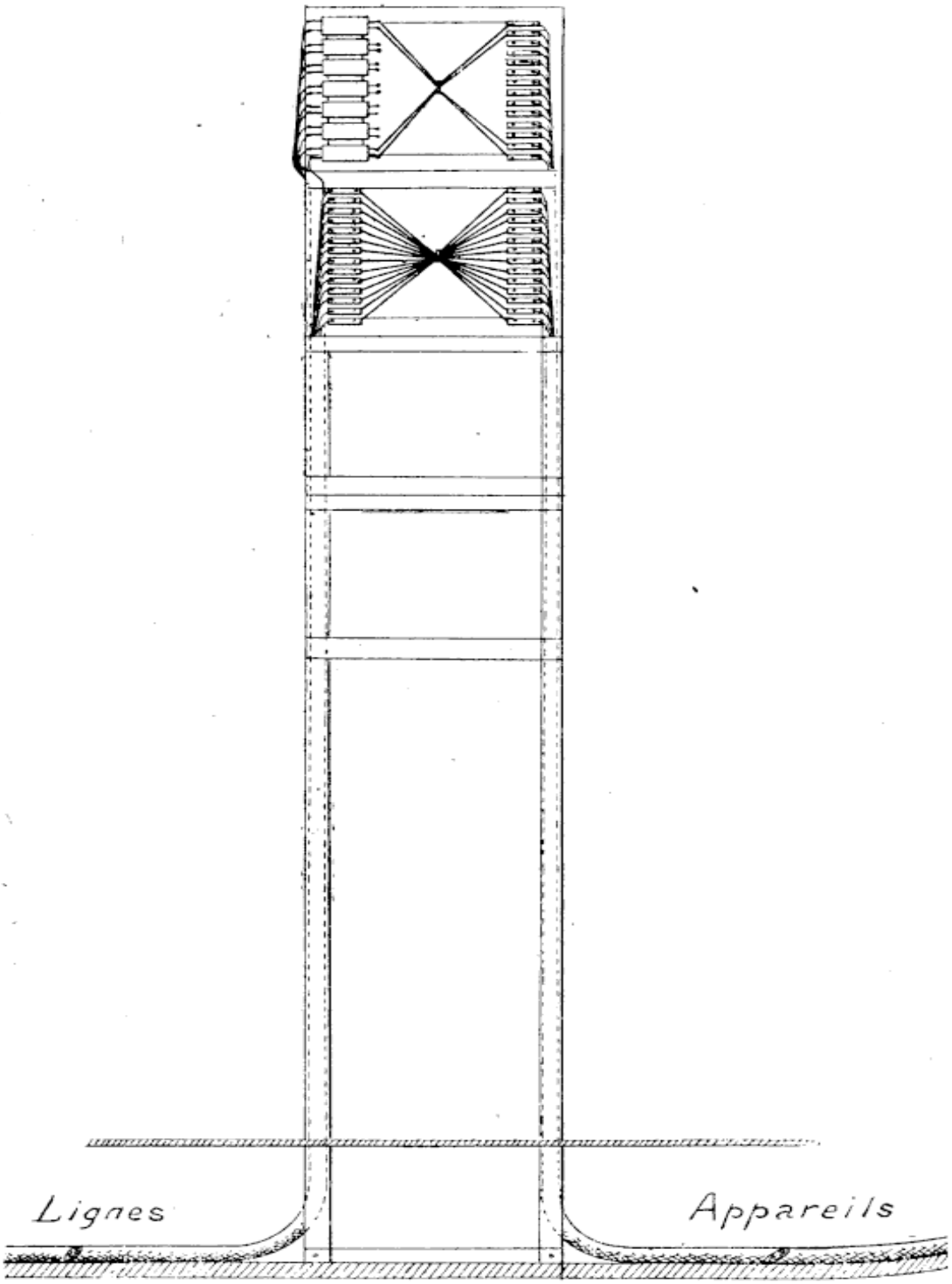


Fig. 383. — Répartiteur des appareils. — Montant vu de face.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour guider les fils mobiles, l'élément de répartiteur est muni d'une réglette verticale portant deux anneaux situés dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre : pour relier un fusible à un plot à vis du même élément, on fait passer le fil par l'anneau vertical; s'il doit, au contraire, relier un fusible d'un montant à un plot d'un autre montant, on le fait passer par l'anneau vertical de l'élément auquel appartient le plot considéré, puis, en utilisant les divers anneaux qu'il rencontre, on le fait descendre au-dessous de l'élément le plus bas du meuble, gagner horizontalement le montant auquel il doit être raccordé; puis remonter jusqu'à l'élément portant le fusible qui lui est destiné.

Tableau des mutations. — Le tableau des mutations comporte une réglette réservée pour mettre un, deux ou trois jacks avec annonciateurs, destinés au renvoi des lignes en expériences ; il présente une capacité variable, avec une ébénisterie établie pour 112 lignes, soit huit réglettes de 14 jacks doubles ; il mesure 1 mètre de hauteur, 75 centimètres de largeur et 20 centimètres d'épaisseur.

Cette réglette de conjoncteurs comprend quatorze paires de jacks, reliés l'un à l'autre par des ressorts intérieurs (V. fig. 381, p. 505).

Répartiteur des appareils. — L'élément de répartiteur des appareils sert de support aux coupe-circuit fusibles d'un ampère. Le répartiteur (fig. 383) est constitué à l'aide de montants supportant quatre éléments, les uns avec fusibles d'un ampère et les autres à plots, de la même manière que le répartiteur de lignes.

BUREAU SECONDAIRE

Répartiteur et tableau. — Lorsque le nombre des lignes n'excède pas 40, leur acheminement s'effectue souvent par voie aérienne. Chaque ligne reçoit, aussi près que possible de son entrée dans le bureau, un coupe-circuit à fusible, de 3 ampères, et un paratonnerre indépendant à pointes multiples.

On constitue le répartiteur des lignes à l'aide d'éléments, qu'on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fixe sur un montant vertical, semblable à celui décrit plus haut, et qui peut, à volonté, reposer sur le sol ou être scellé au mur, à une distance suffisante pour permettre la manœuvre des fils mobiles.

Le tableau des mutations a une capacité maxima de cinq réglettes, de chacune quatorze paires de conjoncteurs ; il est accroché au mur, à une hauteur permettant d'effectuer facilement les manœuvres. On place les deux répartiteurs de chaque côté du tableau.

Rosace. — On appelle ainsi un panneau vertical, placé à un mètre environ du mur, et sur lequel on a disposé, en un cercle,

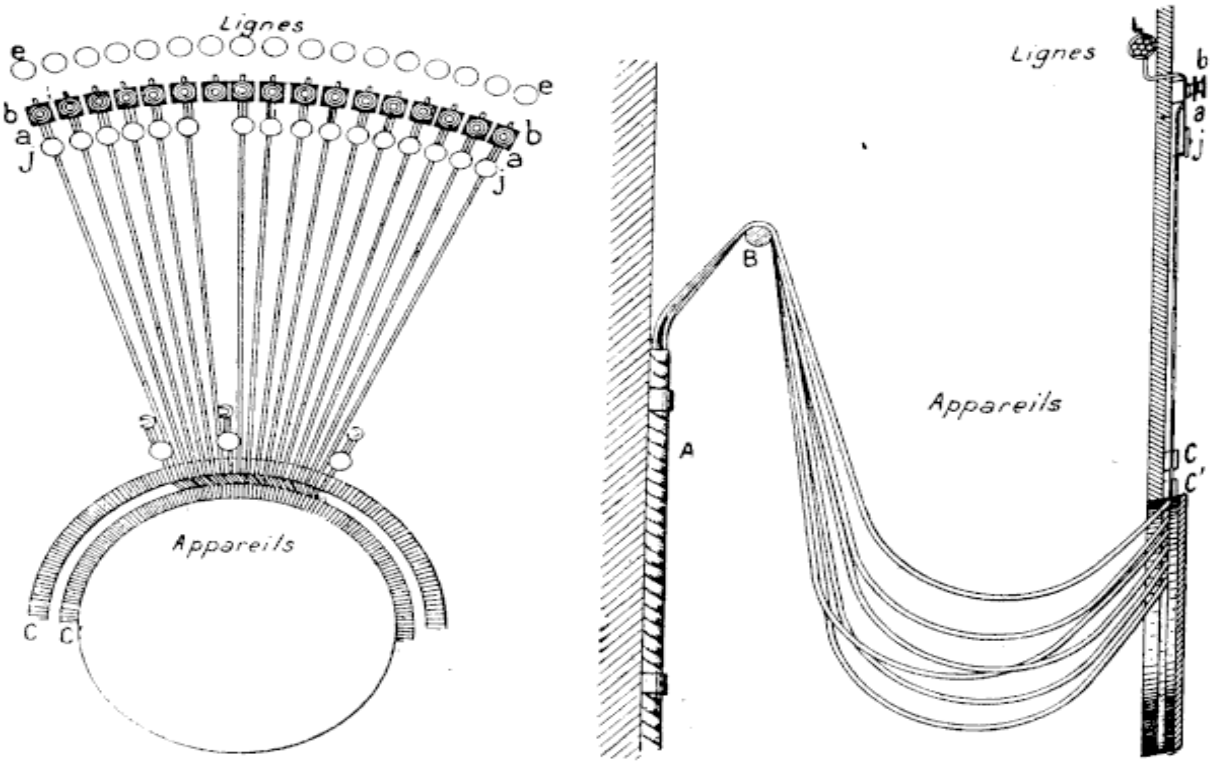


Fig. 384 et 385. — Rosace.

des bornes à contre-écrou, *b* (fig. 384) ; le câble, L (fig. 385), qui amène les lignes, est épanoui derrière la rosace, et chaque fil traverse individuellement le panneau, pour venir se rattacher, à l'aide d'une agrafe fermée, à l'une des bornes à contre-écrou ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un jeton en os, *e*, placé auprès de chaque borne, indique le numéro et le terminus opposé du fil.

Les fils du câble A, conduisant aux appareils, aboutissent en botte derrière la rosace, qu'ils traversent par un trou central ; chacun est terminé par une agrafe ouverte, *a*, sur la plaquette, *j*, de laquelle est gravé le numéro de l'appareil correspondant. Pour relier une ligne à un appareil donné, on prend l'amorce de celui-ci et on la serre sous la borne de la ligne choisie.

Lorsque les fils d'appareils ont reçu l'affectation qui convient, on évite leur enchevêtrement en les rangeant dans des rainures, C et C′, pratiquées dans le bois, sur le pourtour du trou central de la rosace.

Ce type de répartiteur tend à disparaître ; il est cependant encore en usage dans des bureaux d'importance secondaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XL

COLLECTEURS DE TERRE

Constitution des collecteurs de terre. — On constitue les collecteurs de terre avec des fils de cuivre ou, à défaut de cuivre, avec des fils de fer ; leur nombre, qui dépend de celui des conducteurs aboutissant au bureau, est indiqué dans le tableau ci-dessous :

NOMBRE DES CONDUCTEURS DE LIGNE ABOUTISSANT AU BUREAU	NOMBRE TOTAL DES FILS DU COLLECTEUR DE TERRE	
	FIL DE CUIVRE DE 2	FIL DE FER DE 4
De 1 à 4	3	3
De 5 à 10	3	7
De 11 à 20	7	14
De 21 à 30	10	21
De 31 à 40	14	28
De 41 à 50	17	35
De 51 à 60	21	42
De 61 à 70	24	49
De 71 à 80	28	56
De 81 à 90	31	63
De 91 à 100	35	70

On toronne les fils par groupes de trois, et l'on place ces torons sur un même plan, les uns à côté des autres, de manière à constituer une sorte de ruban plat, et en évitant les coudes brusques. Tous les 5 mètres, au moins, on relie les torons au moyen d'une ligature fortement soudée. Autant que possible, chacun des fils du collecteur doit être d'un seul bout ; si l'on est obligé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'employer plusieurs longueurs, on soude ou l'on brase les bouts, en ayant soin de faire chevaucher les points de raccord.

On termine le collecteur par une plaque métallique de large surface, reposant au fond d'un puits ou d'une nappe d'eau intarissables. Dans le cas d'un puits utilisé pour l'alimentation, la plaque de terre ne doit pas être en cuivre, mais en fer galvanisé ; dans les autres cas, on emploie de préférence du cuivre. La partie du collecteur de terre qui est en contact avec l'eau ou le sol humide, doit être du même métal que la plaque ; cette partie du collecteur est rivée et soudée à la plaque.

A défaut de ces prises de terre, on creuse dans le sol un trou d'une profondeur suffisante pour atteindre, sinon une nappe d'eau, du moins un terrain qui conserve l'humidité.

On établit le collecteur de terre aussi loin que possible des conduites de gaz, des conducteurs industriels d'énergie électrique, des rails de tramways électriques, et des conducteurs de paratonnerres d'édifices.

On n'établit qu'une seule prise de terre, et on l'utilise à la fois pour les fils aériens, les fils souterrains, et les piles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLI

COMMUTATEURS

Commutateur bavarois.— Le commutateur bavarois, représenté sur la figure 386, permet de renvoyer une ligne sur l'une ou l'autre de deux directions; il est constitué par trois plots en laiton, fixés sur un socle en ébonite; le plus grand de ces plots communique avec la ligne; les deux autres peuvent être reliés respectivement à la sonnerie et à l'appareil; une fiche métallique, terminée par une poignée en ébonite, est enfoncée entre le plot principal et l'un des plots secondaires.

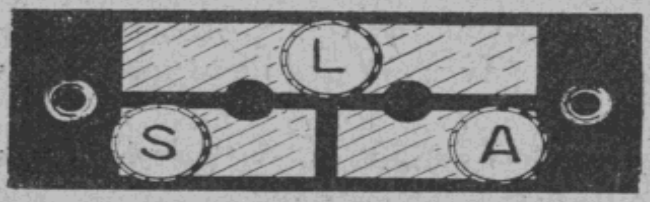


Fig. 386. — Commutateur bavarois à deux directions.

Dans le commutateur bavarois à quatre directions, la communication principale est amenée au plot placé à la partie médiane, les quatre petits plots peuvent être réunis, soit au plot principal, soit entre eux, deux à deux.

Commutateur rond.—Au centre d'un disque en bois est montée, sur un pivot, une manette composée d'une poignée, P(fig. 387), en corne ou en ébo-

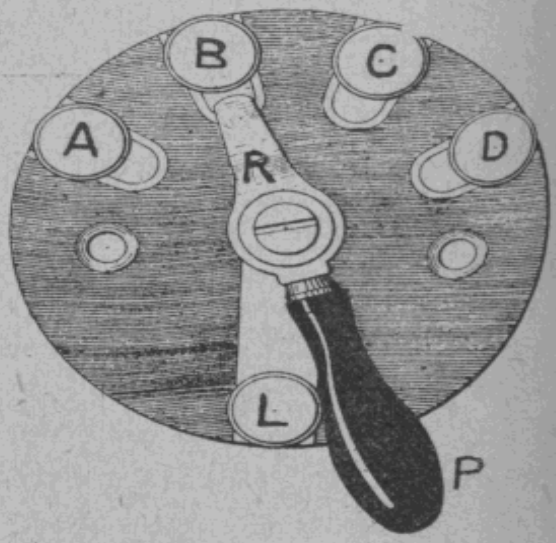


Fig. 387. — Commutateur rond.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nite, et d'une partie recourbée en laiton, R. Le pivot est relié, à l'aide d'une lame métallique, L, à une borne, à laquelle on attache le fil de ligne ; on peut amener la partie recourbée, R, sur l'un quelconque des plots, A, B, C, D, implantés dans le disque, et auxquels sont rattachées les communications convenables.

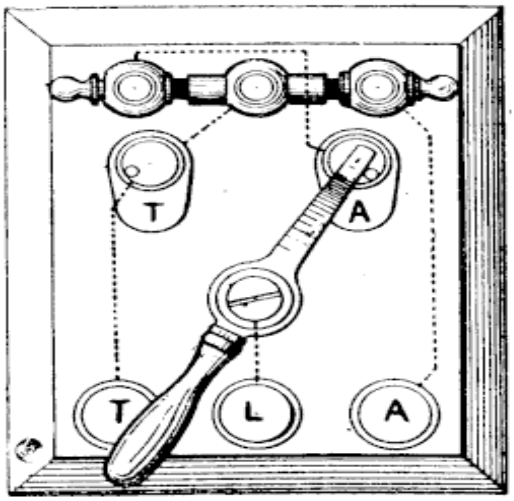


Fig. 388. — Commutateur à paratonnerre, pour entrée de poste.

Commutateur d'entrée de poste. — Les trois bornes, A, L, T, reçoivent respectivement les fils d'appareil, de ligne et de terre. La position normale est celle qu'indique la figure 388 ; les courants venant de la ligne arrivent à la borne L, à l'axe de la manette, au plot *a*, traversent la bobine du paratonnerre et sortent par la borne A, pour se rendre à l'appareil. En cas d'orage violent, il suffit de tourner la mannette, et de l'amener sur le plot T : la ligne est ainsi mise directement à la terre.

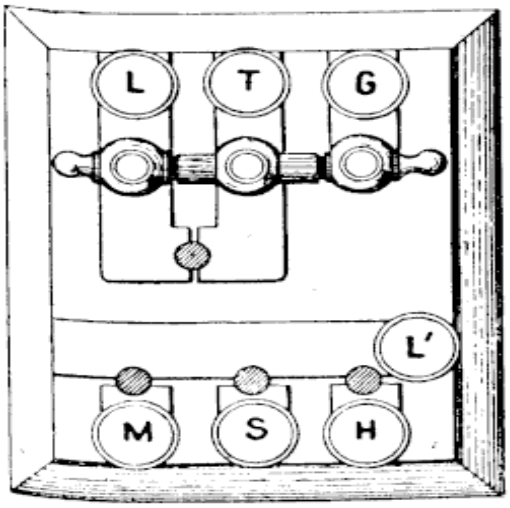


Fig. 389. — Commutateur à paratonnerre Delâtre.

Commutateur Delâtre. — Sur un même socle en bois sont réunis un paratonnerre à bobine et un commutateur du genre bavarois ; les courants, après avoir traversé le paratonnerre et un galvanoscope relié à la borne G (fig. 389), arrivent à une plaque, L′, qu'à l'aide d'une fiche, on peut relier à l'un quelconque des trois plots, M, S, H, communiquant respectivement au Morse, à la sonnerie et au Hughes. Les plots L et T du paratonnerre peuvent être réunis à l'aide de la même fiche : on met ainsi la ligne directement à la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Commutateur Blanchon. – Sur un socle en ébonite sont montées quatre paires de griffes en bronze, G et G′ (fig. 390); à la partie médiane est articulé, en O, un levier, L, portant deux douilles en laiton isolées l'une de l'autre; dans la position indiquée par la figure, ces douilles réunissent métalliquement, deux à deux, les paires de griffes, G′; en faisant pivoter le levier de 180°, on réunirait de même les griffes G. Un autre modèle comporte quatre paires de griffes de chaque côté.

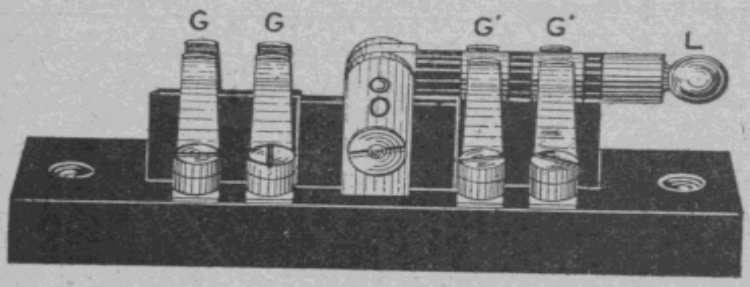


Fig. 390. — Commutateur Blanchon.

Boîte d'entrée de poste, modèle de 1913. — Cette boîte

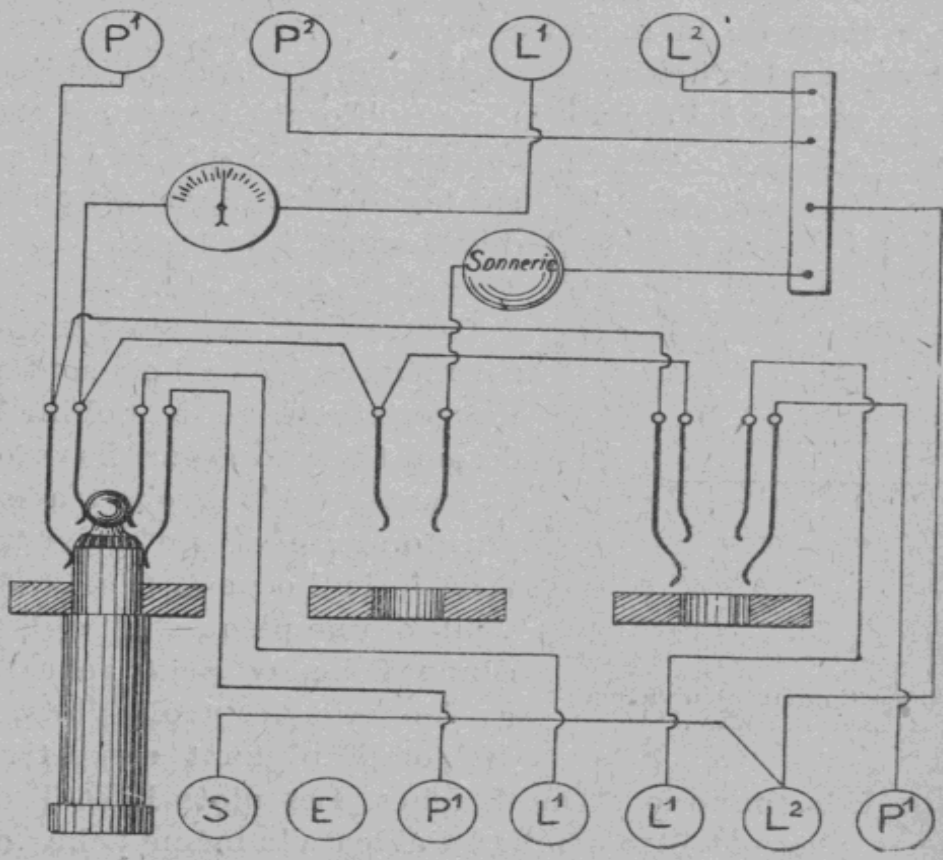


Fig. 391. — Boîte d'entrée de poste.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

renferme un commutateur, une sonnerie et un petit milliampèremètre, à zéro médian, gradué de chaque côté de 0 à 40; elle est agencée pour les installations à double fil.

A la partie arrière du socle se trouvent quatre bornes, recevant de l'extérieur les deux fils de pile, P^1, P^2 (fig. 391) et les deux de ligne, L^1, L^2; à l'intérieur, ces bornes communiquent avec les ressorts de trois conjoncteurs, correspondant respectivement, de gauche à droite, au Morse, à la sonnerie et au Hughes. La fiche, qu'on enfonce dans ces conjoncteurs, est sans cordon et constituée uniquement par une tête et un anneau métallique, isolés l'un de l'autre, et qui réunissent les ressorts deux à deux. Lorsque la fiche est enfoncée dans le conjoncteur de Hughes ou de Morse, la pile et la ligne sont renvoyées aux bornes correspondantes de l'avant; la ligne L^2 est reliée à la « barre de retour commun », à laquelle est rattaché également le fil de retour, P^2, de la pile. Lorsqu'on met la fiche dans le conjoncteur du milieu, la ligne n° 1 est reliée à l'entrée de la sonnerie; la pile est alors isolée.

Inverseur à fiche, de Bourseul. — Une plaque carrée, en laiton (fig. 392) a été découpée, suivant les diagonales, en 4 plots

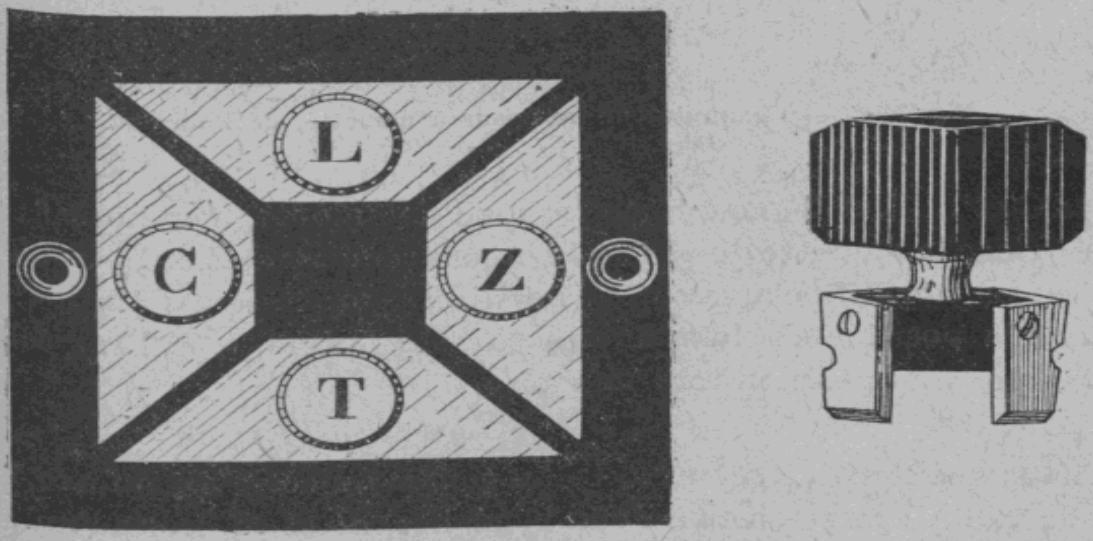


Fig. 392 et 393. — Commutateur inverseur à fiche, de Bourseul.

fixés sur un socle d'ébonite; à deux plots opposés, on amène les deux pôles de la pile, aux deux autres, la terre et le fil qui va à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil ; une fiche, constituée par une sorte de fourche en laiton et munie d'une poignée en ébonite (fig. 393), peut s'enfoncer à la fois dans les deux parties d'une même diagonale, et réunir les plots deux à deux. Si l'on place cette fiche dans la diagonale qui descend de gauche à droite, on met le zinc à la terre et le cuivre au manipulateur et inversement.

Inverseur à manette, de Bourseul. — Sur l'axe de la manette (fig. 394) est monté un disque en ébonite, *d*, portant deux secteurs en laiton, *s* et *s'*, terminés par deux saillies ; suivant la position qu'on donne à la manette, ces secteurs réunissent les res-

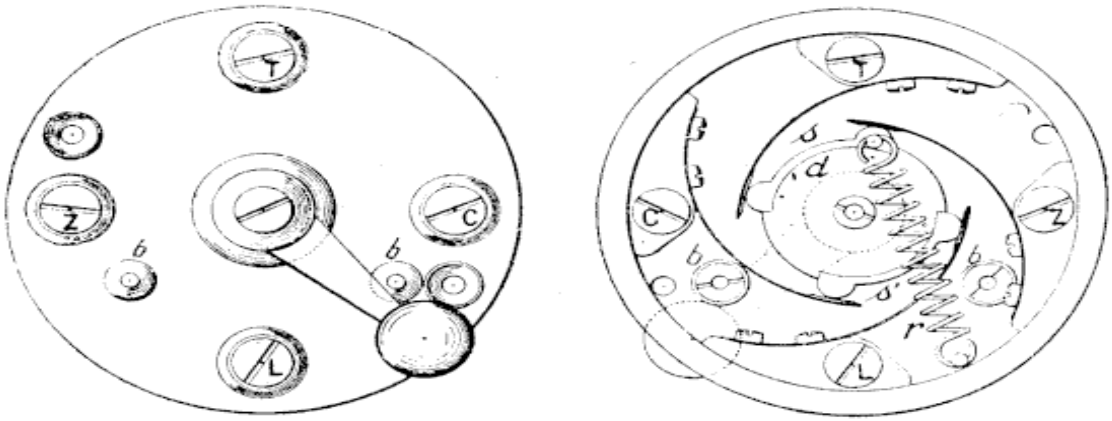


Fig. 394. — Commutateur inverseur à manette, de Bourseul.

sorts C et L, Z et T, ce qui correspond au montage en positif ; si on déplace la manette de 45°, les secteurs réunissent Z et L, C et T : on est en négatif. Un ressort à boudin, *r*, solidaire du disque, *d*, assure la position de la manette sur ses butées, *b*, et l'empêche d'occuper une position intermédiaire.

Inverseur des Ateliers. — Au centre du socle est un axe, T, supportant deux ressorts à deux branches, *ab* et *cd*, isolés l'un de l'autre : une poignée, M, permet de les manœuvrer. Dans la position de la figure 395, le cuivre, C, est à la terre, T, par le ressort *ab* et le zinc, Z, à la ligne, L, par *cd* : en faisant tourner la poignée d'un quart de tour : on réunit C et L, Z et T.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Commutateur multiple, de Baudot. — Un cylindre de buis (fig. 396), mobile autour de son axe, et qu'on peut déplacer à l'aide d'une manette, M, est percé d'un certain nombre de trous diamétraux, dans chacun desquels est engagé un goujon métallique; chaque goujon est formé de deux parties, G et T, enfilées l'une sur l'autre, et qu'un ressort à boudin, R, tend à écarter ; dans ces

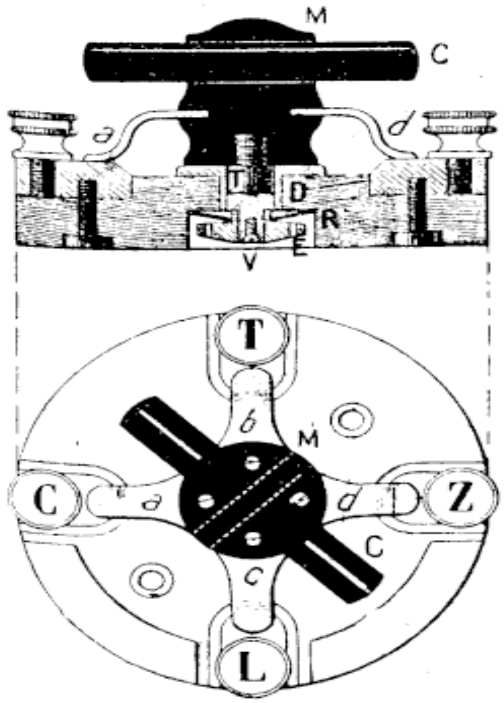


Fig. 395. — Commutation-inverseur des Ateliers.

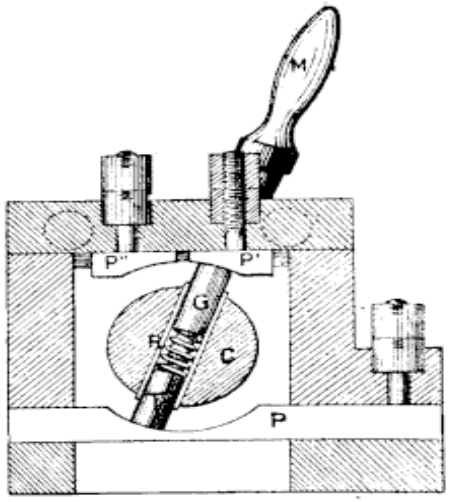


Fig. 396. — Commutateur multiple de Baudot.

conditions, la partie inférieure, T, s'appuie sur une lame, P, entaillée d'une concavité concentrique à l'axe du cylindre : l'écartement de la partie supérieure, G, est limité par l'un ou l'autre de deux plots, P′ ou P″, sur lesquels elle peut s'appuyer. Les trois plots sont solidaires chacun d'un écrou, placé en dehors de la boîte ; les communications extérieures sont serrées sous ces écrous. On peut ainsi effectuer, par un seul mouvement de la manette, un nombre de commutations égal à celui des goujons qui traversent le cylindre de buis, soit 3, 5, 7, 10 ou 15, suivant les modèles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLII

GALVANOSCOPES. — SONNERIES

Galvanoscope horizontal. — Sur un socle en bois est fixé un cadre de buis, C (fig. 397), sur lequel est enroulé le fil conducteur isolé à la soie (4 couches de 12 spires de fil de 44/100e de millimètres, représentant une résistance de 8 à 10 ohms) ; au centre du cadre est l'aiguille aimantée, *a*, montée, par une chape en agate, sur une pointe en acier trempé, très aiguë; perpendiculairement à cette aiguille en est une autre, *i*, en clinquant de cuivre jaune, qui, solidaire de la première, se déplace sur un limbe gradué.

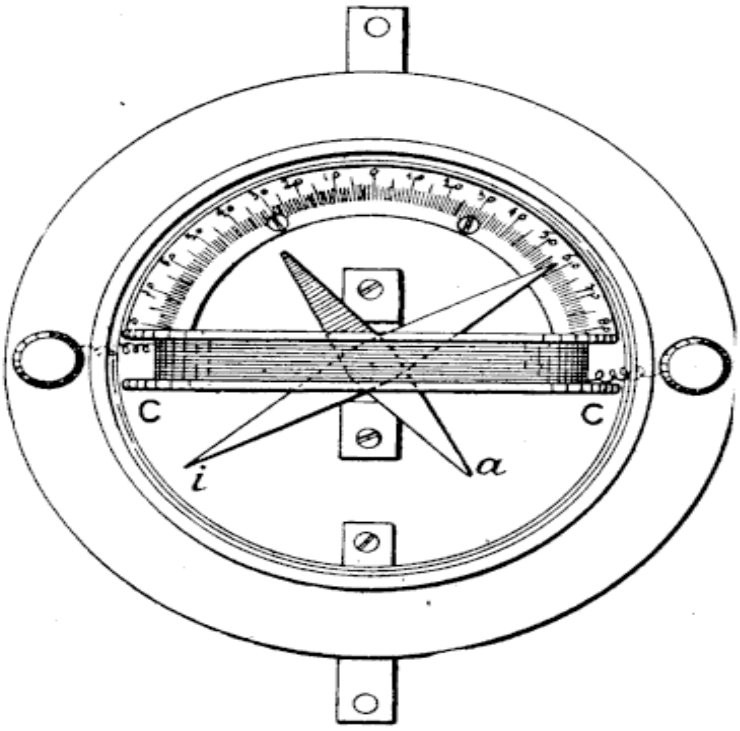


Fig. 397. — Galvanoscope horizontal.

Galvanoscope vertical. — La nécessité d'orienter le galvanoscope horizontal rend son emploi impraticable dans les postes mobiles, par exemple; on emploie alors le galvanoscope vertical, formé de deux cadres galvanométriques, C et C′ (fig. 398), entre lesquels est placé l'axe qui supporte l'aiguille aimantée et l'aiguille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indicatrice, i; afin de maintenir le système au zéro, lorsqu'aucun courant ne parcourt les cadres, on a placé, derrière la première, un petit *aimant directeur*, dont le pôle nord est en face du pôle sud de l'aiguille, et réciproquement; un verrou extérieur, v, permet de le déplacer, pour le réglage de la position de l'aiguille indicatrice au repos ; une fourchette, f, manœuvrée par un bouton extérieur, t,

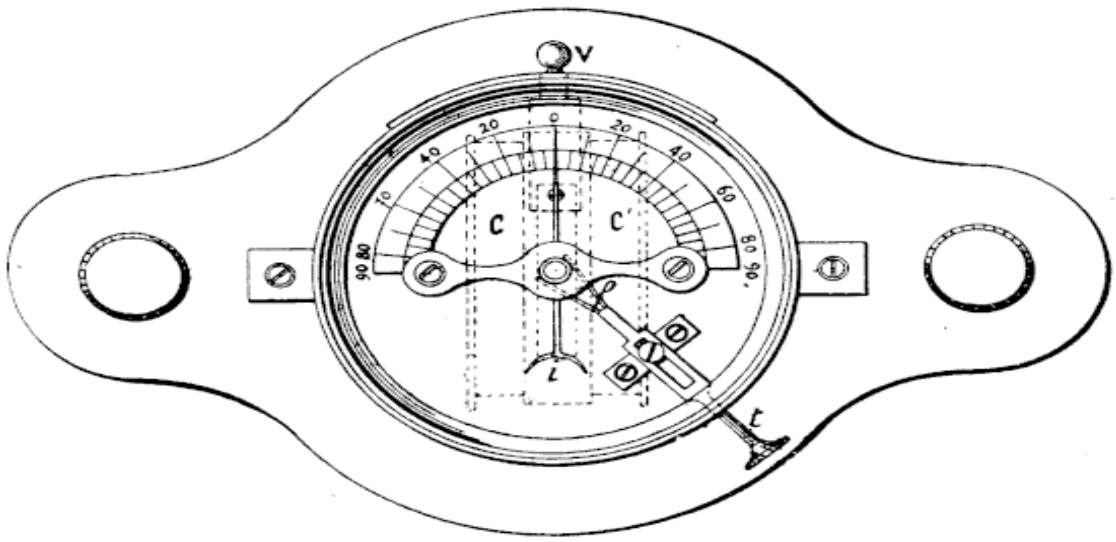


Fig. 398. — Galvanoscope vertical.

peut agir par pression sur l'axe de l'aiguille et l'immobiliser, si on vient à transporter le poste.

Il est moins sensible que le galvanoscope horizontal ; on a compensé le frottement sur l'axe horizontal en multipliant le nombre des spires de fil sur les cadres : on est arrivé ainsi à une résistance de 500 ohms. On met l'instrument hors circuit tant qu'on n'a pas besoin des indications qu'il peut fournir ; à cet effet, les bornes d'entrée et de sortie sont reliées à deux plots d'un petit commutateur bavarois, qu'on peut réunir par une cheville en laiton.

Sonnerie de poste. — L'électro-aimant et son armature sont enfermés dans une boîte en bois, portant, sur les côtés, deux bornes, L et T, reliées respectivement à la ligne et à la terre (fig. 399) ; l'électro-aimant, placé horizontalement, se compose de deux bo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bines ayant, chacune, une résistance de 250 ohms, soit 500 au total. L'armature, A, verticale, est maintenue par un ressort-lame, R, fixé sur un plot en laiton, P, et qui joue, en même temps, le rôle de ressort antagoniste ; elle porte un autre ressort plus flexible, *r*,

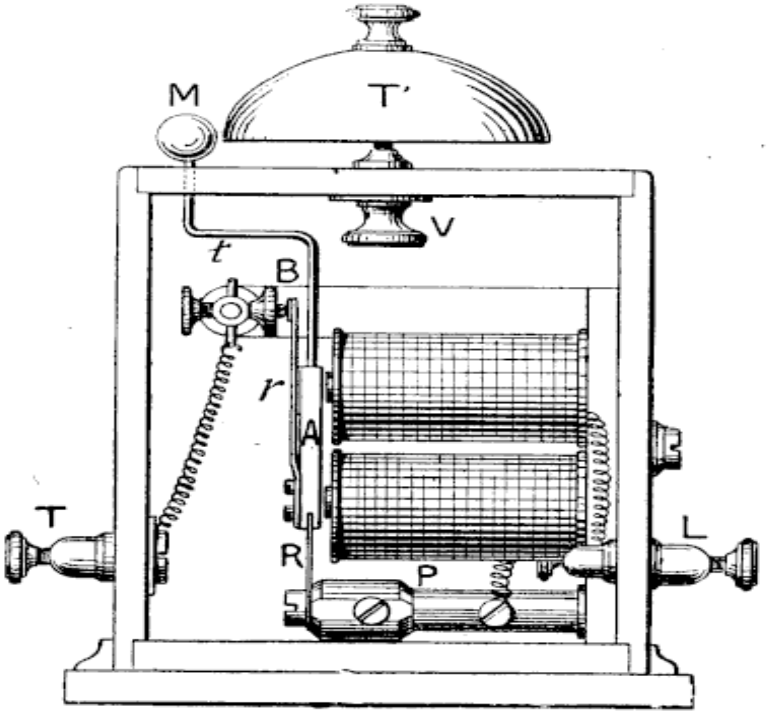


Fig. 399. — sonnerie de poste.

qui s'appuie sur une butée réglable, B ; enfin, l'armature porte une tige coudée, *t*, et un marteau, M ; le timbre, T', est monté sur une petite colonnette, mobile latéralement dans une glissière pratiquée dans le bois de la boîte, et qu'on fixe au moyen d'une vis, V, lorsqu'on a donné au timbre la position qui convient.

Sonnerie de facteur. — Utilisée dans les localités peu importantes où le facteur distributeur de dépêches ne se tient pas en permanence au bureau télégraphique (V. p. 532) ; consiste en une sonnerie d'appartement, dont la résistance ne dépasse pas 50 ohms, et munie d'un paratonnerre, la ligne étant presque toujours aérienne. Le paratonnerre consiste en une plaque de cuivre, intercalée entre la ligne et la sonnerie, et un peigne de même métal, relié à la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bouton d'appel. — Le bouton d'appel, placé au bureau, est représenté sur la figure 400 ; sur un socle en ébonite sont montés trois plots en laiton ; dans celui de gauche, L, est encastré un ressort-lame, en acier trempé, R, terminé par un bouton de corne, B ; à l'état de repos, le ressort s'appuie sur un plot, I ; lorsqu'on presse sur le bouton, on prend contact avec le plot, P, relié à la pile ; la ligne étant rattachée au plot L, un courant est envoyé et actionne la sonnerie du facteur.

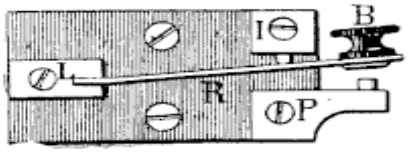


Fig. 400. — Bouton d'appel

Sonnerie polarisée Mutel. — La culasse, C (fig. 401), de l'électro-aimant porte trois tiges en fer doux ; celle du milieu est nue, les deux autres constituent les noyaux des bobines ; l'enroulement est tel que le courant développe la même polarité aux extrémités des noyaux et un pôle contraire dans la tige nue. Entre celle-ci et chacun des deux noyaux sont placées les deux branches d'un petit aimant en fer à cheval, A, pivotant autour de son point neutre et solidaire du marteau, M, de la sonnerie ; deux ressorts-lames, dont l'un, *r*, forme antagoniste et l'autre, *r'*, trembleur, suivent également les mouvements de l'aimant ; si le courant parcourt les bobines dans la direction convenable, la sonnerie fonctionne en trembleur ordinaire ; dans le cas contraire, l'aimant reste seulement plus fortement maintenu dans la position de repos. Les vis *v* et *v'*, servent de butées aux branches de l'aimant permanent, A. On les règle de manière à ménager un entrefer suffisant pour que les collages soient évités.

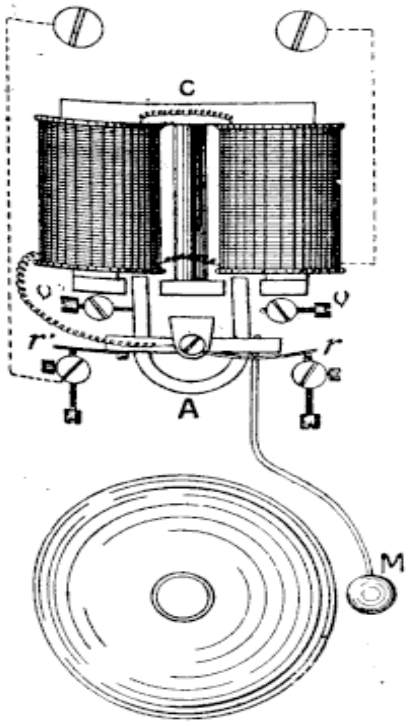


Fig. 401. — Sonnerie polarisée Mutel.

Cette sonnerie permet la suppression du « rappel par inversion de courant » dans les installations de postes échelonnés (V. p. 530).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Bibliographie.

Administration des P. T. T. — *Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux*. Paris, 1919.
Montillot. — *Télégraphie pratique*. Paris, 1898.
Tongas. — *Installations télégraphiques*. Paris, 1913.
E. Montoriol. — *Guide pratique du télégraphiste*. Paris, 1910.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SEPTIÈME PARTIE

MONTAGE DES POSTES

CHAPITRE XLIII

POSTES MORSES POUR LIGNES SIMPLES

Poste Morse simple. — La figure 402 montre l'agencement d'un poste Morse destiné à desservir une seule ligne simple, et

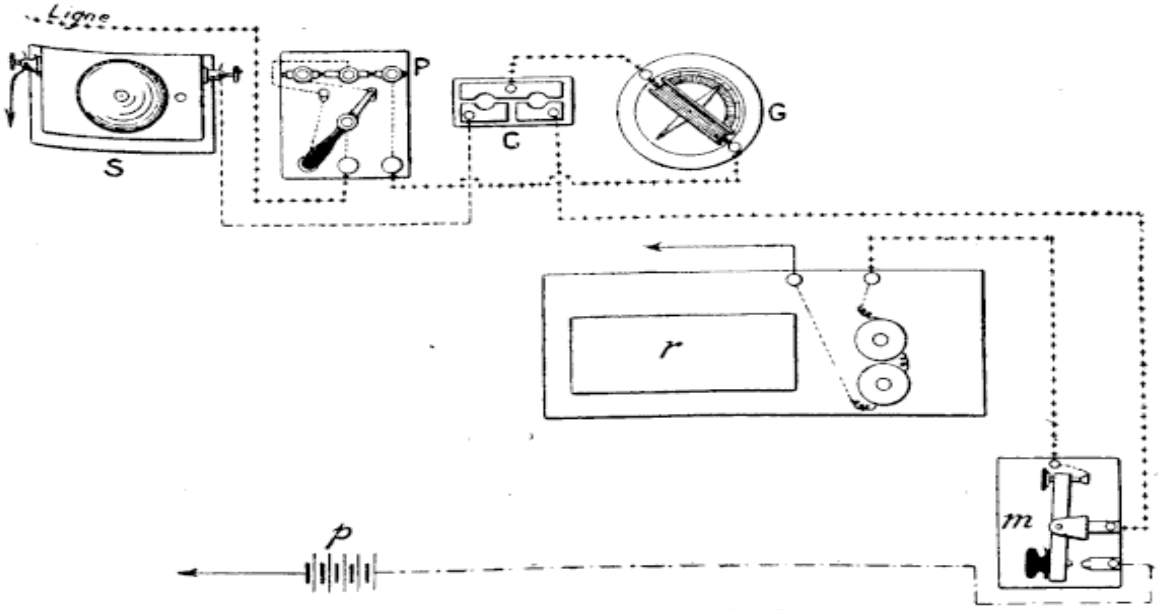


Fig. 402. — Poste Morse simple.

complète le schéma de principe donné plus haut (V. fig. 5, p. 12).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce poste comprend : un commutateur avec paratonnerre, P, un galvanoscope, G, un commutateur bavarois, C : si la fiche de celui-ci est sur le plot de gauche, la ligne est reliée à la sonnerie, S; si la fiche est sur le plot de droite, la ligne est renvoyée au manipulateur, dont la butée d'arrière communique avec l'entrée des bobines du récepteur, *r*.

Poste Morse à deux directions. — On peut desservir deux lignes à l'aide d'un seul appareil, que l'on utilise successivement avec chacune d'elles. On emploie alors le montage indiqué par la figure 403 : le pivot du manipulateur, *m*, communique, à travers le

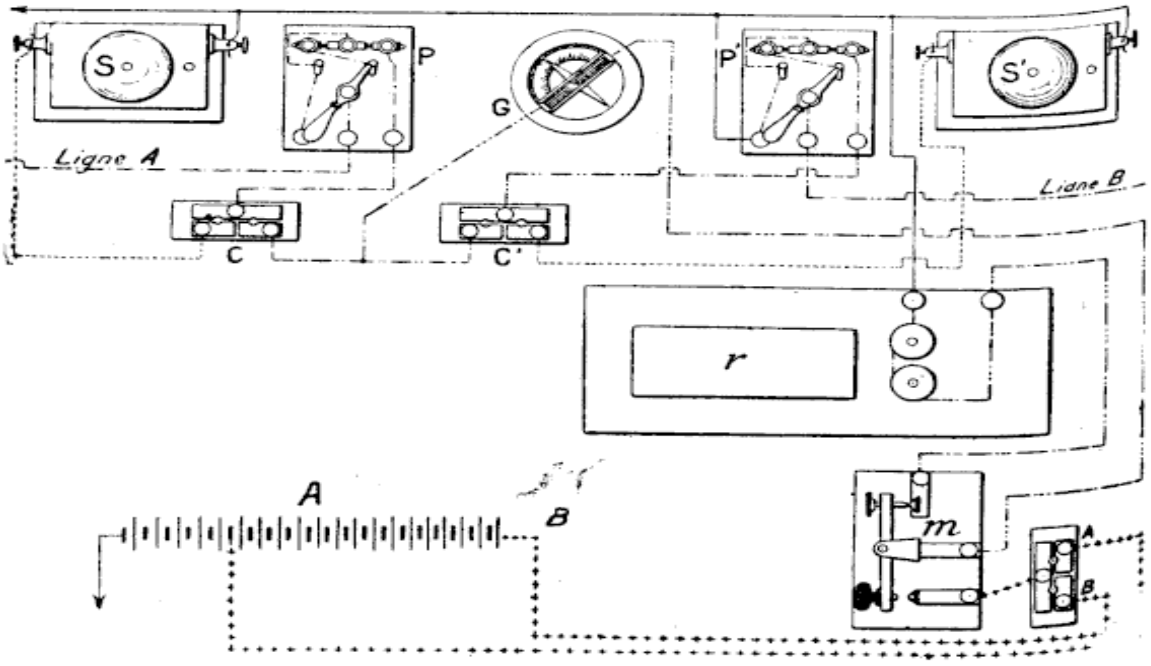


Fig. 403. — Poste Morse pour deux lignes.

galvanoscope, G, avec la borne « appareil » de deux commutateurs, C et C′, reliés chacun à l'une des lignes, de façon identique à celle du poste simple décrit ci-dessus : on peut ainsi mettre, à volonté, l'une sur appareil et l'autre sur sonnerie, ou encore les deux dans cette dernière position.

Poste Morse à quatre directions. — On réalise également des installations Morse pour quatre lignes : les différentes liai-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sons s'effectuent à l'aide de deux commutateurs bavarois à quatre directions, qui permettent de renvoyer chacune des lignes, soit sur

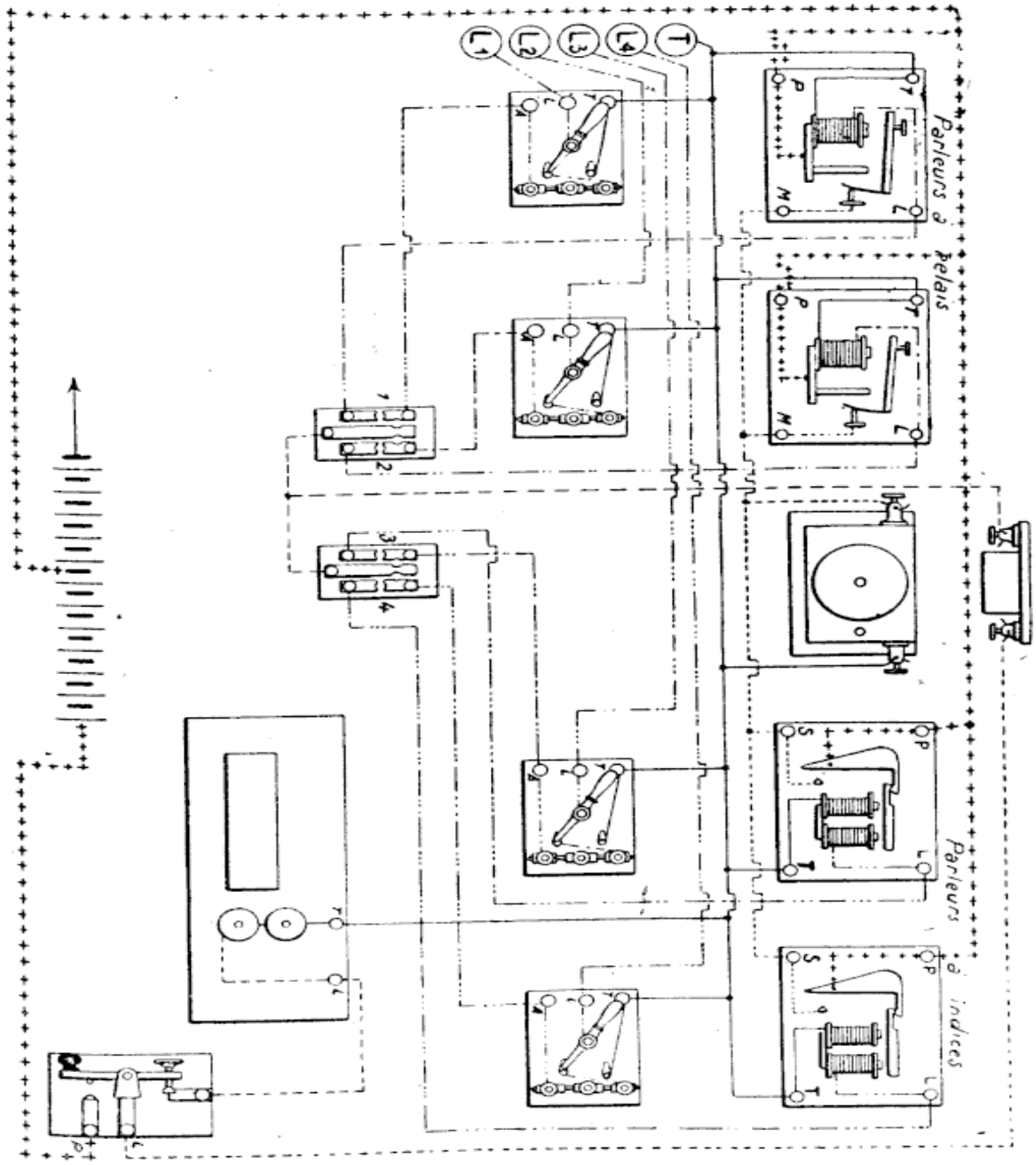


Fig. 404. — Poste Morse à quatre directions.

sonnerie en plaçant une fiche entre les deux plots secondaires du même côté, soit sur l'unique appareil, en mettant la fiche entre le plot de ligne et la barre principale du commutateur (fig. 404).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les appels sont reçus dans des parleurs-relais, qui actionnent une sonnerie commune. La figure 404 montre les deux genres de relais employés à cet effet : les deux de gauche sont des parleurs ancien modèle (V. p. 23) dont les noyaux sont reliés à la pile locale et l'armature à la sonnerie ; les deux de droite sont des parleurs à indice, l'armature, à l'état de repos, maintient une languette métallique ou *indice*, reliée à la pile locale ; lorsque l'armature du parleur est attirée, son bec abandonne celui de l'indice; qui tombe, sa branche inférieure vient buter contre un plot relié à la sonnerie, tandis que la partie supérieure, émergeant de la boîte, désigne la ligne appelante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLIV

POSTES MORSES POUR LIGNES EN DÉRIVATION

Dérivation. — Beaucoup de bureaux municipaux n'ont qu'un faible trafic, qui ne justifierait pas l'emploi d'un fil exclusif, les reliant à leur centre de dépôt ; on les groupe alors deux à deux sur un seul conducteur, aboutissant à un bureau de l'État

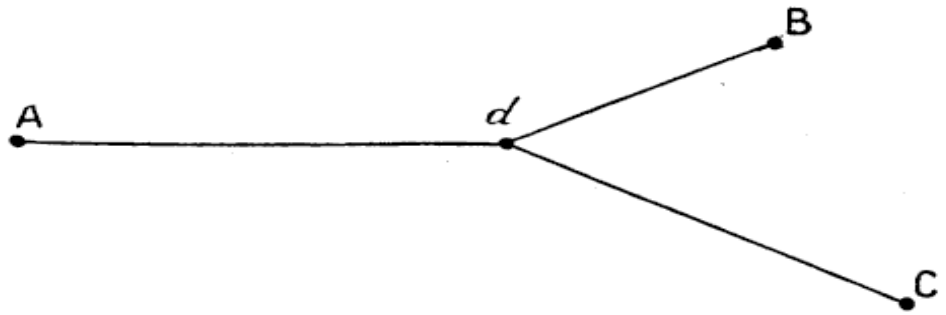


Fig. 405.

(V. p. 176) ; on établit un fil unique depuis ce dernier, A (fig. 405), jusqu'en un point *d*, où il se partage en deux branches *d*B et *d*C. On dit alors que les postes sont *bifurqués* ou en *dérivation*.

Dispositifs spéciaux. — Tout courant émis par l'un se dérive au point *d*, et est reçu par les deux autres ; il était nécessaire de permettre au poste A d'appeler B, par exemple, et de travailler avec lui sans déranger C, et réciproquement. De même, les deux bureaux municipaux ne devant, en principe, communiquer entre eux que par l'intermédiaire du bureau de l'État, il est également utile que l'un puisse attaquer A, sans que ses appels

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soient perçus par l'autre. Ces diverses conditions sont réalisées de la façon suivante :

1° Le poste principal correspond avec B, par exemple, à l'aide du courant positif et, avec C, par le négatif ;

2° Chacun des deux bureaux municipaux est pourvu d'un instrument dénommé *rappel par inversion de courant* ; celui de l'un fonctionne sous l'action exclusive du positif, tandis que l'autre, au contraire, n'obéit qu'au négatif ;

3° L'armature du *rappel*, lorsqu'elle est déplacée, actionne, à son tour, une sonnerie ;

4° Chacun des deux postes municipaux emploie, pour travailler avec le principal, celui des deux pôles qui n'agit pas sur le rappel de l'autre : celui avec lequel il est appelé par A.

Rappel par inversion du courant. — L'armature, A (fig. 406), pivote sur le pôle sud d'un aimant permanent, NS; ses mouvements sont limités par deux butoirs réglables. L'élec-

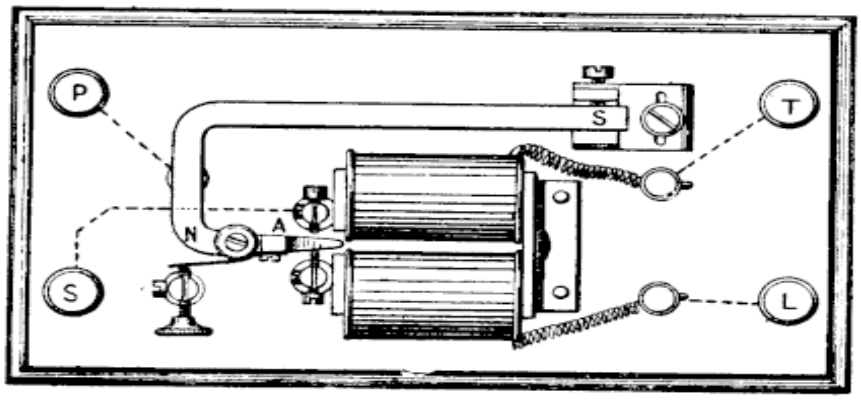


Fig. 406. — Rappel par inversion de courant.

tro-aimant porte deux épanouissements en fer doux, qui prolongent les noyaux à l'extrémité opposée à la culasse, et se présentent de chaque côté de l'armature.

Le ressort antagoniste est tendu de manière que l'armature vienne, au repos, s'appuyer sur le butoir de gauche. Un courant positif déplace l'armature malgré le ressort, mais un courant négatif, développant des polarités qui tendraient à amener l'armature sur repos, est sans action, puisqu'elle y est déjà; le passage du négatif dans les bobines reste donc complètement inaperçu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poste, ainsi monté, pourra être appelé par le positif ; la sonnerie a l'une de ses bornes reliée à la borne, S, du rappel, et l'autre au pôle négatif d'une pile locale; le pôle positif est amené à la borne P; lorsque l'armature vient s'appuyer sur ce dernier butoir, le circuit est fermé et la sonnerie actionnée.

A l'autre poste, il suffit d'intervertir, sur le socle, les fils qui relient l'entrée et la sortie des bobines aux bornes L et T ; un courant négatif produit ainsi l'effet qu'aurait eu un positif avant l'interversion.

Équilibre des résistances. — Lorsque l'un quelconque des trois postes transmet, son courant, arrivé au point de bifurcation, *d* (fig. 405), se partage entre les deux autres branches. On équilibre les résistances des trois branches, de telle sorte que le courant, d'où qu'il vienne, se partage toujours, au point *d*, en deux parties égales. On intercale donc, en B et en C, une bobine, dont la résistance, ajoutée à celle de la section de ligne jusqu'en *d*, fasse un total égal à celle de la section A.

Poste principal. — Le poste principal, en outre de l'agencement ordinaire, comprend deux organes spéciaux :

1° Un commutateur inverseur, qui lui permet d'appeler en positif ou en négatif, à l'aide d'une seule batterie ;

2° Un parleur à indice, de Sambourg (V. p. 25) qui lui indique, lors de la réception d'un appel, quel est le poste qui l'a émis.

La figure 407 donne le schéma d'une telle installation ; le parleur de Sambourg peut, si on le désire, actionner une sonnerie commune à plusieurs postes : il suffit, pour cela, de rattacher aux deux bornes, S, du parleur les extrémités d'un circuit comprenant une pile locale et une sonnerie.

Poste municipal. — Les postes municipaux sont généralement installés dans une sorte d'armoire à parois articulées, qu'on appelle *boîte-poste*, modèle de 1904 ; on peut placer cette boîte sur une table quelconque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les communications sont amenées à sept bornes, plantées dans la paroi verticale arrière de la boîte. La première, PF (fig. 408)

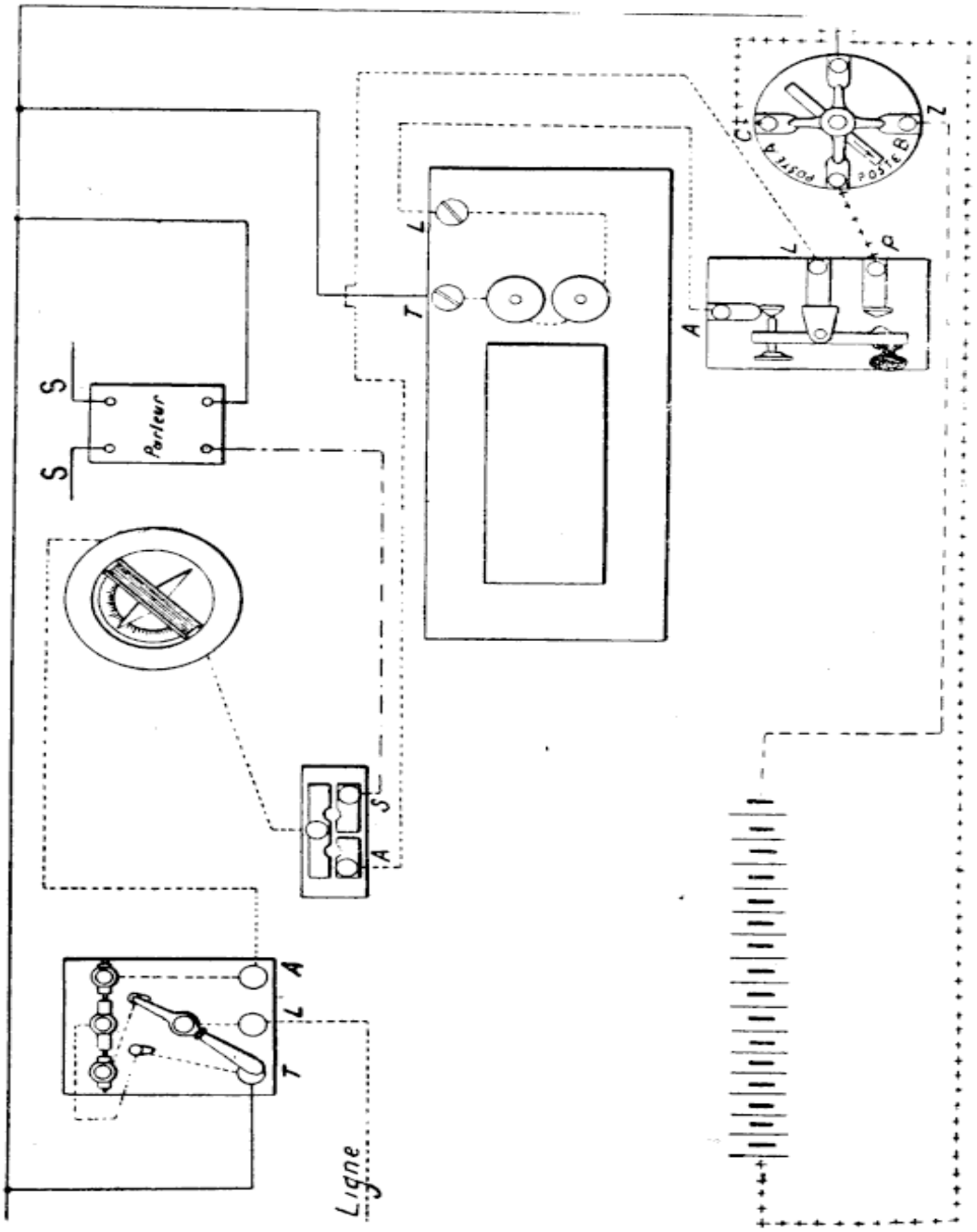


Fig. 407. — Poste de l'Etat pour ligne bifurquée.

est reliée à la pile d'appel de facteur; la seconde, SF, au fil qui conduit chez le planton ;
La troisième, P, reçoit la pile de ligne;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

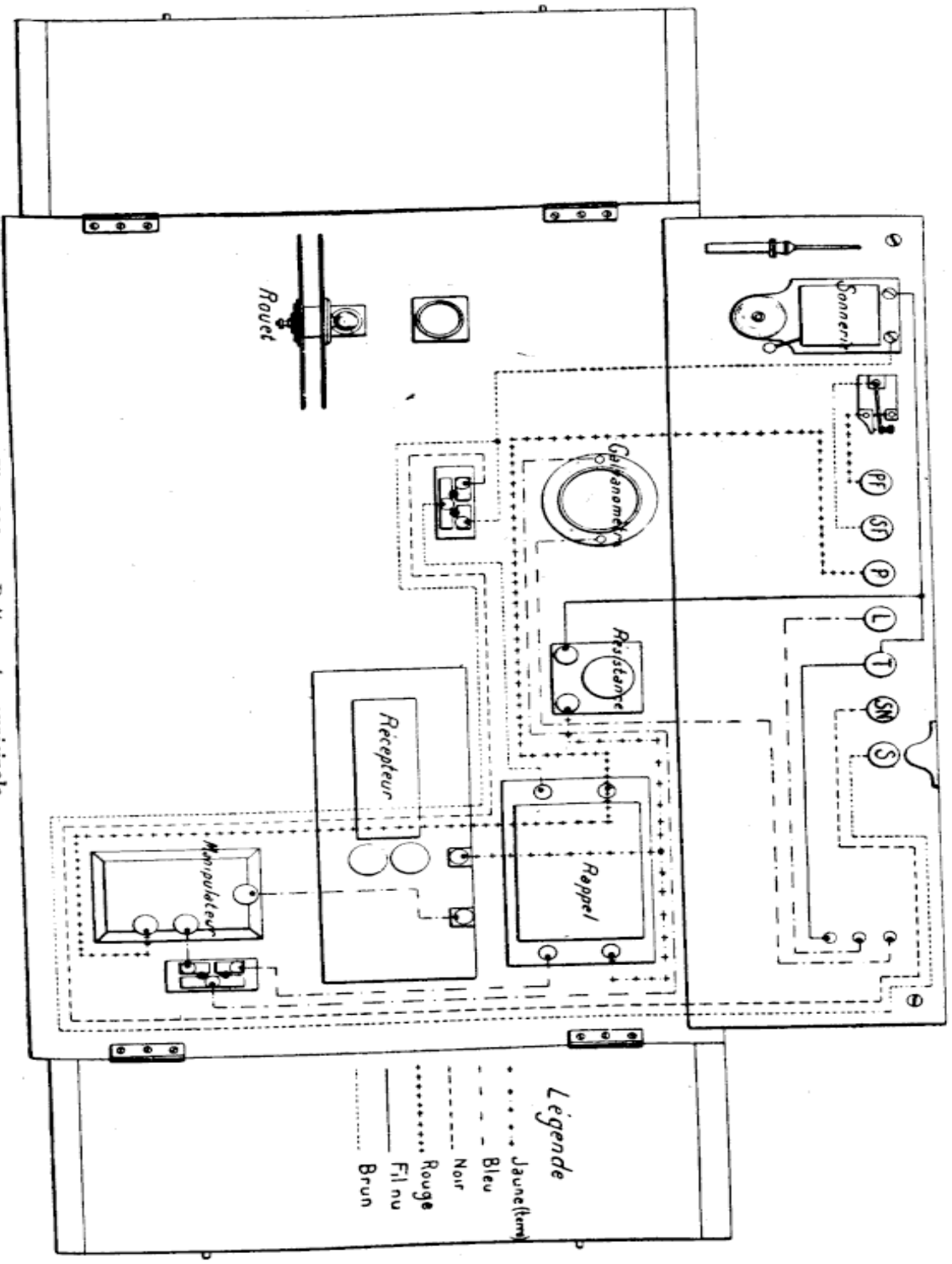


Fig. 408. — Boîte-poste municipale.

La quatrième, L, est reliée à la ligne.
La cinquième, T, à la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La sixième, SN, à la sonnerie de nuit, placée dans l'appartement privé du receveur.

La septième, S, à une seconde sonnerie de jour, en dérivation sur celle du poste, dans le cas où la disposition des locaux ne permet pas au préposé de se tenir en permanence à proximité de la boîte-poste.

Un appel, arrivant à la borne L, traverse le paratonnerre

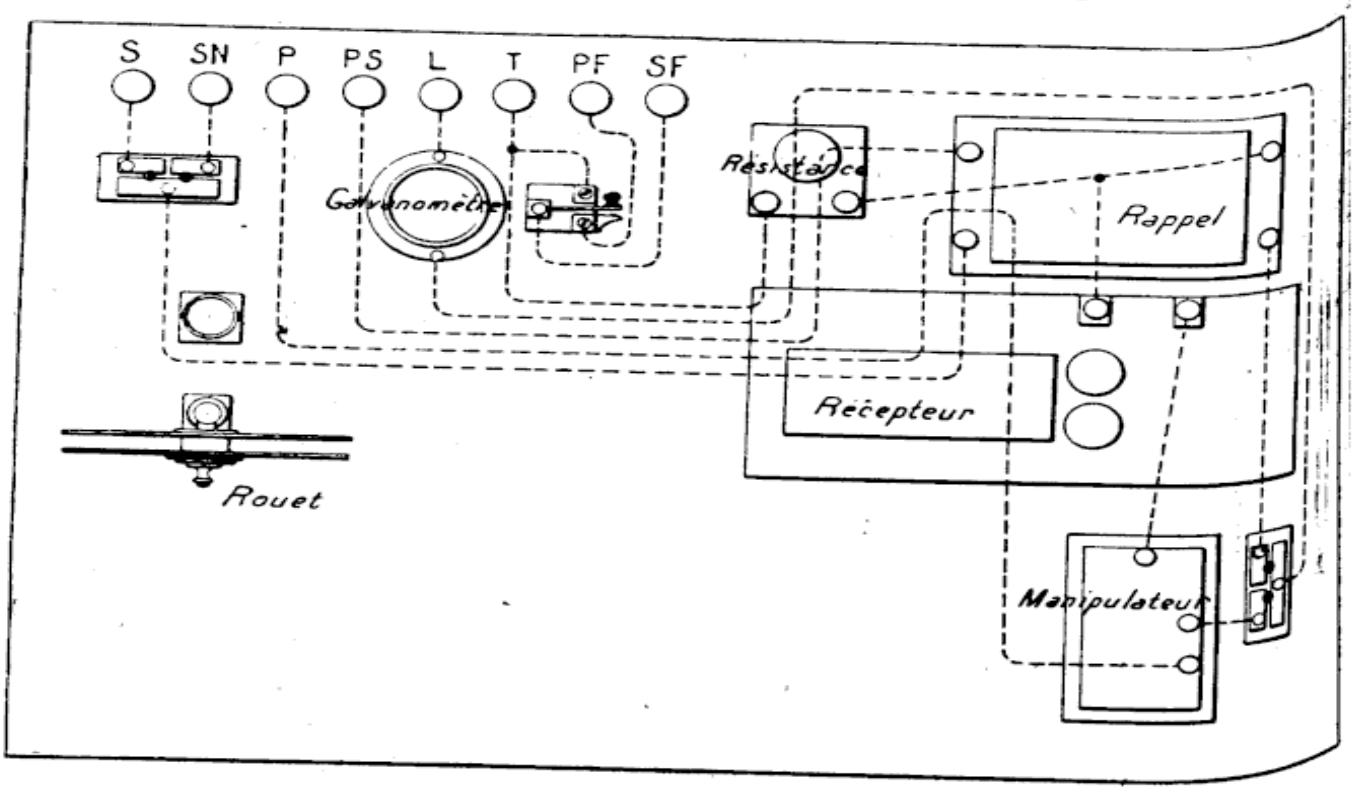


Fig. 409. — Panneau-poste municipal.

et le galvanoscope, et arrive au plot principal du commutateur ; celui-ci étant sur sonnerie, le courant passe par la fiche dans le plot supérieur, va à la borne de ligne du rappel, parcourt les bobines et sort par la borne de terre, traverse la résistance d'équilibre, et se perd à la terre par la borne T; si ce courant a la direction convenable, l'armature du rappel est actionnée, la pile du poste est envoyée, par le massif et le butoir du travail, au grand plot du second commutateur, qui dirige les courants, soit sur la sonnerie de nuit, si la fiche est à gauche, soit, dans le cas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire, sur celle de jour ; éventuellement, le courant est dérivé sur la seconde sonnerie, reliée à la borne S. Pour répondre, on place la fiche du premier commutateur sur le plot inférieur ; le courant d'appel traverse alors successivement l'axe du manipulateur, la butée de repos, le récepteur Morse, la résistance d'équilibre, la borne T, et se rend à la terre.

On ne construit plus maintenant de boîtes-postes : les installations nouvelles sont montées sur de simples panneaux en chêne, appelés *panneaux-postes, modèle de* 1908 (fig. 409). L'agencement est à peu près identique à celui des boîtes-postes, sauf qu'ils comportent une huitième borne d'entrée, marquée PS, à laquelle on rattache la pile de sonnerie qui, dans l'installation précédente, est prise sur la borne de la pile de ligne, P.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLV

POSTES MORSE POUR LIGNES EN EMBROCHAGE

Embrochage. — Lorsque les trois postes se trouvent sur le parcours d'une même ligne télégraphique, le fil partant du poste extrême, A (fig. 410), peut être amené directement au poste B, dans une installation spéciale, dont la sortie est reliée à une

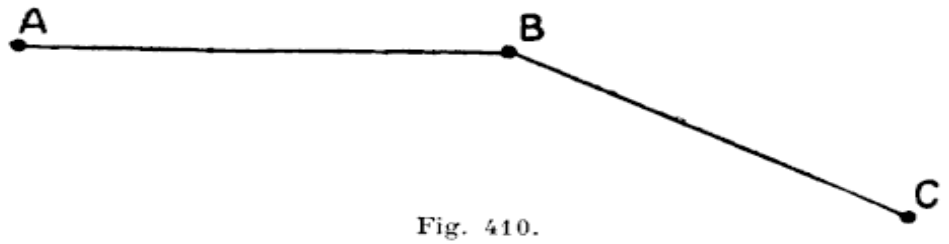


Fig. 410.

section B-C, formant le prolongement de la première : on dit alors que le poste B est *embroché* sur la ligne.

Deux cas peuvent être envisagés :

1° Le poste extrême, A, est principal, tandis que les deux autres, B et C, sont des bureaux municipaux qui ne doivent pas communiquer entre eux ; on a alors une *ligne en embrochage* proprement dite.

2° Les trois bureaux sont postes de l'État, et les extrêmes doivent pouvoir correspondre aussi bien entre eux qu'avec l'intermédiaire : il s'agit alors d'une *ligne omnibus*, qu'on désigne aussi parfois sous le nom de *ligne partagée*.

Poste embroché. — Lorsque les postes B et C sont des bureaux municipaux, les deux extrêmes sont installés comme lorsqu'il s'agit d'une installation en dérivation ; tout courant émis par l'un des trois est reçu par les deux autres ; le prin-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cipal est donc muni d'un inverseur de pile et d'un parleur à indice, et les deux secondaires d'un rappel par inversion de courant. Le poste intermédiaire n'a pas de fil de terre à la sortie

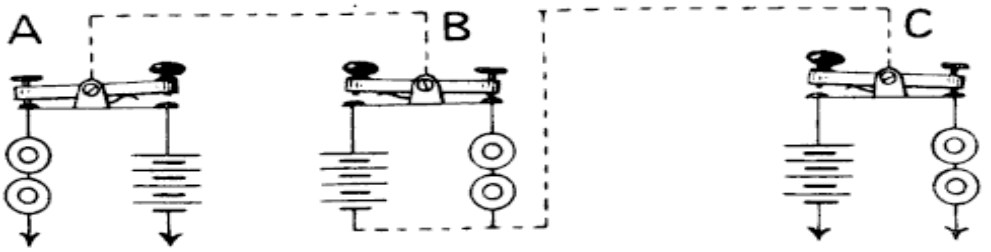


Fig. 411.

de son appareil ni à sa pile, ainsi que le montre schématiquement la figure 411; un courant, arrivant par la ligne A (fig. 412), traverse le paratonnerre et arrive, par le galvanoscope, à un commutateur, *c*. Si la fiche de celui-ci est sur le plot, *s*, le courant traverse le rappel, R (qui fonctionne ou non, suivant le sens),

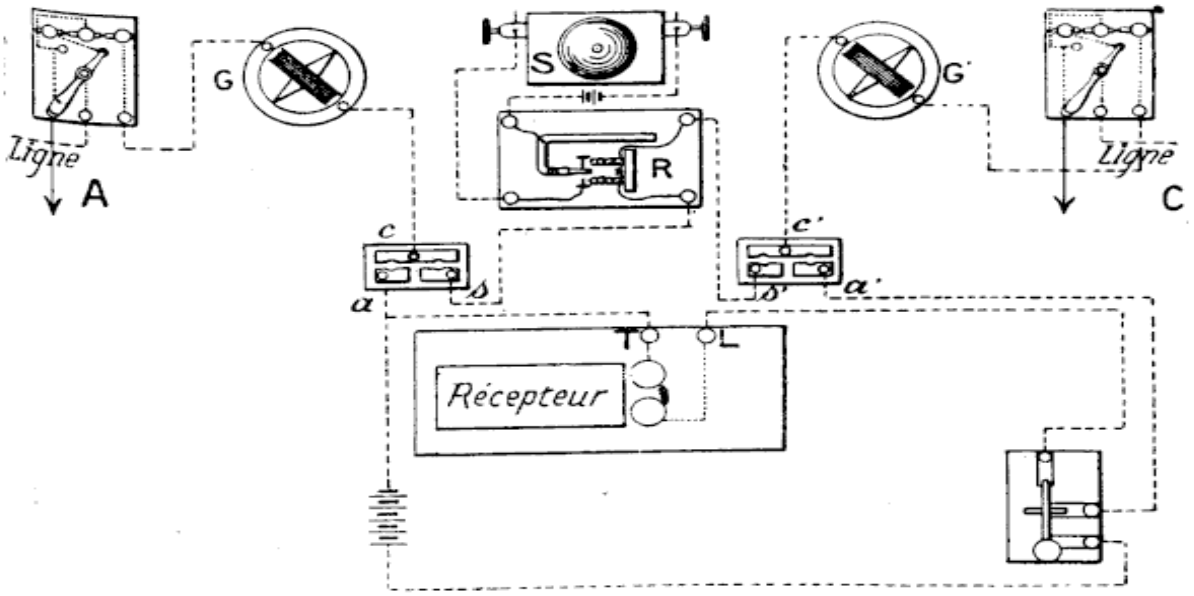


Fig. 412. — Poste municipal embroché.

puis arrive à un second commutateur, *c'*, *qui doit toujours être dans la même position que le premier*; le courant passe donc dans le second paratonnerre et va prendre terre au poste C.

Pour sa transmission, le poste B dispose d'une batterie sans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terre chez lui ; lorsque ses commutateurs, *c* et *c'*, sont sur appareil, le pôle négatif va prendre terre au poste A (fig. 411) ; dès qu'il abaisse son manipulateur, le pôle positif est, à son tour, mis en communication avec le poste C, où il trouve une terre ; le même signal est donc envoyé sur les deux lignes, mais C, dont le rappel est orienté pour enregistrer le négatif, n'est pas dérangé par les signaux positifs ainsi reçus.

Poste intermédiaire d'une ligne omnibus. — Le mode d'exploitation d'une ligne omnibus a été indiqué plus haut, le poste intermédiaire, après avoir travaillé simultanément avec les deux extrêmes, les met en communication directe, pour un temps déterminé.

Si le voltage des batteries des extrêmes est suffisant pour leur permettre de communiquer entre eux, la communication directe leur est donnée, comme on peut le voir, en CD, sur les figures 413 et 414 ci-après ; on embroche généralement sur ce fil un parleur, dont le fonctionnement indique que les deux extrêmes sont en correspondance.

Lorsque, pour une cause quelconque, la communication directe pure et simple ne peut être employée, le poste intermédiaire réunit les deux extrêmes par une translation.

Morse en translation. — Ce montage dont le principe a été indiqué précédemment (V. p. 158) est donné en détails par la fig. 413 : l'installation comporte, de chaque côté, un commutateur bavarois à quatre directions, dont la barre principale communique avec l'une des lignes ; les quatre plots, susceptibles d'être réunis à la barre par une fiche, permettent de renvoyer chaque ligne sur sonnerie (S), sur appareil (A), sur translation (T), ou sur la jonction de communication directe (CD).

Premier cas : l'intermédiaire travaille avec l'un des extrêmes : il met, du côté convenable, la fiche sur le plot, A, et se trouve dans les conditions d'un poste ordinaire. On peut donc travailler simultanément, à partir de l'intermédiaire, sur les deux côtés de la ligne.

Deuxième cas : les deux extrêmes travaillent ensemble.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Pour mettre les deux extrêmes en relation, à travers la trans-

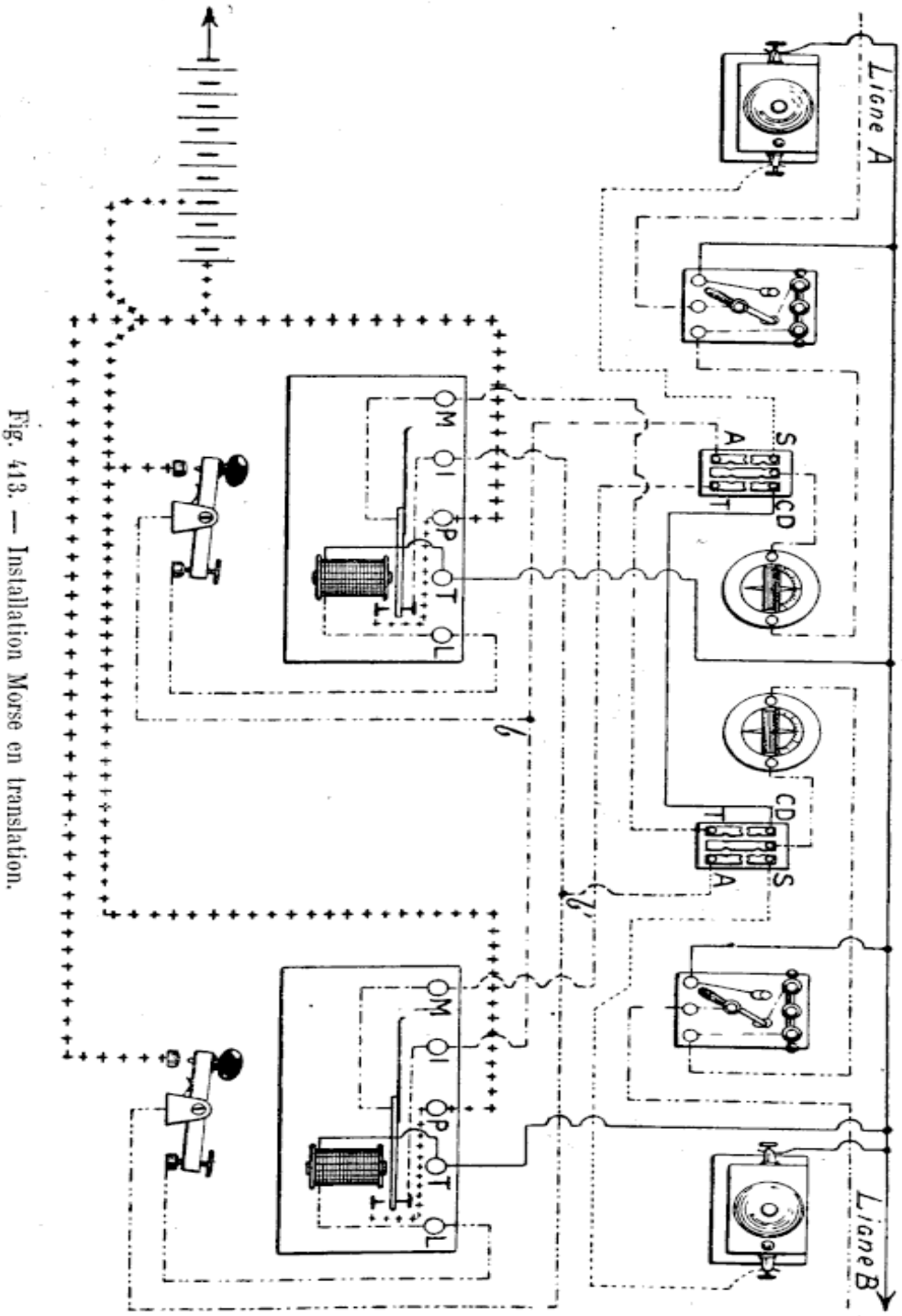


Fig. 413. — Installation Morse en translation.

lation, l'intermédiaire place ses deux fiches sur les plots T, un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courant venant de la ligne de gauche, par exemple, prend le chemin suivant : paratonnerre, galvanoscope, commutateur,

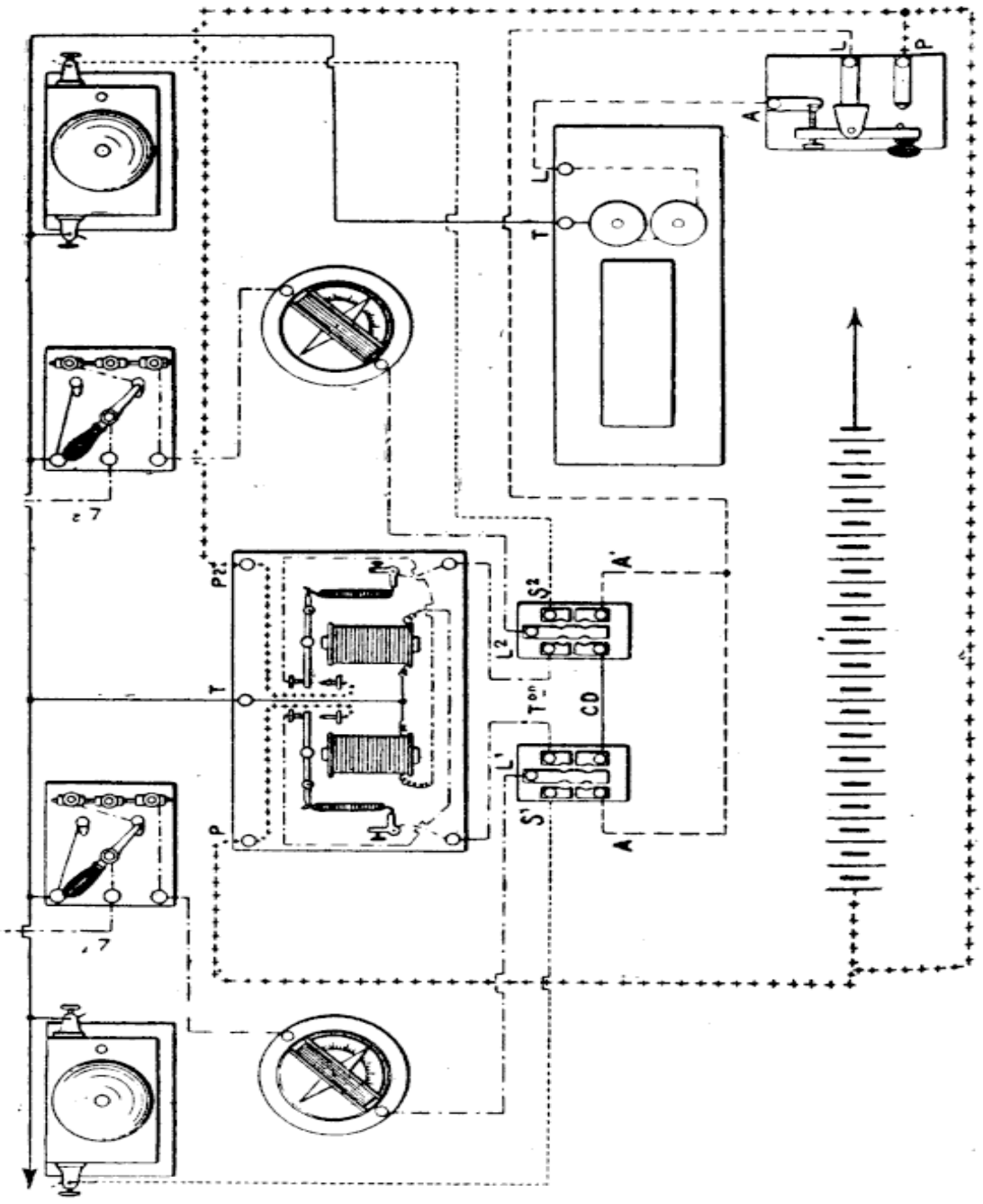


Fig. 414. — Poste intermédiaire avec translation Froment.

plot T, borne M du récepteur de droite, armature, butoir de repos, borne I, axe du manipulateur de *gauche* (pas de bifur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cation en *b*, le plot A étant isolé), butée de repos, borne L du récepteur de gauche, bobines et terre.

L'armature s'abaisse; un courant passe dans l'armature, la borne M, le plot T du commutateur de droite et, de là, par la fiche et le trajet ordinaire, sur la ligne de droite.

Montage en translation indépendante. — L'emploi des récepteurs Morse, comme translateurs, nécessite des appareils spéciaux ; d'autre part, à cause de leur masse, ils constituent des relais relativement médiocres ; aussi tend-on de plus en plus à faire usage, dans les postes intermédiaires de lignes omnibus, de translations indépendantes, soit du genre Froment, soit du modèle des Ateliers (V. p. 159).

L'agencement devient plus simple : il suffit de relier les deux bornes de ligne de la translation aux plots T*n* des commutateurs ; on peut, en outre, si le trafic entre l'intermédiaire et les extrêmes le permet, desservir les deux sections avec un seul appareil : c'est le cas de la figure 414.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLVI

DISPOSITIFS PRÉSERVATEURS DES COURANTS TELLURIQUES

Courants telluriques. — On désigne ainsi des courants naturels, qui parcourent les fils d'une façon presque permanente, et dont l'intensité, généralement très faible, peut parfois augmenter jusqu'à empêcher totalement la correspondance télégraphique.

Les physiciens ne sont pas d'accord sur la cause initiale de ces maxima ; on a remarqué qu'ils coïncident avec les aurores boréales et les orages magnétiques.

Ils ne se produisent pas, comme les courants atmosphériques, dans un fil isolé à l'une de ses extrémités, ce qui a autorisé à conclure que des perturbations, dont la cause échappe, font varier le potentiel de la terre, et, par les différences qui peuvent ainsi s'établir entre les deux extrémités d'un fil, donnent naissance aux courants dont il s'agit.

Des études faites, notamment, par Blavier, il résulte que les courants telluriques changent de direction sensiblement aux mêmes heures de la journée ; très faibles au moment du lever du soleil, ils augmentent d'intensité jusque vers neuf heures du matin, puis décroissent et passent par zéro, aux environs de midi, changent alors de direction, pour atteindre un nouveau maximum vers quinze heures ; un troisième maximum est souvent constaté d'une heure à deux heures du matin. Le régime de ces courants est influencé par les grandes tempêtes, les variations brusques de température ; il est généralement plus élevé au moment des équinoxes.

Lorsque les courants telluriques atteignent une intensité de l'ordre de celle des courants télégraphiques, la correspondance devient impossible, et la seule ressource est de constituer des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lignes à deux fils, excluant toute terre du circuit. On doit alors disposer de batteries spéciales à chaque circuit, de telle sorte que le remède n'est applicable qu'à un nombre assez restreint de communications.

On a cherché à éliminer cette difficulté par le système dit de la *demi-boucle*, qui permet d'utiliser, pour la transmission, les batteries communes, reliées à la terre, tout en supprimant cette dernière à la réception. De cette façon, et si l'on fait abstraction des pertes de la ligne, le circuit ne comporte qu'une seule terre, ce

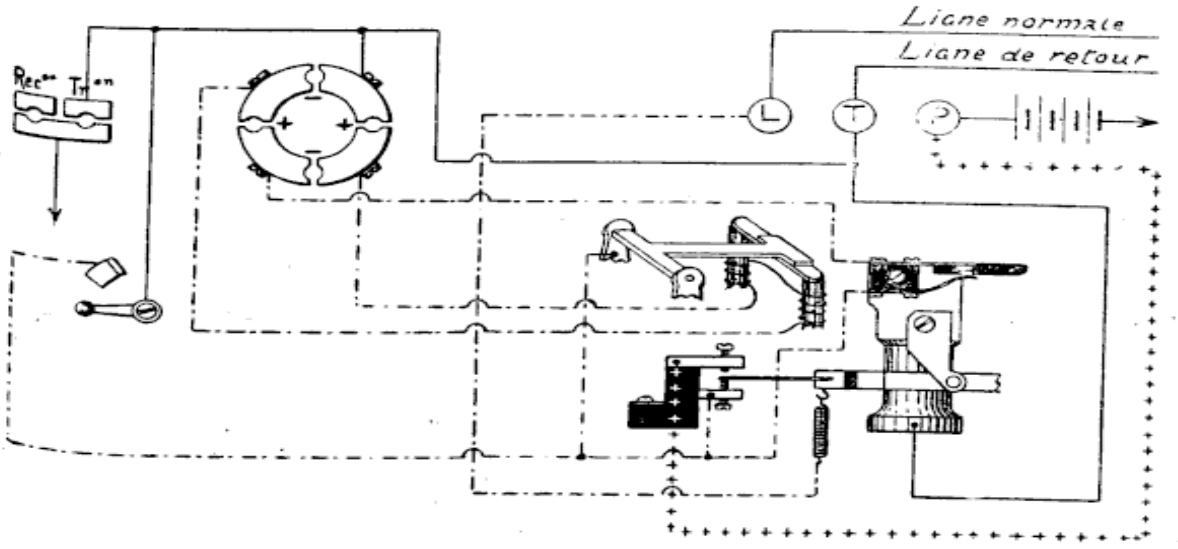


Fig. 415. — Appareil Hughes monté en demi-boucle.

qui n'offre pas d'inconvénient. La figure 415 montre l'agencement d'un Hughes monté en demi-boucle : la ligne d'aller est rattachée à la borne L de l'appareil, la ligne de retour à la borne T ; en outre, cette dernière borne communique avec le plot de droite d'un commutateur bavarois. Dans la position de transmission, on place la fiche à droite, de sorte que le circuit, partant de la terre de la pile, P, se ferme à la terre amenée à la borne T, après avoir traversé le récepteur correspondant. Pour recevoir, on met la fiche sur le plot isolé.

Ce dispositif n'est applicable qu'au Morse et au Hughes ; en ce qui concerne le Baudot, on pourrait le réaliser en scindant les couronnes, ou par tout autre artifice; en l'état actuel, on doit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou bien se résoudre à la boucle complète, avec batteries spéciales, ou bien disposer de quatre fils pour une seule communication et constituer deux demi-boucles affectées chacune à la transmission dans un sens déterminé et invariable.

Bibliographie.

Administration des P. T. T. — *Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux*. Paris, 1919.
Thomas. — *Traité de télégraphie électrique*. Paris, 1894.
Montillot. — *Télégraphie pratique*. Paris, 1898.
Tongas. — *Installations télégraphiques*. Paris, 1914.
E. Montoriol. — *Guide pratique du télégraphiste*. Paris, 1919.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HUITIÈME PARTIE

TABLEAUX COMMUTATEURS

Principe. — Dans les bureaux où aboutissent un certain nombre de fils d'importance secondaire, il est avantageux de les grouper sur un minimum d'appareils.

On peut, par exemple, les réunir deux à deux, suivant le dispositif indiqué par les figures 403 et 404 (p. 526 et 527); il est encore préférable de les rattacher à un *tableau-commutateur*. On désigne sous ce nom des tableaux reliés, d'une part aux lignes, d'autre part à des postes Morse, et permettant de renvoyer temporairement telle ligne sur tel appareil disponible, puis, le travail terminé, de rompre cette communication, pour mettre le même appareil en relation avec une autre ligne.

CHAPITRE XLVII

TABLEAUX MANDROUX

Tableau pour ligne simple. — La figure 416 montre un tableau pour douze lignes simples et cinq appareils : à la partie supérieure sont les *fiches*, F, qui communiquent, chacune, avec un appareil, et sont en attente ; au-dessous, sur deux rangées de six, sont les *conjoncteurs*, C ; quand on introduit une fiche dans l'un d'eux, on met la ligne en communication avec un appareil, et on renvoie, en même temps, la pile qui convient (fig. 417) ; dès qu'on retire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la fiche, la ligne se trouve reliée à un *annonciateur* ; enfin, tout à fait au bas du panneau, sont, sur deux autres rangées, les annonciateurs, A, dont l'armature, lorsqu'elle est attirée, laisse échapper un volet, qui montre le numéro de la ligne appelante (n° 7, sur la fig. 416).

Fiche. — La fiche comprend trois parties : la tête, T (fig. 418), isolée du corps, C, par une rondelle d'ébonite, E, et une poignée, P,

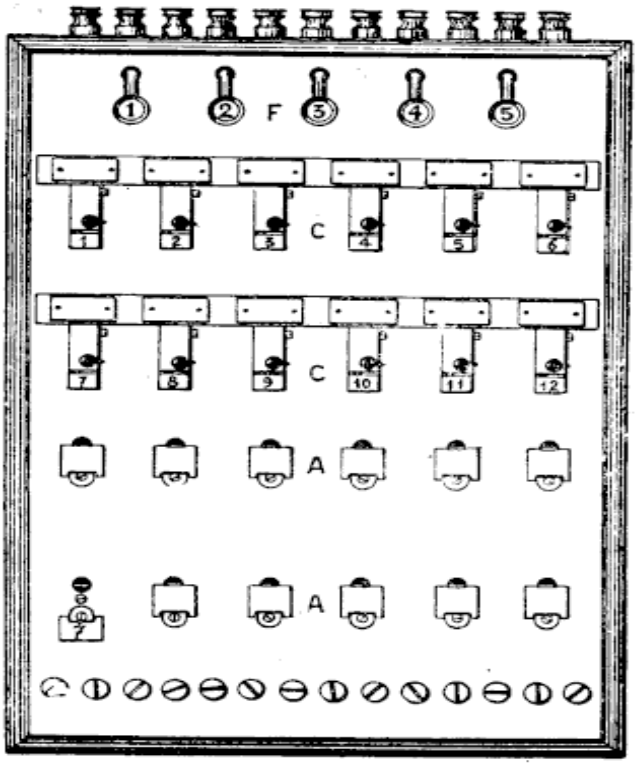


Fig. 416. — Tableau-commutateur Mandroux.

séparée du corps par une bague en ivoire, I ; le tout est assemblé par une vis v, sur une tige, t, solidaire de la tête, et qui traverse le corps dans un manchon d'ébonite.

Le cordon souple comporte deux conducteurs, dont les extrémités sont serrées sous des vis taraudant, l'une sur le corps, C, l'autre sur la poignée, P, qui par la tige, t, communique avec la tête ; les conducteurs, à leur extrémité opposée, sont attachés à deux plots, dont l'un communique à la borne de pile d'un manipulateur Morse, et l'autre à la borne ligne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conjoncteur pour ligne simple. — Le conjoncteur se compose de trois blocs en laiton, dont deux à la partie antérieure et dans le même plan, L et A (fig. 419 et 420) ; le troisième, placé derrière

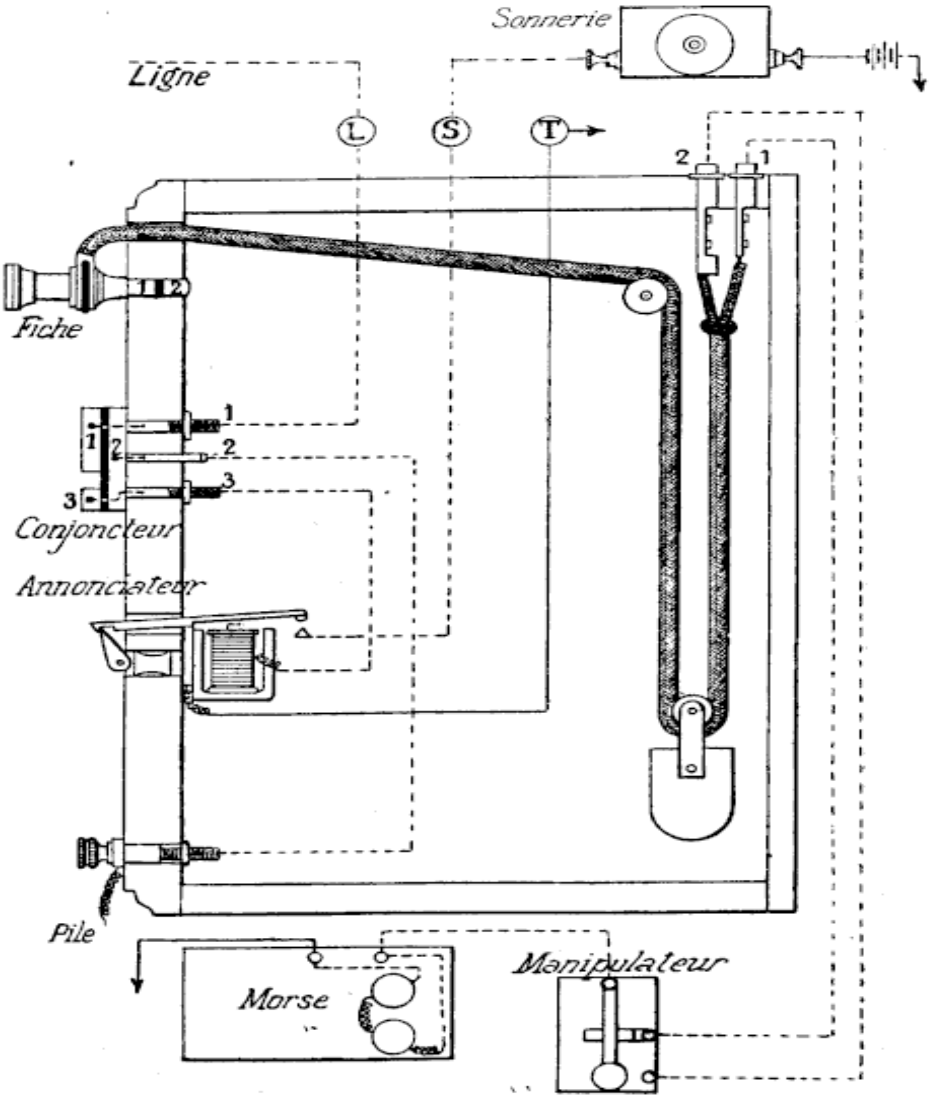


Fig. 417. — Tableau Mandroux pour lignes simples.

les deux premiers, est isolé d'eux par une plaque en ébonite, E. Ces trois blocs communiquent : L avec la ligne, P avec la pile qui convient à celle-ci et A avec l'annonciateur.

Le bloc, L, est percé d'une ouverture en tronc de cône, qui se prolonge, à travers l'ébonite, jusque dans le bloc, P : dans la posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion d'attente, la ligne est renvoyée à l'annonciateur, grâce à une tige, *t*, noyée dans le bloc, L, qui, sous l'action d'un ressort à boudin, R, vient s'appuyer sur le plot, A; cette tige porte une échancrure circulaire placée un peu plus bas que celle-ci. Lorsqu'on introduit la fiche, le bout conique soulève la tige, *t*, jusqu'à ce que son échancrure coïncide avec la paroi intérieure du trou ; la tige est ainsi éloignée du bloc, A, et la ligne ne communique plus avec l'annonciateur; elle est renvoyée à l'axe du manipulateur par le corps de la fiche.

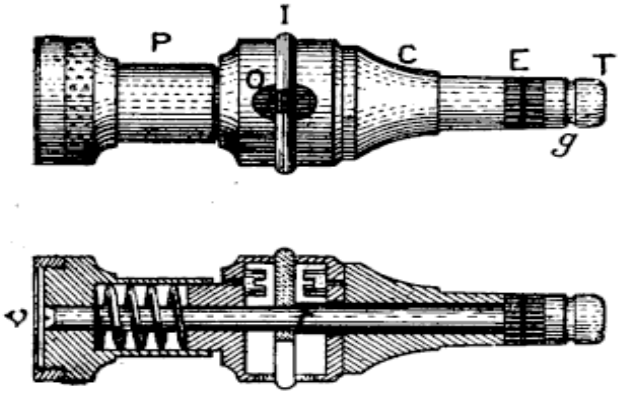


Fig. 418. — Fiche pour tableau Mandroux.

La tête de la fiche s'engage dans le bloc, P : celui-ci porte, sur sa face de droite, un petit ressort-lame, *r* (fig. 420), muni d'un ergot, *e*, pointillé sur la figure 419 ; l'extrémité de la fiche écarte l'ergot au moment de l'enfoncement, mais bientôt, sous l'action de son ressort, il vient se loger dans la gorge, *g* (fig. 418), que porte la tête de la fiche : il assure ainsi une liaison électrique convenable.

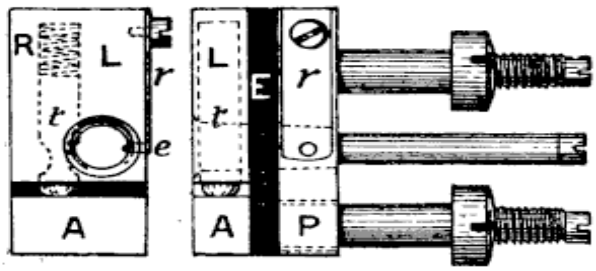


Fig. 419 et 420. — Conjoncteur Mandroux pour ligne simple.

Annonciateur. — L'annonciateur est à une seule bobine, B (fig. 421); son armature, articulée en O sur le cadre en laiton, C, porte un appendice terminé par un bec, *b*; un volet, V, en état d'équilibre instable, est maintenu par le bec, *b*, solidaire de l'armature ; dès que celle-ci est attirée, le bec se relève, le volet tombe et le numéro de la ligne appelante apparaît. En même temps, l'armature vient prendre contact avec un plot à vis, S, relié à une sonnerie, unique pour tout le tableau; celle-ci ayant l'une de ses bornes en communication avec une pile, et le massif de l'annonciateur étant à la terre, le circuit est fermé et la sonnerie fonctionne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Conjoncteur pour lignes bifurquées. — La plaque, L,

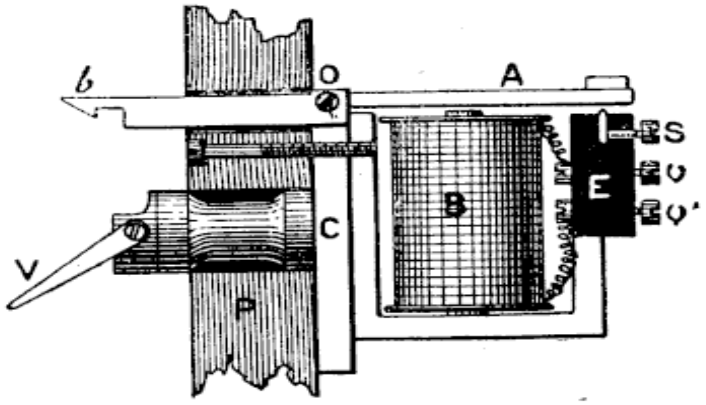


Fig. 421. — Annonciateur Mandroux pour ligne simple.

porte deux trous (fig. 422 et 423); l'un est marqué + et l'autre — ; la tige, *t*, est échancrée à son passage dans chacun d'eux; la plaque d'arrière est divisée en deux plots, P et P′ (fig. 423), reliés chacun à l'une des batteries, respectivement positive et négative : on prend donc la première dans le trou supérieur et inversement.

La fiche est la même que pour les lignes simples.

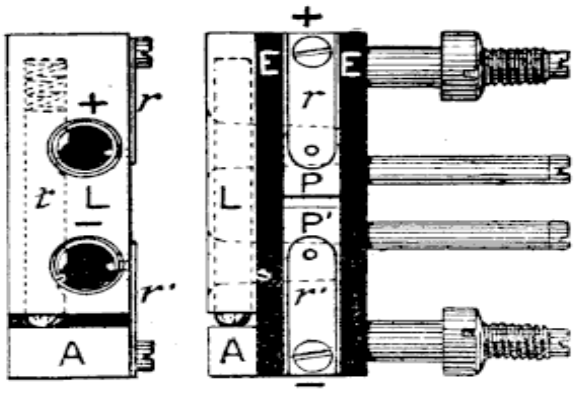


Fig. 422 et 423. — Conjoncteur Mandroux pour ligne bifurquée.

Annonciateur pour lignes bifurquées. — L'électro-aimant est à deux bobines, B (fig. 424) ; l'armature, A, à ce détail près, est agencée comme pour les lignes simples. En outre, un aimant permanent, NS, est placé derrière l'électro-aimant ; sur l'extrémité, S, est articulée une pièce de fer doux, *p*, placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

horizontalement et prolongée par une tige en aluminium, *a*, qui traverse le panneau ; la pièce, *p*, est, de la sorte, aimantée sud. Un courant quelconque fait tomber le volet, mais s'il est positif,

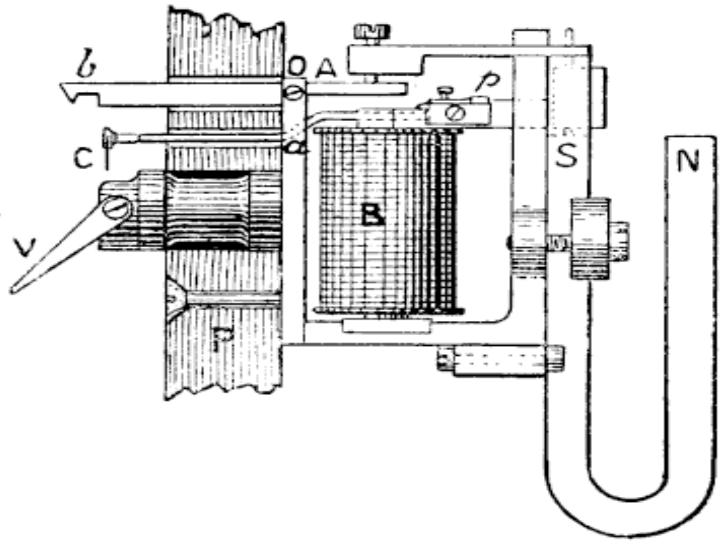


Fig. 424. — Annonciateur Mandroux pour ligne bifurquée.

la pièce *p*, en se déplaçant à droite, entraîne une petite plaquette rectangulaire, C, qui démasque le signe + à l'extérieur du panneau (fig. 425) ; on sait alors qu'on doit enfoncer la fiche dans le

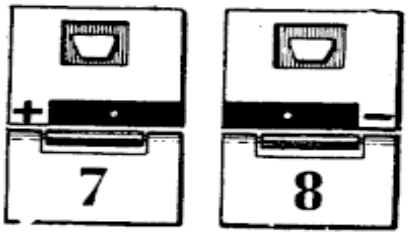


Fig. 425. Fig. 426.

trou marqué du même signe, sur le conjoncteur correspondant. Un courant négatif produit l'effet inverse : la pièce *p* se déplace à gauche et la plaquette cache le signe + pour découvrir le signe — (fig. 426).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLVIII

TABLEAUX STANDARDS

TABLEAU STANDARD DE 1902

Agencement général. — A la partie supérieure du tableau sont deux rangées de six annonciateurs chacune ; au-dessous, quatre rangées de conjoncteurs à ressorts, dont les deux premières correspondent aux douze lignes et la troisième aux quatre appareils ; la quatrième comprend six conjoncteurs : les quatre de droite sont reliés aux bornes extrêmes de deux translations, les deux autres à l'entrée et à la sortie d'un milliampèremètre.

Conjoncteur et fiche. — Dans les conjoncteurs de lignes, le ressort long (fig. 427), communique avec la pile, le ressort court, avec la ligne ; à l'état de repos, ce dernier s'appuie sur un contact fixe, relié à l'annonciateur.

Les fiches comportent une pointe, et un corps, séparés par une rondelle d'ébonite, et reliés chacun à l'un des conducteurs du cordon souple ; le conjoncteur d'appareil comprend seulement deux ressorts, communiquant, l'un avec l'axe d'un manipulateur, l'autre avec la butée de pile. La figure 427 montre une liaison établie ; la ligne est séparée de l'annonciateur lors de l'introduction de la fiche et est renvoyée, ainsi que la pile, au manipulateur.

Tableau « Standard » pour lignes bifurquées. — Ce tableau (fig. 428) ne diffère du précédent qu'en ce que :

1° Deux annonciateurs placés en dérivation sur une même ligne sont orientés pour obéir, l'un au positif, l'autre au négatif.

2° Chaque ligne est reliée à deux conjoncteurs, permettant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de répondre, l'un avec une pile positive, l'autre avec une pile négative.

Emploi du milliampèremètre. — L'insertion du milliampèremètre dans une communication s'opère à l'aide de deux cordons :

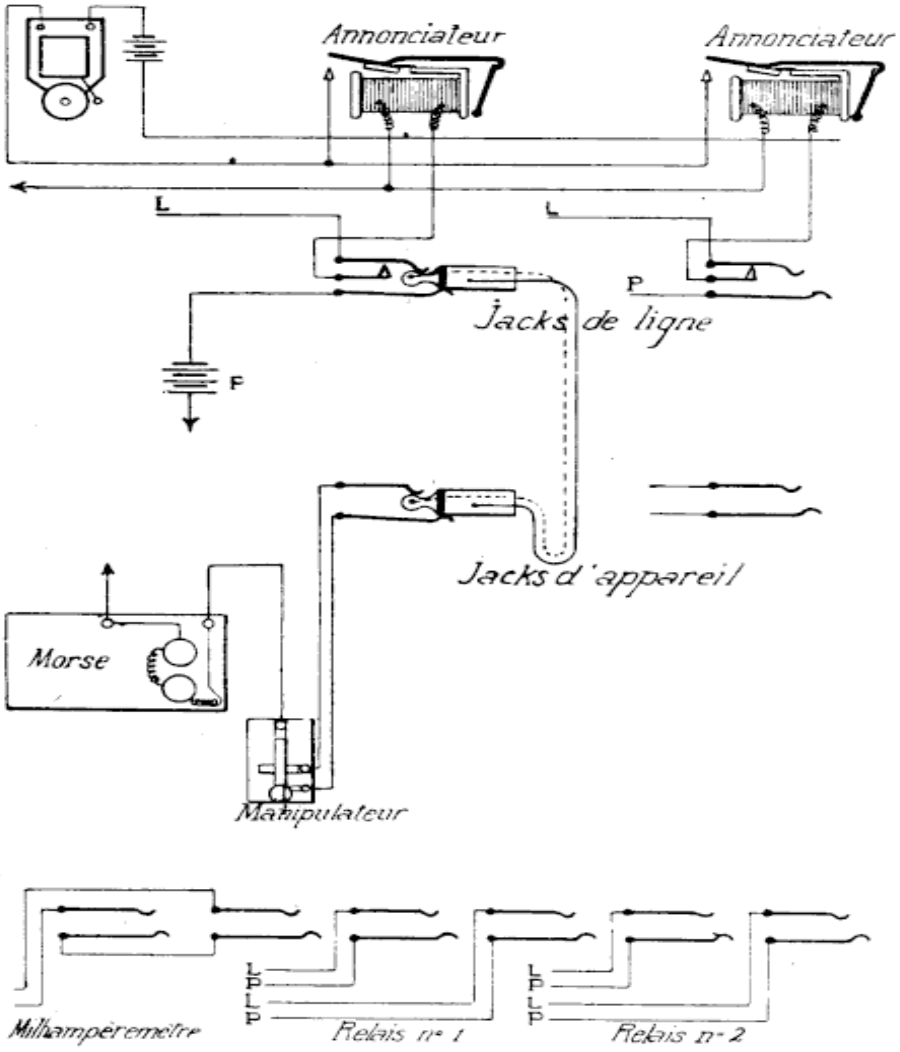


Fig. 427. — Tableau de 1902 pour lignes simples.

le premier renvoie la ligne à l'entrée du milliampèremètre, le second la reprend à la sortie de cet instrument et la conduit à l'appareil. Le second conducteur de chaque cordon renvoie la pile à l'appareil, par l'intermédiaire des ressorts longs des quatre jacks employés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Translation. — La jonction de deux lignes par une translation s'opère également par l'intermédiaire de deux cordons.

La figure 429 représente le cas de deux lignes bifurquées et de deux postes travaillant l'un en négatif et l'autre en positif.

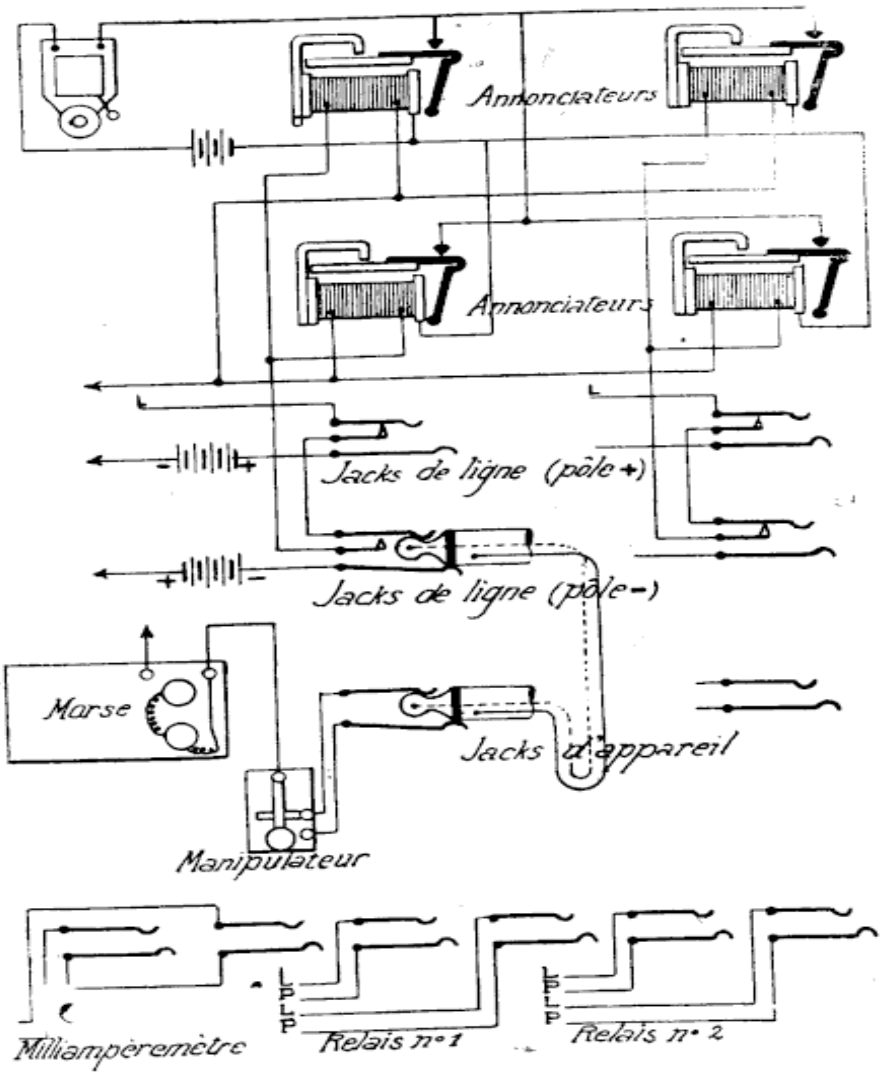


Fig. 428. — Tableau de 1902 pour lignes bifurquées.

Embrochage. — Lorsqu'un poste, muni d'un tableau standard, est embroché sur une communication reliant deux autres bureaux, les deux sections de la ligne aboutissant à un commutateur inverseur à double fil. Dans la position normale, les deux postes extrêmes sont en communication directe à travers un parleur, qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sert à percevoir les appels. Lorsque l'intermédiaire veut correspondre avec l'un des postes extrêmes, il tourne le commutateur inverseur, ce qui amène chacune des sections de la ligne à un conjoncteur individuel : il prend communication avec celui des

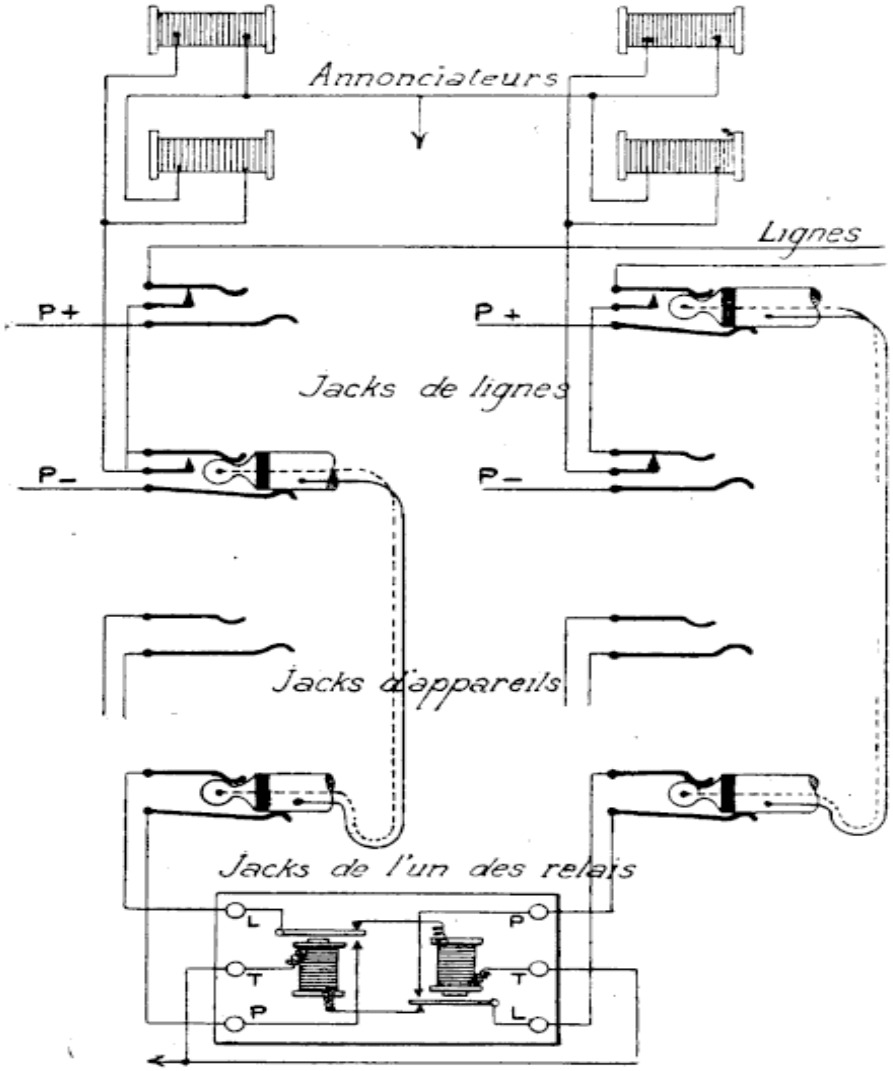


Fig. 429. — Tableau de 1902. — Lignes en translation.

deux postes qui convient, tandis que l'autre se trouve relié à un annonciateur. Sur chacune des branches aboutissant aux conjoncteurs, on a inséré une résistance égale à celle de l'autre section de ligne, afin que l'intensité, émise par chacun des extrêmes, ne soit pas augmentée par suite de la rentrée de l'intermédiaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU DE 1909

Conjoncteur et cordon. — Le tableau de 1909 est monocorde; il a une capacité de six, douze ou vingt-quatre conjoncteurs, qu'on utilise indifféremment pour les lignes simples et pour les lignes bifurquées, comme il vient d'être dit pour le tableau de 1902.

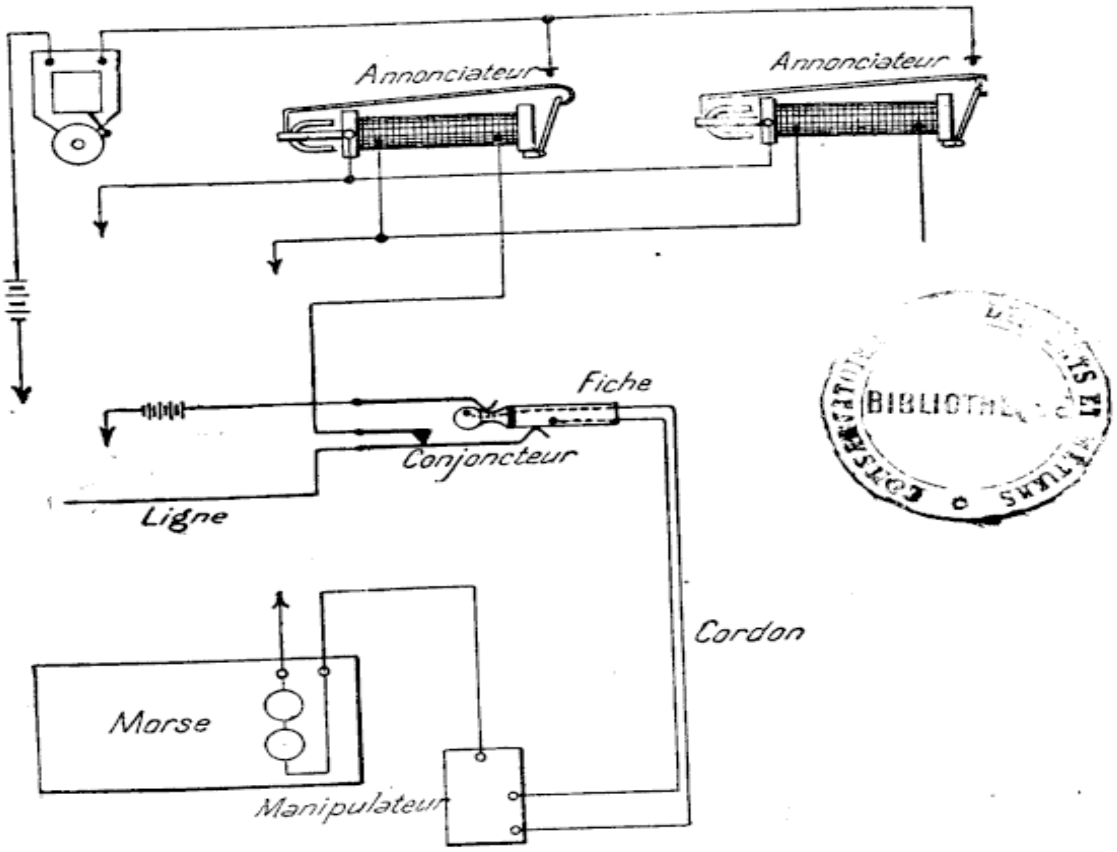


Fig. 430. — Tableau de 1909. — Schéma.

Les conjoncteurs et les annonciateurs sont reliés à des plots, placés dans le fond de la boîte, et qu'on peut relier à volonté, suivant qu'il s'agit de lignes simples ou de lignes bifurquées.

Les appareils sont rattachés chacun à un cordon terminé par une fiche; les planchettes qui supportent les fiches peuvent en recevoir quatre, huit, douze, seize ou vingt.

Milliampèremètre. — Avec chaque tableau, on fournit un *milliampèremètre* et un *bouton de court-circuit* monté sur socle. On

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installe ces deux appareils sur le poste Morse du dirigeur. Le bouton de court-circuit est semblable à une borne à interrupteur (V. p. 291). Lorsque l'écrou est desserré, les courants qu'on envoie sur la ligne traversent le milliampèremètre; celui-ci est mis en court-circuit lorsque l'écrou est serré.

TABLEAU A CAPACITÉ VARIABLE DE 1912

Particularités. — Ce tableau est formé par la juxtaposition de parties amovibles, appelées *réglettes* ou *éléments*, qu'on fixe, au moyen de deux vis, sur un cadre métallique solidaire de l'ébénisterie. Les dimensions de toutes les réglettes étant les mêmes, on peut les substituer les unes aux autres pour constituer le tableau suivant les besoins.

Il existe deux modèles d'ébénisterie, qui ne diffèrent que par la largeur : l'un est construit pour 7 réglettes et a 27 centimètres, l'autre pour 14 réglettes et a 52 centimètres.

Les réglettes sont de trois sortes :

Celles pour deux lignes simples ;

Celles pour deux lignes bifurquées ;

Les réglettes d'attente.

Réglettes. — Les lignes sont rattachées, tout d'abord, à un coupe-circuit double, à fusible de 1 ampère ; sur les réglettes pour lignes simples (fig. 431) on trouve ensuite, dans l'ordre de haut en bas : deux annonciateurs, deux conjoncteurs reliés respectivement aux deux annonciateurs, deux prises de pile ; les réglettes pour lignes bifurquées (fig. 432) sont munies, sur chaque ligne, d'annonciateurs polarisés à *deux armatures* ; l'une de celles-ci obéit au courant positif, l'autre au négatif ; l'appendice de chacune des armatures retient un volet qui, en tombant, indique le pôle reçu ; chaque ligne aboutit à deux conjoncteurs, dont l'un donne la pile positive et l'autre la pile négative. Quatre prises de pile sont placées à la partie inférieure. Les communications de lignes et de pile sont amenées à des ressorts, fixés à l'intérieur du meuble ; lorsqu'on monte une réglette, des plots, disposés à cet effet, viennent s'appuyer sur ces ressorts et renvoient les communications.

Les réglettes d'attente sont dépourvues de tout organe ; elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

servent simplement à la fermeture du meuble, en attendant la pose de nouvelles réglettes de lignes.

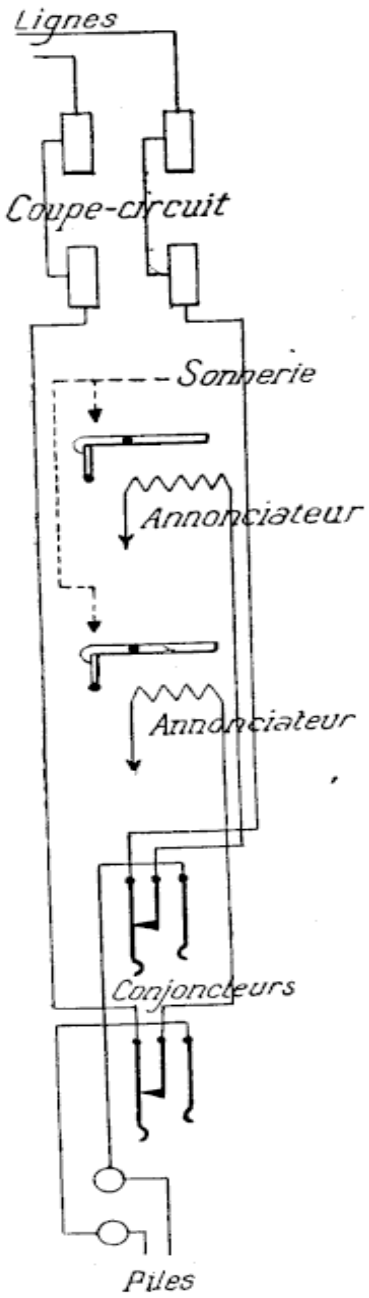


Fig. 431. — Tableau extensible. Lignes simples.

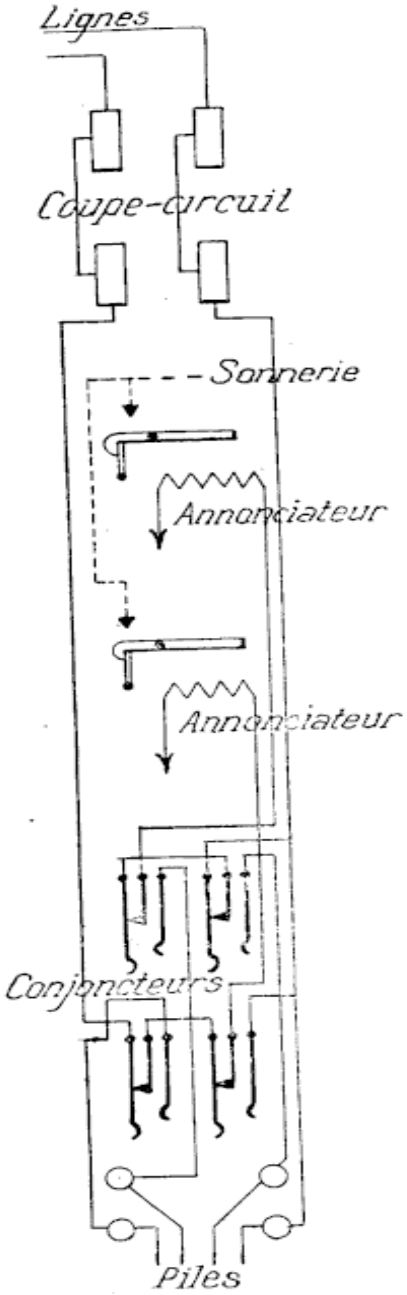


Fig. 432. — Tableau extensible. Ligne bifurquées

La liaison avec les appareils ou les relais s'opère à l'aide de fiches monocordes, comme dans le précédent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE XLIX

TABLEAU COMMUTATEUR BLANCHON

Principe. — Ce tableau est conçu en vue de l'emploi éventuel du double fil ; en outre, les fiches de liaison sont sans cordon. La figure 433 montre l'aspect d'un tableau pour 12 lignes et 6 appareils ; à l'état de repos, les 12 fiches sont dans les conjoncteurs d'annonciateurs, groupés à la partie supérieure ; au-dessous se trouvent 6 rangées de 12 conjoncteurs chacune, sur lesquelles les lignes et les appareils sont *multiplés*, comme on le fait dans les

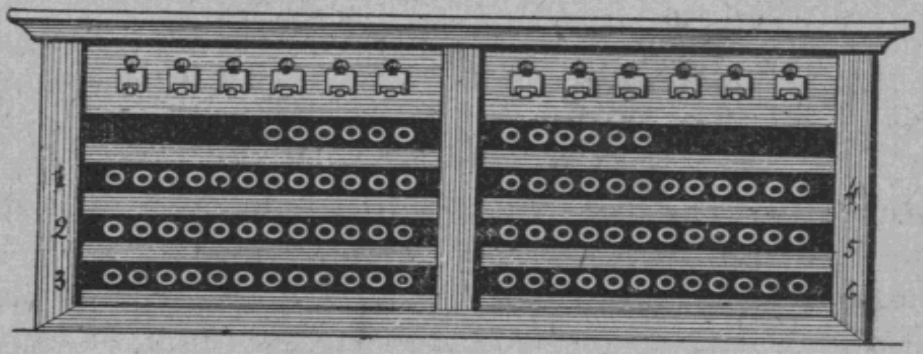


Fig. 433. — Tableau Blanchon.

meubles téléphoniques (fig. 434) ; tous les conjoncteurs de la première rangée horizontale correspondant à l'appareil n° 1, tous ceux de la deuxième, à l'appareil n° 2, et ainsi de suite ; la ligne n° 1 est multiplée sur tous les conjoncteurs n° 1 des six rangées horizontales, la ligne n° 2 sur tous les conjoncteurs n° 2, etc.; en un mot, les appareils sont multiplés horizontalement et les lignes verticalement. Pour renvoyer la ligne n° 5 sur l'appareil n° 2, il suffit d'introduire une fiche dans le cinquième conjoncteur de la deuxième rangée horizontale ; on prend, pour cet office, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fiche qui, jusque-là, était dans le cinquième conjoncteur d'annonciateur.

Les fiches sont simplement constituées par trois douilles en

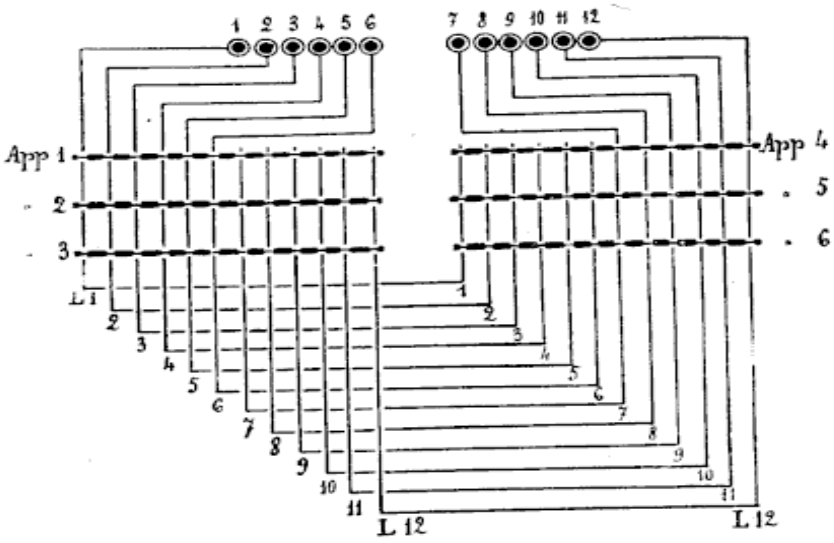


Fig. 434. — Tableau Blanchon. Multiplage des lignes et des appareils.

laiton, isolées les unes des autres par des rondelles d'ébonite (fig. 435). L'annonciateur est polarisé et fonctionne comme les précédents.

Tableau pour lignes simples. — La figure 438 représente un conjoncteur d'annonciateur et un d'appareil ; le premier comprend quatre ressorts pouvant être réunis deux à deux par les douilles d'une fiche ; le second en comporte six : la ligne est multiplée sur le grand ressort supérieur de chacun de ces conjoncteurs, ainsi que sur les cinq conjoncteurs de même numéro des autres rangées horizontales ; la terre (ou le fil de retour) est multiplée, de même, sur le deuxième ressort supérieur ; enfin, la pile affectée à cette ligne est également multiplée sur le troisième ressort des 6 conjoncteurs.

Un courant, reçu de la ligne, arrive aux sept grands ressorts, dont six sont isolés ; il ne trouve d'issue que par celui dans le conjoncteur duquel la fiche est enfoncée ; si celui-là est le conjoncteur d'annonciateur, ce courant passe, par la douille de la fiche, dans le grand ressort inférieur, parcourt l'annonciateur, revient au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième ressort inférieur, et, par la seconde douille, se rend à la terre ou sur le fil de retour. L'annonciateur fonctionne : le dirigeur retire la fiche et, après avoir choisi un appareil disponible. le deuxième, par exemple, enfonce la fiche dans celui des con-

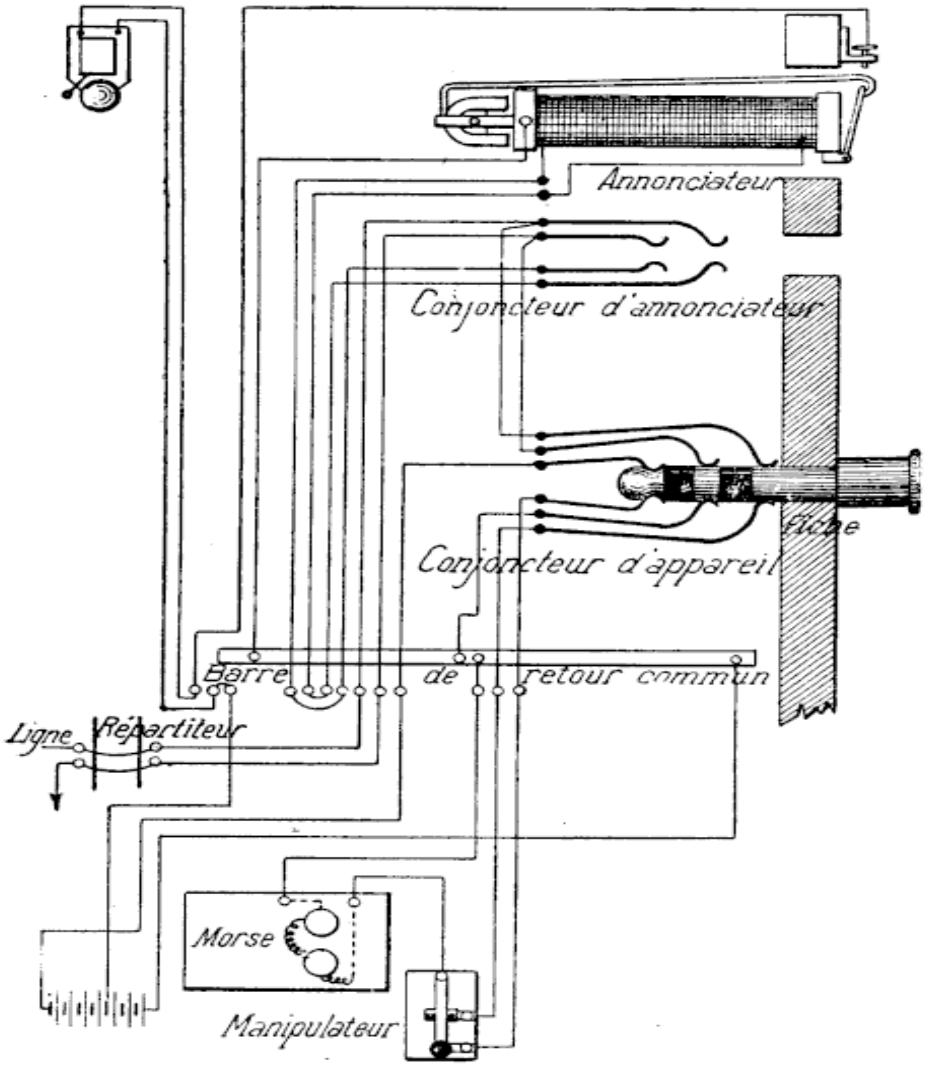


Fig. 435. — Tableau Blanchon.

joncteurs de la deuxième rangée qui porte le même numéro que l'annonciateur actionné. Le courant reçu se rend alors dans le récepteur ; en outre, l'enfoncement de la fiche a eu pour effet de réunir les deux petits ressorts, l'un relié à la pile, l'autre communiquant à la butée de travail du manipulateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE L

MULTIPLE TÉLÉGRAPHIQUE

Principe. — Le tableau télégraphique multiple, installé à Paris-Central, a pour but de permettre l'échange direct de télégrammes, par appareil Morse ou parleur, entre les différents bureaux qui y sont rattachés, de manière à supprimer le transit au poste central (réception sur un poste et réexpédition sur l'autre).

Il est agencé, en principe, comme un multiple téléphonique ; les liaisons temporaires sont effectuées à l'aide de paires de fiches, comportant chacune une translation du genre Froment. Sa capacité est de 600 lignes, dont 120 sont réservées aux postes locaux du Central, pour recevoir et réexpédier les télégrammes à destination ou en provenance de la province et de l'étranger ; les 480 autres sont rattachées aux bureaux des départements de Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. Les 600 jacks locaux sont répartis sur 12 places d'opératrices, à raison de 50 pour chacune d'elles ; les jacks généraux sont groupés en six sections complètes, plus deux quarts de section aux extrémités.

Chaque opératrice dispose de 35 paires de fiches.

Les signaux d'appel, d'occupation et de supervision sont produits par des lampes ; les réponses du Central et les signaux de rupture de communications sont automatiques.

Montage d'un poste extrême. — Le montage d'un poste, rattaché au multiple, est donné par la figure schématique ci-après (fig. 436) : en plus des appareils ordinaires, ce poste comporte un *bouton d'appel et de fin*, appelé aussi *bouton à collage*, muni d'un inverseur de pile. Dans la position normale, celle que représente la figure, le pôle négatif de la pile, P, est à la terre par le ressort qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

termine, à gauche, l'armature de l'électro-aimant ; le pôle positif est amené à la butée de travail du manipulateur, la ligne est rattachée au pivot de l'armature et, par le butoir de repos de celle-ci, est renvoyée au manipulateur : on est donc dans la position de transmission.

Si l'on abaisse l'armature, en agissant sur le bouton, le ressort de gauche vient s'appuyer sur sa butée supérieure et met à la terre le pôle positif de la pile, P ; le pôle négatif est relié à la ligne à travers la bobine, le butoir de travail et l'armature : un courant négatif permanent s'établit et maintient l'armature au collage ; elle y reste jusqu'à ce qu'on coupe le circuit de la ligne : à ce moment, le courant négatif se trouvant interrompu, l'armature se relève, renvoyant de nouveau la ligne au manipulateur et montant la pile en positif. On verra plus loin que cette interruption est produite au multiple, lors de la réponse du Central à un appel du poste extrême.

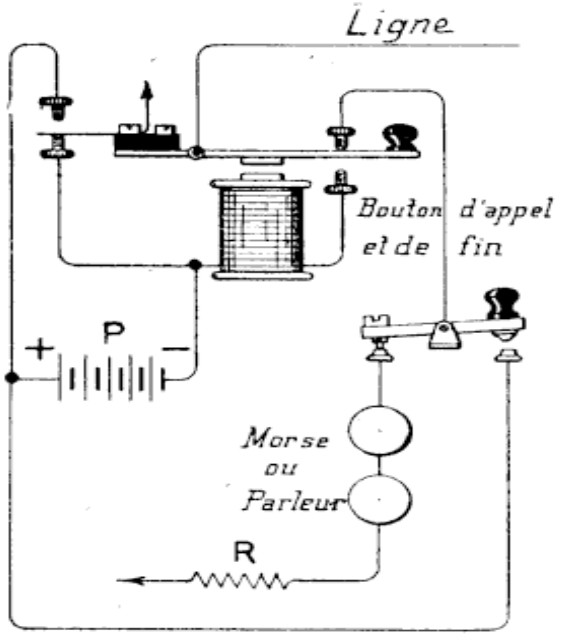


Fig. 436. — Montage d'un poste relié au multiple télégraphique.

La résistance, R, placée entre le récepteur et la terre, sert à équilibrer la ligne, dans des conditions qui vont être indiquées.

La figure 437 montre la forme réelle du bouton d'appel et de fin : la bobine est placée horizontalement et cuirassée par un cylindre de fer doux ; l'armature consiste en un disque, porté par une tige de laiton, mobile horizontalement à l'intérieur du noyau de la bobine ; on peut déplacer la tige et le disque à l'aide d'un levier, articulé sur la gauche. Ce levier, à sa partie inférieure, présente un retour d'équerre portant un cylindre d'ivoire ; à l'état de repos, ce cylindre se trouve au-dessous de deux ressorts-lames, L et T, qui communiquent, par les deux bornes de gauche, marquées des mêmes lettres, avec la ligne et la terre, qu'ils renvoient par leurs butées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

respectives de repos, à la borne LA, où est attaché le fil allant au pivot du manipulateur, et à la borne —, qui communique avec le pôle négatif de la pile.

Lorsqu'on écarte le levier vers la gauche, on amène l'armature au contact du noyau et de la cuirasse de la bobine ; en outre, le cylindre d'ivoire soulève les ressorts L et T, et les met en contact

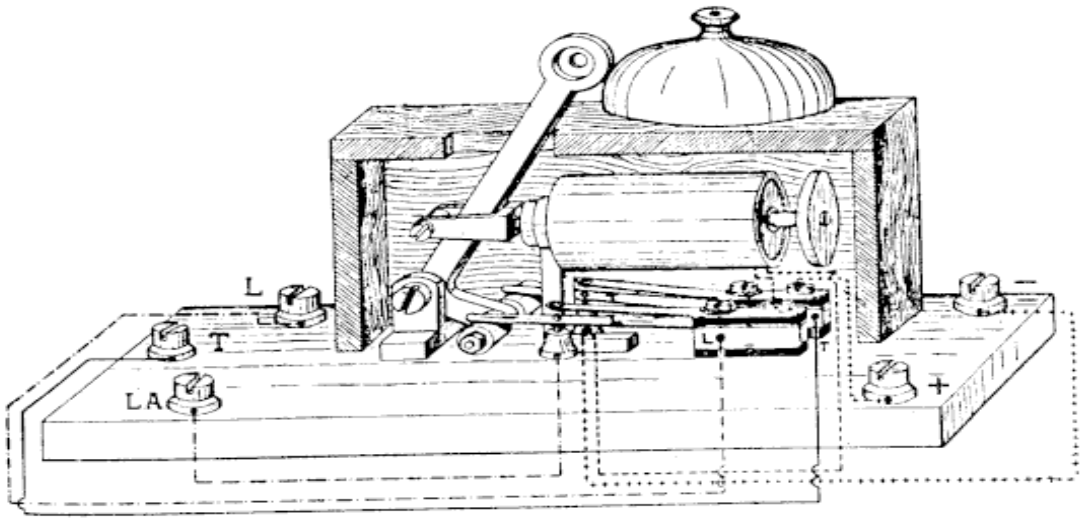


Fig. 437. — Bouton d'appel et de fin.

avec deux autres ressorts, reliés respectivement à la sortie de la bobine et au pôle positif de la pile ; le pôle négatif étant en permanence à l'entrée, le courant négatif s'établit sur la ligne. Dès que se produit l'interruption dont il est question plus haut, le cylindre d'ivoire est chassé par la pression des ressorts L et T, qui reviennent sur leurs butées de repos, l'armature est décollée et l'extrémité supérieure du levier vient frapper sur un timbre de sonnerie.

Appel du central par le poste extrême. — Lorsqu'un poste extrême (ou un poste local du Central) actionne son bouton à collage, le courant négatif permanent, qui s'établit, arrive au *jack local* (fig. 438) auquel est reliée la ligne et, de là, se rend dans le *relais d'appel* et à la terre, par l'intermédiaire du butoir de repos et de l'armature supérieure du *relais de coupure* ; l'armature du relais d'appel, reliée au pôle positif de la batterie de 24 volts, vient s'appuyer sur son butoir de travail et ferme, à travers l'enroulement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un *relais pilote*, dont il sera question plus loin, le circuit de la *lampe d'appel*, placée auprès du jack local, et qui s'allume ; en même temps, une seconde communication, prise au butoir de travail du relais d'appel, renvoie la batterie de 24 volts au butoir de repos et à l'armature inférieure du relais de coupure et enfin aux *lampes d'occupation*, placées au-dessous de chacun des jacks généraux multiplés sur la ligne appelante : l'allumage de ces lampes indique, dans toutes les sections du meuble, que la ligne n'est plus libre.

Réponse du Central. — Dès que l'opératrice du multiple voit la lampe d'appel allumée, elle introduit une fiche dans le jack placé au-dessus ; la douille de ce jack est multiplée, comme les ressorts, avec celles des jacks généraux de la même ligne, et reliée, d'autre part, à la batterie de 24 volts, à travers le relais de coupure ; dès que le corps de la fiche vient toucher la douille, le circuit se trouve fermé, par l'intermédiaire de l'un des enroulements du *relais de fin*. L'armature de celui-ci est réglée pour ne pas obéir à l'action, assez faible, du courant qui circule ainsi dans cet enroulement ; le relais de coupure, au contraire, est excité ; son armature supérieure rompt la communication entre la ligne et le relais d'appel, qui revient au repos, provoquant l'extinction de la lampe d'appel et aussi, pour un temps très court, des lampes d'occupation : celles-ci sont, en effet, rallumées aussitôt par l'armature inférieure du relais de coupure, dont le butoir de travail est relié à la batterie de 24 volts. Lorsque l'enfoncement de la fiche est terminé, le ressort court s'appuie sur la pointe, reliée à l'armature du *relais translateur* de gauche, et le ressort long donne la terre à la nuque et aux bobines du relais translateur de droite, auquel celle-ci est rattachée.

La disposition et les dimensions de la fiche et du jack sont calculées de telle sorte qu'il s'écoule un temps appréciable entre le moment où le relais de coupure fonctionne et celui où la continuité de la ligne est rétablie à travers la translation : l'isolement momentané, qui en résulte, provoque une interruption du courant négatif d'appel, l'armature de l'électro-aimant d'appel du poste extrême se décolle et le bouton vient frapper sur le timbre : le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste appelant est ainsi averti *automatiquement* que l'opératrice du multiple s'est portée sur sa ligne.

Mise en communication. — Sans autre avis, le poste extrême

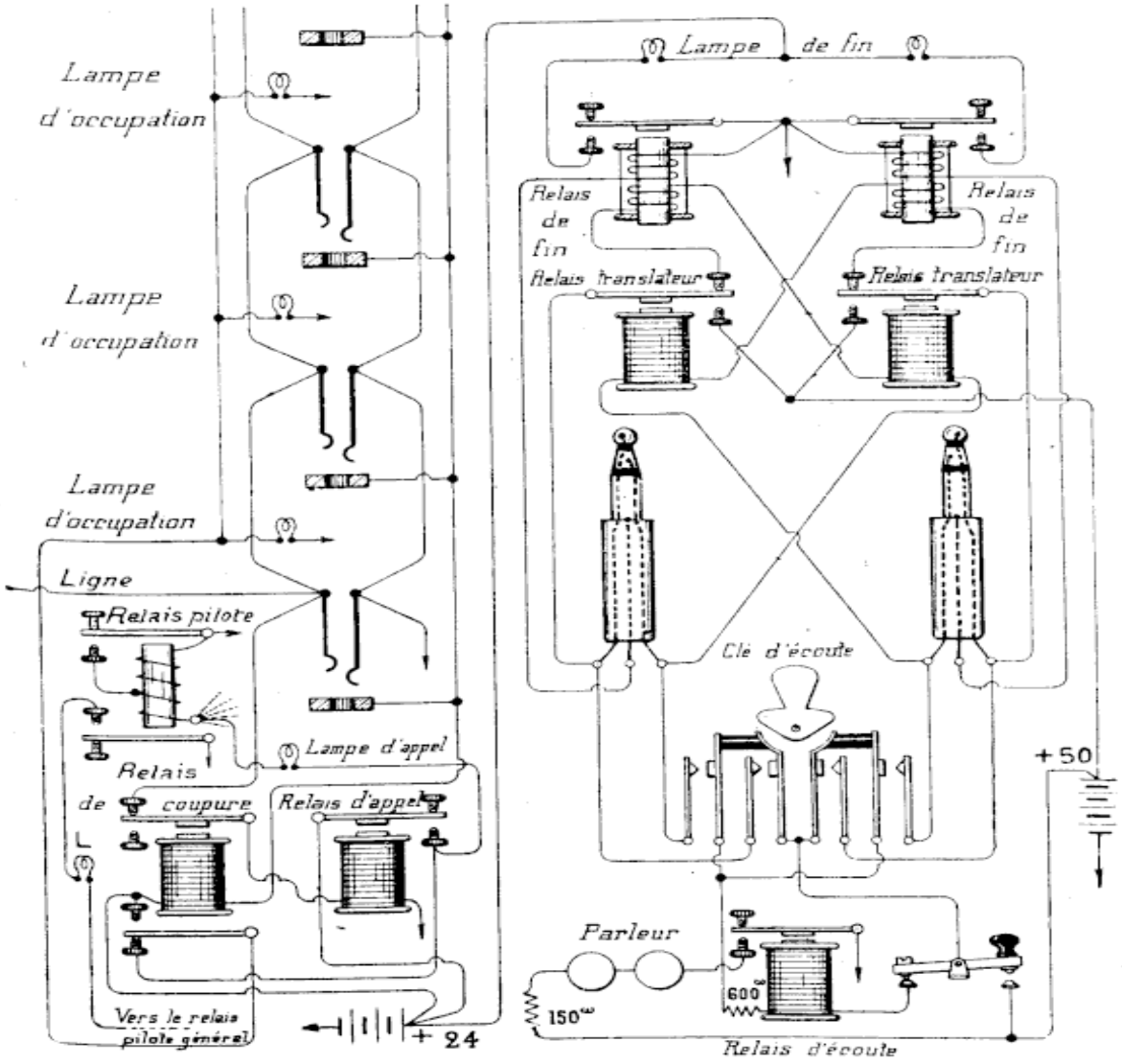


Fig. 438. — Multiple télégraphique.

commence immédiatement à donner, à l'aide de son manipulateur Morse, le numéro du bureau avec lequel il désire communiquer. L'opératrice du multiple, en même temps qu'elle enfonçait la fiche, a abaissé la *clé d'écoute* du côté de cette fiche : les courants du poste extrême sont dirigés, par les troisième et quatrième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressorts de gauche de la clé d'écoute, dans le *relais d'écoute*, dont la sortie est à la terre, par les deux premiers ressorts de gauche de la clé, la nuque de la fiche et le ressort long du jack ; le relais d'écoute actionne, à son tour, le *parleur*, sur lequel l'opératrice lit le numéro de la ligne demandée. Elle prend alors la seconde fiche de la même paire et l'introduit dans celui qui convient des jacks généraux, après s'être assurée, toutefois, que la lampe d'occupation est éteinte ; en même temps, elle relève sa clé d'écoute. Le relais de coupure de la seconde ligne est actionné dans les mêmes conditions que celui de la première : les lampes d'occupation sont allumées et le relais d'appel isolé.

Les deux bureaux, demandeur et demandé, sont maintenant reliés à travers une translation ordinaire (V. p. 157). Les courants d'appel, pour se rendre au relais translateur de droite, traversent le second enroulement du relais de fin de gauche, mais, comme ils sont positifs, leur action est inverse de celle du courant de douille, qui circule dans l'autre enroulement, et l'armature du relais de fin continue à rester au repos.

Lorsque le bureau demandé a perçu les appels, ses réponses arrivent dans les bobines du relais translateur de gauche, qui les renvoie sur la ligne du demandeur, et la correspondance est établie. Ces derniers courants traversent, de même, le relais de fin de droite et sont également sans action sur son armature.

Signal automatique d'occupation. — Lorsque l'opératrice trouve allumée la lampe d'occupation, placée au-dessous du jack général de la ligne demandée, elle introduit la fiche dans l'un des cinq *jacks d'occupation* que comporte chaque panneau : le signal « pas libre » est donné automatiquement au poste demandeur.

A cet effet, tous les jacks d'occupation des différents panneaux sont reliés à un manipulateur automatique, fonctionnant en permanence : un disque, métallique, D (fig. 439), qu'un moteur électrique anime d'un mouvement de rotation continu, porte, gravés sur sa périphérie, les deux signaux Morse correspondant aux lettres OC (abréviation de « occupée »). Au-dessus du disque est articulé, en O, un levier, L ; sous l'action d'un ressort à boudin, R, le bec, qui termine à gauche le levier, L, vient s'enfoncer dans les creux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que lui présente le disque, tandis que les reliefs le soulèvent : dans ce dernier mouvement, qui correspond aux traits et aux points gravés sur le disque, la partie de droite vient prendre contact avec sa butée inférieure, V′, reliée à la batterie de ligne de 50 volts : le ressort, R, étant relié aux ressorts courts des

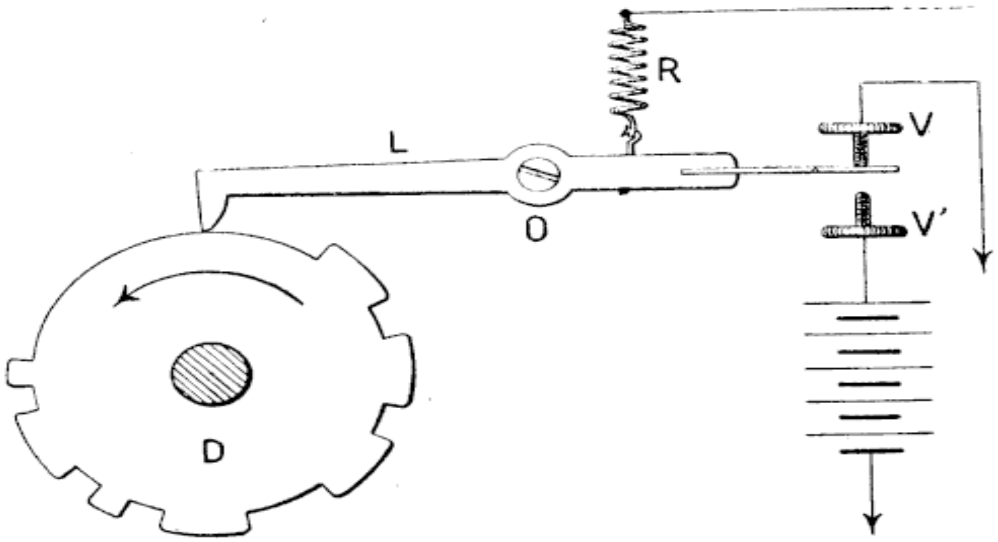


Fig. 439. — Multiple télégraphique. — Signal d'occupation.

différents jacks d'occupation, les lignes qu'on y rattache momentanément reçoivent, d'une façon continue, le signal OC. Le poste demandeur, ainsi avisé, donne alors le signal de fin, comme il va être indiqué.

Fin de communication. — Lorsque la communication est terminée, les deux postes temporairement reliés doivent donner le *signal de fin de communication*, en agissant sur le bouton à collage, comme ils le font pour l'appel. Il en résulte, de même, l'inversion de la pile et l'envoi d'un courant négatif permanent. Ce courant arrivant, par exemple, de la ligne de gauche, se rend dans le relais translateur de droite, en traversant le second enroulement du *relais de fin* de gauche ; mais, cette fois, comme il est négatif, son action *s'ajoute* à celle du courant de douille, qui parcourt le premier enroulement ; l'armature du relais est alors attirée et donne la terre à la *lampe de fin* qui lui correspond.

Si le poste de la ligne de droite, quelques secondes après, ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionne également son bouton, celui-ci reste collé, car son courant négatif s'ajoute au positif émis par le relais translateur de droite; mais la lampe de fin de droite ne peut s'allumer, le second circuit du relais de fin, qui la commande, étant à ce moment isolé.

L'allumage de l'une des lampes de fin avertit l'opératrice, qui retire alors les deux fiches ; ce retrait s'accompagne, comme l'introduction, d'un isolement momentané, grâce auquel les deux boutons à collage reviennent au repos : les postes, ainsi déconnectés, peuvent immédiatement demander une autre communication.

Appels destinés au poste Central. — Les appels, produits par le déplacement du bouton à collage, donnent lieu à un allumage fixe de la lampe d'appel. Lorsque le bureau extrême désire obtenir une communication avec un poste local du Central, il appelle à la façon ordinaire, en transmettant la lettre « P » à l'aide de son manipulateur Morse: le relais d'appel obéit, comme le ferait un récepteur Morse, et la lampe d'appel montre une suite d'allumages et d'extinctions, suffisamment caractéristiques pour que l'opératrice, sans même tourner sa clé d'écoute, mette immédiatement la ligne appelante en relation avec un poste local disponible.

Relais et lampes pilotes. — On vient de voir que toutes les lampes d'appel d'une même section prennent terre à travers les bobines d'un *relais pilote*, muni de deux armatures. L'une de celles-ci, lorsqu'elle est actionnée, met en court-circuit une partie de l'enroulement du relais, afin d'éviter l'échauffement qui résulterait du débit simultané de plusieurs lampes d'appel ; l'autre armature donne la terre à une *lampe-pilote*, L, à capuchon rouge, dont le circuit se ferme sur la batterie de 24 volts, à travers un *relais-pilote général* ; celui-ci, à son tour, allume une *lampe-pilote générale*. Un commutateur, dont on ne fait usage que dans le service de nuit, permet même d'actionner une sonnerie : un seul agent, desservant tout le meuble, est ainsi averti qu'un poste a appelé ; la lampe-pilote secondaire le guide vers la section où se trouve le poste appelant et la lampe d'appel le lui désigne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Équilibrage des lignes. — Une même paire de cordons doit pouvoir relier deux postes quelconques ; les butoirs de travail des relais translateurs étant tous reliés à la batterie de 50 volts, et cette tension ayant été déterminée en vue de la ligne la plus longue, toutes les autres ont été ensuite équilibrées à l'aide de résistances additionnelles, intercalées, dans les postes extrêmes, entre la sortie du récepteur et la terre, comme le montre la figure 436, p. 562.

Installation d'essais. — Tout comme les multiples téléphoniques, le multiple télégraphique comporte une installation d'essais, permettant de mesurer la conductibilité et l'isolement de chacun des fils aboutissant à un jack ou à une fiche ; un répartiteur intermédiaire, tout en assurant une distribution convenable des lignes dans chacun des panneaux, peut, en outre, servir de point de coupures pour la recherche des défauts.

Bibliographie.

MONTILLOT. — *Télégraphie pratique*. Paris, 1898.
Administration des P. T. T. — *Instruction n° 698 sur les installations télégraphiques des bureaux principaux*. Paris, 1914.
Administration des P. T. T. — *Instruction sur l'installation des bureaux télégraphiques principaux*. Paris, 1919.
W. BLANCHON. — *Systèmes d'installations avec batterie universelle et batterie centrale*. Paris, 1910.
E. MONTORIOL. — *Guide pratique du Télégraphiste*. Paris, 1910.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NEUVIÈME PARTIE

BATTERIE CENTRALE TÉLÉGRAPHIQUE

Avantages de la batterie centrale. — Les raisons qui ont milité en faveur de l'adoption de la *batterie centrale téléphonique* s'appliquent, avec autant de force, au service télégraphique ; aussi a-t-on songé à supprimer les piles dans les bureaux secondaires. A cet effet, on a fait usage, dans quelques pays étrangers, des communications à *courant continu* : une batterie, placée au bureau principal, est reliée en permanence à la ligne, et un courant continu traverse tous les récepteurs échelonnés sur celle-ci, si elle est « omnibus » ; la transmission, effectuée par l'un quelconque des postes, consiste à interrompre ce courant, par l'abaissement de son manipulateur : ce sont donc les relèvements des armatures qui donnent les signaux.

Ce système présente divers inconvénients : il entraîne une consommation considérable de courant, et, en outre, les noyaux des récepteurs se magnétisent rapidement, sous l'action permanente du courant : pour éviter l'inertie qui en résulte, on doit, chaque jour, inverser la polarité de la batterie.

Les deux systèmes à *batterie centrale*, qui vont être décrits, échappent à ces critiques ; tous deux sont en service à l'heure actuelle et donnent d'excellents résultats.

CHAPITRE LI

BATTERIE CENTRALE SYSTÈME BLANCHON

Principe. — Avec ce système, le courant continu n'est envoyé sur la ligne que pendant les périodes de travail, et est supprimé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ensuite. Cette suppression a entraîné, pour les bureaux secondaires dépourvus de pile, la nécessité d'appeler le poste principal à l'aide d'une petite machine magnéto, analogue à celle qu'on emploie au téléphone.

Au bureau principal, les lignes à batterie centrale peuvent être groupées sur le même tableau que celles à batterie locale et desservies par les mêmes appareils. Toutes ces lignes peuvent être montées en translation deux à deux, qu'elles soient ou non de la même catégorie.

Montage d'un poste. — La figure 440 donne le schéma d'une ligne raccordée à un tableau commutateur Blanchon

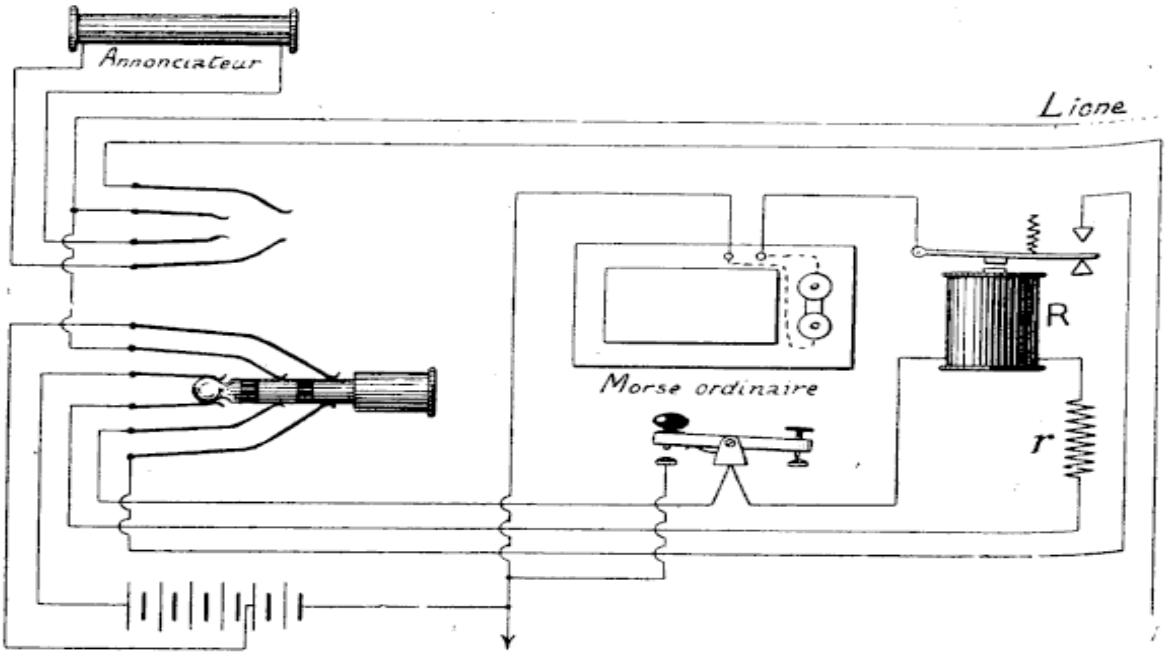


Fig. 440. — Batterie centrale, système Blanchon. — Poste principal.

(V. p. 558) : une fiche étant introduite dans un conjoncteur d'appareil, la batterie centrale est renvoyée, à travers une résistance, r, de 1 500 ohms, à l'une des bornes d'un relais, R, dont l'autre borne aboutit au pivot du manipulateur et à la ligne : un courant continu parcourt celle-ci et attire l'armature du relais, R, ainsi que celle du récepteur de l'autre poste. Si le poste principal abaisse son manipulateur, il met la batterie en court-circuit à travers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la résistance, r, et son relais, R : l'armature de celui-ci reste donc abaissée, par la faible intensité qui continue à le parcourir, mais le courant est supprimé sur la ligne, et l'armature du récepteur correspondant se relève. Dès qu'on abandonne la manipulateur, le courant continu est rétabli, et le récepteur extrême revient à la position d'abaissement.

Le poste extrême (fig. 441) est monté à la façon ordinaire, sauf

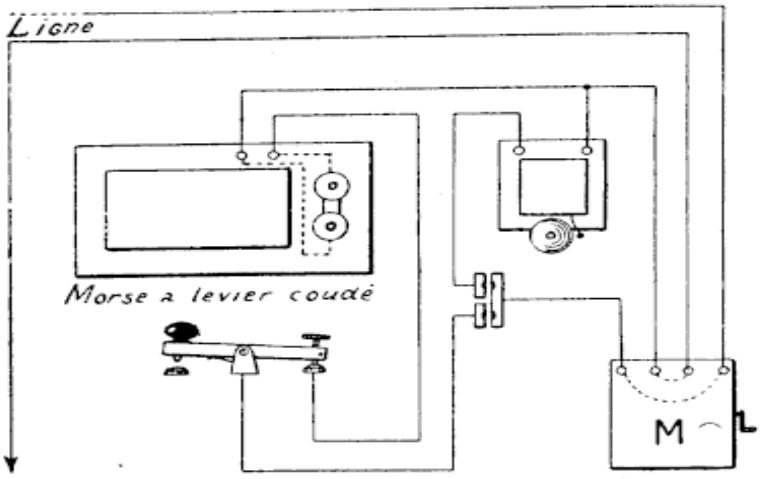


Fig. 441. — Batterie centrale, système Blanchon. — Poste extrême.

que son récepteur est d'un type spécial, qui sera décrit plus loin, et que la ligne passe par une magnéto, M, destinée à produire les appels. Lorsque son manipulateur est abaissé, la ligne se trouve isolée et le courant est interrompu : l'armature du relais, R, du poste principal se relève et, venant s'appuyer sur son butoir supérieur, envoie un courant local dans le récepteur Morse, qui fonctionne ainsi à la façon ordinaire.

Retransmetteur Blanchon. — Afin de permettre de desservir, à l'aide des mêmes appareils, les lignes à batterie locale et celles à batterie centrale, groupées sur un même tableau-commutateur, chaque installation Morse est complétée par un *retransmetteur*, formé de quatre relais, répartis en deux groupes, 1 et 2 d'une part, 3 et 4 de l'autre (fig. 442) ; chaque série de conjoncteurs d'appareils du tableau-commutateur est divisée en deux sections, dont l'une est affectée aux lignes exploitées à la façon ordinaire,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et dont chaque conjoncteur peut renvoyer, respectivement, la terre, la ligne et la batterie de transmission au groupe de relais 1 et 2 ; la seconde section est réservée aux lignes à batterie centrale, et l'enfoncement d'une fiche dans un conjoncteur détermine le renvoi, aux relais 3 et 4, de la batterie de ligne, d'une batterie locale et de la ligne.

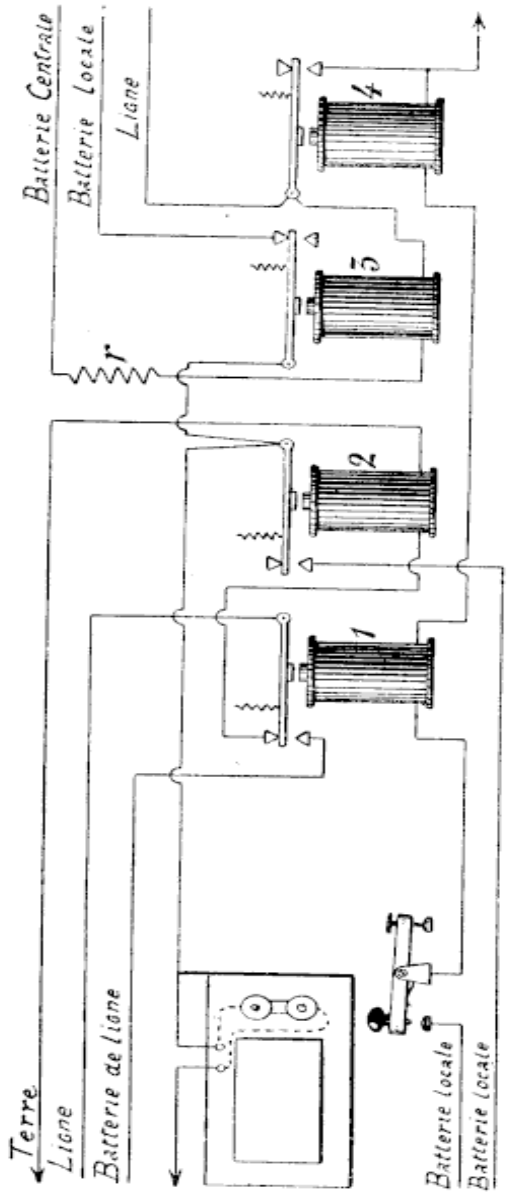


Fig. 442. — Retransmetteur Blanchon.

La butée de travail du manipulateur Morse est relié en permanence à la batterie locale ; les courants qu'il émet traversent les deux relais 1 et 4, qui fonctionnent, mais l'armature de l'un d'eux est toujours isolée tandis que celle de l'autre est en relation avec une ligne, par l'intermédiaire de la fiche du tableau. Si celle-ci se trouve, par exemple, dans un conjoncteur de ligne ordinaire, c'est le relais 1 qui envoie des courants sur la ligne. Ceux qui arrivent du bureau correspondant passent, par cette même armature et son butoir de repos, dans le relais 2 qui, à son tour, actionne le récepteur Morse.

Si la fiche a été placée dans le conjoncteur de batterie centrale, le courant de cette batterie traverse le relais 3 pour se rendre sur la ligne ; la manipulation, enregistrée dans le relais 4, a pour effet d'abaisser l'armature de ce dernier relais, et de mettre en court-circuit, comme précédemment, la batterie centrale : les interruptions actionnent l'armature du récepteur correspondant ; le relais 3 reste au collage et le récepteur du poste principal n'enregistre rien.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le poste extrême abaisse, à son tour, son manipulateur, l'armature du relais 3 se relève ; la batterie locale, reliée à son butoir supérieur, envoie alors des courants dans le récepteur Morse.

Translateur Blanchon. — Le translateur est formé par la réunion de deux retransmetteurs, semblables à celui qui vient d'être décrit, et dans chacun desquels les choses se passent comme dans des retransmetteurs indépendants : on peut ainsi, par la simple manœuvre des fiches du tableau-commutateur, réaliser toutes les combinaisons possibles et relier à volonté, soit deux lignes à batterie locale, soit deux lignes à batterie centrale, soit enfin une ligne de la première catégorie avec une de la seconde.

Récepteur Morse-Mutel, à double levier. — On a vu qu'au poste extrême, l'armature du récepteur est attirée pendant les périodes de repos et relevée pendant que le manipulateur correspondant est abaissé. Il est donc nécessaire de faire usage d'un

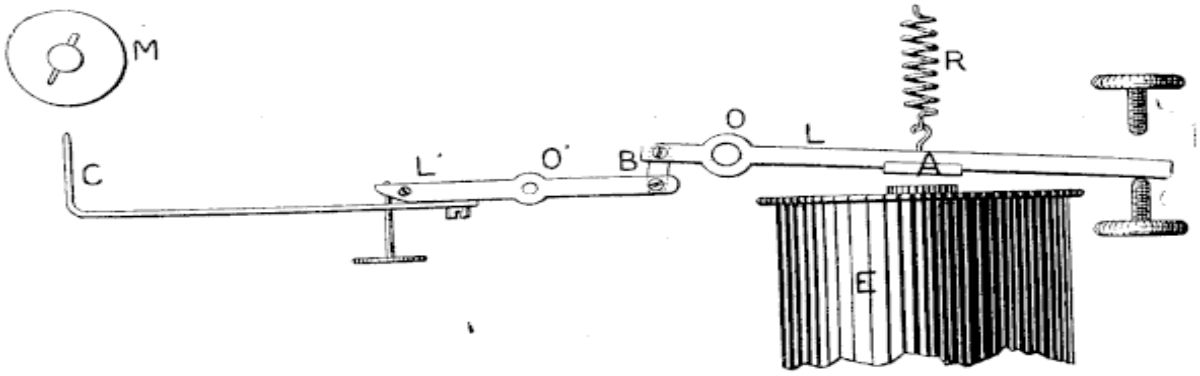


Fig. 443. — Récepteur Morse-Mutel.

récepteur spécial, qui, dans le premier cas, tient la bande éloignée de la molette et, dans le second, au contraire, l'amène au contact de celle-ci. On peut atteindre ce résultat à l'aide de deux leviers, dont l'un, L (fig. 443), solidaire de l'armature, A, agit par l'intermédiaire d'une bielle, B, sur le second, L′, qui porte le couteau, C : lorsque l'armature est attirée (position de repos), l'extrémité de gauche du levier, L, soulève celle de droite de L′, et le couteau, C, est abaissé ; et inversement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Récepteur Morse-Blanchon, à levier coudé. — L'inventeur du système a résolu le problème de façon plus simple encore : l'électro-aimant est placé horizontalement (fig. 444) et son armature, A, montée perpendiculairement au levier, L, qui supporte le couteau, C ; le ressort antagoniste, R, est placé à gauche de l'axe.

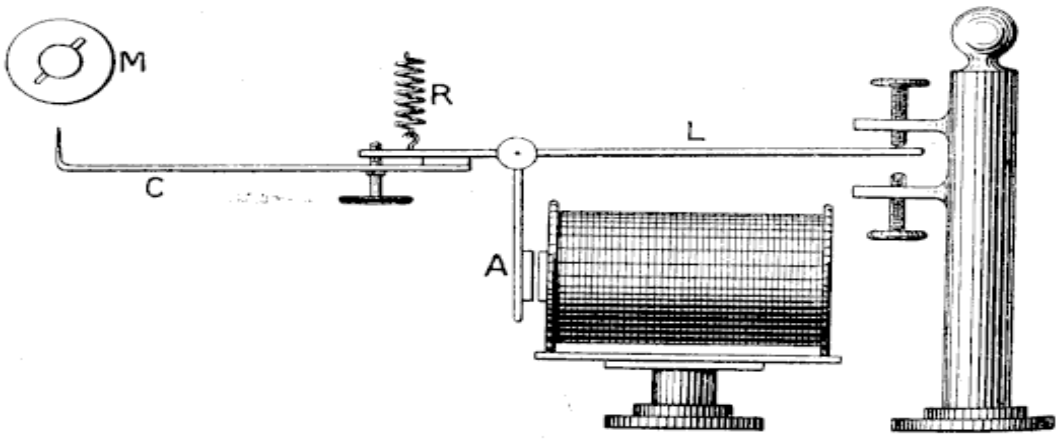


Fig. 444. — Récepteur Morse-Blanchon.

Dans la position de repos, l'armature étant attirée, le levier, L, s'appuie sur son butoir supérieur et le couteau, C, est abaissé ; dès que le courant venant de la ligne est interrompu, le ressort, R, soulève la branche de gauche du levier et le couteau amène la bande au contact de la molette, M.

Appel magnétique Mutel. — Le bureau secondaire, dépourvu de pile, doit appeler le principal à l'aide d'une magnéto, ainsi qu'il a été mentionné plus haut. Celle-ci n'est autre qu'une modification de l'*appel magnétique* employé au téléphone : elle produit, non plus des courants alternatifs, mais des courants successifs de même sens, qui peuvent être positifs ou négatifs suivant le montage ; la succession de ces courants est assez rapide pour que, pratiquement, ils agissent, sur les annonciateurs polarisés, comme des courants continus.

Ce résultat est obtenu de la façon suivante (fig. 445) : un disque métallique, D, monté sur l'axe de l'induit, passe entre deux ressorts-lames, R, destinés à recueillir les courants engendrés, mais les deux faces de ce disque sont recouvertes, sur les sept huitièmes de leur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surface, de matière isolante : le circuit n'est donc fermé que pendant un huitième de tour de l'arbre de l'induit ; il suffit alors de caler le disque de manière que la partie métallique soit en contact avec les ressorts collecteurs, R, au moment où peut se produire un courant du sens qu'on désire recueillir, à l'exclusion de l'autre.

Il importe que, si on venait à faire tourner l'induit à l'inverse du mouvement normal, la magnéto ne puisse émettre des courants inverses. A cet effet, le canon qui supporte le disque, D, est pourvu d'une saillie, qui s'appuie, suivant le sens de la rotation, sur l'une ou l'autre des deux extrémités d'une entaille, ménagée vers le centre du disque. Si on fait tourner la manivelle en sens inverse, le disque n'est entraîné qu'après que l'arbre de l'induit a fait un quart de tour ; les frotteurs ne sont en contact avec la partie métallique du disque qu'au moment où l'induit passe au point mort et il n'y a aucune production de courant.

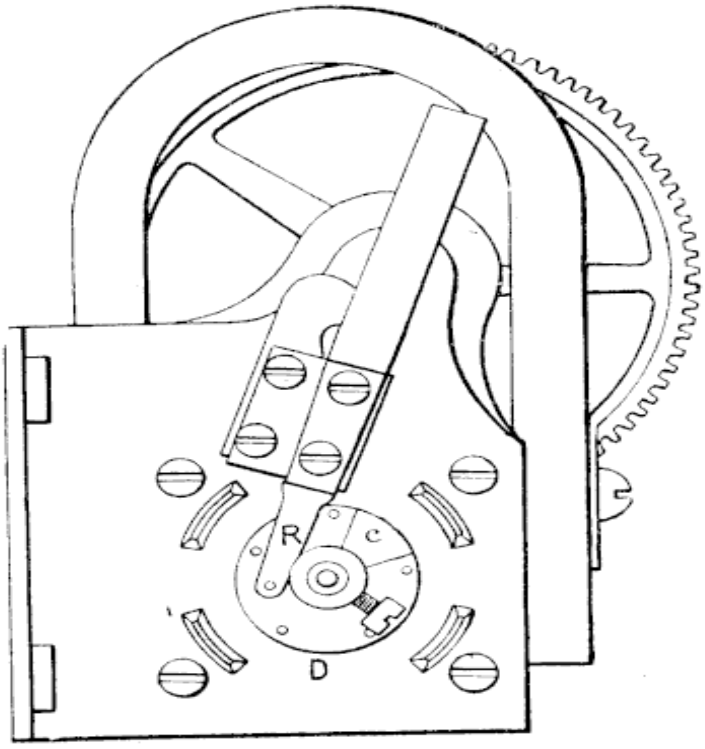


Fig. 445. — Appel magnétique Mutel.

Installation de postes échelonnés. — Le système Blanchon ne peut s'adapter aux lignes en dérivation : en effet, la coupure effectuée dans l'un des postes secondaires n'interromprait pas le débit dans le récepteur du principal, puisque l'autre continuerait à donner issue au courant ; il s'applique seulement aux lignes en embrochage. Le montage est le même que pour l'embrochage ordinaire (V. fig. 412, p. 537), sauf que le rappel par inversion de courant est remplacé par une sonnerie Mutel (V. p. 523).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAPITRE LII

NOUVEAU SYSTÈME DE BATTERIE CENTRALE

Principe. — Le système Blanchon nécessite des récepteurs spéciaux, et le réglage du ressort antagoniste est inverse de celui des appareils ordinaires, ce qui est de nature à dérouter le personnel ; enfin la lecture auditive est rendue très difficile, par ce fait que le bruit d'abaissement qui, dans le cas normal, correspond au com-

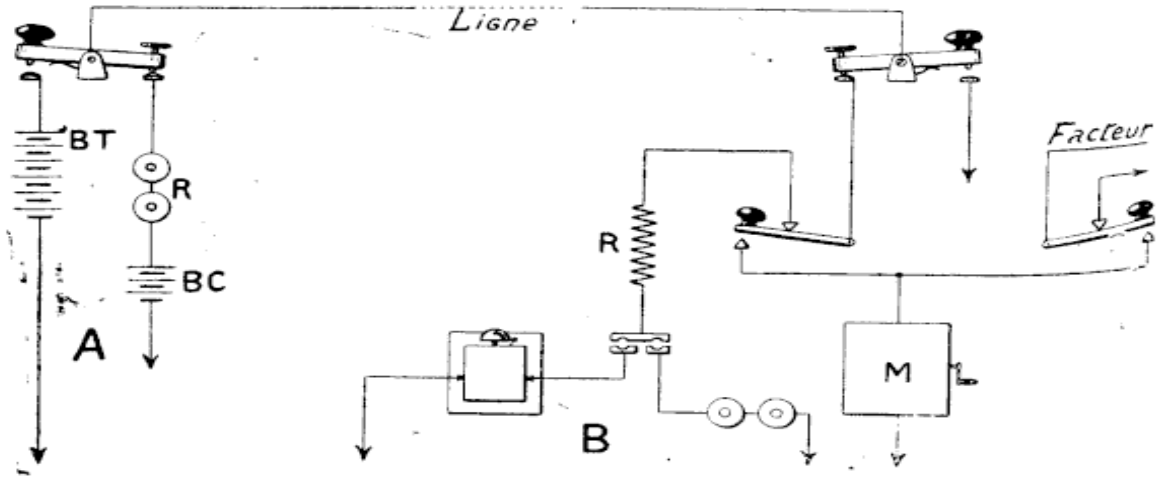


Fig. 446. — Batterie centrale nouveau système. Schéma d'une ligne simple.

mencement d'un signal, indique ici la fin, et réciproquement.

Le Service d'Études et de Recherches Techniques, a mis récemment à l'essai un nouveau système, qui échappe à ces inconvénients. Le principe est le suivant : tout comme dans le système Blanchon, la batterie centrale, BC, est amenée à la sortie de l'appareil récepteur du poste principal (fig. 449), mais le courant permanent qu'elle engendre ne dépasse pas 3 milliampères, grâce à une résistance additionnelle, R, placée dans le bureau secondaire, et reste sans action sur le récepteur du poste principal.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le poste secondaire abaisse son manipulateur, il donne à la ligne une terre directe, supprimant la résistance additionnelle et celle de son propre récepteur ; il en résulte une augmentation proportionnelle de l'intensité et le récepteur du poste principal, traversé par 20 milliampères, fonctionne à la façon ordinaire.

Le poste principal, pour transmettre à son tour, doit disposer d'un voltage spécial, BT, capable de fournir 20 milliampères au poste secondaire, à travers la résistance additionnelle, R.

Le poste extrême appelle le principal à l'aide d'une magnéto, M, comme dans le système Blanchon. Pour cela, il appuie d'une main sur le bouton de gauche et, de l'autre, actionne la magnéto. De même il appelle le facteur, en agissant sur le bouton de droite.

Modification du tableau-commutateur de 1909. — Dans le but de permettre de grouper, sur un même tableau-commutateur, des lignes à batterie locale et d'autres à batterie centrale, et de les renvoyer indistinctement sur les mêmes appareils, le tableau de 1909 a été modifié de la façon suivante :

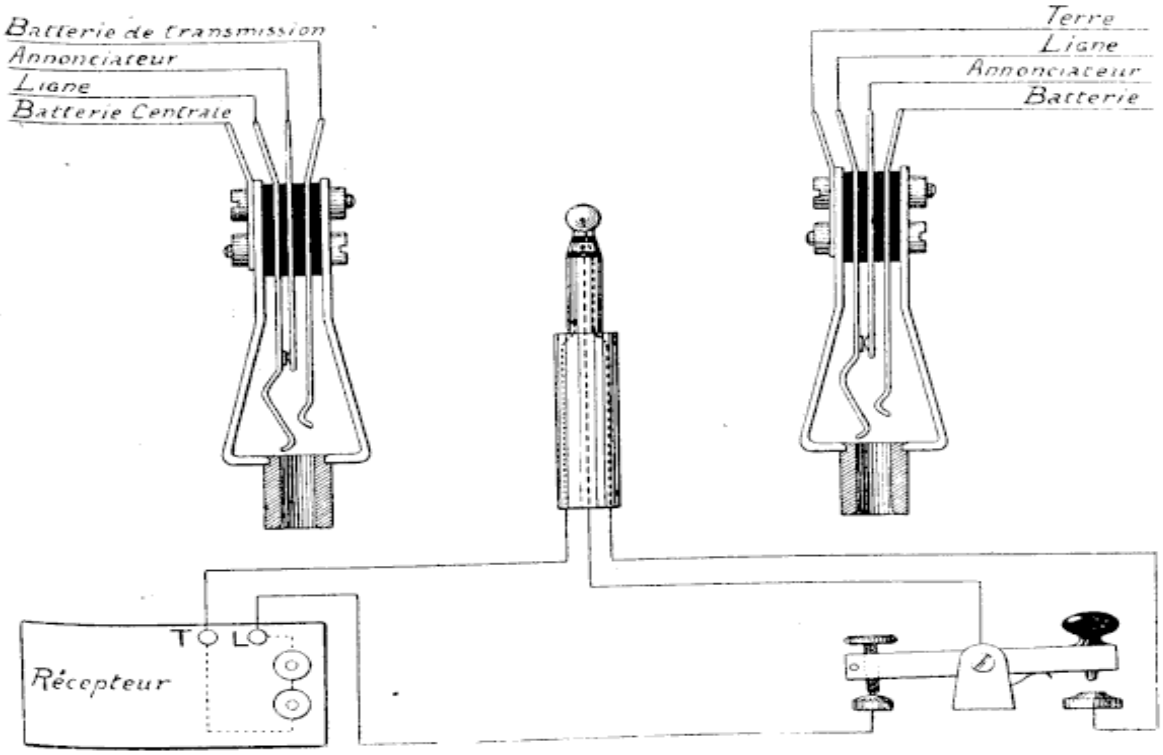


Fig. 447. — Batterie centrale, nouveau système. Tableau de 1909 modifié.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le massif du conjoncteur (fig. 450) a été muni d'une « paillette », permettant d'y rattacher une communication supplémentaire ; on y amène la terre, pour les lignes ordinaires, et la batterie centrale pour les autres ; la fiche est à trois communications ; la pointe et la nuque sont reliées, comme dans le tableau normal, à la prise de pile et à la chape du manipulateur Morse ; en outre, la communication du corps de la fiche aboutit à la sortie du récepteur.

Si l'on place la fiche dans le conjoncteur de droite (batterie locale) on renvoie à l'installation Morse, en outre de la pile et de la ligne, une terre à la sortie du récepteur ; dans le conjoncteur de gauche, on renverrait respectivement : la pile de transmission à la butée d'avant du manipulateur, la ligne à la chape et la batterie centrale à la sortie des bobines.

Lignes bifurquées. — Avec ce système, le montage en batterie centrale pourrait s'appliquer aux deux genres de lignes bifurquées : celles en embrochage et celles en dérivation, et c'est dans le but de ne faire qu'un seul type qu'on transforme celles de la première catégorie pour les ramener à la seconde.

La figure 448 montre l'agencement de trois postes : un principal, A, dans lequel la ligne est rattachée à un tableau-commutateur de 1909, modifié, et deux postes secondaires, B et C, en dérivation sur cette ligne. L'intensité de 3 milliampères, qui parcourt chacune des deux branches, L′, fait ressortir à 6 l'intensité qui traverse, en permanence, le récepteur du poste prinicpal.

Le montage de chacun des postes secondaires est le même que celui d'un poste simple, sauf que la sonnerie, S, est du type Mutel, comme dans le système Blanchon, et qu'on y trouve, en outre, un *indicateur de ligne occupée*, I.

Si la résistance des deux branches de la dérivation présente une différence très notable, ce qui peut être le cas lorsqu'on met en dérivation un poste précédemment embroché, on les équilibre en plaçant sur la plus faible, à l'entrée du poste, C, par exemple, une résistance, r' ; de cette façon, l'intensité, dans le récepteur du poste principal, est toujours la même, quel que soit le poste qui lui transmet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

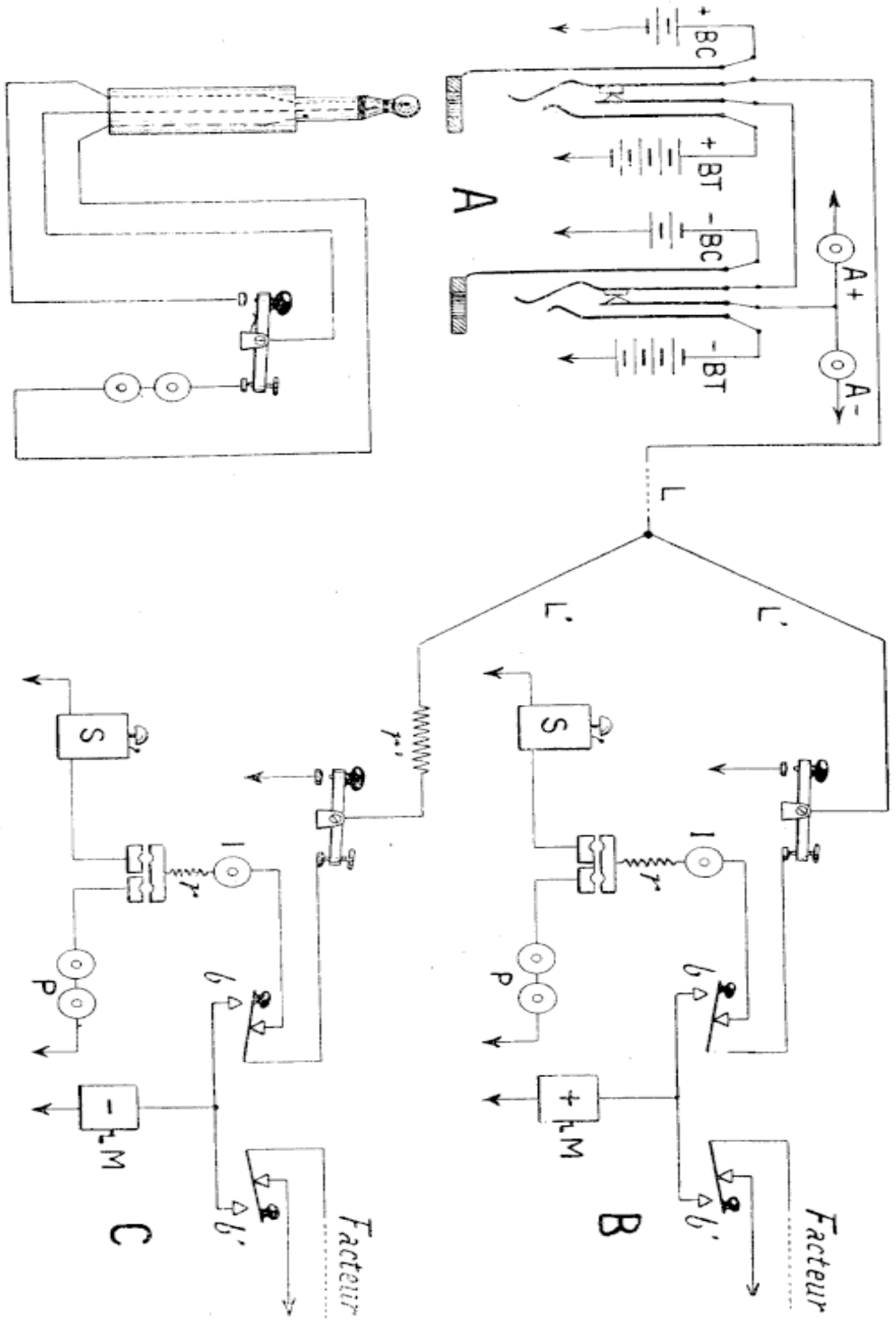


Fig. 448. — Batterie centrale nouveau système. — Schéma d'une ligne bifurquée.

Indicateur de ligne occupée. — Tout comme dans le cas de lignes en dérivation à batterie locale, la transmission effectuée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par le principal donne une intensité égale sur chacune des deux branches ; seule, la polarité du courant émis permet de n'appeler que l'un des postes. Il s'ensuit que si, pendant que A transmet à B, le poste C met sa ligne sur l'appareil pour appeler A, il constate, dans son récepteur, cette transmission, et sait ainsi que la ligne n'est pas libre. Il n'en est pas de même si cette rentrée a lieu pendant que B transmet : en effet, les mises à la terre, effectuées dans ce poste, ne peuvent que diminuer l'intensité de repos, qui circule dans la branche C, ce dernier bureau pourrait croire la ligne libre et sa rentrée intempestive viendrait brouiller la transmission de B, jusqu'à ce que A l'avertisse d'avoir à se retirer.

Afin d'éviter la possibilité de ce trouble, chacun des postes secondaires est muni d'un *indicateur de ligne occupée*. Cet instrument consiste en une sonnerie magnétique, du modèle téléphonique, dans laquelle le timbre et le marteau sont supprimés ; ce dernier est remplacé par un voyant en aluminium, placé derrière une cache noire présentant quatre ouvertures. Lorsque la ligne est libre, l'armature est au repos et le voyant présente une surface uniformément noire dans les quatre fenêtres ; dès que l'armature est attirée par un courant de polarité convenable, le voyant est déplacé et montre, dans les fenêtres, quatre bandes rouges : c'est le signal d'occupation, que chaque poste secondaire a sous les yeux, et qu'il consulte avant d'appeler.

L'entrée et la sortie de l'électro-aimant de l'indicateur doivent être choisies de manière que le fonctionnement ait lieu lorsque le poste principal donne la batterie centrale à l'autre, c'est-à-dire sous l'action du positif, si le bureau dans lequel se trouve l'instrument fonctionne en négatif, et inversement.

Le déplacement de l'armature est obtenu avec un courant de 2 milliampères. Pour arriver à ce résultat, il a fallu changer le bobinage de l'électro-aimant ; celui-ci est fait de 14 000 tours de fil de 9/100, sur chaque bobine ; sa résistance, d'environ 3000 ohms, vient en déduction des résistances additionnelles placées dans le poste.

Montage en translation. — On peut aussi utiliser indifféremment les mêmes translations pour relier deux lignes quelcon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ques. Le montage est indiqué par la figure 449 ; il n'offre qu'une particularité, par rapport à celui d'un poste simple : la fiche de gauche, F, qui amène au relais de gauche, R, la ligne et la pile de transmission, BT, donne la batterie centrale ou la terre à la sortie

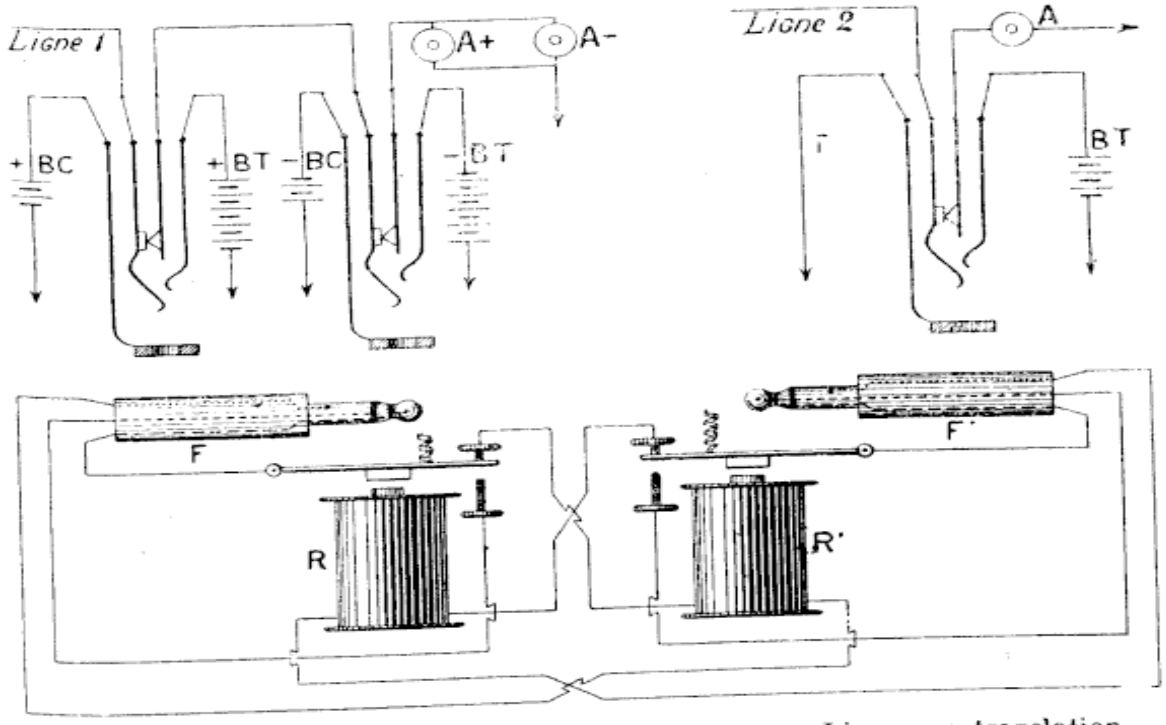


Fig. 449. — Batterie centrale nouveau système. — Lignes en translation.

du relais de droite, R′, dans lequel transmet le poste de gauche ; et réciproquement pour la fiche de droite, F′, qui relie la sortie du relais de gauche, R.

Détermination des tensions et des résistances. — Dans les calculs qui vont suivre, on appellera :

e, la tension de la batterie centrale,
E, le voltage de la batterie de transmission,
A, la résistance d'un appareil,
L, la résistance de la ligne
R, la résistance totale du circuit envisagé,
r, la résistance additionnelle à placer dans le poste secondaire.

1° ***Cas d'une seule ligne simple.*** — On cherche tout d'abord la tension à donner à la batterie centrale, sachant qu'elle doit débiter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

20 milliampères, à travers le récepteur du poste principal, lorsque le poste secondaire donne la terre directe par son manipulateur. Ce chiffre est porté empiriquement à 21 milliampères, comme dans les calculs précédents (V. p. 465) pour tenir compte de la lampe de sécurité et en négligeant la résistance intérieure de la batterie.

On aura donc :

$$e = 0{,}021\ (A + L) \qquad (1)$$

Cette tension, e, donne, au repos, 3 milliampères à travers le circuit total ; celui-ci doit donc avoir une résistance :

$$R = \frac{e}{0{,}003} \qquad (2)$$

On trouve la valeur de la résistance additionnelle, r, en déduisant de R les valeurs connues des deux appareils et de la ligne :

$$r = R - (2A + L) \qquad (3)$$

La batterie de transmission doit donner 20 milliampères (22 dans le calcul, à cause de la protection dont il sera question plus loin) à travers la ligne, le récepteur correspondant et la résistance additionnelle ; son voltage doit donc être :

$$E = 0{,}022\ (L + A + r) \qquad (4)$$

2° ***Cas d'une seule ligne bifurquée.*** — Les résistances des deux branches de la dérivation étant équilibrées, comme il a été dit plus haut (V. p. 580), on détermine la tension, e, à donner à la batterie centrale, en négligeant complètement l'une des branches, puisqu'on ne connaît pas encore la résistance additionnelle qui y sera placée ; celle-ci étant très grande par rapport à la branche de ligne, sa présence en dérivation sur AB, par exemple, ne change pas sensiblement la résistance *totale* du circuit. On applique donc, purement et simplement, la formule (1), en n'y faisant entrer, pour le facteur L, que la résistance AB.

Pour déterminer R, on reprend, de même, la formule (2), mais avec le dénominateur 0,006, puisque chacune des branches de la dérivation doit recevoir 3 milliampères :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

$$R = \frac{e}{0{,}006} \qquad (5)$$

La résistance *résultante*, ou *combinée*, R′, des deux branches de la dérivation, est égale à ce quotient, diminué de la résistance de l'appareil du poste principal et de celle de la section de ligne, L, comprise entre celui-ci et le point de bifurcation :

$$R' = R - (\Lambda + L) \qquad (6)$$

Comme les deux branches sont égales, la résistance totale de chacune d'elles est double, soit 2 R′ ; pour trouver la valeur de la résistance additionnelle, r, à placer dans chaque poste, il suffit de retrancher de 2 R′ la résistance, L′, de la branche de ligne et celle de l'appareil récepteur :

$$r = 2R' - (L' + \Lambda) \qquad (7)$$

Le voltage, E, du poste principal, doit fournir, au départ, 40 milliampères, afin que chacune des branches de la dérivation en reçoive 20. Comme précédemment, on calcule empiriquement sur 43 milliampères, afin de tenir compte de la résistance de sécurité, déjà mentionnée pour la ligne simple, et qui sera indiquée plus loin. Cette tension doit agir sur la résistance totale, R, du circuit, diminuée de celle de l'appareil du poste principal, qui n'est pas traversé par les courants de transmission. On aura donc :

$$E = 0{,}043\,(R - \Lambda) \qquad (8)$$

3° ***Cas de plusieurs lignes simples ou bifurquées.*** — On calcule le voltage à donner à la batterie centrale, d'après la formule (1), pour la ligne la plus résistante ; on forme une petite *batterie universelle* et on y puise pour toutes les autres lignes, à travers des *résistances d'équilibre* (V. p. 466).

La résistance additionnelle, à mettre uniformément dans tous les postes de lignes simples, est celle qu'on a trouvée pour la première de ces lignes, à l'aide des formules (2) et (3) ; celles pour les lignes bifurquées sont calculées au moyen des formules (5), (6) et (7).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Protection de la batterie de transmission. — La batterie de transmission doit être protégée de façon spéciale : en effet, les figures 449 et 451 montrent que si, pendant que le poste principal transmet, un poste secondaire vient à abaisser son manipulateur, par exemple pour « couper » la transmissions, la grande batterie trouve une terre directe et débite à travers la seule résistance de la ligne. Il en résulterait une intensité anormale, qu'on évite en plaçant, sur la prise de la batterie universelle, soit une lampe à filament métallique, de 150 ohms, soit deux lampes de 75 ohms en série, au lieu d'une seule. Dans ces conditions, l'augmentation de la résistance du filament métallique, par suite de l'échauffement, et, d'autre part, la résistance de la ligne, suffisent pour maintenir l'intensité dans des limites convenables.

C'est pour tenir compte de cette seconde lampe que, dans les formules ci-dessus, l'intensité prévue est de 22 milliampères pour les lignes simples, et de 43 pour les lignes bifurquées, alors qu'on veut seulement atteindre respectivement 20 et 40 milliampères.

Bibliographie.

W. Blanchon. — *Systèmes d'installations avec batterie universelle et batterie centrale.* Paris, 1910.

Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones. — Nouveau système de batterie centrale télégraphique, décembre 1920, p. 532.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPENDICE

COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES TÉLÉGRAPHIQUES

But de cette étude. — Tous les systèmes, qui viennent d'être successivement étudiés, ont leurs caractéristiques propres, leurs qualités et leurs défauts. Sur quelles considérations doit se baser le choix à faire entre eux, si l'on se propose, d'une part, d'assurer, avec le maximum de rapidité et de régularité, l'acheminement du trafic, et, d'autre part, de le faire dans les conditions économiques les plus avantageuses? A ce dernier point de vue, l'idéal serait un seul type d'appareil qui, répondant à la fois aux besoins des postes à trafic faible, moyen ou intense, permettrait un approvisionnement unique et un seul apprentissage pour le personnel. Un tel système n'existe pas encore, mais on doit chercher, tout au moins, à organiser une bonne exploitation avec le minimum de types d'appareils.

Lorsque surgit un système nouveau, ce souci d'unité ne saurait cependant pas aller jusqu'à le rejeter *à priori*; mais, si l'on doit se garder de toute appréhension devant une nouveauté, de quelque façon qu'elle puisse heurter les habitudes et les préjugés, il est indispensable aussi de soumettre à un contrôle rigoureux les assertions d'une réclame presque toujours habilement présentée. Si, après cette étude, on a acquis la conviction que le système doit amener une amélioration importante, soit qu'il permette d'accélérer l'écoulement des télégrammes, soit qu'il réduise les frais d'exploitation, aucune considération ne saurait primer l'intérêt supérieur d'un service qui est, avant tout, l'auxiliaire de l'activité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nationale. Dans le cas contraire, l'introduction inconsidérée d'un matériel nouveau, ne répondant pas à un besoin bien défini ou ne constituant pas, sur l'ancien, un progrès tangible, risquerait d'aller à l'encontre du but poursuivi, par la complication inutile, et souvent nuisible, qui en résulterait, tant dans la constitution des approvisionnements que dans l'instruction du personnel technique et manipulant, dans les méthodes d'exploitation, etc., etc.

Un tel bouleversement doit être envisagé avec circonspection, et le but de cette étude finale est précisément de fixer les éléments de la comparaison, très complexe, à établir.

I

RENDEMENT INDIVIDUEL DES AGENTS

Les chiffres qui vont suivre, indiquant un *rendement pratique*, ne peuvent être qu'approximatifs ; ils correspondant au travail fourni par des agents d'habileté et d'activité moyennes. Si l'on veut évaluer le *rendement commercial* du personnel, il faut diviser ces chiffres par deux, tout échange de transmission exigeant un agent à chaque extrémité de la ligne.

Les mots sont comptés, suivant l'usage, à raison de 5 lettres et un espace, soit, au total, 6 signaux.

Appareils à transmission simple. — L'*appareil à cadran* (V. p. 5) n'est plus guère employé ; il doit à sa simplicité et à son apprentissage à peu près nul d'être encore en usage dans quelques postes d'intérêt tout à fait secondaire, notamment de petites gares de chemin de fer, où il peut être desservi par les agents les moins préparés. Son rendement est faible et ne dépasse pas 500 mots à l'heure.

Le rendement horaire d'un *appareil Morse* (V. p. 10) est limité à celui de l'agent réceptionnaire ; il ressort à 700 mots, avec la lecture sur bande, et à 900 mots avec la lecture auditive Cette différence tient à ce que, dans le premier cas, l'opérateur doit suivre alternativement la bande, où se tracent les signaux,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la formule, sur laquelle il les transcrit ; au contraire, avec le parleur, l'œil ne quitte pas la plume, et c'est la rapidité possible de l'écriture manuscrite, en travail soutenu, qui détermine le rendement.

La transcription à l'aide de machines à écrire, pratiquée notamment en Amérique, augmenterait sensiblement le débit, qui n'aurait alors pour limite que la vitesse possible de la transmission. Aucun chiffre n'a été établi, jusqu'ici, en ce qui concerne ce dernier facteur ; quant à ceux qu'on trouve en Amérique, ils ne sauraient entrer en comparaison avec les nôtres, la transmission ayant lieu à l'aide d'un alphabet et de manipulateurs spéciaux. L'introduction en France de ceux-ci n'a pas été envisagée, parce que, contrairement à ce qui se passe en Amérique, les lignes de quelque importance sont desservies au Hughes et au Baudot, et que le Morse est, chez nous, réservé, de façon à peu près exclusive, à celles dont le trafic est faible.

Les *appareils Estienne*, *Hérodote*, *Farjou*, etc. (V. p. 27) ne sont plus employés parce que, là encore, c'est la rapidité de l'écriture qui limite le rendement, beaucoup plus que celle de la transmission. Cette considération s'applique également au *siphon enregistreur*, dit *recorder*, en usage sur les câbles sous-marins (V. p. 31).

Avec l'*appareil Hughes* (V. p. 42) le rendement théorique, de 1,5 lettre par tour de chariot, devrait donner, à la vitesse moyenne de 130 tours par minute, 195 lettres ou espaces blancs, soit, en chiffres ronds, 2 000 mots à l'heure. Dans la pratique, il ne dépasse guère 1 500 mots, lorsque l'appareil est desservi par un seul agent, à cause des intervalles inévitables, qui s'écoulent entre la fin de la transmission dans un sens et le commencement en sens inverse. Il peut être relevé à 1 800, si on affecte deux agents, dans chaque poste, à un même appareil, mais, dans ce cas, le rendement moyen de chacun d'eux tombe à 900 mots à l'heure.

Les *appareils autographiques* (V. p. 116) ne sont pas employés dans le service courant.

Appareils rapides. — On classe dans cette catégorie les systèmes à transmission automatique et à transmission multiple ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il est à remarquer que le mot « rapides » s'applique beaucoup plus au rendement de la ligne qu'à celui des opérateurs.

Une *installation Wheatstone* ordinaire (V. p. 216) avec perforateurs à marteaux et traduction manuscrite, desservie, dans chaque poste par 8 agents (dont un dirigeur), écoule environ 6 500 mots par heure : le rendement individuel moyen ressort donc à 800 mots.

L'emploi de perforateurs à clavier et la transcription à l'aide de machines à écrire, permettent d'écouler 5 000 mots avec 6 agents seulement, et le rendement de ceux-ci s'établit alors à 1 150 mots à l'heure.

Le *Wheatstone-Creed* (V. p. 235), grâce à la traduction automatique, qui ne demande plus que le collage des bandes d'arrivée, peut écouler 7 000 mots avec 5 agents, dont un dirigeur, et donner un rendement individuel moyen de 1 400 mots.

On verra plus loin que, dans beaucoup de cas, l'exploitation, en service soutenu, des appareils à transmission automatique, entraîne l'immobilisation d'un agent spécialement chargé de la recherche des télégrammes à rectifier, de la liquidation des litiges, etc. ; le rendement moyen devient alors inférieur à celui qu'indiquent les chiffres ci-dessus.

Le système automatique *Pollak-Virag* (V. p. 247) a donné, en service normal, 30 000 mots à l'heure ; il était desservi, à chaque extrémité de la ligne, par vingt agents, dont un dirigeur, et deux agents chargés des recherches : on trouve donc un rendement moyen de 1 500 mots.

Les appareils automatiques *Murray* et *Siemens* (V. p. 253 et 428) se tiennent, pour les mêmes raisons, aux environs de 1 400 mots.

Un secteur *Baudot* (V. p. 256) à la vitesse de 180 tours par minute, pourrait débiter 1 800 mots par heure. La *transmission manuelle* entraîne inévitablement des pertes de temps entre deux télégrammes consécutifs et, plus encore, entre la fin d'une série et le commencement de la suivante ; le rendement horaire, dans ces conditions, ne dépasse pas 1 500 mots. Il est à remarquer que, le dirigeur prenant part aux transmissions, il n'y a pas à déprécier, de ce chef, le rendement moyen ; c'est seulement lorsqu'un même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirigeur surveille, au minimum, huit ou douze secteurs, qu'il y a lieu de diminuer proportionnellement les rendements des agents manipulants ; ce cas devient de plus en plus l'exception.

La *transmission automatique au Baudot* (V. p. 410) supprime presque complètement les pertes de temps dont il vient d'être question; aussi, en conservant la vitesse actuelle de rotation des balais, le rendement peut-il s'élever très près du chiffre théorique, et atteindre 1 750 mots à l'heure. Mais cette vitesse de 180 tours n'a été maintenue uniformément, pour tous les postes, que comme un maximum pour la transmission manuelle, et afin de ne pas dérouter les agents manipulants passant d'une installation à une autre. La transmission automatique permet facilement de porter la vitesse angulaire des balais à 210 tours, où le fonctionnement du traducteur est assuré avec une excellente marge de sécurité : on arrive alors à un rendement théorique de 2 100 mots par secteur, ce qui correspond, pratiquement, à environ 2 000 mots à l'heure. C'est sensiblement le maximum qu'on puisse demander à l'agent *réceptionnaire* qui, indépendamment du collage des bandes, doit compter les mots de chaque télégramme, vérifier les collationnements, provoquer les rectifications éventuelles, porter sur les copies les indications et heures de réception, etc. Au delà de cette limite, on perdrait le bénéfice de l'augmentation de la vitesse, car il faudrait faire aider le réceptionnaire, et la présence d'un agent supplémentaire de renfort diminuerait, dans une forte proportion, la moyenne du rendement des autres.

Si, enfin, on admet que deux quadruples, soit huit secteurs semblables, sont sous la surveillance d'un dirigeur, ne participant pas aux transmissions, le rendement moyen s'établit définitivement vers 1 800 mots par heure et par agent.

Un secteur *Baudot-Dubreuil* (V. p. 425) donne, théoriquement, les 5/3 du rendement d'un secteur Baudot ; ce chiffre n'est jamais atteint dans la pratique, à cause de la fatigue cérébrale et physique qu'occasionnerait un tel effort, et l'on doit admettre, jusqu'à plus ample informé, qu'avec la transmission manuelle, un tiers en plus, soit 2 000 mots par heure, est un excellent rendement. Sans aucun doute, la transmission automatique permettrait de s'élever notablement au-dessus de ce chiffre, mais, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce cas, on retomberait, en ce qui concerne la réception, dans le défaut qui vient d'être signalé : l'agent réceptionnaire ne pourrait suivre une telle rapidité, et l'obligation de lui venir en aide ramènerait le rendement moyen à celui d'un Baudot ordinaire : la transmission manuelle, avec les 2 000 mots de rendement individuel qu'on peut en attendre, constitue donc le meilleur emploi qu'on puisse faire du système.

Le multiple de la Compagnie américaine *Western Electric*, le seul du genre Murray qui ait été expérimenté en France, est, comme il a été dit, un dérivé du Baudot (V. p. 433). L'unique type quadruple ne donnerait pas une utilisation complète des lignes ; on compense cette insuffisance en accélérant la vitesse des balais, et en la poussant fréquemment jusqu'à 250 tours par minute, ce qui devrait correspondre à un rendement théorique de 2 500 mots par secteur. Or, si surprenant que cela puisse paraître, *a priori*, l'augmentation de la vitesse ne procure ici *aucun bénéfice* sur le Baudot, au point de vue du rendement des opérateurs, pas plus d'ailleurs, comme il sera démontré plus loin, qu'à celui du rendement de la ligne. En effet, à nombre égal de signaux perforés, au Baudot et au Western, le nombre de mots transmis doit, pour ce dernier, être diminué d'environ 15 p. 100, représentant les signaux employés à la commande du chariot du poste de réception, inversion des lettres aux chiffres indépendante des « blancs », retour en arrière, changement de ligne, ce dernier signal étant répété un certain nombre de fois, après chaque télégramme, pour dégager une longueur convenable de papier, etc. Les 250 tours des balais, au Western, donnent ainsi le même rendement que 213 au Baudot. On aurait à peu près l'égalité, si l'énorme complication des appareils ne nécessitait la présence d'un dirigeur par installation, soit pour un quadruple simple, chiffre normal pour l'exploitation française ; la moyenne se trouve alors ramenée à 1 600 mots par agent.

La traduction en pages, à l'arrivée, affranchit, il est vrai, l'agent réceptionnaire, du collage des bandes, qui ne représente d'ailleurs qu'une fraction minime de l'ensemble de ses occupations mentionnées ci-dessus, mais cette commodité ne peut avoir de répercussion sensible sur son rendement, qui est régi par la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capacité de travail du transmetteur : la limite assignée par la ligne à celui-ci s'impose donc à celui-là.

Le multiple *Rowland* (V. p. 443) à la vitesse de 200 tours par minute, donnerait théoriquement 2 000 mots par secteur et par heure ; mais, là encore, en outre des pertes de temps résultant de la transmission manuelle, la commande des mouvements du chariot entraîne une diminution sensible du rendement qui, dans la pratique, n'a pas dépassé 1 500 mots.

Récapitulation. — En résumé, si l'on se place au point de vue du rendement individuel des agents (en mots de cinq lettres) les différents systèmes se classent dans l'ordre suivant :

APPAREILS.	RENDEMENT HORAIRE PAR AGENT. MOTS	OBSERVATIONS.
Appareil à cadran	500	
Morse	700	
Parleur	900	
Wheatstone ancien	800	Perforateurs à marteaux, transcription manuscrite.
Wheatstone actuel	1.150	Perforateurs à clavier, transcription par machine à écrire.
Creed	1.400	
Murray automatique	1.400	
Siemens automatique	1.400	
Hughes	1.500	Un seul agent.
Pollak-Virag	1.500	
Rowland	1.500	1 dirigeur par installation.
Baudot, transmission manuelle	1.500	180 tours, le dirigeur prend part aux transmissions.
Western	1.600	250 tours, un dirigeur par installation.
Baudot, transmission automatique	1.800	210 tours, un dirigeur pour 8 secteurs.
Baudot-Dubreuil	2.000	Sans dirigeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

RENDEMENT DES LIGNES

Considérations générales. — La question du rendement des lignes ne se pose pas pour la catégorie des appareils à transmission simple, employés sur des communications dont le faible trafic ne permet pas l'utilisation intégrale des conducteurs.

Les différents systèmes rapides peuvent être comparés entre eux, soit au point de vue du mode de transmission, soit à celui du code de signaux qu'ils emploient, soit enfin par des qualités ou des défauts spéciaux à chacun d'eux. Il est bien entendu que tous, sans exception, fonctionnent de façon parfaite et que, par suite, ce facteur n'entre pas en ligne de compte ; on ne doit pas davantage faire état de ce qu'ils sont ou ne sont pas exploités en duplex : en effet, il faut considérer que *c'est la ligne qu'on duplexe et non l'appareil* (V. p. 177) et admettre, en principe, que *tous les systèmes* sont susceptibles de fonctionner en duplex *lorsque la ligne est duplexable ;* si quelques-uns d'entre eux sont, malgré cela, utilisés en simplex, cela tient uniquement à des considérations d'exploitation, et il serait absolument erroné d'en tirer une autre conclusion.

Systèmes automatiques et systèmes multiples. — La transmission automatique étant employée dans les installations multiples, il importe d'établir une terminologie qui évite toute confusion : on appellera donc *automatiques simples* les systèmes du genre Wheatstone, dans lesquels un seul appareil transmetteur écoule le travail préparé par plusieurs opérateurs, et *automatiques multiples* ceux dans lesquels la transmission est effectuée par secteurs indépendants.

Dans les systèmes automatiques simples, la composition préalable permet d'alimenter au maximum les lignes à grand trafic ; il suffit de préposer, à cet effet, un nombre suffisant d'opérateurs pour que l'appareil transmetteur ne chôme jamais ; d'un autre côté, la transmission automatique simple présente l'inconvénient de retarder sensiblement l'acheminement des télégrammes, par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comparaison avec les autres systèmes. Voici, en effet, les étapes que chacun d'eux doit suivre :

1° On le perfore. Cette opération se fait par séries de cinq ou dix télégrammes, de sorte que le premier attend nécessairement la terminaison du dernier, avant de pouvoir être remis au « dirigeur », chargé d'alimenter le transmetteur automatique.

2° La série perforée attend son tour de transmission ; ce temps peut être assez long si la ligne n'est pas exploitée en duplex, et si la série est remise pendant que le poste reçoit.

3° Elle est engagée dans le transmetteur.

4° Une fois reçue à l'autre poste, elle est détachée, enregistrée, et attend son tour de traduction (cas du Wheatstone, où la traduction est faite manuellement). Ce délai peut, il est vrai, être abrégé si l'on dispose d'un nombre d'employés suffisants pour qu'on en trouve toujours un de disponible, au moment où la série est reçue ; mais, dans ce cas, le rendement moyen des agents transcripteurs se trouve sensiblement diminué.

Le temps qui s'écoule, entre la perforation au départ et la transcription à l'arrivée, et qui, dans les conditions les plus favorables, n'est pas inférieur à vingt minutes, constitue ce qu'on pourrait appeler le *retard normal*, subi par tout télégramme arrivant sans encombre.

Mais si une altération quelconque vient à être constatée, qu'elle provienne d'une fausse touche du dactylographe ou de la lecture incorrecte d'un texte mal écrit, ou bien encore qu'elle ait pour cause une défaillance de l'appareil ou de la ligne, le « retard normal » se trouve considérablement aggravé : la demande de rectification doit suivre toute la filière indiquée pour les télégrammes. Lorsqu'elle est parvenue à l'autre poste et remise au dactylographe intéressé, celui-ci a déjà perforé bon nombre d'autres séries, parmi lesquelles il doit rechercher la copie à rectifier, d'où une nouvelle perte de temps. Lorsqu'il l'a trouvée, la répétition du passage tronqué reprend le même chemin en sens inverse ; bref, on peut dire que tout télégramme incidenté est un télégramme *sacrifié*, même si l'on excepte le cas de malentendu toujours possible, résultant de demandes ou de réponses trop abrégées, par exemple. Dans ce dernier cas, il n'est pas rare que les deux dirigeurs correspondants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doivent suspendre la transmission automatique et s'entendre, à l'aide du manipulateur manuel, pour liquider une situation embrouillée, ce qui arrête complètement le trafic et déprécie d'autant le rendement moyen de la ligne et des agents.

Le retard normal est un peu diminué lorsqu'on travaille en duplex, en ce sens que les télégrammes à transmettre et les rectifications n'ont pas à attendre qu'on ait fini de recevoir ; quoi qu'il en soit, si l'on veut, non pas supprimer mais seulement atténuer les retards, on doit, comme il a été dit plus haut, augmenter le nombre des opérateurs et surtout créer des postes spéciaux pour la recherche des rectifications, d'où une diminution sensible du rendement individuel moyen et une exploitation plus onéreuse.

Au Baudot, avec la transmission manuelle, la lettre manipulée est aussitôt imprimée au poste correspondant et le retard normal se trouve absolument nul ; avec la transmission automatique *par secteurs*, il demeure à peu près négligeable, car il n'y a pas de tour de rôle pour transmettre ; de plus, il n'est pas nécessaire d'attendre qu'une série soit entièrement perforée pour engager la bande dans le transmetteur automatique : elle peut y être introduite dès qu'elle atteint une longueur de 40 à 50 centimètres, c'est-à-dire après une ou deux minutes ; et, comme un dactylographe frappe toujours plus de trois lettres et demie par seconde (vitesse des balais à 210 tours) il prend de l'avance sur l'appareil, qui se trouve ainsi constamment alimenté. A l'arrivée, le retard normal devient nul, la réception ayant lieu dans les mêmes conditions qu'avec la transmission manuelle.

Les secteurs Baudot sont groupés par paires, comprenant, chacune, une transmission et une réception : les demandes de rectifications sont transmises entre deux télégrammes et arrivent immédiatement à l'agent transmetteur de l'autre poste ; elles concernent donc toujours un télégramme de la série en cours ou l'un des derniers de celle qui vient d'être terminée, et les pertes de temps sont réduites au minimum ; enfin, les désaccords ou malentendus, s'il vient à s'en produire, sont réglés *directement* par les intéressés, ce qui en abrège considérablement la durée.

Code Morse et code Baudot. — Chaque code de signaux a une capacité de rendement qui lui est propre, et il s'ensuit que deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils, fonctionnant également bien, peuvent avoir des qualités très différentes suivant leur mode de formation des signaux.

Si on laisse de côté les chiffres et les signes de ponctuation, dont l'usage est relativement restreint, on trouve que le code Morse comprend 30 lettres, représentant 98 signaux, soit 49 points et 49 traits (V. p. 10). Or. si l'on appelle *moment* le temps minimum qu'on doit consacrer à une émission, pour qu'elle soit enregistrée correctement à l'extrémité d'une ligne donnée, on voit qu'un point représente deux moments, un pour le courant de travail et un pour le courant de repos qui suit, soit, pour les 49 points de l'alphabet, 98 moments ; les traits, trois fois plus longs, et suivis d'un courant de repos, absorbent 4 moments, soit, pour 49 traits, 196 moments, et l'on obtient ainsi pour l'alphabet entier, *sans espacement des lettres*, 294 moments, ou une moyenne de 9,8 par lettre.

Si l'on tient compte de ce que les lettres les plus usitées ne comprennent qu'un nombre restreint de signaux, cette moyenne se trouve ramenée à 7, pour la langue française, dans l'hypothèse où les chiffres seraient transmis exclusivement en abrégé (ce qui n'est pas toujours le cas) et où les signes de ponctuation seraient assez rarement employés pour que la majoration qu'ils entraînent devienne négligeable.

Cette moyenne de 7 moments doit être augmentée de deux. pour l'espacement des lettres, égal à un point, ce qui l'établit à 9. Si la transmission est comptée en mots de cinq lettres, chacun d'eux représente, en moyenne, 45 moments, auxquels il faut encore en ajouter 6 pour l'espacement des mots (3 points) ; on arrive ainsi à un total, par mot, de 51 moments.

Si, donc, une ligne est susceptible de supporter n émissions par minute, le rendement théorique, avec le code Morse, ressort à $\frac{n}{51}$ mots.

Avec le code Baudot, la formation d'une lettre, d'un chiffre ou d'un signe quelconque exige 5 moments, sans majoration, puisque l'espacement est opéré mécaniquement. Un mot de 5 lettres exige donc 25 moments, plus 5 pour le « blanc » qui suit, soit, au total, 30 moments. Sur une ligne pouvant recevoir, comme ci-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dessus, n émissions, on peut transmettre, dans une minute, $\frac{n}{30}$ mots.

Si, par exemple, $n = 7\,000$ (cas d'une ligne moyenne), les codes Baudot et Morse pourront donner respectivement 233 et 137 mots, ce qui fait ressortir, à l'avantage du premier, 96 mots par minute ; on améliorera donc le rendement de la ligne d'environ 70 p. 100, en substituant le code Baudot au code Morse.

Autres codes. — Parmi les autres codes actuellement en usage, il convient de mentionner le code *recorder* qui, bien que dérivé du Morse, bénéficie de l'égalité des points et des traits, formés respectivement par des émissions positives ou négatives. De ce fait, et en tenant compte de l'emploi plus ou moins fréquent de chaque lettre, le temps moyen de la formation de l'une d'elles ressort à 4 moments, soit 24 pour un mot.

Dans l'hypothèse ci-dessus de $n = 7\,000$, il donnerait donc 291 mots, soit 58 de plus que le code Baudot.

Malheureusement, employant les deux sens de courant pour les signaux, il ne convient pas sur les lignes terrestres où, à cause des influences de toutes sortes, le courant de repos est indispensable dans les transmissions rapides (V. p. 135). Jusqu'à ce jour, il est réservé exclusivement aux lignes sous-marines.

Le multiple Rowland (V. p. 444) emploie des courants alternatifs, d'environ 100 périodes ; la transmission d'une lettre demande 12 demi-périodes (y compris l'intervalle entre les secteurs) ; mais ici, la fréquence du courant alternatif, qui circule dans la ligne et dans le relais récepteur, ne saurait être modifiée par les qualités électriques de ceux-ci et, dans ces conditions, la vitesse de transmission n'est limitée que par l'inertie mécanique du relais. Or, le système, tel qu'il a été expérimenté, ne donne qu'un rendement à peine égal à celui du Baudot à transmission manuelle : on est donc fondé à penser que l'inventeur n'a pas tiré tout le parti possible du principe dont il a tenté l'application.

Le Pollak-Virag est, sans conteste possible, le plus rapide de tous les appareils actuellement connus ; cette supériorité tient à ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que les deux récepteurs téléphoniques n'ont que 50 millihenrys de self et 200 ohms de résistance ; leur constante de temps $\frac{50}{200}$ ne dépasse pas 0^s00025, tandis que celle d'un relais Baudot atteint $\frac{1,3}{200} = 0,0065$; si l'on ajoute à cela que l'inertie mécanique des membranes est pratiquement inappréciable, on voit que ce système possède des qualités de rapidité incomparables.

III

CLASSIFICATION GÉNÉRALE

Il résulte de cette étude que la préférence doit se porter :

1° Vers les systèmes à transmission multiple ;

2° Vers ceux qui emploient le code Baudot, le code recorder n'étant pas utilisable sur les lignes terrestres et, d'autre part, les systèmes Rowland et Pollak-Virag se trouvant écartés pour des raisons qui seront indiquées plus loin.

Systèmes automatiques. — Malgré les avantages de la transmission multiple, il serait injuste de rejeter en bloc les systèmes automatiques, dont certains, tout au moins, peuvent présenter des qualités réelles : il convient donc de les classer et de les examiner à tous les autres points de vue.

On doit éliminer, tout d'abord, l'appareil Siemens, qui, à cause de son système imprimeur, n'écoule guère que les deux tiers des lettres que pourraient lui fournir les lignes moyennes de 500 à 600 kilomètres; cette infériorité s'atténuerait, il est vrai, au fur et à mesure qu'on augmenterait la longueur des lignes, les autres systèmes étant obligés, eux aussi, de diminuer, dans ce cas, leur vitesse ; mais il perd, de ce fait, les qualités d'adaptation générale qu'on doit attendre d'un appareil de service courant.

Le Murray automatique a été abandonné par son inventeur même, qui lui préfère, avec raison, son système multiple.

Le Pollak-Virag donne un rendement de nature à compenser largement ses inconvénients d'automatique simple ; il nécessite,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutefois, la transcription des messages à l'arrivée (V. p. 252), d'où une nouvelle source de retard et une diminution du rendement moyen des agents ; mais c'est surtout à cause des influences fâcheuses qu'il exerce sur les circuits téléphoniques qu'il doit de n'avoir été adopté dans aucun pays.

Le Wheatstone et le Creed restent donc les seuls qui peuvent prétendre, pour l'instant, à garder leur place dans l'outillage télégraphique ; tous deux sont encore très employés en Angleterre, mais seulement pour le service de la presse : là, les textes sont perforés au fur et à mesure de leur arrivée à l'agence et transmis en bloc à une heure déterminée : le « retard normal » disparaît donc complètement ; de plus, comme les rectifications, dans ce genre de transmission, sont extrêmement rares, et que la suppression des postes de recherches améliore sensiblement le rendement moyen du personnel, on peut donc dire qu'il ne reste, au passif de ces deux systèmes, que leur code Morse, inférieur au code Baudot.

Systèmes multiples. — Le Rowland, bien que basé sur un principe intéressant, a été abandonné par la plupart des Administrations ; cela, non seulement à cause des inductions constatées sur les circuits empruntant les mêmes appuis, mais aussi à cause de l'impossibilité d'alterner les transmissions simultanées : le duplex obligatoire, avec tous les aléas qu'il comporte sur les longues lignes, la *rigidité* qui en résulte, au point de vue de l'exploitation, ont fait abandonner un système qui promettait plus qu'il n'a pu tenir.

Le Dubreuil vise seulement à augmenter le rendement individuel des opérateurs ; les essais, suspendus en 1904, ont été repris en 1914 et interrompus de nouveau par la guerre ; on doit donc, pour l'instant, réserver toute conclusion définitive.

Systèmes Baudot et Western-Electric. — Il reste donc maintenant à établir un parallèle définitif entre le Baudot et son dérivé, le Western Electric. Si, après un examen impartial, on trouve que ce dernier présente, sur son inspirateur, des avantages réellement tangibles, on doit penser dès maintenant à supprimer progressivement mais radicalement, le Baudot ; dans le cas

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contraire, on doit le rejeter purement et simplement, car on ne saurait penser à le réserver pour certains cas particuliers. En effet, l'introduction d'un système d'une utilisation restreinte n'entraînerait pas moins la nécessité de stocks d'appareils et de pièces de rechange, d'un outillage particulier pour les réparations, et aussi d'une instruction spéciale du personnel technique, dirigeurs, mécaniciens, etc. ; enfin, bien que le *code* soit le même, l'*alphabet* du Western est différent de celui du Baudot (V. p. 433) ; on voit la gêne, les fausses manœuvres qui, dans la recherche des dérangements, notamment, résulteraient de la présence simultanée, dans un même bureau, de deux systèmes aussi similaires. C'est donc seulement à titre transitoire, et dans l'éventualité de l'abandon progressif du Baudot, qu'on devrait s'y résigner. En dehors de cette hypothèse, le double emploi ne pourrait qu'être nuisible.

L'impression en pages, qui constitue la caractéristique principale du système Western, présente des avantages et des inconvénients ; la mise en essai de quelques installations, provenant des stocks laissés par l'armée américaine, permettra de mettre en évidence les uns et les autres et de trancher définitivement la question. Il est cependant, dès maintenant, avéré qu'elle entraîne une diminution sensible du rendement de la ligne et aussi de celui des opérateurs (V. p. 592).

Le traducteur Baudot est simple, robuste et d'un réglage facile, il fonctionne même dans les mains les moins expertes et donne toute satisfaction. Le traducteur Western, au contraire, est extrêmement compliqué et délicat (V. p. 439) et ne peut être confié qu'à des agents parfaitement *spécialisés* ; et, même dans ces conditions, une installation quadruple Western exige la présence constante d'un dirigeur, alors que les règlements français, avec le traducteur Baudot, attribuent de 8 à 12 secteurs à un même dirigeur.

La spécialisation est certes un des principes fondamentaux de toute bonne exploitation industrielle, et il faut reconnaître qu'elle est parfaitement réalisée dans les compagnies américaines, où l'on trouve de vieux opérateurs, qui n'ont jamais fait que du Morse, par exemple, mais qui sont de véritables virtuoses dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

leur spécialité. Peut-il en être de même dans l'Administration française? Certes, dans une douzaine de grands centres télégraphiques, on trouve quelques agents réellement spécialisés, mais pour le plus grand nombre, la légitime ambition de pouvoir prétendre, le moment venu, à des emplois d'avancement, est une invite pressante à passer par les différents services. et à s'*universaliser* au lieu de se *spécialiser*; dans les centres de moyenne et de petite importance, la spécialisation est radicalement impossible, car le même agent doit pouvoir assurer indifféremment le service au télégraphe, au téléphone, au guichet postal ou télégraphique, au tri des lettres, etc.

On conçoit que, dans ces conditions, il y a un intérêt capital à rechercher des appareils simples et robustes, ne demandant, de la part de ceux qui doivent les mettre au point, qu'un minimum de connaissances et surtout de pratique. Le Baudot répond parfaitement à cette conception.

La suppression des contacts spéciaux de correction se justifie sur les câbles sous-marins, où le dispositif de Pierre Picard a permis de transformer, avec une majoration de trois contacts seulement, le double à 12 contacts en un triple à 15 : les contacts de correction, au double, représentaient donc 1/6 du total. La même suppression au sextuple Baudot, employé sur la ligne Paris-Marseille, ne donnerait qu'un bénéfice de 1/16. Par contre, la correction sans courants spéciaux nécessite *deux couronnes de plus* au distributeur et *trois relais* employés exclusivement à la correction. Le système est donc beaucoup plus compliqué que celui du Baudot, et, par suite, plus sujet à dérangements.

La suppression des contacts de propagation (V. p. 432) à côté du mince bénéfice qu'elle procure, au point de vue de l'utilisation de la ligne, rend *obligatoire* l'emploi du duplex, pour assurer la communication dans les deux sens à la fois. Or, avec le réseau aérien, *tel qu'il existe en France*, le duplex, au delà de 500 ou 600 kilomètres, devient souvent aléatoire, c'est-à-dire que, pour les communications de Paris avec les grands centres du midi, on serait contraint, ou bien de diminuer la vitesse dans des proportions inadmissibles, ou bien de transformer les quadruples en doubles, ou même de sectionner les lignes par des translations, d'où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une dépense supplémentaire en matériel et en personnel, des réglages plus laborieux, dont la répercussion se ferait sentir sur le rendement en général.

En outre, les distributeurs Western ne permettent pas de répartir les secteurs au gré des nécessités du trafic : un *double en duplex*, à supposer qu'il fontionne parfaitement entre Paris et Montpellier, donnerait bien quatre transmissions simultanées, comme *le quadruple Baudot actuel*, mais celles-ci seraient obligatoirement réparties à raison de deux dans chaque sens, même si le travail était inégalement abondant dans les deux postes, tandis qu'avec le quadruple Baudot, on peut, à volonté, donner trois transmissions au poste le plus encombré, l'autre n'en conservant momentanément qu'une seule. En un mot le système Western est *rigide*, tandis que le Baudot s'assouplit aux besoins du moment, et il en résulte finalement une meilleure utilisation, c'est-à-dire un meilleur rendement.

En ce qui concerne le rendement théorique des deux systèmes en présence, le nombre d'émissions qu'on peut envoyer, dans un temps donné, dépend exclusivement des constantes, capacité et self de la ligne sur laquelle on opère ; d'autre part, le code étant le même, la valeur $\frac{n}{30}$ (V. p. 598) s'applique à l'un comme à l'autre. On pourrait objecter que le distributeur quadruple Baudot a 24 contacts tandis que l'autre n'en a que 20 ; mais on doit tout d'abord considérer que le duplex, obligatoire au Western, entraîne toujours une légère diminution de la vitesse, par rapport à la transmission simple ; ensuite, que le type quadruple, même avec les vitesses usitées, n'utilise pas complètement les lignes.

L'augmentation du nombre de révolutions des balais, qui semble créer une supériorité, est illusoire dans l'ensemble, en ce qui concerne le rendement individuel des opérateurs, puisque ceux-ci donnent *moins*, en moyenne, sur un Western à 250 tours que sur un Baudot à 210 (V. p. 592). Il en est de même au point de vue de la ligne : en effet, le nombre de signaux, qu'une ligne permet de transmettre, dans un temps donné, peut être atteint d'une foule de façons ; dans les appareils multiples, il est le produit invariable du nombre des secteurs employés par le nombre de tours des balais :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi un quadruple Western, tournant à 250 tours par minute, est susceptible d'émettre 20 × 250 = 5 000 signaux ; or, sur la ligne Paris-Marseille, le sextuple à 32 contacts, à la vitesse de 180 tours, donne 32 × 180 = 5 760 signaux : pour arriver à fournir un chiffre égal, le Western devrait tourner à 288 tours par minute.

Si le Siemens n'avait pas son rendement pratique limité par son système imprimeur, il travaillerait à 1 000 tours, comme l'avaient annoncé ses inventeurs, et enverrait sur la ligne 5 000 émissions; il approcherait ainsi, sensiblement, le rendement intangible assigné à tous les systèmes de la même catégorie.

En réalité, au point de vue de la ligne, l'augmentation de la vitesse n'a pas d'autre but que de compenser l'incomplète utilisation, déjà signalée, que donne le type quadruple, à 180 tours ; et si les promoteurs de ces systèmes s'avisaient, un jour, de construire des sextuples, ils seraient dans l'obligation de les maintenir dans les limites de vitesse imposées au Baudot ; ou encore, si l'on plaçait des quadruples Western sur des lignes dépassant la portée normale d'un sextuple Baudot, on serait amené à réduire proportionnellement la vitesse, au fur et à mesure que ces lignes deviendraient plus longues.

Quel que soit le cas envisagé, le rendement théorique des deux systèmes est le même et, si les conditions d'exploitation étaient également identiques, les rendements pratiquesne pourraient pas être sensiblement différents. Dans la réalité, celui du Western est quelque peu inférieur, pour les raisons qui ont été indiquées plus haut, en ce qui concerne le rendement-agent (V. p. 592) et comme le confirme le tableau ci-après, si l'on considère le rendement-ligne.

Rendement théorique des lignes avec les différents systèmes. — Pour fixer définitivement le choix à faire entre les différents systèmes en présence, il reste à déterminer la capacité de rendement de chacun d'eux, en tenant compte des particularités spéciales, susceptibles de modifier les chiffres purement théoriques donnés plus haut, en ce qui concerne les codes.

Pour faciliter la comparaison et placer tous les systèmes dans des conditions identiques, on supposera qu'ils opèrent successive-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment, pendant une heure et sans arrêt d'aucune sorte, sur une même ligne de 500 kilomètres (Paris-Lyon, par exemple), susceptible de transporter 125 émissions par seconde, soit 7500 par minute ; dans le même but, on admettra que tous fonctionnent en simplex : *tous étant duplexables*, la relation qui découlera de l'un des deux modes d'exploitation restera valable pour le cas de l'autre.

Les appareils à transmission simple, *Morse* et *parleur*, ne donnent, en ligne, que le rendement énoncé plus haut pour les agents (V. p. 588) ; le *Hughes*, toutefois, pourrait donner 2 000 mots à l'heure, alors que ce chiffre tombe à une valeur inférieure, suivant la façon dont il est desservi.

Pour l'automatique *Siemens*, c'est aussi le rendement pratique qui régit la valeur en ligne, pour les raisons déjà indiquées ; on peut lui attribuer, comme maximum, 7 000 mots à l'heure.

Le *Wheatstone* et le *Creed*, ayant des transmetteurs identiques, donnent le rendement assigné par leur code, soit $\frac{n}{51}$ où dans l'espèce $\frac{7000 \times 60}{51} = 8\,200$ mots, en chiffres ronds.

Le *Rowland* emploie des courants alternatifs de 100 périodes par seconde, ou 360 000 par heure. Sur 52 contacts que comprend le distributeur, 4 sont réservés au réglagle, soit 1/13, ce qui ramène le nombre de périodes, réellement employées à la transmission, à 330 000. Chaque lettre exige le temps pris par 6 périodes (11 demi-périodes pour le signal proprement dit et 1/2 pour l'intervalle entre les secteurs) ; le nombre de signaux transmis ressort donc à 55 000, dont il faut déduire 10 p. 100 pour ceux qui sont destinés à la commande du chariot : il reste donc 49 500 signaux réellement utiles, soit 8 250 mots.

Le *Western*, pour fournir, en simplex, les 7 500 émissions que la ligne peut recevoir, ne disposant que d'un quadruple à 20 contacts, devrait le faire tourner à... 375 tours par minute. Comme la comparaison ne serait plus possible si l'on admettait que l'un des systèmes fonctionnât en duplex et les autres en simplex, on supposera un type de *sextuple à 30 contacts*, qui aurait ainsi les mêmes caractéristiques que le quadruple jusqu'ici seul en usage. Ce sex-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tuple tournerait alors à la vitesse plus normale de 250 tours, ce qui, déduction faite des 15 p. 100 de signaux de service (V. p. 592) donnerait 213 lettres par minute et par secteur, soit 12 780, au total, par heure. Il est à remarquer que, dans la pratique, on installerait un quadruple en duplex, mais celui-ci ne satisferait aux données du problème que si les transmissions avaient lieu dans les deux sens ; dans le cas où il s'agirait de transmettre le total des mots dans un *sens unique*, le Western ne disposerait que de 4 secteurs et, même en poussant sa vitesse aux extrêmes limites, *ne pourrait les écouler*. Cette constatation confirme ce qui a été dit plus haut (V. p. 603) sur la rigidité qu'impose au Western l'emploi obligatoire du duplex.

Le *Baudot* sextuple, à 35 contacts et à 214 tours, fournirait à la ligne les 7500 émissions; mais comme 30 contacts seulement servent effectivement à la transmission, le rendement doit être établi à raison de 6 lettres par tour, soit 1 284 par minute et 12 840 mots par heure. Il est à remarquer que la transmission peut avoir lieu ici, soit dans *un seul sens*, soit, pour une proportion quelconque,

APPAREILS.	RENDEMENT THÉORIQUE PAR HEURE ET PAR FIL MOTS	OBSERVATIONS.
Morse	700	Rendement pratique.
Parleur	900	—
Hughes	2.000	—
Siemens	7.000	—
Wheatstone	8.200	
Creed	8.200	
Rowland	8.250	100 périodes, 1/13 à déduire pour les contacts de réglage, 10 0/0 pour la commande du chariot.
Western	12.780	Sextuple à 30 contacts (à construire), 250 tours ; 15 0/0 à déduire pour la commande du chariot.
Baudot	12.840	Sextuple à 35 contacts, dont 5 pour la correction et la propagation ; 214 tours.
Pollak-Virag	20.000	Rendement d'expérience, 40 000 mots avec 2 fils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans l'un et l'autre sens. C'est là un exemple de la souplesse du Baudot, par comparaison avec ses dérivés.

Le rendement du *Pollak-Virag* a atteint expérimentalement, sinon en service courant, le rendement de 40000 mots à l'heure, soit 20 000 pour chacun des deux fils du circuit.

Le tableau ci-dessus résume les considérations qui précèdent; on pourra utilement, pour juger définitivement chaque système, le rapprocher de celui, précédemment donné (p. 593), qui indique le rendement-agent de chacun d'eux.

CONCLUSION

Appareils à faible rendement. — En ce qui concerne les appareils destinés à desservir des lignes à trafic faible ou moyen, le rendement du conducteur n'est pas à considérer, et on peut prendre pour base d'appréciation le rendement des opérateurs, en tenant compte, toutefois, du prix de revient des appareils, de leur robustesse et de la facilité de leur manipulation.

Pour les lignes peu importantes et, en particulier, pour celles qui desservent les bureaux municipaux, l'appareil Morse reste le seul à préconiser : son entretien est à peu près nul et son réglage, très simple, peut être effectué par l'opérateur le moins spécialisé. D'un autre côté, le Morse restera sans doute, longtemps encore, l'auxiliaire des systèmes rapides et des installations d'essais, grâce à la facilité avec laquelle, sans mise au point préalable, il entre en contact, sur une ligne quelconque, avec un correspondant également quelconque, Il importe donc qu'il soit maintenu dans l'outillage général, tout au moins jusqu'au moment où un autre réunira les qualités nécessaires pour le supplanter.

Par contre, on doit envisager la disparition du Hughes ; en outre de l'apprentissage assez long, qui, seul, permet une bonne manipulation et un rendement intéressant, son réglage demande une certaine initiation, et son maintien en bon état requiert, assez fréquemment, l'intervention du mécanicien, toutes choses qui obligent à ne l'installer que dans des centres relativement importants. Son rendement de 1 500 mots à l'heure, qui correspond à une bonne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

habileté moyenne de l'opérateur, est juste égal à celui d'un secteur Baudot à transmission manuelle (V. p. 589) ; un secteur desservi à l'aide de la transmission automatique, qui atteint 1850 mots dans une installation multiple ordinaire, permettrait certainement de se maintenir à ce chiffre de 1 500, même avec les pertes de temps qui résultent de l'alternat par un seul secteur.

La simplification de l'outillage conseillerait donc de remplacer les Hughes par des secteurs Baudot. Afin de tendre davantage encore vers l'unité de matériel, et tout au moins pour les lignes aériennes, on pourrait « normaliser » le distributeur quadruple, qui fonctionne de façon parfaite, sans translation, *jusqu'à 900 et 1 000 kilomètres*, et lui adjoindre juste le nombre de tables correspondant aux besoins actuels, les secteurs inutilisés restant en réserve, en quelque sorte, pour les augmentations futures du trafic : on parerait, le moment venu, à ces éventualités, en ajoutant purement et simplement des tables, et en les reliant aux plots, jusque-là disponibles, de la boîte de coupures.

Il convient cependant de noter que la disparition du Hughes ne pourra être complète que si les offices étrangers la réalisent également, tout au moins en ce qui concerne leurs relations avec la France.

Appareils à grand rendement. — L'étude comparative des différents systèmes d'appareils à grand rendement, a abouti à l'élimination successive de la plupart d'entre eux, et n'a laissé en présence que le Baudot et son dérivé, le Western. Une étude impartiale ne permet de découvrir à ce dernier aucune des qualités qui justifieraient le bouleversement de l'outillage français actuel ; bien au contraire, sa perte de rendement en ligne, qui résulte de l'emploi de signaux spéciaux pour la commande du chariot, absorbe, et au delà, le bénéfice de la suppression des contacts de correction et de propagation (V. p. 603), suppression déjà réalisée d'ailleurs dans le Baudot, pour des cas particuliers (V. p. 401) et qui sera généralisée quand on le voudra; de même, le rendement-agent du Western se trouve sensiblement inférieur à celui du Baudot, par suite de son extrême complication, qui nécessite, sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque installation, la présence d'un dirigeur ne prenant pas part aux transmissions (V. p. 592).

Le fonctionnement irréprochable du Baudot, la robustesse et la simplicité de tous ses organes, permettent de le confier aux mains les moins spécialisées ; il est susceptible d'être exploité en duplex, sur toutes les lignes où le Western pourrait l'être, mais, là où le duplex n'est pas indispensable, il conserve une souplesse, qui lui permet de s'adapter à toutes les circonstances et à tous les besoins ; enfin, là où le duplex serait impraticable, il reste susceptible de rendre des services en simplex, ordre de marche interdit au Western.

L'outillage français pourrait donc être réduit à deux systèmes :

Le *Morse*, à lecture sur bande ou auditive, pour les lignes à faible trafic et les essais.

Le *Baudot* à transmission automatique pour toutes les autres, avec un nombre de secteurs approprié aux besoins. On pourrait simplifier encore les installations et les rendre interchangeables en *normalisant*, partout où cela serait possible, le distributeur quadruple (V. p. 608).

Toute addition à ce minimum constituerait une complication inutile — et, par suite, nuisible, — tant au point de vue de l'approvisionnement en matériel, qu'à celui de l'instruction du personnel.

***

La conclusion qui s'impose est que le Baudot automatique occupe la première place parmi tous les appareils actuels ; l'emploi des retransmetteurs permet, en outre, de l'assouplir à toutes les contingences et lui donne *une portée théoriquement illimitée* (V. p. 377), ce à quoi *aucun système au monde* ne peut prétendre. Il conservera cette première place aussi longtemps qu'un système, basé sur un *principe nouveau*, ne viendra pas la lui disputer. Ce principe sera-t-il celui du Rowland, dont l'utilisation première semble avoir été incomplète ; ou bien celui du Pollak-Virag, dont l'extraordinaire rapidité est malheureusement compensée par des défauts capitaux ? Il serait, sans doute, téméraire de formuler un pronostic à cet égard, car un troisième peut surgir, d'un moment à l'autre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et renverses complètement notre conception actuelle de la télégraphie rapide.

Ce jour-là, mais ce jour-là seulement, le Baudot devra céder la place au nouveau venu, comme il a supplanté lui-même ses devanciers.

Bibliographie.

Report presented to the Postmaster-General on high-speed Telegraphy. London, 1916.
The Post Office Electrical Engineers Journal. London, avril 1917, p. 5.
Idem, avril 1917, p. 20.
Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones, juin 1917, p. 248.
Idem, mars 1917, p. 44.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

A

Ailhaud 194
Arlincourt (d') 159
Asch 33

B

Barbarat 131
Baudot, 26, 146, 256, 452, 519, 590, 597, 601, 607, 611
Belin 120
Belz 240
Blavier 134, 543
Bertsch 494
Blanchon 516, 558, 571
Bourseul 517, 518
Brahic 240
Bréguet 6, 24

C

Cailho 208
Callaud 451, 461
Carpentier 34, 411
Caselli 116
Chattelun 416
Creed 235, 590, 600, 605
Cuttris 32

D

Dejongh 211
Delâtre 515
Dubreuil 425, 590

E

Eglin 71, 329
Estienne 27, 589

F

Farjou 133, 589
Féry 454, 465
Froment 159

G

Galoché 72
Godfroy 142

H

Heaviside 131
Hérodote 29, 589
Herring 27
Hilten 68
Hughes 43, 589, 605, 607

J

Jordery 123

K

Korn 117

L

Laborde 199
Lauritzen 233
Leclanché 453, 464
Lenoir 116

M

Mandroux 72, 545
Mercadier 200
Meyer 255
Morkrum (Cie) 433
Morse 11, 588, 597, 605, 609
Muirhead 32, 191
Murray 253, 432
Mutel 523

N

Nodon 478

P

Petit 203
Picard, 154, 171, 193, 205, 209, 390, 476
Poëncin 69, 72
Pollak-Virag ... 247, 590, 598, 599, 607
Popp 96
Pupin 131

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

R

Robichon 367
Rouvier 255
Rowland 444, 598, 605

S

Sambourg 24
Schaeffer 133
Schwendler 132
Siemens 38, 105, 153, 253, 428
Stearns 182
Sullivan 32

T

Terral 72
Terrin 243
Thomson 30

V

Vaës 183
Van-Rysselberghe 207
Varley 138
Vaschy 131

W

Western Electric Cº. 432, 592, 600, 605
— Union Telegraph Cº, 432, 474
Wheatstone, .. 139, 181, 216, 590, 600, 605
Willot 163

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INDEX ALPHABÉTIQUE

A

Accumulateurs 470
Appareils à cadran 5
— à miroir 30
— autographiques 115
— automatiques 213
— Baudot 256
— Estienne 27
— Hérodote 29
— Hughes 43
— imprimeurs 38
— Morse 11
— pour lignes s/marines.... 30
— télautographiques 123
— téléphotographiques 117
Appel magnétique Mutel..... 576

B

Batterie centrale 571
— universelle 458, 465
Bobine Godfroy 142
Bobine thermique..... 497
Boîte d'entrée de poste..... 516
— municipale 531

C

Câbles sous-marins, 170, 191, 240, 387
Clapets électriques 478
Collecteurs de terre..... 512
Code Baudot 256, 596
— Morse 10, 596
— Murray..... 433
— recorder 30, 598
— Siemens 428
Commutateurs 514
Condensateur shunté.... 143, 175, 402
Condensateur non shunté 170
Courants alternatifs..... 478
— compensés 141
— de repos 135
— vibrés 203
— telluriques..... 406, 542

D

Décharge (systèmes de)..... 129, 166
Déformation des signaux..... 129
Dérivation (postes en) 176, 529
Différentiel (duplex) 178
Diplex (systèmes) 195
Duplex (systèmes) 178
Dynamos 474, 477

E

Echelle d'Amsterdam..... 457
Echelles de potentiel 474
Embrochage 176, 536
Enregistreur à siphon 31
Entrée de poste (boîte d')..... 516

F

Fusible avertisseur 416

G

Galvanoscopes 520
Groupement des piles 456
Groupes électrogènes 477

I

Imprimeur-traducteur Creed 237
Indicateur de ligne occupée..... 581
Installations Baudot 256
— Baudot-P.card 390
Inverseurs (commutateurs) 517

L

Lampe à vide à 2 électrodes..... 488
Lignes bifurquées 176, 529
— en embrochage 176, 536
— factices..... 184
— (répartition des)..... 501
— (sectionnement des) 156, 380
— sous-marines au Baudot.... 387
— souterraines au Baudot.... 379
— (tableaux de) 506, 509

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M

Machines dynamo-électriques 474
Manipulateur Farjou 133
— Schaeffer 133
— Stearns 182
— Vaes 183
— Varley 138
— Wheatstone 139
Montage des piles 458
Montage des postes 525
Multiple Baudot 256
Multiple Murray 432
— Rowland 444
— télégraphique 561
— Western 432
Multiplex Mercadier 200

O

Ondulateur Lauritzen 233
Organes de protection 490
Orientation au Baudot 294

P

Paratonnerres 493
Parleurs 23
Parleurs de décharge 132, 166
Perforateur Belz et Brahic 240
— Carpentier 411
— Chattelun 416
— Siemens 428
— Terrin 243
— Western 434
— Wheatstone 216
Pile Baudot 452
— Callaud 451
— Féry 454
— Leclanché 453
Piles (groupements des) 456
— (montage, entretien) 458
— (tableaux des) 469, 499
Pont de Wheatstone (duplex). 181, 197
Positif (courant de r. pos) 137
Postes échelonnés Baudot 341
— en dérivation 176, 529
— en embrochage 176, 536
— Morse simple 525
— Morse 2 directions 526
— Morse, 4 directions 526
— municipal 531
— recorder 30

Q

Quadruple Baudot 330
— Western 433
Quadruplex (systèmes) 197

R

Rappel par inversion de courant ... 530
Recorder (siphon) 31
Rectification des signaux, 301, 334, 355
Redresseur à vapeur de mercure .. 480
— Tungar 488
Régulateur Baudot 269
— Hughes 101
Relais Baudot 146
— d'Arlincourt 159
— Froment 159
— Picard 154
— du Post Office 152
— Siemens 153
— Willot 163
Remontoirs automatiques 92
Rendement des agents 588
— des lignes 594
Répartiteurs 501, 507, 509
Répartition des lignes 501
— des voltages 499
Retransmetteurs Baudot 362
Retransmetteur Blanchon 573
Rosace 510
Roue phonique 274

S

Sectionnement des lignes ... 156, 380
Sextuple Baudot 330, 340
Signaux (déformation des) 129
— (rectification des) .. 301, 334, 355
Siphon Carpentier 34
— Thomson 31
Sonnerie de facteur 522
— de poste 521
— Mutel 523
Soupape Nodon 478
Sources d'électricité 451
Sous-marines (lignes). 170, 191, 240, 387
Souterraines (lignes) 379

T

Tableau extensible 556
— Blanchon, ... 558
— commutateur 545
— de lignes 503
— de voltage 499
— de mutations 506, 509
— Mandroux 545
— modèle de 1902 550
— modèle de 1909 555
— pour batterie centrale 579
— pour piles 469
— standard 550
Télégraphie et téléphonie simultanées 207

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Télescripteur Siemens 38
Telluriques (courants) 466, 542
Terre (collecteur de) 512
Traducteur Baudot 302
— Baudot-Dubreuil 425
— Creed 237
— Eglin 329
— Western-Electric Co. 439
Translateur Blanchon 575
Translation 156
— à courant de repos 167
— Baudot 352, 381
— d'Arlincourt 161
— des Ateliers 159
— duplex 188
— duplex à courant de repos 189
Translation Froment 159
— (Morse en) 158, 538
Translation Paris-Marseille 360
— rectificatrice 355
Translation tournante 353
— Willot 166
Transmetteur Carpentier 415
— Chattelun 421
— Siemens 430
— Western 438
— Wheatstone 221
Transmission duplex 178
— multiple 255
Transmissions simultanées .. 178, 203, 255
Transmissions successives, 176, 529, 536
Tungar (lampe) 488

V

Voltages (répartition des) 499
— (tableaux des) 499

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Différenciation des signaux 1
Classification des systèmes d'après le mode de transmission..... 3

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION SIMPLE

I. — APPAREILS A CADRAN

Principe commun 5
Appareil à cadran de Bréguet..... 6
Appareil à cadran de Siemens..... 8
— à cadran de Wheatstone. 9

II. — APPAREIL MORSE

Principe 11

Manipulateur

Manipulateur Mle de 1907 12
— Mle de 1913 13

Récepteur

Electro-aimant 14
Armature 14
Butoirs. Ressort antagoniste..... 15
Couteau, molette, tampon encreur.. 16
Entraînement de la bande..... 17
Mouvement d'horlogerie..... 19
Barillet, croix de Malte..... 19
Modérateur de vitesse 21
Levier d'arrêt 22

III. — PARLEURS

Parleur ancien modèle 23
— à indice de Sambourg 24
Parleur nouveau modèle 25
— de Baudot 26

IV. — SYSTÈMES DÉRIVÉS DU MORSE

Différenciation par le sens du courant 27

Appareils pour lignes terrestres.

Appareil Estienne 27
— Hérodote 29

Appareils pour lignes sous-marines.

Appareil à miroir, de Thomson 30
Enregistreur « recorder »..... 31
— à siphon, de Carpentier. 34
Montage d'un poste « recorder »..... 36

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V. — APPAREILS IMPRIMEURS

Appareils imprimeurs à échappement.

Télescripteur de Siemens 38

Appareil Hughes.

Principe 43

Manipulateur.

Clavier 45
Boîte à goujons 47
Chariot 50
Fonctionnement du manipulateur.. 52
Rôle de la plaque de sûreté 53

Electro-aimant.

Avantages de l'électro-aimant polarisé 56
Aimant permanent. Electro-aimant. 59
Electro-aimant Poëncin 61
Fer doux mobile 61
Interrupteur 62
Commutateur inverseur 63

Levier

Levier de détente 64
Arbre des cames 65
Embrayage 66
Rappel de l'armature 67
Désembrayage 68
Suppression de l'olive 68
Embrayage Poëncin 69
Modification Eglin 71
Déclanchement automatique 72

Roues des types, de correction et de frottement.

Axe de la roue des types 73
Roue des types 74
Roues correctrice et de frottement 75
Rappel au blanc 76
Inversion 79

Impression.

Came de dégagement 83
— correctrice 83
— et levier d'impression..... 84
— et levier de progression..... 85
Fonctionnement 87

Organes du mouvement.

Poids moteur 89
Remontoir à pédale 90

Remontoirs automatiques.

Remontoir électrique 92
Interrupteurs 93
— pour courants alternatifs 95
Remontoir pneumatique Popp 96
Commande directe 97

Régularisation du mouvement

Rôle du régulateur 98
Axe du volant, levier d'arrêt 99

Régulateurs

Régulateur Hughes 101
Frein 103
Fonctionnement 104
Régulateur vertical 105

Synchronisme.

Ecarts mécaniques 108
— électriques 109

Communications électriques.

Appareils du modèle de 1879..... 111
— du Poste central..... 112

Réglage en ligne.

Réglage du synchronisme 113
— de l'électro-aimant..... 114

VI. — APPAREILS AUTOGRAPHIQUES, TÉLÉPHOTOGRAPHIQUES, TÉLAUTOGRAPHIQUES, etc.

Définition générale 115

Systèmes autographiques.

Appareils Caselli et Lenoir..... 116

Systèmes téléphotographiques.

Appareil Korn..... 117

Appareil Belin 120

Systèmes télautographiques.

Télautographe Jordery 123
— anglais 124

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

MOYENS D'AUGMENTER LE RENDEMENT DES LIGNES

VII. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Considérations générales 127

VIII. — SYSTÈMES DE DÉCHARGE

Déformation des signaux..... 129
Décharge Schwendler 132
Manipulateurs à décharge..... 133
Décharge à l'arrivée 134

IX. — COURANT DE REPOS

Avantages du courant de repos..... 135
Emploi du positif comme courant de repos 137
Manipulateur inverseur de Varley. 138
— — de Wheatstone 139

X. — COURANTS COMPENSÉS

Définition générale 141
Bobine Godfroy 142
Condensateur shunté 143

XI. — EMPLOI DE RELAIS A LA RÉCEPTION

Avantages des relais à la réception.. 145
Relais Baudot 146
— Baudot différentiel 150
— Baudot modifié, modèle de 1915 151
Relais du Post Office 152
— Siemens 153
— de câble, de Picard..... 154

XII. — SECTIONNEMENT DES LIGNES. — TRANSLATIONS

Sectionnement des lignes 156
Principe de la translation..... 156
Différentes sortes de translations... 157

Translations pour lignes courtes.

Morse en translation 158
Translation Froment 159
— des Ateliers..... 159

Translations pour lignes longues.

Relais d'Arlincourt..... 159
Coup de fouet 161
Translation d'Arlincourt 161
Relais Willot 163
Parleur de décharge 166
Translation Willot..... 166
— à courant de repos 167

XIII. — DISPOSITIFS SPÉCIAUX AUX CABLES SOUS-MARINS

Condensateur non shunté..... 170
Transmission Picard..... 171

XIV. — UTILISATION D'UN FIL POUR DES COMMUNICATIONS SUCCESSIVES

Poste échelonnés 176

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XV. — TRANSMISSIONS SIMULTANÉES PAR COURANTS DE MÊME NATURE

Transmission Duplex.

Duplex différentiel 178
— en pont de Wheatstone 181
Manipulateurs pour transmission duplex 182
Ligne factice 184
Équilibrage de la ligne factice 186
Duplex à courant de repos 187
Translation duplex à simple courant. 188
Translation duplex à courant de repos. 189

Installations duplex pour lignes sous-marines.

Duplex Muirhead 191
— Picard 193
— Ailhaud 193

Transmission diplex et quadruplex.

Système diplex 195
— quadruplex 197

Transmission multiplex.

Principe général 199
Multiplex Mercadier 200

XVI. — TRANSMISSIONS SIMULTANÉES PAR COURANTS DE NATURES DIFFÉRENTES

Courants vibrés et courants continus.

Système Petit 203
— Picard 205

Télégraphie et téléphonie simultanées.

Système Van Rysselberghe 207
— Cailho 208
— Picard 209
— Dejongh 211

TROISIÈME PARTIE

APPAREILS A TRANSMISSION AUTOMATIQUE.

XVII. — APPAREILS DIVERS

Considérations générales 213
Premiers appareils. 214

XVIII. — APPAREIL WHEATSTONE

Perforateur 216
— pneumatique 220
Perforateurs divers 220
Transmetteur, ancien modèle 221
Mouvement d'horlogerie 226
Communications 229
Transmetteur, nouveau modèle 229
Récepteur Wheatstone 231
Ondulateur Lauritzen 233

XIX. — APPAREILS CREED

Récepteur-perforateur 235
Imprimeur-traducteur 237

XX. — TRANSMISSION AUTOMATIQUE SUR LES CABLES SOUS-MARINS

Système Belz et Brahic 240
Perforateur Terrin 243

XXI. — APPAREIL AUTOMATIQUE POLLAK-VIRAG

Principe 247
Description 247

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XXII. — SYSTÈMES AUTOMATIQUES DIVERS

Automatique Murray ..... 253 | Automatique Siemens..... 253

QUATRIÈME PARTIE

SYSTÈMES A TRANSMISSION MULTIPLE.

Principe de la transmission multiple..... 255

XXIII. — SYSTÈME BAUDOT. — INSTALLATION DOUBLE

Principe du système Baudot 256

Manipulateur.

Manipulateur à accrochage magnétique 258
Manipulateur à accrochage mécanique 263

Socle-moteur du distributeur.

Socle-moteur à poids..... 265
— électrique 266

Régulateur.

Principe et description..... 269
Position de la potence 270
Roue phonique 274

Correction du synchronisme.

Principe de la correction 276

Système correcteur.

Embrayage de l'arbre des balais.... 280

Distributeur double.

Plateau du distributeur..... 284
Boîte de coupures 287
Communications d'une installation double 288
Rhéostat de contrôle 290
Bornes d'entrée de poste..... 291
Utilité des contacts supplémentaires. 292
Orientation 294
— du poste corrigé 295
Causes susceptibles de faire varier la position du point de repère.... 297
Orientation du poste correcteur.... 297
Rectification des signaux à l'arrivée. 301

Traducteur.

Aperçu général..... 302
Principe du combinateur..... 303
Combinateur 307
Chercheurs 308
Electro-aimants aiguilleurs..... 309
Leviers aiguilleurs 311
Aiguillage des chercheurs 312
Roues des types et d'impression.... 313
Système imprimeur 315
Déclanchement 316
Impression-Progression 318
Rappel du bras d'impression..... 319
Inversion 320
Organes du mouvement. Modérateur. 320
Electro-frein 323
Fermeur du frein..... 325
Frein électrique 326
Orientation de la came-navette..... 327
Traducteur, modèle de 1909..... 328
— non rotatif Eglin..... 329

XXIV. — INSTALLATIONS BAUDOT TRIPLES, QUADRUPLES ET SEXTUPLES

Installation à un seul plateau..... 330
— à deux plateaux..... 333
— quadruple à deux plateaux 335
Installation sextuple à deux plateaux 340

XXV. — INSTALLATIONS BAUDOT POUR POSTES ÉCHELONNÉS

Définition générale..... 341

Installations échelonnées simples.

Installation double échelonnée simple 341
Coupure de la transmisson..... 343
Marche des courants..... 344
Orientation 347
Installation triple échelonnée simple. 348

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Installations échelonnées complètes.

Installation double échelonnée complète 348
Autres installations doubles et triples échelonnées 348
Installation quadruple échelonnée complète 349

XXVI. — TRANSLATIONS BAUDOT POUR LIGNES AÉRIENNES

Principe 352

Translations tournantes simples.

Principe de la translation tournante 353
Orientation 355

Translations rectificatrices.

Rectification des signaux..... 355
Distributeur inverseur rectificateur. 356

Translation Paris-Marseille.

Translation fixe 369

XXVII. — RETRANSMETTEURS AUTOMATIQUES BAUDOT

Principe 362
Retransmetteur tournant..... 363
Liaison de deux distributeurs..... 364
Retransmetteur Robichon 367
— modèle de 1909 ... 370
Echelonnement de postes par retransmetteurs 371
Echelonnement et translation par retransmetteurs 374
Bifurcation de postes par retransmetteurs 374
Avantages des retransmetteurs.... 376

XXVIII. — EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUTERRAINES

Particularités spéciales aux lignes souterraines 379
Communication Paris-Bordeaux... 380
Echelonnement de postes par conducteurs souterrains 385

XXIX. — EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUS-MARINES

Câbles de la Corse 387
— franco-algériens 389
Installation double Baudot-Picard.. 390
Correction sans courants spéciaux.. 396
— unipolaire 396
Correction bipolaire 399
Installation triple Baudot-Picard... 401
Compensation des courants telluriques 406
Communication Paris-Alger 406

XXX. — TRANSMISSION AUTOMATIQUE AU BAUDOT

Avantages de la transmission automatique 410

Système Carpentier.

Perforateur 411
Embrayage 413
Transmetteur automatique 415

Système Chattelun.

Clavier-manipulateur 416
Perforateur 418
Transmetteur automatique 421

XXXI. — SYSTÈMES DÉRIVÉS DU BAUDOT

Appareil Baudot-Dubreuil.

Manipulateur 425
Traducteur 425

Appareil automatique Siemens.

Perforateur 428
Transmetteur automatique et distributeur 430
Récepteur 431

Multiples Murray, Western-Union-Télégraph C° et Western-Electric C°.

Principe commun aux trois systèmes 432
Distributeur quadruple de la Western-Electric C° 433
Perforateur de la Western-Electric C°..... 434

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Transmetteur automatique 437
Transmetteur auxiliaire 438
Traducteur de la Western-Electric Co 439

XXXII. — MULTIPLE ROWLAND

Principe 444
Manipulateur 445
Réception des signaux 448
Synchronisme 449

CINQUIÈME PARTIE

SOURCES D'ÉLECTRICITÉ

XXXIII. — PILES

Systèmes de piles employés en télégraphie 451
Pile Callaud 451
— Leclanché 453
— Féry 454

Groupement.

Groupement en tension 456
— en quantité 456
— mixte 457
— en échelle d'Amsterdam 457
Batterie universelle 458

Montage et entretien.

Choix du local. — Meubles à piles... 458
Montage de la pile Callaud 461
Entretien de la pile Callaud 463
Montage et entretien de la pile Leclanché 464
Montage et entretien de la pile Féry. 465

Batterie universelle.

Détermination du voltage nécessaire. 465
Résistances d'équilibre 466
— de sécurité 466
Montage de plusieurs batteries..... 467
Relèvement de la force électro-motrice des batteries 467
Permutation des batteries 468
Tableau des piles 469

XXXIV. — ACCUMULATEURS

Installation des accumulateurs..... 470
Entretien et surveillance..... 470
Charge 471
Décharge. — Repos..... 472
Sulfatation des plaques 472
Courts-circuits intérieurs 473
Mesures de sécurité 473

XXXV. — MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

Montage en échelles de potentiel.

Système de la Western-Union Co.... 474
Système Picard 476

Utilisation du courant continu industriel.

Montage en batterie universelle.... 476
Charge des accumulateurs..... 476

Groupes électrogènes.

Constitution d'un groupe électrogène 477

XXXVI. — REDRESSEURS DE COURANTS ALTERNATIFS

Différentes sortes de redresseurs.... 478
Soupape Nodon 478
Redresseur à vapeur de mercure.... 480
nstallation des redresseurs..... 483
Utilisation directe du courant redressé 483
Installation avec groupe moteur-générateur 486
Lampes à vide à deux électrodes... 488

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SIXIÈME PARTIE

ORGANES ACCESSOIRES

XXXVII. — ORGANES DE PROTECTION

Définition générale 490
Paratonnerre à pointes mobiles 493
— de Bertsch 494
— à charbon 494
Paratonnerre fusible 495
— à bobine 496
Fusible avertisseur 496
Bobine thermique 497

XXXVIII. — RÉPARTITION DES VOLTAGES

Tableaux de voltages 499
Canalisations 499

XXXIX. — RÉPARTITION DES LIGNES

Grand Bureau central.

Aperçu général 501
Répartiteur d'entrée 501
Tableau de coupures et d'essais 503
Tableau de mutations 506
Répartiteurs des tableaux de mutation 507

Bureau central de moyenne importance.

Arrivée des lignes 507
Répartiteur d'entrée 507
Tableau de mutations 509
Répartiteur des appareils 509

Bureau secondaire.

Répartiteur et tableau 509
Rosace 510

XL. — COLLECTEURS DE TERRE

Constitution des collecteurs de terre 512

XLI. — COMMUTATEURS

Commutateur bavarois 514
— rond 514
— d'entrée de poste ... 515
— Delâtre 515
— Blanchon 516
Boîte d'entrée de poste, 1913 516
Inverseur à fiche, de Bourseul 517
— à manette, de Bourseul .. 518
— des Ateliers 518
Commutateur multiple Baudot 519

XLII. — GALVANOSCOPES. — SONNERIES.

Galvanoscope horizontal 520
— vertical 520
Sonnerie de poste 521
Sonnerie de facteur 522
Bouton d'appel 523
Sonnerie polarisée Mutel 523

SEPTIÈME PARTIE

MONTAGE DES POSTES

XLIII. — POSTES MORSE POUR LIGNES SIMPLES

Poste Morse simple 525
— Morse à 2 directions 526
Poste Morse à 4 directions 526

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XLIV. — POSTE MORSE POUR LIGNES EN DÉRIVATION

Dérivation 529
Dispositifs spéciaux 529
Rappel par inversion de courant.... 530
Equilibrage des résistances..... 531
Poste principal 531
— municipal 531

XLV. — POSTES MORSE POUR LIGNES EN EMBROCHAGE

Embrochage 536
Poste embroché 536
— intermédiaire de lignes nibus 538
Morse en translation 538
Montage en translation indépendante 541

XLVI. — DISPOSITIFS PRÉSERVATEURS DES COURANTS TELLURIQUES

Courants telluriques..... 543

HUITIÈME PARTIE

TABLEAUX COMMUTATEURS

Principe 545

XLVII. — TABLEAUX MANDROUX

Tableaux pour lignes simples..... 545
Fiche 546
Conjoncteur pour ligne simple..... 547
Annonciateur 548
Conjoncteur pour lignes bifurquées.. 549
Annonciateur pour lignes bifurquées. 549

XLVIII. — TABLEAUX STANDARDS

Tableau de 1902.
Agencement général 550
Conjoncteurs et fiches..... 550
Tableaux pour lignes bifurquées... 550
Emploi du milliampèremètre..... 552
Translation 553
Embrochage 553
Tableau de 1909.
Conjoncteurs et cordons..... 555
Milliampèremètre 555
Tableau à capacité variable.
Particularités 556
Réglettes 556

XLIX. — TABLEAU COMMUTATEUR BLANCHON

Principe 558
Tableau pour lignes simples 559

L. — MULTIPLE TÉLÉGRAPHIQUE

Principe 561
Montage d'un poste extrême..... 561
Appel du central par le poste extrême 563
Réponse du central 564
Mise en communication 565
Signal automatique d'occupation ... 566
Fin de communication 567
Appels destinés au poste central ... 568
Relais et lampes pilotes 568
Equilibrage des lignes 569
Installation d'essais. 569

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NEUVIÈME PARTIE

BATTERIE CENTRALE TÉLÉGRAPHIQUE

Avantages de la batterie centrale 571

LI. — BATTERIE CENTRALE SYSTÈME BLANCHON

Principe 571
Montage d'un poste 572
Retransmetteur Blanchon 573
Translateur Blanchon 575
Récepteur Morse-Mutel 575
— Morse-Blanchon..... 576
Appel magnétique Mutel 576
Installation de postes échelonnés... 577

LII. — NOUVEAU SYSTÈME DE BATTERIE CENTRALE

Principe 578
Modification du tableau de 1909 ... 579
Lignes bifurquées... 580
Indicateur de ligne occupée..... 581
Montage en translation 582
Détermination des voltages et des résistances..... 583
Protection de la batterie de transmission 586

APPENDICE

COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES TÉLÉGRAPHIQUES

But de cette étude 587

I. — RENDEMENT INDIVIDUEL DES AGENTS

Appareils à transmission simple..... 588
— rapides..... 589
Récapitulation 593

II. — RENDEMENT DES LIGNES

Considérations générales..... 594
ystèmes automatiques et systèmes multiples 594
Code Morse et code Baudot..... 596
Autres codes 598

III. — CLASSIFICATION GÉNÉRALE

Systèmes automatiques 599
— multiples 600
— Baudot et Western Electric 600
Rendement théorique des lignes avec les différents systèmes..... 604

CONCLUSION

Appareils à faible rendement..... 607
Appareils à grand rendement..... 608

Table des noms d'auteurs 611
Index alphabétique 613

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Librairie J.-B. BAILLIÈRE et FILS, 19, Rue Hautefeuille, à Paris

PRÉCIS

d'Électricité Industrielle

Par R. BUSQUET et E. MAREC

Ingénieur en chef de l'éclairage de la ville de Lyon

Ancien Chef de travaux à l'École supérieure d'Électricité de Paris

1919, 2 vol. in-8 de 879 pages, avec 669 figures..... ..... 24 fr.

FORMULAIRE AIDE-MÉMOIRE DE

l'ÉLECTRICIEN PRATICIEN

Par E. MAREC

Ancien chef de travaux à l'École supérieure d'Électricité de Paris
Directeur de Station centrale d'Électricité

1920, 1 vol. in-18 de 466 pages avec 348 figures et tableaux..... 12 fr.

BARNI — MONTPELLIER — MAREC

LE MONTEUR ÉLECTRICIEN

5e Édition entièrement refondue

Par E. MAREC

1921, 1 vol. in-16 de 576 pages, avec 350 fig..... ..... 15 fr.

TRAITÉ DE MANIPULATIONS

ET DE

Mesures électriques et magnétiques

Par H. PÉCHEUX

Sous-Directeur de l'École Nationale d'Arts et Métiers de Lille

1907, 1 vol. in-16 de 536 pages, avec 189 figures..... 10 fr.

Ajouter 10 % pour port et frais d'emballage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires