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)	**Mercy, Paul (18..-19..)**
Titre	**Télégraphie multiple : le système de télégraphie Baudot et ses applications**
Adresse	**Paris : Dunod, 1930**
Edition	**Quatrième édition revue, corrigée et augmentée**
Collation	**1 vol. (II-640 p.) : tabl., diagrs., ill. ; 21 cm**
Nombre d'images	**648**
Cote	**CNAM-BIB 8 Ca 687**
Sujet(s)	**Baudot, Émile (1845-1903) -- Portraits** **Lignes télégraphiques** **Télégraphe**
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?8CA687

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE SYSTÈME

DE

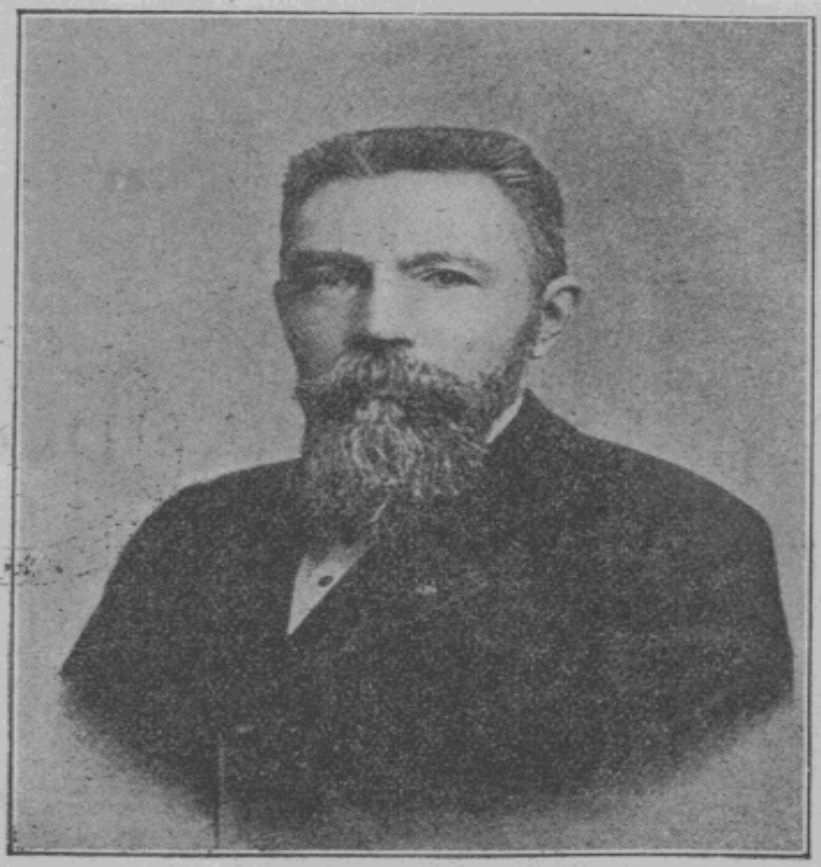
TÉLÉGRAPHIE BAUDOT

ET SES APPLICATIONS

EI.

Class. déc. : 621.394.42(022)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



ÉMILE BAUDOT

1848-1903

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

8°Ca.687

TÉLÉGRAPHIE MULTIPLE

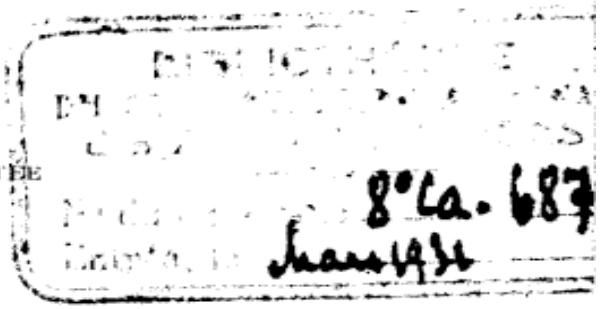
LE SYSTÈME
DE
TÉLÉGRAPHIE BAUDOT
ET
SES APPLICATIONS



PAR

P. MERCY

INSPECTEUR DES TÉLÉGRAPHES
PRÉCÉDEMMENT
CHARGÉ DES COURS THÉORIQUES ET DE LA SURVEILLANCE TECHNIQUE
DES INSTALLATIONS BAUDOT
AU POSTE CENTRAL TÉLÉGRAPHIQUE DE PARIS



QUATRIÈME ÉDITION
REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE

PARIS
DUNOD
92, RUE BONAPARTE (VI)

1930

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE SYSTÈME

DE

TÉLÉGRAPHIE BAUDOT

ET

SES APPLICATIONS

AVANT-PROPOS

Ce livre, fruit d'une longue expérience s'adresse aux personnes désireuses d'acquérir des notions précises sur l'appareil Baudot, et, plus particulièrement, aux élèves dirigeurs.

Il a été écrit avec le souci constant de rester simple, quelle que soit la complexité du sujet.

Afin d'éliminer toute digression de nature à nuire à la clarté de notre exposé, et aussi pour parer aux défaillances de mémoire du lecteur, nous avons fait précéder notre étude d'une sorte de lexique donnant une explication succincte des termes employés et des phénomènes auxquels il est fait allusion au cours de l'ouvrage.

Ces préliminaires renferment, en quelques pages, et dans l'ordre alphabétique, les connaissances non pas indispensables, mais qu'il est utile de posséder pour une compréhension parfaite du sujet.

L'ouvrage est divisé en trois parties.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la première sont étudiés le principe général du système et les différents organes employés dans une installation simple (double, triple ou quadruple).

La seconde partie est exclusivement consacrée aux réglages des appareils et aux principaux dérangements qui peuvent survenir en service normal.

La troisième partie traite des types particuliers d'installations : installations pour communications échelonnées (nouveau modèle), translations tournantes, translations par retransmetteurs, et installations pour lignes souterraines.

Un chapitre a été spécialement réservé à l'adaptation du Baudot au service des lignes sous-marines, soit par les dispositifs de décharge de M. Lesaffre, soit par le système de transmission de Pierre Picard.

Les principes théoriques et pratiques de l'exploitation des lignes par la méthode duplex (procédé du relais différentiel ou procédé du pont de Wheatstone) ont été l'objet d'un exposé complet.

Enfin, dans un dernier chapitre, ont été réunis les derniers perfectionnements apportés au système : la transmission automatique, la commande du distributeur par le moteur phonique, celle du traducteur par alternomoteur synchrone autorégulateur système Grunenwald, etc.

Notre effort sera largement récompensé si les pages qui suivent ont pu donner une vision nette et claire du système si ingénieux de notre regretté Baudot, et faciliter l'apprentissage, quelque peu ardu, des futurs dirigeurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PRÉLIMINAIRES

1. Calcul du rapport des vitesses des mobiles dans un engrenage. — On démontre, en mécanique, que, dans un système de roues dentées et de pignons à axes parallèles, le rapport des nombres de tours N et n, que font, dans un même temps, le dernier pignon et la première roue, est égal au produit des nombres de dents des roues par le produit des nombres de dents des pignons.

Si l'on considère, par exemple, un système de 4 axes parallèles dont les roues ont respectivement des nombres de dents D, D_1 et D_2 et les pignons d, d_1 et d_2, le rapport du nombre de tours N, du dernier pignon d_2 à celui, n, de la première roue D sera :

$$\frac{N}{n} = \frac{D \times D_1 \times D_2}{d \times d_1 \times d_2}.$$

Ainsi dans le socle moteur du distributeur Baudot, le nombre de dents des roues et pignons étant :

1er mobile : pignon ″, roue 55 ;
2e mobile : pignon 22, roue 90 ;
3e mobile : pignon 20, roue 110 ;
4e mobile : pignon 19, roue 110 ;
5e mobile : pignon 18, roue 105 ;
6e mobile : pignon 21, roue ″.

On aura en appliquant la formule :

$$\frac{55 \times 90 \times 110 \times 110 \times 105}{22 \times 20 \times 19 \times 18 \times 21}.$$

C'est-à-dire que le sixième axe fera 7 5625 : 38 = 1990 tours quand le premier n'en effectuera qu'un seul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2. **Calorie.** — La petite calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'un gramme d'eau.

La grande calorie vaut mille petites calories ; c'est la quantité de chaleur qu'il faut fournir pour élever d'un degré la température d'un kilogramme d'eau.

3. **Capacité électrostatique.** — Lorsque l'on met en relation avec une source électrique un corps bon conducteur, soigneusement isolé, il prend une charge d'électricité proportionnelle à sa surface et à la différence de potentiel existant entre le corps et la source.

Le rapport de la charge Q au potentiel U sous lequel elle est fournie s'appelle *capacité*. Si l'on représente par C la capacité, on pourra écrire :

$$C = \frac{Q}{U}. \qquad (1)$$

La charge emmagasinée par le conducteur sera d'autant plus grande que la différence de potentiel U sera plus importante.

En multipliant les deux membres de la relation précédente par U, on aura :

$$Q = CU. \qquad (2)$$

La charge prise par le conducteur est égale au produit de la capacité par la différence de potentiel.

L'unité pratique de capacité est le *farad*. C'est donc d'après la formule (1), la capacité d'un condensateur qui posséderait une charge d'un *coulomb* (n° 19) au potentiel d'un volt. Cette valeur est énorme par rapport aux capacités à évaluer, bien qu'elle ne soit égale qu'à la milliardième partie (10^{-9}) de l'unité électromagnétique C. G. S. (N° 32).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On emploie un sous-multiple du farad le *microfarad*, qui en est la millionième partie. Un microfarad vaut, par conséquent, 0,000.001 ou 10^{-6} farad.

4. **Champ d'un courant électrique.** — Tout courant électrique détermine dans le conducteur qui le porte et dans le voisinage, des lignes de force constituant un champ analogue à celui d'un aimant. Ces lignes sont dans un plan perpendiculaire à la direction du courant.

Si l'on place une aiguille aimantée dans ce champ, elle se fixera dans une position telle que les lignes de force pénètrent par le pôle sud et sortent par le pôle nord. On attribue ainsi une direction conventionnelle aux lignes de force ; cette direction est aussi celle du champ.

Un observateur regardant dans le sens de l'axe du conducteur, de façon que le courant s'éloigne de lui, verrait tourner les lignes de forces dans le sens des aiguilles d'une montre.

On peut mettre en évidence ces lignes de force, en faisant passer à travers une plaque de verre, placée horizontalement, et percée d'un trou, un long fil de cuivre vertical dans lequel on dirige un courant intense ; si l'on saupoudre alors la plaque avec de la limaille de fer, on voit celle-ci former des lignes circulaires concentriques ayant leur centre sur l'axe du fil.

5. **Circuits dérivés.** — Lorsqu'un circuit électrique est composé, en tout ou en partie, de plusieurs conducteurs groupés en quantité, le courant se divise et parcourt chacun d'eux ; mais l'intensité de la partie de courant dérivée dans chaque conducteur dépend de leur résistance, conformément à la loi d'Ohm :

$$I = \frac{E}{R}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or la force électromotrice agissant dans le circuit est la même, que le circuit soit simple ou composé. Par conséquent, on peut dire que, dans le cas de circuit composé de plusieurs conducteurs accouplés en quantité, l'intensité du courant, dans chacun d'eux, est en raison inverse de sa résistance.

Ainsi un courant de 12 milliampères, se bifurquant dans deux conducteurs ayant respectivement des résistances de 3 et 6 ohms, aura dans le premier une intensité deux fois plus grande que dans le second, parce que la résistance y est deux fois moins forte. C'est-à-dire que l'intensité de la dérivation ayant 3 ohms de résistance sera de 8 milliampères, tandis qu'elle n'atteindra que 4 milliampères dans celle de 6 ohms.

Si nous considérons le circuit ci-contre (fig. 1), nous voyons immédiatement que l'intensité totale du courant **I** se divise en deux portions **i** et *i'*.

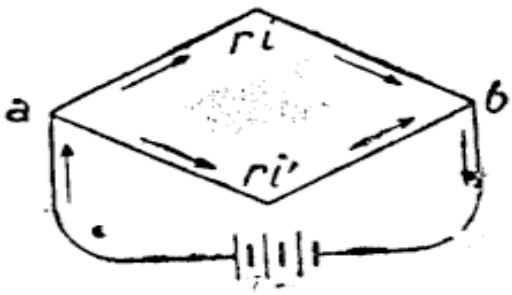


Fig. 1.

$$(1) \qquad I = i + i'.$$

D'autre part, si nous appelons r et r' les résistances de chaque dérivation, Va le potentiel du point a par lequel entre le courant, et Vb celui de la sortie b, la différence de potentiel entre les deux points sera :

$$Va - Vb.$$

En appliquant la loi d'Ohm, nous aurons pour la première dérivation :

$$Va - Vb = ri,$$

de même, pour la deuxième :

$$Va - Vb = r'i',$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou encore :

$$(2) \qquad Va - Vb = ri = r'i'.$$

Les égalités 1 et 2 traduisent deux règles tirées de la loi d'Ohm et appelées lois de Kirchhoff ; elles peuvent, pour les cas particuliers qui nous intéressent, s'énoncer ainsi :

1re *loi.* — Si l'on considère le point de concours de plusieurs conducteurs, la somme algébrique des intensités des courants qui s'y manifestent est nulle, si l'on convient de donner le signe + à ceux qui vont vers le point et le signe — à ceux qui s'en éloignent.

Ainsi, dans la figure 1, au point a, par exemple, l'intensité du courant se dirigeant vers a sera positive, et les intensités i et i' des deux courants qui en viennent seront négatives. Conformément à la première règle nous aurons :

$$I - i - i' = 0.$$

Ce qui est évident puisque nous savons déjà que

$$I = i + i'.$$

2e *loi.* — Dans un réseau de conducteurs la différence de potentiel entre les deux points a et b est égale à l'intensité i du courant par la résistance r de la portion considérée, à condition qu'elle ne soit pas le siège d'une force électromotrice quelconque (1).

Ces lois permettent de calculer l'intensité du courant dans les dérivations, connaissant la force électro-motrice appliquée, et la résistance de chaque conducteur, ou encore la résistance totale des conducteurs, leur résistance particulière étant connue

Ainsi, dans la figure 1, pour déterminer la résistance

(1) L'énoncé général de la 2e loi de Kirchhoff s'applique à un réseau de conducteurs renfermant plusieurs forces électro-motrices. Le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas de nous y arrêter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

totale R représentée par les deux conducteurs entre les points a et b, en admettant qu'il n'y ait pas de force électromotrice dans cette partie du circuit, nous poserons :

(1) $$I = i + i',$$

et ensuite

(2) $$Va - Vb = ir = i'r'.$$

De l'équation (2) nous tirons la valeur de i et de i'

$$i = \frac{i'r'}{r} \qquad \text{et} \qquad i' = \frac{ir}{r'},$$

et la portant dans (1) il vient

$$I = \frac{i'r'}{r} + \frac{ir}{r'}.$$

Mais comme $i'r' = ir = Va - Vb$, on peut les remplacer par cette dernière valeur $Va - Vb$ et écrire :

(3) $$I = Va - Vb\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) \qquad \text{ou} \qquad Va - Vb = \frac{I}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}.$$

D'autre part, si nous appelons R la résistance totale des circuits dérivés, nous aurons :

$$Va - Vb = IR.$$

En comparant avec (3)

$$Va - Vb = IR = \frac{I}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}.$$

De $IR = \frac{I}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}$, nous tirons la valeur de R.

soit

$$R = \frac{I}{\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou, en réduisant au même dénominateur, et en multipliant les deux termes par rr'

$$R = \frac{rr'}{r + r'}.$$

Pour un plus grand nombre de dérivations le raisonnement serait le même, et l'on trouverait ainsi que la résistance totale d'un nombre quelconque n de circuits dérivés est égale au produit des n résistances respectives de chaque conducteur, divisé par la somme des produits de ces mêmes résistances prises $n - 1$ à $n - 1$.

Ainsi, pour trois dérivations de résistance r, r' et r'', la formule deviendrait

$$R = \frac{rr'r''}{rr' + r'r'' + rr''}.$$

6. **Condensateur.** — C'est le nom donné à l'appareil dans lequel s'effectue le phénomène de la condensation électrique.

Il se compose en principe de deux plaques métalliques appelées *armatures* séparées par une mince couche d'air ou de substance isolante ; cette partie isolante constitue le *diélectrique*.

La capacité (n° 3) d'un condensateur dépend de la surface des armatures, de l'épaisseur du diélectrique, et particulièrement de la nature de ce dernier.

Si un condensateur possède une certaine capacité avec un diélectrique simplement constitué par une couche d'air, on rendra cette capacité 4 fois plus grande en substituant à la couche d'air une plaque de gutta-percha de même épaisseur. Elle serait 6 fois plus forte avec une plaque de mica, 7 fois avec une lame de verre, etc...

Ces nombres 4, 6, 7, qui multiplient la valeur de la capacité du condensateur à lame d'air, s'appellent les *pou-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

voirs inducteurs spécifiques : c'est le rapport des capacités de deux condensateurs d'égales dimensions, dont l'un a pour diélectrique l'air, et l'autre celui dont on cherche le pouvoir inducteur spécifique. On adopte comme unité de pouvoir inducteur spécifique celui de l'air sec à O° C et à la pression 76.

Voici pour quelques substances le pouvoir inducteur spécifique.

Air.	1
Caoutchouc vulcanisé	2 à 2,8
Gutta-percha.	3,3 à 4,9
Mica	5,7 à 8
Verre	5 à 10
Alcool	25
Eau.	78 à 80

Ces nombres sont aussi appelés constantes diélectriques ou capacités inductives spécifiques.

Si l'on désigne par S la surface des armatures d'un condensateur plan, par *e* l'épaisseur du diélectrique, et par K le pouvoir inducteur spécifique, on aura la capacité C par la formule :

$$C = K \frac{S}{e}.$$

Dans l'industrie et dans les laboratoires, on donne aux condensateurs des formes ayant pour but d'obtenir la plus grande surface d'armature sous le plus petit volume. Les formules donnant la capacité deviennent alors plus compliquées.

7. **Condensation électrique.** — Si l'on met en communication avec une source d'électricité quelconque un disque métallique, par exemple, il prendra une charge proportionnelle à sa capacité et à la différence de potentiel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

existant entre lui et la source, conformément à l'équation :

$$Q = CU.$$

Mais, si l'on place en regard du disque, à très petite distance et parallèlement à l'une de ses faces, une autre plaque métallique, on constatera que la charge du disque a augmenté, bien que le potentiel de la source n'ait pas varié.

Ce phénomène a reçu le nom de *condensation électrique* et l'appareil, celui de *condensateur*.

8. **Courants de Foucault**. — Toute masse métallique se déplaçant dans un champ magnétique est le siège de courants tourbillonnaires appelés courants de Foucault, du nom du physicien qui les a découverts et étudiés. Ces courants obéissent à la loi de Lenz (n° 22), c'est-à-dire que leur action électromagnétique est telle, qu'elle s'oppose au déplacement qui leur a donné naissance.

Si, par exemple, on fait tourner un disque de cuivre entre les pôles d'un électro-aimant dans les bobines duquel ne circule aucun courant, on n'éprouve aucune difficulté à déplacer le disque ; mais si l'on excite l'électro en y faisant passer le courant, le champ créé agit sur le disque, y détermine des courants de Foucault, et l'on sent immédiatement une résistance très appréciable. En continuant à faire tourner le disque, malgré la résistance opposée, il s'échauffe, par suite de la transformation en chaleur du travail fourni, absolument comme s'il y avait friction du disque contre un corps solide. En coupant le disque, dans le sens des rayons, par des traits de scie, la circulation des courants induits est entravée et, par suite, leur intensité diminuée.

La présence de ces courants dans les pièces des dynamos ou des électro-moteurs est cause d'une déperdition de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

force et d'un échauffement nuisibles au bon rendement et à la conservation des machines. On atténue considérablement leur action en constituant les noyaux d'induits ou d'inducteurs avec des tôles minces, isolées par du papier ou une couche de vernis à la gomme laque.

En revanche, les courants de Foucault ont été utilisés dans l'établissement des compteurs électriques, et comme moyen d'amortissement dans les appareils de mesure tels que les voltmètres et ampèremètres apériodiques, etc.

9. **Electrolyse.** — Si, dans un vase en verre dont le fond est traversé par deux lames de platine, l'on verse de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique et qu'on relie l'une des lames de platine au pôle positif, et l'autre au pôle négatif d'une source électrique (de force électromotrice supérieure à $1^{v},5$), on constatera la décomposition de l'eau en ses deux éléments, hydrogène et oxygène. En recouvrant les lames de platine d'éprouvettes pleines d'eau, on reconnaîtra que l'hydrogène se porte sur la lame reliée au pôle négatif, tandis que l'oxygène se dégage sur celle qui est en communication avec le pôle positif. Le sens attribué au courant, par convention, étant du pôle positif au négatif dans le circuit extérieur de la source on dit aussi que *l'hydrogène suit le sens du courant*, tandis que l'oxygène circule en sens contraire.

L'appareil dans lequel s'effectue la décomposition s'appelle *voltamètre* ; les lames de platine sont les électrodes. Celle qui est reliée au pôle positif de la source électrique prend le nom d'*anode* ; celui de *cathode* étant réservé pour l'électrode négative.

Le phénomène lui-même est *l'électrolyse* et le liquide décomposé *l'électrolyte*.

On appelle *ions* les atomes ou les molécules du corps décomposé ; ces particules portent des charges électriques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

positives ou négatives. Par suite des attractions qui s'exercent entre ces charges et les électrodes, les ions positifs vont à la cathode, on les appelle *cathions*, et les négatifs se rendent à l'anode, ce sont les *anions*.

Tout sel métallique fondu ou en dissolution peut être électrolysé ; le métal se porte à la cathode et le radical simple ou composé, auquel il était combiné, à l'anode.

Ainsi le sulfate de cuivre (SO^4Cu), formé par la combinaison d'un atome de cuivre et d'une molécule d'acide sulfurique (SO^4), sera dissocié lors de l'électrolyse ; le métal (Cu) se déposera à la cathode, et le radical composé (SO^4) à l'anode.

Le phénomène est régi par les deux lois suivantes dites lois de Faraday :

1° *Le poids du métal déposé est proportionnel à la quantité d'électricité qui a traversé l'électrolyte* ;

2° *Quand un même courant traverse successivement plusieurs composés liquides, les poids des métaux déposés sont proportionnels à leurs équivalents chimiques.*

L'expérience montre que la quantité d'électricité nécessaire pour déposer d'un métal quelconque un poids égal à son équivalent chimique est 96.537 coulombs (n° 19).

Il en résulte que si l'on divise l'équivalent chimique d'un corps par 96.537 coulombs, on aura, en grammes, le poids du métal déposé par le passage d'un coulomb.

Ainsi l'équivalent chimique de l'argent étant 107,92, le poids déposé par un coulomb sera :

$$\frac{107.92}{96.537} = 0 \text{ gr. } 001118.$$

Cette particularité sert à la définition de l'ampère international. Il est représenté par l'intensité d'un courant invariable qui, traversant une solution d'azotate d'argent, dépose par seconde 0gr. 001118 d'argent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On appelle *équivalent électrochimique* d'un corps simple la quantité de ce corps libérée par le passage du courant, soit en grammes par ampère-heure, soit en milligrammes par coulomb.

Exemple : L'équivalent électro-chimique de l'argent est 4 gr. 0248 par ampère-heure ou 4 gr. 0248 : 3600 = 1 mgr. 118 par coulomb.

10. **Energie cinétique.** — On appelle ainsi l'énergie que possède un corps, ou un système quelconque, du fait de son état de mouvement.

Lorsqu'une force F agit sur un corps de masse m et lui fait parcourir un espace e, le travail produit est égal à $F \times e$ (nº 33). Au moment où la force cesse d'agir, le mobile possède une vitesse V. On démontre, en mécanique, que le travail fourni par la force F est égal au demi-produit de la masse du corps par le carré de sa vitesse

$$Fe = \frac{1}{2} mV^2.$$

Cette dernière valeur mesure l'énergie cinétique du corps, à l'instant où l'action de la force motrice a cessé.

Mais cette énergie ainsi emmagasinée, représente aussi le travail que pourra fournir le mobile, s'il est placé dans les conditions voulues.

Si, par exemple, un projectile indéformable de masse M lancé de bas en haut avec une vitesse V rencontre un corps de poids P suspendu à un long fil et s'arrête brusquement, il projettera le corps à une hauteur h. Le travail Ph accompli par le mobile sera égal à $\frac{1}{2} MV^2$.

En général il n'en est point ainsi, et toute l'énergie cinétique, au moment du choc, ne se transforme pas en mouvement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand on frappe violemment une barre de fer avec un marteau de même métal, l'énergie cinétique de l'outil est restituée instantanément en produisant la déformation de la barre et du marteau, en même temps qu'un échauffement notable des deux pièces. La valeur $\frac{1}{2} mV^2$ est quelquefois appelée force vive, bien que ce nom ait été donné par Leibnitz au produit MV^2. On peut donc dire, dans ce cas, que l'énergie cinétique est égale à la moitié de la force vive.

11. **Équivalent mécanique de la chaleur**. — On sait que le travail se transforme en chaleur dans certaines conditions.

Si on frotte énergiquement l'un contre l'autre deux morceaux de bois, l'effort dépensé se traduira par l'échauffement du bois. C'est par ce procédé rudimentaire que les peuples primitifs se procuraient du feu.

Un travail peut donc être représenté par une quantité de chaleur.

L'expérience prouve qu'un travail de 4,17 joules (n° 33) équivaut à une petite calorie (n° 2).

Le nombre 4,17 est appelé *l'équivalent mécanique de la chaleur*.

Un joule vaut $\frac{1}{4,17} = 0,24$ petite calorie, environ.

12. **Flux magnétique**. — Quand un courant circule dans les spires d'un solénoïde, il détermine, dans l'espace environnant, l'établissement de lignes de force constituant le champ magnétique. L'ensemble du faisceau des lignes de force est appelé flux de force, flux d'induction, ou encore flux magnétique.

Le flux (Φ) est proportionnel à la force magnétomotrice F (n° 15) et en raison inverse de la réluctance R (n° 28)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suivant la formule :

$$\Phi = \frac{F}{R}.$$

L'unité C. G. S. de flux est le *maxwell* ; c'est le flux produit par une force magnétomotrice d'un *gilbert* (n° 15) quand la réluctance du circuit magnétique est égale à un *oersted* (n° 28).

13. **Force électromotrice et différence de potentiel.** — Si l'on réunit les deux pôles d'une pile, par exemple, au moyen d'un fil conducteur, on constate, à l'aide du galvanomètre, la présence d'un mouvement d'électricité qu'on a appelé *courant* électrique. Ce phénomène est analogue au mouvement d'air qui se produit quand on met en relation deux salles inégalement chauffées. Il s'établit à la partie supérieure un courant d'air chaud de la pièce la plus chaude à la pièce la plus froide, tandis qu'un courant d'air froid se manifeste, en sens inverse, à la partie inférieure.

En électricité on dit que deux corps n'ont pas le même pouvoir électrique ou, plus communément, qu'ils ne sont pas au même *potentiel* électrique (du latin *potentia*, pouvoir) lorsqu'en les réunissant par un fil conducteur, on observe des phénomènes tels que la présence d'un courant électrique, la production d'une étincelle, l'échauffement du conducteur, etc. La différence de potentiel électrique est donc quelque chose d'analogue à une différence de température.

On appelle force électromotrice la cause qui occasionne une différence de potentiel entre deux corps quelconques.

Ainsi, c'est la force électromotrice engendrée par l'action chimique, qui, dans une pile, produit entre les deux électrodes une différence de potentiel.

L'unité de force électromotrice du système C. G. S.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

étant beaucoup trop petite pour les usages courants, on a adopté une unité pratique appelée *volt* qui vaut 100.000.000 (10^8) unités C. G. S. (n° 32). C'est à peu près la force électromotrice d'un élément Callaud.

Bien que la force électromotrice et la différence de potentiel ne doivent pas être confondues, puisque l'une est la cause, et l'autre l'effet, ces deux qualités sont mesurées au moyen de la même unité, le *volt international.*

14. **Force et inertie.** — Un corps au repos ne peut se mettre de lui-même en mouvement ; de même que, s'il est animé d'un mouvement quelconque, il ne pourra s'arrêter, ni modifier sa vitesse ou sa direction.

Cette propriété des corps s'appelle l'inertie.

On nomme force toute cause capable de vaincre l'inertie.

Si nous lançons une boule sur un plan horizontal, la force que nous aurons déployée vaincra l'inertie de la boule et la fera rouler. En raison de cette même inertie la boule devrait poursuivre son chemin ou, comme l'on dit en mécanique, sa trajectoire, si d'autres forces ne venaient contrarier l'impulsion donnée.

En effet, la pesanteur exerçant son action sur la boule la fera frotter sur le sol et produira ainsi une résistance qui finira par annuler le mouvement, et la boule s'arrêtera.

Lorsqu'une force provoque un mouvement, elle prend le nom de *force motrice* ; elle est appelée *force résistante*, au contraire, lorsqu'elle tend à s'opposer au mouvement donné ; c'est le cas de la pesanteur dans l'exemple que nous venons de citer.

Il y a trois choses à considérer dans une force : le point d'application, la direction, l'intensité.

Si, au moyen d'une corde, nous tirons un fardeau, l'endroit où la corde est attachée est le point d'application

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la force que nous développons ; la corde étant tendue indique la direction de la force, c'est la droite suivant laquelle se déplacerait le point d'application s'il était libre ; l'effort plus ou moins grand que nous devrons fournir pour déplacer le fardeau est l'intensité de la force.

Une force est mesurée par l'accélération qu'elle communique à une masse donnée, ce qu'on peut écrire :

$$F = Mg.$$

Dans le système C. G. S. (n° 32), l'unité de force est celle qui imprimerait une accélération d'un centimètre à l'unité de masse (n° 24). Elle a reçu le nom de *dyne*.

Si, dans l'égalité précédente, nous faisons M = 1 gramme et g = 981 centimètres (accélération de la pesanteur à Paris), nous aurons l'intensité de la pesanteur P, pour cette masse, soit :

$$P = 1 \times 981 = 981 \text{ dynes.}$$

Le gramme-poids vaut donc à Paris 981 dynes.

Une dyne est égale à

$$\frac{1 \text{ gr.}}{981} = 1 \text{ mgr. } 019,$$

soit environ 1 milligramme.

L'unité pratique est le gramme-poids, c'est-à-dire le poids d'une masse d'un centimètre cube d'eau distillée à 4° c. (maximum de densité).

On se sert aussi du kilogramme-poids qui vaut, par conséquent :

$$981 \times 1.000 = 981.000 \text{ dynes.}$$

15. **Force magnétomotrice.** — On assimile le flux de force (n° 12) déterminé par le passage d'un courant dans un solénoïde à un courant produit par une force analogue à la force électromotrice et appelée *magnétomotrice*; le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trajet du flux étant désigné sous le nom de *circuit magnétique.*

La force magnétomotrice joue dans le circuit magnétique le même rôle que la force électromotrice dans le circuit électrique.

De même que le courant électrique est proportionel à la force électromotrice et en raison inverse de la résistance du circuit, le flux de force est égal au quotient de la force magnétomotrice par la résistance du circuit magnétique.

En représentant par la lettre grecque Φ (*phi*) le flux de force, par F la force magnétomotrice, par R la résistance du circuit magnétique ou réluctance (n° 28), on obtient une relation semblable à celle d'Ohm :

$$\Phi = \frac{F}{R}.$$

La force magnétomotrice est égale au produit de l'intensité I du courant qui donne naissance au champ, par le nombre de spires n du solénoïde multiplié par un facteur constant $\frac{4\pi}{10}$, soit :

$$F = \frac{4\pi n I}{10},$$

ou, en effectuant le calcul de $\frac{4\pi}{10}$.

$$F = 1{,}25 n I.$$

L'unité pratique est l'*ampère-tour* qui est la force magnétomotrice d'une spire du solénoïde quand le courant qui y circule est d'un ampère.

Un ampère-tour vaut donc un gilbert multiplié par $\frac{4\pi}{10}$, c'est-à-dire :

$$1 \times 1{,}25 = 1{,}25 \text{ gilbert.}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16. **Induction électromagnétique.** — Lorsque les lignes de force d'un champ électrique (n° 4) ou magnétique traversent un circuit fermé, elles y déterminent la naissance d'un courant, si le plan du circuit est perpendiculaire ou oblique à leur direction. Il ne se produit aucun courant lorsque les lignes de force restent parallèles au plan du circuit.

Ce phénomène, connu sous le nom d'*induction*, ne se manifeste qu'au moment où les lignes de force coupent le circuit.

Le courant qui en résulte est appelé *courant induit.*

Pour déterminer la production de courants induits il suffira donc de faire passer un courant variable dans le voisinage d'un circuit fermé de telle façon que les lignes de force du courant inducteur viennent couper le circuit.

L'induction ne se manifestant qu'au moment où les lignes de force du courant inducteur traversent le circuit, il en résulte qu'il n'y aura pas de courant induit tant que les lignes de force de l'inducteur seront stables, c'est-à-dire, tant que l'intensité du courant inducteur ne variera pas.

Le phénomène est identique si l'on approche ou éloigne rapidement d'un circuit fermé un aimant de façon que ses lignes de force coupent le circuit induit. Le même effet est obtenu par le déplacement du circuit induit dans le champ de l'aimant ou du courant inducteur.

D'autre part le courant induit est d'autant plus intense, que la variation qui le provoque est plus rapide.

Les phénomènes d'induction obéissent aux lois générales suivantes, appelées lois de *Faraday*, du nom du physicien qui les a découvertes.

1° *Toute variation du flux magnétique traversant un circuit fermé y détermine un courant appelé courant induit* ;

2° *Le courant induit ne se produit que pendant la variation du flux* ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3° *La force électromotrice déterminée par l'induction, est en raison directe de la vitesse avec laquelle varie le flux inducteur.*

Le sens du courant induit est donné par la loi de *Lenz* (n° 22).

17. **Induction électrostatique.** — On désigne ainsi le phénomène d'influence qui se produit lorsqu'on approche un corps électrisé isolé d'un autre corps relié ou non au sol.

Si, par exemple, on place une sphère électrisée positivement près d'un corps à l'état neutre en communication avec le sol, le fluide neutre de ce dernier corps sera décomposé ; l'électricité positive sera repoussée dans le sol, tandis que la négative restera sur le corps et sera attirée par celle de la sphère.

Si l'on vient à éloigner la sphère, ou si on la décharge, les deux électricités du corps soumis à l'influence de la sphère se recombinent immédiatement pour reconstituer l'état neutre.

Il y a donc ainsi une *décharge électrostatique* du corps vers le sol quand on approche la sphère électrisée positivement, et une autre décharge du sol vers le corps, au moment où l'on éloigne la sphère, c'est-à-dire au moment où l'influence disparaît.

Cette dernière décharge est appelée *choc en retour* dans les orages. Un nuage chargé d'électricité agit, en effet, sur le sol et sur les objets qui s'y trouvent, comme la sphère électrisée sur le corps à l'état neutre. Lorsque la foudre éclate, l'influence électrostatique du nuage disparaît, au moins momentanément, les corps placés sur le sol reviennent alors brusquement à l'état neutre et subissent le choc en retour.

Les fils télégraphiques sont aussi le siège de décharges électrostatiques ayant même origine, ce qui oblige quelquefois à suspendre tout travail sur les lignes ainsi influencées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

18. **Induction mutuelle.** — On désigne sous ce nom l'induction qui se produit entre deux circuits voisins lorsque l'on fait passer un courant électrique dans l'un d'eux.

C'est le cas des conducteurs télégraphiques qui, portés par les mêmes poteaux, sont placés parallèlement sur de longues distances. L'induction mutuelle des conducteurs est une gêne pour les transmissions télégraphiques, par suite des déformations qu'elle imprime aux émissions.

19. **Intensité d'un courant et quantité d'électricité.** — On assimile le transport de l'énergie électrique d'un corps à un autre à l'écoulement d'un fluide circulant dans une canalisation.

Par comparaison on est donc amené à envisager la *quantité* de fluide écoulé pendant un temps donné, c'est-à-dire le *débit*.

Si l'on veut évaluer le débit d'une fontaine, on compte le nombre de litres d'eau qui s'écoulent dans une minute et l'on dit, par exemple, que le débit de cette fontaine est de 25 litres à la minute.

Quand il s'agit d'électricité, on évalue la quantité en *coulombs*, et l'intensité, c'est-à-dire le débit par seconde en *ampères*.

Le coulomb est la quantité d'électricité qui s'écoule dans une seconde quand l'intensité du courant est d'un ampère.

Si l'on représente la quantité par Q, l'intensité par **I**, et le temps par t, on a la relation :

$$Q = It.$$

En divisant les deux membres par t, on obtient :

$$\mathbf{I} = \frac{Q}{t}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est-à-dire que l'intensité (en ampères) est égale au quotient de la quantité d'électricité (en coulombs) qui s'est écoulée pendant le temps t en secondes.

En d'autres termes, l'intensité d'un courant est d'un ampère quand il passe dans le conducteur, un coulomb par seconde.

L'ampère international, qui est l'unité pratique d'intensité, vaut 1 /10 d'unité C. G. S. (n° 32), d'intensité (10^{-1}).

Le coulomb international est égal à 1 /10 d'unité C. G. S. de quantité.

Une autre unité pratique fréquemment employée est l'*ampère-heure* qui vaut 3.600 coulombs.

20. **Loi de Coulomb**. — Quand on approche un barreau aimanté d'une aiguille également aimantée et suspendue par son centre de façon à pouvoir osciller librement, on constate que le pôle nord de l'aiguille est attiré par le pôle sud et repoussé par le pôle nord du barreau.

On conclut de cette expérience que :

Les pôles de même nom se repoussent, et ceux de noms contraires s'attirent.

L'observation a permis d'établir la loi suivante due au physicien Coulomb :

Les forces attractives ou répulsives qui s'exercent entre deux pôles quelconques, suivant la ligne qui les joint, sont en raison inverse du carré de la distance qui les sépare.

On considère les pôles magnétiques comme le résultat de la présence d'une masse de magnétisme nord ou sud siégeant à chaque extrémité de l'aimant, et l'on prend, comme unité C. G. S. (n° 32) de masse magnétique, celle qui est supposée exister dans un pôle qui exercerait sur un autre pôle de même nom une force répulsive d'une dyne (n° 14).

Dans l'expérience précédente, si l'on représente par m

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et m' les masses magnétiques, par r la distance qui les sépare et par F la force d'attraction ou de réplusion, la loi de Coulomb pourra s'écrire :

$$F = \frac{mm'}{r^2}.$$

La force est répulsive ou attractive suivant que les masses m et m' sont de même signe, ou de signes contraires, c'est-à-dire de même nom, ou de noms contraires.

F s'exprime en dynes (n° 14) ; m et m' en unités C. G. S. de masse magnétique, et r en centimètres.

21. **Loi de Joule.** — Lorsqu'on fait passer un courant électrique dans un conducteur de faible section, on constate que le conducteur s'échauffe d'autant plus fortement que sa résistance et l'intensité du courant sont plus grandes, et que le temps pendant lequel circule le courant est plus long.

Ce phénomène est régi par la loi de Joule qu'on peut énoncer ainsi :

Dans un conducteur parcouru par un courant, l'énergie dégagée sous forme de chaleur est proportionnelle à la résistance du conducteur, au carré de l'intensité du courant et au temps pendant lequel passe le courant.

En représentant l'énergie dégagée sous forme de chaleur par W, on a :

$$W = RI^2t.$$

Si R est exprimé en ohms, I en ampères, et t en secondes, on aura en joules la valeur du travail W transformé en chaleur.

Pour convertir en petites calories (n° 2) le travail W, il suffit de le diviser par 4,17, équivalent mécanique de la chaleur (n° 11).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22. **Loi de Lenz.** — *Le sens du courant induit est tel que les lignes de force qu'il produit tendent à s'opposer à la la variation de flux qui occasionne le phénomène.*

Ainsi. lorsqu'on éloigne du circuit l'aimant inducteur, les lignes de force de ce dernier deviennent plus rares ; le courant induit par cette variation du flux sera d'un sens tel que ses lignes de force auront la même direction que celles du champ de l'aimant, de façon à les renforcer.

Si l'on approche l'aimant, les lignes de force qui couperont le circuit induit seront de plus en plus nombreuses. Le courant induit sera alors inversé, et ses lignes de force seront de direction contraire à celle des lignes de force du champ de l'aimant.

La règle du tire-bouchon de Maxwell et celle de la poupée d'Ampère (nos 26 et 27) permettent de déterminer la direction des lignes de force lorsqu'on connaît le sens du courant, et inversement.

23. **Loi d'Ohm.** — L'expérience montre que l'intensité d'un courant électrique (n° 19) est d'autant plus forte que la force électromotrice (n° 13) est plus grande et la résistance du circuit (n° 29) plus petite, et, inversement, que cette intensité est d'autant plus faible que la force électromotrice est plus petite et la résistance plus grande.

En représentant la force électromotrice par E, la résistance par R, et l'intensité par I, on pourra écrire :

$$(1) \qquad I = \frac{E}{R}.$$

Cette relation est connue sous le nom de loi d'Ohm ; on en déduit les deux règles suivantes :

1° Pour qu'un courant de I ampères traverse une résistance de R ohms, il faut une force électromotrice de E volts.

On a la valeur de E en multipliant les deux membres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la relation (1) par R.

$$E = IR, \tag{2}$$

ce qui nous montre que la force électromotrice est égale au produit de l'intensité par la résistance totale du circuit, c'est-à-dire la résistance du conducteur, celle des différents appareils qui peuvent être intercalés dans le circuit, et celle du générateur d'électricité.

2° Pour avoir une intensité I avec une force électromotrice E, il faut donner au circuit une résistance totale R.

En multipliant par R et en divisant par I les deux membres de l'équation (1), on a la valeur de R.

$$R = \frac{E}{I}. \tag{3}$$

c'est-à-dire que la résistance du circuit est égale au quotient de la force électromotrice par l'intensité du courant.

24. **Masse et poids d'un corps.** — Lorsqu'une force constante agit sur un corps libre de se mouvoir sans rencontrer de résistance d'aucune sorte, elle communique à ce corps un mouvement uniformément accéléré, c'est-à-dire que la vitesse du mobile augmente d'une façon régulière.

Si, par exemple, cette vitesse est de deux mètres après la première seconde, elle sera de 4 mètres après la deuxième, de six après la troisième, etc... Cette vitesse est ainsi proportionnelle au temps. On appelle accélération dans un mouvement de ce genre, l'augmentation de vitesse pendant une seconde ; l'accélération est donc de deux mètres dans l'exemple qui précède.

On démontre en mécanique que les forces sont proportionnelles aux accélérations qu'elles déterminent sur un même mobile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si, par exemple, trois forces F, F' et F'', agissant successivement sur un même mobile, produisent des accélérations g, g' et g'', on aura la proportion

$$\frac{F}{F'} = \frac{g}{g'} \qquad \text{et} \qquad \frac{F'}{F''} = \frac{g'}{g''}$$

ou

$$\frac{F}{g} = \frac{F'}{g'} = \frac{F''}{g''} = \ldots \text{ constante.}$$

Ce rapport constant de la force à l'accélération définit la masse du mobile. En désignant par M cette masse, on peut écrire :

$$F = Mg.$$

D'après ce qui précède, le poids d'un corps étant le résultat de l'effort de la pesanteur sur chaque molécule du corps, on aura, en appelant P la pesanteur :

$$P = Mg.$$

Le poids d'un corps est donc le produit de la masse par la valeur de l'accélération imprimée par la pesanteur.

En raison de la dépression des pôles terrestres, l'accélération va en augmentant de l'équateur aux pôles. A Paris, l'accélération d'un corps tombant librement dans le vide est de 9 m. 81 environ ; sous l'équateur elle est de 9 m. 78.

La balance sert à comparer la masse d'un corps à celle d'un autre corps prise comme unité.

Pour obtenir expérimentalement le poids, il faut se servir d'un dynamomètre ou d'un peson à ressort.

La masse étant le rapport constant de la force à l'accélération qu'elle produit,

$$M = \frac{F}{g},$$

sa valeur reste invariable en n'importe quel lieu de la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'en est pas de même du poids dont la valeur dépend comme nous l'avons dit, de celle de la pesanteur.

A Paris, le poids P d'une masse d'un gramme vaut en unités C. G. S. (n° 32) :

$$P = 1 \times 981 = 981 \text{ dynes (n° 14).}$$

25. **Puissance.** — Le travail fourni par une machine ne suffit pas pour donner la mesure de son pouvoir ; il faut aussi considérer en combien de temps elle peut effectuer un travail donné.

Si, par exemple, une machine soulève en 3 minutes une charge de 500 kilogrammes à 10 mètres de hauteur (soit $500 \times 10 = 5000$ kilogrammètres), et qu'une autre fournisse le même travail en une minute ; il est évident que la puissance de cette dernière est 3 fois plus grande que celle de l'autre machine.

Il résulte de ceci que la puissance d'un moteur quelconque est le produit du travail par le temps nécessaire à l'effectuer.

L'unité de puissance du système C. G. S. (n° 32) est la puissance d'une machine fournissant un travail d'un *erg* par seconde (n° 33).

Cette unité qui n'a pas de nom spécial est l'erg par seconde ; elle est très petite. Aussi a-t-on recours à une unité pratique plus grande, le *kilogrammètre par seconde*, qui est égale à 98.100.000 ergs par seconde.

Une autre unité pratique très employée est le *cheval-vapeur* (C. V.) qui vaut 75 kilogrammètres par seconde.

L'erg par seconde sert aussi à mesurer la puissance d'un moteur électrique. On emploie dans ce cas, comme unité pratique, le *watt* qui vaut 1 joule par seconde (n° 33).

Le kilogrammètre étant égal à 9,81 joules, le watt vaut donc :

$$\frac{1}{9,81} = 0,102 \text{ kilogrammètres par seconde.}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les multiples du watt sont :

L'*hectowatt* (H. W.) qui vaut 100 watts ;
Le *kilowatt* (K. W.) qui correspond à 1000 watts.

Pour convertir les unités de puissance électrique en unités mécaniques, il suffit de se rappeler que le kilogrammètre par seconde vaut 9,81 watts.

Par suite, le cheval-vapeur est égal à

$$75 \times 9{,}81 \text{ watts} = 736 \text{ watts.}$$

D'où 1 watt $= \frac{1}{736}$ C.V.

et un kilowatt $\frac{1 \times 1000}{736} = 1{,}36$ C.V.

En 1889 on a adopté une nouvelle unité pratique de puissance, appelée le *poncelet* dont la valeur est de 100 kilogrammètres par seconde, c'est-à-dire puisque le kilogrammètres par seconde est égal à 9,81 watts

$$9{,}81 \times 100 = 981 \text{ watts.}$$

Pour convertir en chevaux-vapeur, il nous suffira de diviser par 736.

1 poncelet $= \frac{981}{736} = 1{,}33$ C.V.

Soit un kilowatt environ.

26. **Règle de la poupée d'Ampère.** — Lorsque, dans le voisinage d'une aiguille aimantée, on place un fil conducteur parcouru par un courant, on voit cette aiguille dévier et tendre à se mettre en croix avec le fil conducteur.

L'aiguille reste enfin en équilibre lorsque l'action magnétique du champ terrestre est compensée par celle du champ produit par le courant lui-même.

La règle d'Ampère permet de prévoir le sens de la déviation de l'aiguille.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Règle d'Ampère.

Le pôle nord de l'aiguille se déplace vers la gauche du courant, ce dernier étant personnifié par un observateur couché le long du conducteur et regardant l'aiguille, le courant lui entrant par les pieds et sortant par la tête.

Cette règle donne également la direction des lignes de force puisque, par convention, les lignes de force pénètrent dans l'aiguille par le côté sud et sortent par le nord.

27. **Règle du tire-bouchon de Maxwell.** — Le sens des lignes de force d'un courant rectiligne est celui dans lequel il faudrait tourner un tire-bouchon pour le faire progresser dans le sens du courant.

28. **Réluctance.** — Le flux de force magnétique ne se propage pas dans tous les milieux avec la même facilité ; la résistance qu'ils opposent a été nommée la *réluctance*. Elle est proportionnelle à la longueur du circuit magnétique, et en raison inverse de la section que traverse le flux. Ainsi, la réluctance dans un solénoïde sera proportionnelle à la longueur de la bobine et en raison inverse de la section transversale de la partie vide qui en occupe l'axe.

La réluctance dépend aussi d'un coefficient μ (prononcer *mu*) appelé *perméabilité magnétique*.

Ce coefficient est très grand pour les corps magnétiques et très petit pour les corps mauvais conducteurs du flux magnétique ou *diamagnétiques*.

Si l'on donne la valeur 1 à la perméabilité magnétique de l'air, celle du fer sera égale à 2000 ; c'est-à-dire que le fer est 2000 fois plus perméable que l'air pour le flux magnétique. Cette valeur est d'ailleurs variable d'un échantillon de fer à l'autre ; elle dépend aussi de la densité du flux qui traverse le circuit donné et peut même être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réduite à celle de l'air lorsque le fer est saturé magnétiquement, c'est-à-dire quand il est arrivé à son maximum d'aimantation. En somme, si on représente la longueur d'un noyau d'électro-aimant par l, sa section transversale par S et la perméabilité du milieu par μ, la réluctance sera donnée par la formule :

$$R = \frac{l}{S\mu}.$$

L'unité C. G. S. de réluctance a reçu le nom d'*oersted*. La réluctance d'un circuit magnétique est d'un oersted lorsqu'une force magnétomotrice d'un *gilbert* y détermine un flux d'un *maxwell*.

29. **Résistance**. — L'électricité ne traverse pas tous les corps avec la même facilité. Ceux dans lesquels sa propagation est difficile sont appelés *mauvais conducteurs*, isolants ou diélectriques ; les autres sont désignés sous le nom de *bons conducteurs*.

La résistance d'un corps est donc l'obstacle qu'il oppose au passage de l'électricité.

L unité C. G. S. (n° 32) de résistance est très petite, c'est la résistance d'un fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre et de 1/20.000 de millimètres de longueur. Aussi emploie-t-on une unité pratique plus en rapport avec les quantités à évaluer ordinairement : *l'ohm international* qui vaut 1.000.000.000 (10^9) d'unités C. G. S. Cette unité est égale à la résistance d'une colonne de mercure, à la température de la glace fondante, ayant une masse de 14 gr. 4251, une section constante, et une longueur de 1 m. 063 de hauteur. Le sous-multiple de l'ohm est le *microhm* valant 1 millionième d'ohm 10^{-6}. Le *megohm* est un multiple égal à 1.000.000 d'ohms (10^6).

La résistance des conducteurs métalliques varie avec la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température. Connaissant la résistance Ro d'un conducteur à 0 degré, on aura la résistance Rt à t degrés par la formule :

$$Rt = Ro(1 + at).$$

La valeur a est appelée coefficient de température. Des tables spéciales donnent la valeur de a pour les différents métaux usuels. Sa valeur est de 0,00388 pour le cuivre et de 0,00414 pour le fer.

La résistance d'un conducteur est donnée par la formule

$$R = \rho \times \frac{l}{S}$$

dans laquelle l représente la longueur du conducteur en centimètres, S sa section en centimètres carrés et ρ (lettre grecque appelée *ró*) la résistivité.

La résistance est donnée en microhms ; le microhm étant la millionième partie de l'ohm, pour obtenir la résistance en ohms, il suffit de diviser par 1.000.000 ou, ce qui revient au même, de multiplier par 0,000001 (ou 10^{-6}) et la formule devient :

$$R \text{ ohms} = \rho \times \frac{l}{S} \times 10^{-6}.$$

Soit, par exemple, à évaluer la résistance d'un fil de fer de 4 millimètres de diamètre et d'un kilomètre de longueur, sachant que la résistivité du fer est 12,56 microhms-centimètres à 15°.

La section du fil est :

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 0^{cm},16}{4} = 0^{cm^2},1256.$$

La longueur en centimètres est $1000^m \times 100^{cm} =$ 100.000 centimètres.

En appliquant la formule, on a :

$$R = \frac{12,56 \times 100.000}{0,1256 \times 1.000.000} = 10 \text{ ohms.}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La résistivité est la résistance en microhms d'un cube d'un centimètre de côté de la substance considérée.

Il existe des tables donnant la résistivité pour une température donnée.

Ainsi la valeur de ρ à zéro degré est :

pour le cuivre écroui, 1,619 microhm-centimètres ;
pour le fer homogène, 13,273 microhms-centimètres.

L'unité de résistivité est l'ohm-centimètre dont le multiple est le mégohm-centimètre, et le sous-multiple le microhm-centimètre.

Ce dernier est ordinairement employé dans les tables de résistivité des métaux, tandis que le mégohm-centimètre sert pour les tables de résistivité des liquides.

30.- **Self-induction.** — La self-induction n'est qu'un cas particulier de l'induction. Lorsqu'un conducteur est traversé par un courant, les lignes de force qui prennent naissance autour de l'axe du conducteur doivent, pour se développer dans l'espace environnant, couper le conducteur lui-même de l'axe à la périphérie.

De cette action résulte le phénomène d'induction (n° 16) qui donne lieu à un courant induit dans le conducteur lui-même. Les lignes de force se rapprochant de l'axe, ou s'en éloignant, suivant que l'intensité du courant qui les produit diminue ou augmente, il s'en suit que le courant induit se manifestera toutes les fois que l'intensité viendra à varier, et, particulièrement, au moment où on lancera le courant dans le conducteur, ou bien lorsqu'on rompra la communication du conducteur avec la source électrique.

Conformément à la loi de Lenz (n° 22), le sens du courant induit sera inverse de celui du courant du générateur d'électricité lorsque l'intensité de ce dernier croîtra, et de même sens lorsqu'elle faiblira,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut donc dire que :

La sef-induction tend à diminuer les courants quand ils augmentent et à les renforcer quand ils s'éteignent.

Elle empêche un courant qui commence de prendre immédiatement son régime normal, et elle retarde au contraire sa disparition quand il finit.

En somme, il y a, au début de l'émission, lorsque le champ électrique se développe, absorption d'une partie de l'énergie fournie par la source électrique, et cette énergie est emmagasinée, en quelque sorte, dans le champ.

Lorsque ce dernier disparaît, l'énergie est restituée sous forme de courant.

Les effets de la self-induction sont, comme on le voit, analogues à ceux de l'inertie en mécanique.

Ces courants d'induction ont reçu le nom d'*extra-courants.*

On distingue l'*extra-courant de fermeture* du circuit, et *l'extra-courant de rupture.* Ce dernier est beaucoup plus énergique parce que son action s'ajoute à celle du courant du générateur. Aussi se manifeste-t-il par une étincelle brillante et large, dès que l'intensité du courant et surtout le coefficient de *self-induction* atteignent une certaine valeur.

La self-induction dépend, en effet, de l'intensité du champ magnétique du courant et de l'intensité de ce dernier.

Dans un solénoïde (nº 31) la self-induction est plus forte que dans un conducteur rectiligne. Elle devient encore plus grande si l'on introduit dans l'intérieur du solénoïde un noyau de fer doux (ce qui le transformera en un électro-aimant), les lignes de force du champ trouvant dans le fer doux un milieu plus favorable à leur propagation.

On appelle coefficient de self-induction le rapport de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la variation du flux embrassant le circuit considéré, à la variation de l'intensité du courant fourni par la source.

Si on représente par Φ (*phi*) le flux magnétique, par I l'intensité du courant, le coefficient d'induction L sera donné par la formule :

$$L = \frac{\Phi}{I}.$$

Les coefficients de self-induction s'évaluent en *henrys*, unité pratique de self-induction valant 1.000.000.000 (ou 10^9) unités électromagnétiques C. G. S. (n° 32).

La self-induction est d'un henry lorsque l'intensité du courant inducteur, variant d'un ampère par seconde, produit une force électromotrice d'induction égale à un volt.

Le coefficient de self-induction d'un électro-aimant est donné par la formule :

$$L = \frac{4\pi n^2 s\mu}{l} \quad (1)$$

dans laquelle n^2 représente le carré du nombre des spires de la bobine ; l, la longueur du noyau ; s, sa section, et μ (*mu*), la perméabilité du milieu dans lequel se développent les lignes de force. La perméabilité de l'air étant égale à 1, le terme μ disparaît s'il s'agit d'un solénoïde.

On démontre que l'énergie absorbée par l'établissement du champ magnétique est égale à :

$$\frac{1}{2} LI^2$$

L étant la self-induction et I l'intensité du courant du générateur.

31. **Solénoïde.** — Un solénoïde est une bobine de fil

(1) Si l'on veut exprimer cette valeur en henrys, il faut diviser par 10^9.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conducteur dont l'intérieur est creux. C'est en somme un électro-aimant dont on aurait retiré le noyau de fer doux.

Lorsqu'on fait passer un courant électrique dans cet enroulement, les lignes de force créées par le courant se composent en un faisceau unique occupant le vide de la bobine ; ces lignes de force sortent en s'épanouissant à l'une des extrémités de la bobine qui prend le nom de pôle nord.

Après avoir parcouru dans l'espace environnant un circuit plus ou moins grand, elles convergent vers l'autre extrémité du solénoïde et viennent se refermer sur elles-mêmes.

L'extrémité par laquelle rentrent les lignes de force est le pôle sud du solénoïde.

Les pôles d'un solénoïde se comportent absolument comme les pôles d'un barreau aimanté.

32. **Système centimètre-gramme-seconde.** — Ce système, adopté en 1881 par un congrès de savants, comporte 3 unités fondamentales arbitraires.

Ces unités sont : le *centimètre* pour les longueurs ; la masse d'un centimètre cube d'eau distillée à 4° C (maximum de densité) soit *un gramme* (1) pour l'unité de masse, *la seconde* pour le temps.

De ces trois unités fondamentales dérivent d'autres unités s'appliquant à des phénomènes physiques.

L'ensemble des unités fondamentales et dérivées constitue un système dit absolu, parce que les dernières découlent nécessairement des fondamentales.

Les unités du système C. G. S. (par abrévation) étant généralement trop grandes ou trop petites pour les usages ordinaires, on emploie d'autres unités dites pratiques, qui

(1) En réalité sa valeur est égale à 1,000013.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont des multiples ou des sous-multiples des unités fondamentales et dérivées.

L'emploi de ces unités a été déclaré légal et rendu obligatoire en France par le décret du 25 avril 1896.

La plupart des nations l'ayant adopté, on lui a donné le nom d'international.

Les préfixes employés pour indiquer les multiples décimaux des unités sont :

Méga ou Meg =	1.000.000	d'unités
Myria . . . =	10.000	—
Kilo . . . =	1.000	—
Hecto . . . =	100	—
Déca . . . =	10	—
Déci . . . =	0,10	—
Centi . . . =	0,01	—
Milli . . . =	0,001	—
Micro ou Micr =	0,000001	—

On se sert quelquefois du préfixe *mégameg* pour indiquer un million de millions d'unités, soit 1 quatrillion d'unités.

Pour abréger l'écriture des nombres formés d'une unité suivie de plusieurs zéros, on considère ce nombre comme une puissance de 10, l'exposant de la puissance indiquant le nombre de zéros dont sera suivie l'unité.

Ainsi 1.000.000 s'écrira 10^6 ; 100.000.000, 10^8, etc...

Par analogie, on écrit un nombre ayant une partie entière suivie de plusieurs zéros en multipliant la partie entière par une puissance de 10 ayant pour exposant un chiffre égal au nombre de zéros. Par exemple, le nombre 895.000 000 s'écrira :

$$895 \times 10^6$$

les fractions $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1\,000}$, ou 0,1, 0,01, 0,001 s'écrivent 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}.

En résumé, lorsque l'exposant est positif, il indique de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combien de rangs il faut déplacer la virgule vers la droite, et, lorsqu'il est négatif, de combien de rangs il faut la déplacer vers la gauche.

Les diverses quantités physiques dérivées du système C. G. S. sont divisées en quantités mécaniques, géométriques, magnétiques, et électromagnétiques.

Nous n'étudierons que les unités intéressant notre sujet dans le chapitre traitant des quantités correspondantes.

33. **Travail.** — Quand on veut évaluer l'effet utile ou le travail d'une force, il faut considérer, non seulement l'intensité de la force mise en jeu, mais aussi le chemin qu'elle fait parcourir au corps sur lequel on l'applique.

Si l'on veut monter un poids à une certaine hauteur, il est évident que le travail à fournir sera d'autant plus grand que le poids sera plus considérable, et la hauteur à atteindre plus élevée.

En général, on appelle *travail* d'une force le produit de l'intensité de cette force par le déplacement de son point d'application dans la direction de la force.

Si T représente le travail, e le chemin parcouru et F la force, le travail sera :

$$T = F \times e.$$

Dans le système C. G. S. (n° 32) l'unité de travail a reçu le nom d'*erg* (du grec : ergon, travail). C'est le travail d'une dyne (n° 14) quand son point d'application se déplace d'un centimètre dans la direction de la force.

Cette unité étant trop petite pour mesurer les travaux que l'on a ordinairement à évaluer, on a adopté, comme unité pratique, le *joule* qui vaut dix millions (10^7) d'ergs.

Le joule sert à mesurer le travail d'un courant électrique pendant un temps donné.

Ce travail T est égal à la quantité d'électricité Q (en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coulombs) (n° 19) qui s'est écoulée, pendant le temps considéré, multipliée par la force électromotrice E (en volts) (n° 13), on a :

$$T = EQ.$$

Mais comme la quantité Q est, d'autre part, égale à l'intensité I (en ampères) (n° 19) par le temps t (en secondes), on aura, de même, le travail électrique, en joules, par l'équation :

$$T = EIt.$$

Ainsi le travail d'un courant de 3 ampères, pendant 1 minute (ou 60 secondes), sous une force électromotrice de 110 volts, sera :

$$110 \times 3 \times 60 = 19.800 \text{ joules.}$$

On emploie encore une autre unité pratique de travail : le *kilogrammètre*; elle est égale au travail qu'il faut dépenser pour élever un poids d'un kilogramme à un mètre de hauteur.

Pour évaluer le kilogrammètre en ergs, il suffit de se rappeler que le kilogramme-poids vaut 981.000 dynes.

Le mètre valant 100 centimètres, le kilogrammètre égale :

$$981.000 \times 100 = 98.100.000 \text{ ergs} \quad \text{ou} \quad 9,81 \text{ joules.}$$

Il existe encore d'autres unités pratiques de travail, qui sont :

Le *cheval-heure* représentant le travail d'une machine d'une puissance d'un cheval 75 kilogrammètres par seconde) (n° 25) pendant 1 heure ou 3.600 secondes.

$$75 \times 3.600 = 270.000 \text{ kilogrammètres.}$$

Le *watt-heure*, travail fourni pendant une heure par une machine de 1 watt (un joule par seconde), soit :

$$1 \times 3.600 = 3.600 \text{ joules.}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou bien encore, le kilogrammètre valant 9,81 joules,

$$\frac{3.600}{9,81} = 366,9 \text{ kilogrammètres.}$$

Les multiples du watt-heure sont l'*hectowatt-heure*, qui vaut 100 watts-heures, et le *kilowatt-heure*, qui en vaut 1000.

Ces deux dernières valeurs sont fréquemment employées dans l'industrie. Ainsi, par exemple, le secteur de la rive gauche, à Paris, fournit le courant aux particuliers à raison de 0 fr. 05 l'hectowatt-heure.

34. **Travail moteur et travail résistant.** — Les forces qui agissent sur une machine sont de deux sortes : elles sont motrices ou résistantes. Les *forces motrices* tendent à augmenter la vitesse de leur point d'application ; elles sont dirigées dans le sens du mouvement, ou bien font un angle aigu avec la direction de ce mouvement.

Les *forces résistantes*, au contraire, tendent à diminuer la vitesse de leur point d'application ; elles sont opposées au mouvement ou font un angle obtus avec sa direction.

Si l'on fait glisser, de bas en haut, une masse le long d'un plan incliné AB (fig. 2), la force F agit comme force motrice, tandis que la pesanteur g, dirigée suivant la verticale, constitue la résistance, à laquelle il faut encore ajouter le frottement qui s'exerce entre le plan et la masse. Ceci nous montre que les résistances sont de deux sortes :

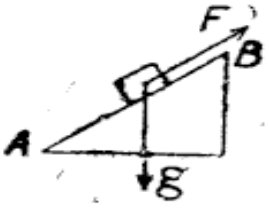


Fig. 2.

1° Les résistances utiles, celles qu'on a pour but de vaincre ;

2° Les résistances passives, telles que les frottements, les trépidations, les chocs, les changements brusques de vitesse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La somme des travaux des forces motrices est appelée *travail moteur*, et celle des travaux des forces résistantes, *travail résistant*.

Ce dernier est composé du travail utile et du travail des résistances passives.

Lorsque le mouvement d'une machine est uniforme, le travail moteur total, pendant un certain temps, est égal au travail résistant total pendant la même période. Ce qu'on représente par l'égalité :

$$TM = TR,$$

TM étant le travail moteur, et TR le travail résistant. Comme ce dernier est la somme du travail utile Tu et du travail des résistances passives Tp, on peut écrire l'égalité sous la forme :

$$TM = Tu + Tp.$$

35. **Vitesse angulaire.** — Lorsqu'un mobile décrit une courbe, on peut exprimer sa vitesse en fonction de l'angle qu'il parcourt dans un temps donné.

Cette vitesse est appelée *angulaire* ; on la représente ordinairement par la lettre grecque ω (*oméga*).

Dans le système C. G. S. (n° 32), l'unité de vitesse angulaire est le *radian* par seconde, qui a pour valeur l'angle dont l'arc est égal au rayon.

Si un mobile décrit en une seconde une circonférence de rayon égal à l'unité, la longueur de la circonférence sera :

$$2\pi \quad \text{ou} \quad 2 \times 3{,}15 = 6{,}30.$$

Or, le rayon étant égal à 1, nous aurons la vitesse angulaire du mobile en radians par seconde, en divisant 6,30 par 1, soit 6 radians 30.

On obtient donc la vitesse angulaire en divisant la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse linéaire par le rayon de la circonférence décrite :

$$\frac{V}{R} = \omega.$$

L'unité pratique de vitesse angulaire est le *tour par minute* qui vaut environ $\frac{6,30}{60} = 0,150$ radian par seconde.

Pour transformer le nombre de tours par minute en radians par seconde, il suffit de diviser par 60 la longueur de circonférence de rayon égal à l'unité, parcourue en une minute, c'est-à-dire 2π ou $2 \times 3,15$.

Ce qui s'exprime par la formule :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60},$$

n représentant le nombre de tours à la minute.

En admettant que π (rapport de la circonférence au diamètre) égale 3,15, la vitesse angulaire du mobile du régulateur Baudot, tournant normalement à 2.100 tours à la minute, est donc, en radians par seconde :

$$\frac{6,30 \times 2.100}{60} = 220,5.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE

Étude des organes d'une installation simple

I.

APERÇU GÉNÉRAL DU SYSTÈME BAUDOT

Codes et différenciation des signaux. — On peut produire à distance le déplacement de l'armature d'un électro-aimant au moyen d'un courant électrique. Ce phénomène, d'une réalisation facile, sert de base à la télégraphie électrique, et le déplacement de l'armature constitue le signal fondamental des alphabets ou codes télégraphiques.

On conçoit que ce signal puisse être répété plusieurs fois, ou bien varier, quant à la durée, ou enfin être envoyé à des moments déterminés. Ces trois moyens permettent d'établir trois types de codes dont les signaux alphabétiques sont différenciés :

1° Par le nombre d'émissions ;

2° Par la durée des émissions ;

3° Par le moment où l'émission est envoyée ou reçue.

1° *Par le nombre.* — On peut convenir par exemple d'envoyer une émission isolée pour représenter la lettre A, deux émissions successives pour la lettre B, trois émissions pour la lettre C... vingt-cinq pour la lettre Z.

C'est le code utilisé par l'appareil Bréguet à cadran.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Par la durée.* — On choisit par exemple deux longueurs d'émission, une longue et une brève. En combinant ces émissions entre elles, on établit divers alphabets. Celui du système Morse appartient à cette catégorie.

3° *Par le moment d'apparition du signal.* — On divise un temps donné, la minute, par exemple, en 25 moments et l'on convient que le signal envoyé au premier moment représente la lettre A ; celui du deuxième moment la lettre B ; le troisième la lettre C, etc... C'est le code de l'appareil Hughes. Ce dernier système exige un synchronisme rigoureux entre l'appareil de départ et celui d'arrivée.

Le code de l'appareil Baudot appartient à ce dernier genre ; mais au lieu d'employer 28 moments, comme dans le Hughes, on n'en utilise que 5, et l'on combine ces 5 moments entre eux pour représenter les différentes lettres de notre alphabet.

Un signal apparaissant au premier moment du temps convenu représente la lettre A ; mais si, *dans ce même temps convenu*, un autre signal se produit au troisième moment, la signification change, et cette combinaison des signaux des premier et troisième moments exprime la lettre U.

Le nombre des combinaisons possibles est donné par la formule $C = V^n - 1$.

V est le nombre de positions que peut prendre le ressort servant à l'émission des courants ; n est le nombre des ressorts utilisés ; 1 représente la position de repos, c'est-à-dire l'absence de combinaison alphabétique ou chiffrée.

Dans le système Baudot, les ressorts transmetteurs sont au nombre de 5, un pour chaque moment ; ils peuvent prendre deux positions : une de travail, une de repos. La formule donne donc $C = 2^5 - 1 = 31$ combinaisons. Elles représentent les 26 lettres de l'alphabet, la lettre E, le *t*, le signal erreur (WRU), le blanc des lettres et le blanc des chiffres

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces combinaisons ne permettent pas d'exprimer les lettres et les chiffres. On a dû recourir à un artifice déjà utilisé dans l'appareil Hughes. Ainsi, la première combinaison peut se traduire par la lettre A ou par le chiffre 1 ; mais les deux significations sont différenciées par deux signes spéciaux : le blanc des lettres et le blanc des chiffres, qui servent, en outre, à séparer les mots et les groupes de chiffres. Toute combinaison arrivant près le blanc des lettres exprime des lettres, et toutes celles qui surviennent après le blanc des chiffres se traduisent par des signes de ponctuation ou des chiffres.

Exposé élémentaire du système Baudot. — Soient A et B deux stations reliées par un fil conducteur (fig. 3). Dans

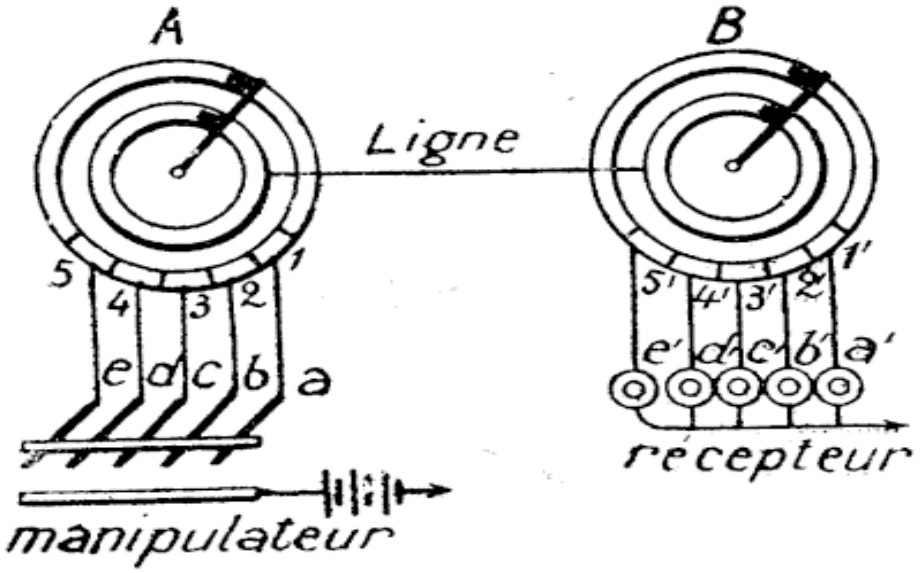


Fig. 3.

chaque station imaginons deux couronnes concentriques, en bronze, parcourues d'un mouvement uniforme par deux frotteurs métalliques, appelés balais, reliés électriquement. La couronne intérieure est mise en communication avec la ligne, et dans la couronne extérieure sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

découpés 5 segments ou contacts de même longueur (1,2,3,4,5, et 1′,2′,3′,4′,5′), communiquant respectivement dans la station A, avec 5 ressorts lames *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, et dans la station B, avec 5 électro-aimants *a′ b′ c′ d′ e′*. Les 5 ressorts-lames, dans leur position de repos, se tiennent à distance d'une réglette métallique, à laquelle aboutit le fil polaire d'une pile dont l'autre pôle est à la terre.

Si les frotteurs de chaque station tournent synchroniquement, lorsque le balai de A sera, par exemple, sur le contact 1, celui de B se trouvera sur le contact 1′. L'abaissement à ce moment du ressort *a* aura pour effet de fermer un circuit constitué par la pile, le ressort *a*, le contact 1, les frotteurs, la ligne, la couronne intérieure de B, les balais, le contact 1′, l'électro-aimant *a′* et la terre. L'armature de l'électro-aimant s'abaissera donc nous donnant ainsi le signal du premier temps.

Il est évident que si la même manœuvre est faite pour les ressorts *b*, *c*, *d*, *e*, les électro-aimants *b′*, *c′*, *d′*, *e′* seront successivement actionnés. Nous pouvons donc, à chaque révolution, abaisser nos ressorts de façon à obtenir les 31 combinaisons du code ci-contre (fig. 4) ; les déplacements des armatures des électro-aimants de B reproduisant fidèlement les combinaisons faites au départ, un opérateur, connaissant le code et placé en B, pourra traduire par une lettre les déplacements d'armature opérés à chaque tour des balais. Chacun des signaux élémentaires constituant la combinaison est différencié des autres par la position de l'électro-aimant sur lequel il se manifeste, c'est-à-dire par le moment de la révolution où il se produit.

Pour la communication de B vers A, on devra employer 5 autres segments découpés dans la couronne extérieure de B, et reliés chacun à l'un des 5 ressorts nécessaires à l'envoi des combinaisons.

En A également 5 segments, découpés symétriquement,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seront mis en relation avec 5 électro-aimants. Il y aura ainsi deux combinaisons envoyées dans les deux sens à

Touches					Caractères correspondants	
5	4	1	2	3		
+	+	−	+	+	A	1
+	−	+	+	−	B	8
+	−	−	+	−	C	9
+	−	−	−	−	D	0
+	+	+	−	+	E	2
+	−	+	−	+	F	7
+	−	+	−	+	G	H
+	−	−	−	+	H	°
+	+	+	−	−	I	6
+	−	−	+	−	J	(
−	−	−	+	+	K	=
−	−	−	−	+	L	)
−	−	+	−	+	M	N°
−	−	+	−	−	N	5
+	+	−	−	−	O	%
−	−	−	−	−	P	/
−	−	−	+	−	Q	−
−	−	+	+	−	R	;
−	+	+	+	−	S	!
+	+	−	+	−	T	4
−	+	−	−	−	U	'
−	+	−	−	+	V	?
−	+	+	−	−	W	3
+	+	+	+	−	X	:
−	+	−	−	+	Y	&
+	+	−	−	+	Z	.
−	+	−	+	+	É	★
−	−	+	+	+	blanc (chiffres)	
+	−	+	+	+	blanc (lettres)	
−	+	+	+	+		

Fig. 4.

chaque révolution des balais. On peut expédier jusqu'à 6 combinaisons par révolution, chaque opérateur agissant à son tour.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est là le principe de la transmission multiple. L'ensemble des deux couronnes avec leurs balais conjugués s'appelle le *distributeur* ; c'est, en somme, un commutateur tournant, reliant successivement chaque contact avec la ligne.

Le nombre des transmissions qu'on peut effectuer à chaque tour est limité par la nécessité de donner à l'émission une longueur suffisante pour qu'elle puisse parvenir à l'autre station. Dans la transmission sextuple, à la vitesse réglementaire de 180 tours à la minute, la durée d'une émission n'est déjà plus que de $\frac{1}{105}$ de seconde.

On conçoit qu'un tel système ne puisse fonctionner correctement qu'à la condition de conserver un synchronisme rigoureux dans la rotation des balais des deux postes correspondants. Le moindre désaccord aurait, en effet, pour résultat de faire apparaître, en même temps, le signal sur l'électro-aimant placé avant ou après (suivant le sens de l'écart) celui qui devrait être normalement actionné. La combinaison indiquée à l'arrivée par le déplacement des armatures ne correspondrait plus à celle du départ et se traduirait par une lettre différente.

On pourrait augmenter le nombre des transmissions simultanées et obtenir un rendement plus considérable sans diminuer la longueur des émissions : il suffirait que les ressorts de transmission pussent prendre trois positions (fig. 5), deux de travail (positif et négatif) et une de repos où aucun courant ne serait envoyé. Dans ce cas, 3 moments seraient suffisants pour constituer le code alphabétique La formule $C = V^n - 1$ donne en effet $3^3 - 1 = 26$ combinaisons.

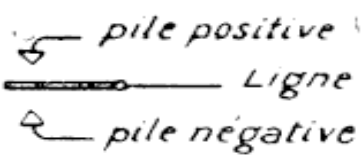


Fig. 5.

Un distributeur à 30 contacts permettrait d'obtenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

10 transmissions au lieu de 6 dans le système à 5 moments. M. Baudot a préféré ne pas augmenter le rendement et assurer une sécurité plus grande à la transmission des signaux en émettant sur la ligne, lorsqu'elle n'est pas utilisée pour la transmission, des courants de sens opposés à ceux employés pour former les signaux. Les ressorts de transmission envoient donc, à chaque tour, une émission sur la ligne, qu'ils soient dans leur position de travail ou dans celle de repos.

Nous allons examiner l'avantage d'employer un courant de repos.

Utilité d'un courant de repos

Propagation du courant sur la ligne. — L'électricité se propagerait dans un conducteur avec la vitesse de la lumière si, par sa présence même, elle ne donnait lieu à certains phénomènes.

Ainsi nous savons que toutes les fois qu'un courant est lancé dans un circuit, il se produit immédiatemnt une sorte de réaction sous forme d'un courant de sens inverse au courant envoyé ; l'énergie de la source est employée pendant ce temps, très court d'ailleurs, à vaincre une sorte d'inertie du circuit. Il en résulte que le courant ne s'établit pas instantanément dans le conducteur avec la valeur qu'il devrait posséder, conformément à la loi d'Ohm (pr. n° 23). De même, lorsque l'intensité du courant fourni vient à diminuer ou à disparaître, il y a restitution de l'énergie absorbée au début ; il se produit alors un nouveau courant de même sens que celui de la source et qui se trouve ainsi renforcé, prolongé en quelque sorte, dès qu'il tend à s'affaiblir ou à s'éteindre.

Ce phénomène qui se manifeste à chaque variation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'intensité du courant, a reçu le nom de self-induction (pr. n° 30). Il se produit aussi chaque fois que l'on approche ou que l'on éloigne du circuit un aimant permanent ; le même effet se manifeste encore avec plus d'intensité lorsque le courant circule dans les spires d'un électro-aimant, les spires s'induisant mutuellement d'une part, et le flux magnétique (pr. n° 12) déterminé par l'aimantation des noyaux agissant à son tour, d'autre part, comme le ferait un aimant permanent que l'on approcherait ou éloignerait du circuit.

Sur une ligne télégraphique, la self-induction aura donc pour résultat de retarder l'émission au début, et de la prolonger, au contraire, lorsqu'elle devra cesser.

La self-induction d'un conducteur dépend des masses magnétiques qui peuvent se trouver dans le voisinage, et aussi de la nature du conducteur lui-même. Il en résulte que la propagation du courant est plus ou moins rapide suivant le métal employé. Ainsi, dans un fil de cuivre, elle est de 235.000 km. à la seconde, tandis qu'elle tombe à 136.000 km. dans un fil de fer.

Un autre phénomène s'oppose aussi à ce que le courant apparaisse immédiatement à l'autre extrémité du conducteur, avec l'intensité qu'il devrait avoir suivant la loi d'Ohm, c'est celui de la capacité électrostatique (pr. n° 3). On se rend compte, en effet, que le conducteur devra être chargé complètement avant que le maximum d'intensité du courant soit atteint à l'extrémité d'arrivée ; plus la capacité du fil sera grande, plus long sera le temps nécessaire à la charge.

D'autre part, le récepteur agira aussi par sa self-induction. Des expériences faites par M. Devaux-Charbonnel (1),

(1) État actuel de la science électrique, par Devaux-Charbonnel ingénieur des Télégraphes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il résulte que le maximum d'intensité est atteint d'autant plus vite à l'arrivée que le rapport $\frac{L}{R'}$ qu'on appelle la constante de temps du récepteur, est plus petit, L étant la self-induction du récepteur en *henrys* (pr. n° 30) et R sa résistance en ohms. Pour une ligne de 500 km. constituée par 350 km. de fil de fer et 150 km. de fil de cuivre, aboutissant à un relais Baudot dont la sortie est à la terre, ce temps est 0,010 seconde ; si l'on substitue un Morse au relais, le temps s'élève à 0,022 seconde.

Pour les différentes causes qui viennent d'être énoncées, l'intensité du courant, à l'arrivée, sera d'abord très faible, puis elle grandira progressivement, à mesure que la résistance apparente due à la self-induction sera vaincue et que la ligne se chargera ; elle atteindra enfin un maximum qui ne dépend, comme l'indique la loi déjà citée $I = \frac{E}{R}$, que de la force électromotrice de la source et de la résistance totale du circuit (résistance intérieure de la pile, résistance de la ligne, de l'appareil et des prises de terre).

Périodes de charge et de décharge. — On peut représenter par une courbe l'accroissement de l'intensité du courant à l'arrivée ; cette courbe est d'ailleurs donnée par les ampèremètres enregistreurs et par les oscillographes.

Si l'on porte sur une ligne horizontale OX (fig. 6), dite ligne des abscisses, les intervalles de temps écoulés depuis le moment où l'émission a été envoyée, les ordonnées a, b, c (lignes verticales), proportionnelles aux intensités i, i', i'' existant à chaque instant considéré, et mesurées sur la ligne OI, on obtiendra une courbe comme celle de la figure, du moins dans le cas des conducteurs télégraphiques ordinaires.

On voit, par l'examen de cette ligne, que l'intensité se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

manifeste d'une manière presque insensible d'abord, puis croît rapidement jusqu'à un maximum ; la ligne devient alors parallèle à l'axe OX.

Le temps OT, nécessaire pour que l'intensité partant de zéro atteigne son maximum ou régime permanent, prend le nom de *période de charge* ; sa durée dépend, comme nous l'avons dit, de la capacité du conducteur, de sa self-induction et du rapport existant entre la self-induction du récepteur et sa résistance (1) ; l'intensité maxima ne dépend que de la force électromotrice de la source fournissant le courant, et de la résistance du circuit.

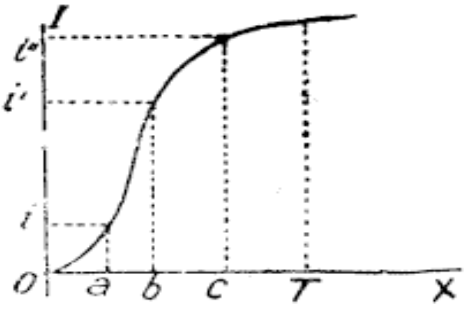


Fig. 6.

Après chaque émission, il existe aussi un état transitoire pendant lequel l'intensité du courant décroît progressivement. La durée de cet état, qui a reçu le nom de période de décharge, est en rapport avec la quantité de fluide absorbée par le conducteur et avec l'isolement de ce dernier. Les effets de décharge de la ligne seront étudiés plus loin (voir pages 135 et 386).

Variations de la période de charge. — La période de charge varie d'une émission à une autre. Le fil, en effet, est parcouru constamment par une infinité de courants de sens et d'intensité très variables qui modifient sans cesse son état électrique. Ces courants sont dus :

(1) D'après M. Devaux-Charbonnel, ce temps est donné, pour les lignes ordinaires, par la formule empirique

$$T = \sqrt{CL} + \frac{3}{4}\frac{L}{R}.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° A l'induction électromagnétique et électrostatique des courants circulant dans les fils voisins, bien que ceux-ci se trouvent placés, en général, à une distance de 0 m. 50 sur les poteaux qui les supportent ;

2° A l'état électrique de l'atmosphère.

Cet état est très variable ; le potentiel de l'air est tantôt positif, et tantôt négatif ; sa valeur change très rapidement, de plusieurs volts pendant la pluie ou sous l'action de certains vents (1). Un conducteur traversant des régions à des potentiels différents sera parcouru par des courants tendant à rétablir l'équilibre électrique. Dans cette catégorie, on classe aussi les décharges dues à l'action des nuages orageux. Ces derniers, décomposant par influence le fluide neutre du conducteur télégraphique, attirent le fluide de nom contraire au leur, et repoussent dans le sol, à chaque extrémité de la ligne, le fluide de même nom, occasionnant ainsi une décharge électrostatique simultanée dans les deux sens. Dès que le nuage est déchargé ou s'éloigne, les deux fluides, séparés par sa présence, se recombinent en produisant une nouvelle décharge de sens inverse à la précédente ;

3° A l'état électrique des points où la ligne aboutit à la terre (terre de la pile et sortie du récepteur).

Les prises de terre servent de collecteur à des courants provenant du sol et qualifiés, pour cela, de *telluriques*. Ces courants, dont on ignore encore le mode de production, sont très variables, aussi bien en intensité qu'en direction ; ils atteignent, dans certaines circonstances telles que les aurores boréales, une intensité si grande que les transmissions télégraphiques deviennent impossibles.

D'autres courants, désignés sous le nom de courants *vagabonds*, proviennent des installations industrielles, de

(1) Conférence de M. Nordmann, *Annales des P. T. T.*, 1911, n° 1.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tramways ou de chemins de fer électriques, se répandent dans le sol et font varier constamment l'état électrique des plaques de terre.

Enfin, ces prises de terre sont elles-mêmes le siège d'une force électromotrice faible provenant de l'action chimique du sol humide sur le métal des plaques.

Effet des variations de la période de charge. — Les courants parasites, quelle que soit leur origine, parcourent sans cesse les conducteurs télégraphiques et en rendent si variable l'état électrique que deux émissions consécutives se ne trouvent jamais dans des conditions identiques.

Par exemple, pour trois émissions successives, nous pourrons avoir les courbes OA, OB, OC (fig. 7).

Supposons que notre récepteur ne fonctionne que pour une intensité égale à Oi', son armature ne sera attirée que lorsque la courbe atteindra la ligne pointillée, et, par suite, le fonctionnement aura lieu au bout du temps Ot pour la première émission, Ot' et Ot'' pour la deuxième et la troisième. Le récepteur ne sera donc pas actionné à des moments semblables pour des émissions semblables. Il y a perturbation dans le moment d'apparition du signal, perturbation égale à la différence Ot — Ot''. C'est là un inconvénient grave pour un système basé sur la différenciation des signaux par le moment de leur apparition

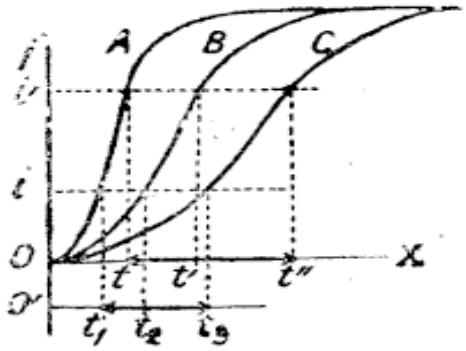


Fig. 7.

On peut réduire cette déformation du signal en employant un récepteur très sensible.

Si nous supposons que cet appareil puisse fonctionner

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une intensité Oi, nous voyons que l'armature sera actionnée au bout des temps $O't_1$, $O't_2$, $O't_3$.

L'écart maximum $O't_1 - O't_3$ est moins grand que $Ot - Ot''$ donné par le récepteur peu sensible.

La conclusion de ceci, c'est que le récepteur devra présenter le maximum de sensibilité afin d'éviter la déformation des signaux. Mais alors nous risquons de voir ce récepteur actionné par les nombreux courants parasites circulant sur la ligne.

Rôle et choix du courant de repos. — On tourne la difficulté en employant un récepteur à armature polarisée, et en envoyant sur la ligne un courant destiné à maintenir au repos l'armature du relais lorsqu'il ne doit pas être actionné par un courant de travail. Nous pourrons donner alors toute sa sensibilité à cet appareil sans avoir à craindre que les courants étrangers ne viennent l'actionner intempestivement. C'est ce qu'on appelle assurer la sécurité des signaux.

On employait primitivement le courant négatif comme courant de repos ; depuis quelques années on y a substitué le courant positif, le négatif étant réservé aux émissions de travail. Voici sur quelles considérations on s'est appuyé.

Les câbles souterrains présentent souvent des défectuosités de l'isolant qui mettent à nu l'âme du câble ; il se produit alors une dérivation à la terre. L'humidité du sol pénétrant dans le point défectueux le transforme en une sorte de voltamètre où l'eau est décomposée sous l'action électrolytique du courant (pr. n° 9).

Si le courant est positif l'oxygène se porte sur l'âme du conducteur et l'oxyde, tandis que l'hydrogène se dégage dans le sol. La couche d'oxyde ainsi constituée étant mauvaise conductrice de l'électricité, empêche la perte et l'isolement du conducteur est amélioré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas d'un courant négatif, la décomposition de l'eau a lieu également, mais c'est l'hydrogène qui se porte alors sur le conducteur où il réduit l'oxyde formé en s'emparant de son oxygène. Il reste du cuivre pulvérulent, pendant que l'oxygène provenant de l'électrolyse se dégage au dehors.

La blessure du câble se trouve ainsi remise à nu et la perte se manifeste de nouveau.

Evidemment les combinaisons du système Baudot comprennent des émissions des deux polarités ; mais il est certain que les envois de courant de repos sont plus fréquents que ceux de travail. Dans l'intervalle de deux télégrammes ou de deux séries, et en général pendant que le secteur n'est pas utilisé, c'est le courant de repos qui est envoyé continuellement sur la ligne.

Si, d'autre part, on considère que toutes les lignes de quelque importance possèdent des sections souterraines, tout au moins dans la traversée des villes du parcours, on voit l'avantage de l'emploi du pôle positif. Il est vrai que les alternatives d'oxydation et de désoxydation, par lesquelles passe le conducteur dans le cas d'un appareil employant les deux polarités, doivent fatalement amener la destruction de l'âme du câble ; mais du moins la ligne aura rendu des services qu'elle n'aurait pu fournir avec l'ancien système ; les pertes alors nombreuses affaiblissant considérablement les émissions faites, et produisant même des mélanges par dérivation, rendaient les communications difficiles et précaires.

Ensemble d'une communication Baudot

Il nous est possible à présent d'avoir une vue d'ensemble du système.

Puisqu'il faut envoyer sur la ligne un courant de repos

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'elle n'est pas occupée déjà par un courant de travail, les 5 ressorts qui constituent le manipulateur devront, lorsqu'ils seront dans leur position de repos, être mis en relation avec le pôle positif d'une source électrique dont l'autre pôle sera à la terre. De même, lorsque l'opérateur les actionnera, ils seront mis en communication avec le pôle négatif d'une autre source électrique ayant à la terre le pôle positif.

A cet effet, les ressorts de transmission sont placés entre deux réglettes métalliques de telle façon, qu'au repos, ils s'appuient tous assez fortement sur l'une d'elles qui prend le nom de *réglette de repos* et qui est reliée à la batterie positive de ligne (fig. 8) ; l'autre réglette, appelée *réglette de travail*, communique avec la batterie négative. De cette façon, si nous abaissons, par exemple, le premier, le troisième et le cinquième ressorts, nous aurons un envoi de courants négatifs sur les contacts 1, 3 et 5 de la couronne 2 du distributeur, tandis qu'un envoi de positifs aura lieu par 2 et 4. Le balai passant sur chaque contact, à tour de rôle, il est bien évident que les 5 émissions seront expédiées successivement sur la ligne.

Pour que cet envoi des courants se fasse convenablement, il faut que les ressorts, abaissés avant le passage du balai sur les contacts correspondants, ne soient relevés que lorsque le contact du cinquième ressort aura été franchi par le balai. En effet, si, par exemple, le premier ressort est abaissé après que le balai a quitté le contact correspondant, il est certain que cette émission ne sera pas envoyée sur la ligne et, dans la combinaison reçue au poste correspondant, on constatera l'absence de la première émission ; on dit dans ce cas que « la première manque ».

Si, au contraire, l'opérateur lève les doigts avant que le balai ait franchi le dernier contact, le ressort revenant



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aussitôt sur la réglette de repos, c'est une émission positive au lieu d'une négative qui sera expédiée.

Pour avertir l'opérateur du moment où le balai va entrer sur le secteur de transmission, on a utilisé deux autres couronnes, 3 et 6, parcourues par une paire de balais conjugués ; l'une des couronnes est reliée en permanence à une pile locale, et, dans l'autre, un contact C, choisi de telle façon qu'il se trouve sous le balai de sa

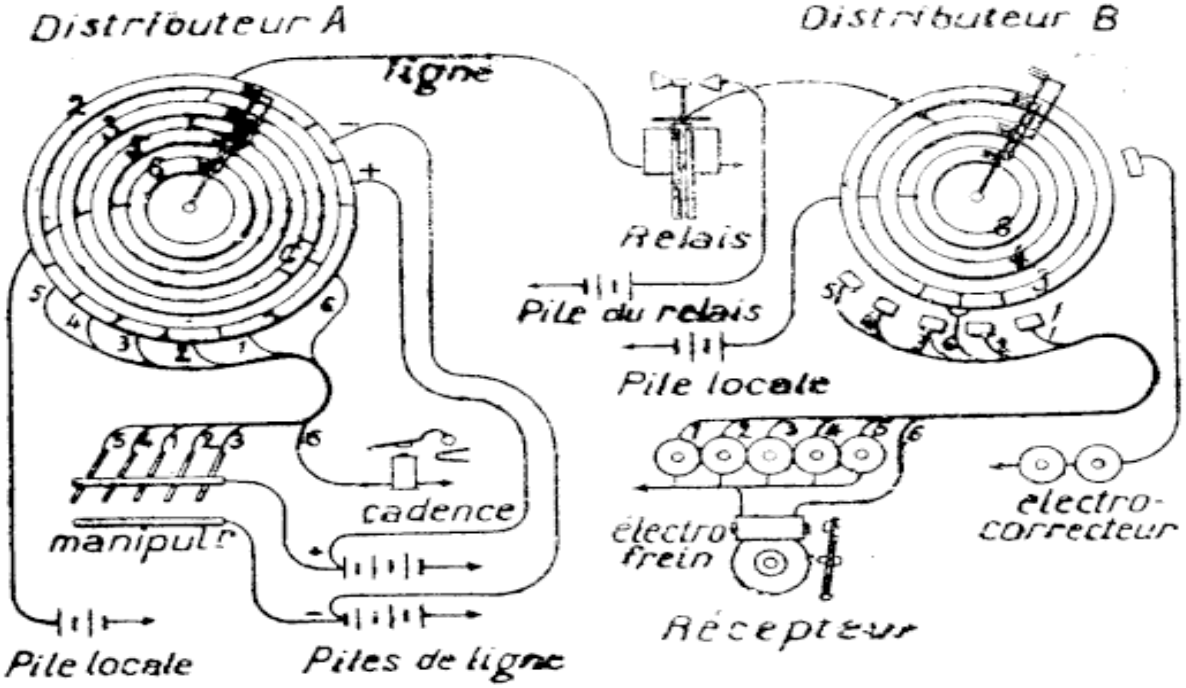


Fig. 8.

couronne lorsque celui de la couronne de transmission va arriver sur le premier contact, est en communication avec un petit électro-aimant, dont l'armature est munie d'un marteau.

Au moment où le balai circule sur ce contact, le courant de la pile locale, par l'intermédiaire des balais, se propage dans le circuit comprenant l'électro-aimant, l'armature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est attirée et le marteau vient frapper sur une enclume métallique.

L'opérateur est ainsi informé qu'il peut envoyer une combinaison.

Les émissions expédiées sur la ligne sont très brèves ; nous avons vu que dans une transmission sextuple elles ne durent pas plus de 1/105e de seconde ; d'autre part, elles s'affaiblissent sur la ligne en raison de la résistance de cette dernière et aussi des pertes, par défaut d'isolement, du conducteur. Il s'ensuit que les courants à l'arrivée sont trop faibles pour accomplir le travail mécanique de la traduction des signaux en lettres ordinaires.

Pour obvier à cet inconvénient, les courants sont reçus dans un relais polarisé dont la sortie est à la terre.

Lorsque le courant d'arrivée est négatif, l'index du relais est amené ou maintenu sur un butoir rattaché à une pile locale. Quand il est positif, l'index tombe sur un butoir isolé.

L'index de ce relais est relié électriquement d'autre part avec une couronne pleine, 4, du distributeur B mise en communication, par deux balais conjugués, avec les segments d'une autre couronne, 1 ; chacun des 5 contacts d'un secteur de cette couronne commande un électro-aimant.

Les armatures des 5 électro-aimants constituent un récepteur reproduisant les déplacements des ressorts du manipulateur et mettent en mouvement un dispositif propre à obtenir en caractères typographiques la traduction de la combinaison reçue.

Deux contacts de la couronne de transmission, 2, d'un des deux postes, A, sont reliés en permanence, le premier à la pile de travail, l'autre à celle de repos. Ils servent à émettre sur la ligne, à chaque tour, des courants destinés à corriger les écarts de synchronisme qui se produisent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le mouvement des balais des deux stations. Ces courants arrivent, comme les autres, dans le relais.

L'organe chargé de la correction des écarts de synchronisme est commandé par un électro-aimant correcteur en communication avec un contact spécial de la couronne 1.

Cet électro-aimant ne fonctionne qu'autant que la différence de synchronisme a acquis une certaine valeur.

Enfin l'appareil récepteur est synchronisé avec le distributeur B au moyen d'un courant puisé à la pile locale, et envoyé dans un électro-frein par deux contacts de la couronne 3.

Les chapitres qui vont suivre seront consacrés à l'étude méthodique des différents organes du système.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

II

MANIPULATEUR

Nous savons déjà, par l'exposé du système, que le manipulateur, quelle que soit sa disposition, doit se composer essentiellement de 5 leviers, ou ressorts, pouvant se déplacer à volonté entre deux réglettes communiquant l'une avec la pile de repos, l'autre avec celle de travail.

Il existe actuellement deux types de manipulateurs : le manipulateur à accrochage électromagnétique (mod. 1896), et le manipulateur à accrochage mécanique. Ils diffèrent surtout par le moyen employé pour maintenir les touches abaissées pendant un temps suffisant pour que le balai du distributeur puisse recueillir le courant sur le contact correspondant.

Manipulateur à accrochage électromagnétique. — Chacun des 5 ressorts est fixé, au moyen d'une équerre en laiton E (fig. 9), à l'extrémité supérieure d'une touche en bois garnie à sa partie antérieure d'une lame d'ivoire I sur laquelle viennent s'appuyer les doigts de l'opérateur.

Presque au-dessous de l'équerre du ressort de transmission, est encastré un bloc de bronze *b* creusé d'une rainure hémisphérique, dans laquelle vient s'engager un axe en acier trempé *a*, muni de 6 épaulements séparant chaque touche de sa voisine, et en limitant ainsi le jeu latéral. Cet axe est monté sur le fond d'une boîte plate, en bois de noyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le ressort de transmission, ou ressort-contact vertical, est constitué par une lame d'acier *r* revêtue, à sa partie supérieure, d'une garniture d'argent, en regard de laquelle se présentent deux contacts de même métal, fixés dans les équerres en laiton *e*, *e'*, formant couvercle de la boite. Ces équerres sont maintenues par 4 vis à main, V, V1, communiquant, celle de droite de l'équerre postérieure avec la pile de repos, celle de gauche de l'équerre antérieure avec la pile de travail.

A l'équerre du ressort-contact vertical est fixé, au moyen

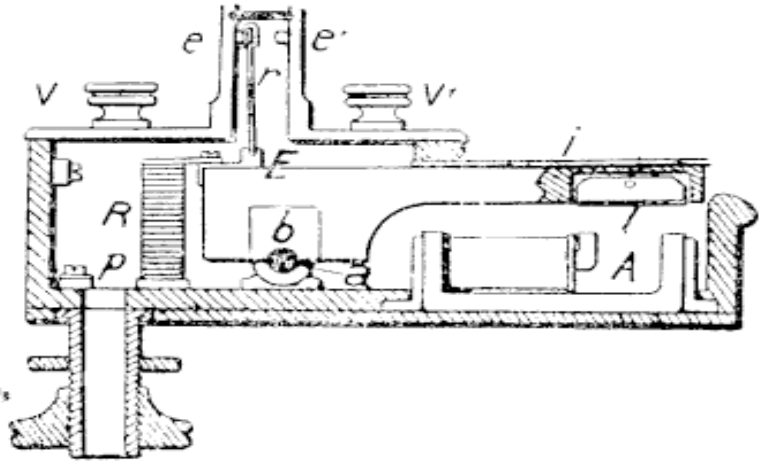


Fig. 9.

d'une vis, un ressort à boudin R, en laiton, ayant son extrémité inférieure maintenue solidement sur un plot P, vissé sur le fond de la boite et communiquant, d'autre part, avec un contact de la couronne de transmission du distributeur. Ce ressort, dit ressort antagoniste sert à relever la touche lorsqu'elle a été abaissée, et à forcer le ressort de transmission à venir s'appuyer sur le contact de repos.

Cadence téléphonique. — Le moment où peut se faire l'envoi d'une combinaison est indiqué par le fonctionne-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de l'électro-aimant actionné, à chaque tour des balais du distributeur, par un courant local qui donne ainsi la cadence de la manipulation.

Depuis plusieurs années, on a abandonné le système que nous avons indiqué dans le principe de l'appareil et qui consistait à faire frapper sur une enclume métallique l'armature de l'électro-aimant munie, à cet effet, d'un petit marteau. Dans le manipulateur modèle 1896, le dispositif donnant la cadence de la manipulation est constitué par un électro-aimant dont le noyau est polarisé par un aimant permanent. L'électro-aimant *e* (fig. 10) est

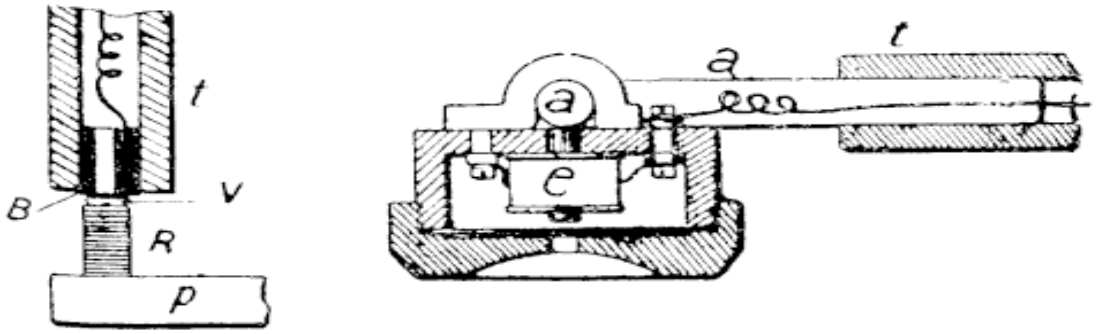


Fig. 10.

fixé sur le fond d'une boîte ronde, en bois, sur laquelle se visse un couvercle ouvert en son milieu et formant pavillon. Entre les bords de la boîte et son couvercle est serrée, par son pourtour, une mince rondelle de tôle, placée ainsi en face du noyau de l'électro-aimant. Cette disposition, analogue à celle des écouteurs du téléphone, a fait donner à ce système le nom de cadence téléphonique.

L'aimant permanent *a* est enfoncé, à frottement doux, dans un tube articulé en laiton *t*, fixé contre la paroi latérale du manipulateur. Le courant de cadence arrive par une plaquette P et un ressort à boudin R sur lequel vient s'appuyer la tête d'une vis V logée dans un bouchon d'ébonite B fermant la partie inférieure du tube. Sous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette vis, est serré un fil conducteur, isolé à la soie, et qui, traversant le bouchon d'ébonite, par une ouverture appropriée, va aboutir à l'entrée de l'électro-aimant de cadence ; la sortie de ce dernier est reliée au massif qui est en relation avec la terre par l'intermédiaire du tube lui-même.

Fonctionnement. — Sous l'action de l'aimant permanent, transmise par le noyau, la plaque de tôle est attirée légèrement et s'infléchit en son centre (fig. 11, position *a*).

Le sens du courant de cadence est tel qu'il renforce l'action de l'aimant permanent, et produit une attraction plus forte de la plaque de tôle lorsqu'il traverse l'électro (position *b*).

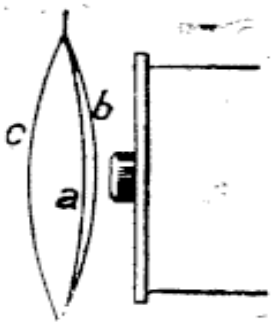


Fig. 11.

Au moment où le courant cesse, la plaque, en raison de son élasticité, revient brusquement en arrière, et, en vertu de son inertie, dépasse sa position d'équilibre et prend la position *c*.

Ce déplacement subit provoque le bruit servant à indiquer la cadence à l'opérateur. On remarquera qu'il se produit juste à l'instant où le balai du distributeur quitte le contact de cadence.

Accrochage. — Nous avons vu l'inconvénient qu'il y aurait si l'opérateur, voulant envoyer une combinaison, relevait les doigts avant que le balai soit arrivé sur les contacts du secteur considéré.

On risquerait aussi d'envoyer des émissions de repos pour des émissions de travail, ou, tout au moins, des courants de travail écourtés, ce qui aurait pour résultat de former une combinaison différente de celle qu'on aurait voulu expédier et rendrait inintelligible le mot dont elle fait partie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour éviter ces inconvénients, qui se produisent surtout avec les 3me, 4me et 5me touches, on a dû recourir à différents moyens. Dans le type que nous décrivons, ces trois touches possèdent à la partie inférieure et antérieure un évidement dans lequel peut osciller, autour d'un axe, une petite lamelle de fer doux (*l* fig. 9). Au-dessous se trouve placé un aimant permanent A, coudé de façon à ce que ses deux pôles soient placés en regard de la lamelle.

L'une des branches est garnie d'une bobine de fil de

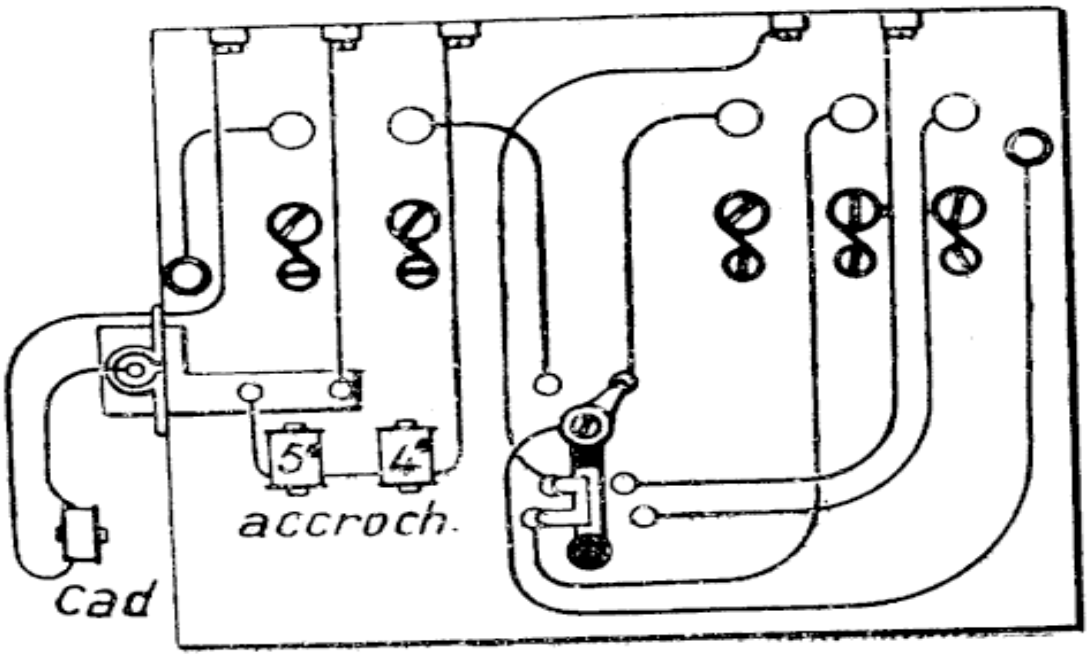


Fig 12.

cuivre isolé et relié, d'une part, au contact de cadence du distributeur, et de l'autre, à l'entrée de la cadence téléphonique. Cette bobine prend le nom d'électro-décrocheur. L'attraction de l'aimant permanent est trop faible pour faire descendre la touche ; mais si l'on abaisse cette dernière, de manière à ce que la lamelle vienne s'appuyer sur les pôles de l'aimant permanent, l'attraction (inversement proportionnelle au carré de la distance) sera alors assez

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

puissante pour maintenir la touche, malgré l'effort contraire du ressort antagoniste. Au moment où la cadence est actionnée le courant traverse l'électro-décrocheur de la touche ; son sens est tel que les pôles qu'il développe sont de noms contraires à ceux de l'aimantation permanente ; ces derniers se trouvent donc affaiblis et ne peuvent plus résister à l'effort du ressort antagoniste qui ramène la touche et, par suite, le ressort de contact à la position de repos.

Le rappel de la touche se fait donc juste au moment où elle pourra être actionnée de nouveau pour une autre combinaison.

Commutateur. — Les 5 touches du manipulateur forment deux groupes. Les trois premières sont à droite de façon à pouvoir être manœuvrées par l'index, le médius et l'annulaire de la main droite ; les deux dernières constituent le groupe de gauche et sont actionnés par l'index et le médius de la main gauche. Entre les deux groupes de touches, se trouve une touche noire, fixe, en bois, servant de support à un petit commutateur à manette dont la manœuvre établit simultanément deux communications. (Voir le schéma, fig. 12.)

Communications intérieures. — Sur le fond de la boîte du manipulateur sont fixées 10 bornes, placées sur deux rangées (fig. 12).

Les bornes de la première rangée ainsi que celles montées sur les parois latérales servent à amener dans le manipulateur différentes communications extérieures telles que les prises de piles, de terre, le courant de cadence ; l'affectation de certaines bornes varie suivant le type d'installation.

Les liaisons intérieures sont les mêmes pour toutes les installations ; la figure 12 en montre le schéma.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces dernières communications sont logées dans des rainures pratiquées entre le fond et le double fond du manipulateur.

Les bornes de la deuxième rangée servent de point d'attache aux ressorts antagonistes des touches et sont reliées d'autre part aux contacts de la couronne de transmission desservant le clavier.

Manipulateur à accrochage mécanique. — Avec le manipulateur à accrochage électromagnétique des 4me et 5me touches, il arrivait fréquemment lorsque le manipulant avait le défaut de lever les doigts trop tôt que la 3me touche manquait.

Cette dernière fut alors dotée du même système d'accrochage que les 4me et 5me dans les manipulateurs devant desservir des installations du type double particulièrement en raison de la longueur des contacts de leur distributeur.

Néanmoins le même défaut se manifesta non plus sur la troisième puisqu'elle était accrochée, mais sur la deuxième.

Il fallut arriver à l'accrochage de toutes les touches. En outre, les aimants permanents, utilisés dans le système que nous avons décrit, finissaient, sous l'action de désaimantations répétées, à raison de 180 à la minute, par perdre leur aimantation, et l'accrochage devenait illusoire. On avait, il est vrai, la possibilité de les réaimanter par le passage, dans les spires de la bobine de l'aimant permanent, d'un courant de sens approprié, ou bien encore par les procédés de touche indiqués en physique.

Ces derniers moyens ne sont guère applicables dans la pratique, en raison de la nécessité de démonter entièrement le clavier et d'autre part, la réaimantation faite dans ces conditions n'est pas durable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'accrochage mécanique des 5 touches fit disparaître tous ces inconvénients.

Description. — Sous chaque touche, à la partie antérieure, est vissé un appendice d'accrochage en acier C (fig. 13) dont le biseau fait saillie au-dessus d'un cliquet *cl*, pouvant pivoter, d'arrière en avant, autour d'un axe

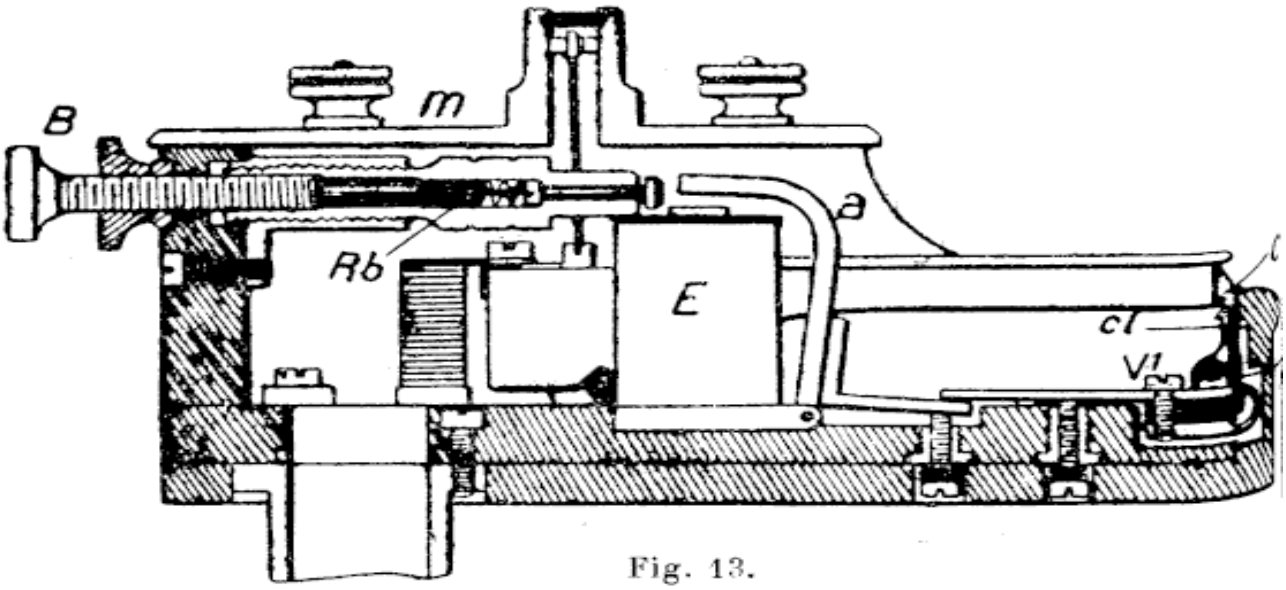


Fig. 13.

porté par deux épaulements solidaires d'un axe carré commun aux cinq cliquets.

Le cliquet ne peut tomber en arrière, parce qu'il est retenu par un appendice inférieur *p* (fig. 14) qui s'appuie sur l'axe carré commun. Il est maintenu dans cette position par la pression douce d'un ressort lame R vissé dans le même axe commun. Ce dernier pivote dans deux plaques en laiton encastrées dans les parois latérales de la boîte du manipulateur ; il est sollicité à tourner, d'avant en arrière, par un ressort à boudin *r* (fig. 15) enroulé autour de son extrémité de droite, et fixé sur la plaque de pivotage par une vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Vers la partie médiane de l'axe porte-cliquets, entre les deux groupes de touches, est fixé solidement une sorte de levier coudé *l* (fig. 15) à deux branches inégales, appelé levier-ressort en U à cause de sa forme. Sous l'action du ressort à boudin de l'axe porte-cliquets ce levier va prendre appui sur une vis de butée traversant le fond et le double fond du manipulateur. Une vis de réglage V_1 (fig. 13) traverse librement la branche supérieure du levier ressort en U, un prolongement latéral de l'axe porte-cliquets et se visse dans la branche inférieure du levier en U ; cette dernière branche est d'ailleurs rendue solidaire, par une vis, du prolongement latéral de l'axe porte-cliquets.

Sous l'extrémité de la branche supérieure du levier ressort en U vient se placer un index solidaire de l'armature d'un électro-aimant droit E fixé verticalement sur le fond de la boîte.

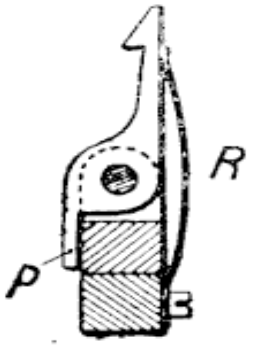


Fig. 14.

L'armature *a*, ayant son point de pivotage sur la culasse de l'électro-aimant, est recourbée à sa partie supérieure de façon à utiliser le plus grand nombre des lignes de force s'échappant du noyau lors du passage du courant. Le bruit qu'elle fait, en venant buter contre le téton d'un piston d'acier trempé placé en regard, sert à indiquer la cadence. Le piston peut jouer dans un manchon de laiton *m* taraudant dans une mâchoire fixée sur la paroi latérale postérieure de la boîte contenant l'appareil. Au moyen d'un ressort à boudin R*b* commandé par une tige filetée munie d'un bouton B, on peut rendre plus ou moins dur le jeu du piston et régler, dans une certaine mesure, le bruit de la cadence.

Commutateur. — Par suite de la transformation du système d'accrochage, le commutateur à manette, monté

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la touche noire, a été déplacé et modifié de la façon suivante :

Sur le fond de la boîte, au-dessous des trois premières

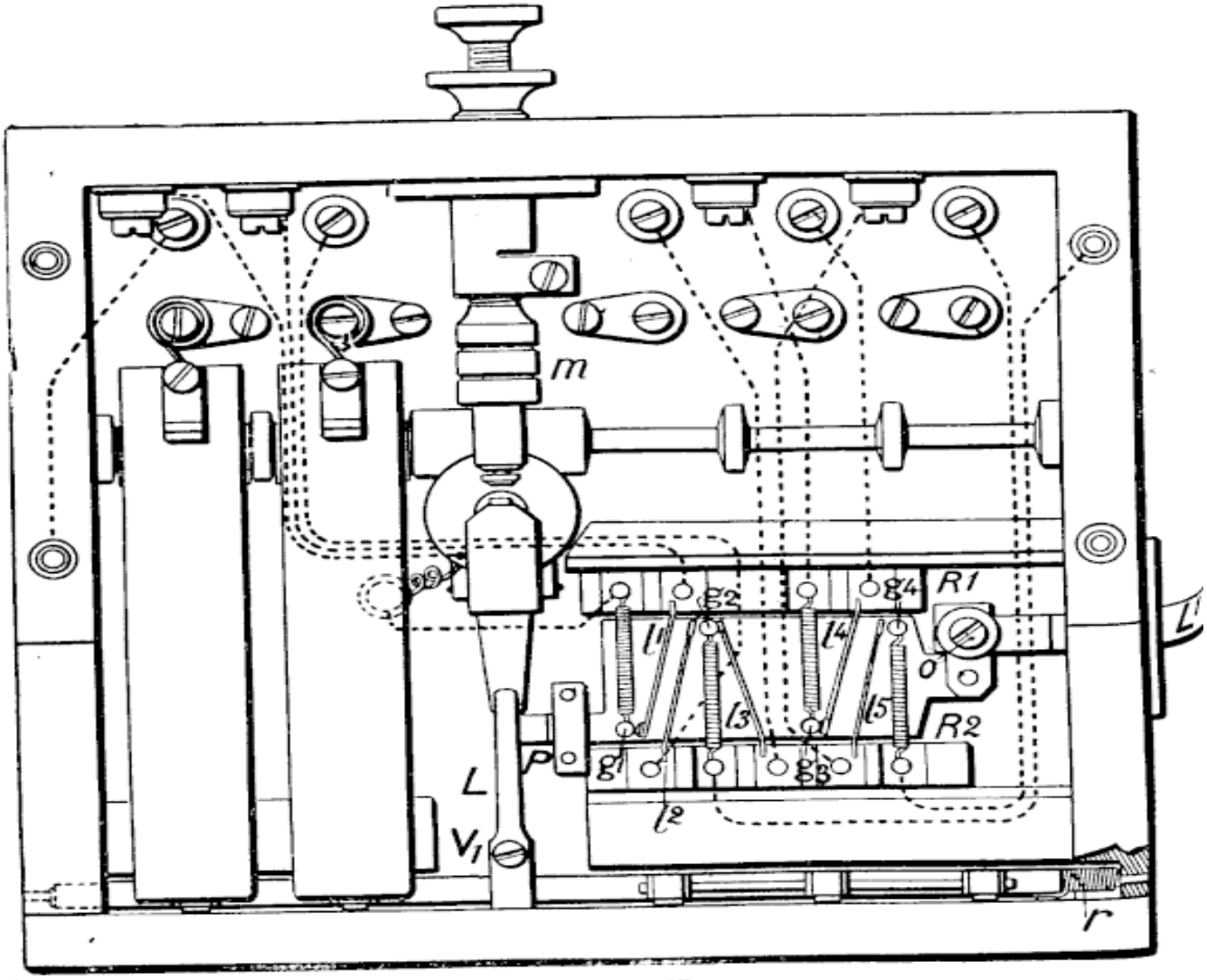


Fig. 15.

touches du clavier, sont disposées deux réglettes R_1 et R_2 (fig. 15) ; 4 plots métalliques sont encastrés dans la première et cinq dans la seconde. Les uns portent des ressorts-lames dont l'extrémité est garnie d'un contact

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en argent, d'autres servent de point d'attache à des ressorts à boudin.

Entre les deux réglettes se meut, au moyen d'un levier articulé L_1 faisant saillie hors du manipulateur, et dont le point de pivotage est en O, un chariot en fibrine sur lequel sont implantées, en quinconce, 4 goupilles en argent. Chacune de ces goupilles est reliée électriquement, au moyen d'un ressort à boudin, à la goupille du plot placé en regard.

Si l'on manœuvre le chariot de gauche à droite, les goupilles g_1, g_2, g_3 viendront au contact des ressorts l_1, l_3, l_4, établissant ainsi une communication électrique entre les plots correspondants ; c'est la position de transmission. Un déplacement du chariot de droite à gauche aura pour résultat d'amener les goupilles g_2 et g_4 en contact avec les ressorts l_2 et l_5, tandis que la liaison entre g_1 et l_1, g_2 et l_3, g_3 et l_4 sera rompue ; c'est la position de réception. Nous verrons ultérieurement l'utilité du commutateur du manipulateur. Les lignes pointillées de la figure 14 donnent les communications intérieures des différents plots avec les bornes du fond.

Le commutateur est protégé par une lamelle d'ébonite formant couvercle et s'engageant dans une rainure creusée dans la paroi de droite du manipulateur.

Le chariot, dans la partie opposée au levier de manœuvre, porte un prolongement P qui, dans la position de réception, vient s'engager sous le levier-ressort en U, et en provoque le soulèvement ; l'accrochage des touches ne peut plus s'opérer dans ces conditions.

Nous examinerons plus loin l'inconvénient qu'il y aurait à ce qu'une touche quelconque restât abaissée pendant la réception.

Fonctionnement. — Quand on abaisse une touche, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

saillie en biseau de son appendice s'appuie sur la tête du cliquet et le fait pivoter d'arrière en avant, malgré la résistance du ressort-lame ; mais l'action de ce dernier ramène d'avant en arrière le cliquet, dès que le biseau de la touche a dépassé le bec ; la touche est ainsi accrochée. Remarquons que dans cette action les cliquets sont indépendants les uns des autres. Il n'en est plus de même pour le décrochage des touches.

En effet, lorsque le courant de cadence traverse l'électro-aimant E (fig. 13), l'armature est attirée et vient frapper contre son butoir. Dans ce mouvement son appendice soulève, de bas en haut, le levier ressort en U, ce dernier imprime à l'axe commun des cliquets, dont il est solidaire, un mouvement de rotation qui rejette, d'arrière en avant, l'ensemble des cliquets et de leurs supports. Les touches, ainsi libérées, reprennent la position de repos sous l'action de leur ressort antagoniste.

MANIPULATION

On appelle manipulation la manœuvre qui a pour but la transmission des signaux télégraphiques au moyen du manipulateur.

L'apprentissage de la manipulation Baudot est facile et ne demande, suivant les aptitudes, qu'un délai de 2 à 3 mois, à raison d'une ou deux heures d'exercice par jour. Les principes à observer sont peu nombreux et, lorsqu'ils sont donnés, l'élève peut s'exercer seul sans le secours d'un moniteur.

Cet apprentissage comprend trois parties dont l'étude peut à volonté se poursuivre séparément ou simultanément :

1° Des exercices d'assouplissement ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Des exercices de frappe en cadence ;

3° L'étude et la reproduction manuelle des combinaisons du code Baudot.

L'adoption d'une position aussi commode que possible est la première condition d'un travail sans fatigue excessive et sans énervement notable, même quand l'effort est soutenu pendant plusieurs heures consécutives. On devra donc s'attacher à rechercher la position qui répond le mieux à cette condition et qui peut être différente selon les individus.

En général, l'élève ayant le clavier devant lui s'asseoit à hauteur convenable pour que les avant-bras et les poignets reposent naturellement sur la table de manipulation les mains étant relevées de façon que les doigts se trouvent à 1 ou 2 centimètres au-dessus des touches qu'ils doivent actionner, c'est-à-dire pour la main droite, l'index au-dessus de la touche 1, le médius au-dessus de la touche 2, l'annulaire au-dessus de la touche 3 ; pour la main gauche, l'index domine la touche 4 et le médius la touche 5 : ce doigté est invariable quelle que soit la combinaison à exécuter. Les phalangettes sont légèrement repliées afin que l'extrémité du doigt rencontre perpendiculairement la touche et le plus près possible de l'extrémité libre de cette dernière.

Pour produire l'abaissement des touches, la main tout entière tournant autour de l'articulation du poignet et de l'avant-bras, est abattue sur le clavier, les doigts devant agir sur les touches étant projetés en avant et les autres légèrement relevés afin de ne pas venir effleurer intempestivement les touches qui ne doivent pas être actionnées.

On aura soin d'habituer les élèves dès le début à marquer un temps d'appui sur les touches pour éviter l'inconvénient déjà signalé d'un relèvement trop hâtif des doigts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'abord les touches sont abaissées une à une, à tour de rôle, puis deux à deux, enfin toutes à la fois.

Un excellent exercice d'assouplissement consiste à faire alternativement les combinaisons représentant les lettres T et G. Il sera bon d'y consacer 10 à 15 minutes au commencement des premières leçons. La gymnastique manuelle n'exige généralement que quelques heures ; ce temps peut être même très abrégé lorsque l'élève possède quelque aptitude à la manipulation.

Les exercices d'assouplissement sont exécutés avec ou sans cadence ; mais il est préférable d'habituer l'opérateur, dès le début, au rythme de la transmission. Dans ce cas, on devra s'efforcer d'abaisser les mains au moment précis du battement de la cadence et de ne les relever que tout juste pour pouvoir les abaisser de nouveau au tour suivant.

Quand on dispose d'une installation Baudot possédant un nombre suffisant de secteurs pour exercer tous les élèves, chaque manipulateur donne la cadence ; mais lorsque les opérateurs sont trop nombreux, on peut donner la cadence en commun au moyen d'un parleur actionné à chaque tour par le distributeur, les élèves se servant dans ce cas de claviers sans communications électriques ou de claviers figurés. Pendant la plus grande partie de l'apprentissage, en effet, il n'est point nécessaire de disposer d'un manipulateur Baudot ; il suffit d'une simple planchette ou d'un livre de 2 à 3 centimètres d'épaisseur sur lesquels on trace les cinq touches dans leur ordre réel, avec leurs dimensions approximatives et en ayant soin de ménager la place de la touche noire.

Etant donné qu'on peut obtenir une cadence au moyen d'un métronome réglé à 180 battements à la minute, on conçoit qu'il est fort possible de s'exercer chez soi, sans le secours d'aucun appareil télégraphique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les élèves ayant réussi à frapper les touches en cadence l'étude des combinaisons pourra commencer.

Cette partie de l'apprentissage est de beaucoup la plus longue, car il ne s'agit pas seulement d'apprendre mentalement les significations des 31 combinaisons du code Baudot, ceci ne demande guère plus de deux heures ; mais il faut parvenir à un automatisme tel que les doigts se présentent instantanément d'eux-mêmes, pour ainsi dire, dans la position correspondant à la combinaison traduisant une lettre ou un chiffre aperçu par les yeux, sans que l'esprit ait à intervenir. Un manipulant très exercé peut très bien transmettre un texte sans le lire.

Pour atteindre ce résultat il faut que l'alphabet soit « dans les doigts », comme disent les praticiens. On arrive alors à un tel degré d'automatisme qu'il n'est pas rare de voir des opérateurs d'une habilité consommée se trouvant dans l'impossibilité de dire *a priori* quelles touches il faut manœuvrer pour transmettre tel ou tel caractère, recourir au souvenir inconscient de leurs doigts et faire le geste de la manipulation : les doigts se présentent immédiatement dans la posture voulue pour exécuter la combinaison cherchée. Dès qu'ils possèderont le code, les élèves s'efforceront d'abord de transmettre, sans passer de tour, des mots très courts, 3 ou 4 lettres au maximum, et les répèteront jusqu'à ce qu'ils puissent les transmettre sans erreur ; des mots de plus en plus longs seront alors étudiés, puis de petites phrases.

Enfin, on abordera la transmission de télégrammes courts en langage clair, puis en langage chiffré ou convenu avec signes de ponctuation, en observant les règles de transmission et en ayant soin de faire le signal erreur ( ) et de reprendre entièrement tout mot ou groupe tronqué.

Le contrôle de la transmission ne doit être donné à l'élève que lorsqu'il est en état de transmettre un télé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gramme de huit à dix mots sans hésitation. Jusque-là le contrôle est plus nuisible qu'utile parce qu'il détourne de la cadence et des mouvements des doigts l'attention du manipulant qui est surtout préoccupé d'examiner la bande pour s'assurer qu'il a transmis correctement : certains mêmes ont tendance à s'arrêter après chaque lettre pour vérifier la bande : c'est là une mauvaise habitude qu'il importe de combattre en supprimant le contrôle pendant quelques séances.

En somme l'emploi du contrôle n'est fructueux qu'autant que l'habilité de l'opérateur est assez grande pour que son attention puisse, sans inconvénient pour la sûreté de la manipulation, être en partie absorbée par la surveillance de la bande de contrôle.

Néanmoins, il est bon, pour encourager le travail de l'apprenti manipulant, de lui donner le contrôle pendant une dizaine de minutes par séance, quand il est parvenu à exécuter la transmission de quelques mots courts et préalablement étudiés.

L'élève pourra être considéré comme capable de débuter sur un poste de peu d'importance, lorsqu'il sera en état de fournir un rendement de 30 à 35 télégrammes de 10 à 15 mots.

Ce n'est guère qu'au bout de trois mois de service sur des postes de plus en plus chargés, qu'un manipulant peut arriver à une habilité convenable ; le rendement horaire atteint alors de 50 à 60 télégrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III

RELAIS

Considérations générales. — Les courants arrivant au poste récepteur sont, comme nous l'avons dit, affaiblis par suite des défauts d'isolement de la ligne et de la perte de charge qui s'y produit en raison de la résistance éprouvée.

Ces courants seraient donc incapables d'accomplir le travail mécanique nécessaire à la traduction des signaux. Il a fallu les relayer à leur arrivée pour y substituer des courants locaux plus intenses. Cette fonction est remplie par le relais Baudot, qui est, en somme, le véritable récepteur.

Pour que le moment d'apparition du signal soit aussi peu dénaturé que possible par l'action perturbatrice des courants de tous genres qui circulent constamment sur les conducteurs télégraphiques, on a été amené à employer un récepteur très sensible.

Mais, comme ces courants parasites pourraient actionner intempestivement le récepteur, et lui faire enregistrer des signaux étrangers, son électro-aimant a été muni d'une armature polarisée qui ne se déplace de sa position de repos que sous l'action d'un courant de sens déterminé (le négatif actuellement) : ce courant est appelé, en conséquence, courant de travail.

Dès que le courant de travail n'est plus envoyé, on lui substitue immédiatement un courant de sens inverse qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ramène l'armature à sa position de repos et l'y maintient jusqu'à ce qu'un nouveau courant de travail soit expédié.

Les déplacements de l'armature doivent se faire avec une grande rapidité puisque le relais a pour fonction d'enregistrer toutes les émissions de travail ou de repos.

Nous savons qu'au sextuple, leur nombre peut être de 105 par seconde.

Ces deux conditions principales, sensibilité et rapidité, sont difficilement conciliables.

En effet, on peut rendre la sensibilité du récepteur plus grande en augmentant, dans une certaine mesure, le nombre des spires de l'électro-aimant : la force magnétomotrice (pr. n° 15) sera accrue de ce fait.

Mais chaque spire, agissant par induction sur les spires voisines, y développe une force électromotrice de self-induction qui s'oppose, d'abord, à l'établissement du courant reçu de la ligne, et qui le prolonge, ensuite, lorsqu'il cesse.

Le courant de self, développé lors de l'établissement du courant, est toujours plus faible que celui qui prend naissance lorsque l'émission finit. Par suite, les émissions de la ligne seront plutôt allongées par l'effet de la self, et si elles se succèdent rapidement, elles tendront à se confondre : l'armature n'obéira plus assez vite et restera collée sur un de ses butoirs. On voit que la self-induction du récepteur a l'inconvénient de réduire la vitesse de transmission.

Il est possible de rendre plus forte la masse soumise à l'action électromagnétique du courant parcourant les bobines. On diminue ainsi la réluctance (pr. n° 28) du circuit magnétique, et l'intensité du flux qui y circule en est augmentée d'autant. Le récepteur fonctionnera alors pour une intensité de courant plus faible ; mais il ne faut pas perdre de vue que l'action électromagnétique due à la self-induction est aussi plus grande et empêche l'armature

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de passer rapidement d'une position à une autre, comme dans le cas précédent.

D'autre part, les attractions et les répulsions magnétiques étant inversement proportionnelles aux carrés des distances (pr. n° 20), on peut rapprocher l'armature des noyaux pour obtenir une sensibilité plus grande.

Il y a là encore un inconvénient du même genre que ceux des cas précédents.

En effet, en déplaçant cette armature *polarisée* en face des noyaux de l'électro-aimant, on y détermine des variations de flux magnétique qui développent dans les spires une force électromotrice d'induction prolongeant ou abrégeant l'action des courants de ligne, augmentant en un mot la self-induction de l'appareil.

Baudot est parvenu à éviter, dans une large mesure, ces inconvénients, et à construire un relais tout à la fois sensible et rapide. Pour cela, il s'est attaché à diminuer les effets fâcheux de la self-induction du relais et il a adopté un dispositif de suspension de l'axe de l'armature qui donne le maximum de mobilité mécanique.

Le nombre des spires est d'environ 3.000 et la résistance de chaque bobine n'est que de 100 ohms ; la masse soumise à l'action magnétique est assez forte, mais la culasse est coupée par un large entre-fer qui augmente la réluctance du circuit magnétique, et facilite la dispersion rapide des lignes de force dans l'air. L'armature est légère, et ses mouvements sont très petits, de façon à ne provoquer que de faibles variations de flux magnétique dans les noyaux.

Description du relais. — Il existe deux types de relais Baudot ; le relais ordinaire et le relais différentiel ; ils ne diffèrent que par les enroulements des bobines : ce que nous allons dire s'applique aux deux types.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le relais est essentiellement composé de deux électro-aimants droits *a* (fig. 16) dont les noyaux sont munis d'une culasse F en forme d'équerre. Les deux électro-aimants, indépendants au point de vue magnétique, le sont aussi au point de vue mécanique. Ils portent, à cet

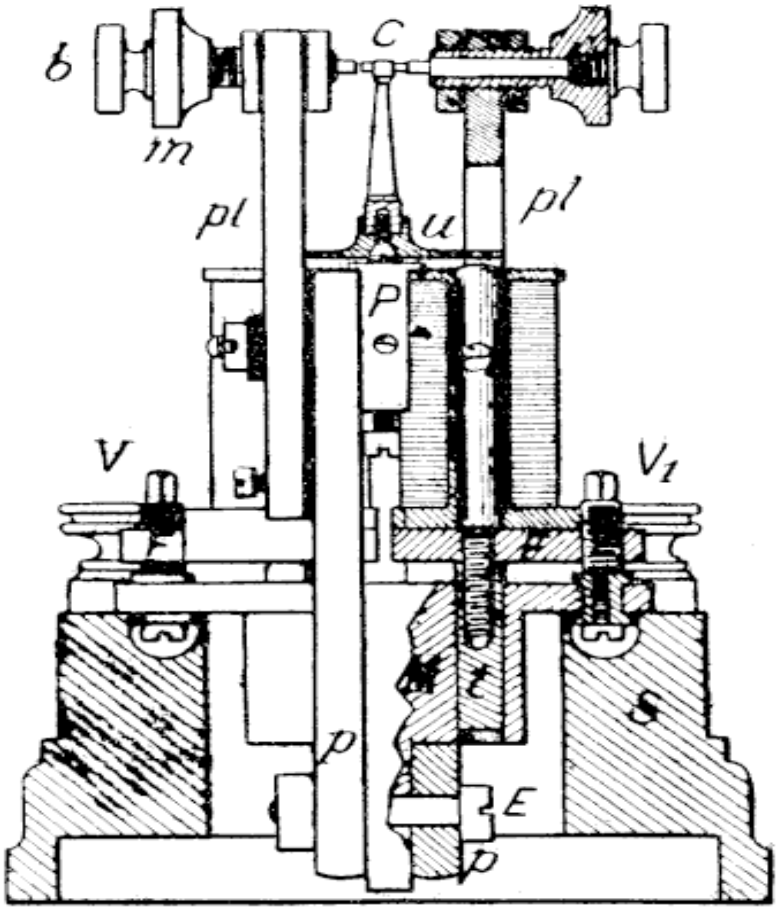


Fig. 16.

effet, à leur partie inférieure, et dans le prolongement de l'axe des noyaux, une tige en laiton *t* s'enfonçant à frottement doux dans un évidement pratiqué dans le massif M. Les bobines peuvent se mouvoir dans le sens vertical par la manœuvre de vis à tête carrée, V et V_1, traversant l'équerre des culasses. Le pied de chaque vis joue libre-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment dans la platine surmontant le socle S, mais la vis ne peut ni monter ni descendre, parce qu'elle porte deux renforcements placés de chaque côté de la platine. Si l'on tourne la vis, comme pour la faire pénétrer dans le socle,

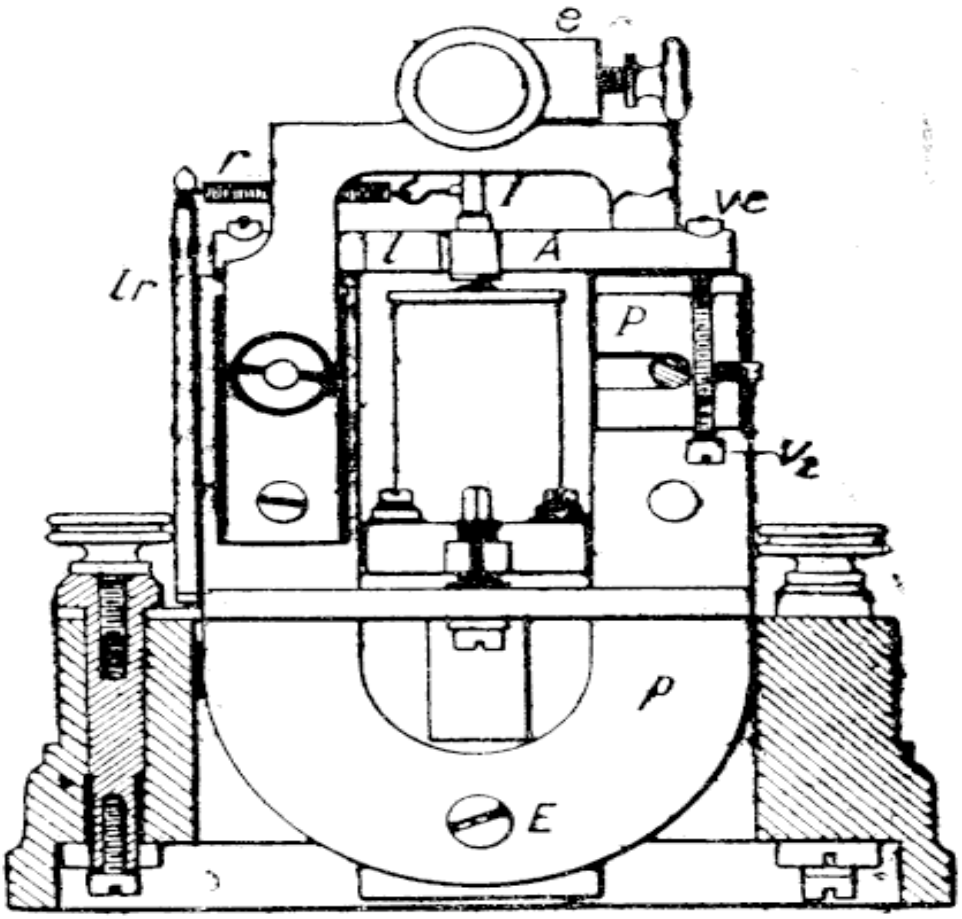


Fig. 17.

elle ne pourra descendre, parce qu'elle en est empêchée par le renforcement supérieur, mais l'équerre de la culasse, et, par suite la bobine qui en est solidaire s'élèveront.

On pourra donc, par ce moyen, régler la distance entre les noyaux et l'armature placée en regard. A la partie inférieure du massif M, sont fixés par un boulon E deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aimants permanents en forme de fer à cheval pp' (fig. 16 et 17).

Entre les branches des aimants permanents portant les pôles de même nom, est placée une pièce polaire P (fig. 16) de fer doux, en forme de T. Il y a deux pièces polaires ; chacune de ces pièces est traversée par une vis V_2 terminée par une pointe très aiguë en acier trempé. C'est sur ces deux points que vient s'appuyer un axe A portant l'armature u (fig. 17 et 18) ; cet axe est pourvu, à cet effet, à chaque extrémité, d'une vis-écrou ve, ve_1, le traversant verticalement. La tête des vis en acier trempé est creusée, l'une, ve, en forme d'angle dièdre, l'autre, ve_1, en forme de cône ; la première est désignée sous le nom de chape-ligne ; la seconde, sous celui de chape-point. C'est par l'intermédiaire de ces pièces que l'axe est supporté par les pointes pivots. Ce mode de suspension de l'axe sur les deux chapes donne une très grande mobilité et assure la stabilité du système ; d'autre part, l'emploi d'une chape-ligne et d'une chape-point a l'avantage de ne pas exiger que les pointes pivots soient à une distance rigoureusement égale à celle qui sépare le milieu de l'entaille de chaque chape, ce qui serait indispensable si ces deux évidements étaient côniques.

Dans le cas de deux chapes-ligne, on aurait eu l'inconvénient d'un ballottement dans le sens de l'axe, ce qui aurait modifié la position de l'armature par rapport aux noyaux.

L'armature est fixée au milieu de l'axe, et, pour qu'elle ne soit en relation qu'avec un seul pôle des aimants permanents, l'axe est coupé, du côté du pôle nord de ces derniers, par une partie en laiton l (fig. 17 et 18). La présence de ce métal mauvais conducteur du flux magnétique, empêche l'aimantation du pôle nord de se propager jusqu'à l'armature, laquelle étant, d'autre part, en relation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec le pôle sud, devient, en quelque sorte, l'épanouissement de ce dernier. Vers le milieu de l'axe, au-dessus de l'armature, se visse un index I, en laiton, terminé à la partie supérieure par un double contact en argent *c* (fig. 16).

Cet index peut osciller, en suivant les mouvements de l'armature, entre deux boutons de contact *b* également revêtus d'argent. Les boutons de contact sont filetés et s'engagent dans des manchons *m*, dits manchons de réglage, se vissant dans deux platines *pl*. En manœuvrant les manchons de réglage, on peut, à volonté, rapprocher ou éloigner l'un de l'autre les boutons de contact, et régler ainsi, dans une certaine mesure, le jeu de l'index.

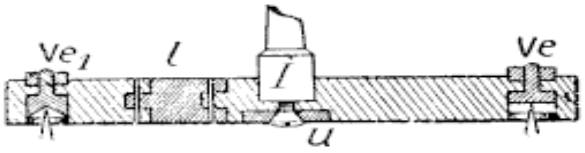


Fig 18.

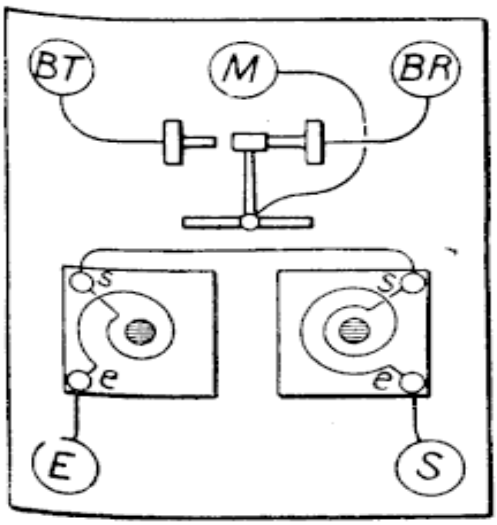


Fig. 19.

Cette disposition permet également d'enlever les boutons de contact pour le nettoyage, par exemple, sans dérégler le relais, puisque la position des boutons de contact est fixée par les manchons de réglage. Il suffit de visser à fond les boutons de contact : la position des manchons est d'ailleurs assurée par des étriers *e* (fig. 17) munis d'une vis de serrage.

Les platines *pl* (fig. 16) isolées électriquement au moyen de plaques d'ébonite, sont fixées au massif par des boulons traversant, par des trous élargis, les branches des aimants permanents et les plaques polaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La chute de l'index, sur l'un ou l'autre de ses butoirs, peut être favorisée légèrement par l'action d'un ressort à boudin *r* (fig. 17) s'accrochant, d'une part, à un crochet vissé vers la partie médiane de l'index et, de l'autre, à un levier *lr*, dit levier de réglage, pouvant pivoter à la partie antérieure du relais.

L'ensemble de l'appareil est supporté par un socle en noyer évidé à la partie inférieure. Cinq bornes sont implantées dans le socle ; trois à la face antérieure, et deux à la face opposée.

Les communications sont indiquées par la figure 19.

Fonctionnement. — Dans un chapitre spécial (p. 226), nous étudierons la manière d'opérer le réglage du relais, de façon à lui donner tout à la fois la rapidité et la mobilité nécessaires, et, aussi, pour que l'index tombe avec la même facilité sur l'un ou l'autre de ses butoirs.

Ce réglage étant supposé effectué, nous pouvons examiner comment fonctionne l'appareil. Nous nous servirons à cet effet de la figure schématique 20. Pour plus de clarté, l'aimant permanent n'a pas été représenté. Nous savons que l'armature est, en quelque sorte, l'épanouissement du pôle sud de l'aimant permanent ; il en résulte qu'elle présente à ses deux extrémités un pôle *s* qui exerce son action inductrice sur les noyaux de fer doux de l'électro-aimant et y détermine un pôle nord *n* et *n'* dans la partie la plus rapprochée, tandis qu'un sud, *s* et *s'*, se développe dans l'autre.

Un courant positif arrivant de la ligne aura le sens indiqué par la flèche marquée d'une croix. En appliquant la règle de la poupée d'Ampère (pr. n° 26), on voit qu'un pôle sud S se développe au sommet, et un nord N à la base du premier noyau, annihilant les pôles beaucoup plus faibles déjà produits par l'action de l'armature, et se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

substituant à eux, tandis que le second noyau aura un nord N′ au sommet, et un sud S′ à l'extrémité inférieure, qui renforceront les pôles n' et s'. Le pôle nord N′ du second noyau attire à lui l'extrémité de la palette placée en regard, puisqu'elle est le siège d'un pôle sud, et le pôle sud S du premier repousse, au contraire, l'autre extrémité, parce qu'elle porte un pôle de même nom. Sous cette double action, l'armature pivote sur son axe A, et son index vient s'appuyer sur le butoir BR.

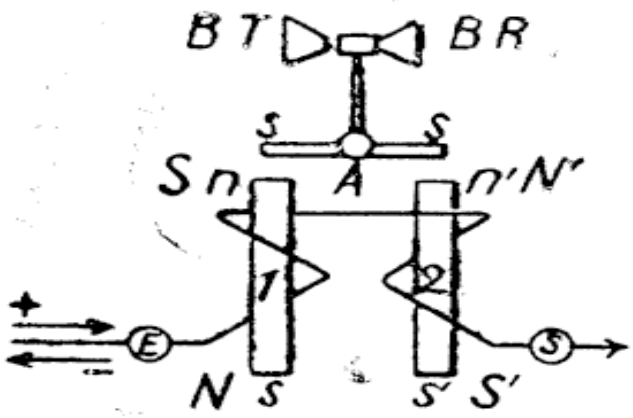


Fig. 20.

Un courant négatif venant de la ligne aura le sens indiqué par la flèche marquée du signe moins. Il est facile de vérifier, en appliquant la règle d'Ampère, que les pôles des noyaux seront inversés ; leur action se traduit donc par une répulsion du côté du noyau 2 et une attraction sur le 1 ; l'armature basculant ainsi autour de son axe, l'index vient au contact du butoir BT.

Relais différentiel. — Il ne se distingue du type ordinaire que par les enroulements des bobines.

Chacune de ces dernières porte deux circuits, de 150 ohms chacun, enroulés dans le même sens, et dont les extrémités sont fixées, sous des vis, à la base des bobines.

Les liaisons entre les 4 circuits sont telles qu'un courant arrivant par la borne E circule successivement dans tous les enroulements et agit toujours dans le même sens sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un même noyau. Les 4 circuits se présentent ainsi en série et leur résistance totale égale 600 ω.

Il n'en est plus de même si le courant est envoyé à une borne supplémentaire B placée sur le socle, entre celles d'entrée et de sortie, et à laquelle aboutissent le fil de sortie S2 de la bobine de gauche (figure 21), et le fil de sortie S1 du circuit 1 de la bobine de droite. Le courant, en présence des deux circuits d'égale résistance (nous admettrons que les bornes E et S soient à la terre, par exemple), se bifurque en deux portions d'égales intensités qui circuleront autour du même noyau en sens inverse l'une de l'autre : leurs actions étant égales et contraires s'annulent, et l'armature du relais n'est pas déplacée.

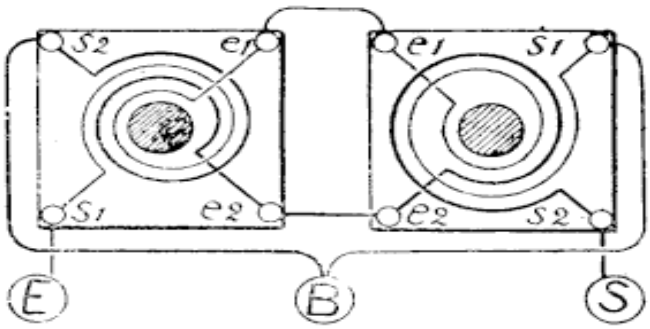


Fig. 21.

En appliquant la formule des courants dérivés (pr. nº 4), on voit que la résistance totale se trouve réduite au quart :

$$\frac{300 \times 300}{300 + 300} = 150\ \omega.$$

Ce type de relais est utilisé particulièrement dans les installations de postes échelonnés, ancien modèle, pour obtenir le contrôle de la transmission et la réception de la coupure, et dans les installations duplex.

Modification de la commande des bobines du relais. — Nous avons vu que les bobines du relais sont amovibles dans le sens vertical et actionnées à l'aide de vis à carré traversant le retour d'équerre des culasses de chaque bobine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Afin de rendre cette manœuvre plus facile, une autre disposition a été adoptée (fig. 22).

Les tiges N et N′ prolongeant les noyaux font saillie à travers la partie horizontale du massif M, entaillé en conséquence, et portent à leur partie inférieure une plate-forme pp' sur laquelle prend appui un ressort à boudin en acier agissant, d'autre part, sur le massif et tendant à abaisser les bobines.

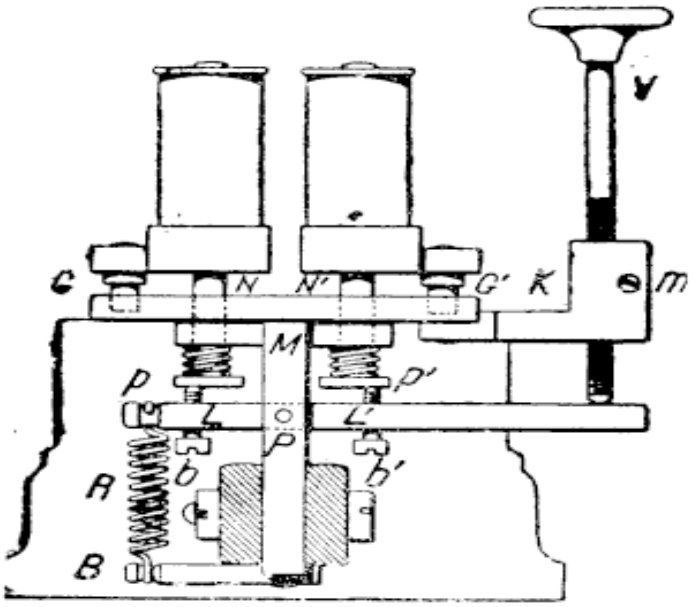


Fig. 22.

Le mouvement de descente est limité par deux vis b et b' traversant un levier L, L′ ayant son point de pivotage P dans la partie verticale du massif. La branche L du levier est sollicitée énergiquement de haut en bas par un fort ressort à boudin en acier R ayant son point fixe sur l'extrémité d'une barette B de même métal encastrée et vissée à la partie inférieure du massif, au-dessous des aimants permanents. L'extrémité de la branche L′ est en contact avec une vis micrométrique à longue tige et à tête moletée V, supportée par une potence K solidaire de la platine du relais. La vis est serrée dans une mâchoire dont la pression est réglée à l'aide d'une vis m.

Les vis à carré du modèle ordinaire ont été remplacées par des tiges lisses G, G′ qui servent à guider le déplacement vertical des bobines.

Si on agit sur la vis V de façon à la faire descendre, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

levier L, L′ subit un mouvement de bascule qui a pour conséquence l'abaissement de la bobine de droite et l élévation celle de gauche ; il en résulte une attraction de l'armature plus énergique du côté gauche que du côté droit, sans qu'il soit nécessaire de modifier la position des butoirs de l'index ; on obtiendrait un résultat inverse évidemment en dévissant la vis V.

Les relais pourvus de ce système de commande sont surtout employés dans les installations destinées aux transmissions unipolaires ou duplex.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IV

ORGANES DE MOUVEMENT

Socle. Moteur à poids. — Le mouvement de rotation des balais du distributeur, de même que celui des organes chargés de la traduction des signaux, est généralement fourni par un système de pignons et de roues d'engrenage mûs par l'action d'un poids agissant sur une chaîne sans fin. Cinq axes horizontaux et parallèles, comportant chacun un pignon et une roue dentée, pivotent entre deux platines ajourées, en fonte, réunies par de fortes entretoises en acier. Le premier axe, placé à la partie supérieure possède un maître-mobile en acier M (fig. 23) sur lequel engrène une chaîne de Galle, sous l'action d'un galet d'appui g^1. La chaîne passe ensuite sur un deuxième galet g^2, sous la poulie d'un contrepoids p, destiné à tendre la chaîne, puis sur une roue R^2 et revient se fermer sous la poulie du poids moteur P, au moyen d'une vis. Pendant la chute du poids, la chaîne maintenue en R^2, tire sur le mobile M et l'entraîne dans le sens indiqué par la flèche ; ce mouvement est transmis aux autres mobiles par une roue dentée en bronze R^3 solidaire de la roue de chaîne.

Remontoir. — Afin de pouvoir remonter le poids moteur sans interrompre son action sur la chaîne, on a installé en R^2 un dispositif de roues dentées et de roues à rochet appelé remontoir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur le même axe, sont placés, à frottement doux, deux manchons en acier ; le premier porte une roue dentée R^1 (fig. 24), le second une roue dentée R^2, et deux roues à rochet r^1 et r^2.

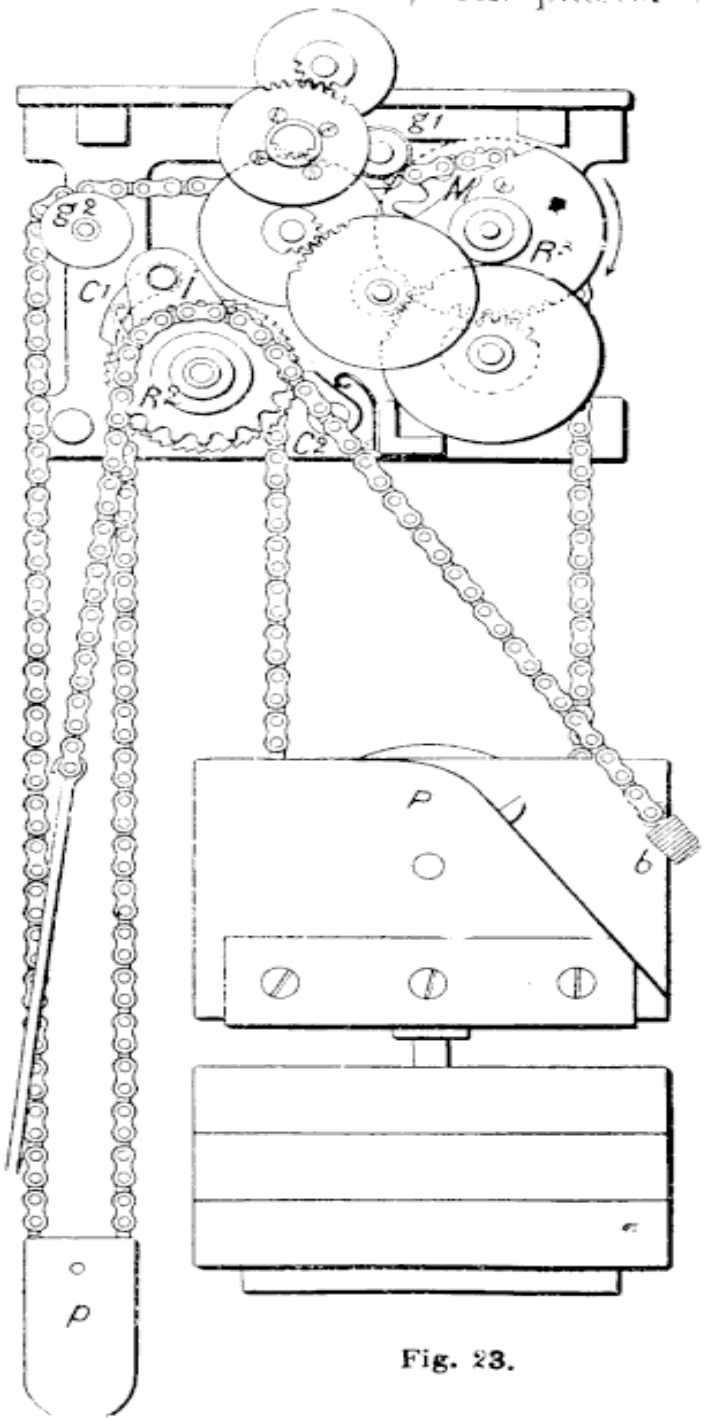


Fig. 23.

Sur la roue R^1, passe un bout de chaîne tendu par un fort ressort à boudin b fixé au bâti de la table ; à l'autre extrémité de la chaîne est accrochée une tige de fer pouvant être manœuvrée, dans le sens vertical, par une pédale ayant son point d'appui sur une entretoise placée entre les pieds de la table.

L'index I, dépendant du même manchon que la roue R^1, est pourvu, à son extrémité, d'un fort cliquet d'entraînement c^1. Un ressort-lame force ce dernier à s'engager dans les dents de la roue à rochet r^1, du deuxième manchon. La chaîne sans fin, portant le poids moteur, engrène avec les dents de la roue R^2 qui se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trouve placée entre le contrepoids et le poids. Enfin la roue à rochet r^2 ne peut tourner que dans un sens, le cliquet c^2, appelé *cliquet de retenue*, empêchant tout déplacement en sens contraire.

Le fonctionnement est des plus simples. Pendant la

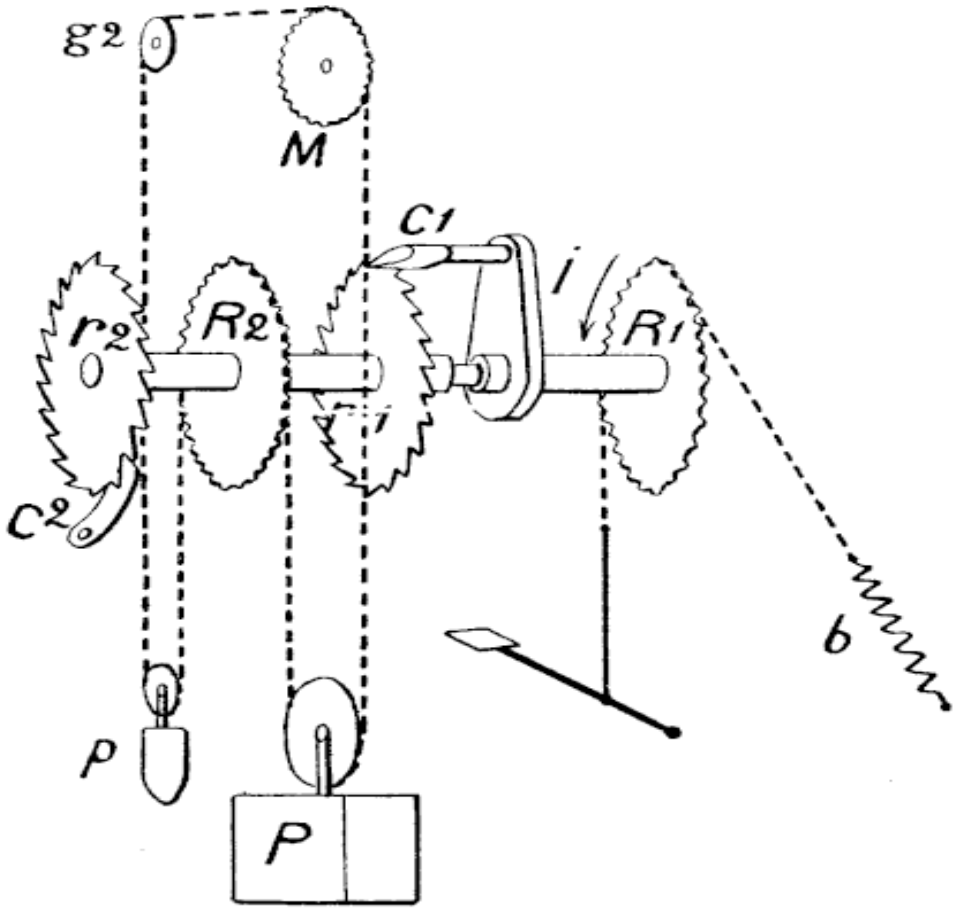


Fig. 24.

descente du poids moteur, la roue R^2 ne peut se déplacer et obéir à la traction du poids, par suite de l'action du cliquet de retenue qui cale la roue r^2. Pour remonter le poids moteur, il suffit d'appuyer sur la pédale de façon à vaincre l'opposition du ressort à boudin ; le bout de chaîne qui engrène avec les dents de la roue R^1, étant sollicité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de haut en bas, forcera la roue à tourner dans le sens indiqué par la flèche. Mais la roue est solidaire de l'index I ; celui-ci, au moyen de son cliquet, entraîne la roue r^4, et par suite, les deux autres roues R^2 et r^2 solidaires également du même manchon. La roue R^2, portant la chaîne sans fin, tourne dans le même sens que R^1, et une partie de la chaîne placée du côté du poids moteur passe du côté du contre-poids, ce qui a pour résultat de faire remonter le poids moteur et descendre le contrepoids.

Lorsqu'on lâche la pédale, elle revient, à sa position de repos sous la traction du ressort à boudin b ; la roue R^1 et l'index I se déplacent en sens inverse de la flèche pour revenir à leur position primitive. Mais ce mouvement rétrograde ne pourra être communiqué au deuxième manchon. En effet, par suite de sa direction, le cliquet c^1 glisse sur le dos des dents de la roue à rochet sans pouvoir s'arcbouter entre elles pour les entraîner ; d'autre part, le cliquet c^2 s'oppose à un retour en arrière du manchon ; la montée du poids obtenue par la manœuvre de la chaîne reste donc acquise.

On voit, par l'examen de la figure 24, que le poids moteur pendant cette opération, n'a pas cessé d'agir sur le maître-mobile M et que, par conséquent, le mouvement de rotation n'a pas été troublé.

On remarquera que, en raison du jeu des cliquets, les deux parties du remontoir ne sont solidaires que pour les déplacements d'avant en arrière de la figure.

L'ensemble de l'engrenage et du remontoir prend le nom de socle-moteur à poids. Il est surmonté d'une platine en laiton portant un axe recevant le mouvement du cinquième mobile du socle.

La roue dentée de ce dernier mobile n'est pas calée à demeure sur l'axe ; elle n'y est fixée que par 4 vis (fig. 23) pénétrant dans une plate-forme solidaire de l'axe. Par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suite de cette disposition, le même socle-moteur peut servir aussi bien pour le traducteur que pour le distributeur ; il suffit de changer la platine supérieure et la roue dentée du cinquième mobile dont le nombre de dents diffère, selon qu'il s'agit de l'un ou de l'autre de ces appareils.

A titre de renseignements nous donnons le nombre de dents des pignons et des roues du socle-moteur du distributeur :

1er mobile : pignon ", roue 55 ;
2e mobile : pignon 22, roue 90 ;
3e mobile : pignon 20, roue 110 ;
4e mobile : pignon 19, roue 110 ;
5e mobile : pignon 18, roue 105 ;
6e mobile : pignon 21, roue 12 ;

Pour le traducteur, la roue du 5e mobile possède 100 dents et engrène avec la roue du 6e axe qui en possède 35. Le pignon de ce dernier mobile est muni de 12 dents.

Le 6e axe tourne à la plus grande vitesse dont le système est susceptible, il est pourvu en conséquence d'un organe de régulation qui diffère suivant qu'il s'agit du distributeur ou du traducteur : nous en étudierons plus loin les deux types.

Remontoirs automatiques. — Dans le but de rendre moins pénible le service, et pour éviter la manœuvre fréquemment renouvelée de la pédale, l'Administration a eu recours à l'emploi de remontoirs automatiques mûs par moteur électrique, hydraulique, suivant les cas. Nous ne décrirons que le type employé au Poste central télégraphique de Paris.

Si l'on considère que le fonctionnement du remontoir ne consiste qu'à faire passer la chaîne du côté du poids moteur au côté du contrepoids, on verra que le même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultat peut être atteint en tirant la chaîne, de haut en bas, du côté du contrepoids. Cette fonction s'accomplit au moyen d'un pignon *p*, dépendant d'un axe terminé à l'autre extrémité par une roue R (fig. 25) à dents obliques. Cette roue reçoit le mouvement d'un autre axe horizontal placé perpendiculairement au premier, et muni d'une vis sans fin V.

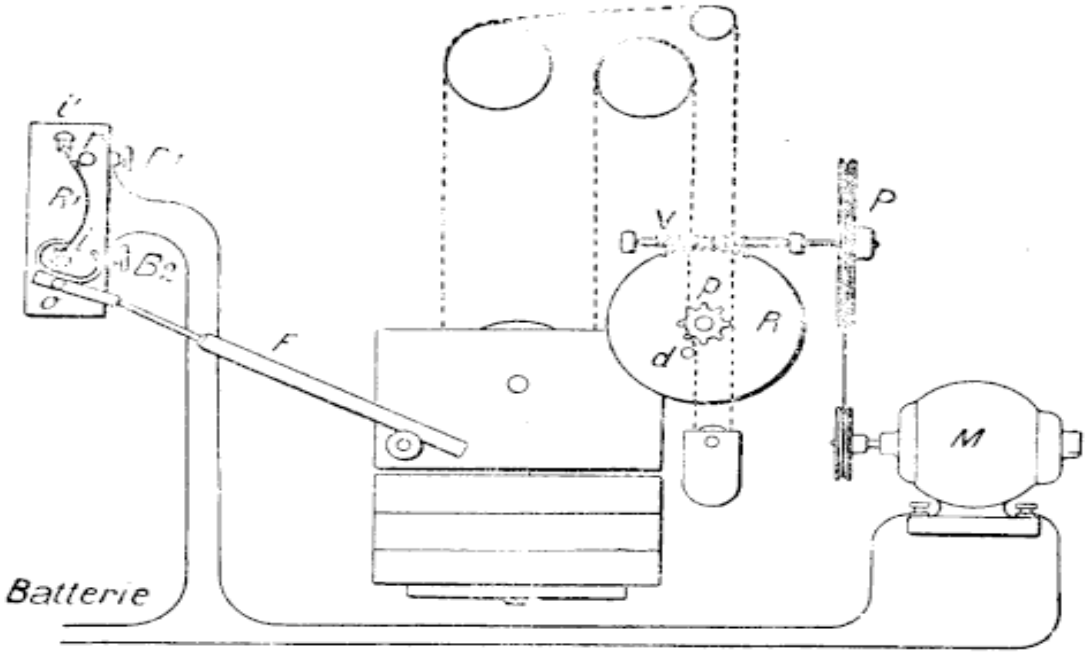


Fig. 25.

Ce dernier axe est mû lui-même par le moteur M, au moyen d'une courroie de transmission agissant sur une poulie P. Un doigt en acier poli *d*, sous l'action d'un ressort à boudin, force la chaîne à engrener avec le pignon *p*. Pour permettre l'emploi du remontoir à pédale, dans le cas où la force motrice viendrait à manquer et rendrait inutilisable le remontoir automatique, la roue R est montée à frottement doux sur l'axe du pignon *p*. Elle ne communique son mouvement à ce dernier que par l'intermédiaire d'un cliquet *c* (fig. 26), fixé derrière la roue et venant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'engager, sous l'action du ressort, dans l'entaille d'un épaulement *e* de l'axe.

Sans cette disposition, la chaîne, arrêtée par le pignon *p*, ne pourrait descendre sous le contre-poids lorsque l'on fait usage de la pédale. En effet, le pignon, n'étant pas solidaire de la roue R, peut tourner librement sous le poids de la chaîne amenée sur lui par le jeu du remontoir à pédale. Sa présence ne pourrait être une gêne que dans le cas où, par suite d'un défaut de graissage, il ne pourrait tourner facilement. Il suffirait alors de décrocher le ressort à boudin du doigt d'appui, de façon à laisser à la chaîne un espace assez large pour lui permettre de descendre sans toucher aux dents du pignon.

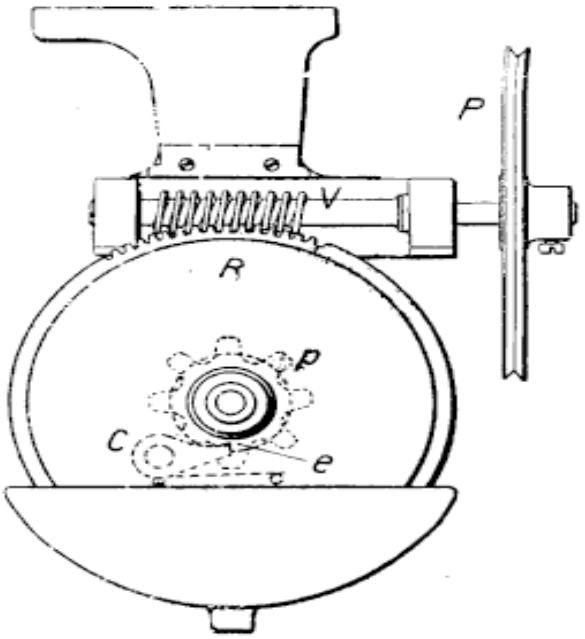


Fig. 26.

Interrupteur. — Le moteur remontant le poids plus rapidement que celui-ci ne tombe, il arriverait un moment où ce dernier viendrait se caler contre la table, exerçant ainsi une traction exagérée sur la chaîne, ce qui entraînerait un accroissement de vitesse pouvant nuire à la régularité du fonctionnement. Pour éviter cela, on se sert d'un interrupteur chargé de couper le circuit du moteur électrique lorsque le poids est arrivé au sommet de sa course. Le type le plus simple, actuellement en service au Poste central de Paris, est constitué par une planchette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig. 25) fixée contre un des pieds de la table. Elle possède deux bornes auxquelles aboutissent les deux parties d'un des fils d'alimentation du moteur. Ces bornes communiquent, l'une B^1 avec un plot r muni d'un contact argenté, l'autre B^2 avec une borne à encoche i, placée à la partie inférieure de la planchette. A la hauteur de la borne B^1 se trouve une autre borne à encoche i'. Entre ces deux entailles est placé un ressort B′ dont les extrémités présentent deux saillies lui permettant de se maintenir dans les entailles.

Le ressort est embrassé, à la partie inférieure, par les deux branches d'une fourche solidaire d'un fléau métallique ayant son point de pivotage en O. Le fléau se termine par un manche de bois venant se placer au-dessus du poids moteur. Lorsque ce dernier descend, la branche de gauche de la fourche appuie sur le ressort progressivement jusqu'à ce qu'il se déplace brusquement et prenne la position indiquée sur la figure 25, et dans laquelle il établit une communication entre les deux bornes B^1 et B^2; le circuit étant ainsi fermé, le moteur se met en marche et remonte le poids qui entraîne avec lui le fléau F, jusqu'au moment où la branche de droite de la fourche vient appuyer sur le ressort et le force à reprendre sa position primitive, ce qui interrompt le circuit du moteur et provoque l'arrêt du mouvement du remontoir. Le ressort passant brusquement d'une position à l'autre, les étincelles de rupture sont atténuées et l'on évite l'amorcement d'un arc qui détériorerait les contacts.

Socle-moteur électrique. — Lorsqu'on ne possède pas une source d'énergie capable d'assurer le remontage du poids du socle-moteur, on substitue à ce dernier un socle renfermant un moteur magnéto-électrique, alimenté par une batterie de 30 éléments Callaud, grand modèle. L'*in-*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ducteur est formé par 4 aimants permanents en fer à cheval dont les pôles de même nom, placés du même

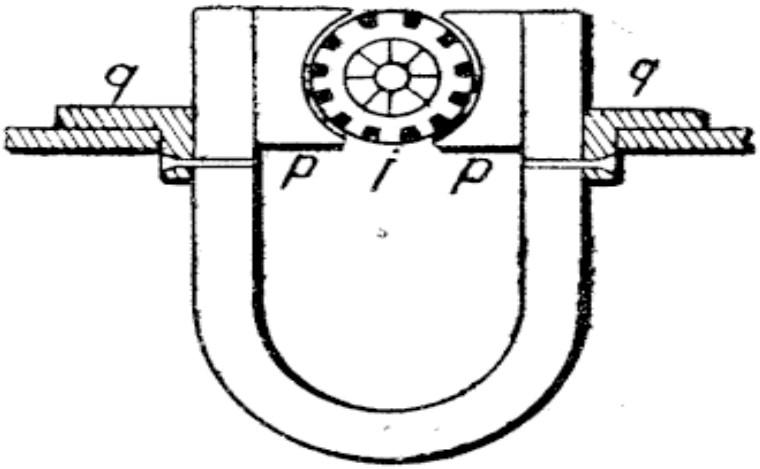


Fig. 27.

côté, sont réunis par des pièces polaires hémi-cylindriques encadrant (fig. 27) l'induit I de façon à ne laisser qu'un très faible entrefer. L'ensemble des aimants est fixé au

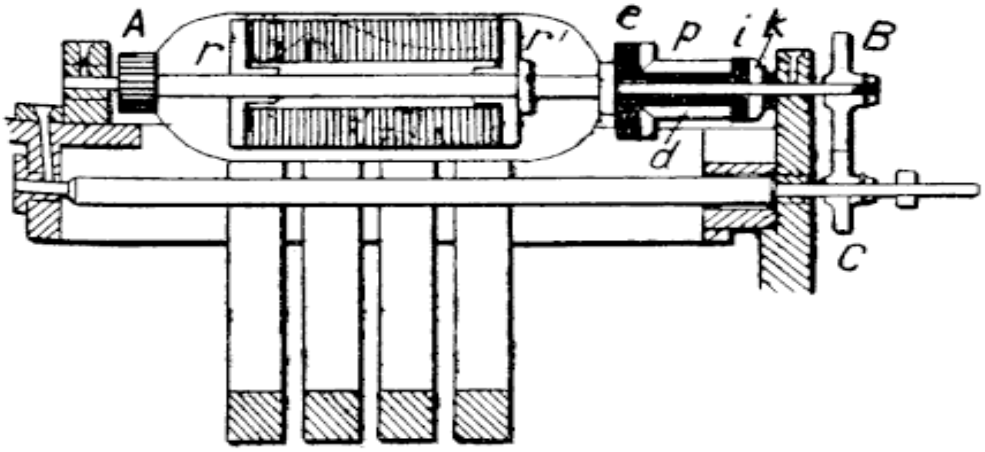


Fig. 28.

moyen d'équerres *q*, sur la platine supérieure du socle-moteur qui a la même apparence extérieure que le socle-moteur à poids. La stabilité du socle est assurée par des masses de plomb fixées à l'intérieur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'*induit* est constitué par un noyau formé de disques de fer doux munis de 16 échancrures et isolés les uns des autres par des rondelles de papier, pour éviter la production des courants de Foucault (pr. n° 8). Les disques sont enfilés sur un axe en acier revêtu d'un manchon mince en laiton et fortement comprimés entre deux rondelles métalliques *rr'* (fig. 28) placées à chaque extrémité.

Le *bobinage* comprend 8 circuits de chacun 32 ohms

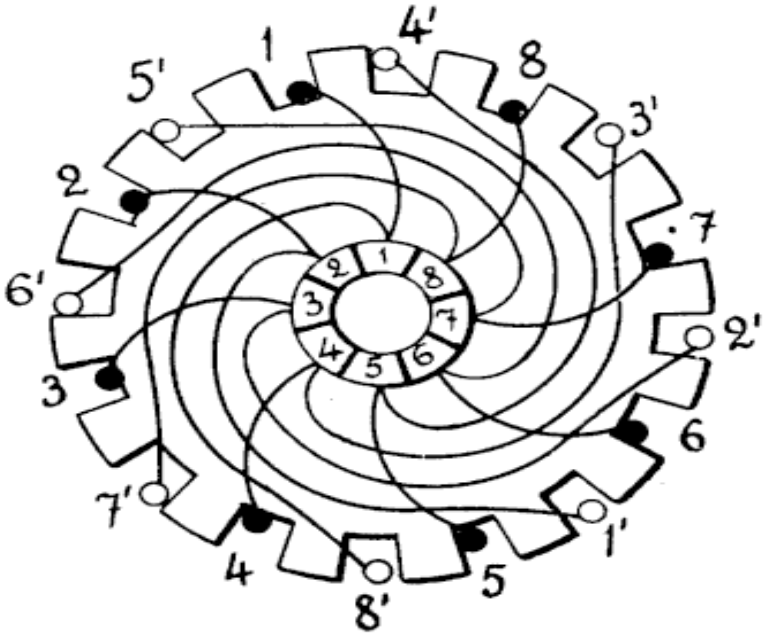


Fig. 29.

enroulés en tambour dans les rainures formées par l'alignement des échancrures des disques. Les circuits sont reliés en série par l'intermédiaire de plaquettes de laiton *p* fixées sur une rondelle d'ébonite *é* et isolées les unes des autres ; le fil d'entrée d'un circuit est soudé sur la même plaquette que le fil de sortie du circuit ayant son entrée sur la plaquette qui précède, dans le sens du mouvement de rotation de l'induit (fig. 29).

Le *collecteur* est formé de 8 coquilles de cuivre rouge *d*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(fig 28) isolées entre elles, mais en relation chacune avec une des huit plaquettes de jonction des circuits. Le tout est maintenu contre la base des plaquettes par un écrou *k*, vissé sur l'axe et isolé des coquilles par une rondelle d'ébonite *i*. Le courant d'alimentation passe par deux balais frottant sur le collecteur et dont la monture (fig. 30) pivote sur deux goupilles d'acier placées de chaque côté de l'axe de la bobine et implantées dans son palier dont elles sont isolées électriquement par des manchons d'ivoire *m m'* La monture appuie, au moyen d'un ressort-lame en laiton garni d'une plaque d argent à son extrémité, sur le prolongement également en argent d'une longue vis en laiton V, V¹ taraudant à travers une borne fendue verticalement et fixée dans le socle *bb'*. Ces bornes sont isolées du massif et sont reliées chacune avec un des pôles de la pile par l'intermédiaire de deux autres bornes placées en avant et à la base du socle.

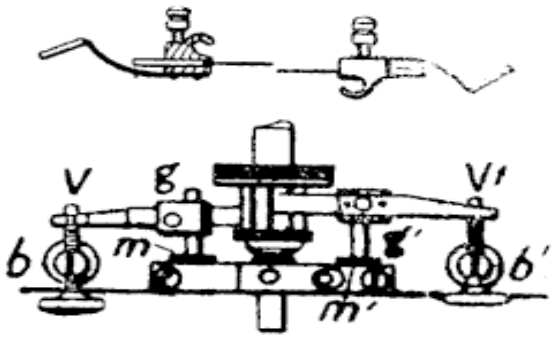


Fig. 30.

L'axe de la bobine est pourvu à chacune de ses extrémités de pignons d'acier A et B (fig. 28). Celui d'arrière sert à communiquer le mouvement à la cage du traducteur ou du distributeur, celui d'avant, côté des balais, engrène avec le pignon d'un autre axe C, placé au-dessous ayant ses points de pivotage à l'intérieur du socle et portant, en avant du pignon, soit le régulateur, soit le modérateur suivant le cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

V

RÉGULATEUR

Considérations générales. — Si nous mettons en marche le socle-moteur étudié dans le chapitre précédent, les rouages, sous la traction du poids moteur, commenceront à tourner d'abord lentement, en raison de leur inertie puis le mouvement s'accentuant, les axes tourneront de plus en plus vite. Mais cet accroissement de la vitesse aura un terme. En effet, à mesure que la vitesse de rotation augmente, le frottement des engrenages entre eux, et celui des axes dans leurs paliers, augmentent aussi. Il arrivera un moment où ces résistances feront équilibre à l'effort du poids : la vitesse cessera de s'accroître et deviendra stable, on dit alors que le mouvement est uniforme.

Dans toute machine il faut considérer deux facteurs : la puissance, fournie par la traction d'un poids, par une chute d'eau, par l'expansion de la valeur ou l'explosion d'un mélange gazeux, par une source électrique, etc... et la résistance qui est constituée par le travail que l'on fait effectuer à la machine, par le frottement des différentes parties de l'appareil, les chocs, les trépidations, etc.

Lorsque la résistance, ou travail résistant, égale la puissance, ou travail moteur, le mouvement est uniforme et les espaces parcourus par un point quelconque des organes en mouvement sont proportionnels aux temps. C'est ce qu'on exprime par l'égalité TR = TM (pr. n° 34). Mais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet équilibre ne peut durer longtemps, car, s'il est possible d'avoir une puissance constante, il est à peu près impossible d'obtenir que les résistances soient toujours égales ; différentes causes, normales ou accidentelles, peuvent les faire varier et troubler l'égalité TR = TM ; tels sont l'intermittence du travail demandé à la machine, le graissage irrégulier des points de frottement, la chute des poussières dans les engrenages ou dans les pivots.

Pour maintenir cet équilibre, entre la puissance et la résistance, on se sert d'un instrument spécial appelé régulateur.

Suivant les systèmes, le régulateur agit sur la puissance ou sur la résistance.

Nous avons vu, dans l'exposé du principe du système Baudot, que les balais des deux distributeurs correspondants devaient tourner rigoureusement en synchronisme pour que des émissions n'arrivent pas sur des contacts auxquels elles ne sont pas destinées. Le synchronisme pourrait être obtenu sans avoir besoin d'établir préalablement un mouvement uniforme ; mais comme il faut tenir compte que la longueur des émissions dépend de la vitesse avec laquelle les balais parcourent les contacts, il est nécessaire de donner aux balais ce mouvement uniforme pour que toutes les émissions soient de même durée.

L'adjonction d'un régulateur de vitesse au socle-moteur du distributeur est donc indispensable.

Le régulateur imaginé par M. Baudot modifie la résistance, dans le sens voulu, dès qu'une variation de vitesse se manifeste, cette variation étant mise en évidence par l'action de la force centrifuge.

Nous savons que l'on désigne sous le nom de *force centrifuge* une réaction qui se produit toutes les fois qu'une masse quelconque décrit une courbe, cette réaction a pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet d'exercer une traction sur l'axe autour duquel évolue le mobile.

Si l'on fait tourner autour du doigt, par exemple, un corps pesant attaché à une ficelle, celle-ci se tendra immédiatement en tirant sur le doigt. A mesure que la ficelle s'enroulera autour de ce dernier, on constatera que l'effort devient de moins en moins énergique, si l'on a soin de ne pas augmenter la vitesse de rotation du mobile. La traction sur l'axe ainsi improvisé est d'autant plus petite que la ficelle est plus courte, ou, en d'autres termes, que le rayon décrit par la masse est plus petit.

En prenant comme mobile des corps de poids différents, on trouve que, pour un même rayon et une même vitesse, la traction est d'autant plus forte que le mobile est plus lourd.

Enfin, si avec le même mobile et un rayon constant on augmente la vitesse, on s'apercevra que l'effort de la force centrifuge grandit très rapidement ; cet accroissement est proportionnel au carré de la vitesse, c'est-à-dire que, pour une vitesse deux fois plus grande, la traction sera quatre fois plus énergique ; pour une vitesse triple, elle deviendrait neuf fois plus forte. En désignant la force centrifuge par F, la masse par M, le rayon par R et par ω la vitesse angulaire (pr. n° 35), c'est-à-dire l'espace parcouru par le mobile en une seconde quand il se trouve à une distance de l'axe égale à l'unité, on pourra résumer l'ensemble de ces différentes constatations par la formule :

$$F = MR\omega^2$$

qui s'énonce : la force centrifuge est proportionnelle à la masse du mobile, au rayon de giration et au carré de la vitesse angulaire.

Cette formule peut prendre une autre forme, car, lorsqu'un mobile décrit une circonférence autour d un axe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on peut considérer soit la longueur de l'arc parcouru, soit la valeur de l'angle décrit.

De là deux manières d'envisager la vitesse du mobile. Si nous faisons tourner autour d'un axe deux mobiles M et N fixés à une tige rigide (fig. 31), l'angle qu'ils parcourront, dans un temps donné, sera égal, et l'on dira que leur vitesse angulaire est la même. Mais si nous considérons la longueur des arcs parcourus MM′ et NN′, il est évident que MM′ est plus grand que NN′, puisque ce dernier est plus rapproché de l'axe de rotation.

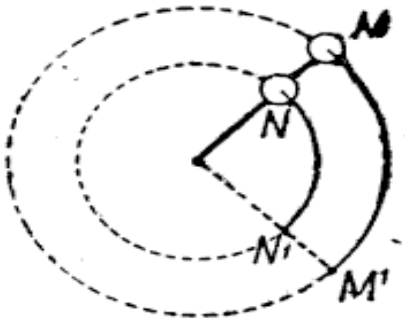


Fig. 31.

Nous savons d'ailleurs que les arcs dépendant d'un même angle au centre, sont entre eux comme les rayons des circonférences dont ils font partie. Par suite, le chemin parcouru par M est plus grand que celui parcouru par N pour un même temps, et la vitesse linéaire du premier est plus grande que celle du second.

Les vitesses linéaires de ces mobiles sont entre elles comme les rayons des circonférences décrites, tandis que la vitesse angulaire est la même pour les deux mobiles, puisqu'ils parcourent simultanément des angles égaux.

La lettre ω représente, pour une vitesse angulaire donnée, la *vitesse linéaire* d'un mobile placé à une distance de l'axe égale à l'unité de longueur. Puisque les vitesses linéaires des mobiles sont entre elles comme les rayons, nous aurons, pour la vitesse linéaire V d'un mobile éloigné de l'axe d'une distance R, la proportion :

$$\frac{V}{\omega} = \frac{R}{1}$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'où, en multipliant les deux termes par ω ,

$$V = R\omega ;$$

divisant ensuite par R, on obtient :

$$\omega = \frac{V}{R}.$$

Si dans la formule $F = MR\,\omega^2$ nous remplaçons ω^2 par sa valeur $\frac{R^2}{V^2}$ il viendra $F = \frac{MRV^2}{R^2}$ ou, en divisant par R les deux termes, $F = \frac{MV^2}{R}$, formule de la force centrifuge en fonction de la vitesse linéaire.

Quelle que soit la formule considérée, la force centrifuge est toujours proportionnelle au carré de la vitesse.

Il suffira donc que la vitesse varie très faiblement pour que la force centrifuge accuse immédiatement une augmentation plus grande ou une diminution plus sensible, l'une et l'autre étant égales au carré de la variation initiale.

Cette propriété qui a été heureusement mise à profit dans le régulateur Baudot, nous indique que cet appareil peut agir avant que le défaut de vitesse soit devenu assez important pour nuire au bon fonctionnement du système.

Fonctionnement. — Pour bien saisir le fonctionnement du régulateur, imaginons d'abord un appareil de ce genre réduit à sa plus simple expression. Nous prendrons, par exemple, un ressort à boudin R dont les spires se touchent au repos et nous y fixerons une masse pesante M (fig. 32). Notre régulateur devant fonctionner sous l'action des variations de vitesse, nous aurons intérêt à le placer sur l'axe tournant le plus vite. Si l'on admet que le sixième axe fasse 1990 tours pendant que le maître-mobile en fait un (pr. n° 1), on comprendra qu'une variation dans le mouve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment de rotation qui sera peu sensible sur le maître-mobile deviendra considérable sur le sixième axe puisqu'elle y sera 1.990 fois plus grande.

Nous fixerons donc le régulateur sur ce dernier axe.

Remarquons qu'il émerge de son palier P et s'avance assez loin pour qu'une traction perpendiculaire à sa direction le fasse fléchir. C'est ce qu'on appelle un montage en porte-à-faux.

Si maintenant, nous faisons tourner le socle-moteur, l'axe A va se mettre en mouvement entraînant la masse et son ressort qui décriront une circonférence. Il est évident que la force centrifuge en se manifestant tendra à éloigner la masse du centre de rotation. Au début du mouvement, l'appareil n'ayant pas encore eu le temps d'atteindre une vitesse assez forte, la force centrifuge est faible : à mesure que la vitesse croîtra, la force augmentera mais beaucoup plus rapidement, puisqu'elle est proportionnelle au carré.

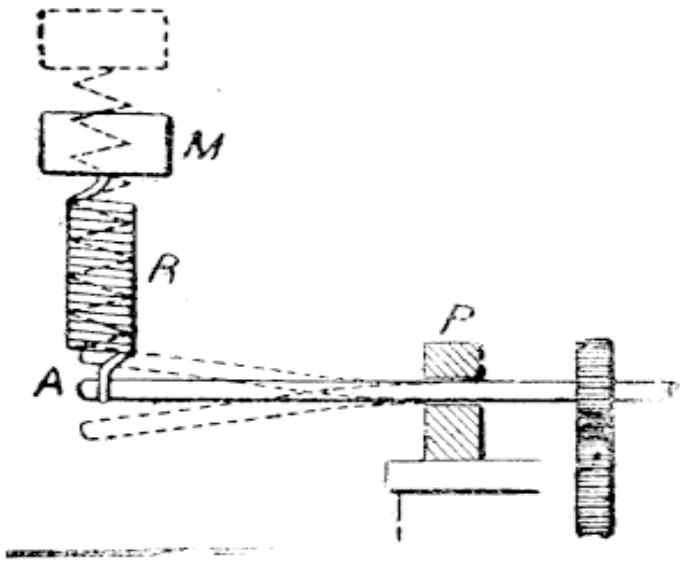


Fig. 32.

Elle va donc exercer une traction de plus en plus forte sur la masse et finira par vaincre la résistance du ressort qui se tendra en prenant son point d'appui sur l'axe, C'est donc ce dernier qui subira, finalement, l'effort de la force centrifuge et, fléchissant sous cette traction, prendra la position indiquée en pointillé sur la figure 32.

La flexion de l'axe a pour conséquence de faire frotter

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus énergiquement dans le palier P le point de l'axe qui se trouve du côté où s'exerce la traction. Plus la flexion est grande, plus la résistance ainsi introduite devient considérable, et il arrive un moment où la somme des résistances fait équilibre au travail moteur : le mouvement uniforme est établi.

Supposons que la vitesse vienne à diminuer par suite d'un défaut de graissage, ou pour toute autre cause ; cette défaillance de la vitesse entraîne celle de la force centrifuge et l'effort sur l'axe devenant moindre, celui-ci se redresse : la friction au palier est réduite de ce fait. La diminution de vitesse a donc déterminé une réduction de résistance et l'équilibre étant ainsi rétabli entre la puissance et la résistance, le mouvement devient uniforme.

En résumé, toute augmentation ou diminution de vitesse se traduit automatiquement, grâce au régulateur, par l'introduction ou la suppression de résistances supplémentaires au palier : le régulateur fonctionne donc comme un frein automatique.

Description. — Le régulateur Baudot est un peu plus compliqué que celui que nous avons imaginé pour la compréhension du sujet ; mais il fonctionne d'une façon identique.

Le mobile est constitué par un bloc octogonal de bronze *m* (fig. 33) dont la masse sans les accessoires est de 32 grammes environ ; il est percé de 4 trous, deux gros et deux petits. Dans ces deux derniers passent, à frottement doux, deux tiges-guides en acier *tt'* (fig. 34) parfaitement polies qui ne permettent le déplacement du mobile que dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation. Dans les deux gros trous viennent s'engager les extrémités de deux ressorts à boudin R R^1. Les ressorts sont fixés dans le mobile à l'aide de deux équerres d'acier *q* dont une des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

branches, traversant un trait de scie pratiqué dans le mobile, pénètre entre deux spires de ressorts, tandis que l'autre est maintenue solidement à l'extérieur par une vis V_1. Cette disposition permet de faire varier à volonté le nombre de spires en jeu tout en rendant les ressorts solidaires du mobile. Chaque ressort se termine, du côté opposé au mobile, par un œilleton qui s'accroche au croisillon d'une potence *p* portée elle-même par deux paires

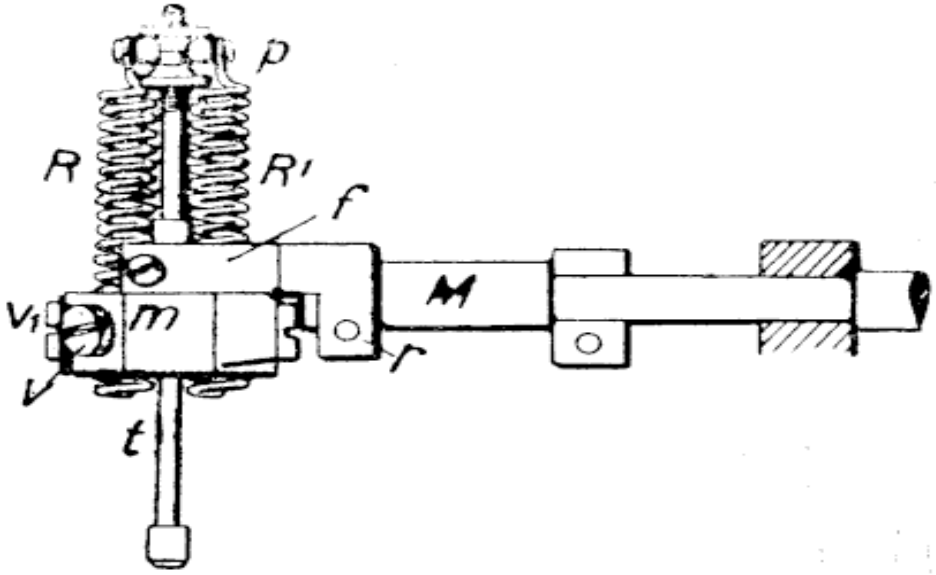


Fig. 33.

d'écrous moletés ee_1 se vissant sur les tiges-guides filetées en conséquence dans cette partie. En manœuvrant les écrous, on éloigne ou rapproche la potence du centre de giration, ce qui fait varier la tension des ressorts de très petites quantités. Les tiges-guides sont serrées dans les mâchoires pratiquées aux extrémités des deux branches ff_1 d'une fourchette solidaire d'un manchon M (fig. 33) qui permet d'assujettir le régulateur sur la partie du sixième axe du socle-moteur faisant saillie hors du palier.

Le manchon est fendu d'un trait de scie traversé par une vis de serrage *r* qui assure une liaison étroite entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'axe et le manchon. Pour éviter le glissement des tiges-guides dans les mâchoires de la fourchette, sous l'effort de la force centrifuge, on a soudé aux tiges un petit manchon de laiton *h* du côté opposé au mobile. Le jeu de celui-ci est limité par des boutons d'arrêt *b* vissés au bout des tiges-guides.

On peut faire varier la masse du mobile au moyen de vis en laiton à large tête V, pesant 0 gr. 50 environ, sous lesquelles peuvent être serrées des petites lamelles de cuivre de 0 gr. 45.

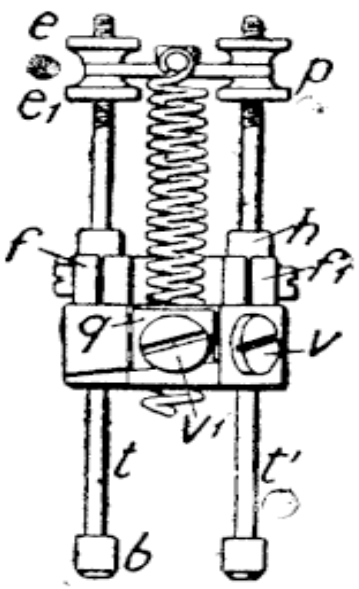


Fig. 34.

Cette modification de la masse du mobile aura pour conséquence un accroissement ou une diminution de vitesse, suivant qu'on aura réduit ou augmenté la masse.

On agira également sur la vitesse en tendant ou détendant les ressorts de l'appareil, soit par le moyen de la potence, soit en faisant varier le nombre des spires des ressorts. Il faut remarquer que les spires, placées entre la potence et l'équerre d'acier qui les tient dans le mobile, entrent seules en jeu pour combattre l'action centrifuge ; les spires situées au delà de l'équerre sont sans emploi ; mais leur poids s'ajoute à celui du mobile.

La fourchette portant les tiges-guides est coudée de façon que le centre de gravité du mobile ne soit pas placé sur l'axe de rotation, mais dans une disposition un peu excentrique. Cette disposition a pour but de favoriser le démarrage rapide de la masse du mobile lorsqu'on met le régulateur en marche.

Conditions de réglage du régulateur. — Nous avons vu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comment, sous l'action de la force centrifuge, le régulateur ajoute ou retranche des résistances au palier, suivant que la vitesse tend à augmenter ou à diminuer. L'équilibre entre le travail moteur et le travail résistant, et, par suite, le mouvement uniforme sont ainsi restaurés. Mais ce fait n'implique pas que la vitesse n'ait subi de changement. En effet, le mouvement uniforme peut être établi pour n'importe quelle vitesse puisqu'il suffit pour l'obtenir que l'égalité

$$TR = TM$$

soit vérifiée.

Or, il ne faut pas perdre de vue que les balais du distributeur doivent tourner en synchronisme avec ceux de l'appareil correspondant ; la première condition à réaliser dans ce but, c'est évidemment de conserver autant que possible une vitesse à peu près invariable.

Il faut que le régulateur puisse satisfaire à cette condition élémentaire.

Voyons comment nous pourrons obtenir ce résultat.

L'examen de la formule de la force centrifuge

$$F = MR\omega^2$$

nous montre que cette force dépend de trois facteurs : la masse du mobile, le rayon de giration et le carré de la vitesse angulaire.

Si la force vient à varier, il faut, après le rétablissement du mouvement uniforme, que la vitesse redevienne égale à ω, bien que la force centrifuge ait une valeur plus grande ou plus petite que F.

Pour fixer les idées, supposons que la force centrifuge ait augmenté, c'est-à-dire que nous ayons une nouvelle valeur F' plus grande que F.

Pour que notre égalité

$$F = MR\omega^2$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satisfasse à cette nouvelle valeur F', il faut évidemment que l'un des facteurs M, ω ou R varie.

Or, nous voulons que ω ne varie pas ; d'autre part, il est pratiquement impossible de modifier, en marche, la masse M du mobile. Il ne reste donc que le terme R qui puisse prendre une valeur R' telle que nous ayons

$$F' = MR'\omega^2.$$

C'est donc le rayon de giration du mobile qui devra varier pour que la vitesse et la masse restent constantes. Mais le rayon dépend de la tension plus ou moins grande des ressorts à boudin du régulateur, c'est-à-dire de la résistance plus ou moins grande qu'ils opposent à l'effort de la force centrifuge.

Pour que notre égalité ne soit pas troublée, il faudra donc qu'à chaque instant cette résistance grandisse ou diminue *proportionnellement* à l'effort de la force.

L'expérience a démontré que si la tension des ressorts est convenablement réglée, la vitesse ne varie pas quelle que soit son amplitude, c'est-à-dire quel que soit le rayon de giration ; que si la tension des ressorts est trop faible, la vitesse diminue quand le rayon décroit et qu'elle augmente lorsque le rayon grandit ; que si la tension des ressorts est trop forte, la vitesse augmente quand le rayon décroît et qu'elle diminue quand il s'allonge.

Pour régler le régulateur on se base sur les deux principes suivants tirés des constatations qui précèdent :

1° Lorsque la variation de la vitesse est inverse de celle du rayon, il faut détendre les ressorts en rapprochant la potence de la fourchette ;

2° Si la variation de la vitesse est de même sens que celle du rayon, les ressorts doivent être tendus en éloignant la potence de la fourchette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Théorie du réglage des ressorts du régulateur. — L'explication théorique des conditions de réglage de la tension des ressorts du régulateur peut être donnée au moyen de graphiques ou courbes.

Préalablement, il importe d'étudier, par le même procédé, les variations de la force centrifuge et celles de la tension des ressorts.

Pour un même mobile et une même vitesse, la force centrifuge est proportionnelle au rayon du cercle décrit. Si nous portons sur une ligne horizontale (on l'appelle axe des abscisses), à partir d'un point O (fig. 35), différentes longueurs de rayon OM, OM′, OM″, nous pourrons, au moyen de lignes perpendiculaires IM, I′M′, I″M″, proportionnelles à ces longueur (ces lignes sont désignées sous le nom d'ordonnées), représenter la valeur de la force centrifuge correspondant à ces rayons.

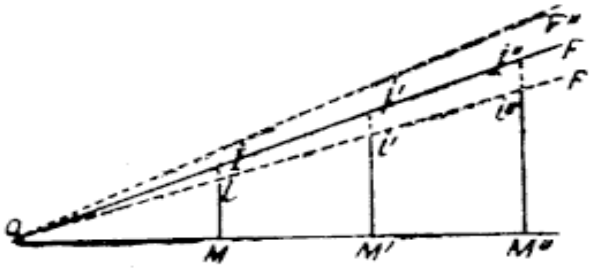


Fig. 35.

Le point O sera le centre de rotation et, par conséquent, le zéro de la force centrifuge puisque le rayon est nul ; on conçoit, d'ailleurs, que la force centrifuge ne pourra se manifester tant que le centre de gravité du mobile restera sur l'axe de rotation.

En réunissant ce point O au sommet des lignes IM, I′M′ I″M″, on obtiendra une ligne droite OF qui représente la loi d'accroissement de la force centrifuge pour une masse et une vitesse données.

On démontre géométriquement que la ligne OF est droite. En effet, les angles OMI, OM′I′, OM″I″ sont droits, par hypothèse, et compris entre des côtés proportionnels OM, OM′, OM″, IM, I′M′, I″M″, les trois triangles sont semblables et leurs angles en O sont égaux ; il en résulte que les côtés OI, OI′, OI″ sont sur une même ligne droite OF.

Si la vitesse venait par exemple à diminuer, il est certain que, pour le rayon OM, l'intensité de la force centrifuge serait inférieure à I M, puisqu'elle doit rester proportionnelle au carré de la vitesse ; soit *i*M cette intensité ; de même pour les rayons OM′ et OM″ nous aurions des intensités égales à *i*M′, à *i*′M″.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En réunissant ces points à l'axe de giration O, nous aurons une autre ligne d'accroissement de la force centrifuge OF'. Un raisonnement semblable nous montrerait que l'on obtient une autre ligne OF'' si la vitesse devient supérieure à celle du premier cas OF.

Nous pouvons conclure de ceci qu'il y a autant de lignes d'accroissement de la force centrifuge qu'il peut exister de vitesses différentes.

Les ressorts à boudin employés pour le régulateur doivent être tels que leurs allongements soient toujours proportionnels à l'effort qu'ils subissent, l'allongement ne dépassant pas deux fois leur longueur.

Il est possible de construire pour les ressorts une figure semblable à celle que nous avons établie pour la force centrifuge.

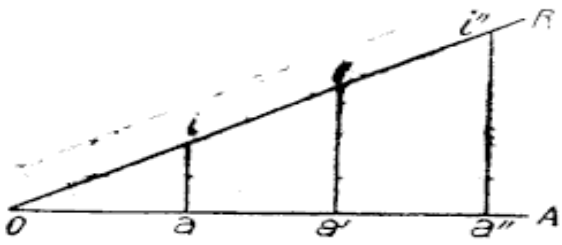


Fig. 36.

Sur une ligne horizontale OA (fig. 36) nous porterons, à partir du point O qui sera le zéro de tension des ressorts, différents allongements oa, oa', oa'' et, puisque les allongements sont proportionnels aux efforts, ces derniers seront représentés par des lignes proportionnelles ia, $i'a'$, $i''a''$, perpendiculaires à OA.

Comme nous l'avons fait dans le cas précédent, nous joindrons les points o, i, i' et i'' par une ligne OR qui nous représentera la loi d'accroissement de tension des ressorts. Il importe de bien remarquer qu'il n'y a qu'une seule ligne d'accroissement de tension pour une paire de ressorts, tandis que, pour la force centrifuge, il y a autant de lignes qu'il peut exister de vitesses différentes.

A l'aide des données que nous possédons maintenant sur les lois d'accroissement de la force centrifuge et de la tension des ressorts, nous pouvons rechercher quelle condition devront remplir les ressorts pour que leur tension croisse ou décroisse toujours d'une façon proportionnelle à l'augmentation ou à la diminution de l'intensité de la force centrifuge; c'est ce qu'on exprime ordinairement en disant que la vitesse ne varie pas quel que soit le rayon décrit par le mobile ou, plus simplement, quelle que soit l'amplitude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Faisons dérouler le socle-moteur ; le sixième axe qui porte le régulateur va tourner d'abord lentement en raison de l'inertie des rouages, puis, le mouvement s'accélérant, l'axe prend de la vitesse. La force centrifuge se développe peu à peu, mais le mobile ne pourra s'éloigner du centre, sous son action, qu'à partir du moment où la force est assez grande pour vaincre la résistance opposée par les ressorts. A cet instant nous verrons le mobile se déplacer vers la périphérie en tirant sur les ressorts, et par suite sur l'axe lui-même, ce qui, comme nous l'avons déjà dit, a pour conséquence d'introduire au palier de l'axe une résistance de plus en plus grande. Lorsque cette dernière arrive à faire équilibre au travail moteur, le mouvement devient uniforme et le mobile cesse de s'éloigner de l'axe de rotation. Pour que le mobile puisse se maintenir dans cette position, il faut évidemment que la tension des ressorts fasse aussi équilibre à l'effort contraire de la force centrifuge.

Etablissons la loi d'accroissement de la force centrifuge pour la vitesse ainsi obtenue.

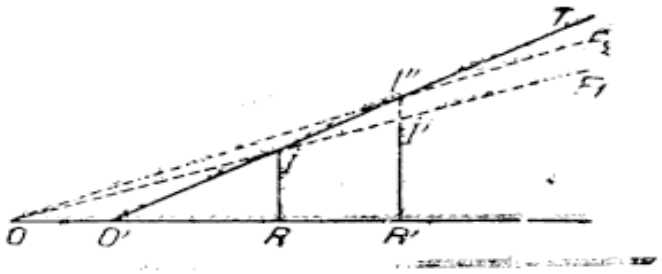


Fig. 37.

Soient O le centre de giration (fig. 37), OR pour lequel le mobile cesse de s'éloigner, et IR l'intensité de la force centrifuge pour ce rayon. La ligne d'accroissement de la force centrifuge OF^1 étant une ligne droite, elle se trouve déterminée puisque nous connaissons deux de ses points : O, qui est le zéro de l'intensité, et I, la valeur actuelle.

Nous pouvons donc tracer cette droite OF^1. Il faut remarquer que l'équilibre se produisant entre l'effort de la force centrifuge et celui des ressorts, il s'ensuit que la ligne IR représente non seulement l'intensité de la force centrifuge, mais aussi la tension des ressorts. Il ne nous est pas possible de tirer la ligne d'accroissement de tension des ressorts puisque nous n'en connaissons qu'un point ; rien ne nous indique, en effet, que le zéro de tension soit sur l'axe de rotation.

Pour trouver le deuxième point nécessaire, faisons varier le rayon de giration ; prenons , par exemple, un rayon plus grand ; il suffira pour cela d'augmenter la puissance ou de di-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

minuer la résistance. Nous verrons ultérieurement comment on procède dans ce cas.

Supposons que le rayon devienne égal à OR′ et que nous constations à ce moment une augmentation de vitesse. Si la vitesse n'avait pas augmenté, sa ligne d'accroissement étant OF² l'intensité de la force centrifuge, pour le rayon OR′, aurait été représenté par la ligne I′R′ ; mais puisque, par hypothèse, la vitesse a augmenté, il s'ensuit que l'intensité est plus grande que I′R′ ; admettons qu'elle soit égale à I″R′.

Le mobile se maintenant en R′, nous concluons que la tension des ressorts équilibre la traction de la force centrifuge ; par conséquent la ligne I″ R′ représente, tout à la fois, l'intensité de la force centrifuge et la tension des ressorts. Le point I″ appartient donc à la ligne d'accroissement de la nouvelle vitesse OF² et, aussi, à la ligne d'accroissement de tension des ressorts OT ; comme il n'existe qu'une seule ligne de ce dernier genre pour une paire de ressorts donnés, nous pouvons tracer cette ligne qui passe par I, I″ et aboutit en O′. Ce point O′ est l'origine des accroissements de tension des ressorts, c'est-à-dire qu'en ce point leur tension est nulle. Nous nous expliquons maintenant pourquoi la vitesse a varié pour une augmentation de rayon. En effet, les deux efforts antagonistes, celui des ressorts et celui de la force centrifuge, ne partant pas du même point O, leurs intensités ne peuvent rester constamment proportionnelles, ce qui est indispensable, comme nous l'avons vu, pour que l'égalité $F = MR\,\omega^2$ reste vraie, quelle que soit F, sans que M et ω^2 varient.

Dans le cas considéré, F ayant grandi, R aurait dû croître proportionnellement ; cette condition n'étant pas réalisée, ou plutôt R n'ayant pas atteint une valeur suffisante, c'est ω^2 qui a augmenté, la masse M du mobile ne pouvant être modifiée. En effet, si les zéros des deux forces se trouvaient en O (fig. 38), pour une amplitude OR, nous aurions une force centrifuge égale à IR et, le mobile cessant de s'éloigner du centre pour ce rayon OR, on en déduirait que l'ordonnée IR mesure non seulement l'intensité de la force centrifuge, mais aussi l'effort inverse des ressorts. Le point I appartient donc à la fois à la ligne d'accroissement de la force centrifuge et à celle des ressorts.

Prenons maintenant une amplitude plus grande et supposons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que le mobile se maintienne en R'. La ligne I'R' représentera la tension des ressorts pour l'allongement OR' ; mais puisqu'il y a équilibre entre la tension des ressorts et l'effort de la force centrifuge, la ligne I' R' mesure donc aussi l'intensité de la force centrifuge ; et le point I' appartient aux lignes d'accroissement des deux forces ; ces lignes étant droites, et ayant les points O, I, et I' communs, se confondent.

Les valeurs de F et de R sont liées et varient proportionnellement et dans le même sens de sorte que, pour une valeur F' de la force centrifuge, on a une autre valeur R' du rayon telle que :

$$\frac{F'}{F} = \frac{R'}{R}$$

l'égalité $F = MR\,\omega^2$ est vérifiée pour toutes ces valeurs sans que les facteurs M et ω soient modifiés.

Nous conclurons de ceci que la vitesse ne varie pas, quelle que soit l'amplitude, lorsque les zéros de force centrifuge et de tension des ressorts coïncident.

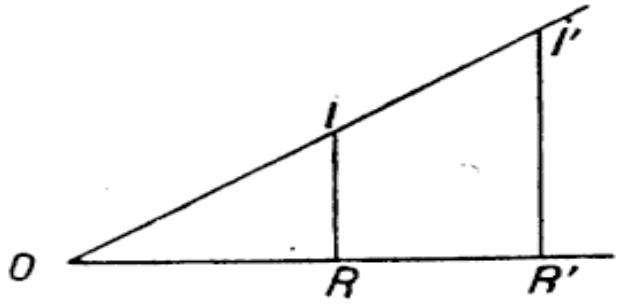


Fig. 38.

De cette expérience nous devons tirer un autre enseignement. Nous avons vu (fig. 37) que la vitesse augmentait en même temps que le rayon de giration lorsque le zéro de tension des ressorts se trouvait en O', c'est-à-dire entre l'axe de rotation et le mobile. Pour ramener ce point O' en O, en d'autres termes, pour obtenir la coïncidence des zéros, il faut agir sur la potence de façon à l'éloigner de l'axe, ce qui revient à tendre les ressorts.

Dans notre expérience nous avons supposé que la vitesse augmentait pour un rayon plus grand ; nous pouvons faire la supposition contraire. Si, par exemple, un premier équilibre s'établit entre la puissance et la résistance pour un rayon OR (fig. 39), et que le mobile cesse de s'éloigner de l'axe, nous concluons de ce fait que la ligne IR mesure l'intensité de la force centrifuge et la tension des ressorts ; le point I appartient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc aussi bien à la ligne d'accroissement de la force centrifuge qu'à celle de la tension des ressorts.

Supposons que nous fassions croître le rayon de façon qu'il devienne égal à OR′ et que nous constations, à ce moment, une diminution de vitesse ; si la vitesse n'avait pas varié, l'intensité de la force centrifuge serait égale à I R ; mais, comme la vitesse a baissé, il est évident que cette intensité est plus petite que I′ R′, soit iR′. Le point i fait donc partie de la ligne d'accroissement de la force centrifuge OF² pour la nouvelle vitesse et aussi de celle de la tension des ressorts OT.

Connaissant deux points de cette dernière, nous pouvons la tracer et nous voyons qu'elle aboutit au delà du centre de giration, c'est-à-dire du côté de la potence. Pour ramener au centre de giration, en O′, le zéro de tension des ressorts que nous venons de trouver en O′, il faut rapprocher la potence de l'axe, ce qui équivaut à détendre les ressorts.

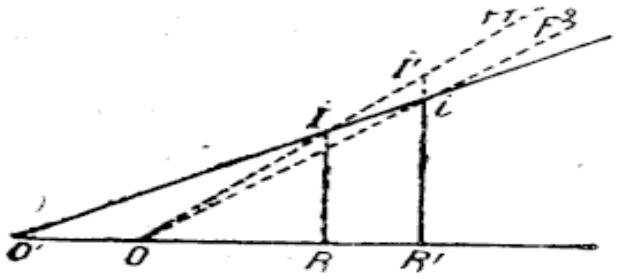


Fig. 39.

Au lieu de choisir un rayon plus grand, nous aurions pu en prendre un plus petit. Nous aurions alors constaté, dans le cas qui nous occupe, qu'à une augmentation de vitesse correspondait une diminution du rayon, et la conclusion à tirer, quant à la position de la potence, aurait été la même.

Nous avons dit, dans la description du régulateur, que le mobile se trouvait en repos dans une position excentrique par rapport à l'axe pour faciliter le démarrage. Il résulte de cette disposition que la force centrifuge a, dès le premier tour, une valeur différente de zéro ; le réglage du régulateur consiste donc à donner aux ressorts une tension initiale proportionnée à cette valeur de la force centrifuge.

Calcul de la force centrifuge. — Bien que le calcul de la force centrifuge n'ait pas d'utilité dans la pratique, nous croyons intéresser le lecteur en donnant le moyen d'employer les formules qui permettent d'évaluer l'intensité de cette force pour une masse et un rayon donnés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Problème. — Sachant que le régulateur tourne à 2.100 tours à la minute et que la *masse* du mobile, en ordre de marche, est de 36 grammes, calculer l'intensité de la force centrifuge pour un rayon de 0 m, 02.

On appelle vitesse l'espace parcouru pendant l'unité de temps : la seconde ; la vitesse sera donc égale à la longueur de la circonférence décrite, par le nombre de tours faits en 1 seconde.

Nombre de tours en une seconde : 2.100 : 60 = 35.

$$V = 35 \times d \times \pi.$$

Le rayon étant 0m, 02, d = 0m, 04

Pour trouver la force centrifuge en dynes (pr. n° 14), nous évaluerons les longueurs en centimètres et la masse en grammes et nous écrirons :

$$V = 35 \times 3{,}15 \times 4 = 441.$$

En appliquant la formule $F = \frac{MV^2}{R}$,

nous aurons $V^2 = 441^2 = 194.481$

$$F = \frac{36 \times 194.481}{2} = 3.500.658 \text{ dynes.}$$

Soit environ 3 kg. 500.

2° Par la formule $F = MR\omega^2$.

Pour trouver la valeur de F en dynes, nous devons prendre le centimètre comme unité de longueur ; par suite, ω représentera la vitesse linéaire d'un mobile placé à 0m,01 de l'axe de rotation (1).

$$\omega = 2 \times 35 \times \pi = 70 \times 3{,}15 = 220^{cm},50.$$

$$\omega^2 = 220{,}50^2 = 48.620{,}25$$

$$F = MR\omega^2 = 36 \times 2 \times 48.620{,}25 = 3.500.658 \text{ dynes.}$$

ou environ : 3 kg. 500.

Pour un rayon de 0m, 01 F = 1.750.328 dynes ou 1 kg. 750.

(1) On peut exprimer la valeur de ω en radians par seconde (voir pr. n° 35). Dans le cas présent, le calcul serait le même et on aurait 220 radians. 5 au lieu de 220 cm. 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VI

CONSERVATION DU SYNCHRONISME

Correction des écarts de synchronisme. — Grâce au régulateur dont est muni le socle-moteur on a réalisé un mouvement uniforme de rotation tel que les bras porte-balais de deux distributeurs munis de régulateurs réglés à la même vitesse puissent accomplir le même nombre de révolutions dans un temps donné.

Pour obtenir le synchronisme, c'est-à-dire pour que les balais des deux distributeurs en relation soient dans des positions identiques sur leur couronne respective, à chaque instant, il suffirait de partir d'une même division. Le point de départ étant le même et les vitesses semblables, les bras porte-balais tourneraient en synchronisme.

Mais nous devons compter avec le fonctionnement du régulateur. Nous savons qu'il n'intervient que lorsque la puissance et la résistance ne se font plus équilibre, en d'autres termes, lorsque la vitesse vient à varier. Bien que le régulateur agisse rapidement, il faut encore tenir compte du temps nécessaire pour le rétablissement de l'équilibre. Pendant ce temps, si court soit-il, le distributeur correspondant aura continué de tourner à la même vitesse et aura gagné ou perdu du terrain suivant que le régulateur du premier distributeur aura eu à corriger une diminution ou une augmentation de vitesse. Dans ces conditions, le synchronisme est vite détruit. Il faut donc que,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un moyen approprié, nous corrigions les écarts de synchronisme qui se produisent fatalement entre les deux distributeurs en relation.

Principe de la correction. — Comme nous l'avons dit dans l'exposé élémentaire du système Baudot, les écarts de synchronisme ont pour conséquence de faire arriver, en tout ou en partie, une émission quelconque sur le contact précédant ou suivant celui qui devrait normalement la recueillir. C'est ce qu'on exprime dans la pratique en disant que l'on reçoit « sur la précédente ou sur la suivante ».

Pour que l'émission tombe sur le contact précédent, il faut évidemment que le balai du poste récepteur lors de l'arrivée de l'émission soit encore sur le contact placé avant celui où devrait se faire normalement la réception : il est donc en retard sur le balai du poste correspondant. De même, il y a avance sur le balai du poste expéditeur lorsque l'émission tombe sur le contact qui suit celui auquel elle est destinée.

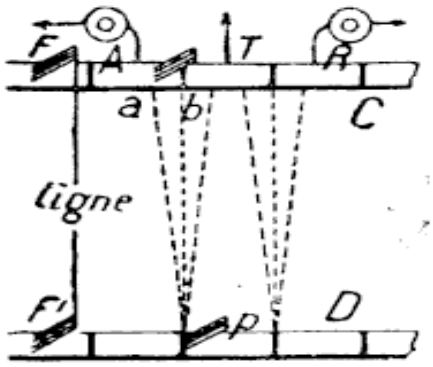


Fig. 40.

Nous pouvons donc conclure qu'un courant envoyé par un contact quelconque indique dans quel sens il y a désaccord entre les balais des deux postes en relation, suivant le contact sur lequel il arrive. Cette remarque donne le moyen de signaler et, par suite, de corriger les écarts de synchronisme. Par exemple, supposons deux postes en relation C et D (fig. 40) et, pour plus de clarté, représentons leurs couronnes développées, c'est-à-dire que les contacts au lieu d'être disposés sur une circonférence, le soient sur une ligne droite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au poste D un contact p est relié à une pile ayant son autre pôle à la terre ; au poste C un autre contact T est mis à la terre. Tant que les balais F et F′ que nous supposons aller de gauche à droite sont en synchronisme, ils parcourent simultanément dans les deux postes les contacts p et T et l'émission du poste D va à la terre en C sans déborder sur les contacts voisins ; on pourra représenter cette émission par deux lignes pointillées qui indiqueront le commencement et la fin.

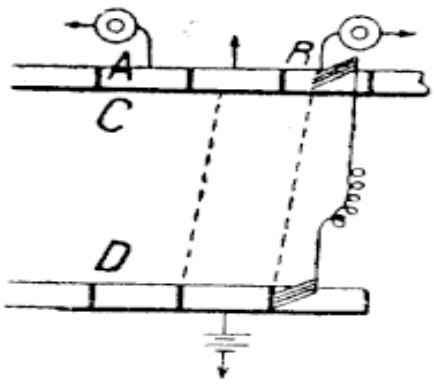


Fig. 41.

Admettons que le balai de C soit en retard sur celui de D ; quand ce dernier F' est déjà sur le contact de pile p, le balai F se trouve encore sur le contact A en un point a, par exemple ; celui-ci reçoit donc une portion a-b du courant envoyé ; si ce contact était relié à un électro-aimant ayant sa sortie à la terre, l'armature de celui-ci serait attirée dès que la portion de courant débordant sur le contact serait suffisante pour en déterminer l'attraction.

Le déplacement de l'armature signale donc que le balai F est en retard sur le balai F′. Pour corriger ce défaut on pourrait utiliser l'attraction de l'armature pour mettre en mouvement un dispositif mécanique, qui, donnant au balai F une impulsion dans le sens de la rotation, lui fit rattraper le temps perdu.

Dans le cas d'une avance du balai F sur le balai F′ (fig. 41), lorsque ce dernier sera sur le contact de pile p, le balai du poste C se trouvera déjà sur le contact R. L'émission débordera donc sur ce contact et pourra mettre en mouvement, comme précédemment, un sys-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tème qui imprime un retard au balai F. Mais il convient de remarquer que la correction des écarts de synchronisme ne s'effectue, dans les deux cas, que lorsque les émissions débordent sur les contacts voisins d'une quantité suffisante pour actionner les électro-aimants qui en dépendent, ce qui a pour résultat de dénaturer les combinaisons envoyées.

En effet, si, par exemple, on doit recevoir la lettre A, c'est-à-dire une émission de travail suivie de 4 émissions de repos, dans le cas d'une réception correcte, la première émission devrait tomber sur le contact 1 ; mais si le balai du poste qui reçoit est en avance d'une quantité suffisante pour actionner le dispositif de correction, une partie de l'émission destinée au contact 1 tombera sur le 2 et fera fonctionner à la fois les électro-aimants 1 et 2, combinaison qui se traduit par la lettre É. Par suite du débordement de l'émission sur le contact suivant, nous recevons donc la lettre É pour la lettre A.

Il importe en conséquence, que la correction se fasse avant que l'écart du synchronisme soit devenu assez grand pour que les combinaisons envoyées risquent d'être dénaturées.

On y arrive en raccourcissant le contact T de la station C aux dépens des contacts A et R (fig. 42) ; de cette façon une partie de l'émission de p déborde toujours et passe dans les électros d'avance et de retard. Bien entendu, on doit faire en sorte que cette petite quantité de courant traversant les électros soit insuffisante pour les faire fonctionner. Mais dès qu'un désaccord entre les balais F et F' se produit, l'émission se trouvant décalée, dans un sens ou dans l'autre, passe en plus grande quantité dans l'un des deux électro-aimants et en détermine le fonctionnement.

Pour simplifier ce système, qui serait d'une réalisation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelque peu compliquée, on donne au régulateur du poste qui reçoit le courant correcteur une vitesse légèrement supérieure à celle du poste qui émet le courant : de cette manière les écarts de synchronisme se produisent toujours dans le sens de l'avance et l'on peut, par conséquent, supprimer l'électro-aimant d'avance devenu inutile ; il en est de même du contact de terre T du poste C, qui n'avait d'autre raison d'être que la facilité de l'exposé du principe de la correction.

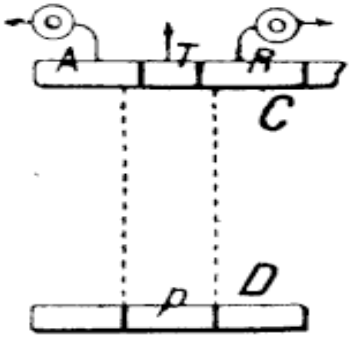


Fig. 42.

Le schéma du système ainsi modifié est donné par la figure 43.

Un des deux postes en communication, appelé *poste correcteur*, envoie, à chaque tour, par un contact déterminé *p*, un courant de travail dit *courant correcteur* ; cette émission est suivie d'un courant de repos émis par le contact suivant *r*. L'autre poste prend le nom de *corrigé*.

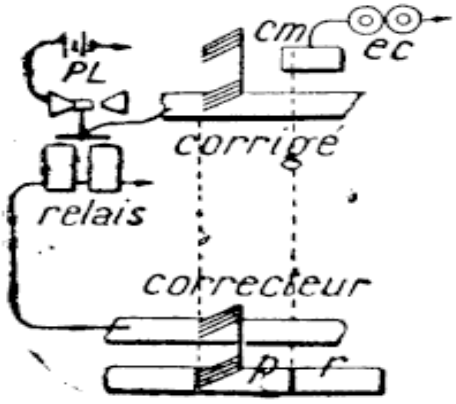


Fig. 43

Les courants correcteurs sont reçus, comme les autres, dans un relais polarisé. Quand le courant de travail de correction arrive dans le relais, l'index de celui-ci, en communication avec une couronne pleine du distributeur, vient sur le butoir de travail relié à une pile locale PL ; le courant de la pile locale est alors envoyé dans la couronne pleine et passe de là dans le contact *cm*, puis dans l'électro-aimant de retard *ec*, par l'intermédiaire d'une paire de balais communiquant électriquement. Ce dernier électro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aimant est appelé *électro-correcteur*, et le contact auquel il est relié prend le nom de *contact mobile*.

Lorsque le courant de repos de correction arrive à son tour, l'index du relais revient à sa position de repos et l'émission du courant local, dans l'électro-correcteur, cesse aussitôt. On comprend que l'électro-correcteur ne fonctionne pas, si l'index du relais est ramené à la position de repos, avant que l'empiètement de l'émission du relais, sur le contact mobile, soit suffisant pour déterminer l'attraction de l'armature de l électro-correcteur. Tant que le synchronisme entre les deux distributeurs correspondants existe, le courant de correction réexpédié par le relais déborde sur le contact mobile d'une quantité insuffisante pour que l électro-correcteur puisse fonctionner ; mais dès que les balais du poste corrigé prennent de l'avance, l'empiètement du courant devient assez grand pour provoquer le déplacement de l'armature de l'électro-correcteur et, par suite, mettre en mouvement le système correcteur. Le point du contact mobile, à partir duquel l'empiètement du courant est suffisant pour déterminer le fonctionnement de l'électro-correcteur, est appelé *point de repère* du contact mobile. Il est évident que ce point sera d'autant plus éloigné du commencement du contact que l'intensité de la pile de relais sera faible, et que le déplacement de l'armature exigera un effort plus énergique.

Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet lorsque nous étudierons l'*orientation* des contacts de réception et nous verrons alors comment on échappe à l'inconvénient des petites fluctuations de synchronisme qui peuvent se produire entre deux corrections successives.

Description du système correcteur. — L'ensemble du système correcteur est logé à l'intérieur d'une boîte rec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tangulaire en laiton appelée *cage du distributeur* et placée sur un socle moteur.

Le dispositif destiné à corriger les écarts de synchronisme est monté sur l'axe même des bras porte-balais. Cet axe reçoit le mouvement du socle-moteur par l'intermédiaire d'une roue à denture oblique d (fig. 44) et de deux roues R_1 et R_2 solidaires l'une de l'autre et montées sur l'axe à frottement doux. La roue R_1 qui engrène avec d, est à denture oblique, et l'autre R_2 est à denture droite.

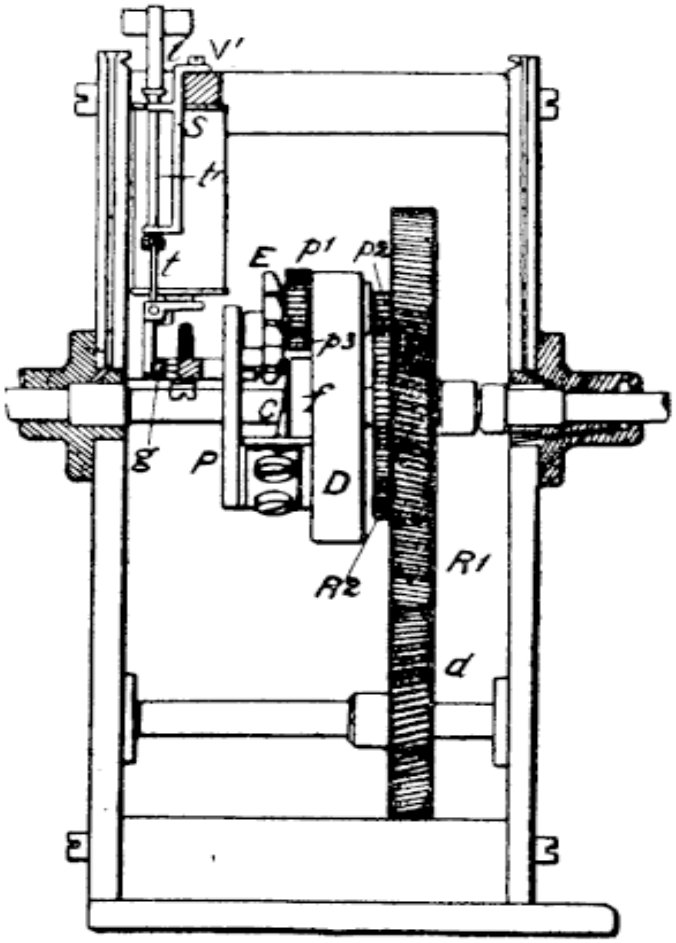


Fig. 44.

Les roues R_1 et R_2 étant folles sur l'axe ne peuvent lui communiquer leur mouvement de rotation. Voici comment est effectuée la liaison : l'axe des bras porte-balais possède un renforcement f sur lequel est solidement fixé, par trois vis, un disque en bronze D. A travers ce disque pivote, dans une position excentrique, un axe terminé à chaque extrémité par un pignon denté en acier, p_1 et p_2. Le pignon p_2 engrène avec la roue folle R_2 qui lui imprime, ainsi qu'au pignon p_1, un mouvement en sens inverse du sien.

L'ensemble des deux pignons est appelé *engrenage*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satellite. Le pignon p_1 entraîne à son tour un autre pignon p_3 dont l'axe pivote, d'une part, dans le disque D, et d'autre part, dans un pont P solidaire du disque. En avant du pignon p_3 et faisant partie du même axe, est placée une étoile en acier ordinairement à 9 dents, E.

Il est évident que le mouvement des roues folles transmis par l'engrenage satellite ferait tourner l'étoile et son pignon sans entraîner l'axe des bras porte-balais si aucun obstacle n'empêchait l'étoile de tourner librement. Cet obstacle, qui constitue l'organe de liaison entre les roues folles et l'axe des bras porte-balais, est formé par un petit galet en acier g (fig. 45) porté par un ressort-lame r monté sur une saillie circulaire du disque de bronze qui est solidaire de l'axe. Le galet vient s'engager entre deux dents de l'étoile et s'oppose à son mouvement de rotation.

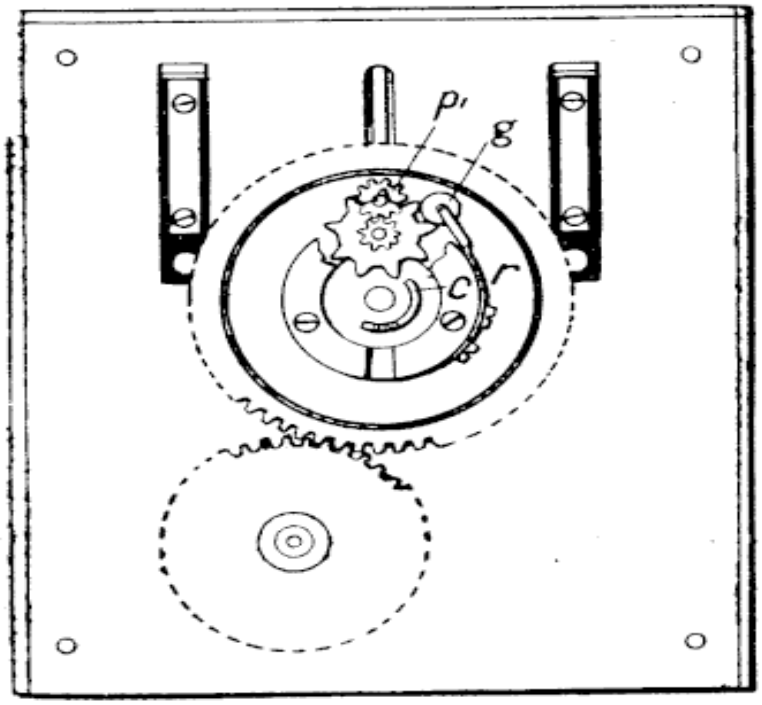


Fig. 45.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Electro-correcteur. — Cet organe, monté sur un cadre en laiton *c* (fig. 46) pouvant coulisser entre deux glissières fixées contre la paroi interne de la face antérieure de la cage, comporte deux bobines vissées sur la culasse. L'armature formée par deux petites palettes p, p_1 solidaires d'un axe carré *a*, est à la partie inférieure et pivote, à frottement très doux, autour de deux vis support traversant des saillies en équerre *q* vissées sur le cadre. Une vis de réglage *v* permet de maintenir l'armature à distance convenable des noyaux.

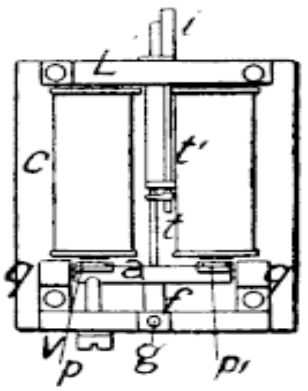


Fig 46.

L'axe carré de l'armature est muni, vers son milieu, d'un prolongement inférieur *f* qui, dans sa position de repos, est placé en face de la tête d'une goupille *g*, dite *goupille de correction*, logée dans un massif en laiton parallèle à l'axe des bras porte-balais, et dépendant du cadre de l'électro-correcteur (fig. 44 et 46). L'étoile de correction entraînée ainsi que l'ensemble du système par le mouvement des roues folles, grâce à l'opposition du galet, vient passer très près de l'extrémité du massif portant la goupille de correction de façon qu'une de ses dents vienne rencontrer la goupille si elle est projetée hors de son logement.

L'axe carré de l'armature possède également, vers sa partie médiane, une tige d'acier *t* (fig. 44 et 46), dont l'extrémité supérieure s'engage entre les branches d'une fourchette solidaire d'une autre tige *t'* pouvant pivoter dans les branches d'un support S fixé au cadre par une vis V'.

Les deux tiges ***t*** et ***t'*** constituent ***l'indicateur de correction.***

Sur un renfoncement de l'axe se trouve une came hémicirculaire en dos d'âne ***c*** (fig . 44 et 45) qui passe, à chaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tour, près du logement de la goupille de correction g de façon à la repousser dans son massif dans le cas où elle en ferait saillie.

Fonctionnement du système correcteur. — Pour bien se rendre compte de la manière dont s opère le décalage des balais par rapport aux roues folles, il importe de remarquer que tout déplacement de l'étoile de correction autour de son axe, dans le sens du mouvement de l'ensemble du système (flèche f fig. 47), a pour conséquence de faire rouler

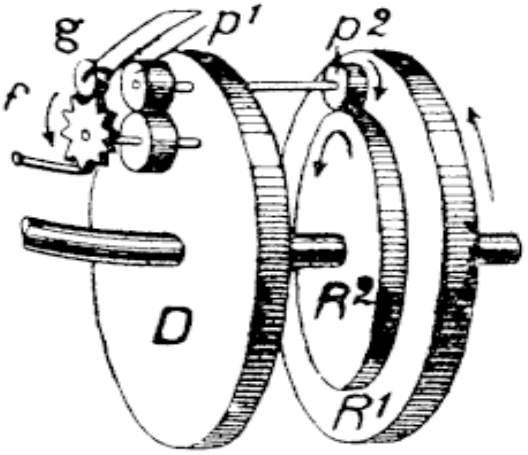


Fig. 47.

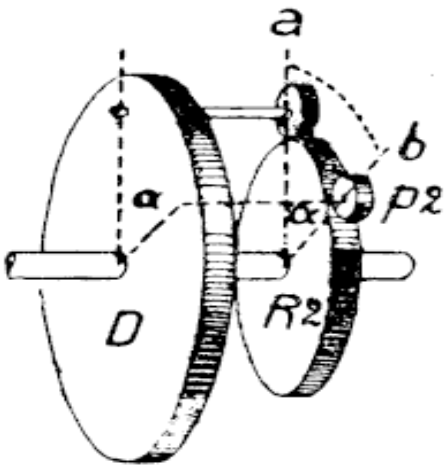


Fig. 48.

le mobile p^2 de l'engrenage satellite sur la roue folle R^2 *en sens inverse du mouvement de cette dernière.* Or c'est le mobile p^2 qui fixe la position de l'axe porte-balais par rapport aux roues folles, c'est-à-dire au mouvement donné par le socle-moteur. Si donc le mobile roule sur la roue R^2 en sens inverse du mouvement général, c'est l'axe des bras porte-balais qui est décalé, en retard, sur les roues folles, d'un angle égal à celui qu'a parcouru le mobile p^2. Si le mobile p^2 s'est déplacé de a en b (fig. 48), l'angle dont est décalé le disque D, et par suite l'axe des bras porte-balais par rapport à la roue R^2, a pour valeur α.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le mobile p^2 ne peut se déplacer qu'autant que le restant de l'engrenage satellite et l'axe de l'étoile avec son pignon partagent ce mouvement. Mais l'étoile est calée par le galet g. Pour que le mobile p^2 roule sur la roue folle R^2 en sens inverse du mouvement général, il suffira donc de faire tourner l'étoile de correction dans le sens de la rotation de l'ensemble du système tout entier (flèche f, fig. 47) en lui faisant vaincre la résistance opposée par le galet. Ce but est atteint d'une façon très simple. En effet, si, sur le parcours de l'étoile, et dans un plan perpendiculaire à celui de sa rotation, nous plaçons un obstacle, une goupille, par exemple (fig. 47), de telle manière qu'elle soit rencontrée par une seule dent de l'étoile, lorsque celle-ci arrivera sur l'obstacle elle ne pourra le franchir qu'en tournant sur son axe, et en forçant le galet g à se soulever pour retomber dans l'intervalle des deux dents suivantes. L'enjambement de la goupille par l'étoile, et le soulèvement du galet s'opèrent facilement en raison de la vitesse du système, c'est-à-dire de son énergie cinétique (pr. n° 10). La rotation de l'étoile, transmise par son pignon, a pour résultat de faire reculer le mobile p^2 sur la roue folle R^2.

Le décalage est donc égal à l'intervalle de deux dents de l'étoile multiplié par le rapport des pignons p_1, p_2, p_3.

Ce rapport étant $\frac{1}{16}$, on aura, pour une étoile à 9 dents, un décalage de $\frac{1}{9 \times 16} = \frac{1}{144}$ de circonférence, soit 2° 1/2.

Lorsque, sur le contact mobile, l'empiètement du courant émis par le relais sous l'action du courant de travail de correction du correspondant est suffisant, l'électro-aimant attire son armature dont le prolongement inférieur (fig. 46) chasse la goupille g hors de son logement sur la trajectoire de l'étoile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au moment où une des dents arrive contre la goupille de correction, le mouvement n'est pas arrêté, mais l'étoile, en vertu de sa vitesse acquise, franchit l'obstacle en tournant légèrement avec son axe et son pignon, ce qui entraîne la rotation de l'engrenage satellite et le roulement du mobile p^2 sur la roue R^2, comme nous l'avons indiqué plus haut. Le galet, soulevé par le déplacement de l'étoile, malgré l'opposition du ressort qui le porte, retombe brusquement dans l'intervalle des deux dents suivantes, en achevant le mouvement de rotation de l'étoile. Après le passage de l'étoile, la came de rappel *c* (fig. 44 et 45) vient au contact de l'extrémité de la goupille de correction et, par l'action de son plan incliné, la ramène progressivement à sa position de repos.

Les étoiles de correction ordinairement employées ont 9, 12 ou 15 dents suivant le type d'installation à desservir.

Les mobiles p_1, p_2 (fig. 44) de l'engrenage satellite ayant respectivement 12 et 24 dents, le pignon p_3 de l'étoile 12 dents et la roue folle R, 96 dents, le rapport de ces engrenages est :

$$\frac{12 \times 12}{24 \times 96} = \frac{1}{16}.$$

Par suite l'étoile à 15 dents imprime à l'axe des bras porte-balais, à chaque correction, un recul angulaire de :

$$\frac{1}{15 \times 16} = 1/240 \text{ de circonférence ou } 1° 1/2.$$

et l'étoile à 12 dents ;

$$\frac{1}{12 \times 16} = 1/192 \text{ de circonférence ou } 1° 7/8.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VII

DISTRIBUTEUR

Considérations générales. — L'exposé du principe de l'appareil Baudot nous a déjà appris que le distributeur se composait essentiellement de plusieurs couronnes métalliques divisées, ou non, en segments appelés contacts sur lesquels les courants étaient recueillis et dirigés, par l'intermédiaire de balais métalliques, soit sur la ligne, soit dans des organes appropriés pour les recevoir.

L'ensemble des couronnes est désigné sous le nom de *plateau* et sa position, ainsi que le nombre de contacts de chaque couronne, diffère suivant le type d'installation auquel il appartient.

Dans les installations à deux, trois ou quatre transmissions par tour des balais et n'employant qu'un seul relais, les couronnes placées concentriquement sont au nombre de six, reliées deux par deux par des balais conjugués. Elles sont numérotées de l'extérieur au centre : leur affectation sera indiquée plus loin d'une façon précise.

Le nombre des contacts des couronnes sectionnées varie selon que le distibuteur est destiné à une transmission double, triple, quadruple, ou sextuple.

Nous savons déjà qu'il faut cinq contacts pour une réception ou une transmission, plus deux autres segments pour l'envoi ou la réception des courants correcteurs. Il existe, en outre, des contacts supplémentaires destinés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à tenir compte du temps de propagation des émissions lorsque le sens de la transmission est inversé.

Ainsi, en considérant, par exemple, les portions de couronnes de transmission de deux postes A et B, les couronnes étant représentées développées, si A envoie 5 émissions successives vers B, elles seront reçues dans cette dernière station au bout d'un certain temps *ab* (fig. 49) que nous appellerons *temps de propagation* de A vers B.

Lorsque la cinquième émission sera arrivée en B, le balai du poste A aura eu le temps de parcourir une certaine longueur de contact *c d* précisément égale à *a b*, et si, à ce moment, B expédie à son tour ses courants, avant que le commencement de la première émission ait pu atteindre A le balai de ce dernier aura franchi une nouvelle distance encore égale à *a b*. Cette distance 2*ab* est appelée temps de propagation *aller et retour*.

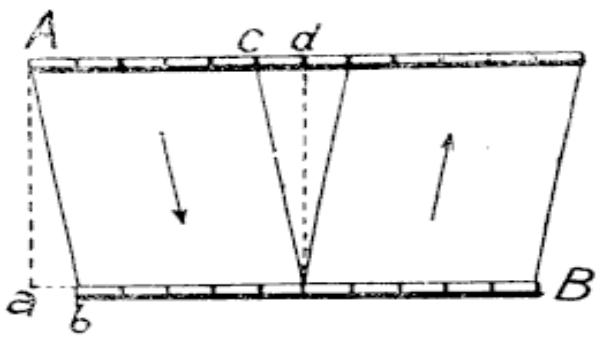


Fig. 49.

Comme il est dit dans le premier chapitre, ce temps dépend de la capacité, de la self-induction, de l'état électrique des conducteurs, et aussi de la self-induction du récepteur et de l'inertie mécanique de son armature ; il est donc variable d'une ligne à une autre.

Dans les plateaux des installations à double transmission, il y a un ou deux contacts de propagation. Les installations pour triple, quadruple ou sextuple en ont deux ou trois.

Nous pouvons maintenant évaluer le nombre de contacts des couronnes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Celles du distributeur de double auront :

2 secteurs de cinq contacts, soit . .	10	contacts
Envoi ou réception des courants de correction	2	—
Propagation	1 ou 2	—
Total.	13 ou 14	—

Le distributeur de triple en aura 19 ou 20, celui de quadruple 24 ou 25, celui de sextuple, 35.

Il s'agit ici des couronnes affectées à la transmission

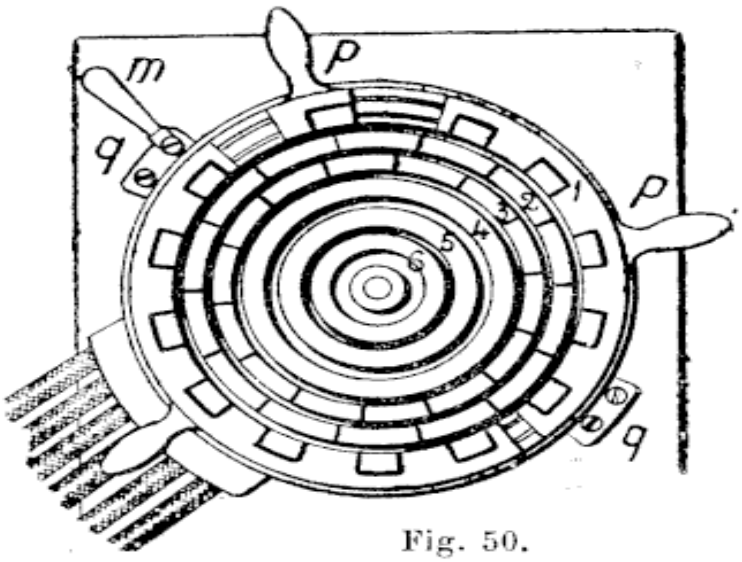


Fig. 50.

ou à la réception et de celles qui servent à l'émission des courants destinés à la cadence du manipulateur ou à maintenir la concordance de vitesse entre le distributeur et les traducteurs.

La couronne la plus extérieure, c'est-à-dire la première, a un nombre de contacts moins grand que celui des autres.

Dans le distributeur de double, à 14 contacts, il n'y a que douze contacts, plus un contact spécial relié à l'électro-correcteur ; nous l'avons appelé contact mobile.

Les douze premiers contacts sont montés en deux sec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs non solidaires, un de cinq et un de sept, pouvant se manœuvrer indépendamment l'un de l'autre à l'aide de petites poignées p (fig. 50).

Les contacts des deux secteurs sont moitié moins longs que ceux des autres couronnes : nous en donnons la raison plus loin.

Les couronnes 4, 5, 6, ne sont pas sectionnées.

Description du plateau. — La figure 51 représente une coupe du plateau de distributeur de double ; ceux du triple et du quadruple à un relais sont identiques en tant que disposition. Les couronnes 2, 3, 4, 5, et 6 sont fixées sur un plateau d'ébonite E, évidé en son centre pour laisser passer l'axe des bras porte-balais. La tête des vis de fixation V est taraudée pour recevoir une autre vis destinée à y fixer un fil de communication. La boucle formée par l'extrémité du fil est emprisonnée dans une petite capsule échancrée d'un côté ; les brins du conducteur ne peuvent ainsi, en s'écartant, établir de mélange avec les plots voisins. Le plateau d'ébonite est fixé lui-même à une galerie circulaire g, munie à sa base d'un épaulement pouvant s'engager dans une rainure R, creusée dans la platine antérieure de la cage du distributeur. Deux équerres q (fig. 50 et 51) servent à maintenir solidement la base sur la cage.

Comme nous l'avons dit plus haut, les secteurs de la première couronne doivent pouvoir se déplacer.

A cet effet, les contacts sont montés sur des segments d'ébonite S, creusés de part et d'autre d'une rainure dans laquelle viennent s'engager des saillies circulaires de la galerie g d'une part, et d'une autre galerie g^1 fermant extérieurement la cavité du plateau. Le déplacement des secteurs se fait à frottement assez dur grâce à de petits ressorts à boudin r, logés dans des trous pratiqués à cet effet dans l'ébonite et appuyant sur la galerie intérieure g.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette disposition a pour but d'éviter que le secteur ne se déplace sous l'action des trépidations de l'appareil. Les fils de communication sont fixés comme ceux des autres couronnes. L'ensemble est réparti en plusieurs câbles soigneusement isolés et enveloppés d'un guipage. Les câbles

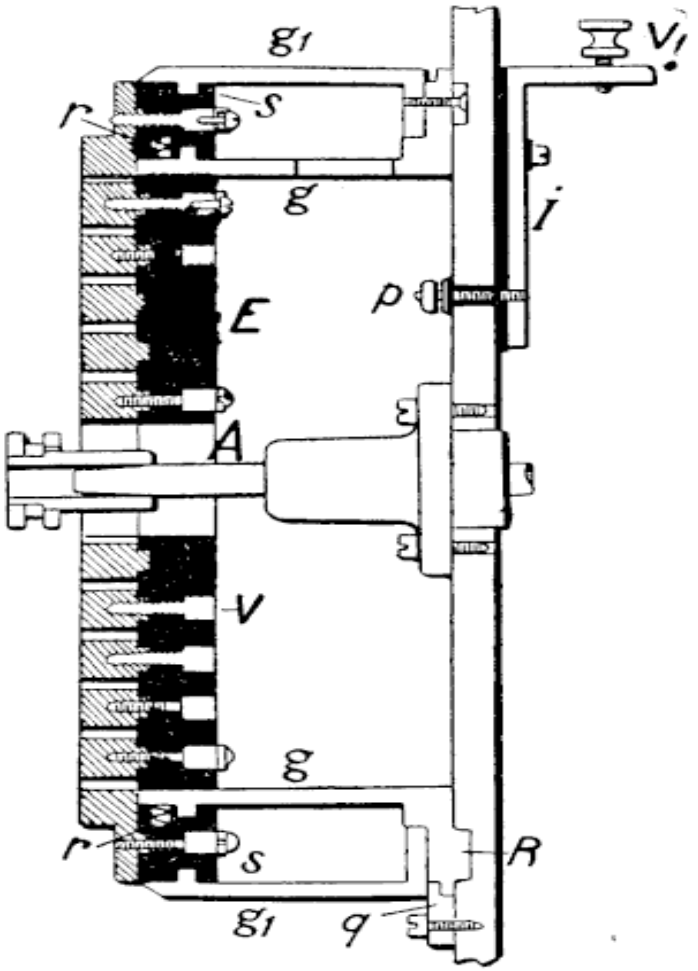


Fig. 51.

sortent du plateau par une échancrure appropriée et amènent les communications sur des réglettes de plots logées dans la table et recouvertes d'un couvercle ; ces réglettes constituent la boîte des coupures dont nous parlerons bientôt.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le contact mobile possède une liaison spéciale ; son fil va s'attacher à un plot (fig. 51) traversant la paroi de la cage dont il est d'ailleurs isolé par une garniture d'ébonite. Le plot est solidaire d'une équerre I, isolée également, sur laquelle se fixe, à l'aide d'une vis V^1, le fil d'entrée de l'électro-correcteur. La sortie de ce dernier est reliée à la platine qui est elle-même en communication avec la terre.

Indépendamment des mouvements que peuvent subir les secteurs de la première couronne, le plateau tout entier peut être déplacé en glissant sous les deux équerres qui le maintiennent contre la cage. L'une des équerres possède une manette *m* (fig. 50) commandant une vis à portée permettant de bloquer le plateau dans la position voulue.

Raison de l'écourtement des contacts de la première couronne. — L'emploi d'un récepteur très sensible a permis de réduire la déformation des signaux, quant à leur moment d'apparition. D'autre part, le régulateur et le fonctionnement du système correcteur assurent le synchronisme dans des limites assez étroites.

Mais le relais, aussi bien que la correction du synchronisme, ne font disparaître d'une façon absolue ni la déformation du signal, ni les petits écarts de synchronisme. En effet, pour que les émissions apparaissent à des moments à peu près semblables, il faudrait que le relais pût fonctionner avec une intensité très voisine du point d'origine des courbes, sinon à ce point même (O, fig. 6) c'est-à-dire avec une intensité pratiquement nulle. Et même, en admettant qu'on réussisse à vaincre cette difficulté, ce qui est improbable, il faudrait encore tenir compte que la ligne ne se décharge pas aussi vite après plusieurs émissions de même sens qu'après une seule. Nous donnons plus loin un exemple qui fera comprendre l'inconvénient de ce phé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nomène. Quant au régulateur et au système correcteur nous savons qu'ils n'agissent que lorsqu'il existe déjà une différence de vitesse ou une perturbation du synchronisme.

Pour ces raisons, nous devons nous attendre à ce que les émissions n'arrivent pas avec précision sur les contacts auxquels elles sont destinées ; elles déborderont sur les contacts voisins suivant l'état électrique du conducteur ou les écarts de vitesse des deux distributeurs correspondants.

Considérons 3 contacts : 1, 2, 3 (fig. 52). Une émission (représentée en pointillé) arriverait normalement sur le contact 2 auquel on la destine si le synchronisme était parfait.

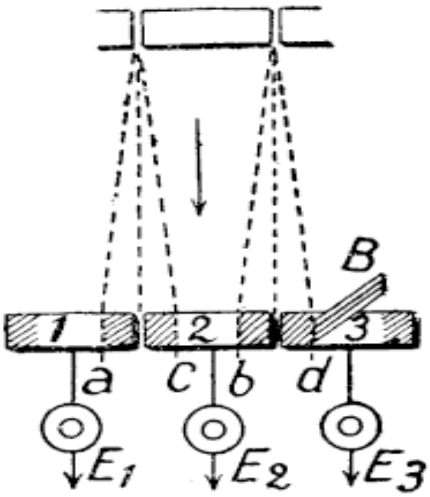


Fig. 52.

Mais si, par suite d'un retard dû à une cause quelconque, le balai B se trouve en *a* au moment de l'apparition de l'émission, il est évident que cette dernière est reçue de *a* en *b*, c'est-à-dire qu'elle empiète sur le contact 1 ; il y aura débordement sur la précédente. Le même défaut se manifesterait, mais en sens inverse, si le balai B se trouvait en avance au lieu d'être en retard, et nous aurions alors un débordement sur la suivante. La figure 52 nous met à même de constater que la partie de l'émission qui arrive entre *c* et *b* est la seule qui atteigne sûrement le contact 2 ; celle qui précède *c* peut tomber sur le contact 1, celle qui suit *b*, déborder sur le contact 3, et les électro-aimants récepteurs E_1 et E_3, reliés à ces contacts, enregistrer des signaux qu'ils ne doivent pas recevoir. Le moyen le plus simple et le plus radical de remédier à cet inconvénient, c'est d'écourter les contacts de façon que les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

débordements tombent dans l'intervalle ainsi créé entre eux. Il est facile de voir, sur la figure, qu'aucun des contacts ne recevrait l'empiètement de l'émission à destination de son voisin si ces contacts étaient diminués de toute la partie hachurée.

Pour compléter la démonstration, examinons maintenant l'effet des périodes de décharge sur le moment d'apparition des signaux.

Soient 5 émissions successives arrivant sur les 5 contacts d'une portion de couronne développée. Traçons sur un axe OT (fig. 53) les courbes d'intensité des cinq émissions en observant que les émissions positives auront leur courbe au-dessus de la ligne OT et les négatives, au-dessous.

Supposons d'abord que les émissions soient alternées, c'est-à-dire qu'un courant d'un signe quelconque soit toujours suivi d'un courant de signe contraire. La première émission étant positive, par exemple, sa courbe montera de O à *a* ; mais, à ce moment, le poste expéditeur supprime l'émission positive pour y substituer une négative. La ligne va se décharger alors d'autant plus rapidement que l'émission négative qui s'y propage annule, en la neutralisant, la portion de fluide qui n'a pas eu le temps de s'écouler à travers le relais récepteur.

La courbe va donc descendre à partir de *a*, coupera la ligne OT pour atteindre, en négatif, une valeur maxima au point *b*. Puis l'émission positive survenant, la décharge en négatif et la charge en positif auront lieu successivement et la courbe, après avoir de nouveau coupé la ligne OT, remontera jusqu'à *c*, etc...

Dans cet exemple, les décharges se font avec la même rapidité. Il n'en est plus de même si plusieurs émissions se succèdent. En effet, si le correspondant envoie trois émissions positives, une négative, et une positive (combinaison représentant le blanc des chiffres), la courbe, après

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avoir atteint le point *a*, comme précédemment, continue à croître parce que la ligne n'est pas complètement chargée après une seule émission. On admet généralement que trois émissions successives, d'une durée de 1/72 de seconde chacune, sont nécessaires pour amener au maximum la charge d'une ligne aérienne de 5 à 600 kilomètres de longueur.

Il résulte de ceci qu'à la fin de la troisième émission posi-

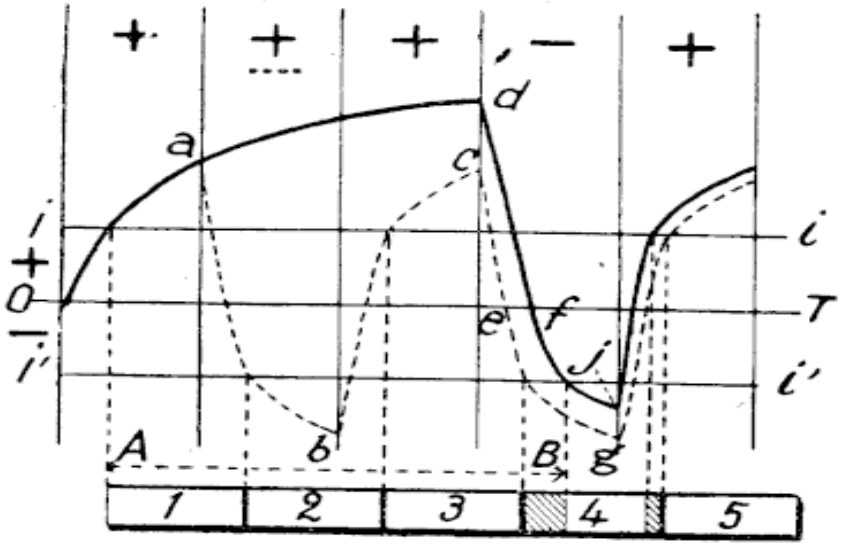


Fig. 53.

tive la courbe atteint un point *d* plus élevé que *c*. La charge ayant été plus forte, la décharge est plus longue, malgré l'effet de l'émission négative suivante et la courbe vient couper la ligne O T en *f* au lieu de *e*. Ce n'est donc qu'à partir de *f* que l'émission négative va se développer, et, naturellement, elle n'a pas le temps d'atteindre la valeur normale indiquée par le point *g*. Dès qu'elle sera en *j*, l'émission négative cessera pour faire place à la positive. La décharge en négatif sera d'autant plus rapide que la ligne n'aura reçu qu'une émission déjà écourtée par la décharge positive précédente, et cette rapidité favorise la 5e émission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui a, ainsi, le temps d'arriver à un maximum plus élevé.

Nous voyons déjà que l'émission négative est diminuée au profit de celles qui la précèdent ou la suivent. Elle se trouve non seulement dénaturée quant à sa longueur, mais, aussi, dans son moment d'apparition puisqu'elle atteint plus tardivement l'intensité nécessaire pour actionner l'armature du relais récepteur.

Pour mettre le défaut en évidence, supposons qu'il faille une intensité OI en positif et OI′ en négatif pour faire fonctionner le relais, et tirons les lignes I*i* et I′*i*′ parallèles à l'axe OT. Lorsque la courbe de la première émission atteindra I*i*, l'index du relais se mettra sur travail, par exemple, et y restera jusqu'à ce que la courbe en négatif ait atteint la ligne I′*i*′. A ce moment, l'intensité en négatif est devenue suffisante, l'index revient à la position de repos. Il aura donc envoyé un courant dans les contacts de la première couronne pendant tout le temps AB, c'est-à-dire, non seulement dans les contacts 1, 2 et 3, mais aussi dans une partie du contact 4 qui ne devait recevoir aucun courant et dont l'électro-récepteur pourra être actionné intempestivement. Là encore, il est facile de constater que le débordement serait évité en écourtant les contacts de toute la partie représentée en hachures.

En résumé, les contacts de la première couronne ont été diminués de moitié de façon à empêcher le débordement des émissions sur des contacts auxquels elles ne sont pas destinées, débordement produit par les petites fluctuations du synchronisme, qui existent encore malgré l'action du système correcteur, et l'effet des variations des périodes de charge et de décharge du conducteur.

Dans les modèles de distributeurs les plus récents, les contacts écourtés de la première couronne sont en partie encadrés par les saillies d'une *couronne crénelée* coupée également en secteurs (fig. 50) ; l'ensemble peut se déplacer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en même temps. Cette disposition a pour but d'éviter le plongement des balais qui a pour inconvénient d'allonger en quelque sorte le contact écourté.

Si nous représentons un contact vu de profil (fig. 54) et supposons qu'un balai se déplaçant de droite à gauche vienne rencontrer l'arête du contact par un point *a* nous verrons que le balai glisse sur cette arête jusqu'à ce que son extrémité *e* ait gravi le ressaut. Le courant étant envoyé dès le commencement de la rencontre du balai et de l'arête, et pendant le glissement du balai sur celle-ci le résultat est donc l'allongement de l'émission du contact de toute la longueur de la partie comprise entre le point *a* et l'extrémité du balai *e*.

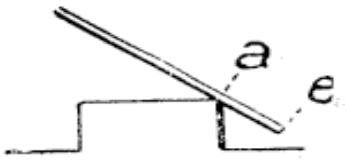


Fig. 54.

Le plongement des balais fait ainsi disparaître l'avantage de l'écourtement. La couronne crénelée, dont les indentations sont occupées par les contacts écourtés, obvie à l'inconvénient parce que les balais sont soutenus par elle jusqu'au moment où ils arrivent sur le contact. Pour la même raison, une pièce de soutien a été placée en avant du contact mobile.

Bras porte-balais. — Ils sont constitués par trois branches de laiton plat dont deux C et D (fig. 55) sont, au moyen de trois vis, solidaires d'une rondelle d'acier portant un pivot également d'acier.

La troisième branche *m* est susceptible de prendre diverses positions par rapport aux deux autres ; elle se termine, à cet effet, par un anneau entourant un épaulement de la rondelle porte-pivot, et peut être bloquée contre cette dernière par la vis V qui la traverse, sans la toucher, à travers une ouverture appropriée.

Les porte-balais se composent de deux gouttières *g* et *g'*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans lesquelles glissent des balais *b* formés par une dizaine de brins de cuivre placés côte à côte et soudés par une extrémité. Ces balais sont maintenus dans les gouttières par une barrette transversale B, commandée par un écrou é, dans lequel taraude une tige filetée *f*, solidaire d'un croisillon, réunissant les deux gouttières. L'écrou ne peut se dévisser sous l'action des trépidations parce qu'il est bloqué par un ressort à boudin entourant la tige filetée ; la barrette est d'ailleurs évidée plus largement en cet endroit pour loger le ressort.

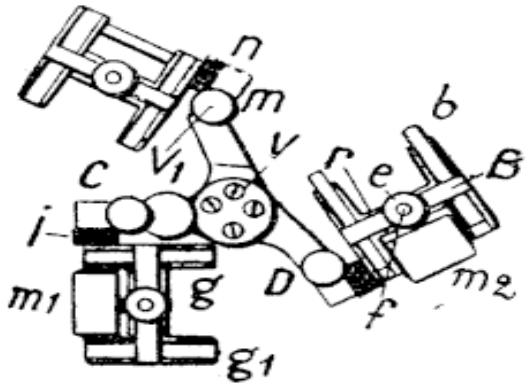


Fig. 55.

Les deux gouttières sont traversées par un axe en acier dont elles sont rendues solidaires par une vis. L'extrémité libre de l'axe vient pivoter à frottement dur dans une mâchoire *n* qui termine le bras et qui est serrée, à volonté, au moyen d'une vis à main V¹. La mâchoire est garnie d'un revêtement d'ivoire I, muni d'un épaulement qui isole complètement, au point de vue électrique, les porte-balais du bras qui les supporte. Les porte-balais unissent électriquement deux à deux les couronnes 1 et 4, 2 et 5, 3 et 6. Les trois branches de la pièce étant de longueurs inégales, il a fallu les équilibrer, au moyen de masses en laiton m_1 et m_2 (fig. 55) enfilées sur l'axe du bras porte-balais, pour éviter des à-coups dans le mouvement de rotation.

En effet, l'ensemble du système porte-balais tournant dans un plan vertical, si l'une des branches était plus lourde que les autres, il se produirait un ralentissement au moment où cette branche, se trouvant à la partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieure de sa course, devrait remonter pour atteindre la plus élevée, et une accélération lorsque cette branche descendrait.

Les masses sont calculées pour obtenir l'équilibre des trois parties ; la branche la plus longue n'ayant pas de masse et la plus petite étant munie de la masse la plus lourde. C'est d'ailleurs la même raison qui a fait répartir les porte-balais sur trois bras ; les premiers distributeurs Baudot étaient horizontaux et il n'y avait qu'un seul bras sur lequel étaient accouplés, deux à deux, les six balais.

Manchon d'entraînement des bras porte-balais. — Les bras porte-balais ne sont pas fixés d'une façon définitive sur l'axe du système correcteur. Cet axe se termine par une partie conique sur laquelle s'engage un cylindre en laiton *m* (fig. 56) muni d'un épaulement *e* percé de 12 trous équidistants. Le cylindre, ou manchon d'entraînement, est fixé à l'axe par une goupille qui traverse l'ensemble.

En avant de son épaulement le manchon possède une partie lisse *l* sur laquelle se place une bague en acier *b*, munie d'une encoche et d'une goupille *g* qui vient s'engager dans l'un des douze trous de l'épaulement.

La bague est serrée contre ce dernier par un écrou annulaire en acier E se vissant sur un filetage pratiqué à l'extrémité du manchon. La bague peut donc prendre par rapport à l'épaulement, et, par conséquent, à l'axe du système correcteur, 12 positions différentes ; nous verrons au chapitre des réglages la raison de ce dispositif. Le manchon d'entraînement est garni, en avant de l'axe du système correcteur, d'un petit cylindre creux en acier *c* dans lequel s'engage, à frottement doux, le pivot des bras porte-balais.

La liaison entre les deux parties s'opère au moyen d'un cliquet pivotant sous la branche la plus courte des porte-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

balais et commandé par un bouton cannelé placé de l'autre côté : le cliquet vient s'engager dans l'encoche de la bague où il est maintenu par l'action d'un petit ressort à boudin enroulé autour de son axe de pivotage. L'encoche de la bague est taillée de telle sorte que l'entraînement a lieu seulement dans le sens normal de rotation ; si, pour une raison quelconque, le système venait à tourner à rebours, le cliquet sortirait de l'encoche, et la liaison des bras porte-balais avec l'axe du système correcteur serait rompue. Cette disposition a pour but d'éviter la mise hors de service des balais des couronnes sectionnées qui, en raison de leur inclinaison dans le sens normal du mouvement de rotation, viendraient ébouriffer leurs brins entre deux contacts, dans le cas d'une marche en arrière.

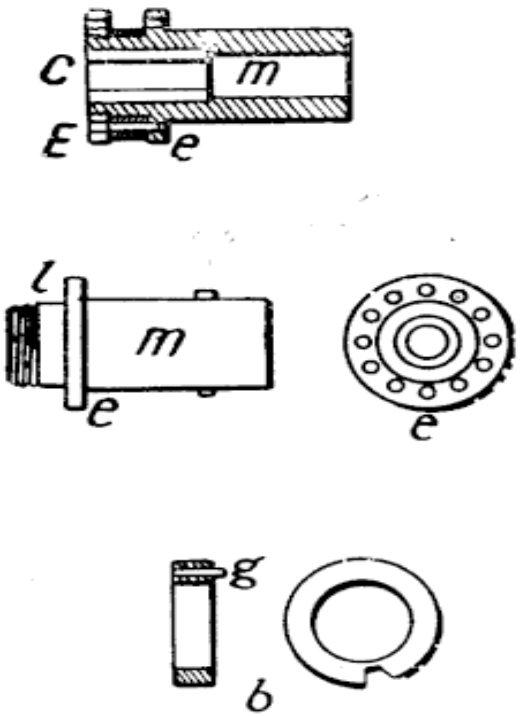


Fig. 56.

L'équipage des bras porte-balais que nous venons de décrire est le perfectionnement d'un autre système qui exigeait l'emploi de balais munis d'un culot en laiton. Les gouttières du porte-balais étaient terminées par un bloc également en laiton percé d'un trou de la dimension du culot du balai ; le bloc était ouvert à la partie supérieure pour laisser place à un ressort qui, appuyant simultanément sur les deux gouttières, y maintenait solidement les culots des balais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VIII

ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION ORDINAIRE

Diagramme d'une communication double. — Nous pouvons, dès maintenant, étudier la constitution d'une installation pour deux transmissions simultanées. Mais il

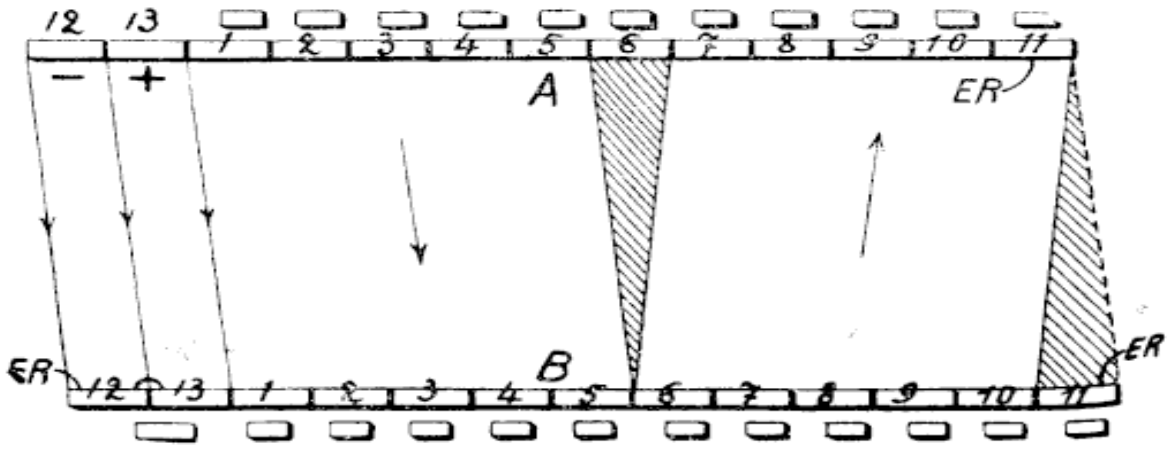


Fig. 57.

importe, au préalable d'envisager l'attribution des contacts affectés à la transmission ou à la réception. On se sert à cet effet d'un diagramme. La figure 57 représente le diagramme d'une double transmission entre deux postes A et B, pour une propagation d'un contact, aller et retour.

Les couronnes 1 et 2, développées pour la commodité de l'étude, sont généralement seules représentées dans ces sortes de figures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poste A est *correcteur*. Les contacts 12 et 13 de sa deuxième couronne sont reliés le premier à la pile de travail et le second à la pile de repos. Les cinq émissions de transmission de ce poste suivent immédiatement par les contacts 1, 2, 3, 4 et 5 de la même couronne. Ces émissions sont reçues, à cause de la position du contact mobile de B (voir plus loin : Orientation), par les contacts 12, 13, 1, 2, 3, 4, 5, de la deuxième couronne du *poste corrigé* B, qui transmet, à son tour, dès la fin de la réception de la dernière émission du poste correcteur, par les contacts 6, 7 8, 9 et 10, de la même couronne.

Mais, comme nous l'avons dit précédemment, entre le moment où le dernier courant de A vers B est expédié, et celui où apparaîtra en A la première émission de B vers A, le balai de ce dernier poste aura eu le temps de franchir le contact 6, en admettant, comme nous l'avons fait, que le temps de propagation, aller et retour, soit d'un contact, L'émission du contact 6 du poste corrigé va arriver sur le contact 7 du poste correcteur et les 4 autres en suivant, c'est-à-dire sur les contacts 8, 9, 10 et 11. Après la réception de la dernière émission de B, le poste A envoie de nouveau ses courants correcteurs par 12 et 13 et le même cycle se reproduit. Il convient de remarquer qu'entre la fin de l'émission du contact 10, du poste corrigé, et l'arrivée chez ce dernier du commencement du courant correcteur, il y a encore un contact perdu pour la propagation aller et retour, c'est le contact 11.

Schéma des communications d'une installation double. — Nous donnons ci-contre (fig. 58) le schéma des communications d'un seul secteur, celles de l'autre secteur étant identiques.

Transmission — Les courants de travail ou de repos émis par les cinq ressorts de transmission du manipula-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur sont dirigés sur les 5 contacts de la deuxième couronne ; par l'intermédiaire des balais conjugués de la deuxième et de la cinquième couronnes, ils arrivent dans cette dernière qui est en relation permanente avec la ligne.

Réception. — L'itinéraire d'un courant, à la réception, est un peu plus compliqué. Si nous supposons qu'une émission vienne de la ligne, nous voyons qu'elle passe par les cinquième et deuxième couronnes et arrive aux ressorts du manipulateur qui sont toujours en relation, soit avec la pile de travail, soit avec la pile de repos. Or,

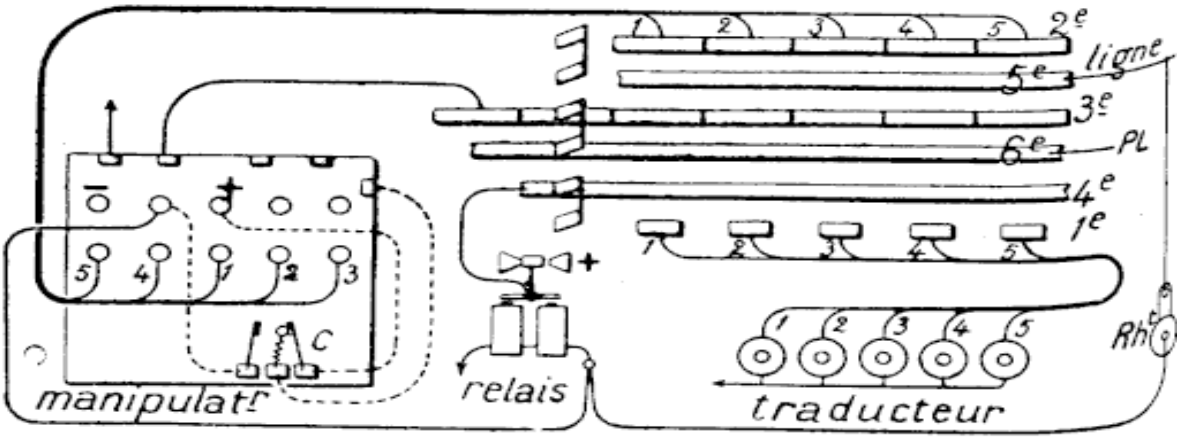


Fig. 58.

nous avons fait remarquer, dans l'exposé du système, que les courants arrivant de la ligne sont trop faibles pour effectuer le travail mécanique de la traduction des signaux et qu'il est nécessaire de les recevoir dans un relais qui leur substitue des courants plus énergiques. Il faut donc que les émissions soient dirigées sur le relais. A cet effet, le manipulateur a été muni d'un commutateur *c* (fig. 58) que nous avons déjà étudié, et dont nous ne donnons, dans le schéma, que la partie qui nous intéresse. La goupille est en communication permanente avec la réglette postérieure du manipulateur : dans la position

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de transmission, cette goupille s'applique contre le ressort-lame de droite, qui amène le courant de la pile de repos : dans la position de réception, elle est au contact du ressort de gauche qui est en relation avec l'entrée du relais.

Les courants de la ligne en arrivant à la réglette postérieure du manipulateur trouvent donc, si la manette du commutateur est sur réception, un chemin vers le relais qu'ils traversent pour aller prendre terre.

Si le courant reçu est émis par la pile de repos, l'index du relais se met dans la position de repos, s'il ne s'y trouve à l'avance, et aucun courant n'est envoyé par le relais. Au contraire, lorsque l'émission reçue provient de la pile de travail, l'index tombe sur le butoir de travail qui est, comme nous le savons déjà, en relation avec une pile locale positive ou négative (le sens est indifférent).

L'index et, par suite, le massif du relais communiquent avec la quatrième couronne (non sectionnée). Par une paire de balais conjugués, la quatrième couronne est en relation successivement avec les contacts écourtés de la première couronne qui communiquent, d'autre part, chacun avec un des électro-aimants récepteurs des traducteurs.

Ainsi, par exemple, dans le schéma, les contacts 1, 2, 3, 4 et 5 de la première couronne sont reliés respectivement aux électro-aimants 1, 2, 3, 4 et 5 du traducteur n° 1.

Les courants émis par le relais viennent donc actionner les électro-aimants des traducteurs qui reproduisent la combinaison faite au départ au moyen des cinq leviers du manipulateur.

Nous étudierons, dans un chapitre spécial, comment le déplacement des armatures a été utilisé pour produire l'impression du caractère typographique traduisant la combinaison reçue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les deux postes les leviers de transmission 1, 2, 3, 4 et 5 du manipulateur 1 sont reliés électriquement avec les contacts 1, 2, 3, 4, et 5 de la deuxième couronne, tandis que les contacts 6, 7, 8, 9 et 10 de cette même couronne sont respectivement en communication avec les ressorts de transmission 1, 2, 3, 4 et 5 du manipulateur 2.

Nous avons vu dans le diagramme établi pour une propagation d'un contact, aller et retour (fig. 57), que la cinquième émission du manipulateur 2, du corrigé, arrivait sur le contact 11 du correcteur ; ce contact n'étant pas affecté à un ressort de manipulateur a été relié directement à l'entrée du relais, pour assurer la réception de l'émission qui tombe sur ce contact. La même disposition a été prise au poste corrigé.

Contrôle de la transmission. — Ce contrôle est obtenu au moyen d'une dérivation prise sur la ligne, à travers une résistance appropriée (R*ht* (fig. 58) dont nous examinerons plus loin la disposition. La dérivation aboutit à l'entrée du relais qui fonctionne comme sous l'action des courants provenant de la ligne et envoie ses émissions dans le traducteur où sont enregistrées ainsi les combinaisons expédiées.

Pour que la plus grande partie du courant passe sur la ligne, la résistance devra être aussi forte que possible. On sait, d'ailleurs, que dans un circuit bifurqué les intensités sont en raison inverse des résistances (pr. n° 4).

A la réception, une très faible portion du courant de ligne franchit bien le rhéostat, mais son action concorde avec celle de la partie principale de l'émission passant par la deuxième couronne et la réglette du manipulateur.

Itinéraire des courants correcteurs. — Au poste correcteur les contacts 12 et 13 sont reliés, comme nous l'avons dit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le premier à la pile de travail et le second à la pile de repos (fig. 59) ; lorsque le balais franchit ces contacts, il les met en relation avec la cinquième couronne, et, par suite, avec la ligne. Le relais prend au départ le contrôle de ces émissions comme pour les combinaisons transmises, mais le courant qu'il envoie à son tour dans la première couronne ne trouve aucun débouché, parce que le contact mobile du poste correcteur ne possède aucune communication.

Au poste corrigé, les deux émissions arrivent à la cinquième couronne d'où elles sont dirigées, par l'intermédiaire des balais, sur les contacts 12 et 13 de la deuxième couronne. Ces deux contacts ainsi que le 11 sont reliés à l'entrée du relais directement.

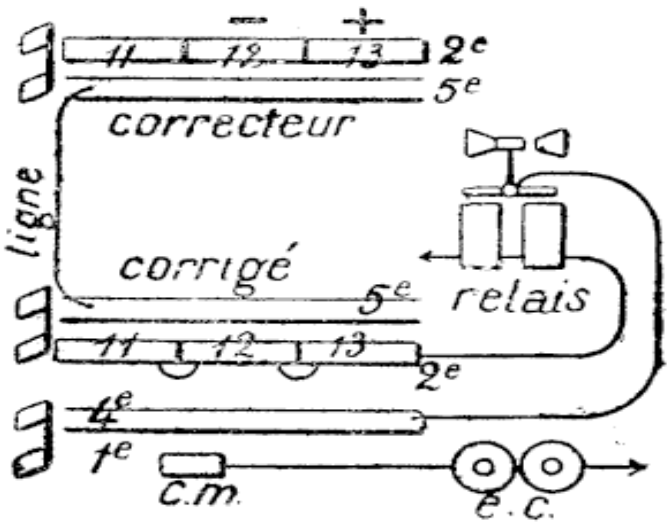


Fig. 59.

Le passage du courant de travail dans cet appareil déterminera la chute de l'index sur le butoir de travail ; un courant local sera envoyé dans le contact mobile et, par suite, dans l'électro-correcteur qui déclanchera le mécanisme de correction.

Boîtes des coupures. — La boîte des coupures, comme son nom l'indique, d'ailleurs, permet de faire les coupures nécessaires à la localisation des dérangements électriques qui peuvent se produire dans l'installation ; elle donne aussi la faculté d'opérer les mutations afin de changer l'affectation des contacts des couronnes ; par exemple,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de prendre, suivant le cas, le courant de cadence ou de frein sur tel ou tel contact, ou bien encore de transformer le poste correcteur en poste corrigé ou inversement.

Comme nous l'avons déjà dit, les fils des contacts des diverses couronnes du distributeur sont répartis en plusieurs câbles qui sortent du plateau par une ouverture appropriée (fig. 50) et viennent s'épanouir sur des réglettes logées dans l'épaisseur de la table du distributeur. Les réglettes sont traversées par des plots taraudés à leurs deux extrémités (fig. 60) pour recevoir des vis sous lesquelles sont fixés les fils de communication : ceux qui proviennent du plateau ou qui amènent les prises de pile, de terre ou la ligne, sont serrés sous la vis inférieure ; ceux qui vont aux différents organes de l'installation, traducteurs, manipulateurs, sont munis d'une fourchette (fig. 61) qui se place sous la vis supérieure.

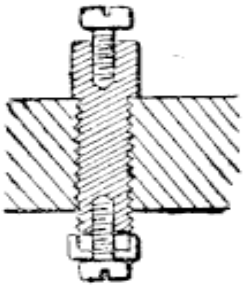


Fig. 60.



Fig. 61.

Les manipulateurs possèdent, en général, un câble à 10 conducteurs isolés par deux tresses de soie et les traducteurs, un câble à 7 conducteurs également isolés l'un de l'autre.

Les fils d'un même câble se distinguent par une couleur différente correspondant sur les plans ou schémas d'installation à un numéro.

Voici ces couleurs et leur numéro :

Violet.	1
Bleu	2
Vert	3
Jaune.	4
Rouge.	5

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

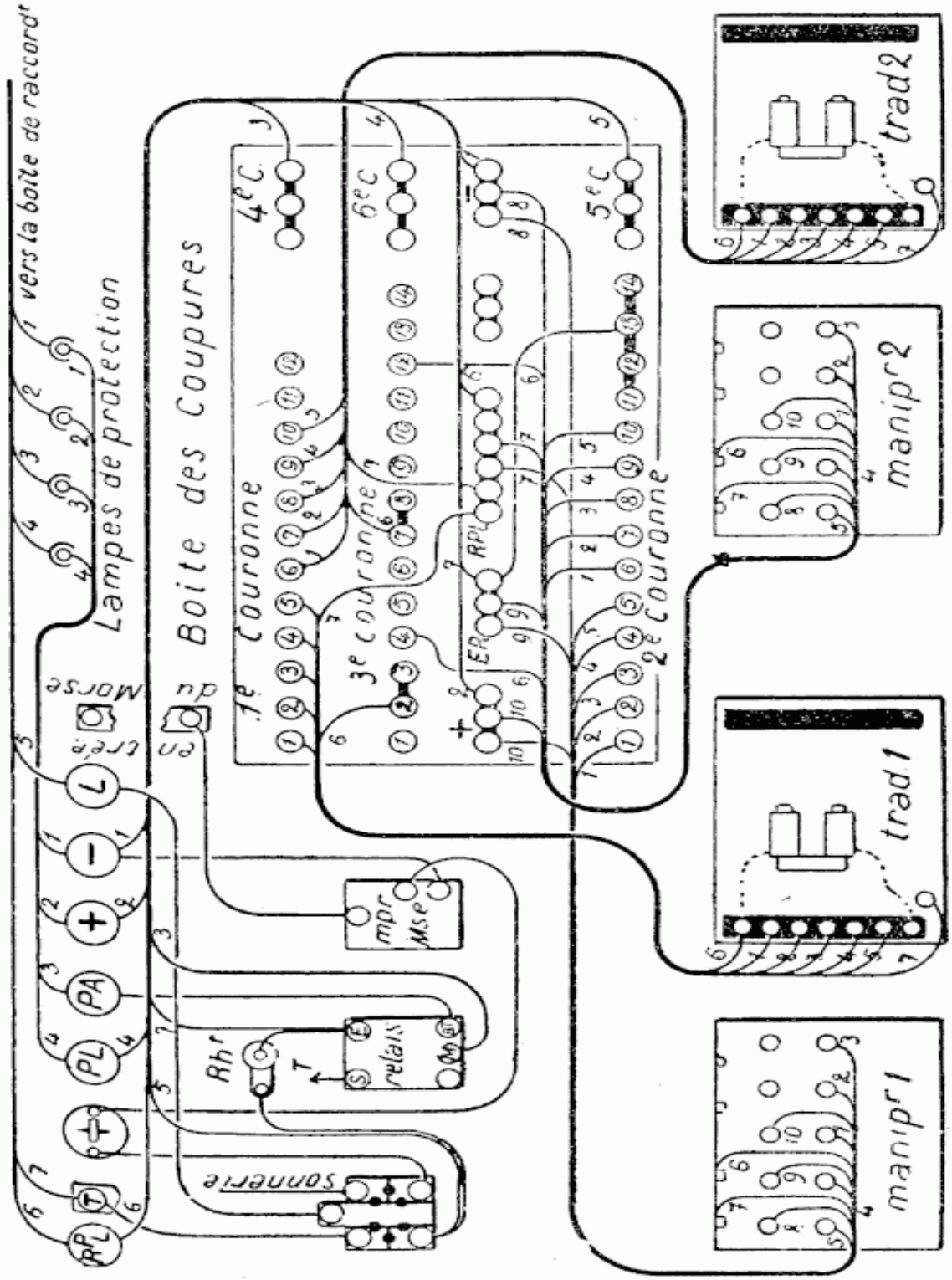


Fig 62.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Marron	6
Blanc	7
Strié blanc et violet	8
Strié blanc et vert	9
Strié blanc et rouge	10

Le fil 7 (blanc) est ordinairement réservé pour la prise de terre.

La figure 62 montre la disposition d'une boîte de coupures dernier modèle et les communications d'une installation complète.

Les cinquième et sixième couronnes, ainsi que les plots de piles et de terre, sont reliées à des bornes fixées sur la table du distributeur. Les bornes sont constituées par une tige filetée T (fig. 63), ayant pour base un disque de laiton D, maintenu solidement sur la table par trois vis. Le fil *f*, allant vers la boîte de coupures, est serré sur cette base au moyen d'un écrou E, surmonté d'un chapeau en ébonite C, qui isole électriquement l'un de l'autre l'écrou E et l'équerre Q à laquelle est attaché le fil F relié d'autre part à la pile, à la terre ou à la ligne.

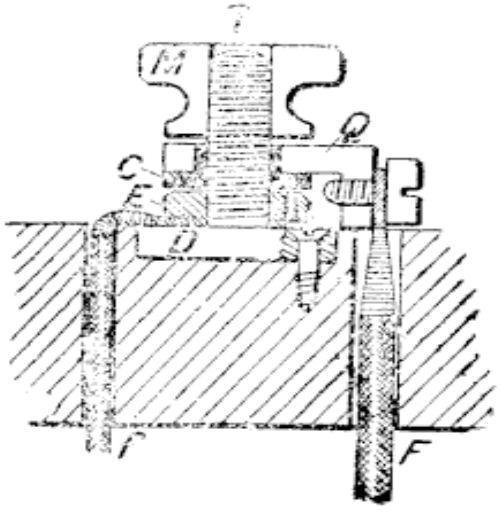


Fig. 63.

Pour établir la communication entre la tige filetée et l'équerre, il suffit de serrer à fond un écrou à main M.

Les bornes sont au nombre de 7 affectées : à la ligne, à la pile positive, à la pile négative, à la pile locale (freins et cadences), à la pile de relais, et à la prise de terre (fig. 62).

Le courant pour les fonctions locales et pour le relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est fourni ordinairement par la même pile dite pile locale; tandis qu'il faut deux batteries distinctes pour les prises positive et négative de ligne.

La pile locale possède, dans certains bureaux une terre spéciale, ou un retour à la batterie, aboutissant à une borne RPL (fig. 62).

Rhéostat de la dérivation de contrôle. — Il est construit d'une façon analogue à celle des bornes à interrupteur. Le fil de dérivation L (fig. 64), établi sur la ligne (ordinairement à la borne *Baudot* du commutateur dont nous parlons plus loin), est serré, en même temps qu'une lame de cuivre C, sous la vis d'un plot fixé dans la table. La lame de cuivre est soudée, d'autre part, à une rondelle de laiton R, isolée de la tige filetée T et de l'écrou inférieur E par un chapeau d'ébonite *e*. L'écrou E serre fortement sur la base B de la tige le fil de communication *f* aboutissant à l'entrée du relais. Des bobines de résistances *b*, b^1, b^2, peuvent être empilées sur la rondelle R; elles sont constituées par deux joues en laiton réunies par un noyau creux en fibrine. Le fil, en maillechort (1) isolé à la soie, est enroulé en double comme l'indique le schéma (fig. 65); chacune de ses extrémités est soudée à une des joues. Cette disposition a pour but

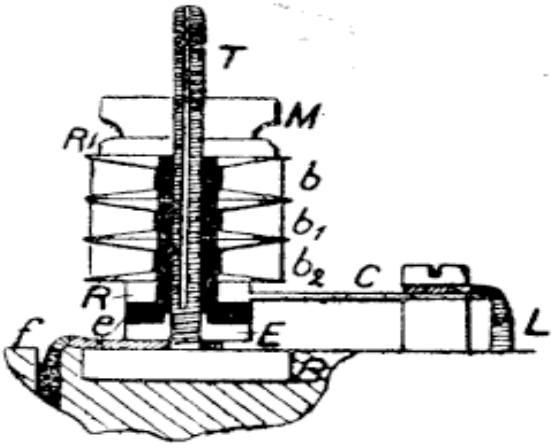


Fig. 64.


Fig. 65.

(1) Alliage de 50 parties de cuivre, 25 de zinc et 25 de nickel ; sa résistance électrique est 20 fois plus grande que celle du cuivre pur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'éviter l'induction mutuelle qui s'exerce entre les spires lorsqu'elles sont le siège d'un courant. En effet, dans le cas d'un enroulement en double, l'action d'un des fils d'une spire est annulée par celle du second fil, le courant y circulant dans un sens contraire à celui du premier.

Afin d'établir une liaison électrique entre les joues et la tige filetée, les bobines sont serrées les unes contre les autres au moyen d'un écrou M ; pour éviter que le mouvement de torsion donné à l'écrou ne se transmette aux bobines et ne provoque la rupture du fil soudé aux joues, on a intercalé, entre l'écrou et les bobines, une rondelle de laiton R (fig. 66), munie d'un petit couteau d'acier K qui s'engage dans une rainure pratiquée sur toute la longueur de la tige filetée, et empêche la pièce de tourner.



Fig. 66.

Le courant dérivé de la ligne arrive par la lame de cuivre C (fig. 64), la rondelle R, atteint la joue inférieure de la bobine b^2 et traverse le double enroulement du fil pour sortir par la joue supérieure. Toutes les bobines sont ainsi parcourues par le courant qui passe ensuite par l'écrou supérieur M, la tige filetée, la base de celle-ci et enfin se rend à l'entrée du relais par le fil *f*.

La table du distributeur comporte, en outre, un commutateur (fig. 62) permettant de prendre la ligne soit au « Baudot », soit sur « Morse » (cet appareil est porté par deux consoles qui servent au passage du courant), ou de la relier à une sonnerie, ou enfin de la mettre à la terre.

Le Morse est très utile car il laisse aux stations correspondantes la possibilité de s'entendre en cas de dérangement du Baudot, ou encore d'observer l'état de la ligne et l'arrivée des courants. Ce dispositif est souvent complété par un galvanoscope intercalé dans le circuit du Morse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lampes de protection. — Lorsque l'on fait usage de sources électriques à résistance intérieure faible, telles que celles qui sont constituées par des accumulateurs ou par des piles à fort débit, éléments bloc ou Leclanché à sac, on interpose, entre la batterie et l'installation, des lampes de protection dont la résistance permet, en cas de court-circuit, de limiter le débit à une valeur non dangereuse pour les appareils (pr. nº 21). La résistance des lampes est calculée généralement à raison de 4 ohms environ par volt de la source. Ainsi, par exemple, la lampe

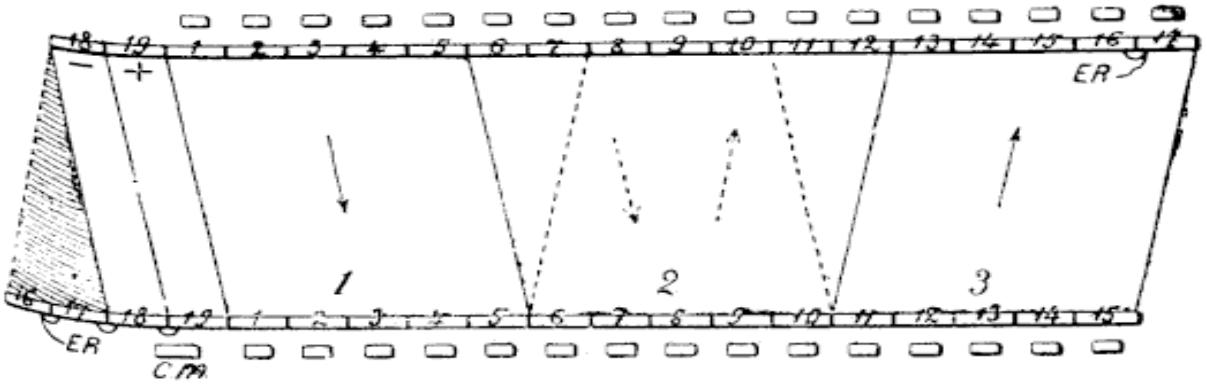


Fig. 67.

devra offrir une résistance de 400 ohms, au moins, si la source débite sous une tension de 110 volts. Les lampes sont ordinairement placées sur une petite planchette montée sous la console du Morse de l'installation, et le courant passe par ces organes de protection avant d'arriver aux bornes interruptrices de la table du distributeur.

Installation triple. — Elle est constituée comme une installation double, mais comporte un secteur de plus. Les réglages sont donc les mêmes ; le diagramme et le nombre de contacts des couronnes diffèrent seulement. Le plateau de triple des installations actuelles comporte 19 con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tacts pour les deuxième et troisième couronnes ; 15 pour les secteurs ; 2 pour la correction ; 2 pour la propagation, Mais la création d'un type à 20 contacts a été prévue pour remplacer le type à 19.

Le diagramme de la figure 67 est établi pour communication triple et une propagation de deux contacts aller et retour. Le correcteur envoie les courants de correction par 18 et 19 et transmet par 1, 2, 3, 4 et 5. Le corrigé reçoit sur les mêmes contacts, si le contact mobile est placé comme l'indique la figure, et il transmet par 11, 12, 13, 14 et 15 ; les émissions sont reçues au correcteur par les contacts de 13 à 17.

Le deuxième secteur peut être utilisé par le poste ayant le plus grand nombre de télégrammes à écouler, ou, alternativement, par l'un et l'autre, en cas de trafic égal. Le correcteur transmet alors par 6, 7, 8, 9, et 10 et reçoit par 8, 9, 10, 11 et 12, tandis que le corrigé transmet et reçoit par 6, 7, 8, 9 et 10. Le poste correcteur doit donc orienter son deuxième secteur de la première couronne. chaque fois qu'il passe de la transmission à la réception et vice-versa.

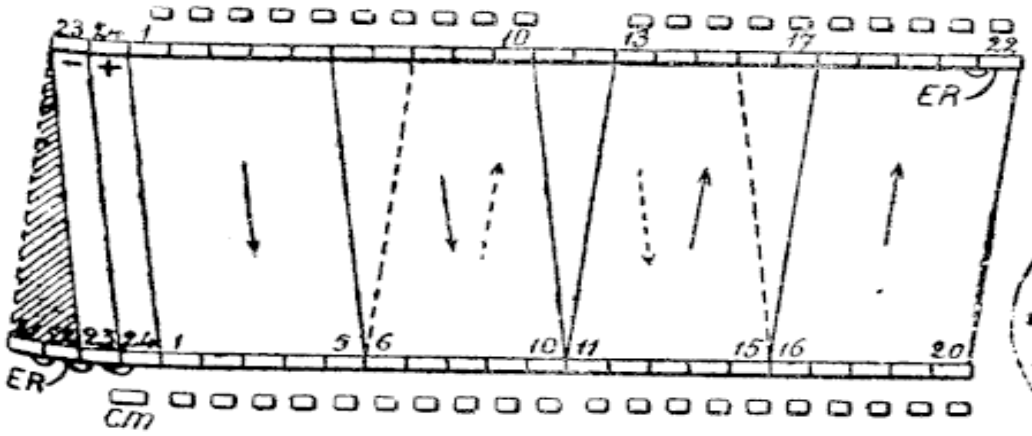
Lorsque cette manœuvre doit être fréquente, on se sert d'un commutateur multiple (voir description, page 209) qui permet de relier les 5 électro-aimants du traducteur soit, sur transmission, avec les 5 premiers contacts du 2e secteur qui en comporte 7 normalement, soit, sur réception, avec les 5 derniers, si, toutefois, le temps de propagation aller et retour exige un décalage de deux contacts. On peut réduire à un contact la valeur du décalage en modifiant la disposition du commutateur multiple.

Depuis peu on fait usage d'un autre dispositif qui rend la réception indépendante du contrôle. A cet effet, le contrôle est donné par les contacts 6, 7, 8, 9, 10 de la 3e cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ronne, écourtés de leur première moitié, et un secteur de 5/19 découpé dans la 6e couronne et rattaché au massif du relais. Les contacts du 2e secteur de la première couronne restent ainsi affectés exclusivement à la réception. Le commutateur multiple n'est plus employé que pour mettre le traducteur en communication tantôt avec le secteur de 1re couronne (réception), tantôt avec celui de la 3e (transmission). Voir la description de ce dispositif, page 211.

Quadruple. — Les deuxième et troisième couronnes comportent 24 ou 25 contacts ; vingt sont affectés aux



CONSERVATOIRE

Fig. 68.

transmissions ou réceptions des 4 secteurs, 2 pour la correction et 2 ou 3 pour la propagation. Le type à 25 contacts est appelé à remplacer celui à 24 contacts.

La figure 68 représente le diagramme d'une communication quadruple avec propagation de deux contacts (aller et retour).

Le correcteur envoie la correction par 23 et 24 et transmet immédiatement après de 1 à 10. Le corrigé reçoit sur les mêmes contacts, si le contact mobile est placé normalement, et transmet de 11 à 20. Les émissions sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reçues, au correcteur, de 13 à 22 ; celles qui tombent sur les contacts 21 et 22 ne passent donc pas par le manipulateur, mais arrivent directement à l'entrée du relais.

Lorsque le correcteur aura besoin de trois secteurs pour sa transmission, il devra utiliser le troisième secteur ; il lui serait impossible de prendre le clavier 4, puisque les contacts 16 et 17 reliés aux 1re et 2e touches

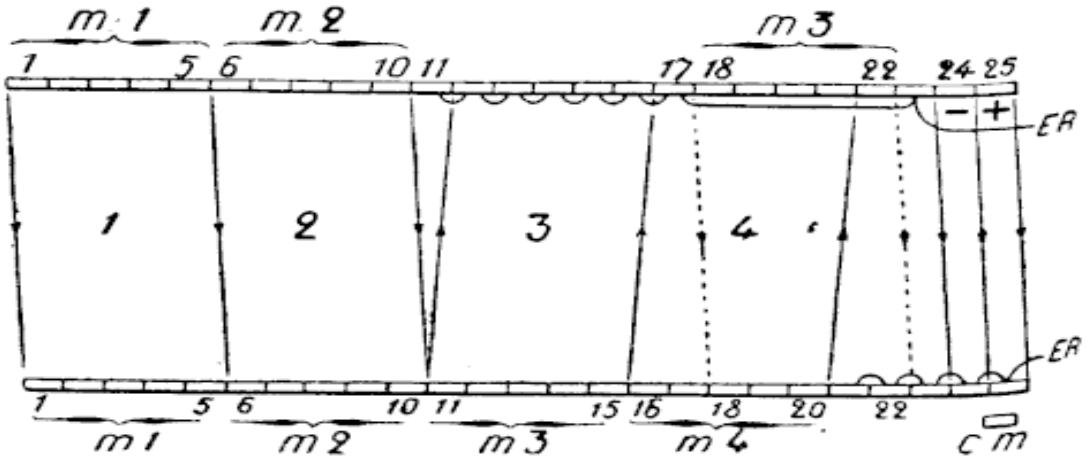


Fig. 69.

de ce clavier, reçoivent les 4e et 5e émissions du secteur 3 du corrigé.

Pour des raisons semblables, le corrigé devra, dans le même cas, prendre le secteur 2.

Le croisement des courants qui se produit lorsque le correcteur transmet par le 4e secteur, ou lorsque le corrigé transmet par le premier, est d'autant plus réduit que le temps de propagation est plus court. Il s'ensuit qu'on peut utiliser n'importe quel secteur, dans n'importe quel sens, si le temps de propagation est négligeable.

Il existe d'autres arrangements du diagramme. Nous donnons comme exemple celui de la communication quadruple Paris = Amiens (fig. 69) qui est réalisée au moyen de plateaux à 25 contacts.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les quatre secteurs n'étant pas constamment nécessaires, le poste correcteur (Amiens) ne possède que 3 manipulateurs et 3 traducteurs, un seul de ces derniers desservant à la fois les secteurs 1 et 3 au moyen d'un commutateur multiple à broches (voir page 213). En outre, les contacts de 11 à 17, de même que le 23, sont reliés à l'entrée du relais et les contacts de 18 à 22 inclus sont rattachés au 3e manipulateur. Il résulte de cette disposition que le poste correcteur peut transmettre simultanément par les secteurs 1, 2 et 4 et recevoir en permanence par le secteur 3 ; mais alors ce dernier étant desservi par le traducteur commun aux secteurs 1 et 3, la transmission devra être effectuée sans contrôle au 1er secteur.

Dans le cas où Paris deviendrait poste correcteur, les courants de correction seraient émis par les contacts 23 et 24 de ce poste et l'affectation des secteurs ne serait pas modifiée.

Le diagramme est établi pour un temps de propagation aller et retour d'une valeur de 1/25 de circonférence, soit un contact ; il pourrait servir pour un temps de propagation deux fois plus grand.

Envoi des courants de correction en fin de transmission. — Dans tous les diagrammes que nous avons étudiés jusqu'ici les émissions de correction avaient lieu immédiatement avant la transmission du poste correcteur ; c'est la disposition normale ; on dit alors que la correction est envoyée « en tête ». Cependant il arrive, lorsque le poste corrigé, par suite d'un accident ou pour toute autre cause, devient poste correcteur, que l'envoi des courants de correction suive immédiatement la transmission du poste correcteur au lieu de la précéder. C'est ce qu'on exprime en disant que la correction est envoyée « en queue », par opposition à la disposition ordinaire. Le diagramme prend alors la forme indiquée par la figure 70.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On remarquera que l'affection des secteurs n'est pas modifiée ; le contraire, dans certains cas, présente des inconvénients, par exemple, si le secteur habituellement

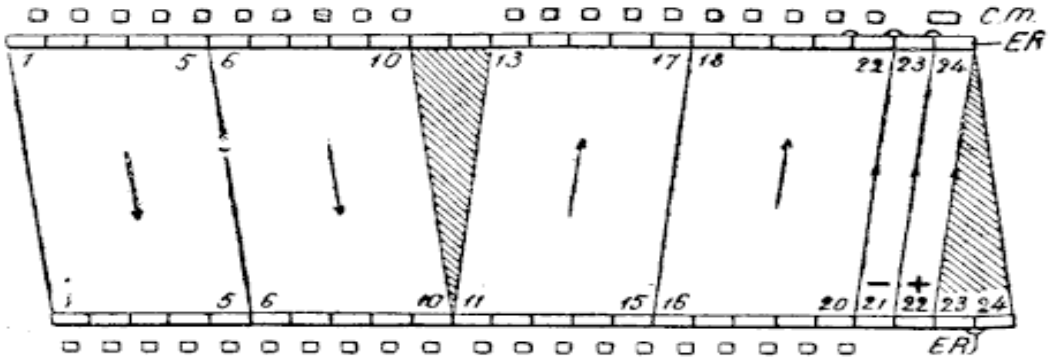


Fig. 70.

affecté à la réception ne comporte pas de manipulateur ou si cet appareil n'est pas en état de servir sans une mise au point préalable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IX

ORIENTATION

Définition. — On appelle orientation un réglage qui a pour but de placer les contacts écourtés de la première couronne au milieu des émissions envoyées par le relais, sous l'action des courants arrivant de la ligne, afin de n'en prendre que le milieu, c'est-à-dire la partie qui n'a pas subi les déformations dues aux écarts de synchronisme et aux variations des périodes de charge et de décharge. Nous avons déjà appris que les contacts de la première couronne ont justement été écourtés pour que ces fluctuations ne fassent pas déborder les émissions sur des contacts qui ne doivent pas les recevoir. Mais pour que cette précaution ait son plein effet, il faut évidemment que le contact soit au milieu de l'émission. Il importe donc, au préalable, de savoir comment arrivent les émissions et sur quels points de la couronne elles tombent.

Orientation du poste corrigé. — On arrive facilement au résultat désiré, au poste corrigé, en remarquant que les émissions se succèdent à 1/13 de circonférence, dans le cas du double à 13 contacts, et que, dès l'établissement du synchronisme, le balai de la 1re couronne du poste corrigé se trouve sensiblement sur le point de repère du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact mobile quand le courant émis par le contact 13, de la 2e couronne du poste correcteur, rappelle au repos l'index du relais du poste corrigé.

En d'autres termes, le point de repère du contact mobile correspond à l'inversion de courant qui a lieu lorsque le balai du poste correcteur passe du contact 12 au contact 13 de la 2e couronne, et, *si on fait abstraction du temps de propagation du flux électrique*, on peut dire que le balai du poste corrigé se trouve sur le point de repère du contact mobile, quand celui du correcteur quitte le contact 12.

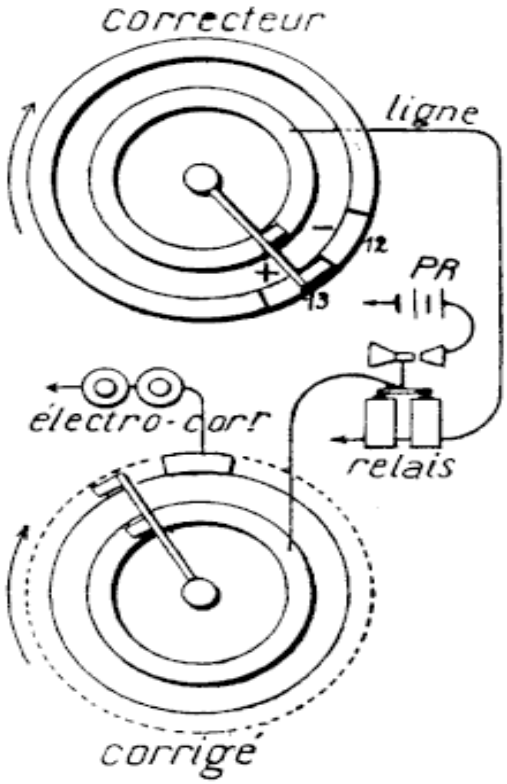


Fig. 71.

Pour démontrer ce dernier point, considérons deux couronnes représentant les deux distributeurs correspondants, et, sur ces couronnes, un contact mobile, d'une part, et les deux contacts de correction d'autre part (fig. 71). Nous admettrons, en outre, pour plus de simplicité que le temps de propagation du courant soit nul.

Le poste corrigé ayant une vitesse supérieure à celle du correcteur, il arrive toujours un moment où le balai du poste corrigé est sur le point d atteindre le contact mobile quand celui du correcteur se trouve sur la fin du contact 12. C'est la position représentée par la figure 71. Au tour suivant, le balai du corrigé, continuant à prendre de l'avance, commence à parcourir le contact mobile lorsque le balai du correcteur est à la fin du 12. Par suite

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la simultanéité du passage des balais des deux postes correspondants, sur le contact 12, d'une part, et sur le contact mobile, d'autre part, l'index du relais du poste corrigé est mis dans la position de travail pendant la durée de la coïncidence et envoie par conséquent, dans le contact mobile un courant local.

L'électro-correcteur recevra donc une partie de courant que nous supposerons d'abord insuffisante pour le faire fonctionner, mais qui va augmenter à chaque tour, puisque le distributeur du poste corrigé tourne plus vite que celui du correcteur ; l'avance ira en croissant jusqu'à ce que le balai du distributeur corrigé soit sur le point de repère du contact mobile, lorsque celui du poste correspondant se trouve encore à la fin du 12. L'électro-correcteur attire alors son armature et le système correcteur décale les balais du corrigé d'un onzième de contact en retard.

Au tour suivant le balai du corrigé regagne une partie du retard qui lui a été imposé, admettons que ce soit 1/22 de contact, pour fixer les idées ; il ne peut donc pas arriver sur le point de repère avant que le balai du correcteur ait quitté le contact 12 et la correction n'a pas lieu, l'électro n'ayant reçu qu'une portion de courant insuffisante pour le mettre en action.

La correction ne se fera qu'au prochain tour alors que le balai, ayant regagné 1/22 de contact, se trouvera de nouveau sur le point de repère quand le balai du poste correcteur quittera le contact 12.

Nous venons d'envisager le cas où le balai du corrigé est avant le point de repère du contact quand le balai du correcteur quitte le 12. Il peut s'en présenter un autre, c'est celui où le balai du corrigé se trouve sur le contact mobile, mais *au delà* du point de repère, en *b*, par exemple (fig. 72), au moment où le balai du correcteur abandonne le contact 12.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il est évident que la correction a lieu puisque l'électro-correcteur reçoit le courant pendant un temps supérieur de toute la longueur *a*, *b*, à celui qui est normalement nécessaire. Le même fait se produira à chaque tour jusqu'à ce que le balai du corrigé soit rejeté *en deçà* du point de repère quand le balai du poste correcteur quitte le contact 12. En résumé, quand le synchronisme est établi, la position du balai du corrigé est toujours très voisine du point de repère lorsque l'inversion de courant déterminée

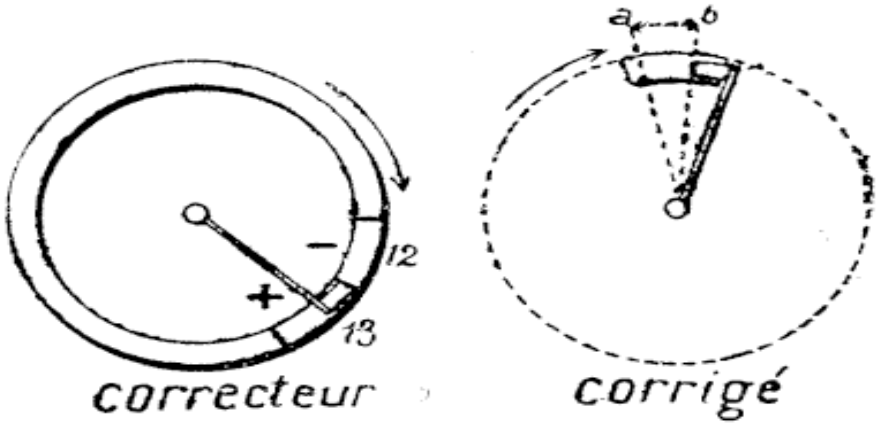


Fig. 72.

par le passage du balai du correcteur du contact 12 au contact 13, modifie la position de l'index du relais.

Nous pouvons donc dire que le point de repère du contact mobile du poste corrigé représente la fin de l'émission de travail de correction du poste correspondant, c'est-à-dire, dans le cas présent, la fin du contact 12 de ce dernier poste.

A l'aide de cette notion, il nous est facile maintenant de placer convenablement les contacts écourtés du secteur de réception. En effet, les émissions se succédant à 1/13 de circonférence, dans le cas que nous envisageons, nous en déduisons immédiatement qu'un treizième après le point de repère du contact mobile finit le courant de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

repos de correction et commence la première émission de transmission du poste correcteur.

La figure 73 permet de se rendre un compte plus exact du fait. Si nous plaçons au préalable le contact mobile de façon que le point de repère coïncide avec l'intervalle de deux contacts de la deuxième couronne, ces contacts, représentant un treizième de circonférence, nous donneront le moyen d'évaluer exactement où commence et où finit une émission donnée.

Ainsi le point de repère correspondant à la séparation des contacts 12 et 13 de la deuxième couronne, par exemple, nous voyons immédiatement que la fin du repos de correction coïncidera avec la fin du contact 13, celle de la première émission avec la fin du contact 1, etc. Les contacts de la deuxième couronne nous servent ainsi de mesure.

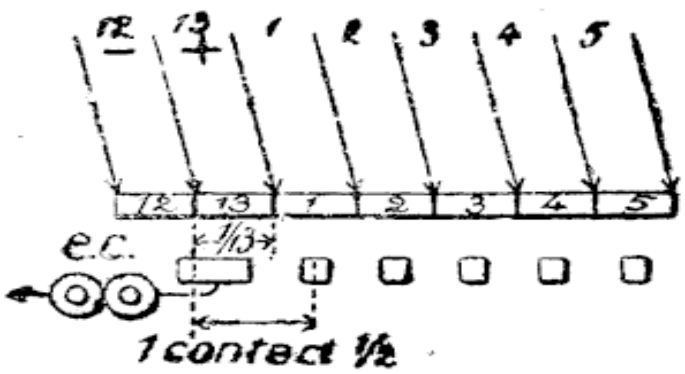


Fig. 73.

Pour que le contact écourté 1 soit au milieu de l'émission 1 du correspondant, il suffira de le placer de telle façon que le *milieu* de ce contact écourté soit juste en face du milieu du contact 1 de la deuxième couronne, c'est-à-dire que le *milieu* du contact écourté se trouve à une distance *d'un contact et demi* du point de repère.

Or ce contact 1 étant solidaire des 4 autres du même secteur, ces derniers se trouvent également orientés par la même manœuvre.

En réalité, ce n'est pas l'intervalle des contacts 12 et 13 de la deuxième couronne qui se trouve sur le même

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rayon que le point de repère du contact mobile, c'est celui des contacts 7 et 8. Ceci provient de la répartition des porte-balais sur trois bras distants d'un tiers de circonférence, et du décalage des couronnes qui en résulte nécessairement, pour que les balais soient simultanément sur des contacts de même numéro.

Pour orienter le secteur de réception du poste corrigé, il suffit donc de placer le milieu du premier petit contact à une distance d'un contact et demi du point de repère. Mais ceci suppose la connaissance préalable de la situation du point de repère.

Détermination du point de repère. — Nous avons défini ainsi le point de repère : l'endroit du contact mobile à partir duquel l'empiètement de l'émission du relais est suffisante pour actionner l'électro-aimant correcteur. Cette définition nous indique le moyen de déterminer expérimentalement l'emplacement du point de repère.

Voici comment on procède :

Le distributeur étant en marche, *à la vitesse normale*, on couvre le contact mobile avec un morceau de carton mince, ou de papier un peu fort (fig. 74), puis on maintient l'index du relais dans la position de travail de façon qu'à tous les tours les contacts de la première couronne reçoivent le courant du relais. Il est évident que l'électro-correcteur ne recevra aucune émission puisque le balai ne peut communiquer avec le contact mobile grâce à la feuille isolante qui le couvre. On déplace alors progressivement, par petites portions, la feuille isolante dans le sens du mouvement des balais de façon à découvrir peu à peu le commencement du contact mobile.



Fig. 74.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tant que la partie découverte sera trop petite pour que l'émission ait la durée nécessaire pour déterminer l'attraction de l'armature, la correction n'aura pas lieu ; mais, dès que la longueur de l'émission est suffisante, l'indice de correction signale par son battement, que l'attraction s'est effectuée ; le bord de la feuille de papier se trouve donc à cet instant exactement sur le point de repère.

L'*orientation du poste corrigé* comprend ainsi deux opérations distinctes : *détermination du point de repère* et *placement du secteur de réception*. Ces opérations peuvent être effectuées avant d'entrer en relation avec le correspondant, c'est-à-dire *en local*.

Orientation du poste correcteur. — Le poste correcteur n'ayant pas d'électro-correcteur en circuit, ne peut s'orienter par le procédé que nous venons de décrire. Il faut recourir à un autre moyen qui consiste à reconnaître expérimentalement le commencement et la fin d'une émission donnée.

Supposons que le poste corrigé envoie constamment le courant de travail de la même touche, la troisième, par exemple, et proposons-nous de rechercher sur la première couronne du distributeur du correcteur à quel endroit l'émission locale du relais apparaît, et à partir de quel point elle cesse. Pour ne pas compliquer notre démonstration nous admettrons que cette émission tombe sur le secteur dont dépend le traducteur auquel elle est destinée, mais qu'elle arrive sur le 4e électro-aiguilleur au lieu du troisième, c'est-à-dire de *a* en *b* (fig. 75).

L'inspection de la figure montre immédiatement qu'il n'y a qu'a déplacer le secteur dans le sens du mouvement des balais pour que l'émission agisse sur le troisième électro-aiguilleur. Si nous déplaçons le secteur avec précaution, par petites fractions, nous pourrons déterminer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à partir de quel point l'émission du relais commence à faire mouvoir l'armature du troisième électro-aiguilleur ; il suffit pour cela d'observer ce dernier en même temps que l'on opère le déplacement du secteur. Supposons qu'il ait fallu pousser le secteur jusqu'au point *c* pour obtenir le déplacement de l'armature et poursuivons le mouvement de déplacement dans le même sens avec précaution. Il est évident que le contact 3 défile devant l'émission et qu'après en avoir reçu d'abord le commencement pendant quelques tours, il en recueille ensuite le milieu, puis la fin jusqu'au moment où la portion de courant qui lui arrive, diminuant de plus en plus, devient trop petite pour amener le déplacement de l'armature du troisième aiguilleur ; cette dernière, qui fonctionnait précédemment à chaque tour, s'arrête alors dans sa position de repos. Si nous marquons encore l'endroit où est arrivé le coin du secteur, nous obtenons un deuxième point *d*. Cette distance *c*, *d*, pendant le parcours de laquelle le troisième électro-aiguilleur n'a pas cessé d'agir, s'appelle la *marge d'orientation* ; elle est d'autant plus grande, pour une longueur de contact donnée, que l'électro-aguilleur est plus sensible.

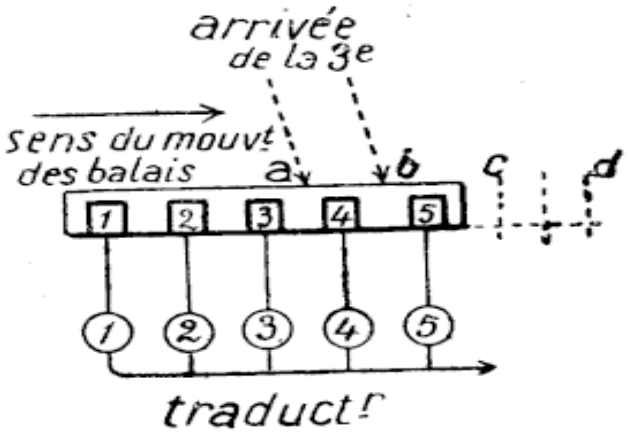


Fig. 75.

Ayant ainsi déterminé les points où l'émission du relais commence et finit d'agir sur l'électro-aiguilleur, il est facile de placer le contact écourté correspondant au milieu de cette marge, c'est-à-dire de l'orienter. Il suffit de prendre la moitié de la distance *c d* et d'y amener le coin du sec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur que nous avons pris comme point de comparaison. Tous les contacts du secteur étant solidaires sont orientés du même coup.

Orientation pratique. — Lorsque deux postes desservis au Baudot entrent en relation, l'un des deux, le poste corrigé, a déjà orienté son secteur de réception avant la mise en ligne ; il pourrait donc, si son relais et les différents organes de l'installation étaient bien réglés, recevoir immédiatement après que le synchronisme est établi. Il n'en est pas de même du correcteur qui ne peut s'orienter sans le secours du corrigé. A cette fin, ce dernier envoie, dès qu'il a pris la vitesse du correspondant, l'émission de travail de la troisième touche de son manipulateur 2 ; cette touche est choisie de préférence aux quatre autres parce qu'elle est située au milieu du secteur et qu'elle a, par conséquent, moins de risques de tomber hors du secteur de réception du correcteur. L'opérateur du poste correcteur cherche alors cette émission en déplaçant lentement son secteur de réception dans un sens ou dans un autre, jusqu'à ce que le courant envoyé par le relais, sous l'action de l'émission arrivant de la ligne, fasse fonctionner le troisième aiguilleur de son traducteur n° 2. Mais cela ne prouve pas que les contacts écourtés soient orientés ; rien n'indique, en effet, que ce soit justement le milieu de l'émission du relais qui agisse sur l'électro-aiguilleur. Il faut donc rechercher, comme nous l'avons montré plus haut, le point où l'émission commence à actionner l'électro-aiguilleur et celui où elle cesse d'agir sur cet organe. Pour cela, l'opérateur déplace lentement son secteur dans le sens du mouvement des balais jusqu'à ce que la troisième armature ne soit plus attirée par son électro-aimant ; il marque par un trait, sur la galerie du plateau l'endroit où est arrivé un point quelconque de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son secteur pris comme repère, par exemple, la fin du segment d'ébonite portant les contacts écourtés. Ceci fait, il déplace le secteur en sens inverse du mouvement des balais jusqu'à ce que la troisième armature ne soit plus actionnée et marque encore l'endroit où se trouve le point pris comme repère. Ce dernier est alors amené à égale distance des deux limites de la marge d'orientation ainsi déterminée et les contacts écourtés se trouvent, de ce fait, recevoir la partie médiane des émissions du relais.

Causes pouvant amener une variation de l'orientation. — L'orientation ainsi établie n'est pas immuable, des causes différentes, suivant qu'il s'agit du poste correcteur ou du poste corrigé peuvent la faire varier et troubler, par conséquent, la réception. Nous allons les étudier successivement dans les deux postes.

Au poste corrigé. — Les variations de l'orientation du poste corrigé ne peuvent provenir que du déplacement accidentel du point de repère du contact mobile, ou, ce qui revient au même, d'un changement de la position du contact mobile par rapport à celle du premier contact écourté.

Le déplacement du point de repère a pour origine soit une variation de l'intensité du courant local fourni par la pile du relais, soit un fonctionnement plus ou moins difficile de l'électro-correcteur.

On comprend, en effet, que si l'intensité du courant, local devient plus faible, il faut un empiètement plus grand de l'émission sur le contact mobile, c'est-à-dire un courant plus prolongé, pour déterminer le fonctionnement de l'électro-correcteur, ce qui revient à dire, en d'autres termes, que le point de repère est reporté plus loin vers la fin du contact mobile.

Une augmentation d'intensité produit un effet inverse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et provoque le déplacement du point de repère vers le commencement du contact mobile puisqu'il faut une longueur d'émission plus petite pour actionner l'électro-correcteur.

Il est évident que le même défaut se produirait, si, le point de repère étant fixe, on venait à déplacer le contact mobile lui-même, ou le secteur de réception et à faire varier, par conséquent, la distance d'un contact et demi

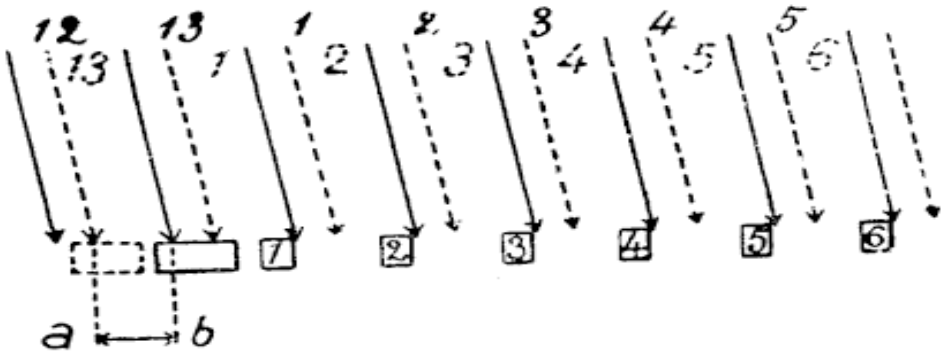


Fig. 76. — Le contact mobile est déplacé dans le sens du mouvement des balais ; les émissions tombent sur la suivante

qui doit exister entre le point de repère et le milieu du premier contact écourté.

Supposons qu'on ait diminué cette distance accidentellement et qu'au lieu d'être dans la position normale *a* (fig. 76) indiquée en pointillé, le contact mobile ait été poussé jusqu'en *b*. Au bout de quelques tours, dès que le synchronisme momentanément troublé par ce déplacement se rétablit, la fin de l'émission du contact 12 du poste correcteur correspond, de nouveau, au point de repère du contact mobile ; l'émission du contact 13 finit donc d'agir sur le relais un treizième de circonférence plus loin, c'est-à-dire au delà du premier contact écourté ; celle du contact 1 du correcteur cesse au delà du deuxième contact écourté, etc..., toutes les émissions se trouvant décalées en retard de la longueur *a b* dont on a déplacé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le contact mobile. Si le contact 1 du poste correcteur envoie un courant de travail, le relais du corrigé réexpédie le courant local dans le deuxième contact écourté, au lieu du premier, et le traducteur enregistre la lettre E pour la lettre A. On dit, dans ce cas, qu'il y a chute *sur la suivante.*

Si le décalage était moins grand, les émissions du relais pourraient agir sur deux contacts simultanément et, dans l'hypothèse que nous envisageons de l'envoi de la combinaison représentant la lettre A, le traducteur imprimerait la lettre E.

Le déplacement du contact mobile dans le sens contraire à celui de l'exemple que nous venons de donner provoquerait un effet inverse du précédent : toutes les émissions seraient alors décalées en avance et l'on constaterait des chutes *sur la précédente.*

En résumé, il y a chute sur la précédente quand la distance entre le point de repère du contact mobile et le milieu du premier contact écourté est supérieure à un contact et demi, et chute sur la suivante si la distance est inférieure. Nous verrons, plus loin, que ce défaut d'orientation a sa répercussion sur la réception du poste correcteur.

Au poste correcteur. — L'orientation du poste correcteur est moins stable que celle du corrigé parce qu'elle subit l'effet des variations du temps de propagation. On s'explique facilement que ces variations ne peuvent avoir d'action sur l'orientation du corrigé, si l'on considère que, dans ce cas, les courants correcteurs sont retardés ou avancés de la même quantité que les émissions des contacts de transmission et que, par conséquent, il y a toujours le même intervalle entre la fin du courant de travail de correction et le commencement de la première émission du secteur de transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons déjà dit, dans la première leçon, que le temps de propagation du courant dépend de la self-induction du conducteur et de sa capacité. Or si la self-induction est à peu près invariable, il n'en est pas de même de la capacité. On a remarqué que cette dernière devenait plus grande sur les fils aériens en temps de brouillard ou à la suite d'une pluie.

La cause de cette variation s'explique par le fait qu'une ligne aérienne se comporte comme un condensateur (pr. n°6) dont le conducteur lui-même est une des armatures l'autre étant constituée par le sol et les masses conductrices qui se trouvent dans le voisinage. S'il vient à pleuvoir, les surfaces des corps environnants mauvais conducteurs, tels que murailles, toitures, feuillage, poteaux, etc... deviennent conductrices également; elles augmentent donc la surface de l'armature représentée par le sol et, par suite, la capacité du système.

Il résulte de ceci qu'une simple averse suffit pour augmenter le temps de propagation du courant et troubler la réception du poste correcteur. Dans ce cas, les émissions de ligne arrivant tardivement, les émissions locales du relais se font avec un décalage proportionnel à l'augmentation de la propagation ; ainsi telle émission, qui tombait exactement sur le contact 7, déborde sur le contact 8, celle du 8, sur le 9, etc... Le poste correcteur devra donc procéder à un nouveau réglage pour parer à cette variation.

L'orientation du poste correcteur est, en outre, tributaire des défauts d'orientation qui peuvent exister au poste corrigé du fait du déplacement soit du point de repère, soit du contact mobile.

Considérons, par exemple, le diagramme d'une communication double à 13 contacts pour une propagation d'un contact aller et retour (fig. 57).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le cas d'une orientation correcte, la dernière émission de transmission du correcteur vers le corrigé tombe exactement sur le contact 5 de ce dernier poste qui commence *immédiatement après* sa transmission par les contacts 6, 7, 8, 9 et 10 ; ses courants arrivent au correcteur sur les contacts 7, 8, 9, 10 et 11.

Supposons maintenant que l'on déplace le contact mobile en sens inverse du mouvement des balais. Il est évident que la réception va se faire sur la précédente puisque la distance entre le point de repère et le milieu du premier contact écourté est devenue supérieure à un contact et demi. Nous ferons disparaître le défaut en dé-

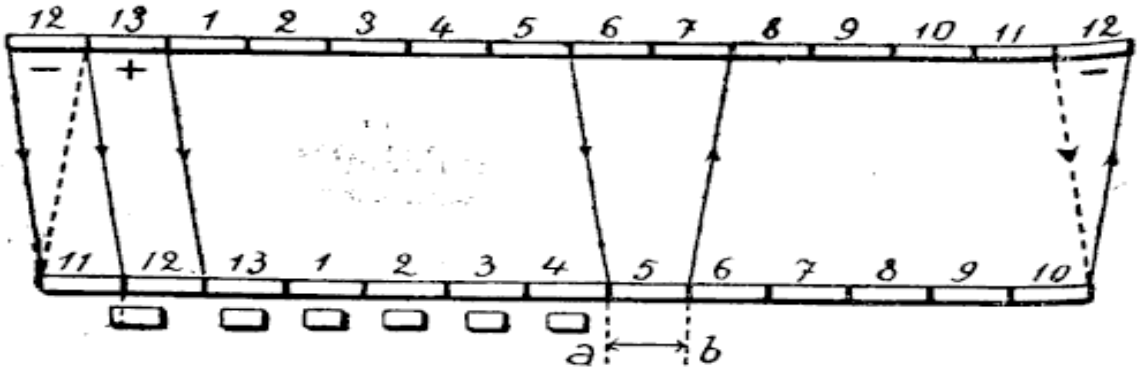


Fig. 77. — Le contact mobile et le secteur ont été déplacés de la même quantité en sens inverse du mouvement des balais : la réception du corrigé peut être encore bonne, mais le correcteur reçoit plus ou moins sur la suivante et la 5e émission du corrigé coupe tout ou partie de l'émission de travail de correction.

plaçant le secteur de réception tout entier de la même quantité et dans le même sens que le contact mobile.

Les contacts auront alors la position indiquée dans la figure 77 et la réception pourra redevenir correcte. La conséquence de cette manœuvre est une avance de la réception par rapport au moment de la transmission. En effet, après la réception de la dernière émission du correcteur, nous perdons un temps *a b* (fig. 77) avant de commencer la transmission, c'est-à-dire que la transmission est retardée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de toute la quantité *a b* par rapport à la réception. Ce retard se reproduit naturellement dans la réception du correcteur et les émissions débordent sur la suivante : le courant correcteur de travail est coupé par la cinquième émission du corrigé.

Si le contact mobile était déplacé dans le sens du mouvement des balais, l'effet inverse se produirait : la transmission serait en avance par rapport à la réception, la cinquième du correcteur serait coupée par la première

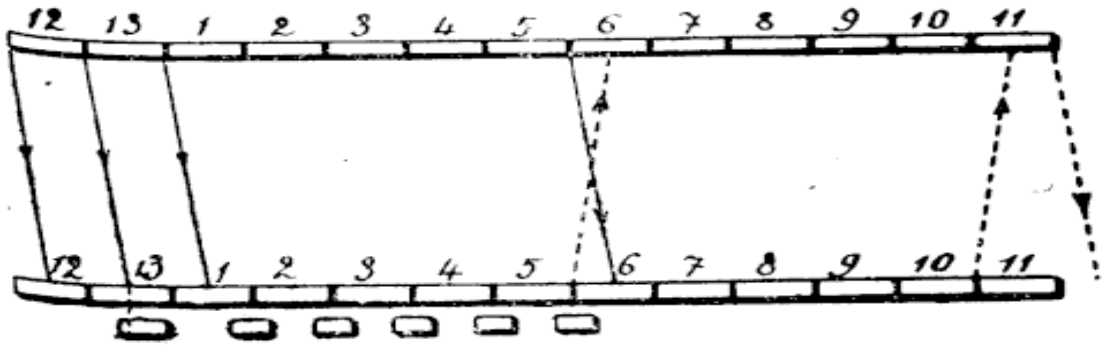


Fig. 78. — **Le contact mobile et le secteur de réception ont été déplacés dans le sens du mouvement des balais; la réception du corrigé reste bonne, si le croissement n'est pas trop grand, et le correcteur reçoit sur la précédente.**

du corrigé et le correcteur recevrait sur la précédente (fig. 78).

Placement des balais du poste corrigé. — De là découle la nécessité, pour le poste corrigé, de faire suivre immédiatement sa réception de ses émissions de transmission. C'est au moyen d'une disposition particulière des balais qu'on obtient ce résultat. Le but que l'on se propose sera toujours atteint si l'on place les balais de telle façon que celui de la première couronne soit sur le point de repère du contact mobile, quand le balai de la deuxième couronne se trouve entre les contacts 12 et 13 de cette couronne.

Dans ces conditions lorsque les deux bras porte-balais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont franchi 6 contacts sur leur couronne respective, le balai de la première se trouve à l'endroit où finirait, si le contact n'était pas écourté, l'émission du relais pour le cinquième électro-aiguilleur du traducteur, c'est-à-dire à la fin de la réception (fig. 79), tandis que le balai de la deuxième couronne est au commencement du contact 6 que nous savons être le premier contact de transmission. Il n'y a donc, de cette façon, aucune perte de temps entre la réception et la transmission. La manœuvre nécessaire, qu'on appelle *mise au pair des balais*, s'effectue très facilement grâce à la mobilité du bras de la première couronne par rapport aux deux autres ; nous avons appris dans une leçon précédente (page 138) que ce bras peut être fixé dans la position voulue au moyen d'une vis qui le bloque contre un disque d'acier solidaire des deux autres bras. Pour ce faire, il suffit de placer et de maintenir le balai de la deuxième couronne entre les contacts 12 et 13 pendant que l'on amène sur le point de repère le balai de la première couronne, dont le bras a été préalablement libéré de sa vis de fixation, puis de resserrer la vis.

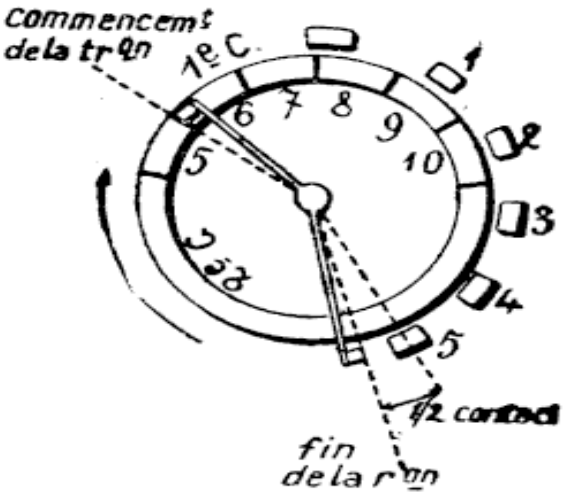


Fig. 7 .

Cette opération doit être faite, bien entendu, après l'orientation du secteur de réception, c'est-à-dire quand la distance d'un contact et demi existe entre le point de repère du contact mobile et le milieu du premier contact du secteur de réception. On arrive au même résultat en plaçant le balai de la deuxième couronne au milieu du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact 1, et en fixant le bras de la première couronne de manière que le balai soit au milieu du premier contact écourté.

Ceci nous conduit à cette constatation, c'est qu'un mauvais placement des balais des première et deuxième couronnes a, sur l'orientation du correcteur, un effet identique à celui d'un déplacement du contact mobile ou de son point de repère au poste corrigé.

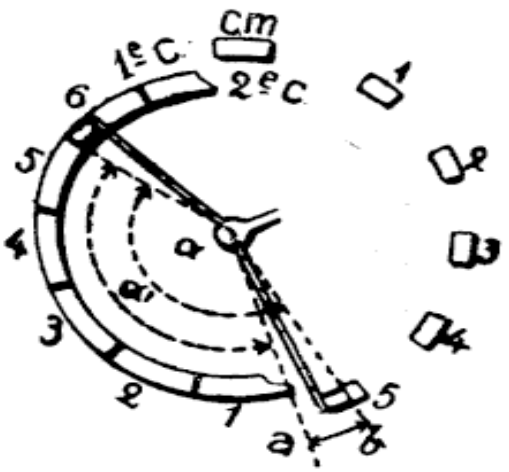


Fig. 80. — Transmission avancée. Le balai de la 1re couronne n'est pas encore arrivé au point où finit la réception que le balai de la 2e couronne est déjà sur le contact 6. La transmission commence avant que la réception soit terminée. L'angle α est plus grand que l'angle normal α'.

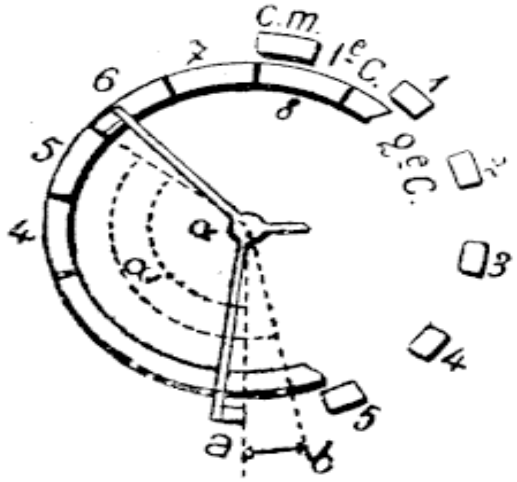


Fig. 81. — Transmission retardée. Le balai de la 1re couronne est au-delà de la fin de la réception lorsque le balai de la 2e couronne est au commencement du contact 6. Le temps perdu est représenté par l'arc *ab* et l'angle α est plus petit que l'angle normal α'.

Les deux figures ci-dessus (80 et 81) permettront de vérifier que la transmission est avancée, si l'angle existant, entre les deux bras porte-balais augmente, et qu'elle est au contraire, retardée si cet angle diminue.

Il faut bien remarquer qu'une modification de la distance angulaire normale entre les balais des première et deuxième couronnes du corrigé n'influe guère que sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'orientation du poste correcteur ; si l'écart n'est pas très grand, celle du poste corrigé n'est pas troublée, puisque la distance d'un contact et demi entre le point de repère du contact mobile et le milieu du premier contact écourté ne varie pas.

Placement du secteur de contrôle dans les deux postes. — On pourrait orienter le secteur de contrôle par le procédé que nous avons indiqué pour la réception du correcteur.

Dans la pratique on se contente de retarder le secteur de façon que la fin des contacts écourtés coïncide avec celle des contacts de la deuxième couronne situés au-dessous (fig. 82). Sur les lignes à grande capacité, on est souvent obligé de dépasser ce point. En effet, plus la capacité du conducteur est considérable, plus il faut de temps au courant dérivé de la ligne pour atteindre le relais et en amener le fonctionnement.

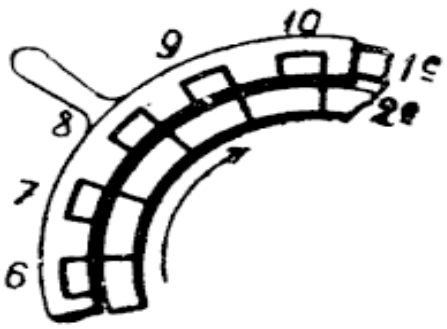


Fig. 82.

Il semblerait que la propagation de ce courant doive être instantanée puisque le circuit de contrôle possède une self-induction bien moindre que celle de la ligne et une capacité qu'on peut considérer comme nulle. Mais il ne faut pas perdre de vue que la capacité de la ligne agit sur le circuit du contrôle comme un condensateur placé en dérivation et qu'elle allonge ainsi le temps de propagation du courant dérivé. En somme, au début, l'émission est absorbée par la charge du conducteur et ce n'est que lorsque cette charge a atteint une certaine valeur que la partie de courant dérivée devient assez importante pour faire fonctionner le contrôle.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé. — L'orientation du corrigé consiste à reconnaître le point de repère du contact mobile et à placer le milieu du premier contact écourté à un contact et demi de ce point de repère. Cette mise au point est complétée par le placement des balais « au pair » qui a pour but d'éviter toute perte de temps entre la fin de la réception et le commencement de la transmission. Pour cela, il faut que le balai de la première couronne soit à un demi-contact du milieu du contact 5 du secteur de réception, c'est-à-dire à la fin de la réception, lorsque celui de la deuxième couronne est au commencement du contact 6 de cette dernière (premier contact de transmission).

L'orientation du correcteur s'obtient en déplaçant le secteur de réception jusqu'à ce qu'on reçoive la troisième émission qu'envoie le poste corrigé.

Lorsque cette position est obtenue, on déplace de nouveau le secteur de réception, d'abord dans un sens, jusqu'à ce que le troisième électro-aiguilleur ne soit plus actionné, et l'on marque sur la galerie du plateau l'endroit où est arrivé un point du secteur pris comme repère ; on fait ensuite la manœuvre inverse jusqu'à ce que le troisième aiguilleur ne soit plus actionné encore une fois, on marque également l'endroit où est arrivé le point du secteur pris comme repère ; on obtient ainsi deux points qui délimitent la marge d'orientation ; on prend le milieu de la marge, et on y amène le point pris comme repère.

Les causes qui peuvent faire varier l'orientation sont :

Au poste corrigé : un déplacement du point de repère ou du contact mobile ;

Au correcteur : un changement du temps de propagation du courant sur le conducteur ;

Un déplacement du point de repère ou du contact mobile du poste corrigé ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ou enfin, une variation accidentelle de l'angle existant entre le balai de la première couronne et celui de la seconde.

Règles à retenir. — Le déplacement du contact mobile *dans le sens du mouvement des balais avance le moment de la transmission par rapport à la fin de la réception* ; *la manœuvre contraire le retarde* ; c'est ce qu'on appelle *avancer* ou *retarder* les courants.

Lorsqu'on règle l'orientation au poste correcteur, si les émissions arrivent sur la *suivante*, déplacer le secteur de réception dans le sens du mouvement des balais (*suivre* le mouvement) ; si la chute a lieu sur la *précédente*, déplacer le secteur *en sens inverse* du mouvement des balais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

X

TRADUCTEUR

Aperçu général. — Nous avons dit, dans l'exposé du principe de l'appareil, que les armatures des électro-aimants récepteurs reproduisent les mouvements des touches du clavier sous les doigts du manipulant.

Si ces mouvements étaient assez lents, on pourrait lire à vue les combinaisons et les traduire en caractères alphabétiques ; mais ce procédé, quelque peu primitif, serait fatigant et manquerait de rapidité.

La traduction des combinaisons et l'impression en caractères typographiques est opérée mécaniquement par un organe appelé *traducteur*.

Les courants envoyés par le relais sont reçus, comme nous le savons déjà, dans cinq électro-aimants, appelés *électro-aiguilleurs*, correspondant chacun à un contact du secteur de réception ou de contrôle de la première couronne.

Les cinq armatures commandent un nombre égal de leviers coudés placés en regard et appelés *leviers aiguilleurs*. Ces derniers, lorsqu'ils ont basculé sous l'action des armatures, sont saisis par une came qui les pousse ensuite contre l'axe de leviers, dits *leviers chercheurs*, au nombre de cinq également.

Les chercheurs se déplacent sur un double disque creusé d'entailles sur la périphérie ; ces entailles et les parties non

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

creusées reproduisent les 31 combinaisons du code Baudot. C'est là le *combinateur*; il est monté sur l'axe principal du traducteur et tourne sous les pieds des chercheurs. Lors de la réception d'un signal, à un certain moment, différent pour chaque combinaison, il se produit un mouvement de chute des chercheurs dans les creux se trouvant simultanément sous leurs pieds, cette coïncidence ne pouvant avoir lieu qu'une fois par tour du combinateur.

Le déplacement des chercheurs est utilisé pour faire déclancher un système qui imprime sur une bande de papier le type traduisant la combinaison.

La *roue des types* et les organes d'impression se trouvent à l'extérieur d'une cage parallépipédique en laiton renfermant le combinateur, les leviers et les électro-aimants.

Le traducteur se place sur un socle-moteur, qui ne diffère de celui du distributeur que par le rapport des nombres de dents des pignons et des roues dentées des cinquième et sixième axes. Le synchronisme nécessaire entre le traducteur et le distributeur est obtenu par le moyen d'un électro-aimant spécial appelé *électro-frein*.

Nous allons étudier successivement les différentes parties du système.

Etablissement des communications électriques entre le socle et le traducteur. — Le câble amenant de la boîte des coupures les fils aboutissant d'autre part aux 5 contacts de chacun des secteurs de la première couronne, celui du courant du frein et la prise de terre, vient s'épanouir sur une réglette d'ébonite *r* (fig. 83) munie de 7 plots horizontaux, vissée sur le côté gauche de la platine supérieure du socle *pl*. Les fils se fixent sur les plots au moyen d'une vis V.

Le traducteur est pourvu, sur le côté gauche de la cage, d'une réglette d'ébonite *rt* portant également 7 plots,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

placés en regard de ceux de la réglette du socle. Des ressorts en laiton *l* sont serrés sur les plots *p*, au moyen de vis V_1 et leur extrémité libre vient s'appuyer avec force contre la partie saillante et arrondie des plots de la réglette du socle *ps*, assurant ainsi une communication électrique entre le socle et le traducteur.

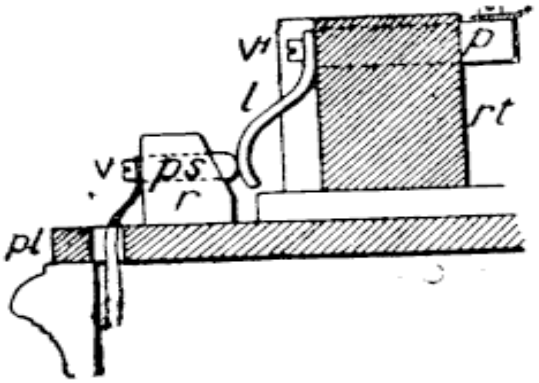


Fig. 83.

Les plots de la réglette du traducteur se prolongent dans l'intérieur de la cage et portent une vis sous laquelle est serré le fil aboutissant à l'entrée de l'électro-aiguilleur correspondant.

Le premier et le dernier plots de la réglette sont réservés pour le circuit du courant de frein destiné à synchroniser le traducteur et le distributeur ; nous y reviendrons plus loin.

La platine porte encore une autre réglette sur le côté droit, mais cette dernière ne sert qu'à assurer la stabilité du traducteur sur son socle.

Nouveau dispositif. — Dans le but de préserver des infiltrations d'huile l'arrivée des fils sur la réglette du socle on a adopté, depuis quelques années, un dispositif différent. La réglette d'épanouissement du câble R (fig. 84) est en fibrine et fixée *sous* la platine. Les extrémités des fils serrées au moyen de vis V placées à la partie inférieure et taraudant dans un cylindre en laiton *c* traversant horizontalement et de part en part la réglette. Sur le côté extérieur, une lame de cuivre *l*, fixée par une vis V_1, permet au courant d'atteindre la réglette supérieure de la platine R S qui n'a pas été modifiée. Une lame de fibrine *f* enve-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

loppe entièrement et abrite l'arrivée des fils ; elle se prolonge à la partie supérieure et s'insère entre la lame de cuivre et la platine *pl*, de façon à éviter les dérivations. Le câble lui-même est protégé par un tube de fibrine dans son parcours à l'intérieur du socle-moteur. Les communications de l'électro-frein diffèrent un peu de celles que

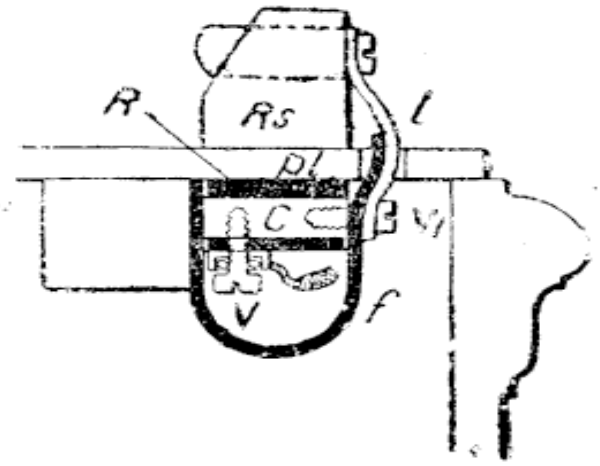


Fig. 84.

nous venons de décrire, nous les étudierons en même temps que cet organe modérateur.

Electro-aiguilleurs. — Ils sont au nombre de cinq fixés contre la platine postérieure, à l'intérieur de la cage du traducteur ; une réglette d'ébonite I (fig. 85) les isole électriquement de la platine.

Chaque électro-aimant ne comporte qu'une bobine à noyau plat *f* terminé à chaque extrémité par une culasse en fer doux *c*, c^1 ; la postérieure c^1 porte l'armature par une articulation en forme de charnière A. La partie libre de l'armature *e*, lorsqu'elle est attirée, vient au contact de la culasse antérieure *c* ; les faces des deux pièces sont taillées en biseau de façon à utiliser le plus grand nombre des lignes de force développées par le passage du courant,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et à obtenir, par conséquent, une attraction énergique ; le développement des culasses et le montage de l'armature concourent au même but en offrant aux lignes de force un circuit de faible réluctance (pr. n°28). Une forte attraction est nécessaire en raison du travail mécanique à effectuer. L'armature est maintenue dans sa position de repos par un ressort-lame en laiton à deux branches R.

Le courant venant d'un des ressorts de contact du conducteur arrive à la vis V, suit un canon en laiton *l*

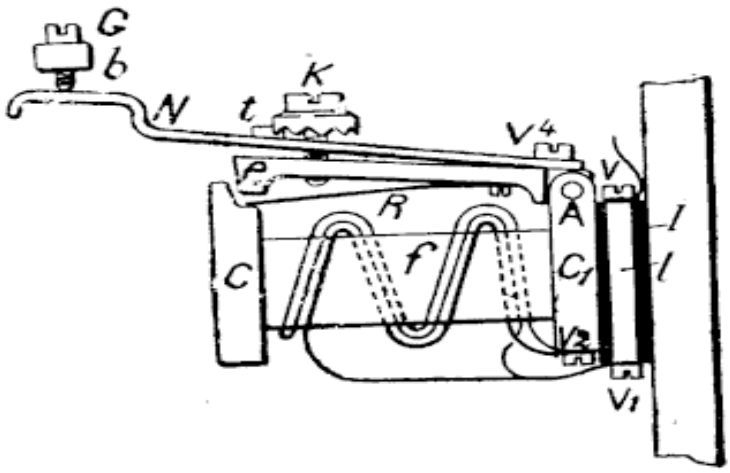


Fig. 85.

traversant la réglette d'ébonite I et, par la Vis V_1, pénètre dans le fil de la bobine pour ressortir en V_2 et s'écouler à la terre par le massif même du traducteur et le socle moteur.

Outre le circuit normal du courant, la bobine porte encore un double enroulement indiqué en trait fin sur la figure 85 et qui constitue un *shunt* destiné à éviter l'étincelle d'extra-courant qui se produirait à la rupture du circuit, soit entre le contact de la première couronne correspondant à l'électro-aiguilleur et le balai, soit, si le secteur est mal orienté, entre l'index du relais et son butoir.

La figure ci-contre (86) fera mieux comprendre l'utilité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du shunt. Supposons d'abord le petit contact de la première couronne bien orienté, c'est-à-dire placé au milieu de l'émission du relais : au moment où le balai quitte le petit contact, il se produit un extra-courant de rupture d'autant plus énergique que l'intensité du courant et le coefficient de self-induction de l'électro-aiguilleur sont plus élevés (pr. nº 30). Or ce courant, qui est de même sens que celui de la pile du relais, prend naissance dans les spires de l'électro-aiguilleur et se dirige vers la terre ; il

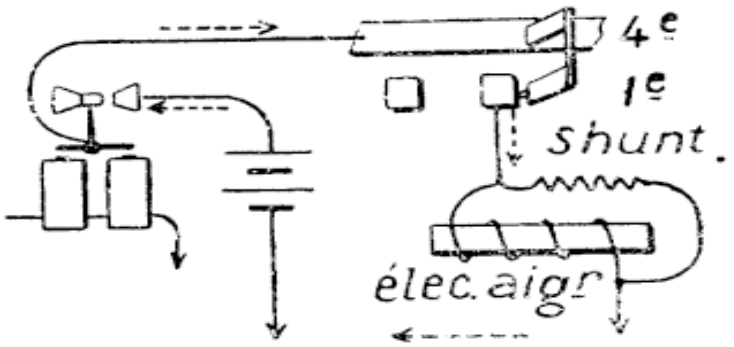


Fig. 86.

doit, pour se fermer sur lui-même, revenir par la prise de terre de la pile, la pile, le butoir et l'index du relais, la quatrième couronne et les balais ; en franchissant la couche d'air qui sépare le balai du petit contact qu'il vient de quitter, il détermine une étincelle qui oxyde ou dégrade le contact. Si le contact considéré était placé, par suite d'une mauvaise orientation, de telle façon que le balai soit encore sur lui au moment où l'index du relais quitte son butoir de travail, l'étincelle se produirait alors en cet endroit et rendrait rapidement défectueux le contact des deux pièces.

Le shunt, qui est constitué par un fil métallique d'une résistance déterminée reliant l'entrée et la sortie de la bobine de l'électro-aiguilleur, offre à l'extra-courant de rupture un circuit beaucoup plus conducteur que celui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il trouverait en franchissant la couche d'air, soit à l'index du relais, soit au petit contact. L'extra-courant pouvant ainsi se fermer sur lui-même sans trouver de solution de continuité ne détermine plus d'étincelle.

La résistance du circuit principal est de 50 ω, celle du shunt, de 200 ω, ce qui donne pour résistance totale de la bobine en appliquant la formule des circuits dérivés (pr. n° 5)

$$\frac{200 \times 50}{200 + 50} = 40\ \omega$$

L'armature est munie d'un index en laiton N (fig.85) serré par une de ses extrémités sous une vis V_4 ; l'index peut être rapproché plus ou moins de l'armature par le jeu d'une vis K. La position de cette dernière est assurée au moyen d'un couteau *t* dont l'arête s'engage dans des entailles pratiquées sous la collerette de la vis K et qui est solidaire de l'index.

L'autre extrémité de l'index vient buter contre une vis de réglage G traversant une barrette mobile *b*. La vis sert à limiter le déplacement de l'armature en hauteur et, par conséquent, le jeu entre l'armature et le noyau de l'électro-aiguilleur, il convient de remarquer que si l'on rapproche l'index de l'armature en serrant la vis à crans K_1 on éloigne, au contraire, l'armature du noyau.

Leviers aiguilleurs et ressorts à encoche. — Au-dessous et en avant de chaque index se trouve un levier coudé dit levier aiguilleur (*a*, fig. 87), pivotant autour d'un axe commun aux quatre autres ; la branche horizontale du levier se termine en biseau, et s'engage dans une encoche portée par un ressort *r* dont on peut régler la tension au moyen d'un dos d'âne *d* ; l'autre branche est deux fois plus longue et son extrémité inférieure, ou *pied*, est taillée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en forme de couteau, le tranchant étant dirigé vers la gauche du traducteur. Grâce au ressort à encoche *r*, le levier aiguilleur est maintenu de telle façon que sa branche descendante soit à faible distance d'une couronne *c* appelée *couronne de butée* et portée par la roue dentée de l'axe principal du traducteur.

Lorsque les émissions du relais agissent sur une ou plusieurs armatures, les index de ces dernières s'abattent brusquement sur les branches horizontales des leviers aiguilleurs correspondants et les forcent à quitter leurs encoches en faisant fléchir les ressorts. Dans ce mouvement, la branche descendante des leviers actionnés vient s'appuyer contre la couronne de butée. La combinaison envoyée est ainsi enregistrée par les leviers aiguilleurs tandis que les armatures des électro-aiguilleurs mis en action se relèvent, sous l'effort de leur ressort antagoniste à deux branches, dès que le courant cesse, elles deviennent disponibles pour enregistrer une nouvelle combinaison.

Came-navette. — La couronne de butée est échancrée sur une partie de sa périphérie et une came en acier cémenté, appelée *came-navette*, (fig. 87) est logée dans l'espace disponible. Cette came est double. La première partie dans le sens du mouvement de rotation de l'axe principal du traducteur, *e*, est triangulaire ; elle est séparée de la deuxième *b*, par une profonde rainure *i* qui s'évase brusquement et se termine par un côté arrondi. La partie triangulaire a pour fonction de saisir les pieds des leviers aiguilleurs déplacés par les armatures et d'accentuer leur mouvement de rotation autour de leur axe en les forçant à glisser successivement sur le côté latéral de la came jusqu'à ce qu'ils aient atteint le sommet du triangle. Nous verrons plus loin le but de ce déplacement. Dès que le pied de l'aiguilleur a dépassé le sommet, il vient en prise

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec la deuxième partie de la came qui le repousse graduellement en lui faisant suivre la rainure juqu'à ce qu'il soit ramené à sa position de repos, c'est-à-dire jusqu'à ce que la branche horizontale du levier aiguilleur soit engagée dans l'encoche du ressort. Bien que la pointe de la came-navette soit très aiguë et que le pied de l'aiguilleur

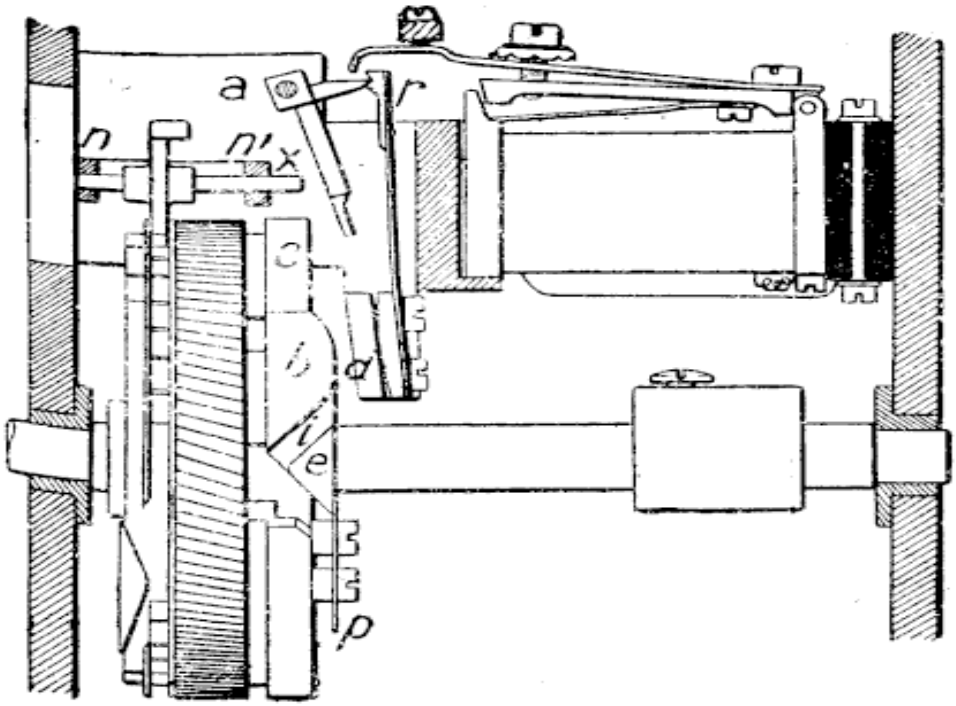


Fig. 87.

se présente à elle par son côté tranchant, il arrivait que la rencontre entre les deux pièces se faisait d'une façon défectueuse et provoquait la rupture du pied de l'aiguilleur. Pour obvier à cet inconvénient, on a placé, dans le prolongement de la pointe de la came, un couteau d'acier *p*, fixé solidement par deux vis et présentant son tranchant en avant.

Cette lame peut s'insinuer facilement entre les pieds des aiguilleurs actionnés s'appuyant contre la couronne de butée et ceux des autres aiguilleurs restés à la position

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de repos sans risque d'amener un choc et la rupture subséquente.

Leviers chercheurs et levier propulseur. — Les leviers chercheurs sont au nombre de 5, correspondant chacun à un des leviers aiguilleurs. Ils possèdent une tête *t* (fig. 88), légèrement courbe, par laquelle ils prennent appui les uns sur les autres ; leur pied, *p*, est oblique et incliné dans le sens de la rotation de l'axe principal du traducteur ; il s'appuie sur les saillies d'un organe K placé au-dessous appelé *combinateur*. Les leviers chercheurs sont montés chacun sur un axe dont ils sont solidaires. L'ensemble est

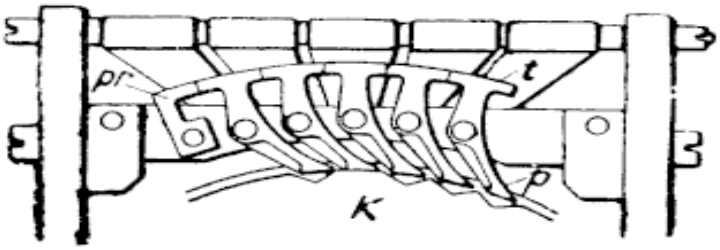


Fig. 88.

supporté par deux ponts d'acier *n* et *n'* (fig. 87) ; ces derniers sont traversés à frottement doux par les axes. Les leviers peuvent ainsi se déplacer entre les deux ponts. Ils sont susceptibles de deux mouvements bien distincts ; un mouvement dans le plan parallèle à leur axe, c'est-à-dire d'avant en arrière ou *vice-versa*, et un autre mouvement latéral par lequel ils tournent légèrement avec leur axe dans les ouvertures ménagées dans les ponts. Comme les têtes des leviers chercheurs peuvent glisser facilement l'une contre l'autre, ces leviers sont indépendants pour les déplacements d'avant en arrière ou d'arrière en avant. Il n'en est pas de même pour les mouvements latéraux. En effet, toutes les têtes s'appuyant l'une contre l'autre, si les saillies du combinateur viennent à manquer *simulta*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nément sous les pieds des cinq chercheurs, ces derniers, n'étant plus soutenus, subiront un mouvement de chute qui les fera tourner avec leur axe. Mais il importe de bien remarquer qu'il suffit qu'un seul des chercheurs soit soutenu par une saillie pour que l'ensemble ne puisse tomber. Le mouvement de chute dans le sens de la rotation de l'axe principal est d'ailleurs favorisé par l'action d'un ressort *r* (fig. 94) agissant sur une sorte de chercheur sans pied en forme de marteau dit *levier propulseur*, *pr.* (fig. 88), qui transmet la pression du ressort aux têtes des chercheurs.

Les axes des cinq leviers chercheurs font saillie en arrière du pont qui les supporte et sont placés, comme nous l'avons déjà dit, en face des leviers aiguilleurs, de manière que, lors du déplacement de ces derniers, sous l'action de la came-navette, ils soient rencontrés par l'aiguilleur correspondant qui les pousse, à son tour, d'arrière en avant.

Les chercheurs n'étant pas solidaires les uns des autres, pour les déplacements dans ce sens, il n'y aura que les chercheurs correspondant aux leviers aiguilleurs actionnés par les armatures qui seront ainsi déplacés ; les autres chercheurs resteront au repos.

Combinateur. — C'est l'organe le plus important du traducteur et le plus ingénieux de tout le système. C'est par son intermédiaire que les combinaisons des cinq éléments de signaux du code Baudot sont traduites en caractères typographiques. Il se compose simplement de deux disques d'acier sur la périphérie desquels on a représenté, par des creux et des saillies, les trente et une combinaisons à la suite les unes des autres, et dans un ordre tel qu'il suffit de se décaler d'une division pour passer à la combinaison suivante, comme le montre la figure 89.

En avant du premier creux, dans le sens du mouvement indiqué par la flèche, on a ménagé un intervalle égal à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quatre divisions afin de pouvoir réaliser la première combinaison (A, ou 1).

Si l'on promène, de gauche à droite, le profit du combinateur sous les pieds des cinq chercheurs, on trouve successivement les trente et une combinaisons en le décalant d'une division chaque fois. Les émissions de travail du

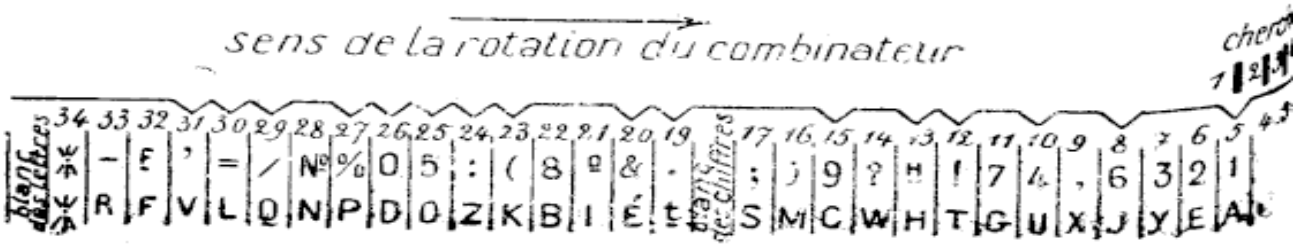


Fig. 89. — Développement de la voie de travail du combinateur.

manipulateur sont figurées par un creux, et celles de repos par une saillie.

La périphérie des deux disques porte le nom de *voie*. Celle dont nous venons de parler s'appelle *voie de travail*, l'autre, *voie de repos*. Dans cette dernière (fig. 90), les émissions de travail sont représentées par des saillies, et

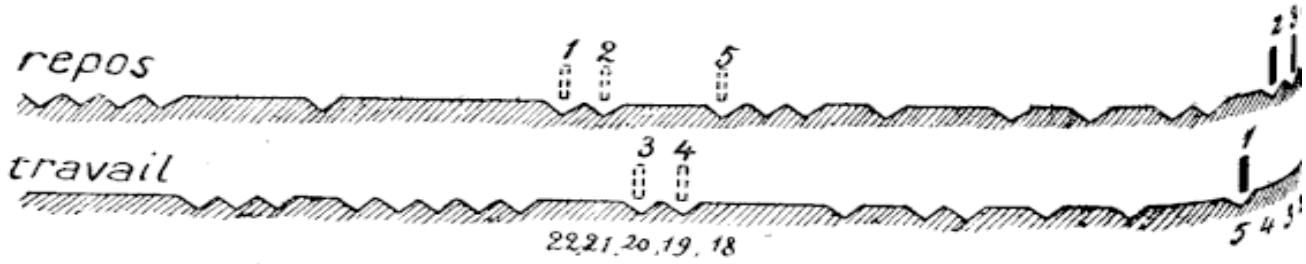


Fig. 90. — Développement des voies de travail et de repos.

celles de repos par des creux, c'est-à-dire que la voie de repos est absolument l'inverse de celle de travail.

Si l'on fait défiler la voie de repos sous les pieds des cinq chercheurs, on constate qu'à aucun moment les leviers ne se trouvent simultanément sur 5 creux successifs et qu'ils ne peuvent subir un mouvement de chute. Il n'en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est plus de même si nous faisons passer un ou plusieurs chercheurs de la voie de repos sur la voie de travail ; les têtes de ces leviers sont d'ailleurs assez longues pour continuer à s'appuyer l'une sur l'autre, même dans ce cas. Si nous supposons que le premier chercheur ait été engagé seul sur la voie de travail, les quatre autres restant sur celle de repos (fig. 90), nous voyons immédiatement, à l'inspection des deux voies, que le premier chercheur se trouve sur le creux de la cinquième division de la voie de travail lorsque les quatre autres sont sur les creux des divisions 1, 2, 3 et 4 de la voie de repos. Aucun des cinq chercheurs n'étant soutenu à ce moment, l'ensemble subit un mouvement de chute qui indique que la combinaison enregistrée par les aiguilleurs, et répétée par les chercheurs, est la lettre A (ou le chiffre 1). Pour obtenir l'impression de la lettre, il suffit de mettre à profit, comme nous l'avons déjà dit, le mouvement des chercheurs afin de faire déclancher un système amenant un cylindre d'impression contre une roue montée sur le même axe que le combinateur, cette roue portant sur son pourtour les différents types alphabétiques, ou autres, dans le même ordre que celui des combinaisons sur les disques c'est-à-dire 1 A 2 E 3 Y 6 J, X etc...

En continuant à faire glisser les voies sous les pieds des chercheurs, nous constaterons encore que la coïncidence des cinq creux placés simultanément sous les chercheurs ne se rencontre qu'une fois pour la combinaison donnée. Ainsi, dans l'exemple que nous avons pris, la coïncidence se présente lorsque la cinquième division de la voie de travail arrive sous le pied du premier chercheur : dans toute autre position, il y aura toujours un ou plusieurs chercheurs soutenus par une saillie et les cinq leviers ne pourront tomber.

Si, au lieu d'aiguiller le premier chercheur sur la voie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de travail, nous y envoyons en même temps le troisième et le quatrième, les premier, deuxième et cinquième restant sur la voie de repos (combinaison correspondant à la lettre B), ce n'est que lors de l'arrivée de la vingt-deuxième division de la voie de repos sous le premier chercheur que la combinaison des cinq creux, qu'on appelle aussi *combinaison indicatrice*, se présentera simultanément sous les pieds des cinq chercheurs, lesquels éprouveront, à cet endroit, le mouvement de chute qui doit mettre en marche le système imprimeur. Et encore, pour cette combinaison comme pour toutes les autres, le mouvement de chute ne peut se produire qu'en ce point et jamais ailleurs, comme il est facile de s'en assurer par l'inspection de la figure 90.

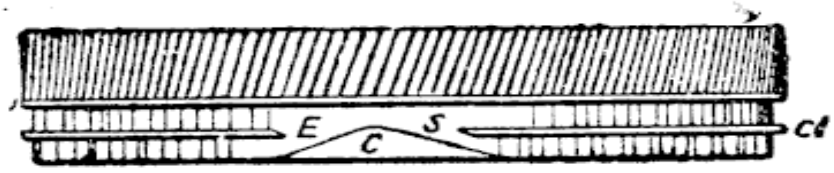


Fig 91.

Ainsi, pour chacune des trente et une combinaisons que les chercheurs peuvent représenter, il se produira trente et un mouvements de ces leviers à trente et un endroits différents du combinateur. Les combinaisons sont donc différenciées maintenant, grâce au combinateur, par le moment où les chercheurs, rencontrant sous leurs pieds la combinaison indicatrice, trébuchent simultanément dans les cinq entailles.

Les creux et les saillies nécessaires pour former les 31 combinaisons occupent les 35/40 de la périphérie des disques, les 5/40 restants sont utilisés pour l'*aiguillage des chercheurs* sur la voie de travail et leur retour à la voie de repos après un tour du combinateur. Les deux voies sont séparees par une cloison d'acier *cl* (fig. 91) pour éviter le passage intempestif des chercheurs d'une voie sur l'autre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La cloison est échancrée dans la partie des 5/40 réservés pour l'aiguillage ; une came *c*, dite *came de rappel des chercheurs*, partage l'ouverture en deux parties E et S. La position de l'échancrure par rapport à la came-navette est telle que le passage E se trouve en face du pied d'un des chercheurs au moment précis où celui-ci est susceptible d'être poussé par le levier aiguilleur correspondant actionné par la came-navette. Si plusieurs chercheurs doivent passer sur la voie de travail pour une combinaison donnée, ils sont aiguillés successivement à mesure que le passage E se présente devant leur pied, et ils restent sur cette voie pendant toute la révolution du combinateur, jusqu'au moment où la came de rappel, agissant par sa rampe, pousse progressivement et successivement vers la sortie S les chercheurs engagés sur la voie de travail. Ils sont alors de nouveau prêts pour faire partie d'une autre combinaison et peuvent être immédiatement réengagés sur la voie de travail.

Déclanchement. — En réalité, ce n'est pas (ou plutôt ce n'est plus, car il a été utilisé dans les premiers traducteurs) le mouvement de chute des chercheurs sur la combinaison indicatrice qui provoque le déclanchement du système imprimeur ; c'est celui qu'éprouvent les leviers lorsque, frappés brusquement par la partie remontante de l'entaille, ils sont violemment rejetés de gauche à droite (fig. 92 et 93). Les têtes des chercheurs, suivant l'impulsion, se déplacent de droite à gauche et viennent frapper avec force contre le levier propulseur. Or celui-ci est goupillé solidement sur le même axe qu'un autre levier *d* (fig. 94), appelé *levier de déclanchement*, placé à l'extérieur de la cage du traducteur. Ce levier est muni d'un ressort-lame *r* réglable au moyen d'une vis V. C'est la pression de ce ressort qui, transmise par l'axe commun aux deux leviers, appuie le propulseur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contre les têtes des chercheurs et favorise la chute de ces derniers.

Au moment du rejet des chercheurs hors des entailles du combinateur, lorsque les têtes viennent frapper le levier propulseur, ce dernier transmet au levier de déclanchement l'impression qu'il reçoit, et l'extrémité de celui-ci, malgré l'opposition du ressort, se soulève de bas en haut, entraînant une bielle *b* montée de façon à pouvoir tourner



Fig. 92 — Le pied du chercheur arrive sur une entaille de la combinaison indicatrice. La tête se meut de gauche à droite sous la pression du levier propulseur, et le pied descend au fond de l'entaille.



Fig. 93. — Le pied du chercheur est rejeté par la partie ascendante de l'entaille. Les têtes des chercheurs sont violemment projetées contre le levier propulseur.

très librement autour de la portée d'une vis v_1 taraudant à travers le levier de déclanchement ; la bielle est articulée, d'autre part, sur le bras d'un autre levier *p* appelé *pédale* et peut être allongée ou raccourcie à volonté, car sa tige se visse dans les manchons *m*, m^1 qui la terminent.

La pédale possède, à son extrémité libre, un marteau *o* placé au-dessus et à faible distance du bras horizontal d'un levier dit *levier d'accrochage*, *a*, qui retient, au moyen d'un bec, K, le doigt du *levier d'impression* I.

L'emprise du bec du levier d'accrochage et le rappel du levier à sa position de repos lorsqu'il a été déplacé sont assurés par la pression d'un ressort r_1 fixé sur une équerre *q* ; on peut à volonté régler la valeur de l'accrochage au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'une vis v_2 traversant une petite potence et limitant en hauteur le jeu du levier *a*.

Lorsque les chercheurs tombent dans les entailles de la combinaison indicatrice, les têtes ainsi que le propulseur

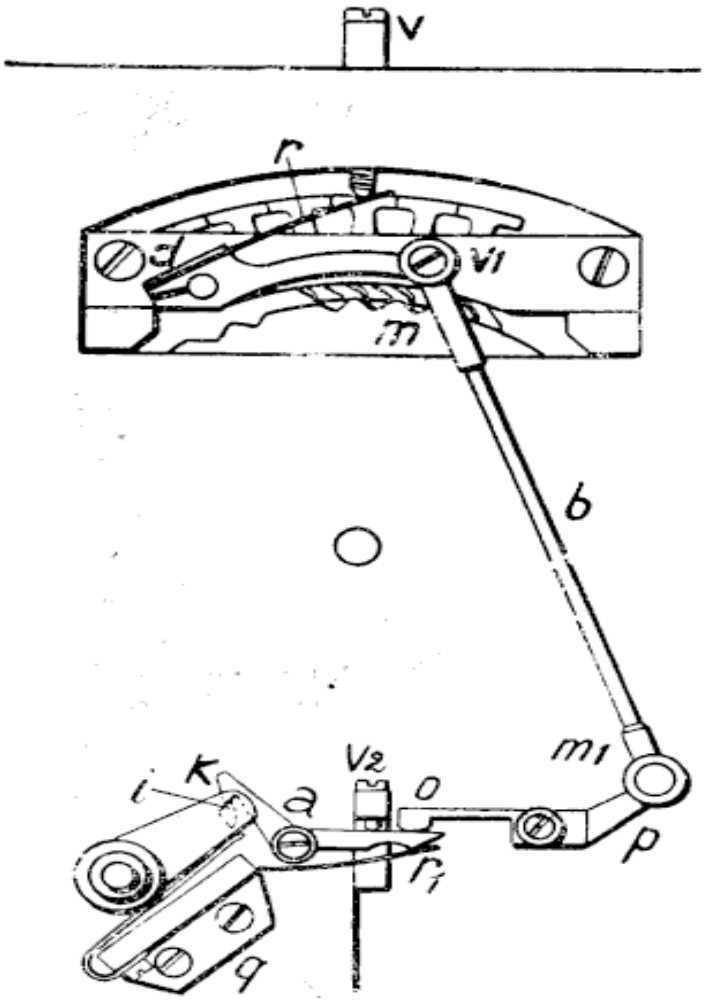


Fig. 94.

se déplacent de gauche à droite ; ce mouvement se traduit pour le levier de déclanchement par un déplacement de haut en bas qui, se transmettant à la pédale, fait soulever le marteau de cette dernière. Au moment où les chercheurs sont rejetés hors des entailles et dépassent la surface du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combinateur, les têtes frappent brusquement et ensemble le propulseur qui communique l'impulsion au levier de déclanchement : celui-ci se soulève alors et, tirant sur la pédale, fait abattre le marteau, d'un coup sec, sur l'extrémité du levier d'accrochage ; ce levier, en basculant autour de son axe sous le choc, lâche le doigt du levier d'impression et déclanche ainsi le système imprimeur.

Bras d'impression. — Le bras d'impression pivote librement autour d'un axe *a* (fig. 95) vissé et contre-vissé dans

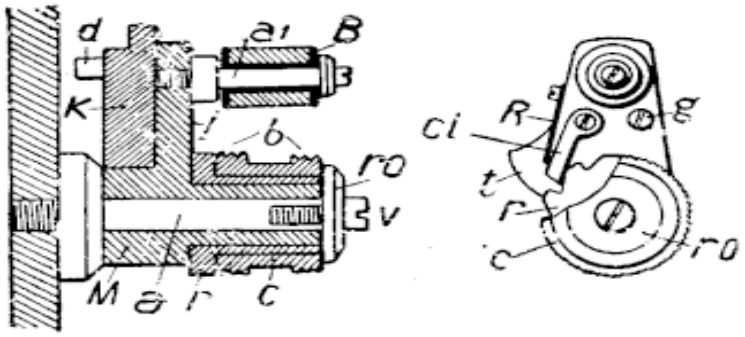


Fig. 95.

une platine spéciale, dite *platine d'impression*, fixée elle-même par trois vis sur la platine antérieure de la cage du traducteur. A sa partie inférieure, le bras d'impression I est pourvu d'un manchon M dans lequel l'axe pénètre librement ; en avant du bras, le manchon est d'un diamètre plus faible et sert de support et d'axe à un cylindre *c* formé de deux manchons enfoncés à force l'un dans l'autre : le premier porte une roue à rochet ***r***, le second est bordé d'une triple rangée de denticules ***b***, destinées à retenir la bande de papier qui passe sur le manchon. L'ensemble des deux manchons s'appelle *cylindre-rochet d'entraînement*. Il est maintenu sur le bras d'impression par une vis *v* s'enfonçant dans l'axe même du bras, axe qui fait une très légère saillie hors du cylindre d'entraînement ; une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rondelle *ro*, intercalée entre la vis et le cylindre, ne laisse à ce dernier qu'un faible jeu dans le sens de l'axe. La roue à rochet tourne contre le bras ; un cliquet *de progression*, *cl* (fig. 95), fixé au-dessus du rochet, vient s'engager entre les dents sous la pression d'un ressort R et s'oppose à tout mouvement du cylindre de gauche à droite. A la partie

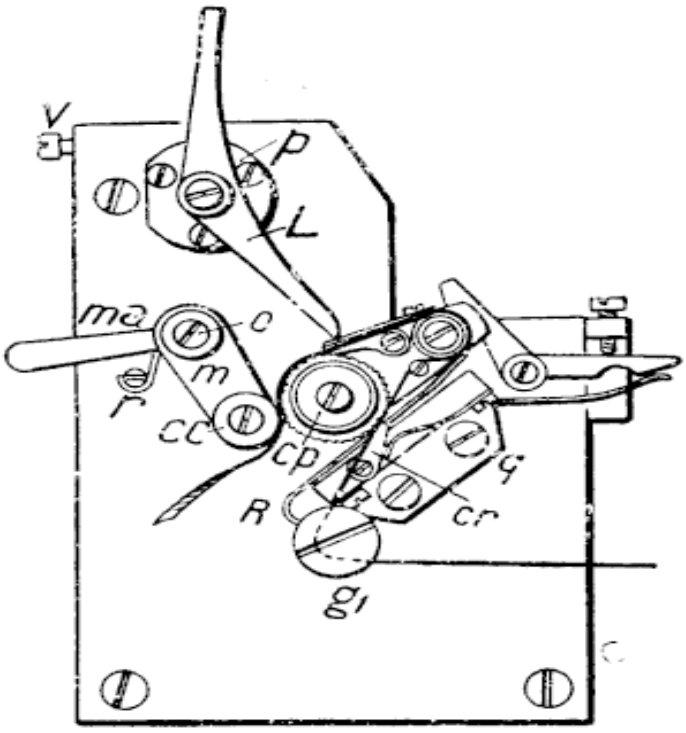


Fig. 96.

supérieure du bras, se visse un axe a_1 portant une carcasse de bobine B en laiton, garnie de gutta-percha ou de papier-bande fortement serré et collé ; une rondelle et une vis de bout d'axe limitent le jeu latéral. C'est sur ce cylindre que se fait l'impression ; on l'appelle *cylindre imprimeur*. Au-dessous, et à droite, se trouve un guide papier *g* et, à la partie postérieure, à cheval sur le manchon, une came K fixée solidement par trois vis taraudant dans le bras. Cette came est munie d'un doigt triangulaire en acier *d*, appelé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

doigt de la came d'impression, destiné à recevoir le bec du levier d'accrochage ; la pièce K porte, en outre, un renforcement désigné sous le nom de *talon*, *t*.

Un deuxième cliquet *cr* (fig. 96), fixé sur une équerre *q*, s'oppose également à toute rotation du cylindre de progression dans le sens des aiguilles d'une montre ; c'est le *cliquet de retenue*.

Le bras d'impression tout entier est sollicité à se déplacer, de droite à gauche, par la pression d'un fort ressort en U, R, fixé, d'une part, sur l'équerre *q*, et agissant, d'autre part, par sa longue branche, contre l'extrémité du bras d'impression.

La bande de papier sur laquelle doivent s'imprimer les types est fournie par un rouleau, porté par un rouet monté sur un bras à la partie supérieure droite de la cage du traducteur. La bande passe sous un premier guide placé au-dessous du rouet, puis sous un second g_1 implanté dans la platine d'impression, près de l'équerre, et sur un troisième vissé dans le bras d'impression. Elle contourne le cylindre imprimeur et vient se laminer entre les denticules du cylindre de progression *cp* et un autre cylindre *cc*, dit *compresseur*, porté par une manivelle *m* pivotant en *o* et commandée par une manette *ma*. Un ressort *r*, enroulé sur l'axe de la manivelle, fixé, d'une part, dans le bras de la manivelle, force le cylindre compresseur à appuyer sur le cylindre d'entraînement.

Roue d'impression et roue des types. — L'axe principal du traducteur sur lequel est monté, comme nous le savons déjà, le combinateur, fait saillie hors de la cage du traducteur et porte deux roues de même diamètre R_1 et R_2 (fig. 97). La première R_1, appelée *roue d'impression*, est fixée sur manchon *m* s'engageant, à frottement doux, sur l'axe *a* ; la seconde R_2, sur la périphérie de laquelle sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gravés les caractères traduisant les combinaisons du code Baudot, est la roue *des types*. Cette dernière possède aussi un manchon d'acier m_1, sur lequel elle se fixe au moyen de trois vis traversant des ouvertures allongées suivant une circonférence, ce qui permet de donner à la roue des types différentes positions par rapport à son manchon. A l'intérieur de celui-ci, tourne, à frottement doux, le manchon

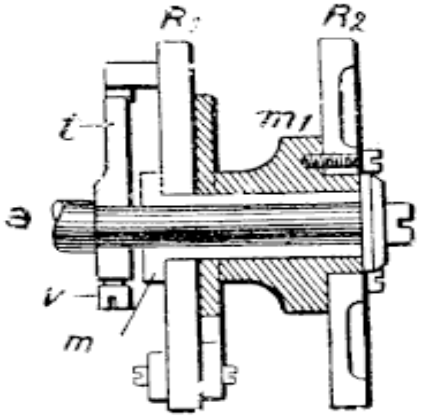


Fig. 97.

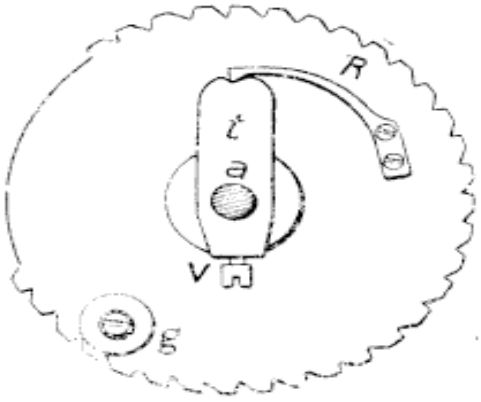


Fig. 98.

de la roue d'impression. Nous verrons plus loin comment s'opère la liaison entre les deux roues.

Des caractères occupant chacun 1 /80 de circonférence, plus deux évidements de 2 /80 correspondant aux blancs des lettres et des chiffres, sont répartis sur 62 /80 de la périphérie de la roue des types, dans l'ordre des combinaisons sur le combinateur, de telle façon que chaque lettre soit précédée du chiffre, du caractère abréviatif, ou du signe de ponctuation qui traduit la même combinaison ; les 18 /80 restants sont évidés. Les types gravés sur la roue sont : **1 A 2 E 3 Y 6 J, X 4 U 7 G ! T H ? W 9 C) M ; S blanc des chiffres.** *t* **& E ° I 8 B (K : Z 5 O 0 D 0/0 P No N /Q = L' V F — R blanc des lettres.**

La roue d'impression est creusée, sur son pourtour, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trente et une entailles, autant qu'il y a de combinaisons ; ces entailles sont réparties sur 31/40 de circonférence ; un évidement est pratiqué sur les neuf autres quarantièmes.

La roue n'est pas fixée directement sur l'axe du combinateur ; le montage a lieu par l'intermédiaire d'un *toc*, *t* (fig. 97 et 98), rendu solidaire de l'axe *a* par la pression d'une vis *v*. A sa partie supérieure, le toc est pourvu d'une entaille dans laquelle pénètre le bec d'un fort ressort R solidement fixé par deux vis contre la face postérieure de la roue d'impression.

Cette disposition a pour but d'éviter le faussage ou même la rupture des pièces en mouvement lorsque l'énergie cinétique (pr. n° 10) que possèdent l'axe et les lourds organes qu'il supporte devra être restituée instantanément, par suite d'un arrêt brusque du traducteur : en pareil cas avec le montage décrit, l'énergie se dépense sans avarie ; le ressort de la roue d'impression fléchit, se dégage de l'entaille du toc et la liaison des deux pièces est rompue. On dit alors que la roue est *décrochée*.

Impression d'un caractere. — Nous pouvons nous rendre compte maintenant du fonctionnement du système imprimeur.

Lorsque le levier d'accrochage, sous le choc de la pédale, lâche le doigt de la came d'impression, le bras tout entier est projeté de droite à gauche par l'action du ressort en U, et l'arête de la came d'impression vient frapper une saillie de la roue d'impression qui tourne au-dessus et dans le même plan. Le mouvement de la roue et celui du bras étant de même sens, la came glisse le long de la saillie et pénètre dans l'entaille qui suit (fig. 99). A partir de ce moment, le bras est entraîné par la roue qui accentue ainsi le déplacement de droite à gauche commencé sous l'impulsion du ressort en U. Pendant ce temps, le cylindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

imprimeur est venu présenter la bande de papier à un caractère de la roue des types préalablement recouvert d'encre d'imprimerie, la bande entre d'abord en contact avec le bord du caractère, puis, à mesure que le mouvement s'accentue, avec la partie mediane, et enfin avec l'autre bord : elle est ainsi laminée, en quelque sorte, sous le type. La partie médiane s'imprime au moment où le bras d'im-

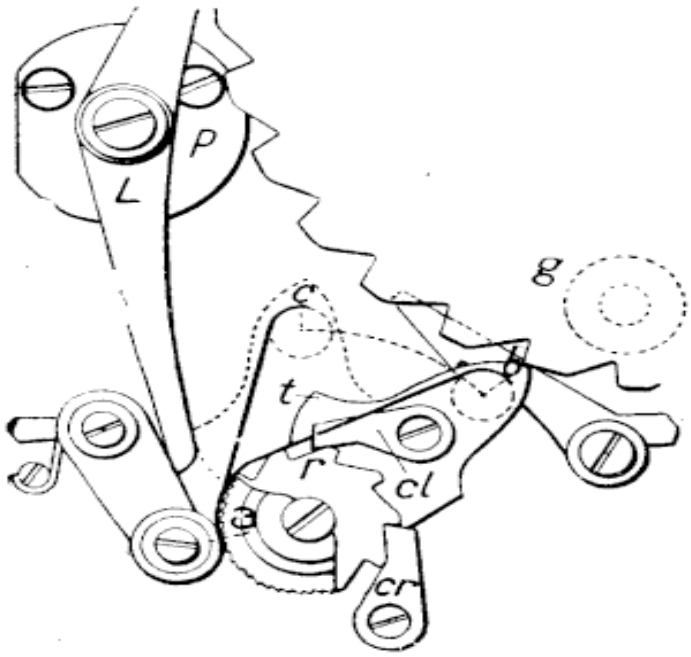


Fig. 99.

pression se trouve dans le prolongement d'un rayon de la roue d'impression : l'arête de la came est alors au fond de l'entaille. L'encrage des types est opéré par un cylindre garni de drap, monté sur une manivelle et roulant sur la roue sous la pression d'un ressort à boudin enroulé sur l'axe.

On peut régler la distance du tampon à la roue en manœuvrant une butée mobile se fixant au moyen d'une vis dans la position voulue.

Par un réglage approprié, il existe entre le combinateur,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la roue d'impression et la roue des types une relation de position telle que la roue d'impression présente à la came l'entaille correspondant à la combinaison indicatrice par les chercheurs sur le combinateur, tandis que le caractère qui la traduit se trouve en présence du cylindre imprimeur. Ainsi dans le cas où la chute des chercheurs se serait produite lors de l'arrivée sous leurs pieds des divisions 18, 19, 20, 21, 22, c'est-à-dire pour la dix-huitième combinaison, la roue d'impression aurait présenté à la came sa dix-huitième entaille au moment du déclanchement. De même et simultanément, la roue des types serait venue appliquer sur le cylindre imprimeur soit le chiffre 8, soit la lettre B, selon que cette combinaison aurait été précédée de celle du blanc des chiffres ou de celle du blanc des lettres. Nous étudierons, plus loin, le mécanisme qui permet d'imprimer à volonté les chiffres ou des lettres.

Après l'impression du type, le bras est rejeté par la roue d'impression hors de la trajectoire de ses entailles et reste ainsi hors d'atteinte des saillies.

Rappel du bras d'impression. — Le bras d'impression est ramené à sa position de repos par un levier L (fig. 96 et 99) monté sur une plate-forme *p* maintenue par trois vis contre la platine d'impression ; les deux vis supérieures traversent cette plate-forme par des trous plus larges que leur tige, ce qui permet de rapprocher à volonté par la manœuvre d'une vis V (fig. 96), la plate-forme *p* et, par suite, le *levier de rappel* du bras d'impression. Ce levier est mis en action par un galet *g* (fig. 98 et 99) placé derrière la roue d'impression, près de la vingt-huitième entaille, qui vient, à chaque tour, passer à proximité de la branche supérieure du levier.

Lorsque le bras d'impression est rejeté hors de la trajectoire des saillies de la roue d'impression, le talon de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

came atteint la partie inférieure du levier de rappel qui, basculant autour de son axe, amène son extrémité supérieure sur le passage du galet. Celui-ci alors repousse progressivement, en tournant sur son axe, cette partie du levier, ce qui provoque un mouvement de bascule en sens contraire du précédent, et le bras d'impression, sous l'impulsion de gauche à droite donnée au talon de sa came et malgré le ressort en U, revient à sa position initiale ; le doigt d'accrochage soulève le bec du levier de même nom et ce dernier, sous l'action de son ressort, retombe immédiatement après le passage du doigt et maintient le sytème au repos jusqu'à la réception d'une nouvelle combinaison.

La came d'impression, pas plus que le cylindre imprimeur, ne heurte les saillies de la roue d'impression, ou les types de l'autre roue, au moment du rappel, parce que ce mouvement se produit lors du passage de l'évidement des roues.

Progression de la bande. — Il importe qu'après chaque impression la bande de papier avance au moins de la largeur d'un caractère pour laisser la place à l'impression qui suit. Ce résultat est obtenu par le jeu des cliquets, et l'action du cylindre compresseur. Lorsque, libéré de l'emprise du levier d'accrochage, le bras d'impression est projeté de droite à gauche, par son ressort en U d'abord, et par l'impulsion de la roue d'entraînement ensuite, le cliquet de progression *cl* (fig. 99), engagé entre deux dents du rochet *r* du cylindre d'entraînement, force celui-ci à suivre le mouvement du bras jusqu'à ce que le talon *t* de la came vienne buter contre la partie inférieure du levier de rappel.

Dans ce mouvement, le cylindre entraine, grâce aux denticules dont il est garni, la bande de papier et la fait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

glisser sous le cylindre compresseur. Il convient de remarquer que, pendant ce temps, la bande de papier reste immobile sur le cylindre imprimeur ; la portion qui avance n'est, en effet, que l'excédent de bande provenant du déplacement du bras d'impression dont l'extrémité supérieure se rapproche ainsi du point *a* (fig. 99) où la bande est pincée entre le compresseur et le cylindre d'entraînement. Il suffit de considérer la figure pour s'assurer que la portion de bande comprise entre ***a*** et ***c*** est plus courte que celle qui s'étend entre *a* et ***b***.

Quand le bras est ramené au repos par le levier de rappel, le cylindre d'entraînement ne peut revenir en arrière parce qu'il est bloqué, dans sa position, par le cliquet de retenue *cr*, et c'est le manchon du bras qui tourne dans le cylindre. La bande ne suit pas davantage le mouvement de rappel parce qu'elle est pincée entre le cylindre compresseur et les dents du cylindre d'impression qui sont inclinées, dans le sens voulu pour s'opposer à son retrait. Mais si, dans le déplacement du bras de droite à gauche, il s'est trouvé un excédent de bande, il n'en est plus de même lors du rappel puisque le cylindre imprimeur s'éloigne du point où la bande est pincée ; la portion est alors trop courte ; elle est complétée par une partie tirée précédemment du rouleau et cette dernière a la même longueur que celle qui a passé sous le compresseur au moment de la projection du bras. Le cylindre d'impression glisse ainsi sous la bande et présente à la roue des types un espace propre à recevoir une nouvelle impression.

En résumé, la bande est immobile sur le cylindre imprimeur pendant l'impression, et la partie imprimée n'avance qu'au moment du rappel du bras.

Inversion. — Les trente et une combinaisons du code Baudot étant insuffisantes pour représenter les lettres, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chiffres et les signes de ponctuation, il a fallu recourir à un artifice qui consiste à donner deux significations à chaque combinaison. Il suffit alors de faire précéder chaque groupe de caractères par un signal spécial pour les différencier. Pour les signes de ponctuation et pour les chiffres, ce signal est appelé *blanc des chiffres* ; pour les caractères alphabétiques, il reçoit le nom de *blanc de lettres*.

Il nous reste à étudier le mécanisme mis en mouvement par la réception de ces signaux, c'est ce qu'on appelle l'inversion.

Nous avons vu que la roue des types porte sur sa périphérie, alternativement, un chiffre ou un signe de ponctuation et une lettre, les deux caractères traduisant la même combinaison étant placés côte à côte.

Pour produire l'impression d'un chiffre ou d'une lettre, il ne faut qu'un décalage de la roue des types par rapport à la roue d'impression, décalage de la largeur d'un type sur la roue, soit 1/80 de circonférence. Afin d'obtenir ce résultat, il est indispensable que la liaison des deux roues ne soit pas invariable. Voici de quelle façon elle est réalisée. Sur le manchon de la roue des types, du côté opposé à la roue, est solidement vissé et goupillé un levier I (fig. 100) à trois branches, dit *levier d'inversion* ou, encore, levier en Y à cause de sa forme qui rappelle vaguement celle de cette lettre. Les trois branches sont inégales ; la plus longue est susceptible de se déplacer d'un quatre-vingtième de circonférence entre deux vis de butée *ch* et *l* ; sa position est assurée par l'appui d'un levier à bec *b* monté sur un pont *p* vissé sur la roue d'impression ; ce dernier levier *b* exerce une pression sur l'extrémité de la longue branche du levier d'inversion, grâce à un ressort à boudin enroulé autour de son axe. Le pont peut d'ailleurs se déplacer légèrement par rapport au levier d'inversion et favoriser son appui sur l'une ou l'autre butée, les vis qui fixent le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pont le traversant par des trous plus larges que leur tige.

Les deux autres branches du levier sont de même

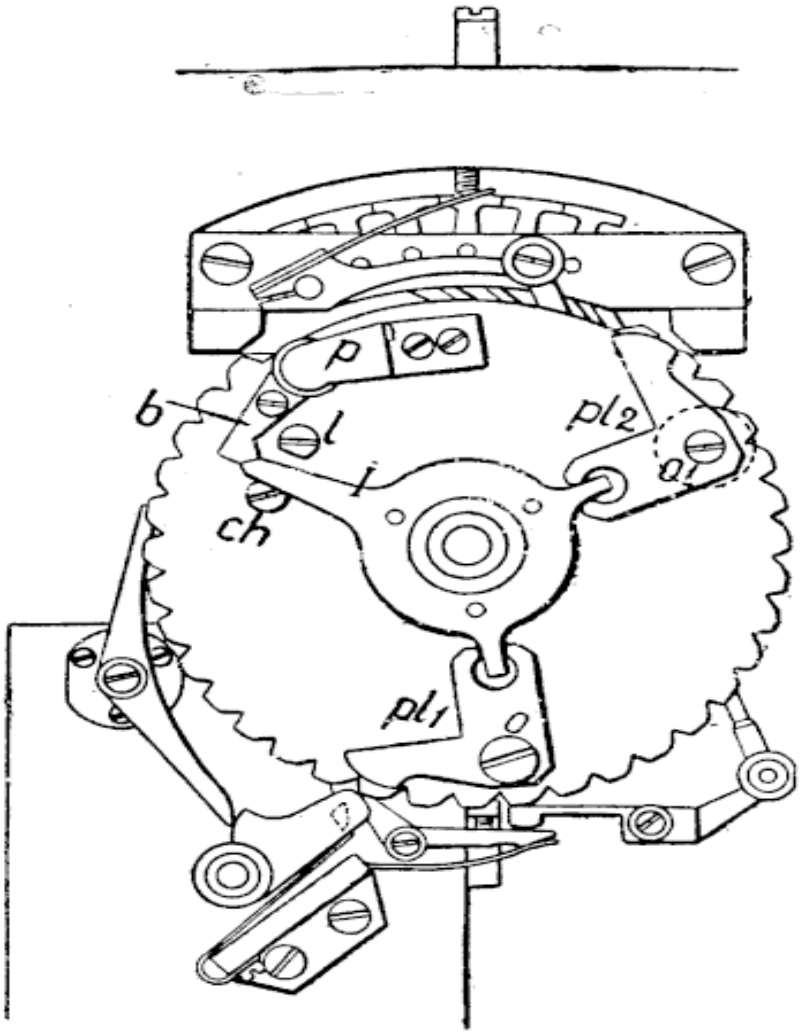


Fig. 100.

longueur et s'engagent dans les échancrures circulaires de deux leviers coudés pl^1 et pl^2 pivotant autour des points o et o^1 constitués par une vis à portée taraudant dans la roue d'impression et servant d'axe ; on les appelle *plaques d'inversion*. L'extrémité du levier opposée à l'échancrure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est arrondie et vient se placer en face d'une entaille de la roue d'impression comme pour l'obstruer. L'une est vis-à-vis de la quatorzième entaille, qui représente le blanc des chiffres, et l'autre, de la trente et unième entaille, qui correspond au blanc des lettres. Par suite de la disposition des plaques d'inversion, il y en a toujours une qui affleure le bord de la roue d'impression, en face d'une entaille, tandis que l'autre se trouve en retrait.

Supposons, par exemple, que les plaques soient dans la position indiquée par la figure et admettons que la trente et unième combinaison arrive dans le traducteur. Il est évident que le déclanchement va se produire au moment où la trente et unième entaille ou, plutôt, la saillie qui la précède arrivera devant la came d'impression et celle-ci, glissant alors le long de la saillie, s'engagera dans l'entaille ; mais, dans ce mouvement, la *partie convexe* qui termine le bras d'impression rencontre l'extrémité arrondie de la plaque d'inversion et la force à se déplacer en s'éloignant du bord de la roue. Cette poussée se traduit, pour l'autre partie de la plaque, par un déplacement de gauche à droite ; elle a pour résultat d'entraîner le levier d'inversion et d'amener la grande branche contre la vis de butée *l* ; la deuxième plaque d'inversion pl^1, subissant le même effort, se déplace aussi en sens inverse et son extrémité libre vient affleurer le bord de la roue en face la quatorzième entaille. La roue des types, étant solidaire du levier d'inversion, se trouve décalée en même temps que lui et d'un angle égal, soit 1/80 de circonférence ; comme la roue présentait, dans la position précédente, des chiffres ou des signes de ponctuation au cylindre imprimeur, elle lui offrira des lettres dans la position nouvelle.

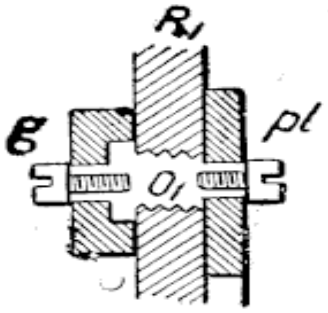


Fig. 101.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les vis *ch* et *l* sont appelées, la première, *vis de butée des chiffres* et la seconde, *vis de butée des lettres* ; de même, les leviers plats pl^1 et pl^2 sont respectivement désignés sous le nom de *plaque d'inversion des chiffres* et *plaque d'inversion des lettres*. L'axe O_1 de cette dernière est commun au galet de rappel.

La coupe de la figure 101 montre le mode de fixation de l'axe, le montage du galet et de la plaque d'inversion.

Fonctionnement du traducteur. — La connaissance exacte de la fonction de chaque pièce étant indispensable pour relever les dérangements électriques ou mécaniques qui peuvent survenir dans le traducteur, nous croyons utile d'insister sur ce point en donnant le fonctionnement des différentes parties de l'appareil au moment de la réception d'une combinaison donnée ; ce sera, en quelque sorte, le résumé de ce long chapitre.

Nous choisirons la réception du blanc des chiffres de façon à revoir le jeu du mécanisme d'inversion.

La combinaison « blanc des chiffres » comporte l'envoi de courants de repos par les première, deuxième, troisième et cinquième touches, et d'un courant de travail par la quatrième. Le relais n'envoie donc le courant local que dans le quatrième électro-aiguilleur du traducteur dont l'armature s'abaisse sur la branche horizontale du levier aiguilleur correspondant et le force à sortir de l'encoche du ressort. Dans ces conditions, le pied de l'aiguilleur vient s'appliquer contre la couronne de butée et il est maintenu dans cette position par la pression du ressort à encoche. Lorsque la came-navette arrive, l'appendice effilé qui la précède s'insinue entre le pied du quatrième aiguilleur placé contre la couronne et les pieds des quatre autres qui sont restés au repos ; puis la première partie de la came saisit le pied de l'aiguilleur et le pousse progres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sivement jusqu'à ce qu'il atteigne le sommet de la rampe ; il est repris alors par la deuxième partie qui le ramène à sa position de repos en le repoussant jusqu'à ce que le biseau de la branche horizontale du levier ait pénétré de nouveau dans l'encoche. Les électro-aiguilleurs peuvent dès cet instant enregistrer une autre combinaison.

Pendant que le levier aiguilleur est actionné par la première partie de la came-navette, il vient rencontrer le bout de l'axe du quatrième chercheur placé en face et le chasse, d'arrière en avant, ainsi que le chercheur qui en est solidaire. Or à ce moment même se présente, en face du pied de ce dernier, l'échancrure de la cloison séparant les deux voies du combinateur. Le levier peut donc passer de la voie de repos sur la voie de travail et les combinaisons des deux disques défilent successivement sous les pieds des chercheurs.

Lorsque les divisions 14, 16, 17 et 18 de la voie de repos qui sont occupées par des entailles se trouvent sous les pieds des chercheurs 1, 2, 3 et 5, la quinzième division de la voie de travail, également creuse, est sous le quatrième chercheur. L'ensemble des leviers et du propulseur, n'étant plus soutenu, bascule de gauche à droite dans les entailles, sous la pression du ressort du levier de déclanchement qui, poussant la pédale de haut en bas, en fait lever le marteau ; mais presque aussitôt la partie remontante des cinq entailles vient heurter les pieds des chercheurs simultanément et les rejette violemment au-dessus de la surface des disques. Cette impulsion se traduit, pour les têtes des chercheurs et pour le propulseur, par un mouvement de droite à gauche ; le levier de déclanchement, malgré l'opposition du ressort, se soulève, tire la pédale de bas en haut et le marteau s'abaisse brusquement sur le levier d'accrochage. D'autre part, le combinateur continuant à tourner, le pied du quatrième chercheur rencontre la came de rappel qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le ramène dans la voie de repos ; dès cet instant le chercheur peut entrer dans une nouvelle combinaison.

Le marteau de la pédale, en frappant la branche horizontale du levier d'accrochage, fait soulever le bec de l'autre partie et libère ainsi le doigt de la came d'impression. Le bras d'impression, n'étant plus retenu, cède à la pression du ressort en U qui le projette de droite à gauche.

A ce moment, la roue d'impression présente justement la saillie qui précède la quatorzième entaille et la came, venant la heurter, glisse contre elle, pénètre dans l'entaille et se trouve entraînée par le mouvement de la roue. En même temps, l'extrémité du bras d'impression a rencontré la plaque d'inversion des chiffres et l'a repoussée, forçant ainsi le levier d'inversion, et, par suite, la roue des types qui en est solidaire, à se décaler d'un quatre-vingtième par rapport à la roue d'impression, ce qui lui fera présenter au cylindre imprimeur, au tour suivant, des chiffres ou des signes de ponctuation au lieu de lettres. Aucune impression ne se produit alors de l'inversion parce que le cylindre imprimeur ne rencontre qu'un évidement de 1 /40 pratiqué sur la roue des types.

Le bras d'impression, poursuivant sa trajectoire, est bientôt rejeté hors de portée des saillies de la roue d'impression.

Le talon de la came vient au contact du levier de rappel et y reste jusqu'au moment où le galet de la roue d'impression, repoussant le levier par la partie supérieure, le force à ramener le bras d'impression à la position de repos.

Sous cet effort, le doigt de la came soulève le bec du levier d'accrochage qui, retombant aussitôt après son passage, l'empêche de revenir en arrière et maintient, par conséquent, tout le système.

Le rappel est opéré au moment où l'évidement des deux roues se trouve sur le trajet du bras d'impression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant le déplacement de droite à gauche du bras d'impression, la bande s'est trouvée trop courte du côté du rouet et en excès du côté du compresseur ; les denticules du cylindre d'entraînement ont fait avancer cette dernière partie sous le compresseur, tandis qu'une nouvelle portion de bande était tirée du rouet.

Au moment du rappel, la bande n'a pu revenir en arrière, parce qu'elle était retenue entre le compresseur et les denticules ; le cylindre imprimeur glissant alors sous la bande est venu se placer sous la partie tirée du rouet pendant la projection et qui est propre à recevoir la prochaine impression.

Nécessité d'un synchronisme entre la marche du traducteur et celle des balais du distributeur. — Le traducteur est susceptible de recevoir une combinaison à chaque tour des balais du distributeur.

Le traducteur ne pouvant traduire qu'une combinaison par tour du combinateur, il importe que le traducteur et le distributeur fassent le même nombre de révolutions dans le même temps.

Supposons que le distributeur ait une vitesse deux fois supérieure à celle du traducteur, il arrivera, dans ces conditions, que ce dernier reçoive deux combinaisons dans un tour du combinateur. Or, les leviers aiguilleurs ayant déjà emmagasiné la première combinaison lors de l'arrivée de la seconde, ne pourront pas enregistrer cette dernière ou n'en prendront qu'une partie, ce qui aura pour résultat de mêler les deux combinaisons. Par exemple, si la première était la lettre T et la seconde la lettre G, les aiguilleurs 1, 3 et 5 seraient abattus d'abord puis, avant qu'ils ne soient ramenés au repos, les deux autres (2 et 4) seraient aussi actionnés. La came-navette les pousserait tous les cinq comme s'ils appartenaient à la même combinaison et ferait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passer ainsi les cinq chercheurs sur la voie de travail, ce qui correspond à la combinaison P. Et c'est cette lettre qui serait imprimée sur la bande au lieu de TG.

Le synchronisme entre les deux appareils n'a pas besoin d'être précis. En effet, le traducteur peut recevoir la combinaison pendant tout le temps que la came-navette et son appendice ne se trouvent pas en face des aiguilleurs, c'est-à-dire pendant les 3/4 de la révolution. Dautre part, le distributeur n'envoie ses courants dans le traducteur que pendant les 5/13 de la révolution des balais, au double, et les 5/24 seulement, au quadruple. Il peut donc exister des écarts de vitesse assez importants sans que le système ne cesse de fonctionner correctement.

Modérateur. — Afin d'obtenir un mouvement uniforme, le socle du traducteur a été pourvu d'un modérateur de vitesse différant quelque peu du régulateur, bien que basé sur le même principe. Il se compose essentiellement d'une masse octogonale en bronze *m* (fig. 102) glissant sur deux tiges guides *t* qui la traversent, à frottement très doux, et qui sont implantées dans un bloc de laiton *b*. Ce dernier est percé d'un trou dans lequel pénètre l'extrémité libre du sixième axe *a* monté sur la platine du socle. Le modérateur est rendu solidaire de l'axe par un doigt d'acier *d* (fig. 103) fixé à la partie postérieure et qui s'engage dans une rainure longitudinale *n* pratiquée dans l'axe même. Le déplacement en bout est limité par une vis à crans V se vissant dans l'axe ; la position de cette vis est rendue stable par une arête a^1 appartenant à la pièce d'acier portant le doigt de fixation. Le modérateur ne peut s'enfoncer davantage sur l'axe, grâce à un ressort-lame R percé d'une échancrure laissant passer l'arête a^1 et la vis du bout d'axe V ; ce ressort vient s'engager entre l'axe et la collerette de la vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ressorts à boudin du modérateur sont accrochés de

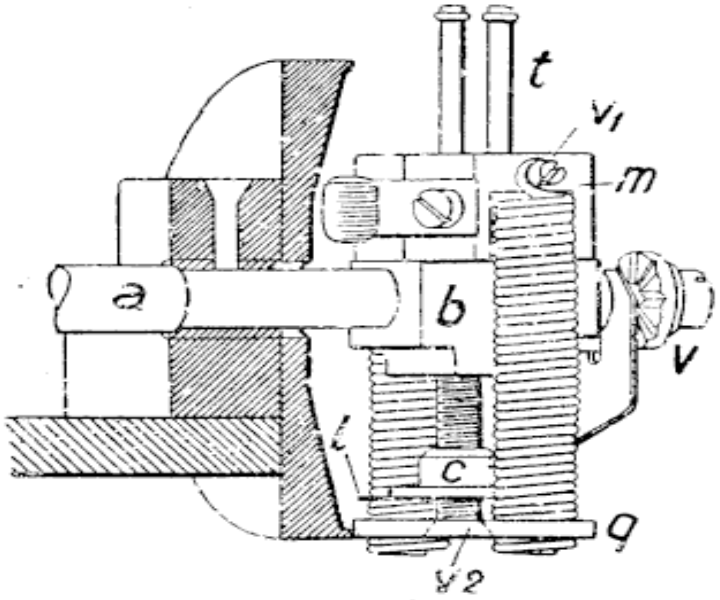


Fig. 102.

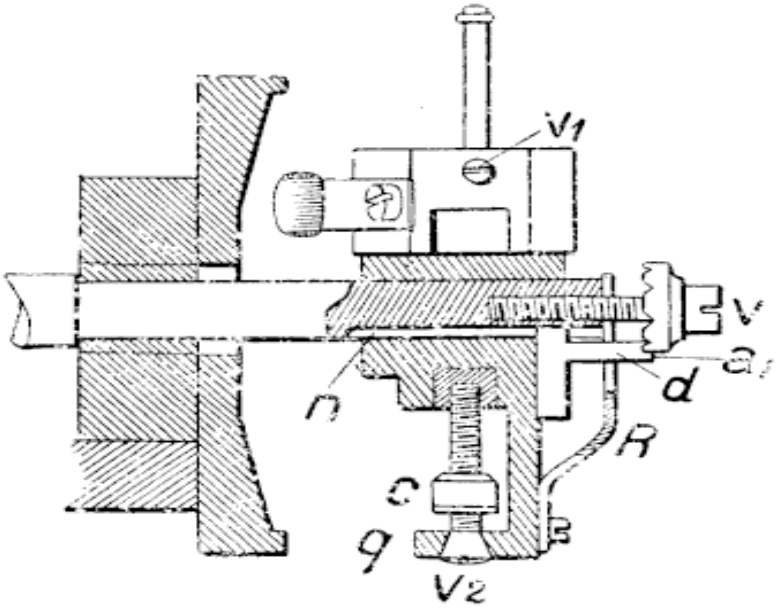


Fig. 103.

chaque côté de la masse à une vis V_1 et traversent librement un retour d'équerre q (fig. 102 et 103) faisant corps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec le massif. Le point de fixation des ressorts est constitué par une lame d'acier *l* (fig. 102) dont les extrémités s'engagent entre deux spires des ressorts ; la lame est portée par un curseur *c* taraudé pour recevoir une vis V^2 dont le pied s'engage dans le massif, la tête étant retenue dans un trou fraisé dans le retour d'équerre. Si l'on desserre cette vis de façon que son pied sorte du massif, le curseur, qui ne peut tourner puisque ses deux extrémités sont pincées dans les ressorts à boudin, se rapproche du massif, et, à chaque tour de vis, on entend un claquement sec provoqué par la chute de la vis dans le premier filet du taraudage du massif sous la traction des deux ressorts à boudin. Il suffit de resserrer la vis à fond pour que la position du curseur reste acquise.

Cette manœuvre a pour résultat de détendre les ressorts. On augmente, au contraire, leur tension en dévissant la vis juqu'à ce qu'elle sorte du massif ; puis, après avoir décroché les ressorts de la masse, on ramène le curseur contre le retour d'équerre. Il ne reste plus, pour l'y fixer, qu'à resserrer la vis à fond en ayant soin de maintenir le curseur.

La différence essentielle qui existe entre le modérateur et le régulateur consiste dans le mode d'introduction ou de suppression des résistances devant compenser les augmentations ou les diminutions de vitesse. Nous savons que, dans le régulateur, ce but est atteint par la flexion de l'axe qui frotte plus ou moins énergiquement dans son palier d'avant. Dans le modérateur, l'axe n'est pas placé en porte-à-faux ; il fait une faible saillie hors du palier ; on ne peut donc pas, dans ces conditions, compter sur la flexion de l'axe.

On est arrivé au but qu'on se proposait en fixant sur la masse un ressort portant un tampon de filasse placé en regard d'un cuvette conique en face de laquelle tourne le modérateur (fig. 102 et 103). Lorsque, sous l'action de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

force centrifuge, la masse s'éloigne de l'axe de rotation, le frotteur se rapproche des parois de la cuvette et y exerce une friction de plus en plus forte à mesure que la masse s'écarte, jusqu'au moment où s'établit l'équilibre entre la puissance et la résistance. Il faut considérer également que le chemin parcouru par le frotteur est d'autant plus grand que l'amplitude est elle-même plus forte ; il y a donc non seulement augmentation de la pression du frotteur, mais encore extension de la surface sur laquelle il agit.

Il est possible de prendre, à volonté, une amplitude plus ou moins grande, en éloignant ou en rapprochant le modérateur de sa cuvette ; de cette façon le frotteur entre, plus tard ou plus tôt, en action et l'équilibre s'établit pour une plus grande ou une plus petite amplitude.

Correction des écarts de synchronisme. — Pour n'avoir à corriger que des écarts de synchronisme dans un seul sens, on a donné au traducteur une vitesse un peu supérieure à celle du distributeur. C'est, d'ailleurs, la même disposition que nous avons vu employer déjà pour la correction des écarts de synchronisme entre deux distributeurs correspondants.

Électro-frein. — A tous les tours, le distributeur envoie un courant correcteur dans un électro-aimant (fig. 104), dit *électro-frein*, monté sur une équerre *q* vissée sur la platine du socle. L'armature A de cet électro-frein porte un frotteur en liège *f* qui, lors de l'attraction de l'armature, vient s'appliquer sur un volant V placé en face et solidaire de l'axe du modérateur X ; la friction ainsi déterminée annule l'avance prise par le modérateur. Le courant du contact de la troisième couronne arrive, comme ceux du relais, à une vis de la réglette supérieure du socle S. Dans l'ancien système le fil d'entrée de l'électro-frein, passant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous la platine, était attaché directement sous la même vis que le fil d'amenée du courant.

La nouvelle disposition est plus compliquée. Le plot horizontal p de la réglette supérieure du socle est mis en communication avec une longue tige de laiton t par une vis V_1 traversant la platine dont elle est soigneusement isolée par un chapeau de fibrine. La tige t est, de même, tenue isolée de la platine par un bloc de fibrine b, au delà

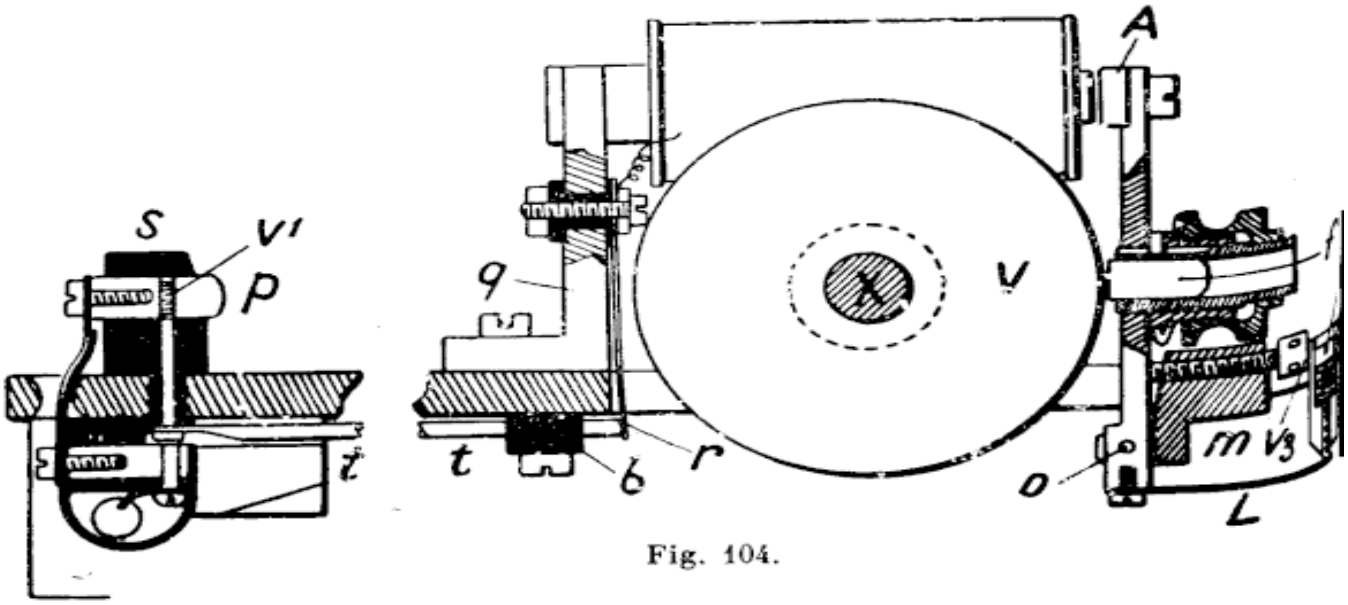


Fig. 104.

duquel elle fait saillie dans l'ouverture de la platine ménagée pour le volant et l'armature de l'électro-frein. La communication avec l'électro est établie par un long ressort-lame en laiton r fixé sur l'équerre q par une vis isolée qui serre également le fil d'entrée. L'extrémité libre du ressort vient s'appuyer sur la partie saillante de la tige t. Cette disposition a l'avantage de faciliter le démontage de l'électro et de son équerre.

La sortie de l'électro-frein se fait d'une façon identique. Dans l'ancien électro, la liaison du circuit des deux bobines s'opérait au moyen d'un fil extérieur dont la rupture était

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

assez fréquente. Dans le dernier type, l'extrémité du fil des bobines est soudée au noyau et le circuit se ferme par la culasse de l'électro. Nous verrons au chapitre des réglages l'inconvénient de cette disposition.

L'armature a son axe de pivotage en O dans un massif de laiton *m* se fixant sur la platine par deux vis ; un ressort-lame L, dont la tension est réglable au moyen d'une vis V_2, assure la position de repos de l'armature et permet de modérer, plus ou moins, l'énergie du choc du frotteur contre le volant. Une autre vis V_3, traversant le massif *m*, sert à

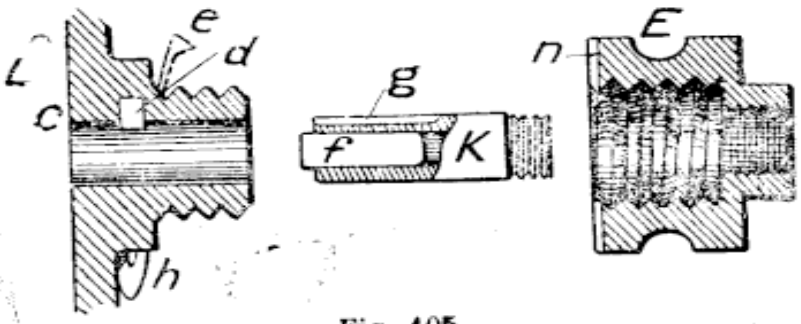


Fig. 105.

régler la distance de la palette aux noyaux. Enfin le degré de friction du frotteur peut être modifié à volonté grâce au dispositif suivant.

Vers le milieu du levier L (fig. 105) portant l'armature est pratiquée une ouverture correspondant à l'entrée du tube C fileté à l'extérieur, mais lisse intérieurement ; un canon K pénètre librement dans l'intérieur du tube, mais ne peut y tourner par suite de la présence d'un doigt d'acier *d* faisant saillie dans l'évidement du tube et s'engageant dans une gouttière longitudinale *g* pratiquée à l'extérieur du canon. C'est ce dernier qui porte le frotteur *f* constitué par un bouchon de liège ; il est muni, à l'intérieur, d'un filetage très fin, destiné à empêcher le glissement du liège et, à l'extérieur, d'un autre filetage plus gros, qui lui permet de se visser dans un écrou E. Cet écrou s'adapte

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le filetage du tube C par une partie plus large. Le canon K étant vissé dans l'écrou E de façon qu'il en affleure la sortie, si on l'introduit dans le tube en ayant soin de faire pénétrer le doigt dans la gouttière, le canon ne pourra tourner lorsqu'on vissera l'écrou sur le tube, et, par suite, s'enfoncera d'une spire dans l'écrou à mesure que celui-ci avancera au contraire d'une spire sur le tube. Comme le filetage de ce dernier est d'un pas double de celui du canon, celui-ci ne progressera que de la différence des deux. Cette disposition permet d'obtenir un réglagle très précis de la friction, puisqu'on peut faire avancer le frotteur de très petites quantités à la fois.

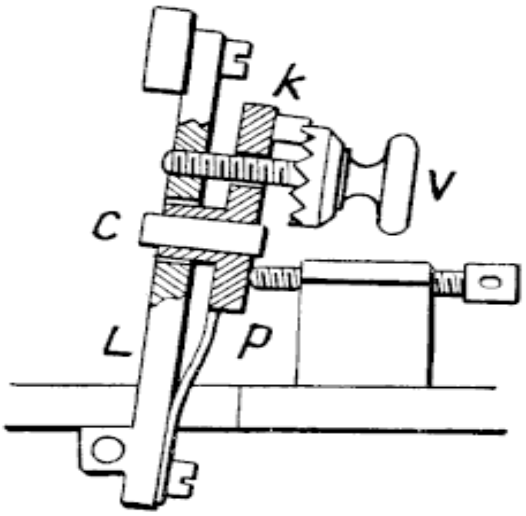


Fig. 106.

Pour éviter que l'écrou ne se desserre, un ressort en hélice *h*, fixé sur le levier L, porte un ergot *e*, qui s'engage dans les entailles *n* tracées sur la face de l'écrou, suivant des rayons.

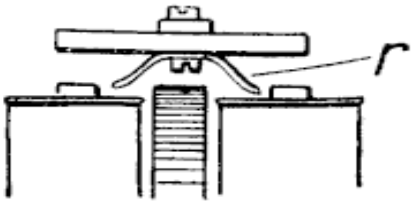


Fig. 107.

Le montage de l'armature de l'ancien système est bien plus rudimentaire. Nous le décrirons, bien qu'il tende à disparaître. Le levier L (fig. 106) portant l'armature est percé d'un trou par lequel passe librement un cylindre de liège *c*, enfoncé à force dans un tube solidaire d'une plaque *p* montée sur un ressort-lame vissé d'autre part sur le levier L. Une vis à crans V, s'enfonçant dans la même pièce et traversant librement la plaque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

porte-bouchon, permet de régler la friction. Un couteau *k*, s'engageant dans les crans de la collerette de la vis, l'empêche de se desserrer sous l'action des trépidations et des chocs. Le ressort antagoniste *r* (fig. 107) appuie par ses deux extrémités sur les joues des bobines de l'électro-frein et il est fixé, en son milieu, sur l'armature par l'écrou qui rend cette pièce solidaire du levier L.

Fermeur de frein. — Le circuit de l'électro-frein n'est pas fermé en permanence, car il se produirait, dans ce cas,

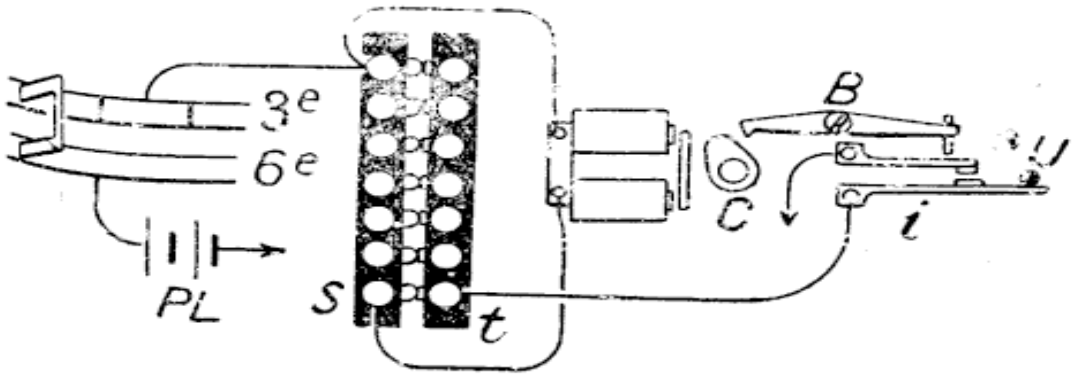


Fig. 108.

une correction de même valeur à chaque tour, quelle que soit l'avance prise par le traducteur. Pour éviter cet inconvénient, la sortie de l'électro-frein, qui aboutit au septième plot de la réglette du socle S (fig. 108), est mise en communication, par l'intermédiaire du ressort correspondant de la réglette *t* du traducteur, avec la lame inférieure de l'interrupteur *i*, appelé *fermeur de frein*, qui est monté à l'intérieur de la platine postérieure de la cage du traducteur A chaque tour, une came *c*, montée sur l'axe du combinateur vient soulever le balancier B ; dans le mouvement de bascule qui en résulte, le balancier force la lame supérieure, qui est à la terre, à s'appuyer sur la lame inférieure. Cette dernière ne peut remonter plus haut que sa position

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de repos parce qu'elle est maintenue par une butée U isolée de la platine. La mise à la terre n'a lieu que pendant le passage de la came.

Établissement du synchronisme. — Pour nous rendre compte de la façon dont s'établit le synchronisme, supposons que le balai de la troisième couronne soit à la fin du contact frein *f* au moment où la came va atteindre le bec du balancier (fig. 109). Il est évident, dans ces conditions,

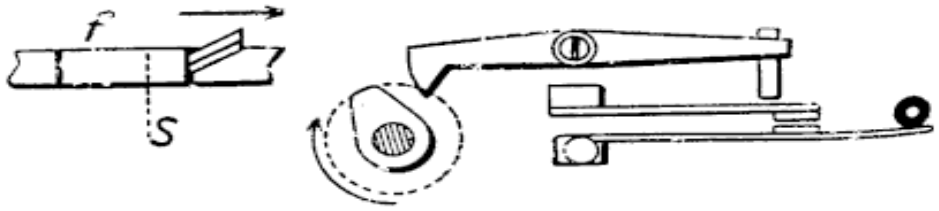


Fig. 109.

que le courant ne peut se manifester, puisque le circuit est interrompu.

Au tour suivant, la came se sera rapprochée davantage du bec lorsque le balai quittera le contact, puisque l'axe du traducteur tourne plus vite que celui des balais. Il arrive même un moment où la came soulève le balancier en même temps que le balai finit de parcourir le contact. Le circuit étant fermé, le courant passe dans l'électro-frein et l'armature de ce dernier vient appliquer le frotteur sur le volant jusqu'au moment où le balai aura quitté le contact. La friction impose un ralentissement au volant et le traducteur perd tout ou partie de l'avance qu'il possédait.

Pendant la révolution suivante, le traducteur gagnera, si les vitesses sont bien réglées, 1 /30 de tour environ, ou, à peu près, 1 /3 de contact ; et la came soulèvera le balancier lorsque le balai de la troisième couronne sera au commencement du dernier tiers du contact frein S.

L'électro reçoit donc le courant jusqu'à ce que le balai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abandonne le contact et le bouchon frotte pendant tout ce temps sur le volant ; si ce ralentissement n'est pas suffisant pour annuler toute l'avance du traducteur, le reliquat s'ajoute au tiers de contact que le traducteur va gagner encore au prochain tour et le balai de la troisième couronne se trouvera en deçà de la ligne S au moment de la fermeture du frein. L'électro est parcouru, de ce fait, par un courant plus long que le précédent et opère, par suite, une correction plus énergique. Il en sera ainsi jusqu'à ce que la friction du bouchon soit assez prolongée pour détruire l'avance que le traducteur peut prendre pendant une révolution de son axe principal.

Dès lors, chaque fois que la came soulèvera le balancier, le balai se trouvera sur un point du contact-frein et ce point sera toujours le même tant que le traducteur tournera à vide. Il n'en sera plus ainsi quand on lui enverra une combinaison à traduire.

En effet, le travail à effectuer par les différentes pièces de l'appareil absorbant une partie de la puissance, il en résulte une baisse de la vitesse ; l'avance prise par le traducteur s'en trouve réduite d'autant, tandis que l'empiètement du balai sur le contact-frein devient plus grand. Ceci a pour conséquence l'envoi d'une émission plus courte, qui ne provoquera qu'une correction atténuée.

Normalement, le traducteur doit être corrigé à tous les tours, de telle façon que l'avance prise pendant une révolution du combinateur soit annulée par la friction du bouchon de l'électro-frein.

Quand, par un réglage approprié, on a obtenu ce résultat, on dit que le traducteur « tient la vitesse ».

Nous voyons que la correction des écarts de vitesse du traducteur est proportionnée à l'avance qu'il a prise. Ce système est donc tout différent de celui qui corrige les altérations du synchronisme entre distributeurs corres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pondants, puisque, dans ce dernier, le retard imprimé aux balais est toujours le même, quelle que soit l'avance du corrigé, soit de 2° 1/2 pour l'étoile à neuf dents et 1° 7/8 pour l'étoile à douze dents.

Il pourrait arriver que toute la longueur du contact affecté au frein soit insuffisante à donner à l'émission la durée nécessaire pour imprimer au traducteur le ralentissement voulu, c'est-à-dire pour annuler l'avance prise par ce dernier dans une révolution complète. On utilise alors un plus grand nombre de contacts pour l'envoi de l'émission correctrice. C'est ainsi que l'on prend deux contacts au double et au triple, et trois contacts au quadruple et au sextuple.

Frein électrique. — Dans certaines installations devant être desservies par un personnel féminin et lorsque la localité ne dispose pas d'une usine électrique ou pneumatique pouvant fournir l'énergie nécessaire au remontage automatique du poids, on a substitué un socle moteur électrique au socle moteur à poids. Dans ce dernier type, les rouages ont été remplacés par un petit moteur magnéto-électrique établi par Carpentier et employant un induit Rechniewski.

Cette nouvelle disposition a amené la modification du système destiné à la correction des écarts de synchronisme et le remplacement de l'électro-frein, que nous venons d'étudier, par un frein électrique. Le schéma ci-contre (fig. 110) donne l'itinéraire du courant correcteur, itinéraire absolument semblable, d'ailleurs, au précédent, et indique la façon d'agir du frein. Le moteur est actionné par une pile de trente-quatre éléments Callaud, grand modèle, ayant l'un de ses pôles à la terre et l'autre pôle relié à l'un des balais du moteur, par l'intermédiaire d'un ressort d'acier R; ce ressort a son point fixe au milieu et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses deux extrémités s'appuyent contre des vis communiquant, l'une V*p*, avec la pile, l'autre V*m*, avec un balai du moteur dont le second balai est également à la terre.

On comprend immédiatement qu'il suffit d'appuyer sur une des extrémités du ressort, pour rompre le contact

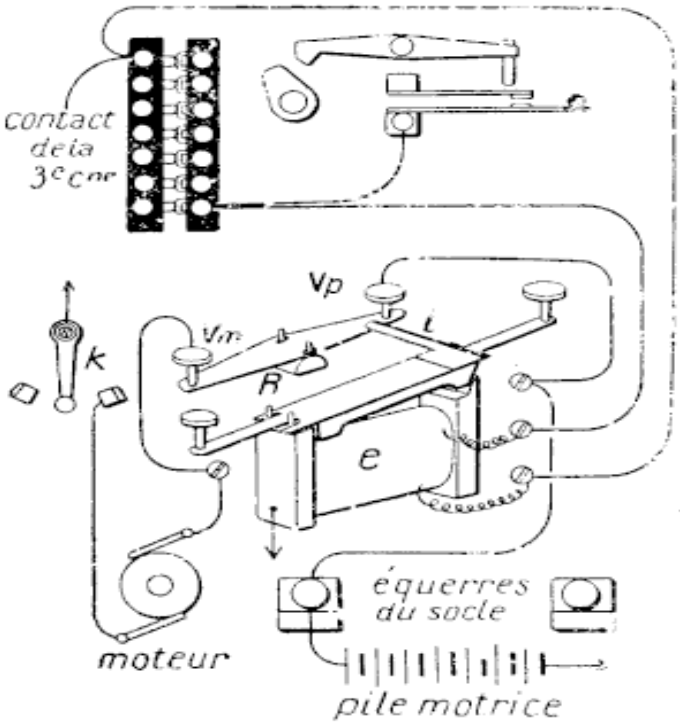


Fig. 110.

avec l'une des vis V*p* ou V*m* et, par suite, amener l'arrêt ou simplement le ralentissement du moteur, selon la durée de l'interruption du circuit.

Pour accomplir cette fonction, l'armature de l'électro-aimant *e* possède un index latéral I qui force le ressort à abandonner la vis V*p* lors de l'attraction de l'armature. Dès que l'index vient au contact du ressort, le moteur et la pile sont mis à la terre par le massif de l'électro-aimant.

Lorsque le mouvement de l'armature est assez prononcé pour que le ressort quitte la vis V*p*, la pile est isolée, mais les deux balais du moteur sont encore à la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que l'induit d'un moteur est le siège d'un courant de sens inverse à celui d'alimentation ; ce courant est dû à une force dite contre-électromotrice qui prend naissance par le fait même de la rotation de l'induit entre les pôles de l'inducteur. Or, si l'on supprime le courant d'alimentation, comme nous venons de l'indiquer, le moteur continue à tourner en raison de son énergie cinétique (pr. n° 10) et le courant de la force contre-électromotrice devient plus intense puisqu'il n'est plus gêné par celui du générateur ; mais il s'exerce alors, entre les lignes de force du champ inducteur et celles du courant engendré par la force contre-électromotrice, une action électromagnétique tendant à faire tourner l'induit à rebours et, par conséquent, à amener l'arrêt rapide du moteur.

L'électro-aimant commandant le frein est dissimulé dans une alvéole creusée dans un bloc de bois placé au-dessus du modérateur ; le ressort interrupteur est seul apparent.

Un commutateur *k*, placé sur le côté droit du socle, permet d'interrompre, à volonté, la communication de terre du moteur et, par suite, de l'arrêter.

Le frein électrique assure une correction efficace et peut parer à d'importants écarts de synchronisme : grâce à cet organe, le traducteur tient la vitesse même avec un modérateur mal réglé.

L'emploi du frein électrique n'est pas indispensable ; on a réalisé un modèle dans lequel le volant, ainsi que l'électro-frein, ont été reportés à l'extérieur du socle, du côté postérieur. Le principe du système étant le même que celui qui a été déjà exposé, nous n'insisterons pas sur ce dispositif qui n'est guère employé, à notre connaissance, que sur les installations dites « volantes « servant à l'occasion d'événements exceptionnels, tels que voyages officiels de hauts personnages, revues, réunions sportives importantes, etc...

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRADUCTEURS RAPIDES

Généralités. — Le travail demandé aux armatures des électro-aiguilleurs du traducteur que nous avons décrit est assez considérable et exige l'emploi d'un courant relativement intense et prolongé et, par suite, d'un contact peu écourté. Or, nous savons que l'écourtement des contacts de la première couronne a pour but d'éviter, dans les conditions normales, le débordement des émissions sur les contacts avoisinant ceux qui doivent les recevoir. Plus les contacts seront réduits, plus la rectification sera efficace; mais encore faut-il que le contact soit suffisamment long pour que les émissions envoyées dans les électro-aiguilleurs soient capables de déplacer franchement les armatures. Les traducteurs de l'ancien modèle, pour cette raison, ne permettent pas un écourtement de plus de moitié, surtout lorsqu'il s'agit de distributeur à vingt-quatre contacts (quadruple).

On a donc été amené à rechercher le moyen d'augmenter la rapidité de fonctionnement de l'électro-aiguilleur.

Deux procédés pouvaient être employés : réduire la self-induction de l'électro-aimant, ou diminuer le travail à effectuer par l'armature.

Le Service des Ateliers s'est arrêté à ce dernier, tandis que la maison Carpentier (anciens ateliers Rhumkorff), qui a construit aussi un traducteur rapide, les a utilisés concurremment tous les deux.

Il en est résulté deux modèles de traducteurs rapides dont nous allons étudier successivement **les parties modifiées, c'est-à-dire l'aiguillage.**

Traducteur modèle 1909. — Les électro-aiguilleurs et les armatures sont les mêmes que dans l'ancien système

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mais le ressort antagoniste de ces dernières a été réduit à une seule branche. L'ensemble des électro-aiguilleurs est fixé contre la platine postérieure de telle manière que la charnière de l'armature *c* (fig. 111) se trouve à l'avant, ce qui est une disposition toute différente de l'ancienne. Cette modification a entraîné le déplacement de la barrette

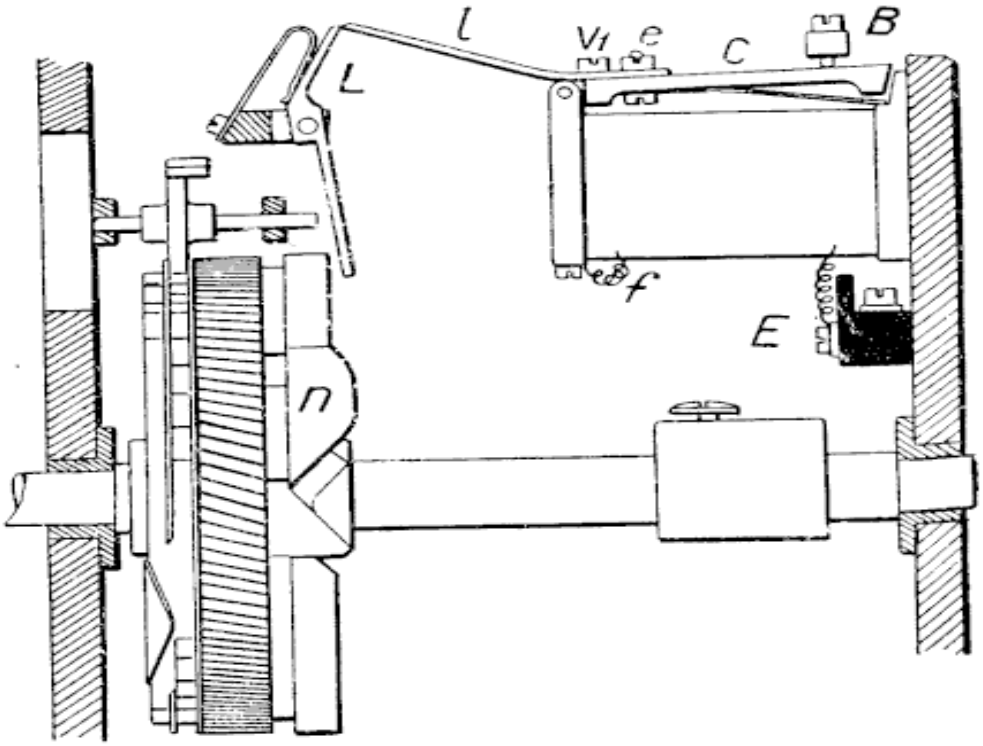


Fig. 111.

de butée des armatures B. Les électro-aimants sont vissés contre la platine, et, le fil de sortie de l'enroulement *f* étant vissé à la culasse, les courants passent par le massif même, qui est relié, d'autre part, à la terre. La réglette d'ébonite E, portant les plots d'arrivée des fils venant des ressorts de la réglette latérale gauche du traducteur, a été reportée au-dessous des électro-aiguilleurs ; les fils sont protégés des projections d'huile par un rebord de la réglette E.

Sur l'armature, du côté de la charnière est fixé, au moyen

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'une vis V_1, et d'un écrou *e*, un appendice coudé *l* en acier dont l'extrémité libre, taillée en biseau, sert d'appui à la partie supérieure du levier aiguilleur L également terminée par un biseau. Un ressort-lame exerçant sa pression sur la branche supérieure du levier aiguilleur tend à amener le pied de celui-ci contre la couronne de butée.

L'emprise des biseaux étant très faible, le moindre déplacement de l'armature suffit pour que l'appendice *l* se soulève et abandonne le levier aiguilleur à l'impulsion de son ressort qui l'amène contre la couronne de butée.

La petitesse du mouvement nécessaire à la mise en action des leviers aiguilleurs permet de rapprocher l'armature très près, un demi-millimètre environ, du noyau, de façon à donner le maximum de sensibilité à l'électro-aimant. Le travail à effectuer par l'armature est ainsi réduit au glissement des deux biseaux l'un sur l'autre sur une longueur de quelques dixièmes de millimètres.



Fig. 112.

Ces conditions permettent d'obtenir une rapidité de fonctionnement presque comparable à celle du relais et qui rend désormais superflue la rectification au moyen d'un relais spécial, comme dans le quadruple à trois relais.

La forme de la branche supérieure du levier aiguilleur a dû être modifiée comme l'indique la figure ci-dessus (112).

Il arrivait, lorsqu'on enlevait la barrette de butée des armatures pendant la marche, que les appendices des mêmes armatures, sous l'action des ressorts antagonistes de celles-ci, s'abaissaient et venaient caler les leviers aiguilleurs. Ces derniers ne pouvant plus se déplacer pour obéir à l'impulsion de la came-navette, il en résultait un faussage ou le bris des pièces. La courbe donnée à la branche supérieure, dans le levier aiguilleur nouveau modèle, évite cet inconvénient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toutefois il convient de remarquer que le même accident pourrait se produire, même avec le levier aiguilleur modifié, dans le cas d'un mauvais réglage de la longueur de l'appendice de la touche. La saillie de cet appendice peut être, en effet, augmentée ou diminuée à volonté dans une certaine mesure, les vis qui le fixent sur l'armature traversant la pièce dans des trous agrandis. Or, c'est précisément la saillie plus ou moins grande de l'appendice qui détermine la distance des pieds des aiguilleurs à la couronne de butée. On comprend, dans ces conditions, que la came vienne heurter les pieds des aiguilleurs, dont la branche supérieure n'est pas tenue à distance convenable par l'appendice. Nous verrons d'ailleurs, au chapitre des réglages, comment on procède pour donner à l'appendice la longueur voulue.

Pour laisser à cet appendice le temps de s'arc-bouter sous le biseau de la branche supérieure du levier aiguilleur lors du rappel, la saillie de la deuxième partie de la came-navette *n* (fig. 111) a été augmentée de façon à ramener l'aiguilleur au delà de sa position de repos.

Traducteur Carpentier. — L'électro-aiguilleur est constitué par deux bobines *b* et b^1 (fig. 113) dont les noyaux traversent une plaque de laiton *p*. Les bobines sont maintenues contre la plaque par une barrette B fixée par un écrou *e* à chacune de ses extrémités.

L'armature A est très légère et pend verticalement en face des noyaux qu'elle ne peut toucher, ceux-ci étant munis d'un petit prolongement en laiton qui coupe le circuit magnétique et favorise la disparition de l'aimantation lorsque le courant cesse d'agir sur l'électro-aimant.

L'axe de pivotage est placé en *o* sur une saillie de la plaque *p*.

En son milieu, l'armature porte un cylindre d'acier sur lequel est taillé, à angle droit, un biseau faisant une saillie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 2/10 de millimètre au-dessous de laquelle est une déclive. C'est sur le biseau que s'appuie la branche horizontale du levier aiguilleur *l* terminée elle-même par une arête très aiguë ; le pied de l'aiguilleur n'a pas été modifié.

Le jeu de l'armature, très faible, est invariable, parce qu'il est limité par un épaulement fixe *a*. Sur le levier aiguilleur est adapté un appendice *d* servant de point d'attache à un ressort à boudin R extrêmement faible se fixant à un crochet implanté dans l'armature. Ce ressort fait

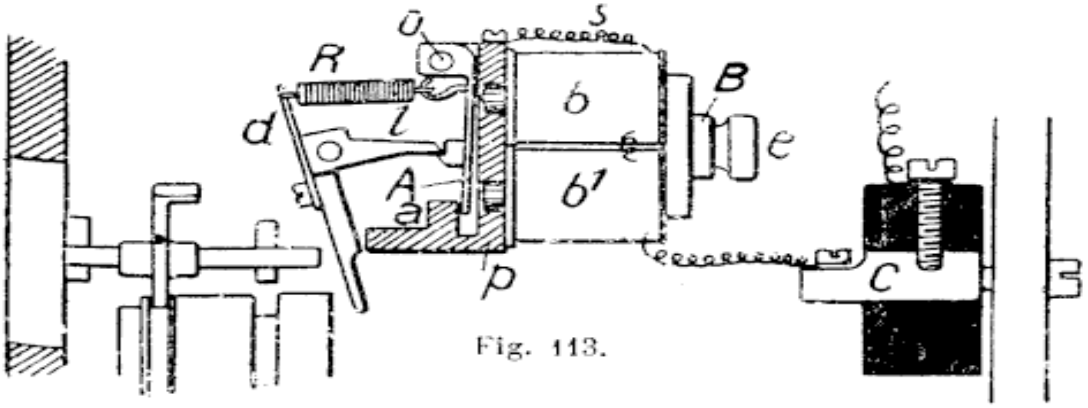


Fig. 113.

fonction de ressort antagoniste de l'armature et assure en outre l'appui du levier sur le biseau.

Lorsque le courant passe dans l'électro-aimant, l'armature est attirée et l'appui de la branche horizontale du levier aiguilleur se dérobe. Celui-ci tombe par son poids et sous la tension du ressort R, qui se trouve d'ailleurs, accrue par l'attraction de l'armature contre les noyaux.

Lors du rappel du levier aiguilleur par la came-navette, la branche horizontale glisse sous la déclive et vient s'enclancher sur le biseau ; ce mouvement est facilité par l'action du ressort R qui tire de plus en plus sur l'armature, à mesure que le levier aiguilleur est repoussé par la deuxième partie de la came-navette.

Le fil d'entrée de chaque électro-aimant est serré sous une vis taraudant dans un cylindre de laiton *c* fixé dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une réglette d'ébonite vissée contre la paroi postérieure de la cage du traducteur.

Le fil venant de la réglette latérale gauche placée à l'extérieur, comme dans le type ordinaire, aboutit à la vis qui s'engage dans le cylindre *c*.

Le fil de sortie S aboutit au massif de l'appareil qui est à la terre.

Ce traducteur, dont la rapidité de fonctionnement est aussi grande que celle du type des Ateliers, présente aussi l'avantage d'une grande facilité de démontage. Il suffit, par exemple, d'enlever deux vis et de détacher les fils des cinq électro-aimants pour retirer ceux-ci, d'un seul coup, ainsi que l'ensemble des leviers aiguilleurs. Les électro-aimants eux-mêmes peuvent se remplacer aisément, sans qu'il soit besoin de recourir au mécanicien, en détachant le fil d'entrée et en desserrant les écrous fixant la barrette B qui s'enlève alors et permet ainsi de dégager les noyaux des bobines des trous de la plaque *p*.

Ce modèle de traducteur possède une qualité qui sera appréciée des dirigeurs : c'est que les armatures des électro-aiguilleurs ne nécessitent aucun réglage. La présence de la saillie en laiton sur les noyaux évite la rémanence dans une large mesure et, la distance de l'armature aux noyaux étant très faible, l'électro fonctionne parfaitement pour des intensités pouvant varier de 0 a 028 à 0 a 350, même avec des contacts de plateau de double.

La possibilité d'un réglage est superflue avec une telle marge de fonctionnement. On évite les mises au point, si fréquentes dans le traducteur ancien modèle, des ressorts antagonistes de l'armature, de l'appendice et du ressort à encoche, et le réglage délicat de l'appendice de l'armature et de son ressort antagoniste indispensable dans le traducteur des Ateliers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XI

DISPOSITIFS SPÉCIAUX

Commutateur multiple à broches. — Des dispositifs appropriés ont été adoptés, soit pour satisfaire à des conditions particulières d'exploitation, soit pour réaliser une économie de place ou de matériel, soit enfin pour rendre le service plus facile et plus rapide.

Nous étudierons les trois types suivants :

Dispositif permettant l'alternat sur un secteur supportant la propagation sans changer l'orientation des contacts écourtés de la première couronne ; exemple : le deuxième secteur du poste correcteur d'une communication triple ;

Dispositif pour desservir alternativement deux secteurs, un de réception et l'autre de contrôle au moyen d'un seul traducteur ; c'est le cas de la communication quadruple Paris-Amiens dont le diagramme a été décrit page 156 ;

Dispositif de concentration sur une même table des appareils desservant deux secteurs, un des deux traducteurs pouvant servir alternativement au contrôle ou à la réception, l'autre traducteur n'étant utilisé que lors du travail simultané des deux secteurs.

D'autres dispositifs seront exposés dans la troisième partie de cet ouvrage avec les installations spéciales où ils sont utilisés.

Les permutations que comportent les divers agencements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que nous venons d'énoncer sont réalisées au moyen du commutateur multiple à broches.

Cet appareil se compose d'un cylindre *c* (fig. 114) en bois de noyer, ou en buis, pouvant pivoter à ses deux extrémités sur deux montants formant les parois d'une boîte rectangulaire. A l'intérieur de celle-ci, le cylindre porte un nombre plus ou moins grand de broches. Ces pièces sont composées d'un tube en laiton *t*, forcé dans le cylindre et renfermant

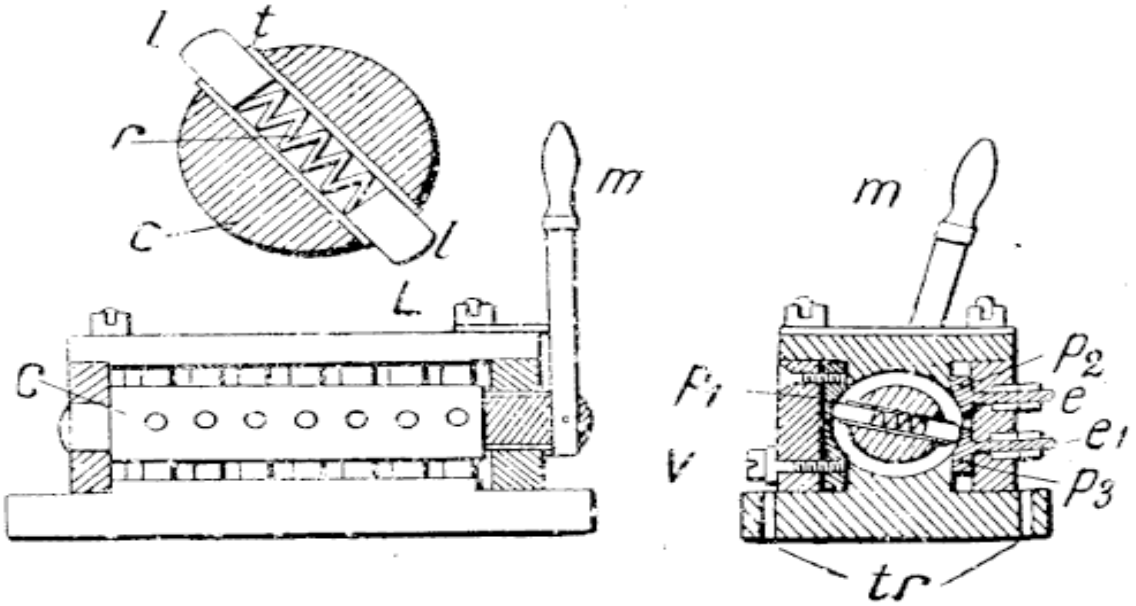


Fig. 114.

un ressort à boudin *r* exerçant simultanément sa pression sur deux petits cylindres de laiton *t*, glissant, à frottement doux, dans le tube, faisant saillie extérieurement et venant frotter contre les plots métalliques, p^1, p^2, et p^3 auxquels sont rattachées les communications à permuter.

Le plot p^1 est suffisamment long pour que la broche reste en contact avec lui lorsque son autre extrémité appuie sur l'un des deux plots p^2 et p^3.

Chaque broche permet ainsi d'établir simultanément une communication et d'en rompre une autre. La rangée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des plots p^1 du commutateur constitue la « base » ; c'est là que viennent s'attacher, sous des vis telles que V, les communications fixes, tandis que celles qui doivent être permutées se serrent sous des écrous *e*, *e'*. Les unes et les autres passent à travers des trous *tr* percés dans la base de la boite et dans la table ; cette disposition assure l'isolement et la conservation des conducteurs.

La rotation du cylindre porte-broches est commandée par une manette *m* faisant saillie hors de l'appareil et dont le jeu est limité par une pièce de laiton L.

La boite est fermée, à sa partie supérieure, par un couvercle muni d'une saillie concave, et fixé lui-même sur les côtés par quatre écrous.

Les parois dans lesquelles pivote le cylindre porte-broches sont amovibles et peuvent s'enlever en même temps que celui-ci. Cette opération est quelquefois nécessaire lorsque les ressorts des broches se sont affaissés par l'usage et doivent être retendus.

Le commutateur est recouvert d'un abri en bois percé d'une ouverture pour le passage de la manette.

L'entretien consiste à graisser légèrement avec du suif les parties concaves du couvercle et du fond de la boite, ainsi que les pistons des broches, et à débarrasser l'appareil des poussières métalliques qui, en s'accumulant, peuvent déterminer des courts-circuits.

Dans nos schémas les trois rangées de plots sont représentées sur un même plan, la rangée de base étant séparée des deux autres par un trait longitudinal.

Alternat sur un secteur supportant la propagation. — Ce dispositif permet l'alternat de la transmission et de la réception sur un secteur supportant la propagation, sans modifier l'orientation des contacts de la première couronne au changement de sens des transmissions. Le contrôle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

obtenu au moyen de cinq contacts de la troisième couronne et d'un segment de valeur correspondante découpé dans la sixième couronne et relié au massif du relais.

Les sept fils du traducteur : cinq pour les électro-aiguilleurs, un pour le courant de frein et un pour la prise de terre, sont amenés à la base d'un commutateur multiple à dix broches (fig. 115) ; en outre, les plots des piles de

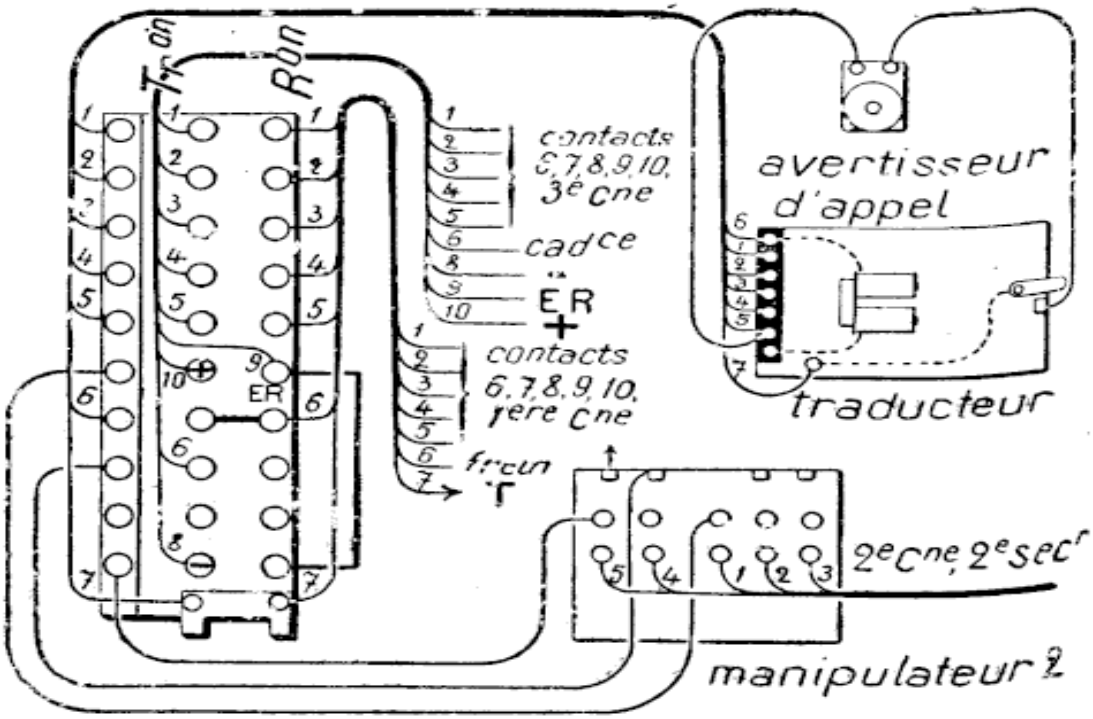


Fig. 115.

travail et de repos du manipulateur ainsi que le plot de cadence, sont rattachés également à la base.

Dans la position de transmission (Tr^{on}) les électro-aiguilleurs sont mis en relation avec les contacts de la troisième couronne affectés au contrôle : 6, 7, 8, 9, 10, dans le cas du triple ; les piles positive et négative communiquent avec le manipulateur, et l'électro-aimant de cadence et de décrochage reçoit le courant qui lui est destiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la position de réception (R^{on}), les électro-aiguilleurs sont reliés aux contacts 6, 7, 8, 9, 10 de la première couronne ; les prises de pile du manipulateur et le circuit de l'électro-aimant de cadence et de décrochage sont coupés. D'autre part, les platines antérieure et postérieure du manipulateur donnent l'entrée du relais (ER) aux courants provenant de la ligne. Il est avantageux en effet de rattacher aussi la platine antérieure à l'entrée du relais parce que, si une touche se trouvait abaissée accidentellement et par suite accrochée, le décrochage ne fonctionnant plus, le circuit du courant d'arrivée correspondant à cette touche se trouverait interrompu. Avec la disposition adoptée, le courant de réception arrivant, comme nous l'avons dit déjà, par un contact de la deuxième couronne et le ressort contact de la touche qui s'y trouve rattachée, atteindra le relais par l'une ou l'autre platine selon la position de la touche.

A la transmission, aussi bien qu'à la réception, le traducteur est synchronisé par un courant de frein provenant des mêmes contacts de la troisième couronne, 11 et 12, dans la circonstance.

Un seul traducteur dessert alternativement deux secteurs. — C'est le dispositif que nous avons envisagé lors de l'étude du diagramme d'une communication quadruple type Paris-Amiens, page 156. Les deux secteurs accouplés sont le premier et le troisième et servent l'un au contrôle et l'autre à la réception ; un commutateur multiple à sept broches permet d'opérer les liaisons qui conviennent.

Les électro-aiguilleurs de l'unique traducteur sont rattachés en permanence à la base du commutateur et aux contacts du troisième secteur de la première couronne (fig. 116).

Dans la position de réception, le traducteur est actionné

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par les émissions des contacts écourtés du troisième secteur; la prise de courant de frein de ce secteur est rattachée au sixième plot de la rangée de réception du commutateur et le courant passe par la broche et le plot de base correspondant pour atteindre le traducteur.

En cas de travail simultané, la transmission serait faite par le manipulateur **1**, mais sans contrôle.

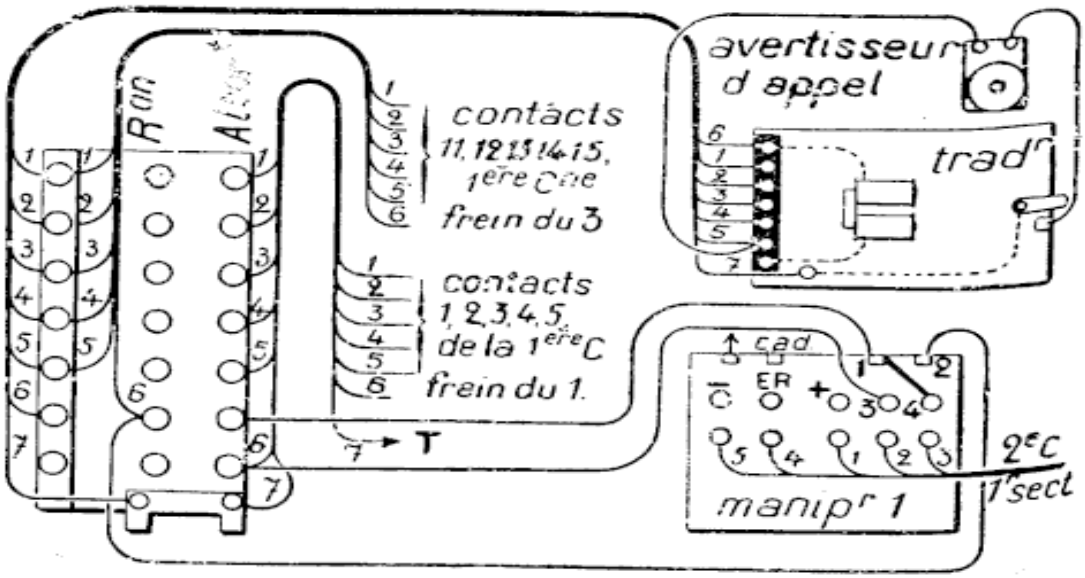


Fig. 116.

Dans la position d'alternat, le traducteur est relié simultanément avec les contacts de première couronne des secteurs 1 et 3. La transmission et la réception ne peuvent donc s'effectuer qu'à tour de rôle, sous peine de voir se produire un mélange des courants des deux secteurs qui, agissant tous sur les électro-aiguilleurs, détermineraient l'impression d'un assemblage incohérent de caractères. Cette particularité donne au poste pourvu du dispositif la faculté de s'apercevoir que le correspondant le coupe. C'est en effet le trouble du contrôle qui indique la coupure opérée par l'autre poste.

Dans la position d'alternat, le traducteur doit être syn-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chronisé tantôt par le courant de frein du premier secteur et tantôt par celui du troisième, selon que le traducteur sert au contrôle ou à la réception, afin que la came-navette soit dans la position voulue pour ne pas entraver le déplacement des leviers aiguilleurs.

La permutation des prises du courant de frein s'effectue, non plus à l'aide du commutateur multiple à broches, mais par la manœuvre du commutateur à manette du manipulateur. A cet effet, les plots 1 et 4 du manipulateur communiquent, dans la position d'alternat du commutateur à broches, avec l'électro-frein du traducteur par l'intermédiaire de la sixième broche et du plot de base correspondant; d'autre part, les plots 2 et 3 du manipulateur sont reliés en permanence, le premier avec la prise de frein du secteur de réception, secteur 3, et le second avec la prise de frein du secteur de transmission, secteur 1.

Si le service se fait à l'alternat, le commutateur multiple est mis dans la position convenable et le commutateur du manipulateur est seul manœuvré à chaque changement de sens des transmissions. Ainsi, quand le traducteur sert au contrôle, la manette du manipulateur est placée dans la position de transmission ; la liaison des plots 2 et 4 est rompue et celle des plots 1 et 3 établie ; le contraire a lieu lorsque le traducteur est affecté à la réception.

Deux secteurs desservis à la volonté par un ou deux traducteurs. — Ce dispositif est du même genre que le précédent, mais il est plus complet, car il laisse la possibilité d'un travail simultané à la transmission et à la réception sans supprimer le contrôle.

La table est pourvue de deux traducteurs, un manipulateur et un commutateur multiple à dix broches. Les deux positions de la manette de ce dernier instrument

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnent les liaisons nécessaires à l'alternat ou celles du travail simultané (fig. 117).

Dans la position d'alternat, le traducteur 1 est relié directement aux contacts de première couronne du secteur de transmission et, par l'intermédiaire des broches et des

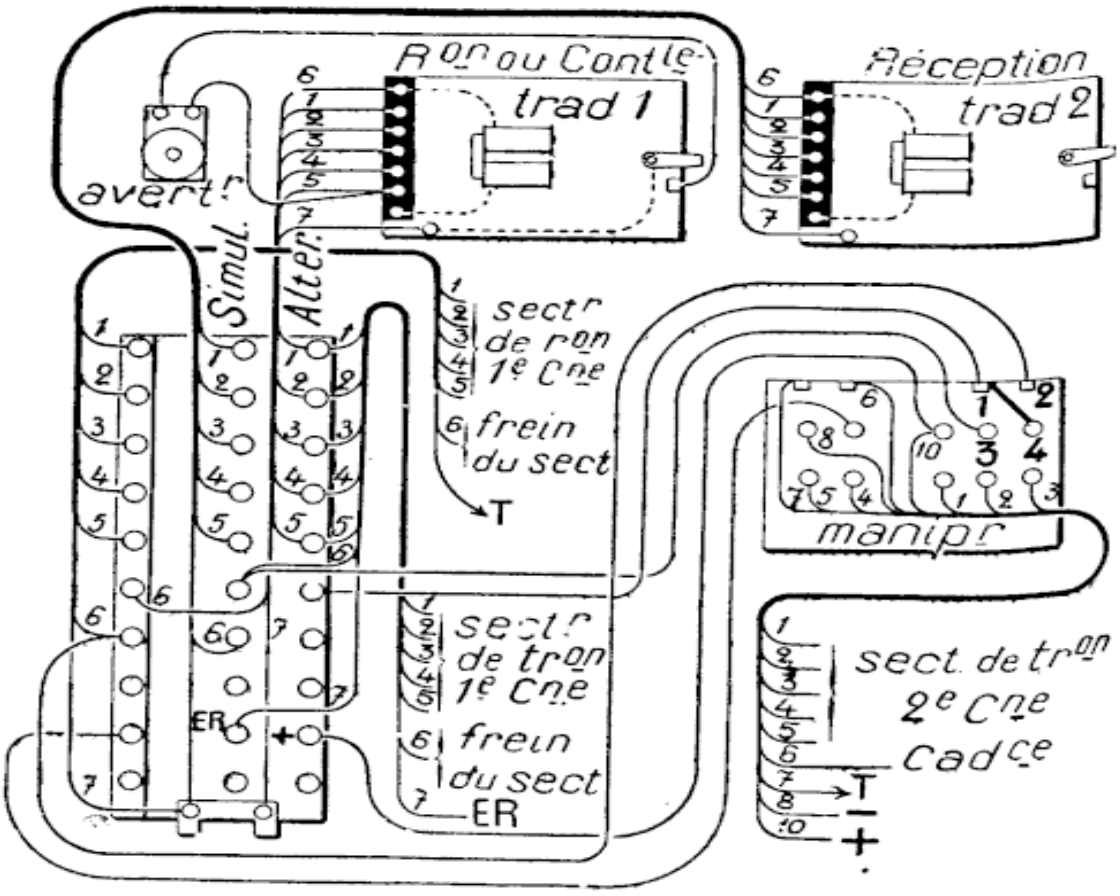


Fig. 117.

cinq premiers plots de la rangée de base du commutateur, aux contacts de première couronne du secteur de réception.

Les prises de frein sont permutées par le commutateur du manipulateur. A cet effet, la prise du secteur de réception est rattachée au plot 2 du manipulateur (et au plot 7 de la base du commutateur à broches) ; la prise du secteur de transmission, au plot 3 du manipulateur (et au plot 6

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la première rangée du commutateur à broches) ; enfin l'électro-frein est en communication permanente avec le plot 6 de la rangée de base du même commutateur.

Pendant la transmission, le commutateur du manipulateur établit la liaison des plots 1 et 3 de cet appareil ; le courant de frein du secteur de transmission arrive au plot 6 de la première rangée du commutateur à broches, passe par les plots 3 et 1 du manipulateur, revient au commutateur à broches, plot 6 de la deuxième rangée, et, par la broche et le plot de base correspondants, atteint l'électro-frein du traducteur 1.

Si la manette du manipulateur est mise sur réception, c'est le courant de frein du secteur de réception qui arrive au traducteur par les plots 2 et 4 du manipulateur et la sixième broche du commutateur multiple.

Quelle que soit la position de la manette du manipulateur la pile de repos est toujours reliée à la réglette postérieure de l'appareil : sur transmission, la prise positive se fait par le commutateur du manipulateur ; sur réception, la jonction a lieu par le plot 9 de la deuxième rangée du commutateur multiple, la broche et le plot de base correspondants et enfin le plot du manipulateur qui, dans les installations ordinaires, donne l'entrée du relais.

Une telle disposition a pour but de maintenir l'envoi des courants de repos sur le secteur de transmission pendant que la réception s'opère ; si elle n'existait pas, l'index du relais du poste correspondant n'étant plus maintenu sur repos, lors du passage des balais sur le secteur, risquerait de tomber sur le butoir de travail et d'envoyer le courant local dans les électro-aiguilleurs du traducteur, ce qui ferait croire à une coupure de la transmission.

Dans la position de travail simultané, le commutateur multiple renvoie sur le traducteur 2 les émissions du secteur de réception et le courant de frein de ce secteur par le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

broches 1, 2, 3, 4, 5 et 7, le traducteur 1 servant alors en permanence pour le contrôle de la transmission s'effectuant par l'autre secteur. Mais ce dernier secteur pourrait être lui-même affecté aussi à la réception s'il en était besoin : il suffirait de placer la manette du manipulateur sur « réception » et l'entrée du relais serait donnée aux courants provenant de la ligne, par les ressorts contacts et la platine postérieure, au moyen du neuvième plot de la base du commutateur multiple et du plot correspondant de la première rangée auquel aboutit le fil du relais.

Avertisseur d'appel. — Les schémas des dispositifs que nous venons d'examiner indiquent une disposition spéciale qui met le cinquième électro-aiguilleur du traducteur en dérivation avec une sonnerie ; la sortie de celle-ci est mise à la terre lorsque le levier d'arrêt du socle-moteur est dans la position de fermeture. On peut ainsi, sans inconvénient, arrêter le traducteur dès qu'une interruption de travail se produit. Lorsque le correspondant désire appeler, il émet un courant de travail par la cinquième touche ; le cinquième électro-aiguilleur du traducteur et la sonnerie du poste appelé reçoivent le courant local du relais. Le marteau de la sonnerie frappe le timbre, à chaque révolution des balais, pendant toute la durée de l'abaissement de la cinquième touche du poste correspondant.

La figure 118 montre une coupe schématique de l'avertisseur. Cet instrument se compose essentiellement d'un électro-aimant droit E dont le noyau est pourvu, à la partie inférieure, d'une culasse se recourbant verticalement et terminée par une charnière sur laquelle s'articule l'armature. Le marteau, constitué par un disque de laiton *d* soudé à l'extrémité d'un ressort *r*, est fixé par l'armature même, du côté de la charnière, et possède un prolongement libre servant de ressort antagoniste de l'armature ; une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

366
1930

vis V munie d'un contre-écrou permet de régler la tension du ressort.

La distance de l'armature au noyau est déterminée à l'aide d'une autre vis V′, également à contre-écrou, agissant

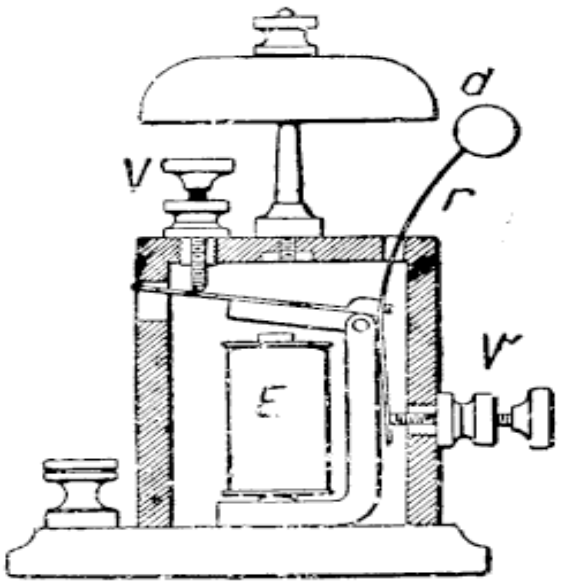


Fig. 118.

sur un index en laiton solidaire de l'armature. La résistance de l'enroulement de l'électro-aimant est de 40 ohms environ.

Ces avertisseurs d'appel sont aussi utilisés comme avertisseurs de coupures dans les installations des postes échelonnés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

Réglages et Dérangements

XII

MANIPULATEUR

Le réglage des touches et des ressorts-contacts est le même dans les deux types de manipulateurs actuellement en service.

Touches. — Il est nécessaire que les touches soient très libres sur leur axe commun et qu'elles ne coincent pas entre les épaulements qui les séparent. Pour éviter le guindage, le ressort antagoniste de la touche doit être placé de telle sorte que la boucle qui le termine à la partie supérieure vienne se présenter au-dessus du logement de la vis de fixation lorsque celle-ci est enlevée ; si cette condition n'était pas réalisée, desserrer la vis inférieure, amener le ressort dans la position indiquée et resserrer la vis.

S'assurer que la vis n'est pas trop longue et qu'elle ne laisse aucun jeu à la spire inférieure du ressort à boudin.

La tension des ressorts antagonistes des touches peut être modifiée ; on les tend en soulevant la spire supérieure, et on les affaiblit en les comprimant de façon à rapprocher leurs spires. Une tension trop faible a l'inconvénient de faire vibrer le ressort contact sur le butoir de repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le jeu des touches est limité, en haut et en bas, par des réglettes de bois recouvertes de drap. Il est assez rare qu'on ait à le modifier, sauf dans les manipulateurs usagés. Ce jeu est normalement de 4 millimètres environ ; on peut l'augmenter en enlevant le drap ou, au contraire, le diminuer, en collant sur la touche du papier ou du carton suivant le cas. Il faut remarquer que cette modification, entraîne la révision du réglage des ressorts-contacts.

Ressorts-contacts verticaux. — L'appui des ressorts sur leurs contacts, soit de travail, soit de repos, doit être tel que le ressort fléchisse légèrement.

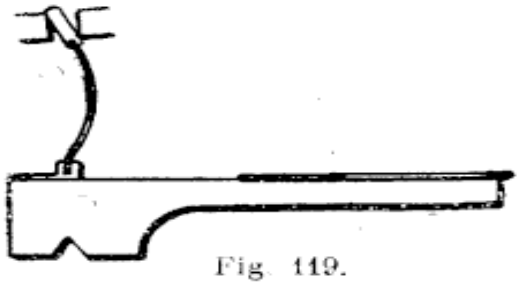


Fig. 119.

Cette condition est très importante, car elle assure un bon contact, le revêtement d'argent du ressort frottant ainsi énergiquement sur le butoir.

En principe, le mouvement de la touche est divisé en trois temps. Pendant le premier temps, le ressort ne doit pas quitter son contact de repos ; dans le second, le ressort quitte le contact et parcourt l'intervalle, enfin, dès le début du troisième temps, le ressort vient s'appuyer sur le contact de travail. Le réglage pratique s'effectue de la façon suivante : la réglette postérieure étant enlevée, vérifier si, lors de l'abaissement des touches, les ressorts viennent bien appuyer avec force sur le butoir de travail ; fausser légèrement les ressorts pour atteindre ce résultat, si c'est nécessaire. Placer ensuite la réglette postérieure de façon à laisser aux ressorts un jeu maximum de 2 millimètres. Veiller à ce qu'ils ne touchent pas simultanément les deux contacts, ce qui aurait pour résultat de mêler les deux piles de ligne. Ce défaut peut se produire par suite d'une flexion

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

exagérée du ressort sur un des contacts (fig. 119). S'assurer aussi que l'appui des ressorts a bien lieu sur les contacts de repos avec la même flexion que sur ceux de travail. Dans le cas contraire, enlever la réglette postérieure et fausser les lames de nouveau pour obtenir le résultat cherché.

Les contacts doivent être entretenus dans un état de grande propreté ; en général, il suffit de les frotter avec un bout de papier bande bien propre et légèrement humide, serré entre le contact et le ressort. Mais il faut que la bande soit coupée nettement avec des ciseaux, ou avec un canif, afin d'éviter les ébarbures de papier qui, restant sur le contact, le rendraient défectueux. Dans le cas d'oxydation de ce dernier ou du revêtement du ressort, on doit recourir au papier émeri triple zéro et avoir soin de repasser au papier ordinaire afin d'enlever toute trace d'émeri. Serrer fortement les vis des réglettes ; il ne faut pas perdre de vue, en effet, que deux d'entre elles, celle de droite pour le repos et celle de gauche pour le travail, amènent les piles aux réglettes.

Cadence téléphonique. — Le bruit de la membrane est d'autant plus élevé que cette pièce est pincée plus étroitement sous le couvercle formant pavillon ; on pourra donc le faire varier en serrant plus ou moins ce dernier.

Il arrive que le fil amenant le courant se dénude et touche le tube qui est à la terre, ou bien des brins de fil, étant mal serrés sous la vis placée derrière la boîte contenant l'électro et la membrane, viennent au contact de la monture; dans ces deux cas, le courant se dérive à la terre, la cadence ne fonctionne plus, mais le décrochage des touches s'opère normalement.

Un autre défaut, assez fréquent, provient du mauvais contact entre la tête de la vis du bouchon d'ébonite, fer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mant la partie inférieure du tube, et le ressort à boudin fixé à la plaque de contact (fig. 10). Dans ce cas, le décrochage ne se fait plus et la cadence cesse de battre. Il suffit de retendre le ressort à boudin, ou même quelquefois simplement d'enfoncer le tube dans son support, pour rétablir le circuit.

Accrochage. — Généralement, les aimants permanents sont trop forts et retiennent la plaquette de fer doux encastrée sous la touche, malgré le courant démagnétisant ; on doit alors introduire une ou plusieurs épaisseurs de papier entre les pôles de l'aimant et la plaquette. Il convient de remarquer qu'on diminue l'appui du ressort-contact vertical sur son butoir de travail en augmentant l'épaisseur du papier. On peut aussi agir sur les ressorts antagonistes des touches et leur donner plus ou moins d'énergie selon que l'accrochage est plus fort ou plus faible.

La plaquette de fer doux doit être libre sur son axe et posséder une lamelle de clinquant soudée à la partie venant au contact des pôles de l'aimant permanent, lors de l'abaissement de la touche. L'absence de cette plaquette occasionnerait une rémanence nuisible au décrochage.

RÉGLAGE DE L'ACCROCHAGE MÉCANIQUE

Vérification préalable. — Avant tout réglage, il est indispensable qu'une vérification très soigneuse des différentes pièces de l'appareil soit effectuée.

S'assurer d'abord que l'armature de cadence joue librement et qu'il n'y a aucun grippage de la charnière. Souvent par suite d'usure, la goupille de cette charnière prend du jeu et l'armature, qui peut alors se déplacer latéralement, se coince par moment.

L'axe commun des porte-cliquets doit être parfaitement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre sur ses tourillons et son ressort antagoniste (*r*, fig.15) modérément tendu.

L'existence de ces conditions se vérifie en enlevant la réglette de bois fixée par deux vis, en avant des cliquets, et en appuyant sur la partie arrondie du levier-ressort en U de façon à soulever son extrémité libre.

Le soulèvement doit s'opérer sans grand effort et le levier s'abattre immédiatement dès qu'on cesse d'agir sur sa partie arrondie. Il y a défaut de mobilité de l'axe des porte-cliquets, si le levier reste en l'air ou ne s'abaisse que difficilement.

Une mauvaise tension du ressort antagoniste se révèle d'une autre façon :

Si le ressort antagoniste est trop fort, l'attraction de l'armature est précaire ; s'il est trop faible, c'est le rappel de l'armature qui n'a pas lieu ou qui est irrégulier. Généralement le ressort antagoniste est trop faible; on le diminue d'une ou deux spires, selon la tension à lui donner. En cas d'urgence, en attendant une réparation définitive, on peut introduire, entre la bobine de l'électro-aimant de cadence et la branche verticale de l'armature, un petit morceau de carton mince, plié en deux, qui fait l'office de ressort antagoniste et facilite le rappel de l'armature.

Il arrive que l'amortisseur de cadence s'aimante et se porte au-devant de l'armature, au moment de l'attraction de celle-ci. La conséquence de cet accident est un affaiblissement du bruit, une diminution de la course de l'armature et, par suite, de la valeur du décrochage ; quelquefois même l'armature colle sur l'amortisseur. Le remède consiste à changer l'amortisseur ou à le bloquer purement et simplement en le calant, par exemple, au moyen d'un morceau de bois tendre introduit entre la joue de la bobine et l'amortisseur.

Pour procéder au réglage, ouvrir le manipulateur en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enlevant les deux platines et la touche noire, desserrer à fond le bouton de réglage de l'amortisseur de cadence, puis la vis de la monture à mâchoire du bouton enclume et laisser battre la cadence, la vis de butée de son index étant également desserrée.

1° **Réglage du bouton enclume.** — Visser le bouton enclume dans sa monture à mâchoire jusqu'à ce que l'armature colle, puis dévisser progressivement jusqu'au moment où elle retombera franchement dans sa position de repos, dès que le courant de cadence aura cessé ; resserrer alors la vis de la monture à mâchoire. Ce réglage étant obtenu, serrer le bouton de réglage de l'amortisseur de cadence, jusqu'à ce que le bruit de la cadence soit bien net.

Remarque. — Il faut avoir soin de serrer à fond la vis de la mâchoire du bouton enclume. Cette vis, se trouvant très près de la platine postérieure du manipulateur, peut, si elle est desserrée, venir toucher la platine et mettre à la terre la pile de repos. Cet effet ne se produit qu'au moment où bat la cadence, parce que le noyau de l'électro-aimant, qui est relié à la terre, est mis alors en relation avec l'enclume et la platine par l'intermédiaire de l'armature.

2° **Réglage de la vis de butée du levier-ressort en U.** — L'armature de cadence étant maintenue dans sa position de repos, les cliquets devront mordre, par leur bec, d'un demi-millimètre, au maximum, sur les appendices d'accrochage des touches lorsque ces dernières seront abaissées. Agir sur la vis de butée du levier-ressort en U pour obtenir cette position.

3° **Réglage de la vis de butée de l'index de l'armature.** — Régler la vis de butée de l'index de l'armature de telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sorte que, dans la position de repos, l'index de l'armature soit à 1 millimètre environ du levier-ressort en U.

Lorsque cette distance n'existe pas, une grande partie de la force d'attraction se trouve absorbée ; le décrochage est moins franc et le bruit de la cadence très atténué.

4° **Réglage de la vis du levier-ressort en U.** — Ces trois premières conditions étant remplies, laisser battre l'armature, puis abaisser légèrement et en cadence les cinq touches à plusieurs reprises. Toutes les touches doivent se décrocher simultanément dès que l'armature de cadence frappe sur le téton du piston amortisseur. Si le décrochage ne s'effectue pas, ou s'il ne s'effectue que partiellement, serrer la vis du levier-ressort en U, par petites portions, jusqu'à ce que le décrochage se fasse régulièrement. Cette manœuvre de la vis du levier-ressort en U diminue légèrement la valeur de l'accrochage et augmente, au contraire, la distance de projection en arrière des cliquets, lorsque le levier-ressort en U est soulevé par l'index de l'armature de cadence.

Si les touches n'accrochaient pas, il faudrait desserrer la vis du levier-ressort en U.

Quelquefois certaines touches s'accrochent trop, alors que d'autres ne s'accrochent pas du tout. Cela provient de ce que l'axe porte-cliquets n'est pas parallèle à l'axe de pivotage des touches, par suite d'un retrait de la paroi de bois portant les tourillons. Dans ce cas, il y a lieu de fausser très légèrement, et dans le sens voulu, la branche inférieure du cliquet d'accrochage intéressé ; ladite branche inférieure n'est pas trempée à cet effet.

Vérifier également si le ressort de chaque cliquet exerce bien une légère pression sur la partie supérieure du cliquet.

Huiler légèrement la partie extérieure de la tige du piston, l'axe de pivotage de l'armature de cadence, les tourillons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'axe porte-cliquets, l'axe particulier de pivotage de chacun des cliquets et leur bec d'accrochage.

Les différents réglages étant solidaires les uns des autres, il importe de les effectuer dans l'ordre que nous avons indiqué.

Choix du contact de cadence. — Avec le manipulateur à cadence téléphonique, la cadence est donnée par le contact où se trouve le balai de la troisième couronne, quand celui de la deuxième va entrer sur le secteur de transmission.

Ainsi, le secteur de transmission d'un double se composant, au poste corrigé, des contacts 6, 7, 8, 9 et 10, la cadence sera prise sur le contact 5 de la troisième couronne.

Lorsqu'on utilise le manipulateur à accrochage mécanique, il faut que le contact de cadence précède de deux contacts, au moins, le secteur de transmission. Dans l'exemple précédent, la prise aurait lieu sur le contact 4.

Les contacts des installations triple ou quadruple étant plus petits que ceux de l'installation double, la cadence est prise, pour le triple, trois contacts avant le secteur de transmission, et pour le quadruple, la distance est portée à cinq contacts.

Cette disposition a pour but de laisser tout le temps nécessaire pour que la libération des appendices des touches abaissées puisse se faire avant l'envoi d'une nouvelle combinaison. Ce temps dépend, évidemment, de la résistance plus ou moins grande, que le ressort à boudin de l'axe porte-cliquets offre à l'effort de l'index de cadence et de la liberté dont jouit cet axe.

RELAIS

La mise en état de bon fonctionnement du relais comprend deux réglages principaux :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier s'appelle réglage de construction et ne s'opère que lors de la mise en service de l'appareil, ou au cours d'une vérification générale, en cas de difficultés persistantes.

Le second, qui a pour but de placer les boutons de contact dans une position telle que l'index reste invariablement sur le butoir où le dernier courant circulant dans les bobines l'a fait tomber, est nommé réglage à l'*indifférence*.

Ce dernier est souvent modifié pour assurer l'enregistrement de toutes les émissions reçues, quelle que soit leur polarité, dans le cas où la ligne subirait des influences prolongées et de même sens, ou serait affectée de pertes en positif ou en négatif.

RÉGLAGE DE CONSTRUCTION

Il consiste à vérifier si les pièces sont dans des conditions permettant au relais d'agir rapidement et sûrement.

Ces conditions exigent :

1° Que la suspension de l'axe portant l'armature soit parfaite au point de vue de la mobilité ;

2° Que l'utilisation du flux développé dans les noyaux par le passage du courant dans les bobines soit aussi complète que possible ; il faut, pour cela, que la distance entre les noyaux et l'armature soit très réduite et que l'armature soit exactement au-dessus des noyaux ;

3° Que la prise de courant de l'index sur les butoirs soit bien assurée.

I. Suspension de l'axe. — Pour que les déplacements de l'armature soient faciles, il faut que l'écartement des pointes-pivots soit tel que, l'une des pointes étant au fond du cône de la chape-point, l'autre soit vers le milieu de la chape-ligne. En effet, si cette dernière pointe venait s'appuyer contre une des extrémités de la chape-ligne, il y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aurait un frottement entre la partie verticale de l'échancrure et le côté de la pointe, ce qui déterminerait une gêne dans le mouvement de bascule de l'axe (fig. 120) ; il pourrait même arriver que la pointe-pivot se plaçât sur le côté du cône au lieu d'être au sommet. Pour remédier à ce défaut il suffit, après avoir légèrement desserré les écrous maintenant ensemble les platines et les plaques polaires contre les aimants permanents, de déplacer, dans le sens voulu, les plaques polaires et, par suite, les pointes-pivots qui les traversent. On peut reconnaître facilement un écartement défectueux des pointes-pivots en soulevant légèrement l'axe du côté du levier de réglage (c'est aussi celui de la chape-point) et en vérifiant si l'axe peut se déplacer longitudinalement en avant et en arrière.

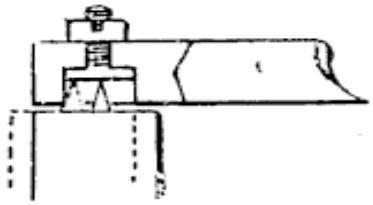


Fig 120.

L'impossibilité d'opérer cette manœuvre, dans un sens ou dans l'autre, indiquerait que la pointe porte sur une des extrémités de l'arête de la chape.

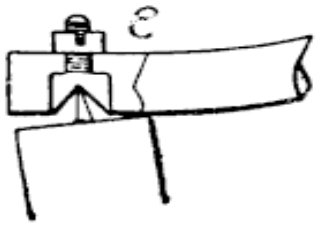


Fig. 121.

Les déplacements de l'armature peuvent être aussi entravés par le frottement de l'axe sur les plaques polaires, soit par suite d'un manque de parallélisme entre les deux pièces (fig. 121), soit parce que les pointes-pivots ne font pas suffisamment saillie.

Dans le premier cas, il faut desserrer les écrous de fixation et replacer la plaque dans la position normale ; dans le second, la vis-pivot devra être vissée d'une quantité suffisante, dans la plaque polaire, pour qu'il n'y ait plus de frottement. Ne pas oublier que la vis portant la pointe-pivot est calée elle-même par une autre petite vis placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

perpendiculairement (fig. 17) et qu'il faut la desserrer, au préalable, et la resserrer ensuite, dès que la position de la pointe-pivot est correcte. La pointe-pivot du côté de la chape-point n'est accessible, lorsqu'on ne dispose que d'un tournevis droit, qu'après le démontage du levier de réglage. Il est vrai qu'on peut quelquefois la manœuvrer latéralement, au moyen d'une lame d'acier introduite dans la rainure de la tête de vis, quand celle-ci est tournée d'une façon favorable.

La distance entre l'axe et les plaques polaires doit être de l'épaisseur d'une formule de télégramme. Pour s'assurer que la distance existe bien sur toute la longueur de la plaque polaire, il est nécessaire de prendre le relais à la main et de le placer à contre-jour ; on doit apercevoir une raie lumineuse entre l'axe et les plaques. Une distance trop grande entre les deux pièces a l'inconvénient de diminuer l'aimantation de l'armature, puisqu'il y a une dispersion plus grande des lignes de force des aimants permanents ; il faut, par suite un courant plus intense pour faire basculer l'armature ; la sensibilité du système s'en trouve diminuée d'autant. En revanche, la mobilité devient plus grande, puisque l'attraction de l'axe par les aimants permanents est un peu moins forte.

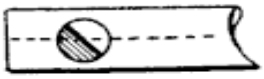


Fig 122.

Il est bon de s'assurer que les pointes sont elles-mêmes bien vissées à bloc dans les vis qui les supportent. On perdrait, dans le cas contraire, une partie du déplacement de l'armature et le fonctionnement serait boiteux.

Un défaut analogue à celui d'un mauvais écartement des pointes-pivots peut provenir de ce que la chape-ligne n'a pas son arête parallèle à l'axe (fig. 122). Celui-ci se trouve alors dans les mêmes conditions que s'il possédait

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux chapes-points, et les pointes-pivots risquent de porter sur les côtés des chapes.

Pour placer convenablement la chape-ligne, on desserre l'écrou (fig. 121) qui la fixe, on la maintient avec un tournevis dans la position voulue, puis on resserre fortement l'écrou.

II. Utilisation du flux développé par le courant. — La dispersion du flux dans l'air est d'autant moins grande que la distance entre l'armature et les noyaux est plus faible ; l'attraction de l'armature devient alors plus énergique.

Nous savons d'ailleurs que, d'après la loi de Coulomb, la force attractive ou répulsive est en raison inverse du carré de la distance qui sépare les masses magnétiques en présence (pr. n° 20). Mais il faut considérer que plus on rapproche l'armature des noyaux, plus grande est l'induction produite dans les spires par les déplacements de l'armature polarisée. Or, comme il a déjà été dit, cette action nuit à la rapidité du fonctionnement du relais en augmentant l'effet de la self-induction de l'appareil ; il importe donc de ne pas diminuer exagérément la distance, pour maintenir l'induction dans les limites convenables. On obtient un excellent résultat en laissant, entre l'armature et les noyaux, une distance égale à l'épaisseur d'une formule de télégramme pliée en quatre.

Voici comment on procède. On commence par bloquer l'index entre les deux boutons de contact, de façon qu'il soit bien vertical, puis on place la feuille de papier pliée en quatre entre l'armature et les noyaux et l'on fait monter les bobines en vissant les vis à tête carrée, qui traversent le retour d'équerre de chaque culasse, jusqu'à ce que la feuille puisse glisser sans grand effort sous l'armature.

Bien entendu, si la feuille pliée en quatre ne pouvait passer entre l'armature et les noyaux, c'est que les bobines

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seraient trop hautes, et il conviendrait, alors, de les abaisser en dévissant les vis à carré.

D'autre part, il faut, pour éviter la déperdition des lignes de force, que l'armature couvre bien les noyaux de l'électro-aimant.

Les bobines montées sur le socle ne peuvent subir de déplacement dans le sens horizontal ; cependant leur position, par rapport à l'armature, n'est pas immuable car, cette dernière, avec ses pointes-pivots, est portée par les aimants permanents, grâce à l'intermédiaire des plaques polaires, et que les aimants permanents, eux-mêmes, peuvent se déplacer par rapport au socle. Nous avons déjà vu, en effet, qu'ils y sont fixés par un boulon qui les traverse à la partie inférieure par des ouvertures assez larges, de façon à permettre un déplacement dans un sens quelconque. Dans ces conditions, pour amener l'armature au-dessous des noyaux (fig. 123), il suffira de desserrer l'écrou du boulon et de déplacer les aimants permanents dans le sens voulu.

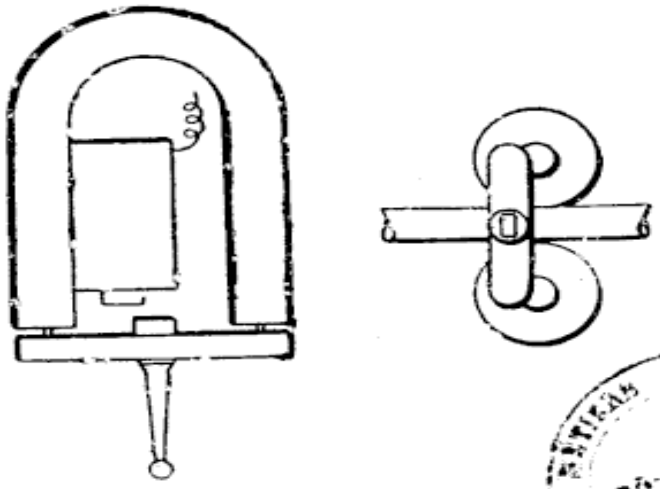


Fig. 123.



Il est bon de s'assurer, lorsqu'un relais est mis en service pour la première fois, que l'axe est bien coupé, par une partie de laiton empêchant le flux magnétique de se fermer sur lui-même, ce qui aurait pour résultat de ne laisser apparaître aucune polarité aux extrémités de l'armature. Celle-ci se comporterait comme si elle n'était pas aimantée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et ne basculerait plus sous l'action du flux développé dans les noyaux par le passage du courant, puisqu'elle serait attirée simultanément par ses deux extrémités.

Remarquer que la partie diamagnétique est placée du côté du levier de réglage. Si on retournait l'axe bout pour bout, le fonctionnement du relais serait lui-même inversé et le butoir de travail deviendrait le butoir de repos et *vice versa*.

III. Prise de courant. — Pour que le contact entre l'index et le bouton soit aussi peu résistant que possible, il importe d'abord que les surface s'appliquent exactement l'une sur l'autre. Ainsi, il est évident que la position donnée par la figure 124 est mauvaise, puisque le courant ne peut passer du contact à l'index que par une surface très réduite et, par conséquent, plus résistante que la surface entière. Pour donner la position convenable, il est nécessaire de desserrer les écrous fixant les platines aux aimants permanents et de déplacer les platines de manière à amener les boutons de contact à coïncider parfaitement avec le cylindre d'argent de l'index. Cette manœuvre est réalisable parce que les trous par lesquels les boulons passent à travers la platine sont plus larges que leur tige. Afin de ne pas modifier la position des plaques polaires, il est prudent de ne desserrer que très légèrement les écrous et de déplacer les pièces par petits coups frappés avec le manche du tournevis.

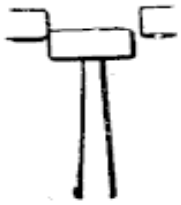


Fig. 124.

En résumé les principaux points du réglage de construction sont au nombre de six :

Ecartement des points-pivots ;
Distance entre l'axe de l'armature et les plaques polaires ;
Orientation de la chape-ligne ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Distance entre l'armature et les noyaux ;
Placement de l'armature au-dessus des noyaux ;
Position des butoirs par rapport à l'index.

RÉGLAGE A L'INDIFFÉRENCE ET RÉGLAGE PRATIQUE

Pour obtenir que l'index reste sur le butoir où il a été projeté, c'est-à-dire pour qu'il s'y trouve en équilibre stable, il faut que le butoir soit assez éloigné de la verticale passant par le milieu de l'axe de pivotage de l'index, afin que la partie médiane du cylindre d'argent, qui termine celui-ci, soit hors de la verticale et du côté du butoir considéré (fig. 125).

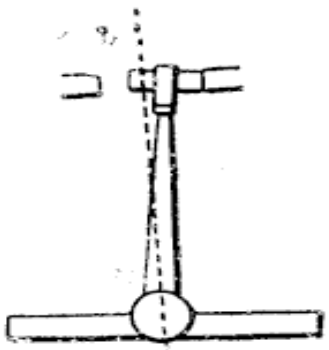


Fig. 125.

D'autre part, pour que l'index tombe avec la même facilité sur un butoir ou sur l'autre, il est indispensable que ceux-ci soient également éloignés de la verticale passant par le centre de l'axe, en admettant, toutefois, que les courants de la ligne aient la même intensité, quelle que soit leur polarité. On pourra donc *favoriser* à volonté la chute, sur tel ou tel butoir, à condition d'éloigner celui-ci de la verticale et d'en rapprocher l'autre.

Il semble qu'on pourrait faire passer dans les bobines du relais un courant positif, par exemple, et régler le butoir sur lequel tombe l'index de façon que ce dernier y reste après la cessation du courant, puis un courant négatif de même intensité que le précédent et procéder de la même manière pour l'autre butoir ; mais cette méthode ne serait guère pratique et on a recours à un autre moyen.

Si l'on enlève un bouton de contact et que l'on abaisse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'armature de ce côté, elle viendra buter sur le noyau correspondant, puisque son déplacement ne sera plus arrêté par la rencontre de l'index et du bouton de contact, et, comme elle est aimantée, elle communiquera, au noyau de fer doux de l'électro, une aimantation passagère, mais qui persiste néamnoins quelques instants après la séparation des pièces; c'est ce qu'on appelle un magnétisme rémanent. On se sert de ce dernier, à la place d'un courant, pour provoquer la chute de l'index. On règle alors de la façon suivante.

Les communications du relais étant supprimées afin qu'aucun courant n'y puisse circuler, on enlève le bouton de contact de droite, par exemple, et on amène l'armature sur le noyau du même côté de manière à aimanter ce dernier. Puis, on desserre l'étrier du manchon de réglage du côté gauche ; on ramène alors l'armature sur le noyau de ce côté ; si elle n'y reste pas, c'est que son équilibre est instable et que la rémanence magnétique du noyau de droite suffit à la faire retomber. On *desserre* alors le manchon de réglage de gauche *avec son bouton de contact* et l'on recommence à faire basculer l'armature sur le noyau de droite d'abord, puis à la ramener sur le noyau opposé. Cette manœuvre est répétée jusqu'à ce que l'armature ne retombe plus sous l'action du magnétisme rémanent, mais que sa position soit si instable qu'un léger choc sur les platines suffise à la faire retomber encore.

A chaque essai de chute, il faut avoir soin de déterminer la rémanence dans le noyau de droite. L'étrier de gauche sera alors bloqué afin de maintenir le manchon dans la position trouvée par le réglage. Ceci fait, le bouton de contact de gauche est enlevé à son tour et l'on replace celui de droite dans son manchon en veillant à ce qu'il y soit bien serré à fond. Puis, l'étrier de droite étant desserré, on procédera au réglage du manchon du même côté comme il a été indiqué pour celui de gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il peut arriver que l'armature ne retombe pas lorsqu'on la ramène sur le butoir à régler ; il faut alors visser le manchon de réglage *avec son bouton* jusqu'à ce que l'armature retombe sur le noyau, siège de la rémanence ; on se trouve alors dans les conditions envisagées précédemment et le réglage se poursuit de la même façon.

Toutes ces manœuvres doivent être faites minutieusement, en ayant soin de ne tourner les manchons de réglage que d'une fraction de tour, chaque fois, pour trouver le point exact où la chute de l'index ne se produit plus ; s'assurer que le bouton de contact est bien vissé à fond dans son manchon, l'absence de cette précaution étant de nature à fausser le réglage.

Lorsque l'opération est bien conduite, il ne doit rester qu'un jeu extrêmement petit entre l'index et ses butoirs, quelques centièmes de millimètre au plus.

Si, à la suite du réglage, l'index se trouve bloqué entre ses butoirs, c'est que l'on n'a pas procédé avec assez de soin ou que le réglage de construction laisse à désirer. Les bobines peuvent être trop éloignées de l'armature, ou, encore, l'axe n'être pas libre dans ses déplacements et frotter contre les plaques polaires ; un affaiblissement des aimants permanents peut donner lieu au même défaut. Il est bon aussi, au moment où l'on resserre les vis des étriers, de maintenir étroitement ces derniers, car il arrive que le manchon se déplace sous la pression qui en résulte.

Ce réglage à l'indifférence n'est souvent que la préface du réglage pratique ; il ne peut suffire, en effet, que dans le cas, rarement réalisé, où les émissions de la ligne parviennent avec la même intensité. En général, il n'en est pas ainsi, l'une des polarités du courant est moins affaiblie que l'autre, et il convient de modifier le réglage pour assurer l'enregistrement des émissions les plus faibles ; c'est ce qu'on appelle *favoriser* le travail, ou le repos, suivant le cas.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons vu plus haut en quoi consistait cette manœuvre.

Pour opérer à coup sûr, on prie le correspondant de faire des T et l'on observe la bande du traducteur.

Supposons, par exemple, que le traducteur enregistre les caractères *t*, S, Y, U, A parmi les T (fig. 126), nous en conclurons que les courants de travail manquent et nous devrons favoriser le relais sur travail en desserrant, d'une très petite quantité, le butoir de travail et en resserrant

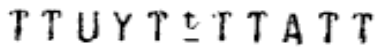


Fig. 126.

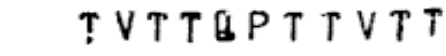


Fig. 127.

d'autant le butoir de repos. Si, au contraire, la bande du traducteur a l'aspect de la figure 127, cela indique une défaillance des émissions de repos ; on dit alors qu'il y a des *débordements*. Pour obvier au défaut, on doit favoriser le relais sur repos en desserrant légèrement le butoir de repos et en agissant en sens inverse, et de la même quantité, sur celui de travail. Bien entendu, on répète la même opération jusqu'à disparition complète des défectuosités. Mais quel-

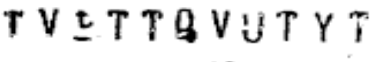


Fig. 128.

quefois on n'arrive pas à éliminer les débordements, bien que l'on ait favorisé le repos du relais à un tel point que le traducteur enregistre même des défaillances des courants de travail (fig. 128). Dans ce cas, il y a manque de courant de repos ou faiblesse de toutes les émissions, ce qui indique soit de fortes pertes ou des résistances anormales en ligne soit une insuffisance de voltage des piles du correspondant. Mais on ne peut affirmer ceci que lorsqu'on s'est assuré au préalable, que le défaut ne provient pas d'une mauvaise communication dans l'installation même, par exemple,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un appui insuffisant des balais des cinquième et deuxième couronnes.

Lorsque le défaut est imputable au conducteur, il est bon de revoir soigneusement le réglage du relais de façon à lui donner son maximum de sensibilité. On parvient ainsi quelquefois à tirer parti d'un fil qu'un autre dirigeur moins adroit, ou moins expérimenté, abandonnerait en le déclarant impraticable.

Une autre méthode consiste à *écouter* le bruit que produit l'index lorsqu'il s'abat sur ses butoirs. On demande alors au correspondant non plus des T, mais des *roulements*, c'est-à-dire des courants alternés sur tous les secteurs.

Ce procédé est surtout appliqué sur les conducteurs, souterrains ou aériens, affectés exclusivement à la transmission dans un seul sens. Ainsi, par exemple, sur un triple, les roulements consistent à faire des G sur le premier et le troisième secteurs, et des T sur le deuxième ; les courants correcteurs de travail et de repos suivant immédiatement le troisième secteur, on reçoit, au poste correspondant, 16 alternances qui, reçues dans un relais, font entendre un roulement caractéristique. On l'écoute au moyen d'un tournevis dont la pointe est appliquée sur un des étriers du relais, et dont le manche est introduit dans le pavillon de l'oreille. Avec un peu d'habitude, on distingue très bien les défauts de rythme produits par un manque de courant de travail, de ceux qui sont occasionnés par une défaillance des courants de repos et qui déterminent des « collages » de l'armature. Un Morse relié au massif du relais imprime, sous l'action des roulements, des séries successives de huit points chacune.

Entretien. — A l'exception du nettoyage des contacts de l'index et de ses butoirs, l'entretien du relais est à peu près nul. Il faut surtout éviter les poussières qui encras-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seraient les contacts ou bien qui, par leur accumulation, pourraient occasionner une gêne de l'axe de l'armature.

Des particules métalliques placées entre l'axe et les plaques polaires pourraient également, en provoquant un défaut de mobilité de l'armature, donner lieu à des collages. On évitera facilement ces inconvénients en prenant soin de placer sur le relais son couvercle-abri et en époussetant de temps en temps, à l'aide d'un pinceau bien sec, les différentes parties de l'appareil.

Le nettoyage des contacts s'effectue en introduisant une feuille de papier pliée en deux entre le bouton, préala-

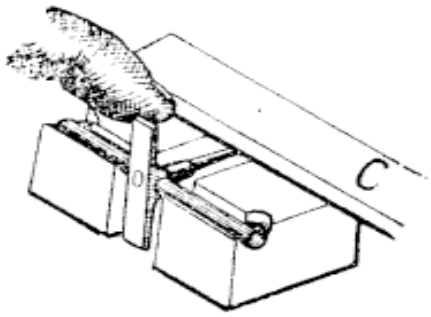


Fig. 129.

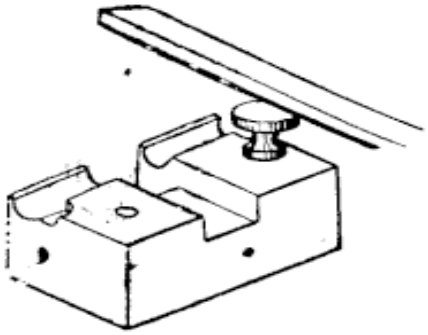


Fig. 130

blement desserré, et l'index, et en exerçant une friction sur les faces des deux pièces pendant qu'on maintient légèrement l'index contre la feuille en appuyant sur l'armature.

Lorsque les contacts sont oxydés, il faut remplacer le papier ordinaire par du papier émeri triple zéro, ou du papier au colcothar ; on prendra les mêmes précautions que pour les ressorts-contacts verticaux du manipulateur, c'est-à-dire qu'après avoir enlevé avec du papier ordinaire les particules d'émeri ou d'oxyde ferrique qui pourraient rester sur les contacts, on veillera à ce qu'aucune effilochure n'y demeure adhérente.

Ce nettoyage s'opère commodément et dans d'excellentes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conditions au moyen d'un bloc de bronze creusé de deux trous et de deux rainures, l'une médiane, l'autre latérale. Pour nettoyer les contacts, on couche l'axe dans la rainure latérale, l'index occupe alors une rainure médiane et présente un de ses contacts de façon qu'il affleure la surface supérieure du bloc. On polit le contact au moyen d'un cabron C (fig. 129) garni de papier à l'oxyde ferrique, en ayant soin d'appuyer légèrement avec un doigt sur l'extrémité supérieure de l'armature.

Le polissage des butoirs s'opère en plaçant le bloc sur une feuille de papier à l'oxyde de fer et en introduisant le bouton à nettoyer dans l'un des trous du bloc. Il suffit de frotter, avec une règle de bois ou avec un cabron, sur l'arête du bouton moleté pour que le contact tourne sur le papier où il se polit régulièrement (fig. 130).

Il faudra prendre soin, lorsqu'on se servira du bloc, de ne pas changer de côté les boutons de contact sous peine de modifier le réglage du relais, leur longueur ne pouvant être rigoureusement la même.

SOCLE-MOTEUR A POIDS

Entretien. — Il n'y a pas de réglage du socle-moteur à poids et l'entretien consiste à graisser souvent, une fois par semaine environ, et par petites quantités, les chapeaux de pivotage des différents axes.

Pour que l'huile puisse s'écouler facilement dans les tubes de graissage, on a soin d'y introduire d'abord une tige métallique mince et flexible qui empêche la formation de bulles d'air. Ce système a encore l'avantage, sur le graissage au pinceau, d'éviter que les poils ne tombent dans les paliers et n'y produisent, par leur accumulation, une résistance anormale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il arrive souvent, lorsque l'on graisse à fond un socle ayant été longtemps négligé, que l'on constate une diminution de la puissance. Cela tient à ce que le cambouis se fluidifie sous l'action de l'huile et pénètre dans le palier où sa présence occasionne une résistance anormale. Pour obvier à cet inconvénient, il faut graisser de nouveau et faire tourner les rouages du socle à grande vitesse en enlevant le traducteur, ou la cage du distributeur, ainsi que le modérateur ou le régulateur, suivant le cas.

En général, il est inutile et même nuisible pour les câbles de l'installation de graisser trop abondamment les appareils; outre l'encrassement et la saleté qui en résultent, les câbles qui passent sous les socles sont endommagés par l'action de l'huile qui dissout les isolants à la gutta-percha ou au caoutchouc.

Les maillons de la chaîne sans fin devront être parfaitement libres. Pour que la chaîne garde sa souplesse, il est bon de la graisser, de temps en temps, avec une huile consistante.

La poulie supportant la chape du poids devra y tourner facilement avec son axe. Quand cette pièce n'est pas munie de trous de graissage, il convient de faire couler un peu d'huile consistante sur le bord de la chape au-dessus de l'axe, l'huile glissant contre la paroi finit par atteindre l'axe et son point de pivotage. Le grippage de la poulie a pour conséquence une absorption de la force motrice qui rend plus difficile le maintien de la vitesse, et qui oblige à augmenter le poids moteur par l'adjonction de plaques de plomb.

Un socle bien graissé doit marcher convenablement avec deux plaques et la chape soit :

$$2 \times 9 + 25 = 43 \text{ kilos}$$

Toutes les fois qu'on sera amené à dépasser ce poids, il faudra se livrer à une vérification des paliers, de la chaîne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et de la poulie, graisser soigneusement et ne pas se contenter d'ajouter des plaques pour obtenir la puissance voulue.

En cas de grippage de l'axe de la poulie, on place une caisse sous le poids et on fait tourner l'appareil jusqu'à ce que, le poids portant sur la caisse, la chaîne se détende. On chasse alors, à coups de marteau, l'axe de la chape après avoir dévissé la vis qui le fixe à la poulie ; la tête de cette vis affleure au fond de la gorge de la poulie.

L'axe est changé si les stries du grippage sont trop fortes ; dans tous les cas, on graisse convenablement l'axe et les trous de la chape dans lesquels il pivote.

Les axes tournant à la plus grande vitesse sont ceux qui nécessitent un graissage plus fréquent. Ainsi, dans un socle moteur de traducteur, on devra huiler souvent les paliers du sixième axe ; dans le socle du distributeur, il faudra prendre le même soin pour le palier d'arrière du même axe ; celui de l'avant où s'exerce la friction de l'axe, sous l'effort de la force centrifuge, est graissé d'une façon permanente par un siphon plongeant, d'une part, dans une petite fiole d'huile et aboutissant, d'autre part, dans le trou de graissage du palier. Une petite ouverture a été ménagée au sommet du siphon pour limiter l'écoulement de l'huile. Il faut proscrire les siphons à fort débit, comme, par exemple, ceux qui sont formés par un tampon encreur coupé en deux : la surabondance d'huile, comme nous l'avons dit, salit la table, encrasse les pièces et endommage les communications.

SOCLE-MOTEUR ÉLECTRIQUE

Mise au point et dérangements. — Comme dans le socle-moteur à poids, tous les paliers ou points de pivotage doivent être modérément huilés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La pression des balais sur le collecteur sera réglée de manière qu'elle soit juste suffisante pour assurer un bon contact électrique, sans exercer, sur les coquilles, un effort capable de ralentir notablement le mouvement de rotation.

La longueur des balais sera telle que leur extrémité seule porte sur les coquilles ; d'autre part, lesdites extrémités devront se trouver sur un même diamètre (fig. 131).

Les étincelles entre les balais et le collecteur sont souvent provoquées par l'inégalité des coquilles ou leur rugosité. Il faut donc s'assurer qu'elles sont toutes bien calibrées, et que leur surface est lisse et dépourvue de stries.

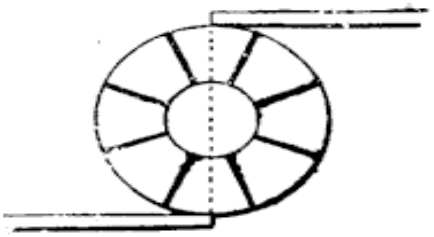


Fig. 131.

Outre ces causes, il se produit encore des étincelles si le calage des balais est mal réglé. On sait que le calage a pour but de tenir compte de l'action perturbatrice du champ de l'induit (déterminé par le passage du courant d'alimentation) sur le champ des inducteurs, action qui a pour conséquence le déplacement de la ligne neutre en *sens inverse* du mouvement de rotation de l'induit.

Dans le moteur que nous avons décrit (page 85), les balais sont fixes, et c'est le collecteur que l'on décale par rapport aux enroulements de l'induit. Pour cela, on desserre légèrement l'écrou de bout d'axe qui bloque les coquilles contre les plaquettes de jonction et, sans déplacer ces dernières, on agit sur les coquilles dans le sens voulu pour que les étincelles disparaissent.

Un court-circuit, ou un isolement dans les enroulements de l'induit, ou la faiblesse des aimants inducteurs peuvent aussi déterminer des étincelles. Les courts-circuits ou isolements seront recherchés en mesurant la résistance de chaque circuit dont on aura dessoudé, au préalable, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux extrémités aboutissant aux plaquettes de jonction. Quant aux inducteurs, lorsqu'ils sont neufs et possèdent, par conséquent, leur maximum d'aimantation, on les munit d'une plaque de fer doux qui affaiblit leur champ extérieur on pourra donc supprimer cette plaque quand il sera devenu nécessaire d'utiliser la totalité du flux.

Si l'induit ne tourne pas à la vitesse normale, il peut y avoir grippage des points de pivotage, appui exagéré des balais, ou friction de ceux-ci contre les plaquettes ou contre la rondelle d'ébonite intercalée entre les coquilles et l'écrou de bout d'axe ; l'encrassement du collecteur et le frottement de l'induit sur les plaques polaires sont encore des causes de ralentissement.

Un court-circuit dans les enroulements de l'induit peut aussi déterminer l'échauffement de la bobine.

RÉGULATEUR

Établissement du synchronisme entre deux distributeurs. — Cette opération a pour but d'équilibrer les vitesses des deux distributeurs correspondants, de telle façon que celui du poste corrigé tourne un peu plus vite que celui du poste correcteur. Bien entendu les régulateurs devront avoir été réglés auparavant afin que leur vitesse de régime soit de 180 tours environ.

Pour obtenir le résultat désiré, il faut d'abord avoir le moyen de vérifier le rapport des deux vitesses, c'est-à-dire de constater leur égalité, ou leur différence, et, dans cette dernière hypothèse, établir quel est le poste qui possède la vitesse la plus élevée. Nous allons indiquer par quel procédé on atteint le but proposé, et nous étudierons, ensuite, comment on peut faire varier la vitesse sans modifier la tension des ressorts et la position de la potence du régulateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comment on reconnaît l'écart des vitesses et le sens de cet écart. — Les deux distributeurs étant en marche, celui du poste correcteur envoie à chaque tour un courant de travail dans le relais du corrigé, et cet appareil réexpédie un courant local dans un contact quelconque de la première couronne suivant la position du balai.

Supposons que ce dernier soit sur le premier contact du secteur de réception au moment où le relais enregistrera le courant de travail correcteur (fig. 132) ; l'armature de

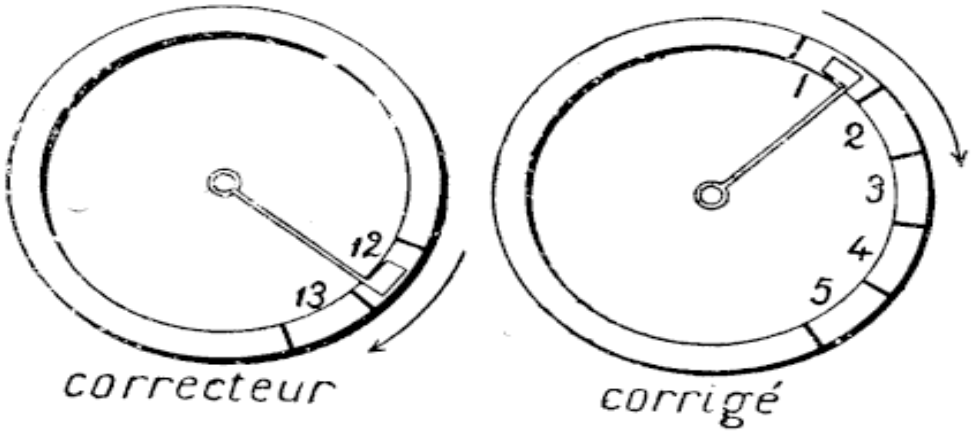


Fig 132.

l'électro-aiguilleur n° 1 sera actionnée et le traducteur imprimera la lettre A ou le chiffre 1, et cela tant qu'il y aura simultanéité entre la réception du courant correcteur et le passage du balai sur le contact 1. Donc, *si les vitesses des deux postes sont identiques, la même lettre sortira à tous les tours dans le traducteur.*

Envisageons maintenant le cas où la vitesse du corrigé est plus grande que celle du correcteur. Il est évident que si, à un moment donné, le balai de la première couronne se trouve sur le contact 1 du secteur de réception lors de l'arrivée du courant correcteur, il se retrouvera au tour suivant, par suite de l'avance prise, au delà de cette position. En admettant que le corrigé gagne une longueur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'un contact à chaque tour, si le balai de ce dernier poste est sur le contact 1 au premier tour, il sera successivement sur le 2 au deuxième, sur le 3 au troisième, etc. Les armatures des électro-aiguilleurs seront attirées l'une après l'autre dans l'ordre de leurs numéros : 1, 2, 3, 4, 5 et la bande du traducteur portera, dans ces conditions, les caractères A, E, Y, puis le blanc des chiffres et le blanc des lettres. Dans le cas d'une avance d'un tiers de contact à chaque tour, le balai du corrigé sera sur le premier tiers du contact 1 au premier tour, sur le deuxième tiers au deuxième tour et sur le troisième tiers au troisième tour ; au quatrième tour, le balai sera arrivé sur le premier tiers du deuxième contact, la première armature cessera d'être actionnée et c'est la deuxième qui s'abaissera. Il en sera de même des autres armatures et la bande portera: AAAEEEY YY, etc... Ainsi, grâce à l'action du courant correcteur sur les électro-aiguilleurs du traducteur, nous pourrons non seulement connaître le sens de l'écart des vitesses, mais encore, au moyen du nombre de lettres enregistrées, savoir approximativement quelle portion de contact est gagnée à chaque tour par le corrigé.

Enfin, il nous reste à examiner ce qui se passe si la vitesse du corrigé est plus petite que celle du correcteur.

En supposant que le balai du premier poste soit sur le contact 5 du secteur de réception au moment de l'arrivée du courant correcteur, le traducteur enregistrera la combinaison blanc des lettres ; mais au tour suivant, le distributeur du corrigé tournant moins vite que celui du correspondant, le balai de la première couronne n'aura pas encore atteint la position qu'il occupait précédemment sur le contact 5 lorsque le courant correcteur agira de nouveau sur le relais.

En admettant que le retard ait la valeur d'un contact,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le balai sera sur le 4 au lieu d'être sur le 5. Le distributeur corrigé perdant ainsi une avance d'un contact à chaque tour, le balai de la première se trouvera successivement, au moment considéré, sur les contacts 3, 2, 1 ; le traducteur imprimera, par suite, les chiffres 3, 2, 1, après deux espaces libres dus au blanc des lettres et à celui des chiffres.

De ce qui précède, nous tirerons les conclusions suivantes :

1° Si le même signal est enregistré à tous les tours par le traducteur, les vitesses sont identiques ;

2° Si les caractères imprimés sous l'action du courant correcteur sont :

A A E E Y Y, blanc des chiffres, blanc des lettres, *la vitesse du corrigé est supérieure à celle du correcteur.*

3° Enfin si les armatures des électro-aiguilleurs sont actionnées en sens contraire de leur numérotation, c'est-à-dire 5, 4, 3, 2, 1, ce qui se traduit sur la bande par : blanc des lettres, blanc des chiffres, 3, 2, 1, *la vitesse au corrigé est inférieure à celle du correcteur.*

4° Au point de vue de la valeur de l'avance ou du retard les vitesses des postes correspondants seront d'autant plus voisines qu'un même électro-aiguilleur sera mis en action un plus grand nombre de fois.

En d'autres termes, dans l'enregistrement du passage de la correction dans les électro-aiguilleurs *plus une même lettre, ou un même chiffre, sera répété de fois consécutives, plus les vitesses seront près d'être égales.*

Il arrive que le courant envoyé par le relais tombe entre deux contacts de la première couronne et actionne simultanément les deux électro-aiguilleurs correspondants si leur sensibilité est assez grande. Dans ce cas, chaque groupe de lettres est séparé du suivant par un caractère représentant la combinaison des deux touches voisines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par exemple, entre les groupes A et E viendra s'intercaler la lettre É.

Nous savons déjà que le retard imprimé aux bras porte-balais par le fonctionnement du système correcteur dépend du nombre de dents de l'étoile de correction. Ainsi, avec l'étoile à neuf dents, le décalage en retard est de 1 /144 de circonférence, soit environ 1 /11 de contact de « double ».

Si nous donnons au distributeur du corrigé une vitesse telle qu'il gagne à chaque révolution un onzième de contact la correction devra fonctionner à tous les tours. Ce serait

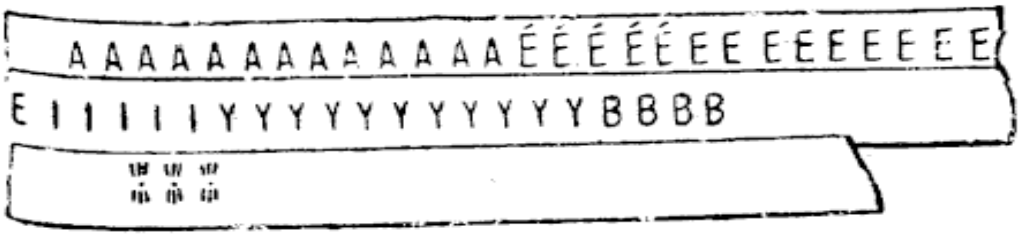


Fig 133.

une limite trop étroite et le moindre défaut suffirait à faire perdre le synchronisme.

On équilibre ordinairement le régulateur pour que la vitesse ne permette qu'un gain de 1 /15 de contact environ, de la sorte la correction n'a pas lieu à tous les tours.

Pour cet écart de vitesse, le passage de la correction dans les électro-aiguilleurs actionne une douzaine de fois la même armature (fig. 133).

Mais, même avec une pareille différence des vitesses la correction ne se fait pas régulièrement ; il faudrait d'abord, pour cela, que l'écart des vitesses soit invariable, ce qui n'est pas, sans quoi le système correcteur n'aurait plus sa raison d'exister ; d'autre part, lorsque l'électro-correcteur vient d'être traversé par un courant, il conserve une rémanence qui le rend plus sensible et qui le fera fonctionner au tour prochain pour une émission plus courte que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la précédente. Il s'en suit que l'indice de correction ne bat pas d'une façon régulière. Ainsi, avec l'écart correspondant à la bande de la figure 133 on constatera tantôt un battement tous les deux tours, tantôt trois ou quatre battements consécutifs suivis d'un repos pendant une ou deux révolutions. Le décalage imprimé aux balais n'est d'ailleurs pas assez important pour que deux ou trois corrections intempestives soient suffisantes pour amener une perturbation dans la réception. L'avance à donner au corrigé varie suivant le nombre de dents de l'étoile de correction. Nous savons déjà que la valeur du retard imposé aux balais est d'autant plus petite que le nombre de dents de l'étoile est plus élevé. Par conséquent, on doit prendre une avance d'autant plus faible que les dents de l'étoile sont plus nombreuses.

Ainsi pour un double possédant une étoile à 12 dents qui provoque un décalage de 1/192 de circonférence, soit 1/14 de contact de double, il suffira, pour être dans de bonnes conditions, que l'avance, à chaque révolution, soit au minimum de 1/14 de contact, c'est-à-dire qu'un même aiguilleur soit actionné par le passage d'un courant de correction au moins 14 fois au lieu de 11 dans le cas de l'étoile à 9 dents.

Nota. — Le passage du courant sur les secteurs de réception se présente sous un aspect différent de l'exemple donné, quand le relais est favorisé sur travail. En effet, dans ce cas, l'index du relais retombe spontanément sur le butoir de travail dès que le relais n'est plus traversé par un courant de repos, ce qui provoque une émission locale dans le traducteur. Les caractères imprimés par ce dernier sous l'influence du courant local, permettent de reconnaître la valeur et le sens des écarts de vitesse des deux postes correspondants.

Si le corrigé possède une vitesse supérieure à celle du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

correcteur, les lettres imprimées par le traducteur, lorsqu'on empêche l'électro-correcteur de fonctionner, sont :

AÉODP.....PNR)!( )!(blanc des lettres

ces lettres étant répétées un nombre de fois d'autant plus grand que les vitesses sont plus voisines.

Si, au contraire, on laisse l'électro-correcteur à lui-même, il sera actionné, comme les électro-aiguilleurs du traducteur, par le courant du relais toutes les fois que l'index de ce dernier retombera sur travail ; la correction s'effectue alors, à chaque tour, pendant tout le temps que le contact destiné à recevoir le courant correcteur de travail correspond successivement aux secteurs de réception du poste correcteur.

Par suite des décalages imposés par la mise en action du système correcteur, la vitesse du corrigé devient inférieure à celle du correcteur, et les lettres, que nous avons données plus haut, s'impriment dans l'ordre inverse :

blanc des lettres)!( )!(RNP.....PDOÉA

Mais il faut remarquer ici, que, *plus le nombre des caractères est grand, plus grande est l'avance gagnée à chaque tour par le corrigé sur le correcteur.*

Si le même signal sortait constamment, cela indiquerait que l'avance prise par le corrigé est juste égale au retard déterminé par le système correcteur.

Enfin, si le gain du corrigé à chaque tour dépassait la valeur du décalage en retard, les caractères sortiraient dans l'ordre : AEODP ..... etc.

On peut se rendre compte comment défile successivement devant chaque contact du secteur de réception et de correction du corrigé l'espace correspondant au secteur de réception du correcteur, lorsque le synchronisme est détruit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour cela, on découpe dans le diagramme d'une communication double, triple ou quadruple, d'une part, la couronne du correcteur avec les envois de courants et, d'autre part, la couronne du corrigé.

Si l'on considère le cas de l'avance de ce dernier poste, la correction ne s'opérant pas, on déplacera progressivement les émissions et la couronne du correcteur *dans le sens du mouvement des balais*, et l'on constatera que le courant du correcteur tombe d'accord sur le contact 1 du premier secteur de réception, puis sur le 2 ; mais le 1, se trouvant alors dans la zone où aucun courant de repos n'est envoyé par le correcteur, recevra le courant local du relais et la lettre É s'imprimera sur la bande, etc.

Pour le retard du corrigé sur le correcteur ou, ce qui revient généralement au même, dans le cas où la correction se fait à tous les tours, on devra déplacer la couronne du correcteur *en sens inverse du mouvement des balais.*

Lorsque l'écart des vitesses est normal et que la correction s'opère tous les tours, les lettres D, O, É, A s'impriment chacune une dizaine de fois.

Comment on modifie la vitesse. — De quelle façon agirons-nous sur le régulateur pour lui donner la vitesse désirée ? Nous ne pouvons opérer sur le rayon de giration puisque, par réglage, on a obtenu que la vitesse demeure invariable quelle que soit l'amplitude.

D'autre part, on ne peut modifier la tension des ressorts ou la position de la potence sans dérégler le régulateur. Il ne reste donc que le mobile qui puisse varier.

Quand on met en marche le régulateur, le mobile ne se déplace que lorsque la force centrifuge atteint une valeur suffisante pour vaincre la tension initiale des ressorts. A ce moment, la vitesse a aussi une valeur quelconque, mais qui ne variera plus si le régulateur est bien réglé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous augmentons la masse du mobile, nous favorisons le développement de la force centrifuge, et, comme pour obtenir le démarrage il faut toujours le même effort *parce que les ressorts opposent constamment la même résistance initiale*, le décollage du mobile aura lieu pour une vitesse plus petite que la précédente.

En d'autres termes, si nous appelons f la force centrifuge nécessaire au démarrage, nous aurons, d'après la formule bien connue :

$$f = MR\omega^2.$$

Or R est invariable, puisque le mobile est appuyé contre la fourchette, et si on augmente M, la valeur de ω devra décroître pour que le produit des trois facteurs $MR\omega^2$ égale toujours f.

Nous concluons donc que : ***La vitesse diminue quand la masse augmente.***

Par le même raisonnement, on établirait que : *La vitesse augmente quand on diminue la masse du mobile.*

Etablissement du synchronisme. — A l'aide des données que nous venons d'acquérir, il nous sera très facile de prendre la vitesse nécessaire à l'établissement et au maintien du synchronisme. C'est ce qu'on appelle « *fixer* la *correction* ».

Normalement le poste corrigé « *prend* » la vitesse du correcteur si celle-ci n'est pas exagérée, dans un sens ou dans l'autre.

On observe d'abord le passage de la correction dans les aiguilleurs. Si aucun de ces derniers n'est actionné, on s'assure en mettant le fil au Morse, que le correspondant « *tourne* » bien, c'est-à-dire qu'il envoie réellement les courants de travail et de repos de correction. Le Morse enregistre alors des points régulièrement espacés, dont la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cadence est très reconnaissable. Le point est ordinairement suivi d'un trait correspondant aux cinq émissions de repos du secteur de transmission du poste correcteur.

Si, après cette constatation le courant correcteur n'agissait pas sur les aiguilleurs de l'un ou l'autre secteur, en admettant que l'installation n'ait aucun dérangement, il faudrait en conclure que l'émission, renvoyée par le relais, tombe entre deux contacts de la première couronne et que les vitesses sont semblables. Il est d'ailleurs facile de pro-

PASSAGE DE LA CORRECTION	MANŒUVRE A EFFECTUER
La correction passe dans le sens normal, mais trop rapidement. Ex : A A A A E E E E Y Y Y.	Alourdir le mobile en ajoutant des masses ou des vis.
La correction passe à l'envers. Ex. : 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1 1 1.	Alléger le mobile.
La correction passe dans un sens ou dans l'autre, mais trop lentement : la même lettre sort plus de 20 fois.	Alléger le mobile.
La correction passe dans le sens normal et la même lettre simprime de 12 à 15 fois (fig 133).	Les vitesses sont bien équilibrées, ne pas toucher au régulateur.

duire une perturbation de vitesse qui fasse arriver l'émission sur un autre point, il n'est besoin que d'appuyer, avec le doigt, sur l'axe du régulateur, de façon à faire baisser la vitesse.

Quand les vitesses sont semblables ou simplement très voisines, la vitesse du corrigé étant supérieure ou inférieure à celle du correcteur, il faut enlever une ou plusieurs masses additionnelles et même retirer les vis qui les maintiennent le cas échéant.

Au contraire, si la vitesse du corrigé est supérieure à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle du correcteur et que l'on ait moins de douze attractions de la même armature, il faut ajouter au mobile une ou plusieurs masses et même, si l'écart est tel qu'on n'obtienne que six ou sept attractions seulement, recourir à l'adjonction d'une vis supplémentaire. Avec un peu d'habitude, on arrive rapidement à équilibrer les vitesses, bien qu'on opère par tâtonnements, comme pour obtenir l'équilibre des plateaux d'une balance.

Les masses additionnelles réglementaires pèsent 0 gr. 45 et les vis 0 gr. 50.

Lorsqu'on s'aperçoit que la vitesse est excessive et qu'on ne peut l'atteindre, il est bon de rentrer au Morse et d'aviser le correspondant qui vérifiera si son régulateur est bien en ordre ; par exemple, si les ressorts sont accrochés dans la rainure du croisillon de la potence : il suffit, en effet, que l'accrochage ait lieu hors de cette rainure pour que la vitesse s'accroisse de plusieurs tours à la minute. Ne pas perdre de vue, d'ailleurs, qu'en dehors d'un défaut possible, le correcteur pourra modifier sa vitesse, dans le sens que lui indiquera le corrigé, en opérant sur les masses de son régulateur.

Le tableau ci-dessus résume les constatations qu'on peut faire et les manœuvres à effectuer.

Lorsque l'écart des vitesses est normal, le courant correcteur, relayé par le relais, agit d'abord sur le premier secteur, puis sur le deuxième, et vient se fixer enfin sur le contact mobile.

Quand l'incidence a lieu sur le premier secteur, on peut se dispenser d'attendre le passage sur le deuxième, en appuyant sur l'axe du régulateur jusqu'à ce qu'on ait amené une baisse de vitesse suffisamment prolongée pour que le courant correcteur vienne tomber sur le contact mobile. On peut aussi maintenir l'indice de correction de façon à projeter la goupille à chaque tour, jusqu'au moment où les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corrections répétées auront produit le même résultat que la manœuvre précédente.

Avoir soin de ne pas serrer fortement l'indicateur parce qu'il se produirait, au moment du rappel de la goupille, un violent effort sur la branche verticale de l'armature et sur la tige qui la surmonte pour la commande de l'indicateur. Faute de cette précaution, on risque de briser la tige de l'armature ou même l'indicateur de correction.

RÉGLAGE DU RÉGULATEUR

Vérification préalable. — Avant de régler le régulateur, il importe de s'assurer qu'il est en bon état. Une condition des plus importantes est la liberté de glissement du mobile sur les tiges-guides. Pour cela, il faut que les tiges soient absolument droites, parallèles et parfaitement polies ; les trous du mobile doivent être lisses, dépourvus de toute poussière et les tiges-guides y passer librement. Pour vérifier la liberté du mobile, il suffit, après avoir décroché les ressorts, d'incliner insensiblement le régulateur, le mobile doit glisser d'un mouvement continu, sans soubresauts, jusqu'au contact des boutons d'arrêt. La moindre entrave au déplacement du mobile est de nature à fausser le fonctionnement du régulateur, puisque la résistance des ressorts ne varie plus proportionnellement à l'effort de la force centrifuge.

Si les tiges-guides sont rugueuses, on les polit au moyen de papier émeri très fin (triple zéro) ou du papier au colcothar (oxyde ferrique calciné appelé aussi rouge d'Angleterre).

Il est bon de s'assurer également que les tiges sont bien fixées dans les mâchoires de la fourchette et que les vis des équerres de fixation (fig. 34) ne viennent pas toucher

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les spires des ressorts. Nous verrons, plus loin, l'inconvénient qui résulte de ce dernier défaut.

Le réglage comprend deux opérations bien distinctes :

1° La mise en jeu d'un plus ou moins grand nombre de spires des ressorts pour obtenir la vitesse de régime, c'est-à-dire la vitesse à laquelle doivent tourner les balais en service normal ; elle est généralement de 180 tours à la minute ;

2° Le placement de la potence à une hauteur déterminée de telle façon que les zéros de tension des ressorts et de force centrifuge coïncident ; nous savons que c'est la condition nécessaire pour que la vitesse ne varie pas, quelle que soit l'amplitude.

Vitesse de régime. — Un ressort à boudin est d'autant plus énergique qu'il possède un moins grand nombre de spires pour une longueur donnée. Si nous vissons, dans le mobile d'un régulateur, une ou plusieurs spires de ses ressorts, il est évident qu'il faudra ensuite un effort plus grand pour les accrocher au croisillon de la potence, la position de celle-ci n'ayant pas été modifiée.

Lorsque nous ferons tourner ce régulateur, il faudra, pour vaincre l'opposition des ressorts et faire démarrer le mobile, que la force centrifuge développée soit plus grande qu'elle n'aurait été si nous n'avions pas augmenté la tension des ressorts.

Or la force centrifuge dépend de la masse, du rayon de giration et de la vitesse.

La masse ne varie pas et le rayon est toujours le même puisque le mobile est maintenu par les ressorts contre la fourchette. Il ne reste donc que la vitesse qui puisse croître, afin que la force centrifuge atteigne la valeur nécessaire pour vaincre l'effort opposé par les ressorts et décoller la masse de la fourchette.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ceci nous montre qu'*il suffit de visser une ou plusieurs spires dans la masse pour augmenter la vitesse de régime.* Un raisonnement analogue nous conduirait à cette autre conclusion : *pour diminuer la vitesse de régime, il faut dévisser une ou plusieurs spires de la masse*, la position de la potence n'étant modifiée dans aucun des deux cas.

Pratiquement, on dispose les ressorts de façon qu'ils aient chacun 33 spires entre les lames qui les fixent dans le mobile et l'œilleton terminal ; dans ces conditions, il y a 27 spires hors du mobile et 6 à l'intérieur. La potence devra être placée à une hauteur telle qu'il y ait environ 5 millimètres entre le fond de la gorge du croisillon et le bord interne de la courbure supérieure de l'œilleton. Puis, les ressorts ayant été accrochés dans les rainures du croisillon, on chausse le régulateur sur son axe, en ayant soin de faire coïncider le trait de scie pratiqué sur son manchon avec la ligne tracée sur le repère serré sur l'axe même. On met alors en marche le distributeur, la borne de la pile locale étant serrée de façon que son courant soit envoyé dans la cadence du manipulateur ; on compte le nombre de coups de cadence pendant un temps donné, une minute au moins. Si ce nombre est inférieur à 180, on visse une demi-spire ou même une spire de chacun des ressorts dans le mobile et l'on recommence à compter le nombre de tours par le procédé indiqué. La manœuvre inverse serait opérée, bien entendu, si le nombre de tours était supérieur à 180.

Pour ce réglage, le mobile doit être lesté de deux vis et de deux masses additionnelles en vue du réglage subséquent de la potence. Il est bon de vérifier plusieurs fois le nombre de coups de cadence pour chaque épreuve, car il est facile de se tromper d'un ou deux tours ; ordinairement pour éviter les erreurs, on ne compte que de 1 à 10 et l'on fait une marque chaque fois sur une feuille de papier.

Pour que les œilletons terminant les ressorts s'accrochent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur la potence sans produire de torsion, il est indispensable de visser ou de dévisser les ressorts d'une spire ou d'une demi-spire à la fois. De cette façon les œilletons seront toujours dans un plan perpendiculaire au croisillon de la potence.

Réglage de la potence. — Nous connaissons déjà le but de ce réglage, c'est d'obtenir que la vitesse ne varie pas, quelle que soit l'amplitude. Dans le chapitre consacré à l'étude de régulateur, nous avons trouvé les deux principes suivants :

1° Lorsque la variation de vitesse est inverse de celle du rayon, il faut *détendre* les ressorts en *rapprochant la potence de la fourchette* ;

2° Si la vitesse grandit en même temps que l'amplitude augmente, ou si elle baisse en même temps que l'amplitude diminue, il faut *tendre* les ressorts *en éloignant la potence de la fourchette.*

Il résulte de ceci que le réglage consiste en trois points principaux :

1° Observer la vitesse ;

2° Faire varier l'amplitude ;

3° Agir sur la potence selon le sens de la perturbation amenée dans la vitesse par cette manœuvre.

Pour observer la vitesse, il faut un terme de comparaison : il est fourni par un deuxième distributeur qui est celui du correspondant, quand on règle en ligne, ou un appareil de réserve, si l'on opère en local.

Le passage de la correction dans les électro-aiguilleurs donne d'une façon précise non seulement le sens des écarts de vitesse de deux distributeurs correspondants, mais encore la valeur de ces écarts, comme nous l'avons démontré précédemment (établissement du synchronisme).

On peut aussi se servir de l'observation des battements

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'indice de correction quand on se trouve au poste corrigé. Toute baisse de la vitesse de ce dernier rend plus rare le fonctionnement du système correcteur, tandis que les accroissements provoquent, au contraire, des battements plus fréquents. Bien que ce dernier moyen soit moins précis que l'autre, il est suffisant, avec un peu d'habitude, pour obtenir un bon réglage.

Pour modifier l'amplitude, le procédé diffère selon le type de socle-moteur employé. Avec la commande électrique il faut faire varier les résistances du rhéostat, pour amener une variation de la puissance et, par suite, du rayon décrit par le mobile.

Avec le socle-moteur à poids, il suffira d'ajouter ou d'enlever une plaque de plomb au poids moteur pour produire un accroissement ou une diminution de l'amplitude.

Quand il ne s'agit que de provoquer une baisse, on se contente d'appuyer légèrement un doigt sur l'axe du régulateur en maintenant cette friction égale pendant le temps de l'observation.

Réglage en ligne. — Deux cas peuvent se présenter, si on opère en ligne, selon qu'il s'agit du poste corrigé ou du poste correcteur.

Poste corrigé.— Le régulateur ayant sa vitesse de régime, prendre la correction au moyen des masses et des vis, ou, *exceptionnellement, puisque le régulateur n'est pas encore réglé*, en agissant sur les spires mêmes des ressorts

Dès que le synchronisme sera ainsi établi, observer le battement de l'indice de correction et faire baisser l'amplitude, par exemple. Si la correction devient plus fréquente, c'est que la vitesse a augmenté.

Diminution d'amplitude augmentation de vitesse : ressorts trop tendus ; baisser la potence.

Si, au contraire, la correction est devenue plus rare,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est que la vitesse s'est rapprochée de celle du correspondant et qu'elle a baissé par conséquent.

Diminution d'amplitude, diminution de vitesse : ressorts pas assez tendus ; remonter la potence.

On ne manœuvrera les écrous fixant la position de la potence que par fraction de tour et en agissant sur les deux côtés de façon à ce que la potence reste toujours perpendiculaire aux tiges-guides.

Poste correcteur. — Ce poste peut charger son correspondant de le renseigner sur les variations de vitesse qui sont susceptibles de se manifester au poste corrigé quand l'amplitude du régulateur du correcteur subit une modification.

Par exemple, après avoir avisé le corrigé d'observer le battement de la correction, le correcteur fera baisser son amplitude. Si le corrigé constate un battement plus fréquent, il y a diminution de la vitesse du correcteur et l'application des principes connus indique que les ressorts ne sont pas assez tendus. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si les battements sont devenus plus rares, les vitesses se sont rapprochées, par conséquent la vitesse du correcteur a augmenté : les ressorts sont alors trop tendus.

Cette façon de procéder peut donner lieu à de longs tâtonnements, car on se trouve dans l'impossibilité d'apprécier soi-même de quelle quantité il faut descendre ou monter la potence ; à moins que l'expérience du correspondant ne lui permette de donner ce renseignement d'une façon suffisamment précise.

Il est possible d'opérer d'une autre manière. Après entente entre correspondants, le correcteur supprime son courant de travail de correction et le remplace par un courant de repos. Le corrigé abaisse alors une des quatre premières touches de son manipulateur, attend que son correspondant ait achevé son réglage et qu'il rentre au

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Morse. Le correcteur reçoit ainsi, à tous les tours, un courant de travail (suivi d'un ou de plusieurs courants de repos) qui fait l'office d'un courant de correction et au moyen duquel le poste peut prendre le synchronisme en établissant l'électro-correcteur et en enlevant deux masses, par exemple. On peut aussi, sans établir le synchronisme, constater les variations de vitesse en se basant sur le passage du courant correcteur improvisé dans les électro-aiguilleurs, mais en ne perdant pas de vue que, le correcteur tournant plus lentement que le corrigé, le passage se produit à l'envers.

Nous savons déjà que plus le nombre de lettres ou de chiffres enregistrés au traducteur est grand, plus les deux vitesses sont voisines et *vice-versa*.

Dans ces conditions, si après avoir fait baisser l'amplitude le correcteur constate que le même aiguilleur est actionné un plus grand nombre de fois qu'à l'épreuve précédente, il en conclura que sa vitesse a *augmenté* puisqu'elle s'est rapprochée de celle du corrigé.

Réglage en local. — Les conditions sont les mêmes que pour le réglage en ligne, l'une des installations figurant le correcteur et l'autre le corrigé.

Pour plus de simplicité, on se contente de relier, dans la boîte des coupures, un contact de la troisième couronne de l'installation correctrice à la 4e couronne de l'autre installation sur laquelle on a, d'ailleurs, monté le régulateur à régler. On opère alors d'une façon identique à celle que nous venons d'indiquer pour le poste corrigé.

Remarques. — Quand on remonte la potence, la vitesse est augmentée ; si on veut la conserver toujours semblable, et c'est indispensable lorsqu'on règle en ligne, il faut contrebalancer l'effet de cette manœuvre en ajoutant une masse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de grosseur appropriée qui ramène sensiblement la vitesse à la même valeur. Il est évident qu'on allègerait, au contraire, le mobile si l'on était amené à baisser la potence. De là la nécessité d'opérer le réglage de la vitesse de régime en munissant le mobile d'au moins deux vis et deux masses.

Il arrive parfois qu'après le réglage de la potence le mobile soit totalement démuni de ses masses additionnelles et de ses vis. On doit mettre alors une demi-spire ou même une spire de *moins en jeu* à chaque ressort et recommencer le réglage de la potence après avoir chargé le mobile.

Pour vérifier la tension des ressorts, il faut toujours observer la vitesse avec une grande et avec une petite amplitude, une seule des deux épreuves n'étant pas suffisante pour être sûr que le réglage est bon.

On peut se rendre compte de la liberté du mobile pendant la marche du distributeur en observant les fluctuations de l'amplitude. Si cette dernière varie constamment de très petites quantités à la fois, comme si elle était animée d'un mouvement vibratoire, on peut conclure que le glissement se fait très facilement. Une amplitude invariable est l'indice certain d'un mauvais fonctionnement du régulateur.

L'observation de la façon dont démarre le mobile, au moment de la mise en marche, permet de voir immédiatement si la potence est trop haute ou trop basse. Lorsque le démarrage s'effectue brusquement, d'une saccade, on peut affirmer que les ressorts sont trop tendus ; si, au contraire, le départ du mobile se fait mollement, avec lenteur, les ressorts ne sont pas assez tendus. Lorsque la tension est bonne, le mobile s'éloigne franchement du centre d'une façon égale, sans à-coup et sans hésitation.

Ces indications sont assez sûres pour permettre à certains dirigeurs expérimentés de régler la potence du régu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lateur sans avoir recours aux manœuvres habituelles que nous avons indiquées.

Lorsque les ressorts sont neufs, ils se *rendent*, s'affaiblissent au bout de quelques jours sous l'action des tractions répétées : le réglage doit alors être revisé et la potence remontée, car on constate, dans ce cas, que l'amplitude varie de la même façon que le rayon décrit par le mobile.

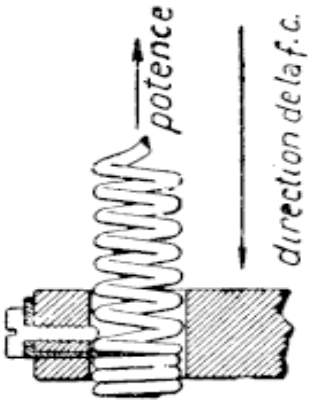


Fig. 134.

On se trouve quelquefois en présence de faits qui paraissent en contradiction absolue avec la théorie du régulateur.

Ainsi, le mobile tournant à une grande amplitude, si l'on diminue un peu cette amplitude, on s'aperçoit que la vitesse a baissé et, par conséquent, que les ressorts ne sont pas assez tendus. Si on diminue davantage le rayon de giration, on constate alors une augmentation de la vitesse ce qui indique que les ressorts sont trop tendus. En somme, quand l'amplitude est grande les ressorts ne sont pas assez tendus et lorsque cette amplitude est faible les ressorts sont trop tendus.

Ce résultat paradoxal est dû à la trop grande longueur des vis des équerres de fixation des ressorts.

En effet, l'extrémité des vis vient, dans ce cas, s'appliquer sur une des spires des ressorts et l'immobilise (fig. 134).

Tant que l'effort de la force centrifuge est faible, le point de départ de la tension des ressorts se trouve à l'endroit même où la vis touche les spires. Mais si la force centrifuge grandit, elle peut devenir suffisante pour faire passer une spire au delà de la vis, ce qui augmente le nombre des spires en jeu. La tension du ressort se trouve ainsi diminuée.

D'autre part, lorsque la force centrifuge baisse, la spire précédemment déplacée reprend sa position primitive, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vertu de la force statique du ressort ; et le nombre des spires en jeu étant diminué, la tension des ressorts devient trop forte.

CAGE DU DISTRIBUTEUR

Il n'y a guère que l'armature de l'électro-correcteur, la goupille et l'étoile de correction qui nécessitent un réglage parmi les pièces du mécanisme renfermé dans la cage du distributeur. A l'extérieur, la bague à encoche et les balais donnent lieu également à une mise au point.

Armature de l'électro-correcteur et goupille de correction. — La longueur de la goupille doit être telle que, lors de sa projection, elle fasse saillie d'une quantité égale à l'épaisseur des dents de l'étoile ; si elle était trop longue elle forcerait contre l'appendice vertical de l'armature au moment du rappel et risquerait, en outre, d'être faussée. Dans le cas contraire, elle pourrait ne pas dépasser suffisamment son logement dans sa position de travail pour provoquer l'enjambement de l'étoile. On raccourcit la goupille en la passant à la meule et en ayant soin que son extrémité, coupée à angle vif, soit bien perpendiculaire à son axe.

Le réglage de l'armature de l'électro-correcteur est, d'ailleurs, lié à la longueur de la goupille. Il faut, en effet, que l'armature soit au contact des noyaux lorsque l'appendice inférieur presse la tête de la goupille contre le logement.

D'autre part, l'armature doit reposer sur sa vis de butée quand l'extrémité de la goupille affleure le logement.

La position de repos de l'armature se règle au moyen de la vis de butée en serrant, sous la tête de cette dernière, une ou plusieurs rondelles de laiton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour opérer ces réglages, on enlève l'électro-correcteur de sa coulisse, après avoir détaché le fil d'entrée serré sous la barrette, et en arrêtant le distributeur de manière que l'échancrure pratiquée dans le pont permette le passage du logement de la goupille. Il faut veiller à ce que cette dernière soit bien ramenée à sa position de repos, sinon il serait impossible de retirer l'électro-correcteur. Les points de pivotage de l'armature ainsi que la goupille seront graissés modérément. S'assurer de la liberté absolue de l'indice de correction ; il peut arriver que la fourchette vienne frotter contre les bobines, ou bien encore que la tige de commande de l'indicateur se coince dans le fond de la fourchette ; ces deux défauts entravent le déplacement de l'armature et, par suite, celui de la goupille.

Cette dernière pièce s'aimante quelquefois par le contact de la branche-verticale de l'armature de l'électro-correcteur lorsque celui-ci est le siège d'une forte rémanence.

On sait que ce phénomène est dû à l'impureté du fer des noyaux et de l'armature. Pour éviter l'inconvénient qui en résulte, on intercale, entre les noyaux et la culasse, une rondelle de laiton qui rompt le circuit ferrique et permet une disparition rapide du flux magnétique.

Lorsque l'on constate l'existence d'une rémanence, il faut d'abord s'assurer de la présence des rondelles diamagnétiques ; puis inverser l'entrée et la sortie de l'électro-correcteur, pour détruire ou atténuer la polarité développée.

L'aimantation de la goupille de correction a pour conséquence des corrections intempestives. En effet, par suite de son aimantation, la goupille est attirée par la came de rappel au moment où la partie la plus saillante de cette came vient effleurer l'extrémité de la goupille, celle-ci se colle à la came, suit la déclive descendante et reste finalement sur le trajet de l'étoile.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il se produit ainsi des corrections supplémentaires qui détruisent le synchronisme et peuvent faire croire, soit à une baisse de la vitesse du poste, soit à une augmentation de celle du correspondant.

Ce n'est que par une observation très attentive que l'on peut découvrir ce défaut. On s'aperçoit que les projections de la goupille ont lieu alors que l'armature de l'électro-correcteur n'est pas attirée, ou, même, encore quand l'index du relais est maintenu sur le butoir de repos.

Orientation de l'étoile de correction. — Nous savons que le galet doit passer d'un intervalle de deux dents quelconques à l'intervalle suivant pour que la correction puisse s'effectuer. Cette fonction ne s'accomplira qu'à la condition d'une rencontre franche entre la goupille et la dent placée en regard. On comprend, en effet, que, si cette dent aborde la goupille par l'extrémité de sa pointe, il se produise un soulèvement du galet suffisant pour permettre à l'étoile de franchir la goupille, mais pas assez prononcé pour faire retomber le galet dans l'intervalle suivant. Après l'enjambement de la goupille, le galet reprend sa place primitive et le décalage des balais n'a pas eu lieu. D'ailleurs, dans ce cas, il y a deux soulèvements du galet parce que deux dents de l'étoile entrent successivement en contact avec la goupille.

Pour que la rencontre se fasse correctement, il est nécessaire que la pointe de la dent, qui doit aborder la goupille, soit sur la ligne passant par le centre de l'étoile et le milieu de l'axe des roues folles (fig. 135). La position de l'étoile peut être modifiée, à volonté, en agissant sur le galet. Le support de ce dernier est percé, dans ce but, de trous allongés qui permettent de l'avancer ou de le reculer, dans le sens de sa longueur, en desserrant les deux vis qui le fixent sur le pont adjoint au disque de bronze.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pratiquement, il serait très difficile de vérifier la position de principe. On arrive au même résultat de la manière suivante. La cage étant ouverte à sa partie supérieure et l'appareil arrêté on projette la goupille de correction en opérant sur l'indicateur de correction ou en la poussant, ce qui est moins commode, avec le tournevis. On fait tourner lentement, à la main, le régulateur. Lorsque l'étoile arrive à la partie supérieure de sa course une de ses dents vient au contact de la goupille ; on voit alors le galet se soulever et l'on doit s'assurer qu'il retombe franchement, avec un petit claquement sec, dans l'intervalle suivant. Il faut, en outre, qu'il ne se produise pas d'autre soulèvement du galet après sa chute ; pour en être certain on poursuit le mouvement pendant un quart de révolution environ, en observant attentivement le galet.

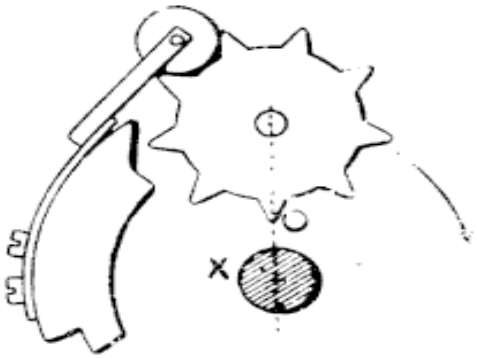


Fig. 135.

Si le fonctionnement est anormal, déplacer le galet, dans un sens ou dans l'autre, en agissant sur ses vis de fixation jusqu'à ce que le décalage de l'étoile soit bien net.

Pour contrôler le bon fonctionnement du système, tracer un repère sur le pont de bronze et sur la grande roue folle, puis maintenir l'armature du relais dans la position de repos, et mettre en marche le distributeur ; lorsque la vitesse est devenue normale, faire tomber l'armature du relais sur travail et l'y maintenir pendant douze tours ; aussitôt après, la ramener au repos puis arrêter le distributeur. Si le système est bien réglé, les deux repères qui coïncidaient avant l'expérience doivent être décalés, l'un par rapport à l'autre d'un treizième de circonférence environ ; la longueur me-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surée sur la roue folle correspond, à peu près, à celle d'un contact de la troisième couronne.

L'axe satellite doit être graissé assez fréquemment ; un trou est percé, à cet effet, dans le disque de bronze ; il est important de veiller à ce qu'il ne se produise aucun grippage, qui rendrait précaire le fonctionnement du système. Dans les appareils en service depuis longtemps, il faut encore vérifier si l'axe satellite n'a pas pris du jeu, ou si l'écrou, qui rend solidaires les deux mobiles, n'est pas desserré.

Dans ce dernier cas, il se produirait un calage du système satellite qui risquerait d'occasionner la rupture de la goupille de correction ou celle d'une dent de l'étoile.

En général, les défauts du système correcteur sont caractérisés par ce fait que, l'écart des vitesses étant bon, comme on peut le constater par le passage de la correction dans les électro-aiguilleurs, la correction ne tient pas ou tient mal.

Placement de la bague à encoche. — La projection de la goupille ne peut avoir lieu à un moment quelconque.

En effet, si cette action se produit lorsque l'étoile est en face de la goupille, celle-ci risque de rencontrer la face d'une dent et de se fausser ; il est impossible que la correction s'effectue. Dans le cas où la projection se ferait immédiatement après le passage de l'étoile, la came de rappel ramènerait la goupille au repos avant qu'elle n'ait rencontré l'étoile, et la correction n'aurait pas encore lieu.

Pour que la goupille accomplisse correctement sa fonction il importe qu'elle vienne se placer sur la trajectoire de l'étoile, avant le passage de cette dernière. Le moment le plus favorable, pour la projection, est celui où la came de rappel vient de passer devant la goupille. Or, cette projection n'est faite que lorsque le balai de la première couronne est sur le contact mobile, au point de repère, ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au delà. Il faut donc obtenir qu'à cet instant précis le système correcteur soit placé comme nous venons de l'indiquer.

Il est difficile d'apercevoir la came de rappel parce qu'elle est cachée par le pont supportant le galet ; mais l'échancrure creusée dans le pont, pour permettre l'enlèvement de l'électro-correcteur, est placée un peu avant la fin de la déclive de la came (fig. 45). Lorsque l'échancrure est arrivée vis-à-vis de la bobine de droite de l'électro-correcteur, en regardant la cage par la face postérieure, la came vient de dépasser la goupille. C'est donc à ce moment que le balai de la première couronne devra entrer sur le contact mobile. Pour l'amener dans cette position, on desserre l'écrou fixant la bague à encoche et l'on place cette pièce comme il convient.

Un autre moyen, plus sûr, de reconnaître le passage de la fin de la came consiste à maintenir doucement l'armature avec le tournevis contre les noyaux de l'électro-correcteur et à faire tourner très lentement à la main le distributeur. Lorsque la came agit sur la goupille on sent descendre l'armature jusqu'à ce qu'elle arrive à sa position de repos puis remonter immédiatement après ; quand l'armature est revenue contre les noyaux, la dernière partie de la came a franchi la goupille et celle-ci peut être projetée de nouveau.

Nous avons vu, dans le chapitre consacré au plateau, que la bague peut, grâce à sa goupille de fixation, prendre douze positions par rapport à l'axe des bras porte-balais ; c'est donc à 1/12 près que s'obtiendra la concordance de position nécessaire entre le système correcteur et les balais ; une précision plus grande n'est pas indispensable ; elle pourrait être obtenue cependant en manœuvrant le plateau tout entier dans le sens voulu.

L'encoche de la bague doit être placée de façon à ce que le cliquet soit bien entraîné dans le mouvement. Pour cela,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut que la partie abrupte de l'encoche vienne buter contre l'extrémité du cliquet, la pointe de celui-ci étant au fond de l'entaille. Si cette disposition n'existait pas, il suffirait d'enlever la bague, de chasser la goupille du côté opposé à celui où elle fait saillie, et de retourner la bague face pour face.

Balais et porte-balais. — Le placement du bras mobile des porte-balais de première et quatrième couronnes a été indiqué dans le chapitre de l'orientation ; les deux autres bras sont, par construction, à 120°. Les porte-balais doivent être placés de façon que les balais frottent exactement sur la partie médiane de la couronne ; pour qu'il en soit ainsi, on diminue la bague isolante en os ou l'on en met une plus longue.

Quant aux balais, il est bon que leur saillie, hors de la gouttière, n'excède pas 3 ou 4 millimètres, ils doivent également exercer sur la couronne une pression assez forte pour qu'on sente une légère résistance, en passant un bout de bande entre le balai et la couronne. Il faudra toujours recourir à cet essai lorsqu'on voudra vérifier l'appui des balais, car on est souvent trompé par le reflet du métal, surtout si la couronne est neuve. Ne pas exagérer la pression, elle a l'inconvénient d'absorber inutilement du travail et d'amener une usure rapide des contacts.

Pour la même raison, ne jamais plier les balais à leur sortie de la gouttière. Si on veut obtenir que les brins appuient bien sur le bord de la gouttière, il suffit de plier le balai près de la barrette de fixation.

Un moyen de s'assurer que la pression n'est pas trop forte consiste à examiner si l'amplitude du mouvement de giration du mobile n'est pas beaucoup plus faible quand les balais frottent sur les couronnes que lorsqu'on a enlevé les bras porte-balais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les balais devront toujours être coupés nettement à l'aide de ciseaux ou de pinces coupantes, et la section devra être telle que tous les brins quittent simultanément un contact quelconque quand on fera tourner les bras porte-balais.

RÉGLAGE DE LA VITESSE DU TRADUCTEUR

Cette opération a pour but d'obtenir que l'axe du traducteur effectue une révolution dans le même temps que les balais du distributeur ; mais, comme nous l'avons déjà expliqué, un synchronisme absolu n'est pas nécessaire. La mise au point comporte le réglage de l'électro-frein et celui du modérateur de vitesse.

Électro-frein. — Le canon porte-bouchon est d'abord vissé dans son écrou de façon à affleurer la sortie de celui-ci. Puis l'écrou est remonté sur le tube (fig. 105) en ayant soin que le doigt qui se trouve à l'intérieur du tube pénètre bien dans la rainure du canon ; on enfonce alors à fond et l'on donne quelques tours de vis à l'écrou.

Nous savons que le canon porte-bouchon fait une saillie d'autant plus prononcée vers la périphérie du volant que son écrou a été vissé davantage. Tout le réglage consiste à obtenir, par cette manœuvre, une friction telle que l'arrêt complet, ou tout au moins un *très fort* ralentissement du traducteur, se produise au bout d'une dizaine de tours, lorsque la sortie de l'électro-aimant est mise en permanence à la terre.

Le traducteur étant enlevé, le volant bien propre, ainsi que le bouchon, on met le socle-moteur en mouvement ; quand la vitesse atteint sa valeur normale, on relie au moyen du tournevis, par exemple, le septième plot de la réglette de gauche du socle avec la platine, supérieure de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui-ci. La sortie de l'électro-frein étant ainsi en communication avec la terre, l'armature est attirée à chaque tour pendant toute la durée du passage du balai de la troisième couronne sur le ou les contacts de frein.

Si l'arrêt survient dans ces conditions en moins de dix tours, la friction est trop énergique et il faut desserrer l'écrou d'un ou plusieurs crans ; c'est la manœuvre inverse qui doit être effectuée dans le cas où l'action du bouchon n'amènerait pas l'arrêt ou un très fort ralentissement, après une dizaine d'attractions.

Ce nombre est suffisant pour un socle bien entretenu et un poids moteur lesté de deux plaques : il est évident qu'il devrait être réduit si le poids était trop chargé et augmenté dans le cas où la puissance disponible serait faible.

Le réglage est à revoir assez fréquemment parce que les projections d'huile sur le volant et le bouchon, malgré protection d'un couvercle d'ébonite placé sur les bobines de l'électro-frein, diminuent le coefficient de friction. C'est pourquoi il importe, avant de régler le système, de nettoyer soigneusement le volant et de pincer, entre le volant et le bouchon, une bande pliée en deux que l'on retirera de façon à débarrasser le frotteur de toute trace d'huile.

La distance de l'armature aux noyaux ne doit pas excéder 3 millimètres ; elle se règle au moyen de la vis à tête trouée V^a (fig. 104).

La manœuvre de l'écrou ne donne pas toujours le réglage voulu, en raison de l'écartement des entailles radiales qui fixent sa position. On peut parfaire le réglage en agissant alors sur le ressort antagoniste de l'armature. La tête de la vis qui commande ce ressort affleure ordinairement la platine. Si le coup de bouchon était encore trop énergique, malgré le réglage de l'écrou, on pourrait tendre le ressort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en vissant sa vis de commande de façon à atténuer la violence du coup. Un autre moyen consiste à ne pas faire affleurer le canon porte-bouchon vers la partie opposée aux entailles radiales, mais à le laisser en deçà d'un ou deux filets. Il en résulte, quand l'écrou est réglé comme il a été dit précédemment, que le bouchon frotte sur le volant avant que l'armature ne vienne toucher les noyaux lors de l'attraction ; cette dernière perd ainsi une partie de son énergie.

Enfin on peut encore éloigner l'armature des noyaux en manœuvrant, dans le sens convenable, la vis de butée de l'armature.

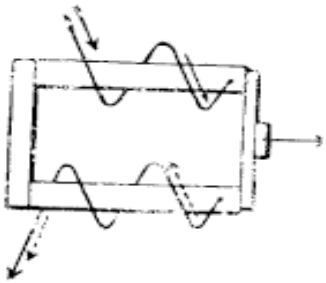


Fig. 136.

Une autre cause concourt à rendre le coup de frein trop fort, quand il y a contact électrique entre l'armature et les noyaux. On sait que le courant passe d'une bobine à l'autre par l'intermédiaire de la culasse. Or, lorsque l'armature, qui est à la terre comme l'ensemble du socle, arrive à toucher les noyaux, elle met en court-circuit la bobine placée du côté de la sortie du courant de frein (fig. 136). L'inconvénient ne serait pas grand si, dans cette dernière bobine, ne prenait naissance un extra-courant de rupture au moment où le courant de frein cesse d'y passer par suite du contact de l'armature sur les noyaux. Or cet extra-courant de rupture, très intense, est de même sens que le courant de frein (flèche pointillée, fig. 136) et détermine l'attraction de l'armature avec une force qui, n'étant plus proportionnée à l'avance prise par le traducteur occasionne une correction énergique et prolonge intempestivement la durée de la friction du bouchon sur le volant. Cette défectuosité est évitée par le moyen qui consiste à faire agir le bouchon avant que l'armature ne soit arrivée contre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les noyaux. Il est préférable cependant d'empêcher le contact en collant une bande de papier sur l'armature.

Modérateur de vitesse. — Le réglage du modérateur de vitesse ne diffère de celui du régulateur que par la façon d'obtenir la concordance des zéros de tension des ressorts et de la force centrifuge. Cela s'explique par la différence de disposition de la potence du régulateur et du point de fixation des ressorts qui joue le même rôle dans le modérateur.

L'évaluation des écarts entre les vitesses du distributeur et du traducteur s'obtient en comptant au bout de combien de tours se reproduit la concordance du passage du balai de la troisième couronne sur le ou les contacts de frein, et du soulèvement du balancier par la came du fermeur, lorsque le frein n'agit pas sur le volant.

Le moyen est simple et précis. On maintient l'armature de façon à empêcher la friction du bouchon et à sentir néanmoins les attractions. Celles-ci deviennent de plus en plus faibles, puis cessent tout à fait dès qu'il n'y a plus simultanéité entre la fermeture du frein et l'envoi du courant.

On compte alors le nombre de coups de cadence du clavier voisin tout en continuant à tenir l'armature. Au bout d'un temps, d'autant plus long que les vitesses sont plus voisines, on sent, de nouveau, les attractions se reproduire, puis, après quelques tours, elles disparaissent derechef. On cesse de compter à ce moment même. Le nombre trouvé indique en combien de révolutions s'établit, entre le distributeur et le traducteur, une différence d'un tour. Mais on ne sait, par cette expérience, si c'est le traducteur ou le distributeur qui tourne le plus vite.

Il existe, pour déterminer le sens de l'écart de vitesse, plusieurs procédés suggérés par la pratique. Le plus simple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est d'augmenter la vitesse du modérateur en mettant une demi-spire de moins en jeu à chacun des ressorts.

On évalue de nouveau l'écart des vitesses par la méthode indiquée ; si le nombre trouvé est plus petit que le précédent c'est que le traducteur tournait déjà plus vite que le distributeur ; dans l'hypothèse contraire, la vitesse du traducteur était inférieure à celle du distributeur.

Pour régler le modérateur, placer le ressort-lame servant de potence contre le retour d'équerre, puis serrer à fond la vis qui le fixe. L'appareil est alors monté sur l'axe du traducteur et l'on met en jeu un nombre de spires tel que le traducteur gagne un tour sur le distributeur au bout de 15 à 20 révolutions. Il faut, en général, 33 spires à chaque ressort pour obtenir cette vitesse. Ceci fait, desserrer la vis du ressort-potence jusqu'à ce que celle-ci descende de deux filets, ce qui est facile à constater puisqu'on entend chaque fois un petit claquement sec dû, comme nous le savons, à la chute du pied de la vis sur l'entrée du taraudage ; resserrer à fond la vis et compter, de nouveau combien il faut de révolutions pour un gain d'un tour. Ce nombre doit être compris entre 30 et 40, c'est-à-dire que le traducteur gagne de 1 /30 à 1 /40 de tour à chaque révolution, soit de 6 à 4 tours à la minute.

En principe, ce réglage, qui est celui de la vitesse de régime, doit être complété par la vérification de la concordance des zéros de tension des ressorts et de la force centrifuge par la comparaison des vitesses à diverses amplitudes ; on fait alors varier le rayon de giration en agissant sur la vis de bout d'axe, comme il a été dit dans la description du modérateur.

Si la tension initiale des ressorts est trop forte, c'est-à-dire si la vitesse varie en sens inverse de l'amplitude, il faut descendre la potence d'un cran et mettre une demi-spire de moins en jeu pour compenser la diminution de vitesse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

provenant du rapprochement de la potence, puis on recommence la comparaison des vitesses à des amplitudes différentes. Le réglage continue ainsi jusqu'à ce qu'on obtienne soit une vitesse invariable, quelle que soit l'amplitude, soit un léger affaiblissement de vitesse pour une diminution du rayon. Cette dernière condition ne peut être nuisible, puisqu'elle rend plus efficace l'effet du coup de bouchon.

En réalité, le modérateur peut tenir très souvent la vitesse avec le simple réglage de régime.

Si, en effet, nous supposons que les ressorts soient trop tendus, pour une diminution d'amplitude, lors de la friction du bouchon, il se produira une augmentation de vitesse ; mais au tour suivant, par suite de l'avance prise ainsi, la correction sera plus énergique et le mobile se trouvera ramené brusquement vers le centre de rotation ; il y aura alors ralentissement en raison de la puissance subitement absorbée. En général, l'amplitude reste très basse, dans ces conditions, parce que la vitesse et, par suite, la force centrifuge ne peuvent prendre assez vite une valeur suffisante pour que le mobile soit repoussé de nouveau loin du centre.

D'ailleurs, l'amplitude étant très petite, il en est de même de ses variations, et, par conséquent, de celles de la vitesse elle-même. La non-concordance des zéros de tension des ressorts et de la force centrifuge est ainsi très grandement atténuée. Il est à remarquer, d'autre part, que l'action du frotteur de filasse est nulle puisque le mobile reste collé, ou à peu près, contre le bloc dans lequel sont implantées les tiges-guides.

Dans l'hypothèse de ressorts insuffisamment tendus, il se produit une diminution de vitesse consécutive à la diminution du rayon. Le coup de bouchon sera donc moins énergique que dans le cas envisagé précédemment puisque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

son action est corroborée par l'effet de la variation d'amplitude. On obtient un mouvement de soufflet du mobile, c'est-à-dire une fluctuation régulière de l'amplitude, dès que la valeur de l'avance prise est juste compensée par celle de la correction. Il est évident que ces dernières conditions de réglage sont plus favorables que celles du cas précédent et répondent mieux à la conception du modérateur Baudot, tel qu'il est construit, puisque l'action du frotteur reste entière.

Il est d'ailleurs difficile et quelquefois impossible d'arriver à la concordance des zéros, car cette condition dépend surtout de la qualité des ressorts. Si les ressorts sont trop faibles, il faudra pour obtenir la vitesse de régime ne mettre en jeu qu'un petit nombre de spires et la tension initiale des ressorts sera trop forte. Au contraire, si les ressorts fournis sont énergiques, on arrivera à la vitesse voulue avec un plus grand nombre de spires en jeu et la tension initiale des ressorts aura plus de chance de correspondre à la valeur initiale également de la force centrifuge ou de lui être inférieure ; on sait que cette valeur de la force centrifuge est due à la position excentrique du mobile quand il est au repos.

Quoi qu'il en soit de ces considérations, la vitesse tient bien lorsque l'armature bat à chaque révolution. Il importe de s'assurer encore qu'il en est de même quand on fait fonctionner les électro-aiguilleurs. Pour cela, on abaisse à la main les cinq appendices simultanément et on observe le battement de l'armature ; si l'attraction continue à se produire régulièrement à chaque tour, la vitesse est bonne. Si, au contraire, elle ne se manifeste que tous les deux ou trois tours, ou même plus du tout, on peut conclure, si l'électro-frein est bien réglé et l'écart des vitesses normal, à un défaut de puissance.

On doit alors, dans le cas d'un socle-moteur à poids,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

graisser les paliers et vérifier le socle, voir si la poulie du poids moteur tourne bien. S'il s'agit d'un socle-moteur électrique, le graissage des paliers doit être fait également ; mais il faut, en outre, s'assurer de la liberté de l'induit, de la propreté du collecteur, de l'appui des balais, et enfin de l'intensité du courant d'alimentation.

Dans tous les cas, il convient aussi de se rendre compte si le traducteur tourne facilement, si les axes sont bien graissés ; un appui trop fort du cylindre encreur amène quelquefois un ralentissement.

Il arrive aussi que le défaut se manifeste malgré que le socle et le traducteur tournent bien séparément. La défectuosité se trouve alors dans la relation des dents de la roue intermédiaire avec celles du pignon du sixième axe du socle. Il suffit pour s'en rendre compte de changer le traducteur ou de placer une lame métallique entre la platine du socle et la base du traducteur de façon à le surélever.

Lorsque le service ne peut être interrompu pour ces vérifications, on se contente momentanément d'ajouter une plaque au poids moteur, ou de diminuer les résistances du rhéostat du moteur électrique. Mais il ne faut pas perdre de vue que ceci n'est qu'un pis aller et qu'une visite minutieuse devra être faite au plus tôt pour relever le dérangement. Quand la vitesse se perd, pendant le fonctionnement du traducteur, l'aspect de la bande le révèle immédiatement.

Ainsi, par exemple, pendant la réception de la lettre T, à tous les tours, la cinquième commence à manquer, puis la troisième et enfin la première (fig. 137).

Le défaut est alors caractérisé en cours de transmission comme le montre la bande de la figure 138.

Dans ce cas, il faut d'abord nettoyer le bouchon de l'électro-frein et le volant, puis vérifier si l'arrêt du tra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ducteur se produit bien, comme il a été indiqué, en mettant la sortie de l'électro-frein à la terre en permanence. En général, le nettoyage du bouchon et du volant est suffisant pour restaurer la vitesse. Si aucune amélioration ne se manifestait, il faudrait s'assurer qu'il n'y a pas quelque grippage dans le socle-moteur, et, surtout, à la poulie de la

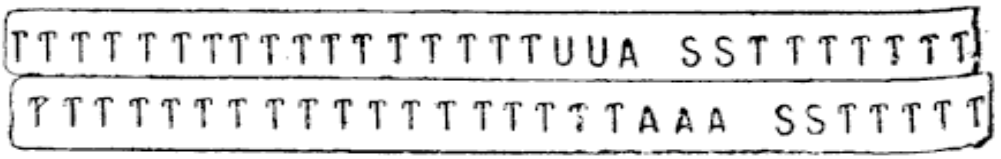


Fig. 137.

chape du poids ; enfin on vérifierait le réglage du modérateur.

Lorsque le courant d'alimentation du moteur n'est pas coupé par suite d'un mauvais fonctionnement de l'interrupteur, le poids moteur vient buter sous la table et s'y cale en produisant un accroissement de vitesse ; on dit alors

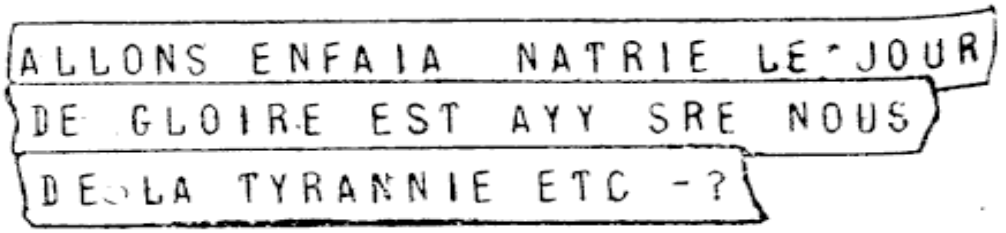


Fig. 38.

que cette dernière est « emballée », et il est impossible d'obtenir le ralentissement par l'effet de l'électro-frein.

Il arrive aussi que l'armature de cet électro-frein est attirée à tous les tours, même quand le traducteur est enlevé du socle. Ceci indique que la culasse ou le fil de sortie des bobines est mis accidentellement à la terre. Il convient alors de suivre l'itinéraire du courant dans le socle, après sa sortie de la première et de la deuxième bobine, pour relever le dérangement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Des mises à la terre intempestives de l'électro-frein sont souvent dues à ce que le ressort de contact de la sortie de l'électro-aimant quitte l'extrémité de la tige de communication aboutissant au septième plot de la réglette du socle et vient s'appuyer sur le massif qui est à la terre.

Avant d'enlever la platine supérieure pour visiter les communications de l'électro-frein, il est bon de faire dérouler l'appareil de façon que le poids soit aussi bas que possible.

Il est dangereux de négliger cette précaution parce que le poids tombe alors brusquement et qu'on risque ainsi d'endommager les rouages et la chaîne.

COMMUNICATION ÉLECTRIQUE ENTRE LE SOCLE ET LA CAGE DU TRADUCTEUR

Vérification. — Ces communications s'établissent par la friction des ressorts-lames de la réglette latérale gauche du traducteur sur les plots de la réglette correspondante du socle. Il faut donc veiller à ce que les ressorts soient suffisamment tendus pour que le contact électrique soit bien assuré. Un défaut d'appui occasionnerait un manque persistant de la même « touche ».

Dans ce cas, on découvre facilement le point défectueux en appuyant une des branches d'une paire de pinces sur le premier plot de la réglette du socle (arrivée du courant de frein) et en portant l'autre branche d'abord sur le ressort lui-même, puis sur le plot du socle. Le courant de frein est ainsi dérivé dans l'électro-aiguilleur correspondant. Si la touche sort bien, dans le premier cas, et ne sort plus, dans le second, le contact du ressort est mauvais. Bien entendu, si l'armature de l'électro-aiguilleur ne fonctionnait dans aucune des positions des pinces, il faudrait chercher ailleurs les causes du mauvais fonctionnement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour retendre les ressorts-lames, introduire l'extrémité d'un tournevis entre la lame et sa réglette de support et, prenant appui sur cette dernière, fausser le ressort en l'écartant de son point de fixation.

Quand on placera la cage du traducteur sur son socle, il faudra veiller à ce que ce dernier soit bien arrêté, faute de quoi on risque d'endommager les dents de la roue intermédiaire de la cage.

Il arrive que les ressorts de contacts s'opposent à l'introduction de la cage entre les deux réglettes du socle, on appuie alors simultanément sur tous les ressorts avec la tranche d'une des plaques de fermeture de la cage jusqu'à ce que cette dernière ait pris sa place.

RÉGLAGES ET DÉRANGEMENTS DU TRADUCTEUR

Orientation de la came-navette. — La condition essentielle pour que les leviers-aiguilleurs puissent se déplacer sous l'action des appendices, c'est que la came-navette ne se trouve pas en face de leurs pieds à ce moment précis. Comme le synchronisme du traducteur et du distributeur n'est pas rigoureux et comporte quelques flottements, on peut prévoir des écarts, en avance, ou même en retard, suivant l'importance de la correction qui aura précédé la révolution considérée. Par conséquent, la position de la came-navette la plus favorable à un bon fonctionnement est celle dans laquelle la came se trouve le plus éloignée des pieds des aiguilleurs au moment de leur déplacement. C'est évidemment, sur la circonférence décrite par la came, le point diamétralement opposé au milieu du groupe des aiguilleurs, c'est-à-dire au troisième.

Le but à atteindre est donc d'obtenir que la came soit à la partie la plus basse de sa trajectoire, quand les courants

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

locaux, envoyés par les contacts de la première couronne, arrivent dans les électro-aiguilleurs.

Or la came-navette a une position immuable, ce n'est donc pas sur elle que nous pourrons agir ; il ne reste que le moment d'arrivée des courants locaux qui puisse être modifié.

Pour nous guider, nous savons que la correction du traducteur n'a lieu que lorsque le courant de frein arrive pendant la fermeture du circuit de l'électro-frein. Donc, quand la vitesse tient bien, le balai de la troisième couronne est sur le contact affecté au frein, lorsque la came du fermeur soulève le balancier.

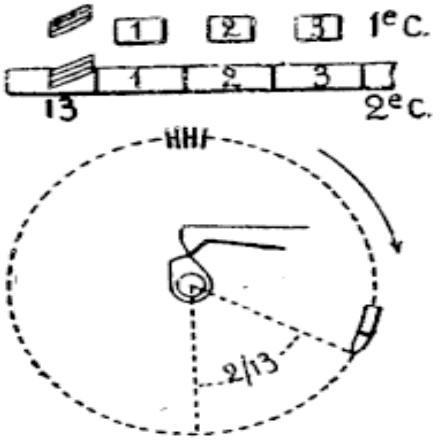


Fig. 139.

Pour fixer les idées, supposons que le treizième contact de la troisième couronne soit relié à l'électro-frein ; d'après ce qui vient d'être dit, le balai de la troisième se trouve sur le contact 13 toutes les fois que le balancier est soulevé par la came et cela, dès l'établissement du synchronisme. Mais ceci nous indique aussi que le troisième aiguilleur sera actionné éventuellement par le courant de son contact de la première couronne lorsque les balais auront parcouru les 2/13 de circonférence de plus. Par conséquent, si nous voulons que la came-navette soit au bas de sa course au moment de la réception du courant destiné au troisième électro-aiguilleur, nous devrons la placer de façon qu'elle soit à 2/13 de circonférence en avant de ce point lorsque la came du fermeur soulèvera le balancier (fig. 139). Elle arrivera ainsi à l'endroit voulu en même temps que le balai de la première couronne entrera sur le contact 3.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La came-navette ne pouvant se déplacer sur la couronne de butée, nous agirons sur celle du fermeur qui n'est fixée que par une vis sur l'axe du combinateur.

Le contact de frein peut être quelconque. Il suffit de compter, sur la troisième couronne, combien il y a de contacts (c'est-à-dire de treizièmes de circonférence dans le cas du double à 13 contacts) entre le contact de frein et celui qui porte le même numéro que le contact commandant le troisième électro-aiguilleur ; puis de déplacer la came du fermeur, en avant du point le plus bas de sa course, d'autant de treizièmes de circonférence qu'on a compté de contacts.

Ainsi le frein du traducteur 1 étant pris, par exemple, sur le contact 9, la came-navette de ce traducteur devra être à 6/13 du bas de sa trajectoire, c'est-à-dire dans l'aiguillage même, quand la came du fermeur viendra en prise avec le bec du balancier.

Orientation pratique. — Amener le combinateur dans une position telle qu'il y ait, entre l'endroit diamétralement opposé au milieu de l'aiguillage et la pointe de la came-navette, une fraction de circonférence égale à celle qui existe sur le plateau entre le contact frein et celui de la première couronne relié au troisième électro-aiguilleur. Puis desserrer la vis de fixation de la came du fermeur, tourner cette dernière afin qu'elle commence à soulever le bec du balancier, et resserrer la vis.

Pour plus de commodité, on rend nulle la fraction de circonférence en choisissant, autant que possible, le contact frein de manière qu'il coïncide avec le milieu du secteur de la première couronne dont il synchronise le traducteur.

Pour le premier secteur, on pourra prendre les contacts 2 et 3, pour le deuxième, les contacts 7 et 8.

Les contacts de frein ainsi choisis, on amène la came-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

navette de telle sorte que sa pointe arrive au pied de la verticale passant par l'axe du combinateur, et l'on place la came du fermeur pour qu'elle soit, à cet instant, dans la position où elle commence à soulever le balancier.

Électro-aiguilleurs. — Pour que l'électro-aiguilleur ait toute la sensibilité voulue, la distance entre l'armature et le prolongement supérieur du noyau ne doit pas excéder 2 millimètres, ce que l'on obtient par la manœuvre de la vis à crans de l'appendice. En serrant la vis, l'armature se rapproche de l'appendice et s'éloigne par conséquent du noyau.

La manœuvre contraire de la vis à crans a pour résultat de rapprocher l'armature. Ce réglage s'effectue comme il suit. Le traducteur étant arrêté de façon que la came-navette ne soit pas en présence des pieds des leviers aiguilleurs, appuyer sur la vis à crans jusqu'à ce que l'appendice, ayant dégagé la branche horizontale du levier aiguilleur, ait amené le pied du levier au contact de la couronne de butée. Dans cette position l'appendice ne doit pas forcer sur la branche horizontale et, par conséquent, ne pas caler le pied de l'aiguilleur contre la couronne, ce qui pourrait occasionner un ralentissement. Pour être certain qu'il n'en est pas ainsi, on cherche à déplacer l'aiguilleur *parallèlement à son axe* tout en maintenant l'appendice abaissé ; bien que le jeu soit minime, on peut dire qu'il n'y a pas pression de l'appendice, sans quoi celui-ci serait entraîné. S'il y a pression, desserrer la vis à crans jusqu'à ce que le défaut disparaisse. Si la distance entre les deux pièces est trop grande, l'appendice peut ne pas agir suffisamment sur le levier aiguilleur afin de le dégager de l'encoche du ressort, et l'aiguillage n'a pas lieu.

En résumé, le jeu entre l'appendice et la branche horizontale du levier aiguilleur doit être très petit lorsque l'appendice est abaissé à fond.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque l'appareil est en bon état, tous les appendices se trouvent sur le même plan horizontal quand la barrette des vis de butée est enlevée. Il faut pour cela que tous les ressorts antagonistes des armatures relèvent ces dernières d'une égale quantié. Ces ressorts devront, en outre, être réglés de façon que les deux branches concourent à la séparation de l'armature et du noyau, lors de la cessation du courant, et qu'ensuite une seule branche suffise à ramener l'armature à sa position de repos. On obtient cette condition en faussant les lames, avec précaution, pour leur donner une tension inégale. Avoir soin que leur extrémité soit toujours dans un plan horizontal pour pouvoir s'appliquer exactement à plat sur le noyau ; autrement ces lames offriraient à l'abaissement de l'armature une résistance qui entraverait le déplacement de l'aiguilleur.

Une tension exagérée du ressort antagoniste aurait à peu près le même effet et, l'attraction de l'armature étant affaiblie d'autant, l'appendice ne pourrait dégager le levier aiguilleur de l'encoche du ressort.

Si le ressort antagoniste a une tension trop faible, il est impuissant à ramener l'armature à sa position de repos et, au moment où la came-navette repousse le levier aiguilleur dans l'encoche du ressort, l'appendice de l'armature est relevé brusquement et retombe sur le levier aiguilleur après le passage de la came ; cela détermine souvent un nouvel aiguillage et la réception de « touches » en trop.

Ce défaut, avec un peu d'observation ne peut être confondu avec une défaillance du courant de repos. En effet, dans le cas d'une faiblesse du ressort, la touche qui sort en trop a toujours été actionnée au tour précédent ; il n'en est pas de même dans la dernière hypothèse car le manque de repos se manifeste à n'importe quel moment, quelle que soit la combinaison qui précède.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi pour le mot Paris on recevra PAQIS si le ressort antagoniste du premier aiguilleur est trop faible, et PARFS si le courant de repos de la quatrième touche a manqué dans la combinaison I.

La faiblesse du ressort antagoniste se révèle encore par l'observation de l'abaissement des armatures que l'on fait fonctionner à chaque tour. L'armature dont le ressort n'est pas assez tendu s'abat, de temps en temps, avant les autres. Cela s'explique puisqu'elle retombe presque aussitôt après le passage de la came-navette, tandis que les autres armatures ne s'abaissent qu'au moment où la came est diamétralement à l'opposé de l'aiguillage.

Ressorts à encoche. — La tension de ces ressorts peut varier, à volonté, en agissant dans le sens voulu sur les vis du dos d'âne qui les supporte.

La pression sur la branche horizontale du levier aiguilleur doit être juste assez grande pour maintenir le levier au repos.

Trop forte, elle s'oppose à la sortie du levier hors de l'encoche et la « touche rate » ; trop faible, elle n'assure plus la position de repos et laisse retomber l'aiguilleur, d'où aiguillage intempestif ; la touche sort en trop comme dans le cas d'un ressort antagoniste pas assez tendu.

Dans les traducteurs ancien modèle, l'accès des vis du dos d'âne n'est guère possible qu'avec des tournevis coudés aussi en est-on réduit souvent à fausser les ressorts à encoche en les forçant au moyen du tournevis ordinaire.

La platine postérieure des traducteurs nouveau modèle est percée de deux trous qui permettent, à l'aide d'un tournevis assez long, d'atteindre les vis du dos d'âne qui est alors tourné vers l'arrière, au lieu de faire face en avant. Avec ce dernier type si l'on veut augmenter l'appui du ressort à encoche sur l'aiguilleur, on desserre, très légè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement, la vis inférieure du dos d'âne et l'on serre, d'autant la vis supérieure. Faire la manœuvre inverse pour diminuer l'appui, mais opérer toujours par petites portions de tour de vis.

On peut se rendre compte de la tension des ressorts en retirant la barrette des vis de butée, et en relevant les armatures et les leviers aiguilleurs ; le levier doit alors couvrir la moitié de la tête du ressort à encoche si la tension est suffisante.

Un autre procédé consiste à abaisser avec précaution, le levier aiguilleur jusqu'au bord de la déclive inférieure de l'encoche, et à le laisser remonter ensuite sous la seule pression du ressort ; il faut alors qu'il glisse jusqu'au fond de l'entaille où il ne doit plus subir l'effort du ressort : il est simplement porté par la déclive inférieure.

Leviers aiguilleurs. — Il est nécessaire que ces leviers soient parfaitement mobiles autour de leur axe commun, et indépendants les uns des autres. Dans ce but, ils sont séparés par des rondelles qu'il importe de graisser légèrement pour éviter tout grippage. D'autre part, l'axe doit être bien rectiligne et les écrous de bout d'axe, qui le maintiennent, être serrés convenablement.

Lorsque cette condition n'est pas remplie, il arrive que l'axe se fausse, ce qui occasionne, surtout pour le troisième levier aiguilleur, le même inconvénient qu'une tension exagérée ou insuffisante du ressort à encoche correspondant selon le sens de la flexion.

Un coincement du levier aiguilleur sur l'axe peut amener la rupture du pied, bien qu'il soit taillé en biseau, lorsque le prolongement de la came-navette viendra le saisir pour l'aiguillage. Le bris du pied est quelquefois provoqué par le mauvais état de l'appendice de la came-navette émoussé par des chocs antérieurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chercheurs. — L'indépendance de ces leviers, dans les mouvements d'avant en arrière et d'arrière en avant, doit être absolue.

Les têtes des leviers sont convenablement huilées, pour éviter tout grippage qui pourrait provoquer l'entraînement intempestif sur la voie de travail d'un chercheur devant rester au repos. Ce défaut ne peut être confondu avec un manque de courant de repos, ou une faiblesse du ressort antagoniste de l'armature ou du ressort à encoche quand on reproduit, en agissant à la main sur les armatures des électro-aiguilleurs, la combinaison où la touche est sortie en trop. En effet, si l'anomalie constatée se manifeste, même dans ce cas, c'est que le chercheur est seul en cause.

Pour dégripper le chercheur, le traducteur étant arrêté, on desserre à fond le ressort du levier de déclanchement, et l'on introduit le biseau d'un tournevis entre la tête du chercheur grippé et les têtes voisines, cela permet d'y glisser un morceau de papier émeri très fin en vue du polissage des surfaces frottantes.

L'entraînement des chercheurs provient quelquefois du faussage de leur pied. Dans ce cas il faut remplacer le chercheur déformé.

Les chercheurs étant tous du même modèle, il convient, pour que leurs pieds épousent bien la périphérie du combinateur, de les user au moyen d'un disque de cuivre de même diamètre recouvert de potée d'émeri et monté à la place du combinateur. Ce disque est appelé lapidaire.

Lorsque les pieds ne portent pas tous d'une façon identique sur les voies, il se produit des trépidations qui déterminent, parfois, des déclanchements intempestifs. Le caractère qui s'imprime, dans ces conditions précède toujours, sur la roue des types, celui qui traduit la combinaison reçue.

L'inconvénient peut souvent être évité en augmentant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la distance de la pédale au levier d'accrochage, comme nous le verrons plus loin.

Le chercheur trop long se reconnaît en tâtant successivement les têtes avec le tournevis ; celles qui accusent un ballottement précèdent ou suivent le chercheur défectueux.

Levier propulseur et levier de déclanchement. — Pour que les mouvements du jeu des chercheurs soient fidèlement transmis à la pédale, il est nécessaire que les leviers propulseur et de déclanchement soient solidaires de leur arbre commun. On s'assure de l'existence de cette condition en calant la tête du propulseur à l'aide du tournevis introduit entre le levier et la cloison, et en cherchant à soulever le levier de déclanchement au moyen de la bielle ; si ce mouvement est possible, c'est qu'il y a du jeu dans la goupille de fixation du levier de déclanchement sur son axe, et il y a lieu de remettre la pièce en bon état ; on peut obvier au défaut, dans une certaine mesure, en serrant énergiquement la vis de mâchoire du levier de déclanchement qui se trouve ainsi bloqué plus étroitement sur l'axe.

Le réglage de la tension du ressort du levier de déclanchement s'opère au moyen de la longue vis qui traverse la platine du traducteur et débouche, sur le ressort, dans la fenêtre des chercheurs.

Lorsque la vis est entièrement desserrée, l'extrémité libre du ressort doit venir toucher la courbure supérieure de la fenêtre ; on resserre alors progressivement la vis en même temps qu'on appuie légèrement, et d'une façon continue, sur la cinquième armature, par exemple, jusqu'à ce que le déclanchement du système imprimeur ait lieu. On essaie ensuite quelques combinaisons mettant en jeu plusieurs chercheurs, comme celles des lettres V, P, N.

Pour conserver la position de la vis, on serre celle-ci sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des rondelles d'épaisseur voulue. Il y a tout intérêt à ne pas exagérer la tension du ressort parce qu'on provoque ainsi une friction trop forte des pieds des chercheurs sur le combinateur, friction d'où résulte une absorption de force exagérée et une usure anormale des organes.

Bielle et pédale. — La bielle doit être libre aux articulations de ses deux extrémités ; cette condition est remplie si l'ensemble du levier de déclanchement de la bielle et de la pédale retombe dès qu'on a desserré à fond la vis du ressort du levier de déclanchement.

La longueur de la bielle peut varier, à volonté, en vissant ou en dévissant la tige dans l'un des manchons qui garnissent des extrémités ; elle doit être telle que le marteau de la pédale soit au moins à un demi-millimètre de la branche horizontale du levier d'accrochage. Cette disposition a pour but d'éviter que des trépidations anormales des chercheurs ne provoquent des déclanchements intempestifs, et aussi de donner plus de sécheresse au coup de la pédale qui acquiert ainsi une certaine vitesse avant d'atteindre le levier.

Le galet de rappel, placé derrière la roue d'entraînement, vient passer très près de la pédale au cours de sa révolution ; il arrive même, dans certains traducteurs, que le galet touche la pédale et l'empêche de se déplacer.

Cette coïncidence n'a lieu qu'au moment où devrait se produire le déclanchement correspondant à la lettre L, ou au signal = ; le mouvement ne s'effectuant pas, l'impression du type n'est pas opérée. On recevra, par exemple, BAAI pour le mot BALAI. Quand le défaut n'est pas dû au desserrage de la vis de bout d'axe de la pédale ou du galet, il faut abattre à la lime l'angle de la pédale venant au contact du galet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Levier d'accrochage. — Un défaut du même genres e produisait dans les anciens traducteurs, par suite de la rencontre du galet et de la tête du levier d'accrochage ; mais alors, c'était la combinaison R, ou — qui ne sortait pas.

Cette défectuosité ne se manifeste plus depuis que la tête du levier a été arasée.

L'emprise du bec du levier d'accrochage sur le doigt de la came d'impression doit être suffisante pour qu'un choc ne produise pas un déclanchement du système. Pour cela, l'arête du bec et celle du doigt de la came doivent être à l'angle vif, et l'emprise ne pas excéder un tiers de millimètre. On règle cette dernière en agissant sur la vis de butée de la branche horizontale du levier d'accrochage ; des rondelles, d'épaisseur plus ou moins grande, sont intercalées, en conséquence, sous la tête de la vis.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que cette vis ne peut être desserrée de quelques tours sans venir se placer sur le trajet du galet et occasionner ainsi des chocs ; il ne reste d'autre ressource que de limer le pied de la vis pour en diminuer la longueur.

Le réglage de l'emprise du bec se fait toujours avant celui de la pédale puisqu'il est de nature à modifier ce dernier.

La tension du ressort antagoniste du levier d'accrochage doit être assez forte pour ramener le levier à sa position de repos contre sa vis de butée, mais ne pas être exagérée, parce qu'elle s'opposerait au déplacement du levier, sous le coup de la pédale. On reconnaît que le ressort est assez tendu en ramenant le levier d'impression de droite à gauche, aussi loin que possible, puis en le lâchant brusquement ; si le bec du levier d'accrochage s'abaisse assez vite pour empêcher le déclanchement, la tension est suffisante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le défaut de tension se manifeste par des déclanchements intempestifs se produisant au moment du rappel du bras d'impression ; celui-ci, n'étant pas retenu par le bec, est repoussé de droite à gauche par le ressort en U, dès que le levier de rappel n'agit plus sur le talon de la came d'impression ; or ce mouvement ayant lieu lors du passage de l'évidement de 10/40 de la roue des types, la bande de papier ne porte aucun caractère imprimé.

Ainsi, on recevrait dans ce cas, par exemple : P RIS pour PARIS.

Bras d'impression. — La came d'impression ne doit pas forcer au fond des entailles de la roue d'impression, au moment où elle est entraînée par cette roue. Ce dérangement se traduirait par des chocs, par un calage du système pouvant amener le décrochage de la roue ou, tout au moins, un ralentissement très marqué. Le déclanchement devient, d'ailleurs, dur et saccadé, et les caractères s'impriment mal ; il semblerait que le type ait frotté sur la bande. Le seul remède est de diminuer la came en passant à la meule.

Il faut veiller à la parfaite fixité de la came pour que l'impression soit bien nette ; si cette condition n'était pas réalisée, la position du cylindre imprimeur ne serait pas stable, par rapport à la roue des types, au moment de l'impression, la première partie du caractère frotterait contre la bande et s'imprimerait floue et plus large que le reste. Il est donc nécessaire de s'assurer, de temps en temps, lors du nettoyage, que les trois vis de la came sont bien serrées à bloc.

Un défaut analogue peut se manifester lorsque l'axe du bras d'impression est mal fixé dans la platine ; ou encore si, la came ne venant pas exactement au fond de l'entaille de la roue d'impression lorsque cette dernière fonction s'accomplit, le ressort en U n'est pas assez fort pour maintenir, à ce moment-là, le bras dans la position voulue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bras d'impression ayant à subir l'entraînement de la roue du même nom, ainsi que l'impulsion du ressort en U et celle du levier de rappel, il est nécessaire qu'il pivote facilement autour de son axe. Le nettoyage et le graissage de cette pièce s'imposent d'autant plus que les poussières de papier, provenant de la bande, l'encrassent très rapidement.

Un grippage du bras d'impression sur son axe peut provoquer des chocs et le décrochage subséquent de la joue d'impression. Quand la défectuosité est légère, la projection du bras, par le ressort en U, est paresseuse et la came vient, quelquefois, buter sur la dent qui suit l'entaille correspondant à la combinaison reçue et, glissant contre cette dent, s'engager dans l'entaille qui suit. Le résultat est, bien entendu, l'impression d'un type ne traduisant pas la combinaison donnée. C'est ce qui peut également se produire lorsque la tension du ressort en U est insuffisante.

Les dimensions du cylindre imprimeur doivent être telles que ce dernier ne touche qu'un seul type sans venir frotter contre les caractères voisins. Des dimensions trop fortes, outre qu'elles provoqueraient un ralentissement, et même le décrochage des roues lors de l'impression, donneraient lieu à une mauvaise impression. Dans ces conditions, les caractères sont gras, entourés de bavures provenant de l'impression partielle des types avant et après, et la bande est gaufrée ; il suffit de retourner cette dernière pour voir le relief ainsi donné au papier par le type.

Si la matelassure n'est pas assez épaisse, l'impression est à peine marquée, et même certaines parties des caractères ne s'impriment pas du tout. La matelassure du cylindre imprimeur est faite, ordinairement, par une épaisseur de gutta-percha, ou par du papier bande enduit de colle et enroulé, très serré, autour de la carcasse.

C'est par tâtonnements, et en se basant sur les consi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dérations précédentes, qu'on arrive à donner au revêtement du cylindre les dimensions convenables.

Le réglage des cliquets du cylindre d'entraînement sera indiqué plus loin sous la rubrique « progression ».

Levier de rappel. — L'amplitude plus ou moins grande du rappel est réglée par le déplacement de la plateforme supportant le levier et son axe.

Si le rappel n'est pas poussé assez loin, le doigt de la came d'impression ne peut atteindre le bec du levier d'accrochage, et le bras d'impression est rejeté, de nouveau, de droite à gauche par le ressort en U, dès que le levier de rappel a cessé d'agir sur le talon de la came. Il en résulte un déclanchement intempestif. Si le rappel est trop fort, le levier d'accrochage saute, sous le choc, et ne retombe pas toujours assez promptement pour saisir à temps le doigt de la came. Il y a encore déclanchement intempestif et la bande porte un espace blanc à la place du caractère traduisant la combinaison qui aurait dû être enregistrée après le rappel. C'est de cette façon que se manifeste, d'ailleurs, le défaut de tension du ressort antagoniste du levier d'accrochage.

Bien que l'effet soit le même, on ne confondra pas les causes du dérangement, si l'on a soin de s'assurer, au préalable, que la tension du ressort antagoniste est suffisante ; le procédé a été indiqué au chapitre du levier d'accrochage.

Il est possible de juger de l'importance du rappel en posant un doigt sur la vis de bout d'axe du cylindre imprimeur, le bras d'impression étant enclanché : on sent alors, à chaque tour, le choc du levier de rappel contre le talon de la came, et l'on observe jusqu'à quel point se produit le rappel en éloignant, progressivement, le bras d'impression de gauche à droite.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour déplacer la plate-forme, arrêter la roue des types de façon que l'évidement de 10/40 soit en regard du levier de rappel que l'on enlèvera après avoir dévissé sa vis de bout d'axe ; desserrer les vis de la plate-forme, amener celle-ci dans la position voulue, resserrer les vis et enfin remonter le levier. Lorsqu'il s'agit de rapprocher la plate-forme de la roue d'impression, on peut se servir de la vis latérale commandant le déplacement de cette pièce, après avoir desserré les vis de fixation ; mais, dans l'hypothèse contraire, il faudra commencer par desserrer la vis latérale, puis on ramènera, avec la main, de droite à gauche, la plate-forme de façon que son index soit toujours au contact de la vis.

Galet de rappel. — La friction du galet sur le levier de rappel sera d'autant plus atténuée qu'il tournera plus facilement sur son axe, le frottement de glissement étant ainsi transformé en frottement de roulement. Il faut donc que l'axe et le galet soient graissés convenablement.

Nous savons déjà que la vis de bout d'axe du galet peut si elle est desserrée, venir rencontrer le marteau de la pédale ou la tête du levier d'accrochage. Mais l'axe lui-même, qui est vissé dans l'épaisseur de la roue d'impression et dont la saillie antérieure porte la plaque d'inversion des lettres, peut aussi se desserrer et produire, non seulement le défaut que nous venons de rappeler, mais encore rendre difficile l'inversion des caractères et le rappel du bras d'impression. Cet inconvénient provient, presque toujours, du fait que l'une ou l'autre des vis de bout d'axe force sur la plaque d'inversion ou sur le galet, au lieu de ne porter exclusivement que sur l'axe.

Roue d'impression. — Comme il a été dit, lors de la description du traducteur, il doit y avoir, entre la roue d'im-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pression et le combinateur, une relation de position telle que la roue présente à la came d'impression l'entaille correspondant à la combinaison indicatrice trouvée par les chercheurs. Le placement de la roue d'impression, par rapport au combinateur, consistera donc à mettre les chercheurs dans la position d'une combinaison donnée, à faire tourner le combinateur jusqu'à ce que la combinaison indicatrice se présente sous leurs pieds, et à orienter la roue pour que l'entaille, de même numéro que la combinaison, soit en face de la came d'impression. La roue d'impression étant solidaire de l'axe du combinateur par l'intermédiaire du toc d'accrochage, c'est sur ce dernier qu'il faudra agir pour orienter. On choisit ordinairement la première ou la deuxième combinaison, parce que la vis qui fixe le toc est plus accessible au moment où ces combinaisons se présentent sous les chercheurs et, aussi, parce que les entailles correspondantes de la roue d'impression sont plus faciles à trouver.

1° *Orientation par la première combinaison.* — Aiguiller le premier chercheur et faire tourner le combinateur à la main en observant attentivement le levier de déclanchement. Quand la combinaison arrive sous les chercheurs, on voit le levier s'abaisser, ce qui indique que les pieds sont au fond des entailles ; tourner encore très légèrement puis bloquer l'appareil dès que le levier se relève ; c'est à ce moment précis que se produirait le rejet des chercheurs si l'appareil avait sa vitesse de marche normale. Opérer le déclanchement du bras d'impression en soulevant la pédale du côté de la bielle. Si l'orientation est bonne, la came doit venir frapper le commencement de la première dent. Dans le cas contraire, desserrer légèrement la vis du toc et tourner l'ensemble de la roue d'impression, de la roue des types et du toc, dans le sens voulu pour obtenir la position désirée ; enfin resserrer à fond la vis du toc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On oriente de telle façon que la came soit projetée sur la dent qui précède l'entaille, et non dans celle-ci même, parce que le moindre retard dans la projection pourrait amener la came contre la dent placée après l'entaille, ce qui aurait pour conséquence la pénétration de la came dans l'entaille qui suit, et l'impression d'un caractère ne correspondant pas à la combinaison reçue.

2° *Orientation par la deuxième combinaison.* — Le deuxième chercheur est aiguillé à la main et l'on fait tourner le combinateur, comme précédemment, jusqu'à ce que les cinq chercheurs tombent sur la combinaison indicatrice ; on bloque l'appareil au moment où le levier de déclanchement s'abaisse, c'est-à-dire lorsque les pieds des chercheurs sont au fond des entailles du combinateur : dans ces conditions, l'arête de la came d'impression doit se trouver en face de la *première* entaille de la roue d'impression, le *bras d'impression n'étant pas déclanché.* Le cas échéant, on agira sur le toc d'accrochage comme nous l'avons indiqué pour réaliser cette position.

Les deux méthodes se valent : l'essentiel est d'opérer avec précaution, pour obtenir une concordance exacte des organes.

Roue des types. — Cette roue devant présenter au cylindre imprimeur le caractère qui traduit la combinaison correspondant à l'entaille de la roue d'impression, entaille dans laquelle la came a pénétré, il est nécessaire d'orienter les deux roues l'une par rapport à l'autre.

Nous avons exposé, dans la description du traducteur, que l'impression de la partie moyenne du caractère s'effectuait au moment où le bras d'impression était dans le prolongement d'un rayon de la roue des types. Par conséquent, l'orientation consistera à choisir un type ayant un jambage médian, la lettre T, par exemple, et à vérifier si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cette partie de la lettre se trouve exactement sur la ligne passant par le centre de la roue des types, du cylindre imprimeur et du cylindre d'impression, le bras d'impression étant déclanché, et la came au fond de l'entaille de la roue d'impression.

On commence d'abord par repérer la lettre T sur la roue des types au moyen d'un petit trait tracé à l'encre sur le bord latéral de la roue ; on tourne lentement le traducteur jusqu'à ce que l'entaille correspondante de la roue d'impression soit en regard de la came, puis on déclanche le levier ; le mouvement étant continué, la came pénètre dans l'entaille et le levier finit par arriver sur le prolongement d'un rayon. Si la roue des types est bien placée, le repère qu'elle porte sera précisément sur ce même rayon (fig. 140). Dans le cas contraire, on l'y amène en desserrant un peu les trois vis qui fixent la roue des types sur son manchon, et on la déplace, dans le sens convenable d'une très petite quantité à la fois. Ce mouvement est rendu possible grâce à l'agrandissement des trous de vis de la roue.

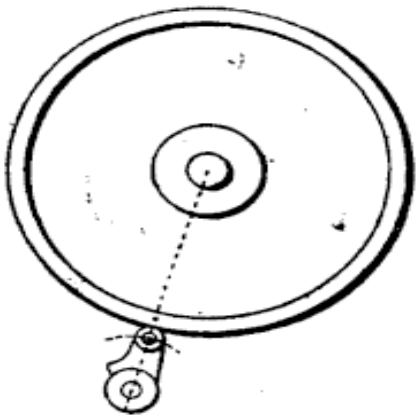


Fig. 140.

L'opération est des plus délicates parce qu'il faut souvent un certain effort pour faire tourner la roue sur son manchon et que, d'autre part, le déplacement doit être presque insensible ; un jambage de caractère représentant environ un quatre centième de circonférence, il suffit du moindre écart pour qu'une partie de la lettre ou du signe ne soit pas imprimée.

Sans se servir du procédé que nous venons d'indiquer, on peut orienter la roue des types, par tâtonnements, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se basant sur la façon dont les types sont imprimés sur la bande. Par exemple, si *les chiffres et les lettres* sont imprimés gras à gauche et maigres à droite (fig. 141), la roue des types présente trop tard le caractère au cylindre imprimeur; il faut la déplacer, alors, dans le sens de son mouvement. Dans l'hypothèse contraire (fig. 142), la roue devra être décalée en arrière de sa position, c'est-à-dire en sens inverse de son mouvement, Mais il ne faut pas recourir à l'orientation de la roue des types sans avoir vérifié, tout d'abord, la fixité de la came d'impression et du levier d'in-

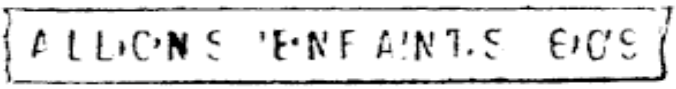


Fig. 141.

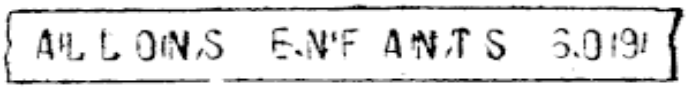


Fig. 142.

version, et seulement dans le cas où les *déformations seraient toutes du même côté et affecteraient, en même temps, les lettres et les chiffres.*

Il est bon de parfaire l'orientation en vérifiant l'impression des caractères renflés ou à jambages latéraux comme les lettres C, O, A, D, M, etc...

La vis de bout d'axe ne doit pas bloquer la rondelle contre le manchon de la roue des types, ce qui aurait pour résultat de gêner les mouvements d'inversion. Cet inconvénient se produit quand l'axe du combinateur ne fait pas une saillie suffisante en avant du manchon de la roue des types ; il faut alors vérifier si le toc d'accrochage est bien placé contre le renforcement de l'axe qui limite sa position du côté de la platine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur les appareils usagés on constate, quelquefois, que certains caractères s'impriment à peine et d'autres fortement, ces derniers étant toujours placés du côté opposé au levier d'inversion.

Tels sont ceux représentant les lettres : È, I, B, K, Z, O, D, P, N, Q, L, V, F, et les chiffres ou signes de ponctuation correspondants. Cette particularité provient de ce que l'usure intérieure du manchon de la roue des types se manifeste surtout du côté opposé à ces combinaisons et finit par amener une excentration de la roue des types ; l'usure est due à la pression exercée par le levier à bec sur le levier d'inversion, ce qui provoque lors de l'inversion, un frottement plus énergique du manchon de la roue des types sur celui de la roue d'impression du côté du levier d'inversion. Ce défaut a été atténué par la substitution d'un manchon d'acier au manchon de bronze employé, autrefois, pour la roue des types.

Inversion. — Lorsque la déformation du même côté n'est subie que par les lettres ou les chiffres, ou si le défaut se présente d'un côté pour les lettres, et de l'autre pour les chiffres, ce sont les vis de butée du levier d'inversion qui sont en cause. Ces vis limitant le décalage du levier d'inversion, on comprend que leur écartement trop grand ou trop petit occasionne une défectuosité analogue à celle d'une mauvaise orientation de la roue des types.

En effet, l'orientation de cette roue n'est efficace que pour la série des lettres, ou pour celles des chiffres suivant que le levier d'inversion sera appuyé sur la vis de butée des lettres, ou sur celle des chiffres pendant l'opération. L'impression correcte de l'autre série de caractères ne dépend plus alors que de la grandeur de la course à effectuer par le levier, pour venir se placer contre la vis de butée opposée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour fixer les idées, supposons que l'impression des lettres soit bonne et que le levier d'inversion ait à parcourir un arc de plus d'un quatre-vingtième de circonférence pour venir rencontrer la vis de butée des chiffres. Dans chaque paire de caractères correspondant à la même combinaison, les signes de ponctuation ou les chiffres précèdent les lettres sur la roue des types ; par conséquent, il faudra que cette roue soit décalée, en sens inverse de son mouvement de rotation, pour que le chiffre ou le signe de ponctuation occupe la place de la lettre correspondante. Or, si la course du levier est de plus d'un quatre-vingtième de circonférence, la roue sera trop décalée en arrière de sa position précédente, et le commencement du chiffre ou du signe de ponctuation rencontrera seul, lors du déclanchement, le cylindre imprimeur ; l'autre partie, c'est-à-dire le côté droit, portera peu ou ne portera pas du tout sur le cylindre. L'impression du type sera bonne du côté gauche et mauvaise du côté droit. Le remède consiste à remplacer la vis de butée par une autre ayant une tête plus grosse ou un méplat moins accentué.

Si la tête de la vis était trop grosse, le décalage serait inférieur à un quatre-vingtième et l'impression du côté gauche du chiffre serait mauvaise.

En raisonnant comme précédemment, on trouvera que la vis de butée du côté des lettres est trop grosse, si, l'impression des chiffres étant bonne, celle des lettres est défectueuse à droite, ou bien qu'elle est trop petite, si l'impression des lettres, dans les mêmes conditions, est mauvaise à gauche.

La position du levier d'inversion, sur l'une ou l'autre butée, n'est assurée que par la pression du levier à bec, il est nécessaire en conséquence que le ressort de ce dernier levier soit suffisamment tendu, mais sans exagération.

Si la tension est trop faible, le levier d'inversion passe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intempestivement d'une butée à l'autre a la moindre trépidation, même au milieu d'un mot. Ainsi, par exemple, on reçoit :

PA — ° ;

pour le mot Paris.

Si la tension est exagérée, il faut un grand effort pour déplacer les plaques et le levier d'inversion ; il en résulte un choc désagréable et un ralentissement par suite de l'absorption de la force motrice, et même un décrochage de roue d'impression si le défaut est très marqué.

La position du levier à bec, par rapport au biseau du levier d'inversion, est très importante. En principe, il faut que le biseau de ce dernier levier, se trouvant à égale distance des deux butées, soit exactement vis-à-vis du biseau du levier à bec (fig. 143). En réalité cette position ne peut être vérifiée en raison de l'instabilité des pièces ; mais lorsqu'elle n'est pas réalisée et, surtout lorsque les biseaux des deux leviers sont arrondis par l'usage, il se produit des défauts d'inversion très caractérisés qui permettent d'en reconnaître l'origine et de remédier au dérangement. Si nous admettons, par exemple, que le levier à bec soit trop avancé du côté de la vis de butée des chiffres le biseau du levier d'inversion ne sera que très légèrement retenu par le bec du levier dans la position d'inversion des chiffres, et celle-ci sera tellement instable qu'au moment du décalage, nécessaire à l'impression des chiffres le levier d'inversion mal retenu, rebondit sur la vis de butée des lettres ; et il s'imprime, sur la bande, des lettres à la place des chiffres Ainsi on aura, par exemple :



Fig. 143.

PARIS EO OCTOBRE

pour Paris 25 octobre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour augmenter l'emprise du bec sur le levier d'inversion, il suffira de desserrer légèrement les deux vis qui maintiennent le pont sur la roue d'impression et de remonter celui-ci, ce qui a pour résultat de ramener le bec vers la butée des lettres. Le relèvement du pont est possible parce que les vis le traversent par des trous agrandis.

Si le pont était trop relevé, c'est l'inversion des lettres qui n'aurait pas lieu, ou qui raterait souvent, parce que la position du levier d'inversion ne serait pas stable contre la butée des lettres.

Avec l'exemple précédent, on aurait alors :

PARIS 25 59!58—2.

Il faut se garder de confondre un défaut d'inversion avec un manque de quatrième ou de cinquième.

Dans le premier cas (quatrième en moins), la bande porterait :

PARISEO OCTOBRE

pour Paris 25 octobre.
et dans le second (cinquième en moins) :

PARIS 2559!58—2.

La sortie d'une touche en trop, dans la combinaison « blanc des chiffres », ou dans celle « blanc des lettres », peut faire croire également à un défaut d'inversion, on a alors, avec la première en trop :

PARIS'EO OCTOBRE

ou encore :

PARIS 25.59!58—2.

Ce dernier exemple surtout donne lieu à confusion parce que le point, marquant souvent très faiblement, peut être pris pour un blanc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour distinguer ces défauts de celui d'une mauvaise inversion, il convient de remarquer que, dans ce dernier cas, il y *a toujours un blanc* entre le mot correct et le groupe mal sorti et inversement.

Tampon encreur. — Une tension trop faible du ressort à boudin enroulé autour du manchon de la manivelle ne donne qu'un appui précaire du tampon sur les types et, par suite de l'encrage défectueux qui en résulte, les caractères sont pâles et peu apparents. Au contraire, un appui trop fort, outre le ralentissement qu'il pourrait amener dans le mouvement de rotation du traducteur, déterminerait une impression trop grasse et l'encre, à cause de sa surabondance s'étalerait autour du caractère.

Pour que le contact entre les types et le tampon soit constant et l'encrage uniforme, il faut que ce dernier ne saute pas sur la roue des types, soit après l'évidement de 10/40, soit après celui du blanc des chiffres. On obtiendra la position convenable en agissant sur l'équerre qui soutient le bras de la manivelle, jusqu'à ce que le tampon ne descende que très peu dans les évidements.

Le rebondissement du tampon encreur se traduit par un mauvais encrage et l'usure rapide des caractères A, E, et 1 et t, I, &, qui s'impriment plus faiblement que les autres.

L'impression défectueuse des types A, 2, E, provient quelquefois, surtout dans les appareils en service depuis longtemps, d'un ressaut de la joue postérieure du tampon encreur sur le pont du levier à bec. Le remède consiste à diminuer la joue, ou à superposer deux tampons sur le cylindre.

Pour que l'entrainement du tampon se fasse sans à-coups, huiler l'axe du cylindre et de sa manivelle, et veiller à ce que la roue des types appuie exactement sur la partie médiane du tampon, afin d'éviter que les types ne viennent frotter contre les joues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Progression. — Le réglage de la progression est assez délicat et il est quelquefois difficile de déterminer, *a priori*, l'origine des défauts qui l'affectent, surtout lorsque le traducteur est usagé. Néanmoins la connaissance exacte du jeu des organes qui concourent à cette fonction et celle de leurs conditions de réglage permettront toujours de localiser le dérangement.

Cliquet de retenue et cliquet d'entraînement. — La longueur du cliquet de *retenue* doit être telle qu'il tombe dans un intervalle au moment où, dans le mouvement de droite à gauche, lorsque l'impression vient d'avoir lieu, la came d'impression est arrivée hors d'atteinte des dents de la roue d'impression. Le cliquet d'entraînement est assez long s'il tombe dans un intervalle lorsque le doigt de la came d'impression commence à soulever le bec du levier d'accrochage, quand s'effectue le rappel. Cette vérification s'opère en couchant le traducteur sur une table et en provoquant le déclanchement et le rappel, la roue d'impression étant entraînée à la main. Si les dimensions des cliquets sont telles qu'il vient d'être indiqué, le cliquet d'entraînement sera sur le dos d'une dent, à environ un millimètre de la partie abrupte de la dent suivante, alors que le cliquet de retenue se trouve au fond d'un intervalle (fig. 144).



Fig. 144.

Quand les cliquets ne remplissent pas les conditions voulues, la progression se fait mal ou même est nulle ; il en résulte la superposition des caractères, ou, tout au moins leur tassement, et comme la bande de papier n'est pas tendue sur le cylindre imprimeur, elle vient frotter contre les types de la roue et se salit.

Il y a encore superposition de caractères quand les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cliquets n'obéissent pas à leurs ressorts, soit que ceux-ci n'aient pas une tension suffisante, soit que les cliquets, bloqués par les vis qui leur servent d'axe, ne jouissent pas d'une mobilité assez grande. On diminue à la demande les cliquets en les passant à la meule.

Cylindre d'entraînement. — Le rappel du bras d'impression ne peut s'effectuer qu'à la condition d'une liberté suffisante de son manchon dans l'intérieur du cylindre d'entraînement. Il faut donc, non seulement que les parties frottantes soient convenablement graissées, mais encore qu'il ne se produise aucune gêne dans le mouvement, soit du fait d'un blocage de la rondelle de bout d'axe sur le manchon, soit d'une pression exagérée des cliquets d'entraînement et de retenue, ou bien encore du cylindre compresseur.

Le blocage par la rondelle, provient d'une saillie insuffisante de l'axe en avant du manchon et du cylindre, qui subissent ainsi la pression de la vis. Le remède consiste à user l'extrémité du manchon et le cylindre d'entraînement sur une pierre d'émeri jusqu'à ce que l'axe puisse faire une très légère saillie.

Un grippage du cylindre d'entraînement sur le manchon du bras d'impression peut occasionner un décrochage de la roue d'impression. En effet, le bras ne pouvant revenir, dans ce cas, à sa position de repos, à cause de l'opposition du cliquet de retenue, est susceptible de rencontrer les dents de la roue d'impression et de provoquer un arrêt brusque du système ; d'ailleurs, le galet de rappel se cale contre le levier de même nom, immobilisé lui-même par sa partie inférieure appuyant sur le talon de la came d'impression, ce qui concourt au même résultat.

Cylindre compresseur. — Une mobilité parfaite du cy-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lindre compresseur est la condition indispensable d'une progression régulière. On s'assure de l'existence de cette condition en appuyant sur la manette de la manivelle du cylindre compresseur afin de le soulever, et en le faisant tourner à la main ; il faut opérer avec précaution et faire tourner lentement, de façon à découvrir s'il n'y a pas de grippage dans certaines positions du cylindre, ce qui est un cas assez fréquent.

La tension du ressort du cylindre compresseur doit être modérée.

Trop forte, elle gêne les mouvements du cylindre d'entraînement et la progression est irrégulière, surtout si le cliquet de retenue n'a pas une longueur telle qu'il tombe dans le fond d'un intervalle de deux dents au moment précis où la came d'impression est abandonnée par les saillies de la roue de même nom.

Trop faible, la pression du cylindre compresseur n'est pas suffisante pour empêcher la bande de revenir en arrière quand le bras d'impression est ramené au repos.

En général, les deux cas peuvent se distinguer. Dans le premier, les caractères sont tassés par endroits, et plus écartés que la normale, dans d'autres (fig. 145).

Dans le second cas, les caractères sont non seulement tassés, mais il y a même des superpositions d'impressions et on ne constate pas l'écartement anormal des caractères imprimés (fig. 146).

D'autre part, pour que les impressions soient bien alignées sur la bande, il faut que le cylindre compresseur appuie également sur les denticules du cylindre d'entraînement, aussi bien en avant qu'en arrière. Cette condition ne peut être réalisée que par un parallélisme rigoureux entre les axes des deux cylindres.

Le manque de parallélisme peut provenir soit d'un faussage de l'axe du cylindre compresseur, soit d'un jeu anormal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'axe du cylindre, ou de celui de sa manivelle, par suite d'usure. Dans ce dernier cas surtout, le compresseur appuyant tantôt sur les denticules antérieures du cylindre d'entraînement, tantôt sur les postérieures, la bande subit un mouvement correspondant et la ligne d'impression est ondulée.

Quand l'appui du compresseur n'a lieu que sur une extrémité du cylindre d'entraînement, il se produit aussi une ondulation de la ligne d'impression. Si le défaut est accentué, la bande, tiraillée toujours du même côté, finit

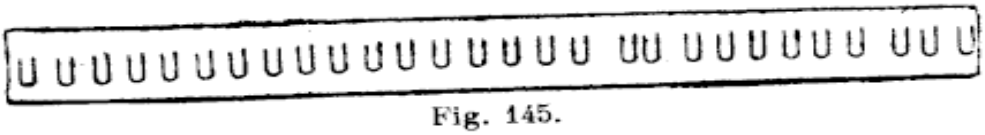


Fig. 145.

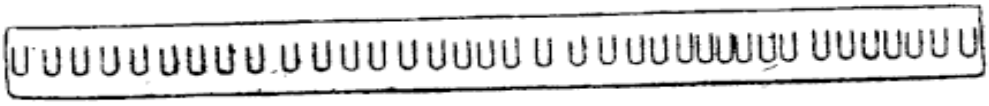


Fig. 146.

par se coincer entre les deux cylindres, la progression ne peut plus se faire et la bande s'enroule autour du cylindre d'entraînement, surtout si le bec du canal guide-papier n'est pas assez recourbé pour la dégager franchement des denticules.

Le papier s'enroule aussi lorsque la pression du compresseur est exagérée.

Rouet. — Celui-ci doit tourner librement sur son axe. Toute gêne dans la rotation détermine une tension de la bande sur le bras d'impression et rend difficile les mouvements de ce dernier.

Principaux dérangements du traducteur. — Nous donnons ci-dessous un résumé des principaux dérangements pouvant affecter le traducteur. Il serait difficile de les prévoir tous ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la pratique, l'observation attentive des conditions dans lesquelles ils se produisent et la façon dont ils se manifestent permettra toujours d'arriver à en connaître la cause.

CARACTÈRES DU DÉFAUT	ORIGINE PROBABLE
Le défaut étant localisé dans le traducteur — Manque persistant de la même touche.	Le ressort de contact du traducteur n'appuie pas sur le plot de la réglette du socle, ressort antagoniste de l'armature trop fort ou ne s'appliquant pas à plat sur le noyau ; ressort à encoche trop tendu ; vis à crans trop ou pas assez serrée ; came-navette mal placée. Solution de continuité dans la bobine de l'électro aiguilleur Pied de l'aiguilleur cassé.
Le défaut étant localisé dans le traducteur — Il manque tantôt une touche tantôt une autre.	Le traducteur ne tient pas la vitesse. La terre du traducteur est mal assurée.
Le défaut étant localisé dans le traducteur — Il sort des touches en trop.	Ressort antagoniste de l'armature trop faible ; vis à crans insuffisamment serrée ; ressort à encoche pas assez tendu ; grippage entre les têtes des chercheurs ou faussage d'un de ces leviers.
Déclanchement intempestif Il sort une lettre pour une autre et celle-ci est toujours placée sur la roue des types après la lettre sortie. Ex. : PADIS pour PARIS.	Chercheur faussé ou plus long que les autres : distance trop faible entre le marteau de la pédale et le levier d'accrochage.
Il sort un blanc à la place d'une lettre. Ex : P RIS pour PARIS.	Emprise du bec du levier d'accrochage ou tension du ressort trop faible ; rappel trop fort ou insuffisant.
Le déclanchement ne se produit pas.	Ressort du levier de déclanchement insuffisamment tendu ; pédale ou levier d'accrochage bloqués sur leur axe : emprise du levier d'accrochage trop forte ; bras d'impression bloqué sur son axe : distance trop grande entre le marteau de la pédale et le levier d'accrochage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARACTÈRES DU DÉFAUT	ORIGINE PROBABLE
La lettre L manque Ex. : BAAIS pour BALAIS.	Le galet ou la pédale sont desserrés.
Caractères trop marqués.	Appui exagéré du tampon encreur, ou cylindre imprimeur trop gros.
Caractères pâles (malgré que le tampon encreur soit bien imbibé d'encre).	Appui trop faible du tampon encreur, ou diamètre du cylindre imprimeur trop petit.
Les caractères, chiffres ou lettres, ont leur partie gauche comme effacée ou imprimée deux fois.	Came d'impression ou levier d'impression mal fixé ; came d'impression trop petite ou usée et ressort en U pas assez tendu.
Les chiffres et les lettres sont bien imprimés à gauche et mal à droite.	Roue des types décalée en sens inverse de son mouvement ; levier d'inversion ou came d'impression desserrée.
Les chiffres et les lettres sont bien imprimés à droite et mal à gauche.	Roue des types décalée dans le sens de son mouvement ; levier d'inversion ou came d'impression desserrée.
Les chiffres sont mal imprimés à gauche et les lettres sont correctes.	Vis de butée des chiffres trop grosse.
Les chiffres sont mal imprimés à droite, les lettres étant bonnes.	Vis de butée des chiffres trop petite ou martelée.
Les lettres sont mal imprimées à gauche, les chiffres étant bons.	Vis de butée des lettres trop petite.
Les lettres sont mal imprimées à droite, les chiffres étant bons.	Vis de butée des lettres trop grosse.
Bavure sur la bande à la place du blanc des lettres.	Déclive suivant le signal erreur, sur la roue des types, trop saillante (suite d'usure des types) ; tension du papier insuffisante : cliquet d'entraînement trop court.
Bavures à droite et à gauche des caractères.	Cylindre imprimeur trop gros ou mal serré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARACTÈRES DU DÉFAUT	ORIGINE PROBABLE
Les caractères opposés au levier d'inversion sont plus marqués que ceux placés du même côté.	Excentration de la roue des types par suite d'usure de son manchon et de celui de la roue d'impression.
Les caractères opposés au levier d'inversion sont imprimés plus bas que ceux placés du même côté ; ou inversement.	La roue des types est voilée ou son axe est faussé.
Aucune des lettres imprimées sur la bande ne correspond aux combinaisons enregistrées par les aiguilleurs.	Roue d'impression décrochée ou désorientée.
Progression irrégulière, caractères tassés ou superposés (sans qu'il se produise à un moment quelconque un écart plus grand que l'écart normal) (fig. 146).	Appui du cylindre compresseur trop faible ; ressorts des cliquets insuffisamment tendus.
Caractères tassés ou superposés par moments et quelquefois plus écartés qu'à l'ordinaire (fig. 145).	Pression du cylindre compresseur trop forte ; gêne dans la rotation du cylindre d'entrainement ; ressort des cliquets trop forts ; papier trop tendu : rouet ne tourne pas, ou tourne difficilement.
Caractères superposés, bande salie.	Cliquets d'entraînement ou de retenue trop longs ou trop courts, ou bien encore leurs ressorts sont cassés ou trop faibles.
Ligne d'impression ondulée.	Jeu longitudinal du cylindre compresseur ou de sa manivelle trop grand ; ce même cylindre n'est pas parallèle au cylindre d'entrainement. Jeu longitudinal du cylindre imprimeur ou du cylindre de progression trop grand et appui faible du compresseur.
La bande s'enroule.	Pression trop forte du compresseur et défaut de parallélisme entre son axe et celui du cylindre d'entrainement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CARACTÈRES DU DÉFAUT	ORIGINE PROBABLE
Décrochage de la roue d'impression.	Roue d'impression mal orientée ; bras d'impression grippé sur son axe ; pression du levier à bec trop forte ; plaques d'inversion bloquées par leurs vis ; came d'impression trop forte ; diamètre du cylindre imprimeur trop grand.
L'inversion se fait au milieu d'un mot. Ex. : PA-° ;	Ressort du levier à bec trop faible.
L'inversion des chiffres ne se fait pas. Ex. : PARIS EO OCTOBRE pour PARIS 25 OCTOBRE.	Le pont du levier à bec trop bas.
L'inversion des lettres n'a pas lieu. Ex. : PARIS 25 59 ! 58 — 2 pour PARIS 25 OCTOBRE.	Le pont du levier à bec trop relevé.

TRADUCTEUR MODÈLE 1909

Réglage. — Le réglage de ce traducteur ne diffère de celui de l'ancien type qu'en ce qui concerne l'aiguillage. L'opération consiste surtout à assurer le maximum de sensibilité des électro-aiguilleurs.

Pour atteindre ce but, il faut :

1° Que la distance entre l'armature et le fond de l'échancrure du noyau n'excède pas un demi-millimètre ; elle se règle par la vis de butée de la barrette ;

2° Que la tension du ressort antagoniste soit juste suffisante pour ramener et maintenir l'armature contre sa butée de repos ;

3° Que la charnière présente la plus grande mobilité possible ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

4° Que le travail de glissement de l'appendice contre la branche supérieure du levier aiguilleur soit réduit au minimum.

Les biseaux des deux pièces doivent être soigneusement entretenus à angle vif, et le levier aiguilleur ne s'appuyer sur l'appendice que par la partie tout à fait extrême de sa branche supérieure ; l'emprise ne doit pas excéder quelques centièmes de millimètres. On obtiendra cette position en faussant l'appendice dans le sens voulu. D'autre part, une pression exagérée du ressort du levier aiguilleur serait de nature à rendre plus difficile le glissement de l'appendice sur l'aiguilleur, il conviendra donc de la réduire au strict nécessaire pour produire la chute de l'aiguilleur contre la couronne de butée.

Enfin, il est indispensable que le pied de l'aiguilleur soit maintenu, au repos, à une telle distance de la couronne de butée que la came-navette ne puisse venir ni le saisir, ni le rencontrer, ce qui pourrait occasionner un aiguillage intempestif ou la rupture du pied.

La position convenable est obtenue en agissant sur l'appendice qui peut se déplacer grâce à l'agrandissement des trous dans lesquels passent la vis et la tige de l'écrou qui le fixent sur l'armature. La vis et l'écrou, étant desserrés on augmente la saillie de l'appendice si le pied de l'aiguilleur est trop près de la couronne de butée, et on la diminue, au contraire, si le pied est trop éloigné.

La longueur de l'appendice est convenablement réglée si, le biseau de celui-ci étant arc-bouté contre l'extrémité supérieure du levier aiguilleur, le pied de ce dernier se trouve aussi près que possible de la *première partie* de la came-navette sans la toucher.

Dans ces conditions, la deuxième partie de la came, dont la saillie est plus grande, vient frôler le pied du levier aiguilleur, *même au repos*, de façon à le rejeter très légè-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rement en arrière et à faire perdre le contact de la partie supérieure avec l'appendice. Ceci donnera le temps à l'appendice, lors du rappel, de retomber assez tôt pour empêcher le levier aiguilleur de revenir contre la couronne de butée après le passage de la came.

Les différents réglages de l'aiguillage nouveau modèle doivent se faire lorsque le traducteur est arrêté ; d'abord à cause de leur minutie, et ensuite parce que l'on risque de provoquer la rupture des pieds des aiguilleurs en démontant, en marche, la réglette de butée des armatures. Celles-ci n'étant plus arrêtées se soulèveraient sous l'action de leurs ressorts antagonistes, l'appendice glissant le long de la branche supérieure de l'aiguilleur le bloquerait, et ce dernier, ne pouvant plus se déplacer devant la came-navette se fausserait ou se briserait.

DÉRANGEMENTS ÉLECTRIQUES

Généralités. — Quand on se trouve en présence d'un dérangement électrique, il importe, avant toute chose, de se rendre un compte exact de la façon dont il se manifeste ; ce n'est qu'après cette observation préalable qu'on pourrait établir, par la connaissance des communications de l'installation, et par le raisonnement, la cause et le point probable de la défectuosité.

L'inquiétude des conséquences d'une suspension de travail, la conscience d'une responsabilité assumée, et surtout la crainte de ne pouvoir découvrir rapidement la cause du dérangement, font que le dirigeur inexpérimenté ou manquant de pondération, se trouble au moment où il a besoin de toute son attention pour observer, raisonner et opérer utilement

Une hâte trop grande est aussi nuisible, car la situation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peut être compliquée par une recherche précipitée qui souvent détermine de nouveaux dérangements.

Il est donc indispensable de rester maître de soi-même et d'examiner posément comment se présente une anomalie avant de chercher à la faire disparaître.

Nous ne pouvons songer à énumérer dans cet ouvrage toutes les causes de mauvais fonctionnement susceptibles de se produire. Nous nous contenterons de signaler les points où se trouvent ordinairement les défauts, et de donner un exemple de localisation.

Les dérangements sont provoqués par isolement, mélange ou mise à la terre intempestive.

Les isolements sont déterminés par rupture d'un fil ou desserrage d'une borne, par mauvais appui des balais sur les couronnes, ou des ressorts verticaux du manipulateur sur leurs butoirs de repos ou de travail ; mauvais contact des ressorts du commutateur du manipulateur, ou des commutateurs multiples, si l'installation en comporte l'emploi.

Les mélanges et les mises à la terre sont souvent situés entre les contacts des couronnes du distributeur, entre les plots de la boîte des coupures ou ceux des commutateurs de l'installation ; il est plus rare de les trouver entre les fils dénudés d'un même câble.

Lorsqu'il y a un isolement ou une mise à la terre sur le parcours des courants de départ ou d'arrivée, le défaut peut exister hors de l'installation Baudot. En passant au Morse, on sait immédiatement à quoi s'en tenir : si le dérangement persiste, l'installation Baudot n'est pas en cause.

Exemple de localisation. — Supposons par exemple que l'on ne reçoive pas du correspondant. Le premier soin est de s'assurer au Morse que les courants parviennent bien. Dans l'affirmative, passer au Baudot et observer,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans le cas du poste corrigé, si la correction passe sur tous les secteurs, les manettes des manipulateurs ayant été mises dans la position de réception. Si l'on ne reçoit rien sur aucun secteur, rechercher si le défaut est avant ou après le relais ; en conséquence mettre l'index du relais sur travail : tous les traducteurs devront alors imprimer des P ou des 0 /0, et l'indicateur de correction fonctionner à tous les tours.

Si aucun traducteur ne déclanchait, se rendre compte que le courant de la pile de relais arrive bien au butoir de travail, vérifier la communication de la borne du massif à la quatrième couronne, en passant par le plot de la boîte des coupures, examiner les balais des quatrième et première couronnes, ainsi que la terre de l'installation.

Il est inutile de pousser les recherches plus loin que les balais de quatrième et première couronnes, puisqu'à partir de cette dernière il y a plusieurs fils pour arriver aux traducteurs et qu'il serait vraiment extraordinaire que ces fils fussent rompus tous à la fois.

Si, dans notre essai, un des secteurs seulement ne donnait rien, le défaut se trouverait sur celui-ci, il faudrait alors vérifier à partir des balais reliant les quatrième et première couronnes, visiter les plots intéressés de cette dernière dans la boîte des coupures, l'arrivée des cinq fils sur la réglette du socle du traducteur, et les ressorts de contacts de celui-ci. Le dérangement s'étendant à toutes les touches, il est à peu près certain que c'est la prise de terre qui manque. Si l'électro-frein fonctionne, la terre du socle est bonne et le défaut provient, dans les traducteurs ancien modèle, du desserrage de la vis qui maintient sur la platine postérieure l'ensemble des électro-aiguilleurs et sert à établir en même temps une communication électrique entre la sortie de ces électro-aiguilleurs et le massif de l'appareil.

Un moyen commode de localiser consiste à amener un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fil volant relié à une pile de 20 à 30 volts, et à en appliquer l'extrémité sur tous les points accessibles de l'itinéraire du courant. Dans le cas que nous venons d'envisager, on poserait le fil d'abord sur la borne du massif du relais, puis sur le plot de la quatrième couronne, dans la boîte des coupures, et enfin sur la quatrième couronne elle-même. L'isolement ou la terre se trouve entre le point où le courant n'a pas fait déclancher les traducteurs, et celui où ce résultat est atteint.

La mise de l'index du relais sur le butoir de travail permet d'affirmer que le défaut n'est pas entre le relais et les traducteurs, si ces derniers fonctionnent tous sous le courant envoyé. Il faut donc continuer les recherches depuis la borne de ligne du commutateur jusque et y compris la terre du relais. Pour cela on favorise ce dernier sur repos, on desserre les bornes des piles de ligne et, la fiche du commutateur d'entrée de poste étant enlevée, ainsi que la dérivation de contrôle, on touche, avec le fil relié à la pile de travail, la borne Baudot dudit commutateur, le plot de la cinquième couronne dans la boîte des coupures, la cinquième couronne elle-même (on arrête alors le distributeur de façon que le balai de la première couronne soit sur un petit contact) ; enfin on vérifie l'appui des balais des cinquième et deuxième couronnes. A partir de cette dernière, jusqu'aux réglettes postérieures des manipulateurs il n'y a pas lieu de prévoir un isolement intéressant tous les secteurs, à cause du nombre de fils qui relient les contacts de la deuxième couronne à ces réglettes par l'intermédiaire des ressorts-contacts verticaux. On peut donc passer outre et appliquer immédiatement le fil de la pile sur la borne ER de la boîte des coupures, puis à l'entrée du relais. Si, arrivé à ce point, les traducteurs n'ont pas fonctionné, il y a un isolement dans les bobines du relais ou bien le fil de terre est détaché.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le défaut n'intéresse qu'un seul secteur, il suffit de vérifier l'appui des ressorts-contacts verticaux sur la réglette postérieure, la liaison de celle-ci avec le plot du commutateur du manipulateur, le contact de la goupille reliée à ce plot avec le ressort donnant l'entrée du relais, enfin cette communication elle-même jusqu'au plot ER de la boîte des coupures

Quand on ne reçoit pas ou qu'on reçoit mal sur un seul secteur, il est prudent de changer de traducteur afin de s'assurer immédiatement que cet organe est hors de cause.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TROISIÈME PARTIE

Installations spéciales

XIII

COMMUNICATIONS ÉCHELONNÉES

Considérations générales. — Le système Baudot permet de réaliser, par un seul conducteur, une communication télégraphique entre trois stations A, B, C, (fig. 147) plus ou moins éloignées. La plus importante des stations ex-



Fig. 147.

trêmes communique avec les deux autres stations et prend le nom de poste principal, le deuxième extrême est désigné sous le nom de poste extrême ; enfin la troisième station est le poste intermédiaire.

Lorsque le poste intermédiaire ne peut communiquer avec l'extrême, la communication est dite « simple » ; elle est « complète » dans le cas contraire.

Les installations utilisées pour ce mode d'exploitation peuvent appartenir aux types double, triple ou quadruple ; mais leur disposition diffère notablement de celle des installations ordinaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La principale cause de cette particularité découle du fait que souvent deux stations ne possèdent qu'un seul secteur pour l'échange de leurs messages et qu'il est indispensable dans ces conditions, que l'un ou l'autre de ces postes puisse en cas de besoin « couper », c'est-à-dire interrompre la transmission du poste correspondant.

Dispositif de coupure. — Voici, en principe, en quoi consiste le dispositif de coupure.

Un contact disponible de la deuxième couronne (*a*, fig. 148), spécialement affecté à la coupure, est relié à une clé de pile ; dans la position de repos la clé envoie un courant de repos et, lorsqu'on l'abaisse, un courant de travail est substitué au précédent. Dans l'autre poste, le contact de la deuxième couronne, qui doit recevoir le courant de coupure, est relié directement à l'entrée du relais, tandis que le contact correspondant de la première couronne *b*, est rattaché à une sonnerie ou à un parleur avertisseur d'appel. Quand la clé envoie son courant de repos, l'index du relais est maintenu au repos et aucun courant ne passe dans la sonnerie. Lorsqu'on abaisse la clé, le courant de repos est supprimé et le courant de travail, envoyé ; l'index du relais du poste récepteur prend la position de travail et met la quatrième couronne en relation avec la pile locale au moment du passage des balais sur le contact *b* ; le courant se propage ainsi à travers l'avertisseur dont le fonctionnement indique à l'opérateur qu'il doit cesser sa transmission.

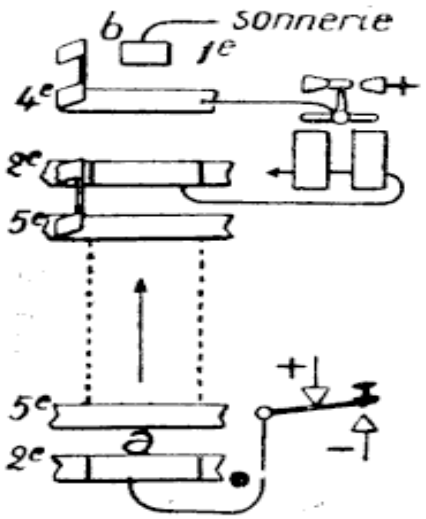


Fig. 148.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATION DOUBLE ÉCHELONNÉE SIMPLE OU COMPLÈTE

Communication simple. — Le poste principal possède deux plateaux, un à 14 contacts, pour ses relations avec l'extrême et un à 17 contacts, pour communiquer avec l'intermédiaire celui-ci est muni d'un plateau à 17 contacts et l'extrême d'un plateau à 14.

La correction est envoyée simultanément au principal par les contacts 16 et 17 de la deuxième couronne de l'intermédiaire (fig. 149), et à l'extrême par les mêmes contacts de la troisième couronne, la sixième couronne présentant en regard de ces contacts un secteur de 2/17 relié à la ligne vers l'extrême.

Communication entre principal et extrême. — Le poste principal transmet à l'extrême par les contacts 2, 3, 4, 5 et 6 du plateau à 14 contacts, et il en reçoit par 1, 2, 3, 4 et 5. Les émissions des postes extrêmes passent par les cinquième et deuxième couronnes de l'intermédiaire ; les neuf premiers contacts de cette dernière sont reliés à la ligne vers l'extrême.

L'affectation d'un contact spécial à la coupure n'est pas réalisable à cause de l'insuffisance du nombre de contacts disponibles. Il a donc fallu employer un même contact tout à la fois pour la transmission et pour la coupure. Ainsi le contact 6 de la deuxième couronne (P) du principal est rattaché à un commutateur qui le relie à la cinquième touche du manipulateur, dans la position de transmission, et à la pile de repos de ligne, dans la position de réception.

De même, le contact 1 de la deuxième couronne (P), relié directement à l'entrée du relais, sert au poste principal pour la réception de la première émission de l'extrême et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

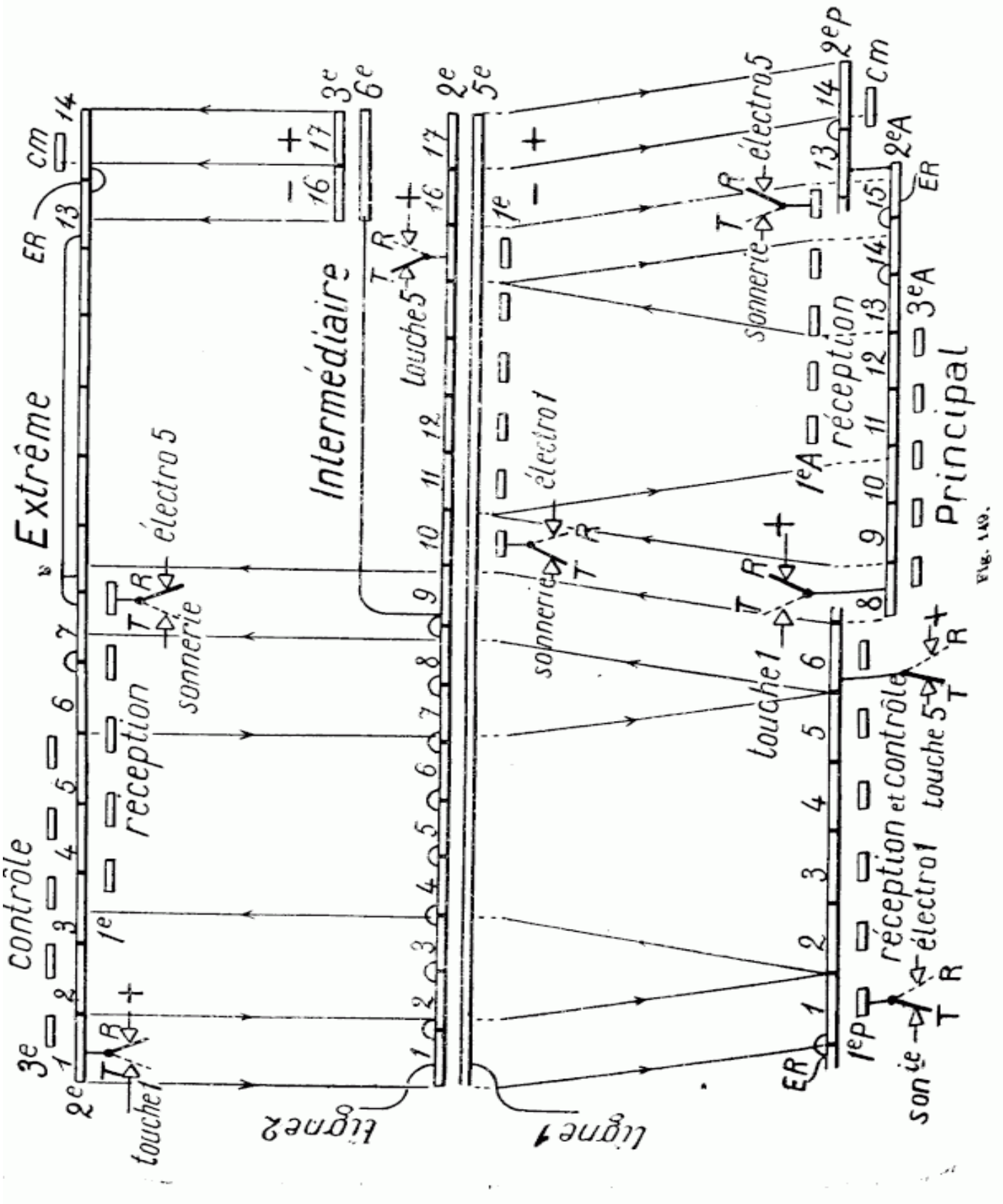


Fig. 149.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour celle de la coupure, le cas échéant. A cet effet, le contact correspondant de la première couronne dépend d'un commutateur qui le met en communication, sur transmission, avec un parleur avertisseur ou une sonnerie, et, sur réception, avec le premier électro-aiguilleur du traducteur.

Une disposition analogue existe au poste extrême, mais c'est par le contact 1 que s'effectue l'envoi de la coupure vers le principal, tandis que le contact 8, ainsi que le contact 7 est relié à l'entrée du relais pour la réception de la coupure envoyée par le principal.

Quand le poste principal transmet, par exemple, le contact 1 de la deuxième couronne étant rattaché à l'entrée du relais reçoit le courant de repos envoyé par le contact 1 de l'extrême. Le relais est donc maintenu dans la position de repos, aucun courant n'est expédié dans le contact 1 de la première couronne relié, par le commutateur, avec le parleur avertisseur, et celui-ci reste silencieux.

Si le correspondant veut couper, il devra mettre son commutateur dans la position de transmission, ceci a pour résultat de supprimer la communication avec la pile de repos et d'établir celle de la première touche du manipulateur, il suffit alors d'appuyer sur celle-ci pour substituer un courant de travail au courant de repos envoyé précédemment sur la ligne.

A son arrivée au principal, l'émission de travail passe par le contact 1 de la deuxième couronne, traverse le relais et va à la terre. Sous son action, l'index du relais tombe sur le butoir de travail et le courant local s'établit par la quatrième couronne, les balais, le contact 1 de la première couronne et le parleur avertisseur. Ce dernier appareil étant alors actionné, le transmetteur est informé que le correspondant ne reçoit plus.

Le poste principal prend son contrôle par les contacts 2, 3, 4, 5, et 6 de la première couronne (fig. 149) ; l'extrême

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'obtient par les contacts écourtés 1, 2, 3, 4 et 5 de la troisième couronne en regard desquels se trouve un secteur de 5/14 de la sixième couronne relié au massif du relais (fig. 150).

Communication entre principal et intermédiaire. — Le poste principal transmet par les contacts 8, 9, 10, 11 et 12 de la deuxième couronne du plateau de triple (2e A), et reçoit par 11, 12, 13, 14, et 15 du même plateau ; la correction arrive sur le plateau à 15 contacts (2eP) dont le

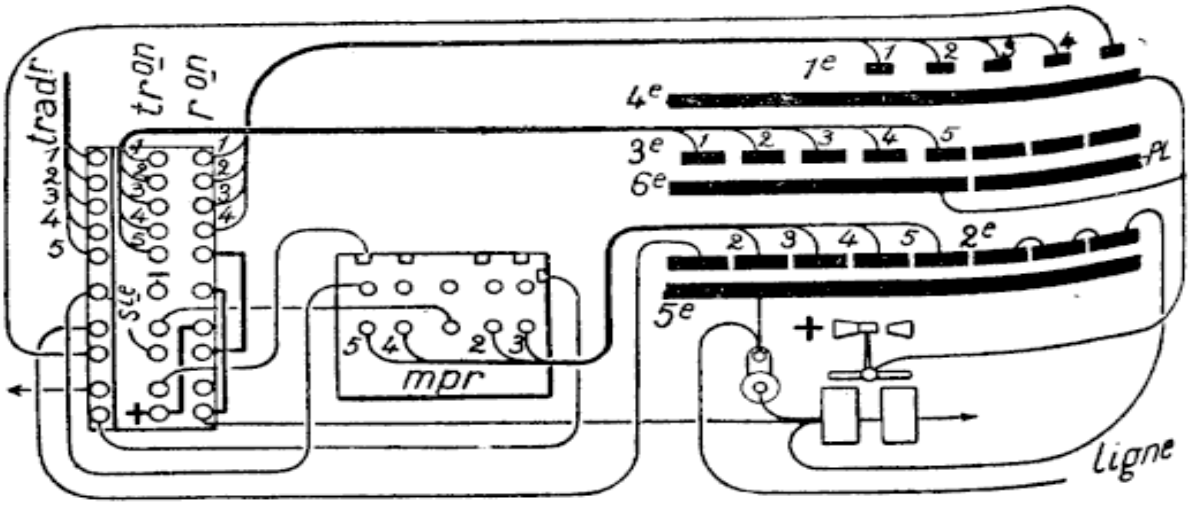


Fig. 150.

contact mobile donne accès à l'électro-correcteur (fig. 149).

Par un dispositif semblable à celui qui est employé avec l'extrême, le principal peut interrompre la transmission de l'intermédiaire en mettant son manipulateur sur transmission et en abaissant la *première* touche. Il reçoit lui-même la coupure par le 15 relié, comme le 13 et le 14, d'ailleurs, à l'entrée du relais ; le cinquième contact du deuxième secteur de la première couronne est mis en relation, sur transmission, avec l'avertisseur et, sur réception, avec le cinquième électro-aiguilleur du traducteur.

Une disposition analogue existe au poste intermédiaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce dernier poste a son contrôle de transmission par les contacts 2, 3, 4, 5 et 6 du deuxième secteur de la première couronne, tandis que le poste principal l'obtient par les contacts 8, 9, 10, 11 et 12 de la troisième couronne, écourtés à cet effet, et la sixième couronne qui est reliée au massif du relais. En résumé, sur chaque secteur se trouve un commutateur multiple pour les permutations nécessitées

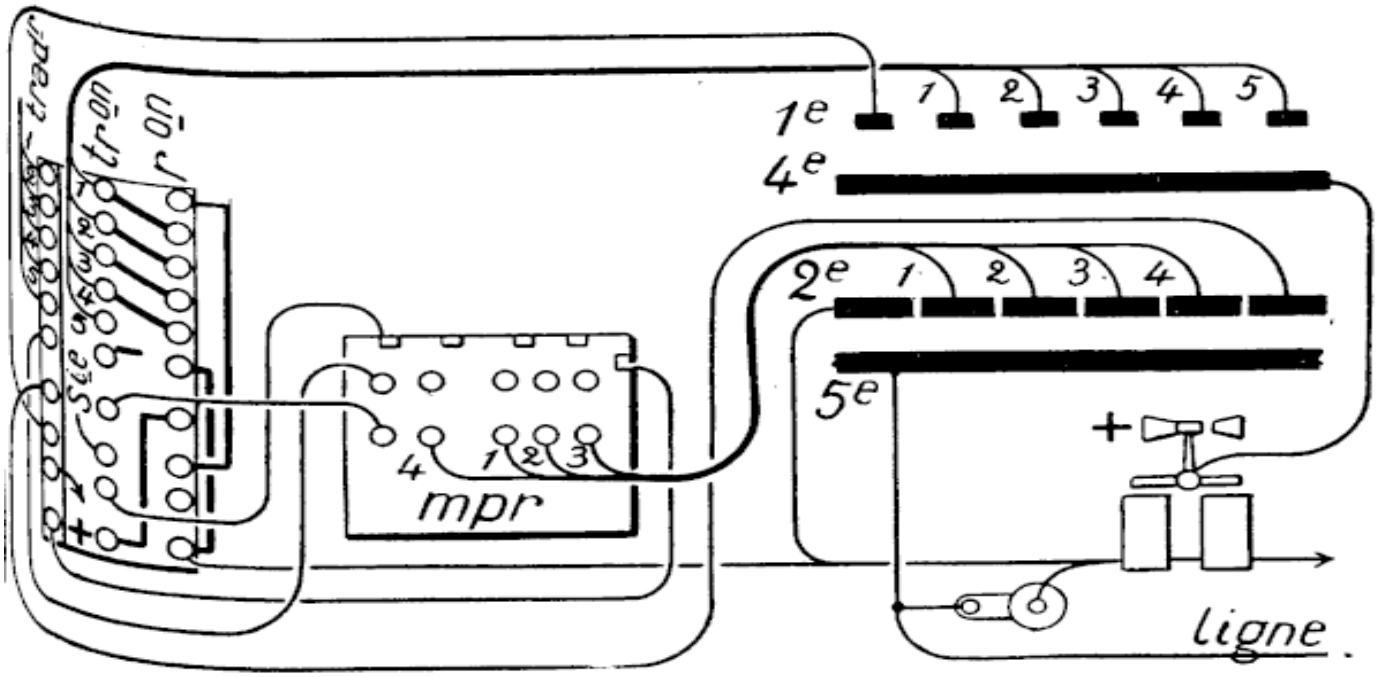


Fig. 151.

par le passage de la transmission à la réception et *vice-versa*.

D'autre part, sur les secteurs supportant la propagation et sur lesquels le contrôle et la réception ne pourraient pas toujours se faire sans un décalage entraînant la suppression du contrôle, celui-ci est pris par des contacts de la troisième couronne et un secteur correspondant de la sixième rattaché au massif du relais.

Les communications du secteur 1 de l'extrême (données par le schéma de la figure 150) sont identiques à celles du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secteur 2 du principal, il n'y a que les numéros des contacts qui diffèrent.

De même, le schéma de la figure 151 peut s'appliquer aussi bien au secteur 1 du principal qu'au secteur 2 de l'intermédiaire, sauf en ce qui concerne le numérotage des contacts. L'examen des schémas 150 et 151 montre que le commutateur multiple a aussi pour fonction de supprimer, dans la position de réception, les piles de travail et de repos des réglettes antérieures et postérieures du manipulateur et d'y substituer l'entrée du relais ; de la sorte les courants d'arrivée atteignent toujours le relais, quelle que soit la position des touches. Le commutateur supprime également la terre de la cadence, sur réception.

Les boîtes des coupures, à l'extrême et à l'intermédiaire, sont disposées comme dans une installation double ordinaire. Au poste principal, les communications des deux plateaux sont rattachées à une boîte des coupures commune (planche I).

Cas particulier. — Communications Paris = Auch = Mont-de-Marsan. — Cette communication présente une particularité remarquable ; c'est celle d'avoir tantôt Auch et tantôt Mont-de-Marsan comme poste intermédiaire : cela tient à ce que la communication peut être établie par Bordeaux ou par Toulouse, suivant les disponibilités des fils. Lorsque la ligne de Bordeaux est utilisée, c'est Mont-de-Marsan qui est poste intermédiaire et Auch poste extrême ; le contraire a lieu quand on emploie un fil de la ligne de Toulouse ; c'est Auch qui est poste intermédiaire et Mont-de-Marsan, extrême.

Pour satisfaire à cette condition chacun des deux postes est muni d'un plateau à 14 contacts, monté comme celui d'un poste extrême (corrigé) et un plateau à 17 contacts agencé comme celui d'un poste intermédiaire (correcteur).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est, en somme, dans chaque poste, les plateaux de l'extrême et de l'intermédiaire réunis sur une même cage de distributeur. Il suffit, pour passer d'une position à l'autre, de relever les balais sur le plateau inemployé et d'abaisser ceux du plateau qui doit être mis en service.

Par suite du changement de fonction du poste, les contacts de coupure, de transmission et de réception ne sont plus les mêmes. Ainsi quand le poste est intermédiaire, il transmet et reçoit par le deuxième secteur, envoie la coupure par la cinquième touche et le contact 15 de sa deuxième couronne ; il est coupé par le 1 de son secteur de première couronne. Si ce poste devient extrême, il reçoit et transmet alors par le premier secteur, coupe par la première touche et le contact 1 de sa deuxième couronne et reçoit la coupure par le 5 de sa première couronne. Enfin, en raison du changement de secteur, les prises de courant du frein et de la cadence doivent être déplacées.

Le résultat désiré est obtenu en multiplant les contacts de réception de la coupure (5 première P et 1 première A, fig. 152), ceux de contrôle (1, 2, 3, 4, 5, troisième P et 2, 3, 4, 5, 6, deuxième secteur, première A), ceux de frein et de cadence de chaque plateau, et, par l'adjonction d'un commutateur à sept broches qui, pour la réception, renvoie au commutateur à dix broches, dont le montage est normal, savoir :

Dans la position « intermédiaire » les communications des contacts 1, 2, 3, 4, 5, du premier secteur de première A ;

Dans la position « extrême », celles des contacts 1, 2, 3, 4, 5, de première P.

Le commutateur à sept broches établit, en outre, la communication de la première touche du manipulateur, sur « extrême », ou celle de la cinquième touche, sur « intermédiaire », avec le plot 7 de la rangée de transmission du commutateur à 10 broches, pour l'envoi de la coupure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

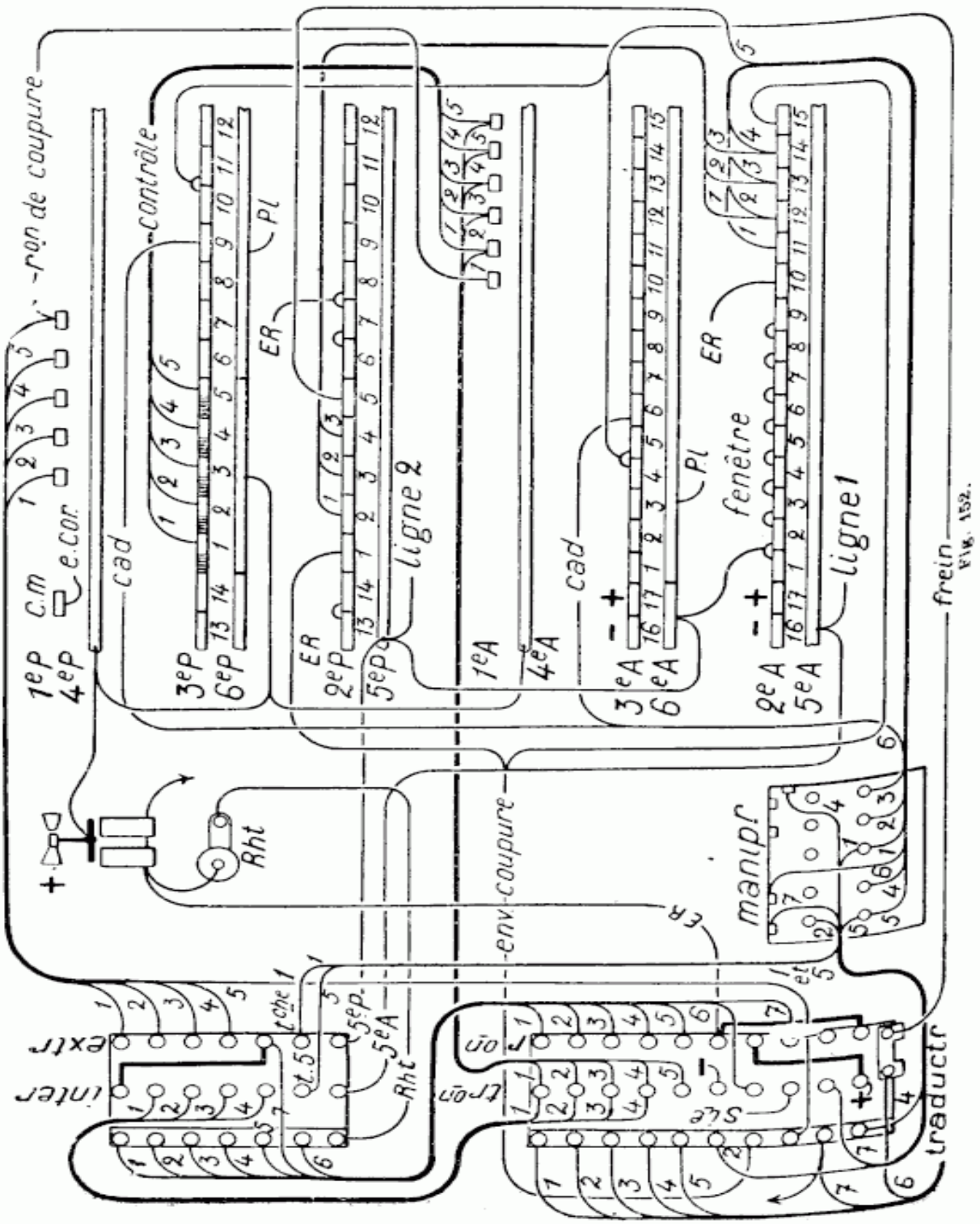


Fig. 152.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin l'entrée du rhéostat de la dérivation de contrôle est rattachée à la cinquième A ou à la cinquième P, selon que le poste est intermédiaire ou extrême.

Orientation. — L'orientation des postes échelonnés obéit aux principes généraux que nous avons exposés au chapitre de l'orientation, mais les manœuvres diffèrent en raison des dispositifs particuliers de ces installations spéciales.

Orientation du poste intermédiaire. — Le poste intermédiaire étant correcteur ne peut s'orienter qu'à l'aide d'une émission de travail faite par le poste principal. D'autre part, sa réception étant encadrée entre les contacts de correction et le passage direct (1 à 9 inclus) permettant la communication entre le principal et l'extrême, le déplacement du secteur de première couronne est très limité.

Dans ces conditions, l'opérateur du poste intermédiaire place les contacts de première couronne de façon que leur milieu coïncide avec celui des contacts de 2e C., demande la troisième au poste principal et vérifie si le courant reçu a une tendance à tomber sur la précédente ou sur la suivante. Pour cela l'opérateur déplace lentement et successivement le secteur dans les deux sens jusqu'à ce que la troisième manque. Si le déplacement est de même valeur dans les deux sens, en partant, bien entendu, de la position primitive prise pour le contrôle, l'orientation est bonne et les petits contacts sont bien placés au milieu des émissions du poste principal. Si, au contraire, la marge trouvée en déplaçant le secteur dans le sens du mouvement des balais, par exemple, est plus petite que celle obtenue en manœuvrant le secteur dans le sens inverse, c'est que les courants du principal arrivent en avance et ont une tendance à tomber sur la précédente. Dans le cas où la marge en sens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inverse serait plus petite que celle trouvée dans le même sens, il y aurait évidemment tendance à recevoir sur la suivante.

Cette constatation faite, le poste intermédiaire se replace dans la position primitive et demande au poste principal d'avancer l'envoi de ses courants, s'il y a tendance à chute sur la suivante, ou bien de les retarder si, au contraire, on a constaté une tendance à chute sur la précédente. Le poste intermédiaire peut même indiquer de quelle fraction de contact il faut avancer ou retarder.

Pour avancer ses courants, le poste principal pousse le plateau postérieur qui porte le contact mobile dans le sens du mouvement des balais ; pour les retarder, le déplacement a lieu en sens inverse. Si on se contentait d'agir sur le contact mobile en faisant suivre le secteur de réception, on risquerait de désorienter l'extrême.

Orientation du poste principal. — Par suite de l'emploi de deux plateaux au poste principal, une concordance de position entre ces deux organes doit être observée. Ainsi, on place les plateaux sur la cage du distributeur de façon que le balai de la deuxième couronne du plateau postérieur soit à la fin du contact 6, quand celui de la couronne de même numéro, du plateau antérieur, est sur le point d'entrer sur le contact 8, le contact mobile (plateau postérieur) ayant été amené dans une position telle que le balai de la première couronne soit sur le point de repère quand le balai de la deuxième couronne a parcouru un cinquième environ du contact 14.

Lorsque, sur la demande du poste intermédiaire, il faudra avancer ou retarder l'envoi des courants, la manœuvre s'opèrera en décalant le plateau postérieur tout entier dans le sens du mouvement des balais pour l'avance, et en sens inverse pour le retard. Mais en aucun cas on ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devra avancer au delà de la position où à la fin du 6 du plateau postérieur coïncide avec le commencement du 8 du plateau antérieur, ce qui amènerait une superposition de la cinquième émission du premier secteur à la première du deuxième secteur.

Cette position de concordance correspond d'ailleurs à une avance maxima des courants du principal vers l'intermédiaire, avance qui est généralement suffisante pour des lignes de 7 à 800 kilomètres en bon état.

Si, pour une raison quelconque, on ne pouvait déplacer suffisamment le plateau postérieur, on agirait sur l'antérieur mais en sens opposé.

Le contact mobile utilisé n'étant pas celui du plateau recevant les émissions de transmission de l'intermédiaire, il devient difficile de placer le secteur de réception de ce plateau avant d'être en relation avec le poste correcteur. La position doit être telle que, le balai de première couronne postérieure étant sur le point de repère du contact mobile, le milieu du dernier contact du secteur 3 de la première couronne antérieure soit à 1 /17 et 1 /2 en arrière du balai de cette couronne. Il est préférable de demander la troisième au poste intermédiaire et, après avoir cherché le commencement et la fin de cette émission, de placer le contact au milieu comme dans le cas d'un poste correcteur ordinaire.

La bonne réception du poste principal sur le secteur de l'intermédiaire dépendant de la position relative du contact mobile par rapport au dernier secteur de première couronne du plateau antérieur, il s'en suit que toutes les fois qu'on sera amené à déplacer le plateau postérieur dans un sens ou dans l'autre, pour orienter l'intermédiaire, il faudra opérer dans le même sens et de la même quantité sur le dernier secteur du plateau antérieur.

Si, par suite d'impossibilité matérielle, on était obligé



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'agir sur le plateau antérieur, les déplacements du dernier secteur de première couronne de ce plateau devraient être opérés en sens inverse de ceux du plateau lui-même pour conserver une bonne réception.

Il est à noter que le fait d'employer le contact mobile du plateau à 14 contacts permet d'avancer ou de retarder l'envoi des courants à la demande de l'intermédiaire sans que cette manœuvre ait une répercussion sur l'orientation du poste extrême.

Orientation entre principal et extrême. — Le poste principal et l'intermédiaire s'étant orientés mutuellement, l'extrême s'oriente à son tour. Pour cela, le contact mobile étant placé de façon que le balai de première couronne soit sur le point de repère quand celui de deuxième couronne est sur la fin du premier quart du contact 14, le poste extrême demande la troisième au principal, cherche le commencement et la fin de cette émission en manœuvrant son secteur de réception et place l'endroit de ce secteur pris comme point de comparaison, entre les deux marges déterminées, comme un correcteur ordinaire. Quant au poste principal, ses contacts du premier secteur de première couronne (plateau postérieur) étant placés de manière que le contrôle soit correct, il cherche, en déplaçant son secteur dans les deux sens, si la troisième expédiée par l'extrême a tendance à tomber sur la précédente ou sur la suivante et replace le secteur dans la position primitive en demandant à l'extrême d'avancer ou de retarder l'envoi de ses courants suivant la constatation faite. L'extrême agit alors en conséquence sur son contact mobile, mais il doit prendre soin d'opérer d'une façon symétrique sur son secteur de réception pour conserver sa propre orientation.

Remarque. — Avant de procéder à l'orientation, il est indispensable de vérifier, au préalable, si les balais sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien « au pair », c'est-à-dire si les balais des première et deuxième couronnes se trouvent bien au milieu du contact 1 de leur couronne respective.

COMMUNICATION DOUBLE ÉCHELONNÉE COMPLÈTE

Il n'y a rien de changé à l'installation précédente, en ce qui concerne les relations entre principal et extrême, et entre principal et intermédiaire. Celles de l'intermédiaire et de l'extrême sont établies à l'aide de plateaux à 17 contacts montés sur la face disponible de la cage du distributeur.

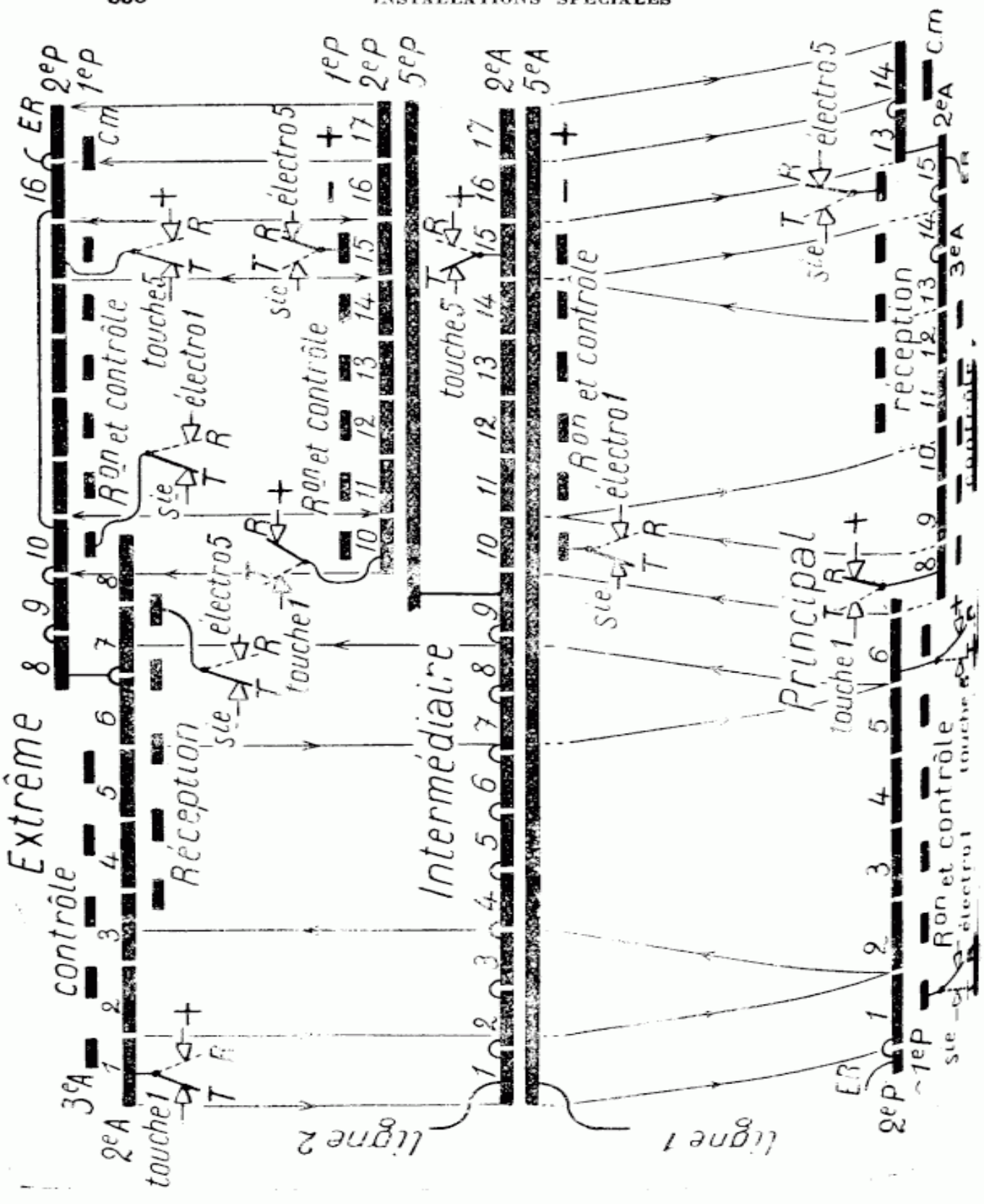
L'envoi de la correction, vers l'extrême, est effectué par les contacts 16 et 17 de la deuxième couronne du plateau supplémentaire de l'intermédiaire, 2eP (fig. 153). Les deux plateaux de ce dernier poste sont placés de façon que la correction soit envoyée simultanément à l'extrême et au principal.

L'intermédiaire transmet à l'extrême par les contacts 10, 11, 12, 13 et 14 ; celui-ci reçoit par les mêmes contacts et transmet par 11, 12, 13, 14 et 15.

Dans les deux postes, le contrôle et la réception ne se faisant pas par les mêmes contacts, un commutateur multiple est nécessaire pour mettre en relation les électro-aiguilleurs du traducteur tantôt avec les contacts 1, 2, 3, 4, 5 du secteur de la première couronne, tantôt avec les contacts 2, 3, 4, 5 et 6 du même secteur.

L'intermédiaire coupe l'extrême par le contact 10 de la deuxième couronne, lequel peut être relié à la première touche du manipulateur ou à la pile de repos. De même, la réception de la coupure, lancée par l'extrême vers l'intermédiaire, se faisant par le contact 15, celui-ci est en com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munication permanente avec l'entrée du relais, le sixième contact du secteur de la première couronne P étant connecté sur réception, avec le cinquième électro-aiguilleur du traducteur et, sur transmission, avec l'avertisseur d'appel et de coupure.

Ces diverses permutations sont opérées par la manœuvre

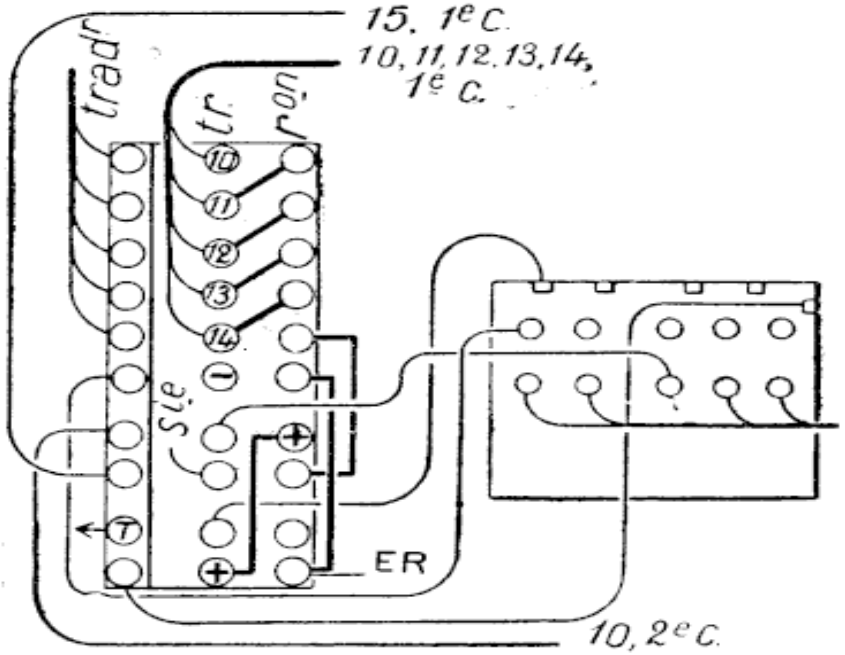


Fig. 154.

du commutateur multiple dont le montage est un peu différent de ceux des autres postes (fig. 154).

A l'extrême, le dispositif est à peu près le même, mais c'est le premier contact du secteur de la première couronne P qui reçoit la coupure, tandis qu'elle est expédiée, vers l'intermédiaire, par le contact 15 de la deuxième couronne P

Le schéma des communications du commutateur multiple est semblable à celui du premier secteur du poste principal ou du deuxième de l'intermédiaire vers le principal (fig. 151).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rhéostats de contrôle. — Le poste intermédiaire et le poste extrême devant transmettre tantôt vers le principal et tantôt vers l'autre, c'est-à-dire sur des lignes de résistances très inégales, il est indispensable que le contrôle soit pris à travers des rhéostats présentant une résistance appropriée à la ligne desservie. Ainsi, à la station intermédiaire, le rhéostat de contrôle vers le principal doit être plus résistant que celui destiné au contrôle de la transmission vers l'extrême.

De plus, si ces deux appareils étaient en dérivation simultanément sur la ligne, leur résistance résultante serait trop faible (pr. n° 4) et la plus grande partie des courants échangés entre les postes extrêmes, à travers la « fenêtre » du poste intermédiaire, trouveraient une issue à la terre par les deux rhéostats de contrôle et les relais de ce dernier poste. Affaiblis par cette perte, les courants risqueraient d'être insuffisants pour faire fonctionner correctement le relais à l'arrivée.

Pour obvier à cet inconvénient, le rhéostat 2, donnant le contrôle de la transmission vers l'extrême, n'est relié à la ligne, se dirigeant vers ce poste, qu'au moment où s'effectue ladite transmission (fig. 155).

En conséquence, la cinquième couronne du plateau postérieur, reliée, d'ailleurs, en permanence, avec la ligne 2 est en connexion non seulement avec les contacts de 1 à 9 de la deuxième couronne du plateau vers le principal, mais aussi avec un secteur de 5/17 de la sixième couronne placé en regard des contacts 10, 11, 12, 13 et 14 de la troisième couronne qui communiquent, tous les cinq, avec l'entrée du relais, à travers le rhéostat 2. Quand la transmission vers l'extrême a lieu, les courants peuvent donc se dévier à travers ce rhéostat, mais ne trouvent aucun débouché vers le principal et le rhéostat 1, puisque les balais ne sont pas sur les contacts de la « femêtre ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il en est de même des courants transmis vers le principal.

Enfin, par suite de cette disposition, les émissions d'extrême à principal, ou *vice-versa*, pourront bien se dériver à travers le rhéostat 1 qui est le plus résistant, mais la communication avec le rhéostat 2 et le relais 2 leur sera coupée, puisque les balais ne sont pas, à ce moment sur le deuxième secteur.

L'utilisation des contacts de 10 à 14 de la troisième cou-

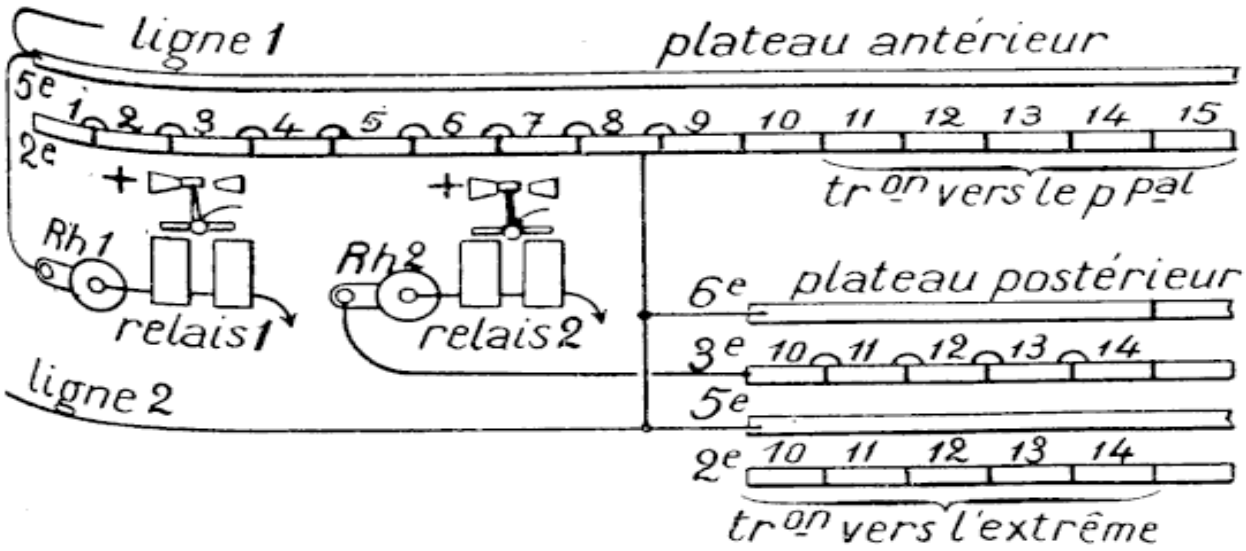


Fig. 155.

ronne du plateau postérieur, pour la dérivation de contrôle oblige à prendre les frein et cadence du secteur vers l'extrême sur la troisième couronne du plateau antérieur.

Le frein est pris sur les contacts 10 et 11 au lieu de 12 et 13 ; ceci entraîne le déplacement de la came-navette du traducteur en retard de 2 /17 sur la position où elle est diamétralement opposée au troisième aiguilleur.

Le poste extrême possède un dispositif semblable qui supprime la communication de la ligne avec le rhéostat le moins résistant (2, fig, 156) lors de la transmission vers le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principal, et qui laisse les rhéostats 1 et 2 en dérivation sur la ligne pendant la transmission vers l'intermédiaire, ce qui, dans ce dernier cas, ne présente plus d'inconvénient.

En résumé, chaque poste est muni de deux plateaux et de deux commutateurs multiples.

Le principal et l'extrême ont chacun un plateau à 14 pour leurs relations, et un plateau à 17 conctats pour celles

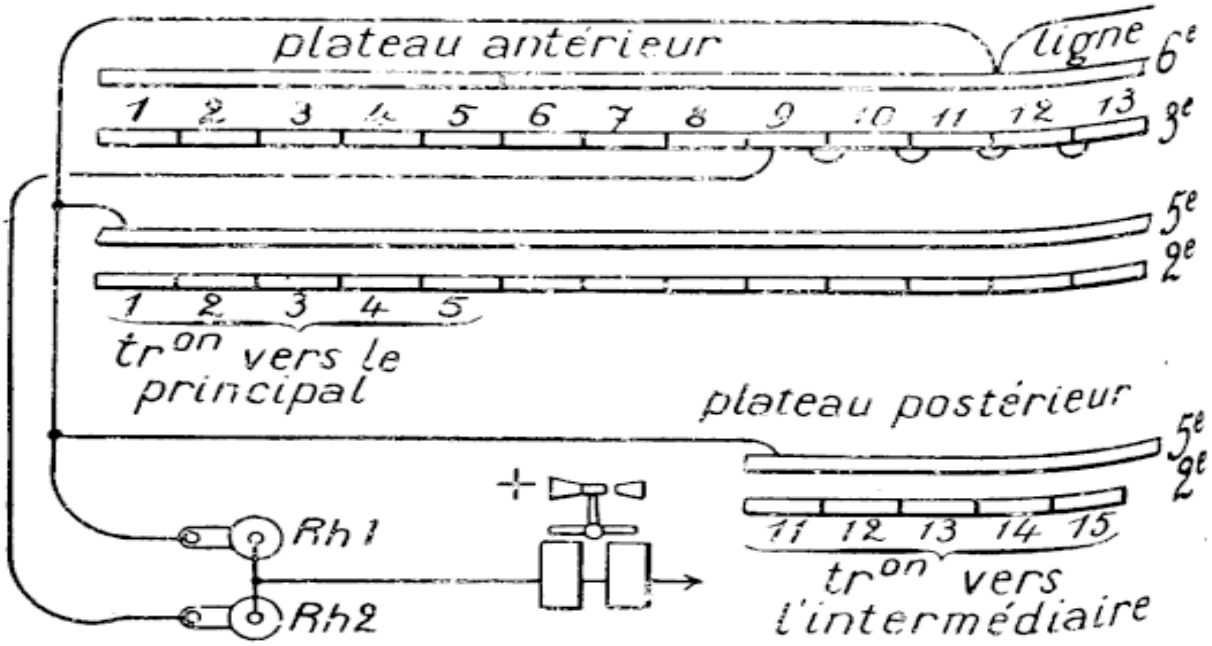


Fig. 156.

de l'intermédiaire, tandis que ce dernier poste a deux plateaux à 17, et possède, en outre, deux relais, un pour chaque ligne à desservir.

Orientation. — Le placement des secteurs à l'extrême au principal et à l'intermédiaire, côté du principal, s'opère comme dans le cas de l'échelonné simple. Cependant le poste extrême doit placer, au préalable, ses deux plateaux dans une position telle que le balai de la deuxième couronne du plateau à 14 se trouve entre les contacts 14 et 1, quand

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celui de la même couronne du plateau à 17 est entre les contacts 17 et 1.

Pour avancer ou retarder l'envoi de ses courants à la demande du principal, l'extrême déplace non plus son contact mobile, mais son plateau à 17 contacts tout entier dans le sens du mouvement des balais pour l'avance et en sens inverse pour le retard ; de cette façon, il reste orienté avec l'intermédiaire.

Entre extrême et intermédiaire, l'orientation se fait comme entre correcteur et corrigé. L'extrême place le dernier contact de son secteur de la première couronne de manière qu'il y ait un dix-septième et demi entre le milieu de ce contact et le point de repère du contact mobile. Quant à l'intermédiaire, il cherche, au moyen de son secteur de 6 contacts de la première couronne, la « troisième » envoyée par l'extrême et se place pour recueillir le milieu des émissions.

Il convient de remarquer que l'intermédiaire doit mettre ses deux plateaux en concordance, afin que les balais de chacun se trouvent simultanément au commencement des contacts de même numéro sur leur couronne respective ; il suffit de décaler l'un ou l'autre plateau pour obtenir la position convenable.

COMMUNICATION TRIPLE ÉCHELONNÉE SIMPLE OU COMPLÈTE

L'application du système de coupure par contact spécial a été faite également aux installations pour communications triples. Bien que le principe soit le même que celui des communications doubles, les installations diffèrent assez pour qu'il soit nécessaire de les étudier particulièrement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Diagramme. — La figure 157 donne la répartition des secteurs dans une communication triple échelonnée complète comportant deux secteurs pour le trafic « principal intermédiaire ».

Le poste principal est muni d'un seul plateau à 19 contacts ; chacun des deux autres postes est pourvu de deux plateaux du même type.

Entre extrême et principal, le diagramme dans cette partie est identique à celui de la communication double, avec cette différence que la fenêtre ne comporte que 7 contacts 1/2 au lieu de 9. Le schéma des communications du premier secteur du principal est semblable à celui du même secteur de l'installation double (fig. 151). De même, le schéma du premier secteur de l'extrême de l'installation triple est pareil à celui du secteur correspondant de l'installation double (fig. 150).

Relations entre le principal et l'intermédiaire. — Le poste principal transmet à l'intermédiaire par les contacts 7, 8, 9, 10 et 11 et en reçoit par 13, 14, 15, 16 et 17, les courants correcteurs tombant sur les 18 et 19. Il n'y a pas de coupure spéciale puisque chacun des deux postes dispose en permanence d'un secteur. L'itinéraire des courants, dans ces deux secteurs, est le même que dans une installation triple ordinaire.

Cependant, pour permettre de faire le service par un seul traducteur, dans le cas d'un trafic n'exigeant pas l'utilisation simultanée des deux secteurs, on a installé sur le deuxième secteur un *commutateur à broches* (planche II), permettant de mettre le traducteur 2 en relation avec le deuxième secteur de la première couronne (contacts 7, 8, 9, 10, 11), dans la position de transmission, ou avec le troisième secteur (contacts 13, 14, 15, 16, 17), pendant la réception. Ce commutateur amène aussi au manipulateur les courants de frein des traducteurs 2 et 3. Dans la position de trans-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

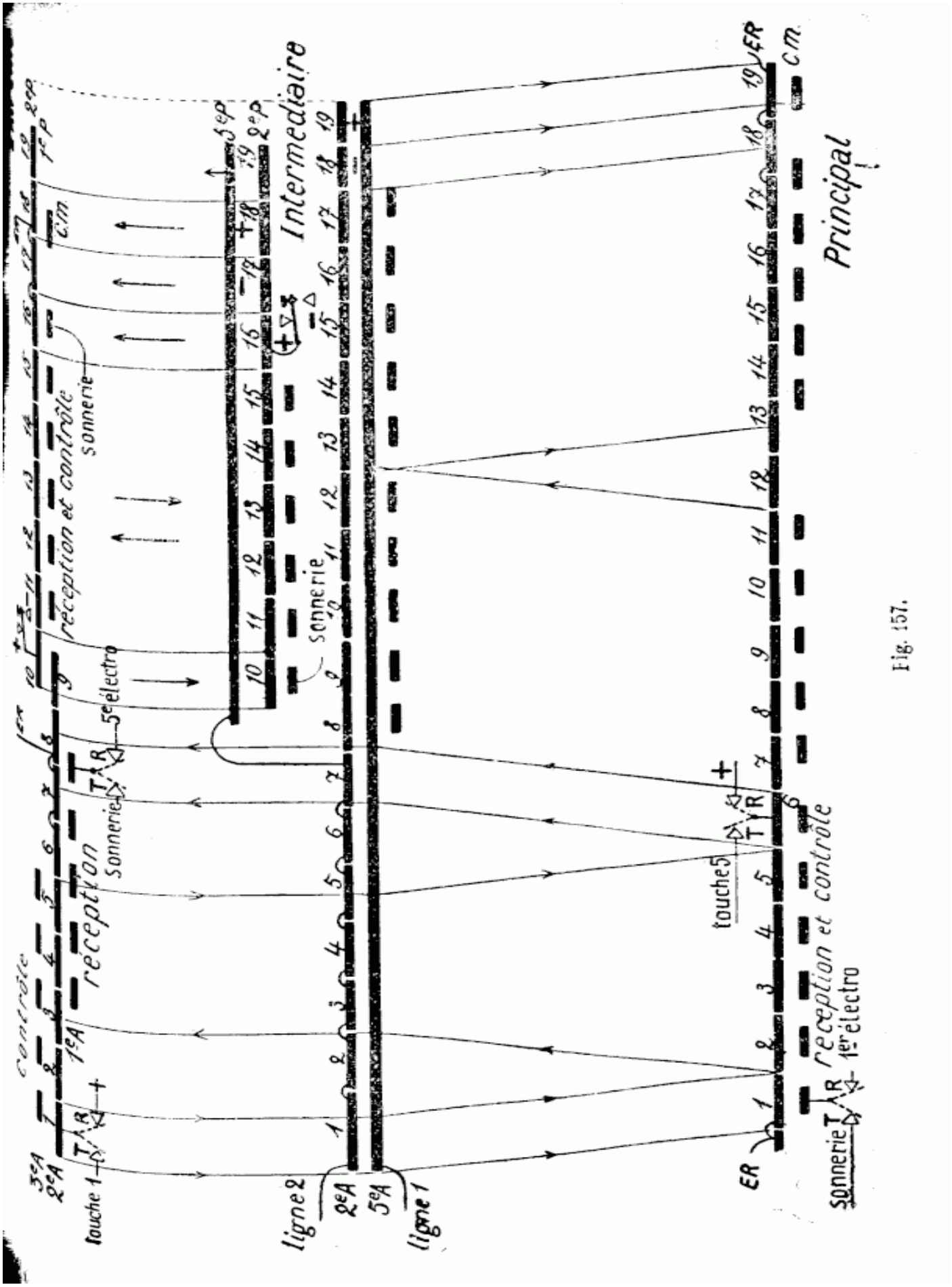


Fig. 157.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mission du *commutateur du manipulateur*, le frein du traducteur 2 reçoit son courant normal, c'est-à-dire celui du deuxième secteur. Mais dans la position de réception, le même électro-frein est parcouru par le courant destiné, ordinairement, au traducteur 3. Grâce à cette disposition, la came-navette est toujours convenablement placée au moment de l'aiguillage.

Le *commutateur à broches*, dans la position d'alternat I, relie la borne ER du manipulateur avec la pile de repos, de sorte que cette dernière arrive à la réglette postérieure, même dans la position de réception du commutateur du manipulateur. Ainsi, le courant de repos du manipulateur est toujours envoyé sur la ligne pendant la réception des émissions du troisième secteur, bien que la manette du manipulateur 2 soit sur réception.

Pour l'alternat, le commutateur à broches sera mis dans la position I et celui du manipulateur servira seul pour passer de la transmission à la réception. Lorsqu'on voudra utiliser simultanément les deux traducteurs, on devra replacer le commutateur à broches dans la position II et les commutateurs des manipulateurs 2 et 3 seront disposés, l'un pour la réception et l'autre pour la transmission.

Il est possible de recevoir simultanément par les secteurs 2 et 3, mais, pour que le frein du traducteur 2 soit actionné, il faut relier les huitièmes plots des rangées 2 et 3 du commutateur à broches. Cette communication provisoire devra être supprimée quand on reprendra l'alternat par le traducteur 2.

Le poste intermédiaire, sur son troisième secteur est muni d'une installation analogue à celle du principal.

Envoi de la correction. — Les courants correcteurs sont expédiés *vers le principal* par les contacts 18 et 19 de la deuxième couronne. Ces contacts ont été réduits à 1/24

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chacun de façon à assurer un passage plus large aux émissions des extrêmes ; on gagne ainsi un demi-contact environ qui sert à allonger le premier contact de la « fenêtre ».

Grâce à cet artifice, le diagramme peut être établi pour une propagation maxima d'un contact et demi, aller et retour (fig. 157). Il existe, dans ces conditions, un léger croisement entre la fin de la transmission du principal vers l'intermédiaire, et le commencement de la transmission de ce dernier vers le principal.

Vers l'extrême, la correction est envoyée par les contacts 17 et 18 de la troisième couronne si la communication est simple, ou par 17 et 18 de la deuxième couronne du plateau supplémentaire, si la communication est complète ; le contact 19 est mis à la terre pour faciliter la décharge de la ligne, du côté de l'extrême, pendant l'expédition de la correction vers le principal.

On pourrait croire *a priori*, que le décalage en avance du plateau postérieur (un contact dans le sens inverse du mouvement des balais) joint à l'envoi en avance (17 et 18 au lieu de 18 et 19) d'un contact également de la correction vers l'extrême aura pour résultat d'avancer de deux contacts les courants de l'extrême vers le principal. Il n'en est rien, parce que le point de repère du contact mobile du poste extrême coïncide avec l'intervalle des contacts 17 et 18 (au lieu de 18 et 19) et que, d'autre part, le plateau postérieur de ce même poste est déplacé de trois quarts de contact en retard, par rapport au plateau antérieur (fig. 157): l'avance donnée par l'intermédiaire est donc réduite à un quart de contact, avance normale, lorsque la propagation, aller et retour, atteint une valeur d'un contact et demi.

Dans le cas d'une communication échelonnée simple, le poste intermédiaire ne possédant qu'un plateau, la correction est envoyée à l'extrême par les contacts 17 et 18 de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la troisième couronne et un secteur de 2/19 découpé dans la sixième couronne.

Les deux postes intermédiaire et extrême, disposant de neuf contacts pour le trafic, on a pu affecter spécialement à la coupure les contacts 10 et 16, les transmissions s'échangeant par les contacts 11, 12, 13, 14 et 15. L'extrême coupe l'intermédiaire par 10, et ce dernier le coupe par le 16; ces contacts sont reliés, en permanence, le 10 de l'extrême et le 16 de l'intermédiaire, à une clé de coupure ; le premier contact du troisième secteur de la première couronne de l'intermédiaire et le dernier contact du troisième secteur de la première couronne de l'extrême sont rattachés chacun à un avertisseur.

Dans ces conditions, un commutateur multiple n'est pas nécessaire et les manipulateurs et traducteurs destinés aux relations des deux postes, sont montés comme dans une installation ordinaire.

Pour éviter la dérivation des émissions destinées aux extrêmes, à travers les rhéostats de contrôle de l'intermédiaire et, au départ de l'extrême, à travers le rhéostat peu résistant destiné à prendre le contrôle de la transmission vers l'intermédiaire, on a appliqué le dispositif déjà décrit dans la communication doublée échelonnée complète.

Communication triple échelonnée donnant deux secteurs entre principal et extrême. — Dans le cas où la communication « principal = extrême » comporte deux secteurs l'installation du principal n'est pas modifiée, mais l'intermédiaire se substitue à l'extrême vis-à-vis du principal. Les contacts de 8 à 17 inclus, du plateau antérieur, sont reliés ensemble à la ligne vers l'extrême de manière à former la « fenêtre », et la correction est envoyée, dans la même direction, par les contacts 6 et 7 de la troisième couronne, si la communication est simple (fig. 158) ; dans le cas de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'échelonné complet, le même résultat est obtenu en décalant le plateau postérieur de façon que le balai de la deuxième couronne, de ce plateau, se trouve au commencement du contact 17 quand celui de la même couronne, du plateau antérieur, est dans la même position sur le contact 6.

Le contact 17 de la deuxième couronne est plus long que

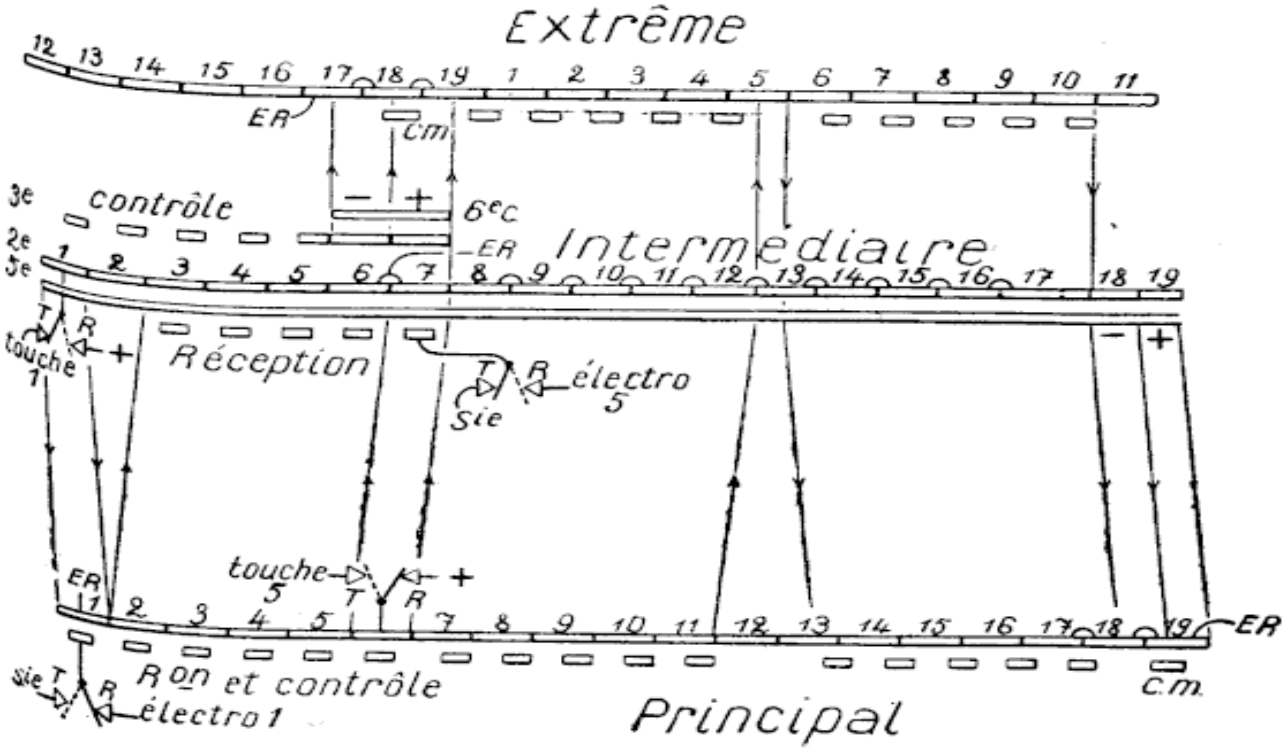


Fig. 158.

les autres ; il vaut 3/34 de circonférence, soit un contact et demi.

Orientation. — Cette manœuvre s'exécute d'après le principe déjà exposé pour les installations doubles de postes échelonnés.

Dans le cas de l'échelonné complet comportant deux secteurs entre principal et intermédiaire, le balai de la deuxième couronne du plateau antérieur de ce dernier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poste doit être à la fin du contact 17, lorsque celui de la couronne de même numéro du plateau postérieur est à la fin du contact 18. Ce résultat est obtenu par le décalage des plateaux. L'orientation entre *intermédiaire* et *principal*, ainsi qu'entre *intermédiaire et extrême*, se fait dans les mêmes conditions qu'entre correcteur et corrigé sur les communications ordinaires. Seulement l'extrême place le point de repère de son contact mobile de sorte que celui-ci soit sous le balai de la première couronne pendant que le balai de la deuxième couronne est situé entre les contacts 17 et 18. En outre, le même poste veille à ce que le *milieu du dernier* contact *écourté* soit à un contact et demi en avant du point de repère. Quant au poste principal, il dispose son contact mobile pour que le balai de la deuxième couronne ayant parcouru le premier quart du contact 19, celui de la première couronne appuie exactement sur le point de repère. Ceci fait, il met une distance de $\frac{1}{2} \times \frac{1}{19} + \frac{1}{24}$ de circonférence entre le *milieu du dernier contact écourté* de première couronne et le point de repère. Cette longueur de $\frac{1}{2} \times \frac{1}{19} + \frac{1}{24}$ de circonférence n'étant pas facilement mesurable, il sera toujours bon de la contrôler en demandant la troisième au poste intermédiaire, et en déterminant, expérimentalement, la position exacte du secteur.

Entre extrême et principal, l'orientation est opérée comme dans le cas des installations doubles, seulement, il faut remarquer que, si la communication est complète, l'extrême doit, au préalable, établir entre ses plateaux une concordance telle que le balai de la deuxième couronne du plateau en service avec le principal (antérieur) ait parcouru le *premier quart du contact* 1 (cas de la propagation maxima) au moment où celui de la couronne correspondante, du plateau desservant l'intermédiaire (postérieur), arrivera

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur le contact 2. Cette position pourra d'ailleurs être modifiée par l'orientation subséquente du principal. En effet, celui-ci, ayant placé les contacts du premier secteur de la première couronne pour que le milieu de chacun d'eux coïncide avec celui des contacts correspondants de la deuxième couronne, se contentera de vérifier si les émissions de l'extrême ont tendance à tomber sur la précédente, ou sur la suivante, et lui demandera, selon le cas, de retarder ou d'avancer l'envoi de ses courants. Cette manœuvre est exécutée, au poste extrême, en déplaçant le contact mobile, si la communication est simple, ou le plateau postérieur tout entier, si la communication est complète.

L'extrême s'oriente à son tour au moyen de la troisième expédiée par le principal. La position convenable du secteur de première couronne pourra toujours être atteinte sans que le contrôle soit sacrifié puisqu'il est pris sur les contacts de la troisième couronne.

Dans la communication donnant deux secteurs à l'extrême, l'orientation s'opère pareillement. Mais il faut que le poste intermédiaire établisse la concordance voulue entre ses plateaux pour que le balai de la 2e couronne antérieure, soit entre les contacts 6 et 7, lorsque celui de la couronne, de même numéro, du plateau postérieur (vers l'extrême) est entre les contacts 17 et 18.

Emploi du plateau à 20 contacts. — L'adoption récente du type de plateau à 20 contacts a permis de réaliser, au prix de quelques complications, une combinaison permettant au poste intermédiaire ou au poste principal de transmettre par deux secteurs à la fois dans un même sens.

La disposition du premier secteur est identique, au poste principal, à celle du secteur correspondant de la communication à 19 contacts ; nous n'y reviendrons donc pas.

La transmission du poste principal à destination de l'in-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

termédiaire s'effectue normalement par le deuxième secteur

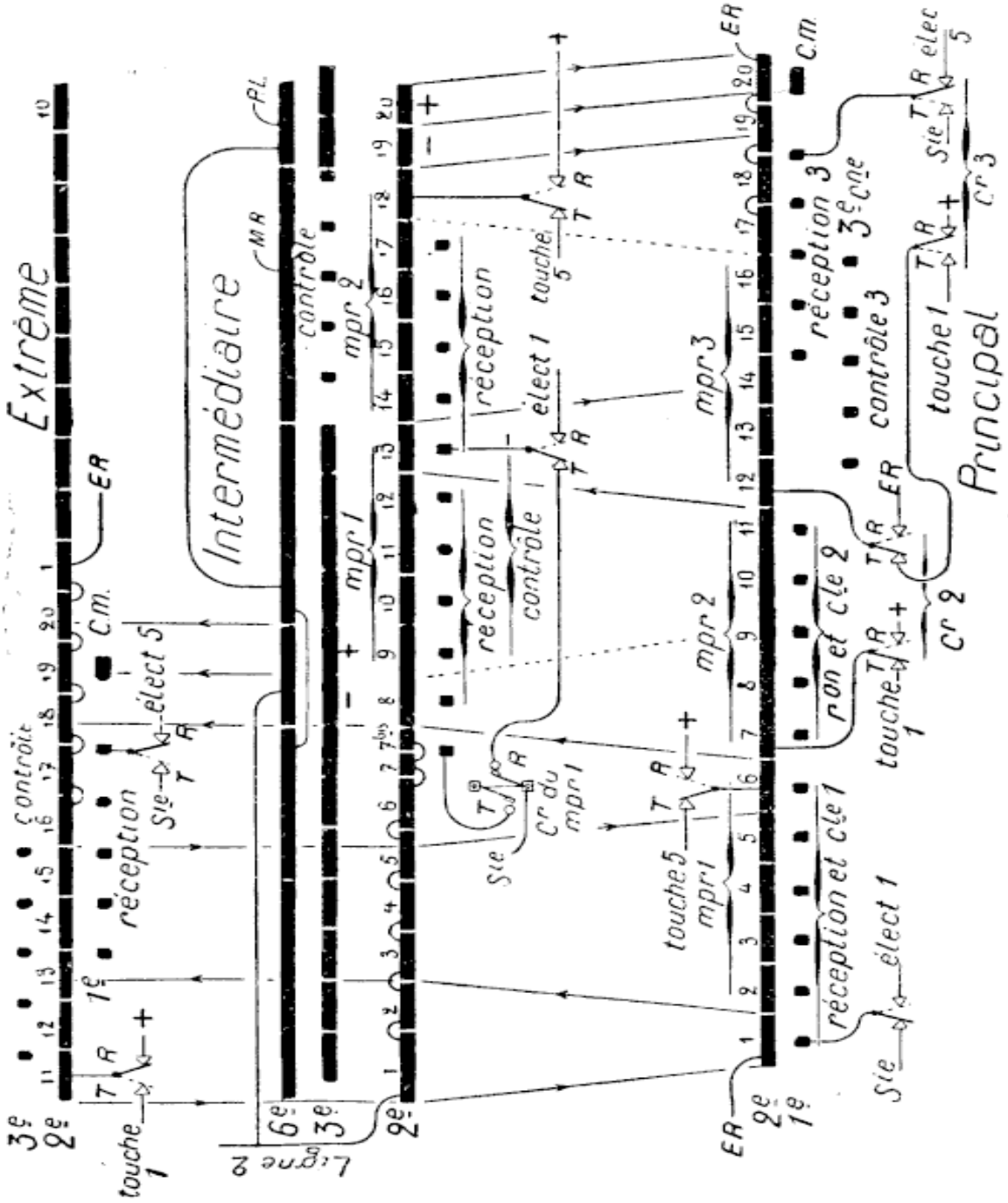


Fig. 159.

(fig. 159). Les ressorts du manipulateur 2 sont reliés, à cet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

effet, aux contacts 7, 8, 9, 10 et 11 de la deuxième couronne ; mais la liaison de la première touche du manipulateur avec le contact 7 est opérée par l'intermédiaire d'un commutateur à cinq broches placé sur le deuxième secteur et dans la position de transmission seulement ; dans la position de réception, le contact 7 est en relation avec la pile de repos.

Le poste intermédiaire reçoit par les contacts 8, 9, 10, 11 et 12 de la deuxième couronne et les contacts 2, 3, 4, 5 et 6 du deuxième secteur de première couronne ; le contact 1 de ce secteur peut être relié, par le commutateur du manipulateur 1, à une sonnerie de coupure pendant la transmission et isolé pendant la réception ; dans ce dernier cas, le secteur est orienté comme l'indique le diagramme.

Le poste intermédiaire transmet par les contacts 14, 15, 16, 17 et 18 de deuxième couronne ; le contrôle de cette transmission est reçu par les contacts de même numéro de la troisième couronne qui ont été écourtés en conséquence.

Lorsque la propagation aller et retour atteint la valeur d'un vingtième et demi de circonférence, la réception, au poste principal, a lieu par le manipulateur 3 (contacts 14, 15, 16) et par les contacts 17, 18 et 19 reliés directement à l'entrée du relais.

Le poste principal peut transmettre d'une façon continue par le deuxième secteur et alterner par le troisième. Dans ce but, un commutateur multiple à 10 broches dessert ce dernier secteur et met le traducteur 3 en relation avec les contacts du troisième secteur de la première couronne, pour la réception, et avec ceux de la troisième couronne (12, 13, 14, 15 et 16), pour le contrôle de la transmission ; le contact 5 du troisième secteur de première couronne est rattaché, suivant le cas, au cinquième électro-aiguilleur du traducteur 3 ou à une sonnerie de coupure. Le Principal coupe l'Intermédiaire par la touche 1 de son manipulateur 3 et le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact 12 de deuxième couronne ; ce contact émet un courant de repos lorsque le commutateur à broches du troisième secteur est sur réception et celui du deuxième sur transmission.

Quand la transmission du Principal s'effectue simultanément par les manipulateurs 2 et 3, l'Intermédiaire a la faculté de couper par son contact 18 de deuxième couronne rattaché par un commutateur à broches à la touche 5 de son manipulateur 2. La coupure est reçue au Principal par le contact 5 du troisième secteur de première couronne, mais, rien n'indiquant que cette coupure s'adresse plutôt à un secteur qu'à l'autre, les deux transmissions sont arrêtées du même coup.

Le poste intermédiaire peut aussi prendre les deux secteurs pour sa transmission, mais alors les secteurs 2 et 3 de première couronne doivent être décalés d'un vingtième de circonférence dans le sens du mouvement des balais, et le commutateur multiple placé sur transmission.

Au principal, le commutateur du secteur 2 étant sur réception, le contact 7 émet, à tous les tours, un courant de repos ; la réception du deuxième secteur s'opère par les contacts 9, 10, 11, 12 et 13 ; les contacts 9, 10 et 11 sont rattachés à l'entrée du relais par le commutateur du secteur 2, les contacts 13 et 14, le sont par le manipulateur et le commutateur du secteur 3 et enfin le 12, par l'intermédiaire du commutateur du deuxième secteur. Dans la position de transmission, la liaison du contact 12 est renvoyée au septième plot de la base du commutateur à broches du troisième secteur ; dans la position de réception, elle est rattachée à l'entrée du relais. Le deuxième secteur de première couronne doit être bloqué contre le troisième quand la réception s'opère simultanément par ces deux secteurs.

Le poste principal coupe les deux transmissions à la fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par la touche 1 de son manipulateur 2 dont le commutateur est mis au préalable sur transmission.

La correction est envoyée au principal par l'intermédiaire au moyen de deux contacts de 4/100 de circonférence, au lieu de 5/100, longueur des contacts ordinaires. Les 2/100 de circonférence ainsi gagnés sont ajoutés au contact 1 de la même couronne, qui a, par conséquent, 7/100 de circonférence.

Vers l'extrême la correction est envoyée par les contacts 8 et 9 de troisième couronne. Ce poste reçoit par suite la transmission du principal par les contacts 13,14,15, 16, 17 et 18 et la correction par 19 et 20. La transmission vers le principal s'opère par les contacts 11, 12, 13, 14 et 15. Les contacts 16, 17, 18, 19, 20 et 1 sont rattachés directement à l'entrée du relais.

Le montage du commutateur à broches du troisième secteur du principal est conforme au schéma de la figure 150 avec cette différence que la liaison entre le contact de deuxième couronne affecté à l'émission de la coupure (c'est le 12, dans le cas qui nous occupe) et le septième plot de la base du commutateur se fait par l'intermédiaire du commutateur à broches du deuxième secteur.

Le commutateur à broches du poste intermédiaire est monté d'une façon à peu près semblable ; la figure 160 en donne le schéma. Le contact 18 de deuxième couronne est relié au plot 7 de la base ; sur transmission, la liaison est établie avec la touche 5 du manipulateur 2 et sur réception avec la pile de repos.

Au plot 8 de la base aboutit le fil venant du contact 1 du troisième secteur de première couronne ; sur réception, la communication est établie avec l'électro-aiguilleur 1 du deuxième traducteur, par les plots 1 du commutateur à broches, et sur réception la même communication est renvoyée au plot 4 du manipulateur 1. Quand le commuta-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur de ce manipulateur est sur réception, le plot 4 du manipulateur est rattaché à la sonnerie de coupure par le plot 2 ; le contact 1 du deuxième secteur de première couronne est isolé de ce fait. Dans la position de transmission

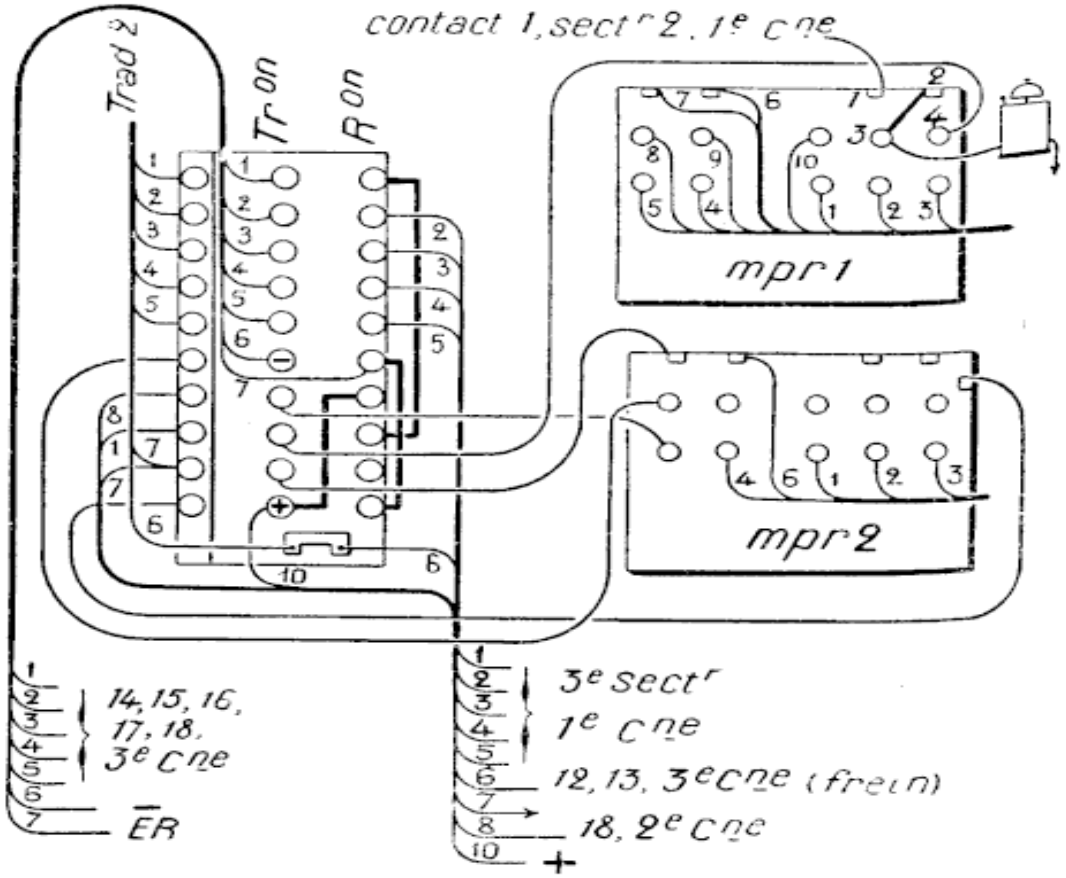


Fig. 160.

du commutateur de ce manipulateur 1, la liaison a lieu entre la sonnerie et le contact 1 du deuxième secteur de première couronne et elle est rompue, au contraire, avec le huitième plot de la rangée de transmission du commutateur à broches.

Rappelons que les plots 1 et 3 du manipulateur sont reliés ensemble lorsque le commutateur du manipulateur est dans la position de transmission et que, dans la posi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion de réception, ce sont les plots 2 et 4 qui communiquent.

Il n'y a rien de particulier quant à l'orientation des trois postes ; les manœuvres sont les mêmes que pour les plateaux à 19 contacts.

COMMUNICATIONS QUADRUPLES ÉCHELONNÉES

Répartition des secteurs. — La répartition des secteurs entre les trois postes échelonnés sur la ligne est variable selon l'importance de leur trafic et donne lieu à l'établissement de trois types différents. La disposition la plus ancienne attribue deux secteurs à chaque poste : elle a été utilisée pour la communication Paris-Roubaix-Tourcoing, c'est la plus simple.

Une disposition plus récente permet au poste principal l'emploi de trois secteurs avec l'intermédiaire ou avec l'extrême ; le secteur restant exploité à l'alternat entre le poste principal et le moins chargé des deux autres postes. Bien que le diagramme diffère suivant que les trois secteurs sont en service avec l'extrême ou avec l'intermédiaire, l'installation du poste principal est identique dans les deux cas.

Communication quadruple échelonnée à deux secteurs pour chaque poste. — La figure 161 donne le diagramme du dispositif. Le poste intermédiaire envoie la correction au principal par 23 et 24 de la deuxième couronne et à l'extrême par 23 et 24 de la troisième couronne et un secteur de 2/24 découpé dans la sixième couronne et relié à la ligne 2. Lorsque la propagation aller et retour n'exige que la valeur d'un contact — c'est le cas envisagé dans le diagramme de la figure 161 —, le principal place son con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tact mobile de façon que le point de repère soit sous le balai de la première couronne quand celui de la deuxième est entre les contacts 22 et 23. Il résulte de ce décalage que la transmission du principal peut commencer à partir du contact 24. A cet effet, son manipulateur 1 est rattaché aux contacts 24, 1, 2, 3, et 4 de la deuxième couronne.

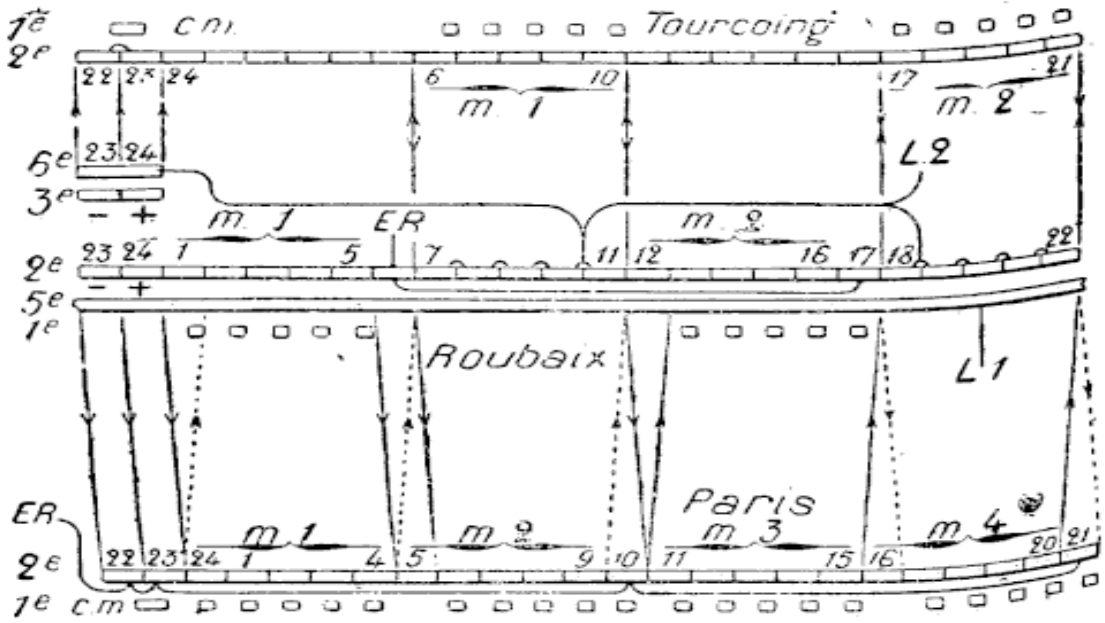


Fig. 161.

A part ce détail, l'installation est semblable à celle du Baudot quadruple ordinaire.

Normalement, l'extrême transmet par le premier secteur et reçoit par le troisième. L'intermédiaire dispose des deux autres secteurs, le deuxième pour sa transmission, le quatrième pour sa réception.

La disposition de ce diagramme est très avantageuse parce qu'elle permet à chacun des postes de travailler, le cas échéant, à l'alternat sur l'un ou l'autre des secteurs dont il dispose.

D'autre part, aucun dispositif spécial n'est nécessaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

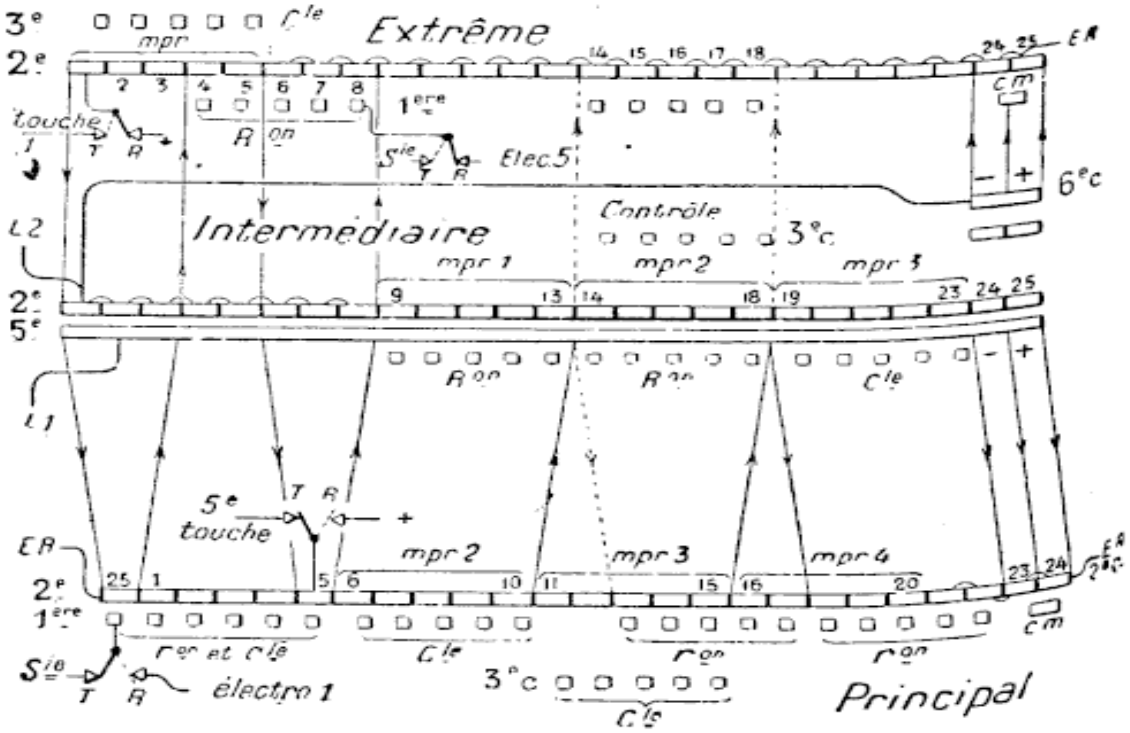
pour la coupure puisque cette opération peut s'effectuer comme sur les installations ordinaires, c'est-à-dire par le secteur affecté à la transmission.

L'orientation est très simple. Le poste principal et l'extrême opèrent comme des postes corrigés ordinaires et l'intermédiaire comme un correcteur ; ce dernier, pour faciliter le placement de son secteur de réception peut demander au principal de déplacer le contact mobile dans le sens voulu. Le principal agirait de même par rapport à l'extrême.

Communication quadruple échelonnée à répartition inégale des secteurs. — Comme il a été dit plus haut, la communication peut comporter un secteur entre principal et extrême et trois secteurs entre principal et intermédiaire, ou, encore trois secteurs entre principal et extrême et un secteur entre principal et intermédiaire. Le secteur d'alternat est toujours le premier ; il est monté comme le secteur correspondant des postes échelonnés desservis au double et au triple Baudot (fig. 150 et 151). Les trois autres secteurs sont identiques, au point de vue du montage et de l'utilisation, à ceux des installations pour communications triples ordinaires (p. 139).

Au poste principal, les contacts 25, 1, 2, 3, 4, et 5 forment le premier secteur (fig. 162 et 163) ; ceux de 6 à 22 inclus comprennent les trois autres secteurs. Les courants correcteurs sont reçus par les contacts 23 et 24. Normalement le principal transmet par le deuxième secteur et reçoit par le quatrième ; le troisième secteur est utilisé pour la transmission du poste le plus chargé. Le contrôle sur ce dernier secteur est pris par la troisième couronne, alors que la réception s'opère par les contacts de la première. Un commutateur est donc indispensable pour rattacher le traducteur 3 avec les contacts de première couronne pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires


Extrême
Intermédiaire
Contrôle
Principal
touche
Elec.5
électro 1
mpr 1
mpr 2
mpr 3
mpr 4
mpr
touche
Ron
Cle
Ron et Cle
Cle
Ron
Ron
Cle
Cle
Cle

la réception et avec ceux de la troisième pour l'obtention du contrôle. Le montage de ce commutateur est indiqué dans la figure 115.

Au poste intermédiaire, si la communication entre principal et extrême ne comporte qu'un secteur (fig. 162), les contacts de 1 à 8 inclus sont reliés à la ligne 2 et ceux de 9 à 23 inclus servent à la communication avec le principal.

Quand trois secteurs sont affectés au service entre principal et extrême (fig. 163), les contacts de 9 à 23 du poste intermédiaire sont rattachés à la ligne 2 et ceux de 1 à 8 servent pour la transmission et la réception entre intermédiaire et principal.

Le montage du premier secteur de l'intermédiaire, dans ce dernier cas, ou celui de l'extrême, dans le cas contraire, est conforme au schéma de la figure 150.

Un dispositif particulier installé à l'intermédiaire donne la possibilité de céder momentanément le secteur 3 à celui des postes qui ne dispose que d'un seul secteur avec le principal. A cet effet, les contacts de 14 à 18 de la deuxième couronne de l'intermédiaire sont reliés aux plots de base d'un commutateur à cinq broches et sont mis, suivant l'occurrence, en communication avec le manipulateur 2 ou avec la ligne 2.

Quant à l'orientation, elle ne présente rien de spécial. C'est toujours l'intermédiaire qui fait placer le contact mobile du principal, ce dernier agissant de même vis-à-vis de l'extrême.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XIV

TRANSLATIONS BAUDOT

Nécessité d'une translation. — L'intensité d'un courant à l'arrivée, est d'autant plus faible que la résistance du circuit est plus grande et l'isolement du conducteur moins élevé. La résistance d'un circuit télégraphique comprend la résistance de la pile, du récepteur, des prises de terre et de la ligne.

Nous ne considèrerons que cette dernière, sa valeur est donnée par la formule :

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

qui s'énonce ainsi : la résistance est proportionnelle à la longueur du conducteur, en raison inverse de sa section et dépend d'un coefficient ρ appelé résistivité ou résistance spécifique (pr. n° 29).

Par conséquent, les lignes longues ou constituées par un fil de faible diamètre, abstraction faite de la nature du métal, seront les plus résistantes.

Un courant, ayant traversé une ligne de ce genre, sera affaibli non seulement par les résistances qu'il aura dû vaincre, mais aussi par les dérivations accidentelles du conducteur : il n'apparaîtra à la station d'arrivée, qu'avec une intensité amoindrie.

Or l'action électromagnétique du courant sur les noyaux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'électro-aimant récepteur est proportionnelle à l'intensité de ce courant (pr. nº 30). Donc, si le courant est faible, l'aimantation développée risque d'être insuffisante pour provoquer le déplacement de l'armature.

On peut augmenter, il est vrai, le voltage de la source électrique ; mais il ne faut pas perdre de vue que les dérivations de la ligne, ainsi que les effets d'induction électromagnétiques et électrostatiques sur les conducteurs voisins seront augmentées. D'autre part, le conducteur prenant une charge d'autant plus grande que la force électromotrice

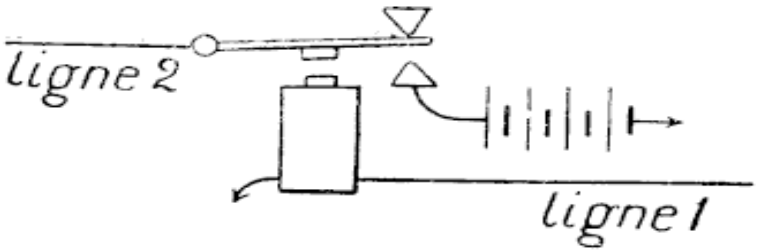


Fig. 164.

de la source est plus élevée, aura besoin d'un temps plus long pour revenir à l'état neutre, ce qui est de nature à ralentir la vitesse de transmission et à entraîner la déformation des signaux, comme nous le verrons plus loin.

Pour éviter ces multiples inconvénients, on a scindé les longues lignes et intercalé, entre chaque tronçon, un appareil appelé *relais*. Il se compose essentiellement d'un électro-aimant (fig. 164) dont la sortie est à la terre et l'entrée reliée à une section de la ligne. L'armature de cet électro-aimant est en communication avec la deuxième portion de la ligne et peut venir, quand elle est attirée sur les noyaux au contact d'un butoir en relation avec une pile ayant un de ses pôles à la terre.

Un courant arrivant par la ligne 1 traverse le relais et va à la terre ; son passage ayant provoqué l'aimantation du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

noyau, l'armature est attirée et vient s'abattre sur le butoir de pile ; le courant de cette dernière se propage alors sur la ligne 2 pendant tout le temps que l'émission de la ligne 1 passe dans le relais. On substitue ainsi, dans la ligne 2, un nouveau courant à celui qui a été affaibli par le parcours de la ligne 1.

Mais ce relais, étant toujours relié au même pôle de la pile, ne peut servir simultanément pour la transmission des deux polarités du courant. Il est donc impossible de l'utiliser dans une communication Baudot.

On a dû recourir à l'emploi d'un relais polarisé pour obtenir le résultat désiré. Comme d'autre part un tel dispositif ne permet que la transmission dans un seul sens, il faut disposer, pour une communication complète, de deux conducteurs, l'un affecté à la transmission dans un sens, et l'autre, à celle de sens contraire. C'était le cas de la communication Paris = Marseille, au sextuple.

Ce système d'accouplement de deux conducteurs présente un grave inconvénient : c'est que l'interruption ou le mauvais état électrique d'un des deux fils immobilise tous les secteurs des deux installations conjuguées. Afin d'obtenir l'indépendance des deux conducteurs, cette translation a été récemment abandonnée et remplacée par une retransmission automatique (voir page 364). Nous en exposons néanmoins le principe à titre d'exemple.

Translation Paris = Marseille. — Les relations sont installées à Lyon et sont disposées conformément au schéma de la figure 165.

Les courants arrivant par le fil 217 nord, par exemple, traversent le relais R1 et vont à la terre.

Suivant la polarité du courant reçu, l'index du relais tombe sur le butoir de travail, ou de repos, et émet un courant négatif, ou positif vers la base du commutateur ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ce dernier étant dans la position normale, N, l'émission est dirigée sur le fil 217 sud, vers Marseille.

L'itinéraire d'un courant envoyé de Marseille à Paris est identique.

Le commutateur inverseur permet de relier le massif du relais R1, soit avec le 217 sud, soit avec le 220 nord. Cette disposition donne aux postes extrêmes la faculté de vérifier eux-mêmes la réexpédition des signaux par les relais du poste translateur : il suffit de prier ce dernier de mettre son

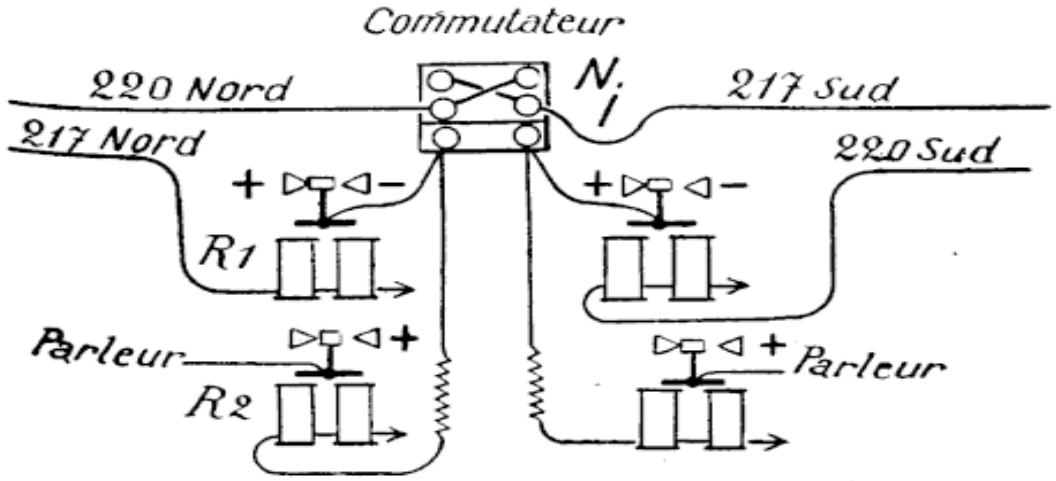


Fig. 165.

commutateur dans la position d'inversion I. Dans ces conditions, on envoie des courants alternés par l'installation de transmission (T sur les secteurs 1, 3, 5, et G sur les secteurs 2, 4, 6). Ces courants alternés renvoyés par le relais de Lyon doivent produire dans le relais récepteur une succession de roulements parfaitement réguliers (voir page 261) si les fils sont bons, le relais de Lyon bien réglé et les sources électriques de ce poste en bon état.

L'installation de Lyon comporte, en outre, sur le massif de chaque relais translateur, une dérivation de contrôle à travers un rhéostat de résistance convenable, et un relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ayant son butoir de travail relié à une pile locale. Le courant émis par ce dernier est expédié dans un parleur dont le fonctionnement indique que la réexpédition des signaux s'effectue. Le parleur enregistre également les appels « Morse » des postes extrêmes lorsqu'ils désirent l'intervention de l'intermédiaire.

Les dérivations de contrôle contribuent, dans une certaine mesure, à assurer une décharge plus rapide de la ligne.

Inconvénients de la longueur de la décharge. — Moyens de les atténuer. — Nous avons dit, plus haut, que l'allongement de la période de décharge de la ligne a pour résultat le ralentissement de la vitesse de transmission et la déformation des signaux. Le premier point étant évident, nous n'étudierons que le second.

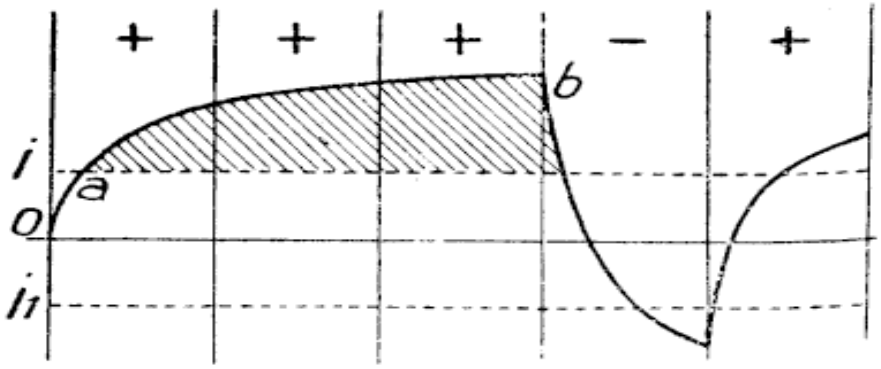


Fig. 166.

Il est admis que trois émissions de quadruple sont nécessaires pour charger une ligne de longueur moyenne. Si nous prenons le cas de trois émissions positives suivies d'une négative et d'une positive, la courbe d'intensité sera représentée comme ci-dessus (fig. 166).

Le récepteur fonctionne lorsque l'intensité atteint, par exemple, une valeur OI en positif et OI^1 en négatif.

Une seule émission ne chargeant pas complètement la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne, après le premier courant positif, la courbe d'intensité monte jusqu'en *b*. A ce moment, l'émission négative commence et la ligne se décharge en positif pour se recharger en négatif.

Comme nous supposons que l'intensité du courant positif est suffisante à partir du point *a* pour attirer l'armature et, par conséquent, pour la maintenir, la partie *a b* qui dépasse ce point continue à charger le conducteur inutilement.

L'effet de cette surcharge est nuisible parce qu'il faudra à la ligne un temps plus long pour se décharger après plusieurs émissions qu'après une seule, le conducteur ayant absorbé une charge plus importante. Or la décharge se fait aux dépens du courant négatif qui va suivre immédiatement. Cette émission se trouve diminuée de longueur et n'atteint, que plus tard, le point où elle sera suffisante pour agir sur le relais.

Ce signal est donc, de ce fait, dénaturé et dans sa longueur et dans son moment d'apparition. Une autre cause contribue encore à la déformation du signal, c'est l'inertie magnétique des noyaux.

Les noyaux ne s'aimantent que graduellement, jusqu'à une certaine limite, appelée saturation magnétique, qui dépend de la qualité, de l'état physique et de la pureté du métal ; la force magnétomotrice développée est d'ailleurs proportionnelle à l'intensité du courant et au nombre de tours de fil de la bobine dont ils occupent le centre (pr. n° 15). Il est donc à prévoir que l'aimantation des noyaux sera moins forte après une émission d'un sens donné qu'après plusieurs autres de même sens. Dans le cas pris comme exemple, après le point *a* de la courbe, l'intensité du courant continue à croître jusqu'en *b*, l'aimantation des noyaux va donc encore augmenter de ce fait. Comme il faut aussi un certain temps pour que les noyaux se désaimantent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la disparition de l'aimantation se fera plus lentement après trois émissions qu'après une seule et cette action renforce l'effet nuisible de la décharge trop lente du conducteur. Il est vrai que l'émission négative qui suit concourt à la décharge de la ligne et à une désaimantation plus rapide des noyaux. Mais le défaut n'est qu'atténué et il y a intérêt à le réduire au minimum. Sur une longue ligne, les temps de décharge sont plus considérables parce que le conducteur absorbe une plus grande quantité de fluide. Cette quantité dépend surtout de la capacité du fil (pr. n° 3) et du voltage de la source ; or, la capacité est proportionnelle à la longueur du conducteur. C'est donc sur de longues lignes aériennes, ou encore sur des lignes souterraines ou sous-marines, que l'on devra s'efforcer de hâter la décharge.

Un des moyens les plus usités consiste à mettre simultanément les deux extrémités du conducteur à la terre ; la décharge s'opère ainsi par deux points et, par suite, dans un temps plus court. Ce rôle est rempli, dans la translation Paris = Marseille, par le relais de contrôle de Lyon. Le fil est mis à la terre, en permanence, par la dérivation du relais de contrôle à Lyon et par le relais récepteur, soit à Paris, soit à Marseille.

Translation dans les deux sens. — Le système employé sur la communication Paris = Marseille ne permet pas de transmettre et de recevoir sur le même fil. On obtient l'alternat des transmissions à l'aide de deux relais polarisés ou non, dont les liaisons sont établies en conséquence : telles sont les translations de Froment et de Willot. Mais celles-ci ne peuvent être utilisées que pour la translation de l'une ou de l'autre des polarités du courant, non des deux simultanément.

On doit à M. Preece, ingénieur en chef des Télégraphes anglais, un agencement qui répond à cette dernière con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dition et qui est employé pour la translation Wheatstone (fig. 167).

Un courant arrivant par la ligne 2, par exemple, passe par l'armature d'un électro-aimant non polarisé A et traverse successivement deux relais polarisés R^1 et R^2 (le relais Baudot peut remplir cet office).

Chacun des butoirs du relais R^1 étant relié, l'un à une pile positive, l'autre à une pile négative de ligne, l'index renvoie, suivant le sens du courant qui a traversé les

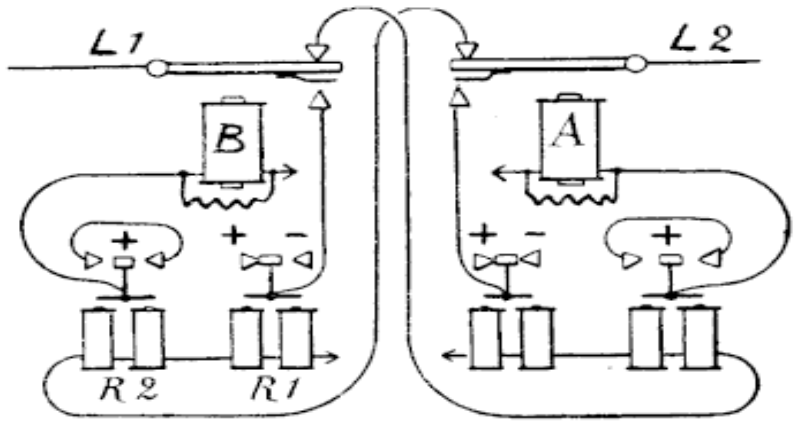


Fig. 167.

bobines, une émission positive, ou négative, au butoir inférieur de l'électro-aimant B. En même temps, l'index du deuxième relais R^2, quel que soit le butoir sur lequel le passage du courant l'aura projeté, expédie un courant local dans l'électro-aimant B, ce qui détermine l'abaissement de l'armature et sa butée sur le plot inférieur. La ligne 1 est mise ainsi en communication avec le massif du relais R^1 et reçoit les émissions de celui-ci.

L'arrivée d'un courant par la ligne 1 détermine des effets semblables sur le deuxième groupe de relais et sur l'électro-aimant A.

Les relais chargés de produire l'abaissement des armatures des électros A et B sont réglés de telle sorte que l'index

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit maintenu à égale distance des deux butoirs dans la position de repos. D'autre part, les électros A et B possèdent un coefficient de self-induction élevé (pr. n° 30) afin que l'armature reste collée sur son butoir inférieur au moment où, par suite d'un changement de polarité du courant de ligne, l'index du relais R_2 change de butoir ; dans le même but, les électro-aimants sont shuntés et, pour retarder la rupture de la communication entre le butoir et l'armature cette dernière est munie d'un ressort qui prolonge le contact lorsque l'armature a déjà commencé à se soulever.

Par suite de la lenteur du déplacement des armatures des électro-aimants A et B, il faut, à chaque changement de sens des transmissions, envoyer, au préablable, quelques signaux d'essai pour donner à ces appareils le temps de fonctionner et d'établir la communication.

Au Baudot, le changement de sens de la transmission a lieu à chaque demi-révolution des balais, soit six fois par seconde, à la vitesse ordinaire de 180 tours à la minute.

Cette rapidité d'inversion des transmissions ne permettrait pas aux électro-aimants A et B d'agir en temps utile, et les premières émissions réexpédiées après l'inversion ne trouveraient pas de débouché vers la deuxième portion de la ligne.

Baudot a imaginé un système d'inversion automatique extrêmement simple qui n'est, en réalité, qu'une sorte de commutateur tournant donnant alternativement la communication soit avec une section de ligne, soit avec l'autre : c'est le *distributeur inverseur automatique*.

Principe du distributeur inverseur automatique — Le distributeur est essentiellement constitué par quatre couronnes (fig. 168) sur lesquelles circulent, à la vitesse de 180 tours à la minute, deux paires de balais conjugués, deux à deux. Les couronnes 5 et 6 sont reliées respecti-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement à la ligne 1 et à la ligne 2 ; les couronnes 2 et 3 sont sectionnées en cinq tronçons a, a', b, b', c, c', d, d', e, e'. Les émissions arrivant de la ligne 1 passent de la cinquième couronne dans le tronçon a de la deuxième couronne, par les balais, et trouvent un débouché à la terre par le relais R_1. Le fonctionnement de celui-ci provoque l'envoi d'un

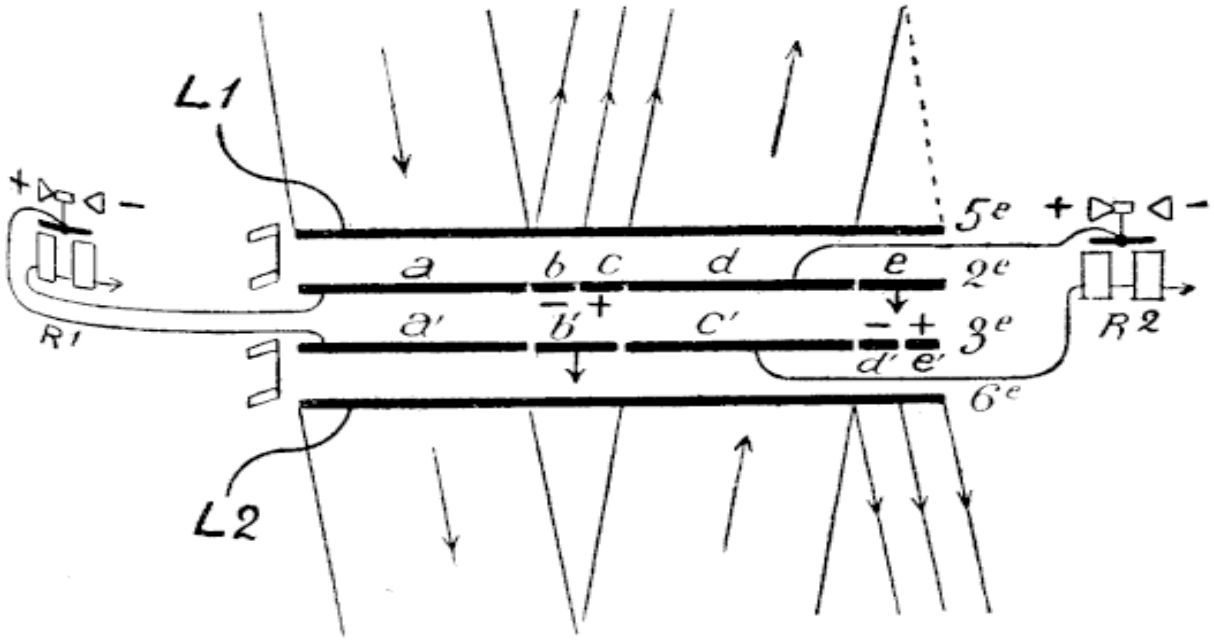


Fig. 168.

courant positif ou négatif, suivant la polarité de l'émission reçue, dans la section a' de la couronne 3 et, par les balais, dans la couronne 6 et la ligne 2.

La translation des courants reçus de la ligne 2 s'opère d'une façon analogue par le relais R_2.

Dans ce genre de communication, c'est le poste translateur qui synchronise les distributeurs des postes extrêmes. On utilise, à cet effet, l'espace laissé disponible par la propagation aller et retour. Les contacts b c sont reliés, le premier à une pile de travail et le second à une pile de repos;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour l'envoi de la correction vers la ligne 1, tandis que les contacts d', e' remplissent le même office vers la ligne 2. Les contacts e et b' sont à la terre de façon à faciliter la décharge des conducteurs pendant l'inversion du sens des transmissions.

Quand les émissions des extrêmes parviennent au poste de translation, elles sont déformées par les phénomènes de charge et de décharge que nous avons envisagés précédemment. Or, les relais retransmettent des émissions nouvelles, mais présentant les mêmes déformations que celles qui ont actionné ces appareils.

Il est évident que les émissions vont éprouver, pendant le parcours de la deuxième section de la ligne, d'autres déformations qui, s'ajoutant aux premières, rendront quelquefois la réception précaire.

Bien que ce dispositif ait fonctionné pendant plusieurs années d'une façon satisfaisante, il a été remplacé par un autre qui rectifie les émissions avant de les réexpédier.

Translation rectificative des courants. — Les émissions provenant de la ligne 1, par exemple, sont reçues dans une couronne pleine, sixième P (fig. 169) et dirigées, par l'intermédiaire des balais dans un secteur de la troisième P (ce secteur a une longueur égale à celle de 10 contacts un quart dans le cas d'une translation quadruple) en relation avec l'entrée du relais récepteur RR. Le fonctionnement de ce dernier détermine, dans une série de 10 contacts écourtés, l'envoi d'un courant local de 10 à 12 volts, positif ou négatif, suivant le sens de l'émission qui a traversé les bobines.

Les balais permettent aux courants locaux de passer dans la deuxième couronne A et de franchir le relais RA, ce dernier fonctionne et réexpédie des émissions dans la seconde section de la ligne parce que ses butoirs sont en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

connexion avec des sources positives et négatives de voltage approprié. Les courants émis par le relais RA viennent dans une portion de couronne, deuxième P (égale à 10/24 et 1/4), passent par les balais, la cinquième couronne P et atteignent la ligne 2.

Le même itinéraire est suivi, en sens inverse, par les émissions débouchant de la ligne 2 ; mais l'entrée du relais

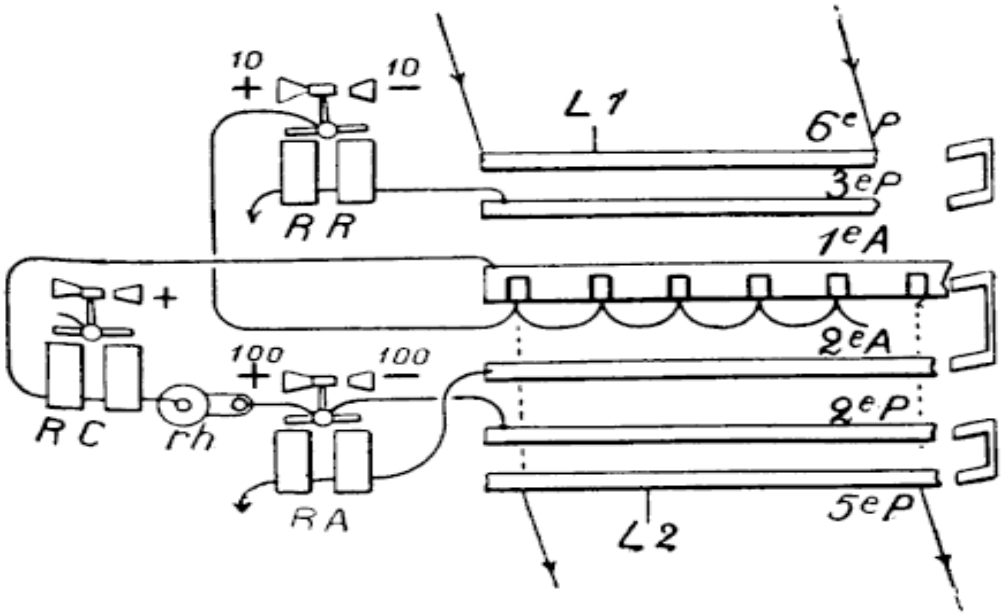


Fig. 169.

récepteur, desservant cette dernière est reliée à une portion de couronne, deuxième P (10/24 et 1/4), tandis que le massif du relais translateur RA communique avec une section de couronne, troisième P, de même valeur que la précédente.

Le relais translateur RA a été shunté par une bobine de 200 ω, pour éviter le rebondissement de l'index ; mais comme il est très important que les émissions aient toute leur longueur et toute l'intensité voulue, il a fallu prendre d'autres précautions, non seulement pour assurer le maintien de l'index sur son butoir pendant la réexpédition des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signaux, mais encore pour que le contact des deux pièces se fasse avec une pression suffisante pour rendre à peu près nulle sa résistance électrique.

Ce but est atteint très simplement de la manière suivante.

Une dérivation prise sur le massif du relais RA, à travers un rhéostat R*h*, amène une petite partie des émissions,

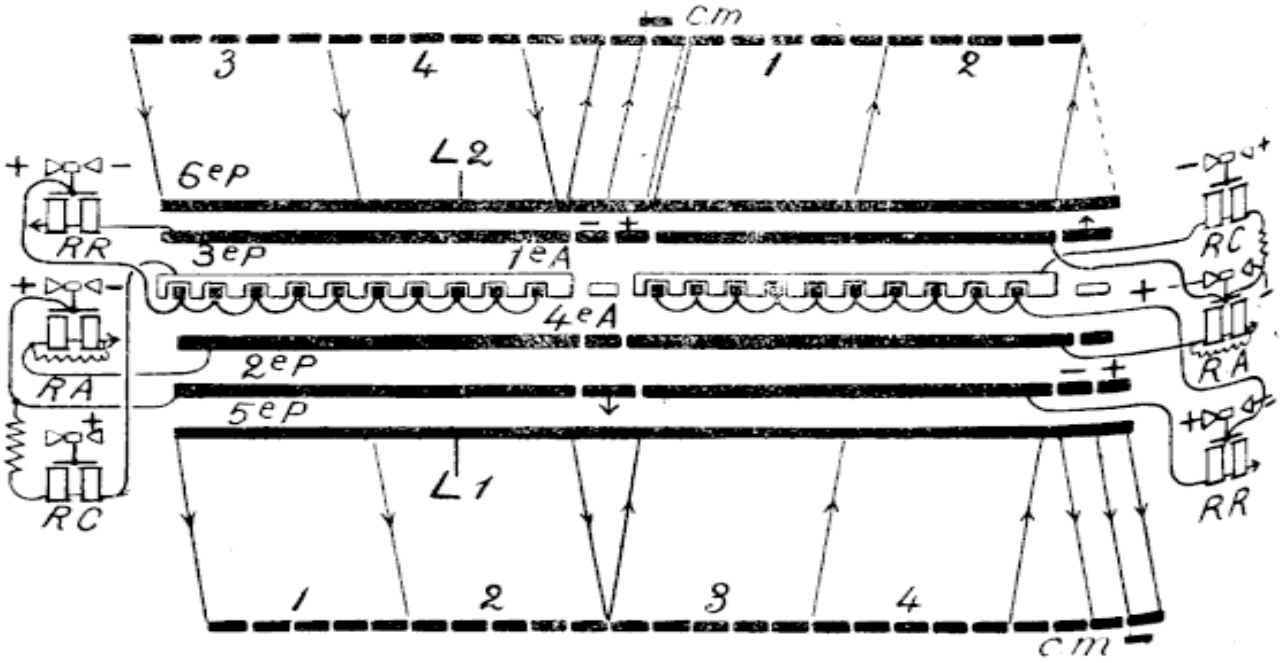


Fig. 170.

destinées à la ligne, dans un relais de contrôle RC, dont la sortie est en communication avec la couronne crénelée. Lorsque le balai de la couronne 1e A quitte un contact écourté, l'index du relais translateur est maintenu par l'action du shunt ; mais, dès que le balai atteint la couronne crénelée, il recueille la portion de courant dérivée du massif de relais translateur et la lui renvoie, à travers ses bobines, par la 2e A. En somme, c'est le relais qui se réexpédie à lui-même le courant qui maintiendra fortement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'index sur le butoir où il est tombé : on l'a appelé, pour cette raison, relais auto-excitateur.

Les deux postes extrêmes possèdent des installations ordinaires ; mais il faut remarquer que, par suite du décalage des envois de correction (1/2 révolution), les deux postes reçoivent tous deux par les secteurs 1 et 2 et transmettent par 3 et 4.

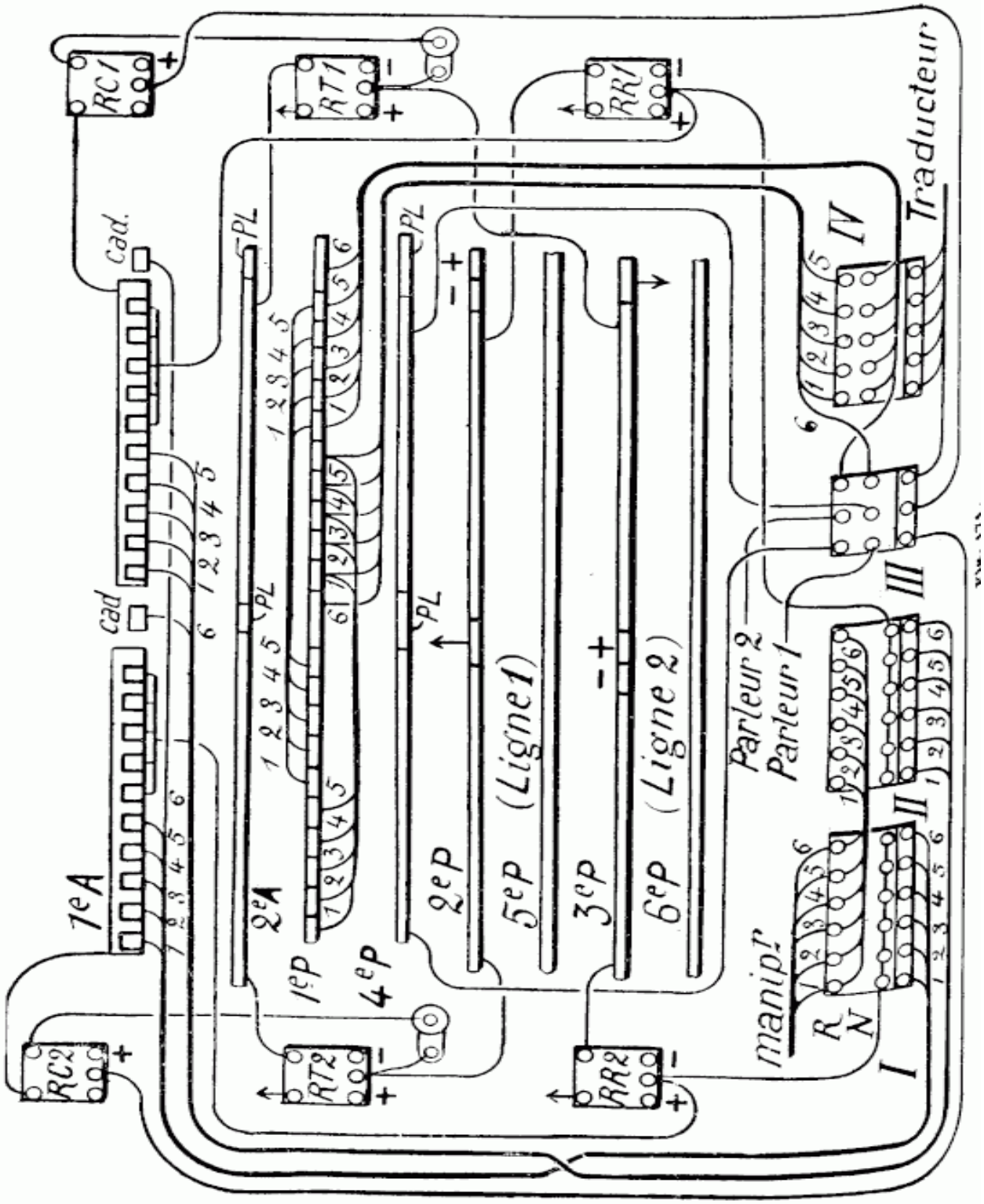
Le diagramme de la communication est donné par la figure 170.

Descriptions du distributeur inverseur. — Le distributeur inverseur est constitué par deux plateaux montés sur la même cage. Le plateau antérieur comporte trois couronnes : La couronne crénelée, celle des petits contacts et une troisième donnant l'entrée des relais translateurs (fig. 171).

Le plateau postérieur comprend six couronnes. La cinquième et la sixième sont pleines et sont reliées, l'une à la ligne 1, l'autre à la ligne 2. Les deuxième et troisième couronnes comportent chacune cinq secteurs : deux de 10/24 et 1/4, deux de 1/24 et un de 1/24 et 1/2 ; les secteurs de 1/24 servent pour l'envoi des courants correcteurs, ceux de 1/24 et 1/2 sont mis à la terre pour activer la décharge de la ligne ; nous connaissons déjà l'emploi des secteurs de 10/24 et 1/4.

Les première et quatrième couronnes sont utilisées pour prendre le contrôle de l'un ou l'autre secteur. La première possède vingt contacts de 1/24 et deux contacts de 2/24 ; ces derniers servent pour les prises du courant de frein nécessaire pour synchroniser le traducteur de contrôle avec le distributeur inverseur. A cet effet, en regard de ces contacts de frein, la quatrième couronne présente deux secteurs, de même valeur, reliés à la pile locale ; le restant de la couronne est composé de deux secteurs de 10/24 chacun.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rentrée du poste translateur. — Outre le distributeur inverseur, l'installation possède quatre commutateurs, un manipulateur et un traducteur ; la figure 171 donne les communications schématiques du dispositif. Les commutateurs multiples I et II permettent de substituer un manipulateur Baudot au massif du relais récepteur soit sur le premier, soit sur le troisième secteur de la première couronne A. Le relais RT, agissant alors sous l'action des courants du manipulateur, envoyés dans les contacts écourtés, réexpédie les émissions sur la ligne qu'il dessert. Cette disposition laisse au poste translateur la faculté de transmettre à l'un ou à l'autre des extrêmes, mais seulement par les secteurs 1 ou 3, les deux et quatre étant reliés, en permanence, au massif des relais récepteurs RR^1 et RR2. La cadence est donnée par l'un ou l'autre des deux contacts de la première couronne A. De même, grâce aux commutateurs III et IV, il est possible de recevoir des extrêmes et de contrôler la réexpédition des signaux.

Le commutateur III permet de diriger les courants des relais de contrôle RC1 et RC2 soit dans un parleur, soit dans un secteur de 10/24 de la quatrième couronne P ; par les balais, les émissions passent dans la première couronne P, le commutateur IV et le traducteur de contrôle.

Dispositif donnant la possibilité de prendre trois secteurs de transmission dans le même sens. — Le distributeur inverseur rectificateur que nous venons de décrire ne permet pas de transmettre par trois secteurs, comme cela se fait sur les installations quadruples ordinaires.

Dans le but d'arriver à ce résultat, on a établi un modèle de distributeur inverseur dans lequel les deuxième et troisième couronnes du plateau postérieur ont été sectionnées pour qu'il soit possible au moyen de commutateurs, de déplacer les envois de correction vers la ligne 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le diagramme est alors modifié comme l'indique la figure 172.

Le poste vers lequel l'envoi de correction a été reculé d'un secteur peut prendre le clavier 2 pour sa transmission : celle-ci s'effectue alors par les secteurs 2, 3 et 4, le poste correspondant recevant par les traducteurs 1, 2 et 3.

Le distributeur inverseur a été quelque peu modifié.

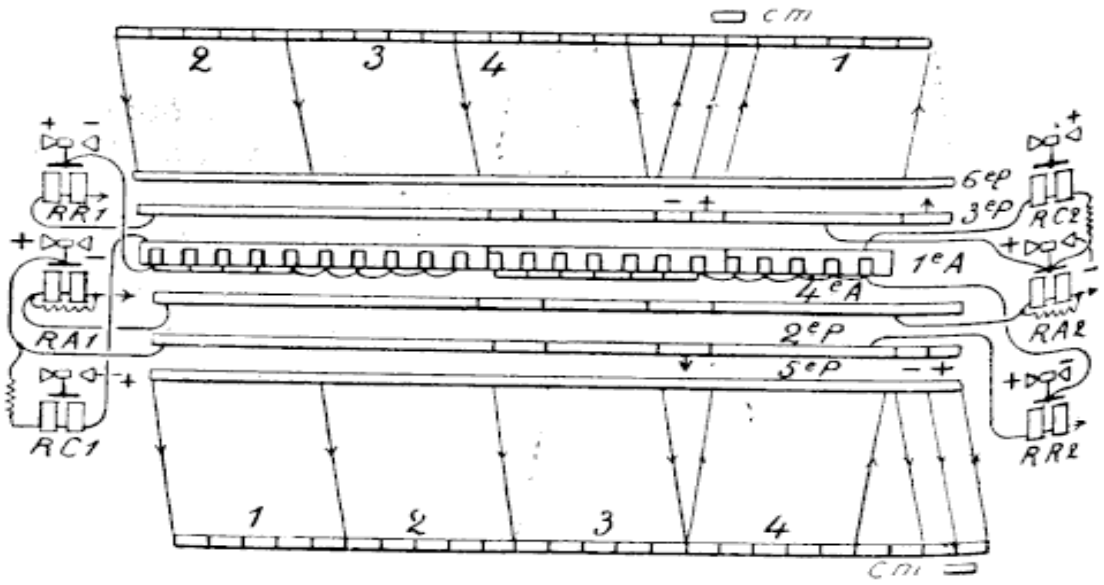


Fig. 172.

Le plateau antérieur comprend quatre couronnes : la première A (planche III) possède trois secteurs de contacts écourtés, *f*, *g*, *h* ; le premier de dix contacts, le deuxième de sept et le troisième de cinq. La quatrième couronne A, qui est conjuguée avec la précédente et donne l'entrée des relais auto-excitateurs RA1 et RA2, est sectionnée en cinq secteurs, *i*, *j*, *k*, *l*, *m*.

Les deuxième et cinquième couronnes A servent pour le contrôle de la transmission : l'une a 24 contacts pouvant être reliés avec les électro-aiguilleurs du traducteur, par le commutateur G ; l'autre, trois secteurs, *n*, *o*, *p*, mis en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communication avec les massifs des relais de contrôle *mc*1 ou *mc*2 à l'aide des commutateurs E et F.

Sur le plateau postérieur, la première couronne, composée de vingt-quatre contacts, donne les prises nécessaires pour le frein du traducteur de contrôle, ou pour la cadence du manipulateur de rentrée. A cette fin, la quatrième couronne P est reliée à la pile locale et conjuguée, par les balais, avec la première P.

La deuxième couronne, comporte cinq secteurs, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, plus deux contacts pour l'envoi de la correction sur la ligne 1 aboutissant à la cinquième couronne.

Le secteur *a* communique avec le massif du relais translateur RA1, et le secteur *e* avec l'entrée du relais récepteur RR2. En service normal, les secteurs *c*, *d* sont connectés avec *e* par le commutateur C, *b* étant mis à la terre. Lorsque trois secteurs de transmission sont nécessaires à l'un des postes, *b* et *c* sont reliés avec *a*, et *d* est à la terre.

La troisième couronne a huit secteurs, *q*, *r*, *s*, *t*, *u*, *v*, *x*, et une prise de terre permanente. Le secteur *q* sert à diriger, sur l'entrée du relais récepteur RR1, les émissions arrivant de la ligne 2 par la sixième couronne. Le secteur *x* communique avec le massif du relais translateur RA2. La correction est envoyée par les contacts *r* et *s* dans la position normale du commutateur D, les secteurs *t*, *u*, *v* étant connectés avec *x*. Quand trois secteurs de transmission doivent être employés, les secteurs *r*, *s*, *t* sont reliés à *q* et les envois de correction ont lieu par *u* et *v* par la manœuvre du commutateur D.

Les commutateurs A et B servent pour la rentrée au Baudot sur les secteurs 2 ou 4 ; cette manœuvre ne peut être faite sur les secteurs 1 et 3, les petits contacts de ceux-ci étant en communication permanente. Les manettes de ces deux commutateurs devront toujours avoir des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

positions différentes pour ne pas transmettre simultanément sur les deux lignes.

Les commutateurs C et D permettent d'effectuer les permutations nécessaires pour donner trois secteurs de transmission dans un sens ; leurs manettes doivent avoir constamment des positions identiques.

Le commutateur E met en relation les massifs des relais de contrôle *mc*1 et *mc*2 avec les parleurs 1 ou 2, ou bien renvoie leurs émissions dans les secteurs *n* ou *p* de la cinquième couronne A, pour le contrôle au Baudot. Les liaisons sont telles qu'un relais transmet dans un parleur, tandis que les émissions de l'autre sont dirigées vers la cinquième couronne A.

Lorsque deux secteurs sont affectés à la transmission dans chaque sens, dans la position I, le commutateur F donne la faculté de prendre le contrôle au Baudot sur l'un des quatre secteurs, les manettes des commutateurs E et G étant mises dans la position convenable. Pour obtenir le contrôle du troisième secteur, lorsque trois transmissions ont lieu dans la même direction, la manette du commutateur F doit être placée dans la position II, quelle que soit la position de la manette du commutateur G, la communication du massif du relais de contrôle *mc*1 avec le parleur 2 étant coupée par le commutateur E, et renvoyée au commutateur F.

Les envois de correction ne pouvant être modifiés que sur la troisième couronne P, il faudra, quand la station desservie par la ligne 1 demandera les trois secteurs de transmission, inverser les lignes 1 et 2 de façon à faire aboutir la ligne 1 à la sixième couronne et la ligne 2 à la cinquième couronne P.

Orientation. — Le poste translateur procède d'abord à la mise au point de ses balais de telle façon que le balai

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la première couronne antérieure étant au milieu du premier contact écourté, celui de la deuxième postérieure soit en tête du secteur de dix vingt-quatrièmes un quart qui suit les deux contacts de correction vers la ligne 1. Cette concordance peut s'obtenir, à volonté, en déplaçant le bras mobile du porte-balais du plateau antérieur, ou en manœuvrant ce dernier même dans le sens voulu. Elle a pour but de tenir compte, comme dans le quadruple à deux plateaux, du temps nécessaire au déplacement de l'index du deuxième relais (RA) sous l'action du courant local émis par le relais récepteur.

On vérifie si le milieu du premier contact écourté du deuxième secteur correspond avec le commencement du secteur de la troisième P qui suit les envois de correction sur la ligne 2. Le secteur de première couronne antérieure peut être déplacé pour obtenir la position convenable.

Quand on emploie un distributeur inverseur permettant l'utilisation de trois secteurs de transmission dans un sens, il faut aussi s'assurer que la retransmission, vers la ligne 2, se fait également dans de bonnes conditions. Pour cela, le balai de la première couronne A étant au milieu du contact 13 (le troisième du secteur *g*, planche III), le balai de la troisième P doit être en tête du secteur *t*, c'est-à-dire celui qui vient après les deux contacts par lesquels est normalement envoyée la correction.

Dans le cas, peu probable, où l'on constaterait une discordance dans les positions des balais selon qu'il s'agit du contact 1 de la première antérieure, ou du 13 de la même couronne, on pourrait déplacer, très légèrement ,les secteurs de celle-ci pour répartir également la différence sur les deux positions.

L'orientation proprement dite se fait successivement entre l'intermédiaire et chacun des extrêmes ; elle comprend deux opérations bien distinctes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Réglage de la réception des extrêmes ;
2° Réglage de la réception de l'intermédiaire.

La première de ces conditions est obtenue par l'établissement de la distance convenable entre le point de repère du contact mobile et les contacts écourtés de l'extrême. La seconde est réalisée par la détermination du moment d'envoi des courants de transmission de l'extrême de façon que les contacts écourtés de première couronne de l'intermédiaire se trouvent exactement placés pour recueillir le milieu des émissions du relais récepteur de ce poste.

Dans les postes extrêmes, pour placer à distance convenable l'un de l'autre les secteurs de réception et le contact mobile, les opérateurs demandent à l'intermédiaire d'envoyer en permanence le courant de travail de la troisième touche et meuvent successivement dans les deux sens le secteur de réception intéressé pour reconnaître les deux points extrêmes à partir desquels le troisième électro-aiguilleur du traducteur n'est plus actionné. Ces deux points étant marqués sur la galerie du plateau par rapport à un troisième pris comme repère sur le secteur de réception lui-même, on amène ce dernier point à égale distance des deux limites tracées sur la galerie.

Le réglage de la réception du poste intermédiaire s'obtient de la façon suivante.

L'agent de l'un des postes extrêmes envoie le courant de travail de la troisième touche du secteur 3 et prie le poste intermédiaire de lui renvoyer par le secteur 1 les signaux qui s'impriment sur la bande du traducteur 3 de ce dernier poste. L'extrême possède ainsi une image exacte de la réception de l'intermédiaire et peut voir si la troisième qu'il envoie tombe sur la précédente ou la suivante à la station correspondante. Si la troisième arrive sur la précédente, le poste extrême doit retarder l'envoi de ses courants et, par conséquent, déplacer son contact mobile en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sens inverse du mouvement des balais : la manœuvre contraire a lieu si la troisième choit sur la suivante. La position exacte est déterminée par tâtonnement. A cet effet l'opérateur de la station extrême manœuvre son contact mobile dans le sens du mouvement des balais pendant l'envoi et le renvoi de la troisième jusqu'à ce que le troisième électro-aiguilleur du traducteur 1 ne fonctionne plus, puis, ayant marqué sur la galerie du plateau, le point où est arrivé le contact mobile, il déplace celui-ci en sens inverse du mouvement des balais jusqu'au moment où, après avoir fonctionné de nouveau correctement, le troisième électro-aiguilleur cesse d'être actionné ; un nouveau point est ainsi déterminé et le contact mobile amené finalement entre les deux limites obtenues. Mais, à la station extrême pour ne pas troubler la réception, il est indispensable de conserver la distance trouvée précédemment entre le contact mobile et le secteur de réception, c'est-à-dire de déplacer simultanément et de la même quantité ces deux organes. L'opération est facilitée par une bride métallique amovible reliant la garniture du contact mobile à la crénelure des secteurs de réception, de manière que les trois parties se déplacent solidairement. Quand l'extrême s'oriente, la liaison est rompue en agissant sur une vis de pression et le contact mobile devient indépendant.

Lorsque le poste intermédiaire est orienté par rapport à l'un des extrêmes, il doit s'orienter, en outre, avec l'autre pour assurer une translation correcte dans les deux directions.

Autre procédé. — Avec certains postes étrangers, l'orientation s'effectue d'une façon un peu différente bien que d'après le même principe.

Le poste intermédiaire, au lieu de renvoyer la troisième que lui fait l'extrême, se contente de lui indiquer s'il doit avancer ou retarder l'envoi de ses émissions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le poste extrême s'oriente ensuite sur la troisième envoyée par l'intermédiaire. C'est absolument l'orientation entre principal et extrême, dans le cas des postes échelonnés, le poste translateur opérant comme le principal.

TRANSLATIONS PAR RETRANSMETTEURS AUTOMATIQUES

Considérations générales. — Ces appareils sont des sortes de manipulateurs dont les touches se déplacent, non plus sous l'action des doigts de l'opérateur, mais par celle de courants émis à la station correspondante.

Les armatures des électro-aiguilleurs reproduisant les mouvements des doigts du manipulant, on s'est rendu compte que l'on pouvait les utiliser pour « manipuler » de nouveau les combinaisons reçues afin de les retransmettre à un autre poste.

Par exemple, une installation Baudot, d'un type quelconque, desservant une ligne et munie de retransmetteurs sur les secteurs de réception, pourra, au moyen de ces appareils, réexpédier les combinaisons reçues dans les secteurs de transmission d'une installation reliée avec une deuxième ligne. Les secteurs de réception de cette dernière installation, étant aussi pourvus de retransmetteurs, les signaux reçus seront retransmis, automatiquement, dans les secteurs de transmission de l'autre installation et, par suite, sur la première ligne.

On peut faire agir directement l'armature de l'électro-aiguilleur du traducteur sur un manipulateur approprié, ou bien se servir du déplacement des leviers chercheurs pour accomplir la même fonction, mais, dans ce dernier cas, il faut que le combinateur tourne pour que l'aiguillage des leviers puisse se produire ; tandis que, dans le premier,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareil n'exige la rotation d'aucun organe. De là deux sortes de retransmetteurs : les retransmetteurs tournants, ou traducteurs retransmetteurs, et les retransmetteurs non rotatifs. Les premiers sont représentés par un seul type imaginé par Baudot, c'est le plus ancien ; les seconds comprennent deux modèles : celui de M. Robichon, autrefois inspecteur aux Ateliers (section Baudot), actuellement directeur départemental, et celui de MM. Lesaffre inspecteur aux ateliers de l'administration des Postes et Télégraphes, section Baudot, et Chattelun, mécanicien principal attaché au même service.

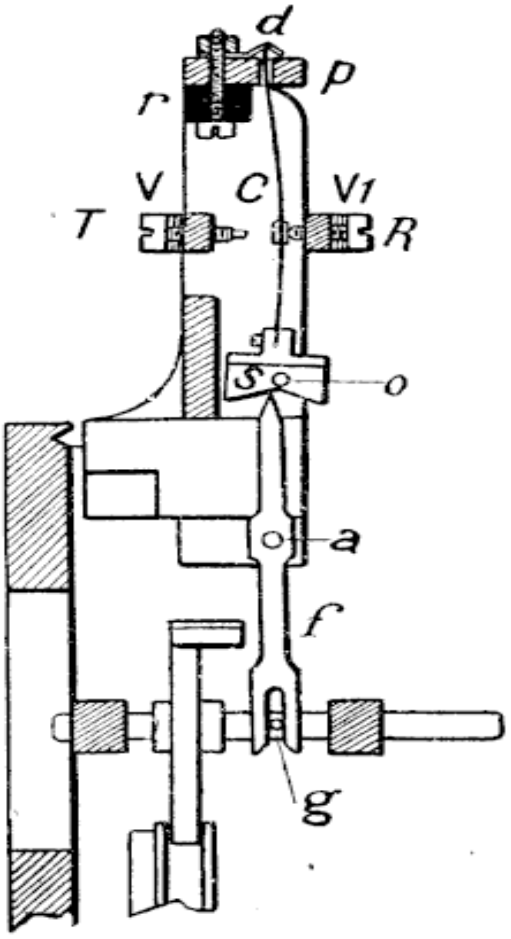


Fig. 173.

Retransmetteur tournant. — Il se compose essentiellement d'un traducteur ordinaire sur lequel on a adapté un jeu de leviers de transmission. Dans ce but, les axes des leviers chercheurs ont été munis d'une goupille horizontale *g* (fig. 173) encadrée par les deux branches d'un levier *f*, en forme de fourchette à sa partie inférieure, et taillé en biseau à l'extrémité supérieure. Il y a ainsi cinq leviers montés sur un axe commun *a* pivotant entre deux platines pouvant se fixer sur le traducteur au moyen de deux vis.

Le biseau supérieur de chacun de ces leviers entre en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact avec une pièce d'acier trempé *s* présentant un angle dièdre très obtus et appelée *support basculant* ; ce support pivote, en effet, autour d'un axe *o* et entraîne, dans ses déplacements, un ressort de contact C monté sur une embase isolante en ivoire. Le ressort porte, à sa partie médiane, un contact en argent susceptible de s'appuyer contre les butoirs en argent, également, des vis V ou V1. Il y a, évidemment, autant de supports qu'il y a de leviers, c'est-à-dire cinq, et tous sont enfilés sur le même axe.

Les ressorts de contact, au repos, portent sur les butoirs

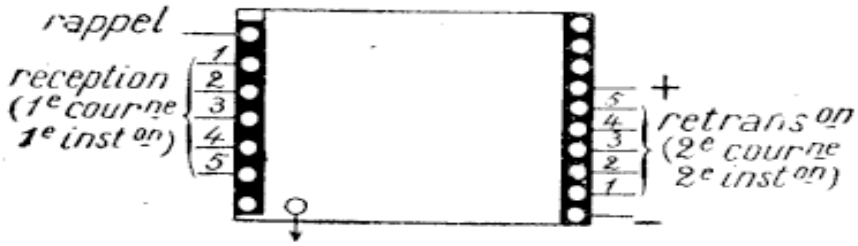


Fig. 174.

de la réglette R reliée, d'ailleurs, à une pile de repos, et, dans la position opposée, sur les butoirs d'une autre réglette T qui communique avec une pile de travail. L'extrémité supérieure de chaque ressort passe, à frottement doux, à travers une fente pratiquée dans une pièce métallique *p* fixée, par une vis, sur une réglette d'ébonite *r* ; un écrou s'engageant sur la vis sert à maintenir un ressort terminé par un dos d'âne *d* limitant le mouvement ascensionnel du ressort de contact pendant ses déplacements.

Sur le côté droit du traducteur muni du retransmetteur se trouve une réglette d'ébonite, semblable à celle du côté gauche, mais portant dix ressorts-lames venant en contact avec un nombre égal de plots d'une autre réglette placée en regard, sur le socle-moteur. Les plots 1 et 7 de cette dernière (fig. 174) amènent les prises de piles négative et positive, les 2, 3, 4, 5 et 6 étant mis en relation avec cinq

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contacts de la deuxième couronne de l'installation dans laquelle on désire retransmettre.

Les ressorts-lames de la réglette de droite du traducteur communiquent, les 1 et 7, avec les réglettes de travail et de repos du retransmetteur, et les 2, 3, 4, 5, 6, avec les pièces *p* (fig. 173) à travers la fente desquelles passent les extrémités supérieures des ressorts de contact.

Fonctionnement. — Lorsqu'un chercheur passe sur la voie de travail, la goupille dont son axe est muni entraîne la fourchette du levier correspondant du retransmetteur. Le biseau supérieur de ce dernier levier force alors contre un plan du dièdre du support *S* et l'oblige à basculer de droite à gauche. Le ressort de contact, participant à ce mouvement, quitte le butoir de la réglette *R* et vient s'appuyer sur celui de la réglette T. Un courant négatif est, de ce fait, envoyé dans le ressort de contact, la pièce *p*, le ressort-lame correspondant de la réglette latérale du traducteur, le plot de la réglette du socle et le contact de la deuxième couronne de l'installation desservant la ligne sur laquelle doit s'opérer la réexpédition. Après une révolution du combinateur, la came de rappel des chercheurs ramène dans la voie de repos ceux qui ont été déplacés, les leviers de retransmission correspondants suivent le mouvement, et leurs biseaux, agissant sur les plans de gauche des supports S actionnés précédemment, les font basculer, ce qui rejette les ressorts de contact sur la réglette de repos : les cinq ressorts émettent dans cette position des courants de repos vers l'installation destinée à la réexpédition.

Nous avons vu que les leviers aiguilleurs du traducteur sont actionnés par les armatures des électro-aimants aiguilleurs lorsque la came-navette est diamétralement opposée au milieu de l'aiguillage (troisième levier) et ce n'est qu'une demi-révolution après que les aiguilleurs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplacés poussent les chercheurs correspondants sur la voie de travail : c'est donc à ce moment, 1/2 tour après la réception, que les leviers retransmetteurs vont agir sur les supports basculants et, par suite, que les signaux seront susceptibles d'être retransmis.

Or ceux-ci restent emmagasinés dans le retransmetteur pendant presque toute une révolution, c'est-à-dire jusqu'à ce que les chercheurs soient rappelés dans la voie de repos.

La réexpédition peut donc s'effectuer pendant tout ce temps, mais il est évident que le moment le plus favorable est celui où la came est revenue au bas de sa course, c'est-à-dire un tour complet après la réception du signal.

Réglage. — Il consiste à donner au ressort coudé *d* (fig. 173) une pression suffisante pour qu'il ne quitte pas le ressort de contact *c*, quelle que soit la position de celui-ci, sans toutefois qu'il y ait gêne dans les déplacements. D'autre part, les vis butoirs des réglettes de travail et de repos seront serrées, plus ou moins, de façon à obtenir un bon contact du ressort sur les unes et les autres, avec un jeu d'un millimètre environ ; les vis, quand la position convenable est acquise, sont bloquées sur des rondelles.

Prendre soin de ne pas exagérer la pression des ressorts-contacts sur les butoirs, ce défaut pouvant déterminer le rebondissement du ressort sur le butoir opposé ou, tout au moins, l'abandon du butoir par le ressort.

Retransmetteur Robichon. — Cet appareil se compose de cinq électro-aimants semblables aux électro-aiguilleurs du traducteur ancien modèle. Ils possèdent, comme ces derniers, une armature et un appendice.

Les courants arrivent dans les bobines par une réglette d'ébonite placée à gauche d'une cage métallique renfermant les organes du transmetteur ; cette réglette possède sept

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressorts-lames qui viennent en contact avec sept plots fixés dans une autre réglette de matière isolante, montée sur une platine de laiton formant socle.

Les communications aboutissant à cette dernière réglette sont identiques à celles d'un traducteur ordinaire. La platine-socle porte, en outre, une deuxième réglette de sept plots disposée de telle sorte que le retransmetteur puisse trouver place entre les deux réglettes.

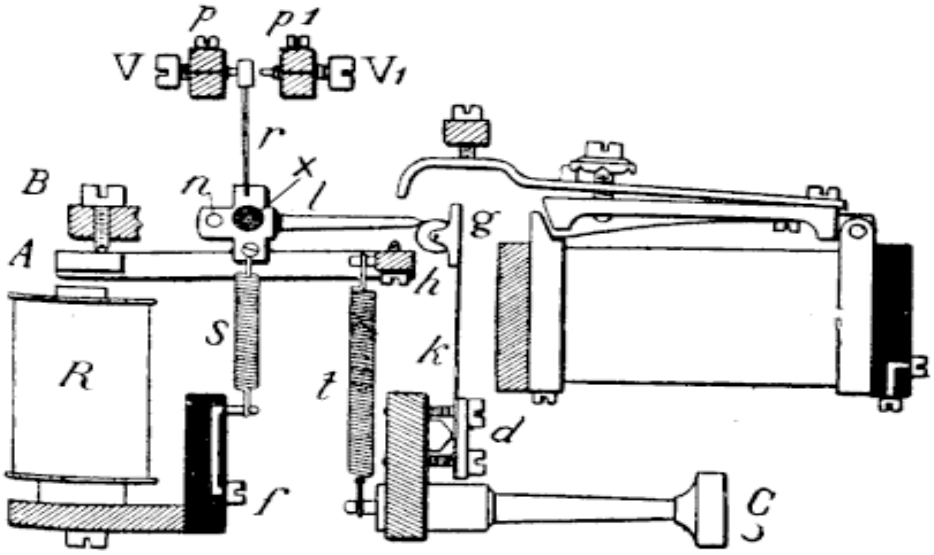


Fig. 175.

Sous les appendices des électro-aimants se trouvent cinq leviers horizontaux *l* (fig. 175) pivotant autour d'un axe commun *x* et se présentant comme les leviers aiguilleurs du traducteur.

Sur chaque levier est fixée, au moyen d'une vis *n*, une pièce de laiton munie d'un ressort-contact vertical *r* semblable à celui du manipulateur. La pièce en laiton est soigneusement isolée, par une plaquette et un manchon d'ébonite, du levier horizontal *l* et du tourillon qui lui permet de tourner autour de l'axe commun. Le ressort-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contact peut osciller entre deux butoirs V et V_1 serrés par des contre-vis p et p_1 dans des réglettes formant mâchoire et communiquant, l'une avec la pile de repos et l'autre avec celle de travail.

Le ressort-contact communique électriquement, par sa monture et un ressort S, avec une vis f d'où part un fil isolé à la soie et aboutissant à l'un des sept ressorts d'une réglette d'ébonite fixée sur le côté latéral droit de la cage du retransmetteur. Les ressorts s'appuient contre les plots correspondants de la deuxième réglette de la platine-socle.

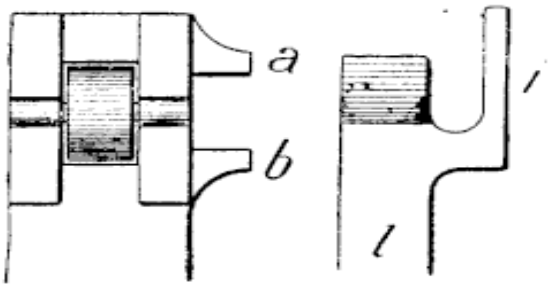


Fig. 176.

Au repos, le levier l, terminé par un biseau, porte sur un galet d'acier g fixé à l'extrémité d'un ressort-lame k occupant une position analogue à celle d'un ressort à encoche dans le traducteur, position que l'on règle au moyen d'un dos d'âne d. Pour limiter le jeu du levier, le ressort porte-galet k est pourvu de deux saillies a et b (fig. 176) entre lesquelles vient s'engager un appendice i dépendant du levier l.

Sous les cinq leviers l (fig. 175) est placée une barrette horizontale h munie de cinq vis fixées en regard de chaque levier ; la barrette est solidaire d'un double levier pivotant aussi autour de l'axe commun x, et portant, à son autre extrémité, une armature A surmontant les noyaux d'un électro-aimant R dit *électro de rappel*.

L'armature est maintenue contre une butée de repos B par un ressort à boudin t. La tension de ce dernier se règle par la vis C à laquelle il est attaché au moyen d'un fil de soie s'enroulant plus ou moins, autour du prolongement de la vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fonctionnement. — Lorsque l'armature d'un des cinq électro-aimants du retransmetteur est attirée, son appendice force sur le levier *l* correspondant ; celui-ci, agissant par son biseau sur le galet, repousse légèrement le ressort K, s'abaisse en faisant tourner le galet et vient prendre au-dessous une position symétrique à celle qu'il occupait précédemment au-dessus ; il y est maintenu par la pression du ressort K qui s'est redressé dès que le biseau a franchi un point où l'axe du levier *l* passe par le prolongement d'un rayon tiré du centre du galet.

Le ressort-contact *r*, ayant subi le même mouvement que le levier *l*, vient s'appuyer sur le butoir V1 et le courant de la pile de travail passe par le ressort-contact, la monture le ressort S, la vis *f*, un ressort de la réglette de droite de la cage, le plot correspondant de la deuxième réglette du socle et enfin un contact de la deuxième couronne de l'installation chargée d'expédier les émissions sur une autre ligne. Dès que cette fonction est accomplie, un courant, pris, comme un courant de frein, sur deux contacts de la troisième couronne de l'installation réexpéditrice, est envoyé dans le plot 1 de la réglette de gauche du retransmetteur et traverse l'électro-aimant de rappel R ; l'armature A s'abaisse et l'autre extrémité du levier se relève amenant les vis de la barrette *h* contre les leviers de transmission *l* précédemment déplacés ; ces derniers reviennent alors, sous cette impulsion, à leur position de repos en faisant fléchir le ressort K et tourner le galet *g* ; les ressorts-contacts sont par cela même ramenés sur les butoirs de repos et le courant de la pile positive est envoyé dans la deuxième installation.

Réglage. — La tension du ressort K doit être réglée de telle manière qu'elle soit suffisante pour maintenir sûrement le levier horizontal quand il est au repos. Tou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tefois, il faut se garder d'exagérer la pression du ressort, car il en résulterait une résistance capable d'entraver l'action des appendices des armatures lors de l'attraction de celles-ci.

Les biseaux des leviers horizontaux doivent être taillés de façon à porter, d'une même quantité, sur le galet, aussi bien dans la position de travail que dans celle de repos C'est là un réglage de construction fait une fois pour toutes par le mécanicien.

Un appui convenable du ressort-contact sur les butées de travail, ou de repos, est obtenu par la manœuvre des vis V et V_1, constituant lesdites butées. Pour cela, on place le levier horizontal correspondant de manière que son biseau inférieur repose sur le galet, puis, après avoir desserré un peu la vis *p* qui bloque la mâchoire, on visse la butée de repos jusqu'à ce que le contact soit bien établi avec une légère pression. La même opération est répétée sur le butoir de travail, le levier horizontal ayant été abaissé, au préalable, pour que son biseau supérieur vienne en contact avec le galet.

Le réglage des appendices et la distance des armatures se fait absolument comme celui des organes correspondants du traducteur.

Pour que le rappel des leviers horizontaux soit effectué dans de bonnes conditions, il faut que, l'armature A de l'électro de rappel étant au contact du noyau, la vis de la barrette commune *h* touche très légèrement le levier horizontal ; on manœuvre cette vis pour obtenir une position convenable.

D'autre part, lorsque l'armature de rappel est au repos, le levier horizontal doit pouvoir s'abaisser sans venir toucher la vis de la barrette de rappel. A cette fin, le levier maintenu dans sa position de travail, c'est-à-dire son biseau supérieur contre le galet, on agit sur la vis de butée B

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'armature de l'électro de rappel jusqu'à ce que la vis de la barrette *h* se trouve très près du levier *l* sans le toucher : une distance égale à l'épaisseur d'une feuille de papier suffit.

L'entretien du retransmetteur est des plus faciles ; il consiste à huiler, modérément, les axes de pivotage des différents leviers et du galet, et à veiller à la propreté des contacts comme dans un manipulateur.

La robustesse des pièces de cet appareil et sa simplicité en rendent le fonctionnement très sûr avec le minimum de surveillance. Il est rare qu'on ait à modifier le réglage de l'une ou de l'autre de ses parties lorsqu'il a été opéré dans les conditions que nous venons d'indiquer.

En cas d'avarie, d'ailleurs, le remplacement de l'appareil serait extrêmement facile puisqu'il se fait comme celui d'un traducteur ; il faut alors veiller au bon appui des ressorts des réglettes latérales sur les plots des réglettes de la platine-socle.

Retransmetteur modèle 1909. — Cet appareil est une application au retransmetteur, du nouveau système d'aiguillage dû à la collaboration de MM. Lesaffre de Chattelun. Nous avons déjà parlé de ce système, page 225.

Sur une plateforme en laiton P (fig. 177) sont fixés cinq électro-aimants semblables à ceux du traducteur rapide, modèle des Ateliers. Les courants arrivent dans chaque bobine par un fil isolé à la soie et par un tube de caoutchouc, ce fil est serré sous une vis V taraudant dans un plot de laiton noyé dans une réglette d'ébonite E montée sur la plate-forme. Sur la face extérieure de la réglette, une autre vis V_1, pénétrant aussi dans le plot, sert à fixer un ressort de prise de courant. Les émissions trouvent une issue par la plate-forme qui est reliée à la terre.

Contre l'extrémité de l'appendice de l'armature *a* vient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'appuyer, par un biseau, un levier coudé en acier trempé C pivotant autour d'un axe commun aux cinq leviers ; un ressort de contact *t* est solidaire du levier coudé dont il est isolé, d'ailleurs, par une plaquette d'ébonite contre laquelle il est serré par la monture d'un crochet Cr, maintenue elle-même par deux vis isolées. Sur cette pièce s'accroche un ressort à boudin *d* fixé, d'autre part, à un deuxième crochet vissé dans un plot logé à l'intérieur de la réglette d'ébonite E^1 et communiquant avec un ressort de prise de courant placé, à l'extérieur, sous une vis V_2. Le contact du ressort

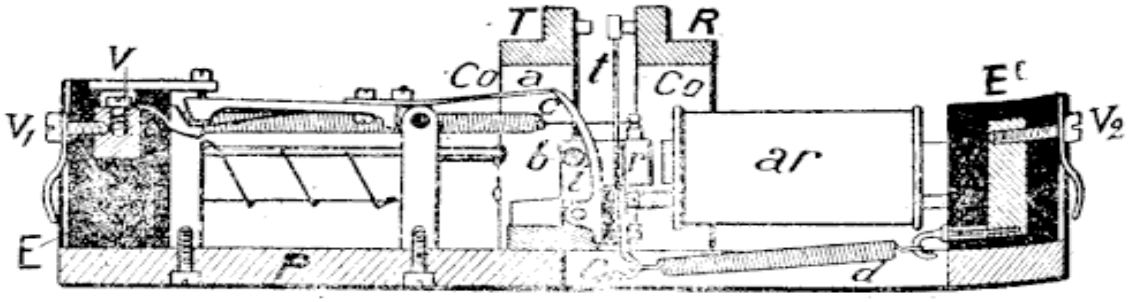


Fig. 177.

t peut se déplacer entre deux butoirs forcés dans des platines T et R montées sur des colonnettes Co.

En avant des cinq leviers coudés, passe une tige d'acier *b* chaussée dans deux bras de levier *i* (fig. 177 et 178) pivotant autour de l'axe commun des leviers coudés et portant l'armature de l'électro-aimant de rappel *ar*.

Le ressort antagoniste de cette dernière, attaché à une vis à gorge implantée dans l'armature, est maintenu à son autre extrémité par un fil de soie s'enroulant autour d'une vis de réglage Vr (fig. 178).

Le retransmetteur se place sur un socle en bois entre deux réglettes d'ébonite portant chacune sept plots en regard des sept ressorts correspondants des réglettes du retransmetteur.

L'établissement des communications nécessaires s'opère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc d'une façon analogue à celle du retransmetteur Robichon ou du traducteur.

Les électro-aimants du retransmetteur ayant été disposés dans le même ordre que les touches du manipulateur pour qu'il soit possible, le cas échéant, de transmettre en agissant avec les doigts sur les armatures, il a fallu re-

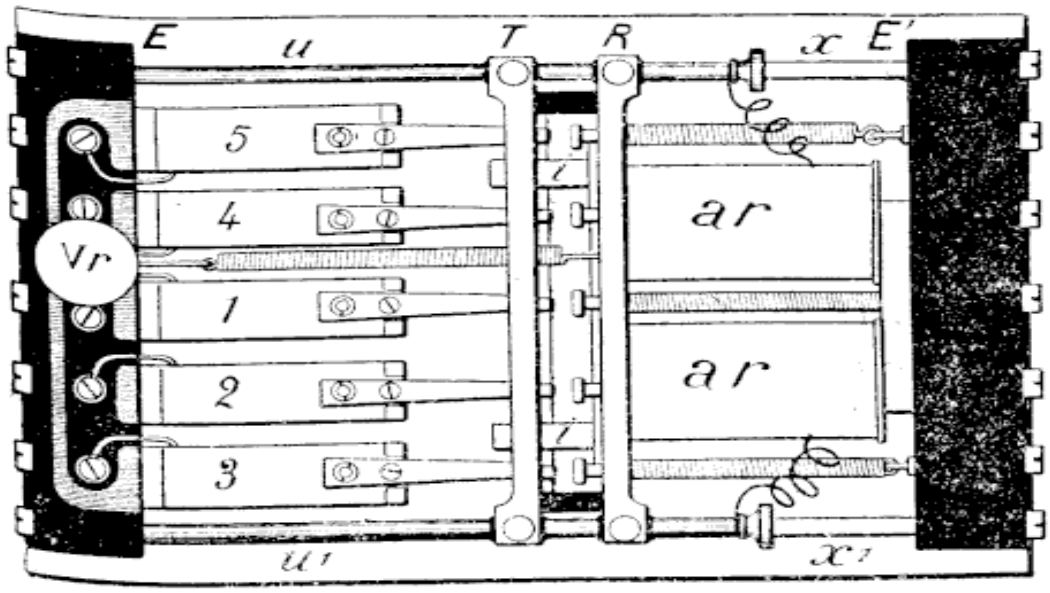


Fig. 178.

manier en conséquence les communications aboutissant au socle (fig. 180).

L'entrée et la sortie de l'électro de rappel sont reliées aux premier et dernier ressorts extérieurs de la réglette E (fig. 178) par des tiges *u* et *u'* traversant les colonnettes Co (fig. 177) dont elles sont isolées par des manchons d'ébonite.

Les piles sont amenées aux réglettes de transmission T et R par d'autres tiges x, x', en relation avec les ressorts extérieurs 1 et 7 de la réglette de droite.

Fonctionnement. — Au moment de l'attraction de l'armature d'un électro-aimant récepteur, l'appendice de celle-ci se soulève et se dérobe à la pression du levier coudé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui s'abat sous l'action de son ressort antagoniste (*d*, fig. 177). Le ressort de contact *t* quitte le butoir R, sur lequel il était en relation avec la pile de repos, et vient s'appuyer sur le butoir opposé en communication avec la pile de travail. Le courant émis passe dans le ressort-contact, le crochet Cr, le ressort *d*, le second crochet implanté dans la réglette E¹, le ressort-lame extérieur et le plot correspondant de la réglette du socle rattaché à un contact de la deuxième couronne de l'installation affectée au service de la seconde ligne. Quand les balais de cette installation ont réexpédié les émissions du retransmetteur un courant est envoyé par un contact de la troisième couronne, du même plateau, vers l'électro de rappel *ar* ; l'armature de ce dernier étant attirée, la tige *b* ramène en arrière tous les leviers coudés déplacés précédemment. Mais dès que ces derniers ont dépassé l'extrémité des appendices des électro-aimants récepteurs, ces plèces s'abaissent sous l'action des ressorts antagonistes des armatures et s'opposent ainsi au retour en arrière des leviers coudés lorsque l'armature de l'électro-aimant de rappel est ramenée au repos.

Réglage. — Les armatures des électro-aimants récepteurs se règlent comme celles des organes semblables du traducteur modèle 1909. Les appendices doivent avoir une longueur telle que leur extrémité libre soit à un quart de millimètre environ du biseau du levier coudé supportant le ressort de contact, lorsque l'armature de l'électro-aimant de rappel est contre les noyaux. Cette disposition a pour but de laisser à l'appendice le temps de redescendre, afin d'empêcher le retour intempestif du levier coudé à la position de travail, immédiatement après le rappel. Le réglage des ressorts-contacts de transmission est le même que celui des ressorts accomplissant la même fonction dans le manipulateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MODE D'AGENCEMENT DES RETRANSMETTEURS

Dispositions particulières. — Le montage des retransmetteurs est différent selon qu'il s'agit du type tournant (traducteur muni d'un jeu de leviers retransmetteurs) ou du type non rotatif (Robichon ou Lesaffre et Chattelun).

Le dispositif des premiers est des plus simples, mais il est nécessaire que les deux installations, mises en relation au poste translateur, soient complètes, ce qui, par conséquent, exige plus de place. Il n'en est pas de même pour les retransmetteurs non rotatifs qui peuvent être groupés, par deux, sur une seule table avec les commutateurs permettant la rentrée de l'intermédiaire.

Bien qu'avec ce dernier type il soit possible de commencer la réexpédition dès que le premier levier du retransmetteur a fonctionné, la retransmission est presque toujours décalée d'une demi-révolution par rapport à la réception.

Quel que soit le modèle de retransmetteur employé, la réexpédition des combinaisons peut avoir lieu au moyen d'un plateau d'un type différent de celui où s'est fait la réception. Ainsi des émissions reçues au quadruple seront retransmises au double, par exemple.

Correction locale. — Quand les deux plateaux sont supportés par la même cage, il suffit de faire coïncider les deux secteurs qui doivent correspondre (1). Dans le cas où l'on voudrait réexpédier les combinaisons reçues par le secteur 2 d'un premier plateau dans le secteur 4 de l'autre,

(1) Cas des retransmetteurs tournants. Avec les retransmetteurs statiques, il suffit de décaler d'au moins un contact le secteur de réexpédition par rapport à celui de réception.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il faudrait décaler les plateaux de telle façon que leurs balais respectifs parcourent simultanément les deux secteurs considérés.

Si les plateaux sont montés sur des cages distinctes il est indispensable d'établir entre les deux organes un synchronisme donnant la même concordance.

Le courant correcteur local est envoyé par l'un des plateaux faisant office de poste correcteur.

A cette fin, un contact de sa troisième couronne est mis en connexion avec la quatrième couronne de l'autre plateau, le contact mobile de celui-ci étant rattaché à l'électro-correcteur.

C'est le choix du contact qui détermine la concordance de marche des balais sur tels ou tels secteurs. Par exemple, si l'on désire que les balais des deux plateaux, que nous supposerons être tous deux du type quadruple, pour plus de simplicité, passent simultanément sur le secteur 2 du premier et sur le 4 du deuxième, il faudra envoyer la correction par le contact 13 de la troisième couronne du premier plateau. En effet, dès que le synchronisme sera établi, la fin du contact de la troisième couronne du plateau correcteur coïncidera avec le point de repère du contact mobile qui correspond normalement à la fin du contact 23 de la deuxième couronne ; dans ces conditions, quand les contacts 6, 7, 8, 9, et 10 (deuxième secteur) sont parcourus par les balais sur le premier plateau, les contacts 16, 17, 18, 19, 20 (quatrième secteur) le sont également sur l'autre plateau, et pendant qu'on reçoit une combinaison dans les électro-aiguilleurs du traducteur-retransmetteur par le deuxième secteur, la combinaison enregistrée au tour précédent est réexpédiée simultanément dans le quatrième secteur de l'autre plateau ; à ce moment la came de rappel des chercheurs du traducteur se trouve vers le bas de sa course.

Ordinairement le fil venant du contact de troisième cou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ronne affecté à l'envoi de la correction locale est rattaché à un segment découpé dans la quatrième couronne et situé de telle façon qu'il soit parcouru par le balai de cette couronne en même temps que le contact mobile est balayé par celui de sa couronne (voir fig. 184).

Lorsque la quatrième couronne n'est pas sectionnée, le contact mobile du distributeur corrigé doit être placé de manière qu'il soit parcouru par le balai au moment où le courant correcteur de repos est émis sur la ligne, vers la station correspondante. Cette disposition a pour but d'éviter l'envoi intempestif, dans l'électro-correcteur, du courant local du relais, si l'index de celui-ci n'était pas à ce moment même retenu sur son butoir de repos.

Envoi de la correction. — Dans ce genre de translation, les courants correcteurs sont émis par le poste intermédiaire vers les deux extrêmes, tantôt normalement « en tête », par les deux derniers contacts de la deuxième couronne, tantôt « en queue », c'est-à-dire par les deux contacts qui suivent le dernier secteur de transmission.

COMMUNICATIONS DE DEUX SECTEURS RELIÉS PAR TRADUCTEURS-RETRANSMETTEURS

Bien que les traducteurs-retransmetteurs ne soient plus employés en France, nous donnons le schéma des liaisons de deux secteurs reliés par des retransmetteurs de ce genre. Les courants provenant de la ligne 1, par exemple, arrivent à la cinquième couronne du premier plateau (fig. 179), passent par les balais dans la deuxième couronne et sont dirigés sur le relais, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un manipulateur, comme dans les installations ordinaires ; les courants de la ligne prennent terre à la sortie du relais. Si le sens de l'émission est tel que l'index tombe sur le butoir de travail, le courant local est envoyé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans la quatrième couronne, les balais et un contact de la première couronne connecté avec un des cinq électro-aiguilleurs du traducteur-retransmetteur. La combinaison est enregistrée, traduite sur la bande et retransmise par le jeu des leviers. Les communications des cinq leviers sont amenées à un commutateur à sept broches dont cinq plots de la base sont en relation avec cinq contacts du secteur de

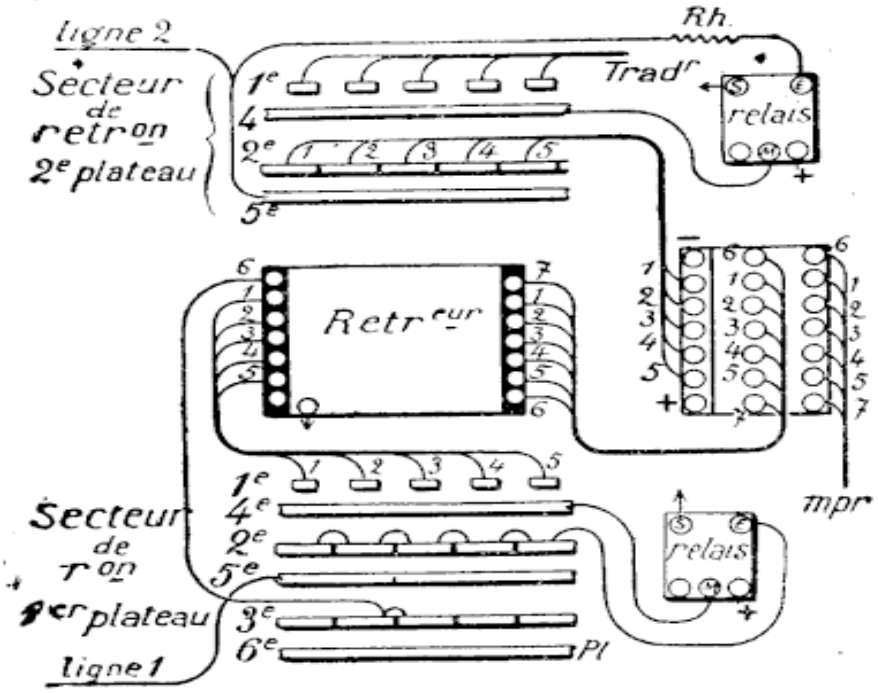


Fig. 179.

la deuxième couronne affecté à la réexpédition et appartenant au deuxième plateau. Les émissions passent ensuite dans la cinquième couronne et sur la ligne 2.

Par le rhéostat de contrôle, une fraction de courant se dérive à la terre à travers le relais. Le fonctionnement de ce dernier donne le contrôle de la transmission dans le traducteur du même secteur.

Le commutateur multiple laisse la faculté de rompre la liaison des deux secteurs et de substituer un manipulateur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au retransmetteur lorsque le poste intermédiaire devra rentrer, soit pour renseigner la station correspondante, soit pour utiliser les deux secteurs pour son propre trafic.

Les prises de pile sont alors coupées vers le retransmetteur et connectées avec le manipulateur.

COMMUNICATIONS DE DEUX SECTEURS RELIÉS PAR RETRANSMETTEURS NON ROTATIFS

Dispositions générales. — Avec ce type d'appareil, la réception n'est pas contrôlée comme avec le traducteur-retransmetteur ; il a fallu recourir, en conséquence, à l'emploi de deux commutateurs à sept broches (2 et 3, fig. 180) afin de relier les contacts de la première couronne, soit du premier, soit du deuxième plateau, avec un même traducteur qui se substitue, le cas échéant, au retransmetteur (manettes des commutateurs 2 et 3 à gauche), ou enregistre le contrôle de la réexpédition (manettes des commutateurs 2 et 3 à droite).

Le commutateur, permettant de remplacer le retransmetteur par un manipulateur pour correspondre avec l'extrême intéressé, subsiste, évidemment, avec ce dispositif comme avec le précédent, mais il possède dix broches au lieu de sept et amène au manipulateur, outre les communications des contacts du secteur de la deuxième couronne à desservir, les piles, la terre et la cadence.

Le rappel des leviers du retransmetteur est effectué par un courant puisé sur les deux contacts de la troisième couronne du deuxième plateau, immédiatement après le secteur de retransmission.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

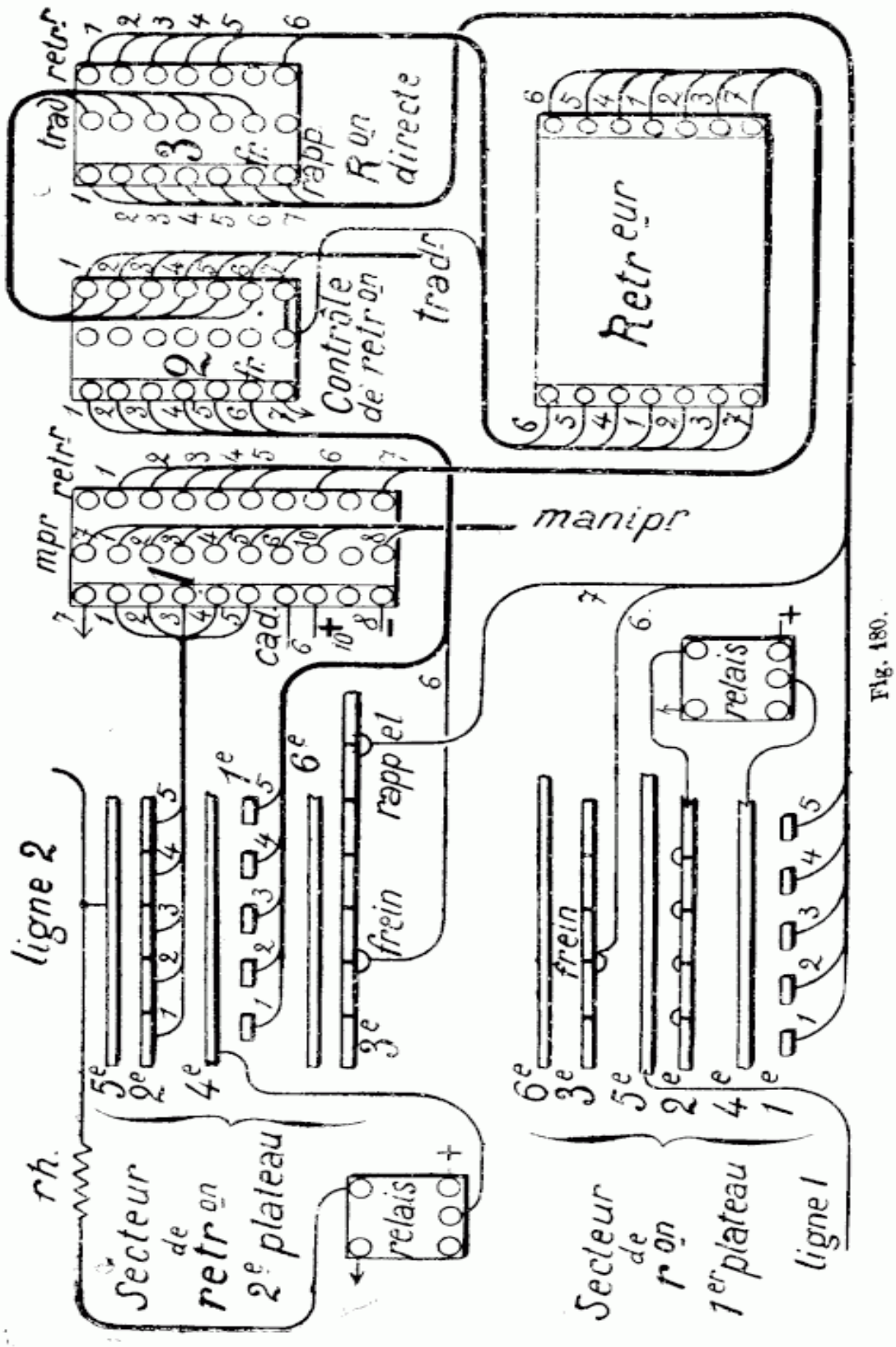


Fig. 180.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

EXEMPLES DE COMMUNICATIONS PAR RETRANSMISSION AUTOMATIQUE

Type Londres = Paris = Lyon = Gênes. — Cette communication peut être prise comme type du genre. Elle est réalisée au quadruple. Paris, premier poste correcteur, envoie normalement et simultanément la correction à Londres et à Lyon (voir diagramme, planche IV). Ce dernier poste expédie à son tour la correction à Gênes ; mais ses deux plateaux, celui du côté Paris et celui du côté Gênes, sont décalés d'une demi-circonférence l'un par rapport à l'autre. Lyon n'est qu'un poste translateur et n'utilise aucun secteur, du moins en temps ordinaire, pour son service particulier. Il possède des retransmetteurs sur les deux secteurs de réception de chacun de ses plateaux.

Quant à Paris, il est translateur seulement sur les secteurs 2 et 4 dans les deux directions, pour la communication Londres-Gênes. Il emploie les secteurs 1 et 3 de chaque installation, d'un côté avec Londres et de l'autre avec Gênes.

La planche IV donne la disposition de la boîte des coupures et les liaisons de l'installation de Paris.

Type Londres = Paris = Lyon = Marseille. — Cette combinaison est réalisée à l'aide de plateaux de double entre Lyon et Marseille.

Paris, premier poste intermédiaire (fig. 181), envoie en même temps la correction par 23 et 24 à Londres par un plateau, et à Lyon par un autre plateau ; ces deux organes étant montés sur la même cage sont orientés de manière que les secteurs de même numéro soient parcourus simul-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tanément par leurs balais respectifs. La réception de Paris s'effectue, sur chaque plateau, par les secteurs 3 et 4 qui sont pourvus de retransmetteurs, pour réexpédier, dans chacune des directions, par les secteurs 1 et 2.

A Lyon, la correspondance destinée à Marseille est reçue sur le secteur 1 du quadruple et réexpédiée, par retransmetteur, dans le secteur 1 du double côté de Marseille. Les

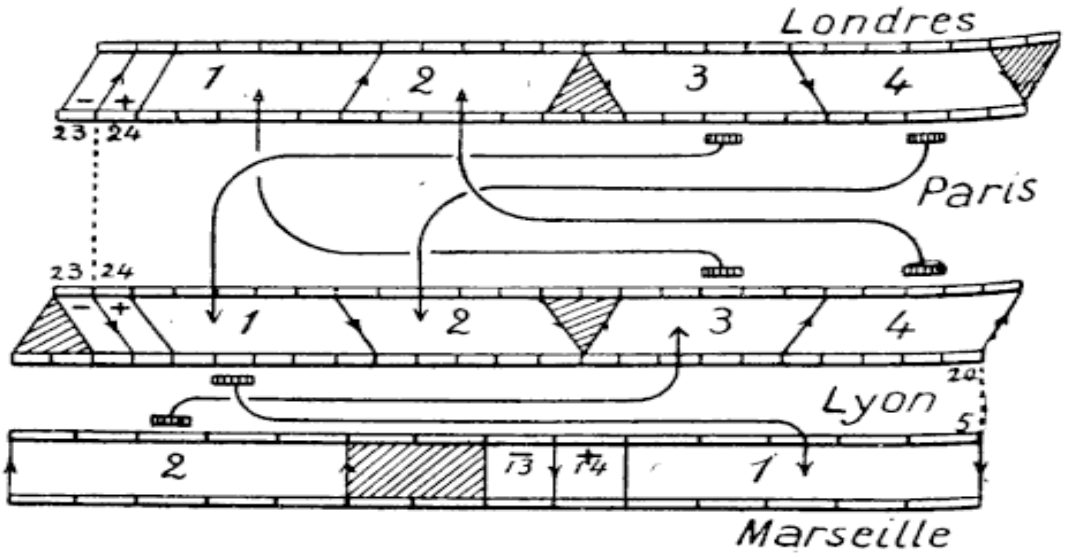


Fig. 181.

émissions de ce dernier poste arrivent par le secteur 2 du double et sont retransmises, à destination de Londres, par le secteur 3 du quadruple.

Lyon est poste correcteur par rapport à Marseille, auquel il envoie les courants nécessaires, par les contacts 13 et 14 du plateau de double.

Les secteurs 2 et 4 du quadruple sont réservés au trafic entre Londres et Lyon.

Les plateaux sont montés tous deux sur la même cage et décalés de telle sorte que le balai de deuxième couronne, du quadruple, soit à la fin du contact 20 lorsque celui de la couronne correspondante, du double, est à la fin du 5.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de cette disposition que la réexpédition s'opère à une demi-révolution d'intervalle de la réception, aussi bien dans l'installation de Lyon que dans celle de Paris.

A Paris et à Lyon, les commutateurs à dix broches sont

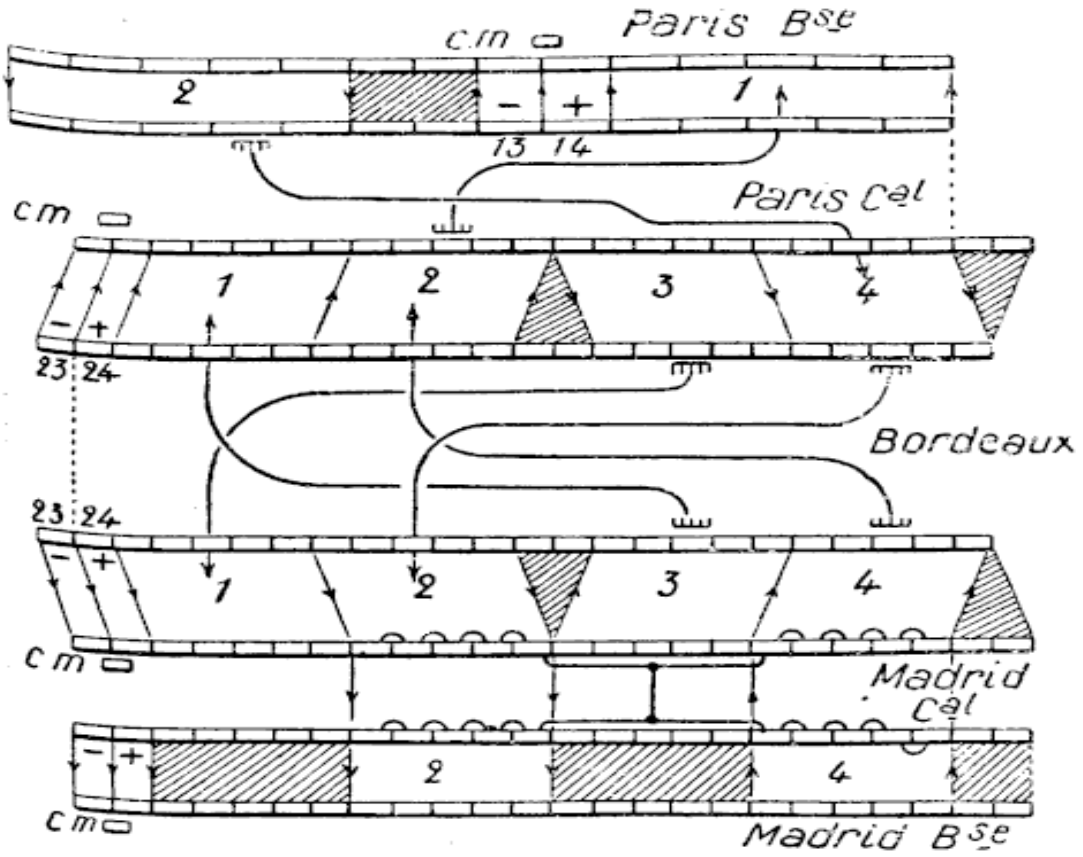


Fig. 182.

agencés de manière à ce qu'un même manipulateur puisse desservir deux secteurs de retransmission.

Ce résultat est atteint en multiplant ensemble les contacts des premières rangées de deux commutateurs à dix broches. Par ce moyen, une retransmission sur quatre secteurs peut ne comporter que deux manipulateurs, deux traducteurs, quatre retransmetteurs, douze commutateurs et un distributeur à deux plateaux ; le tout pouvant tenir

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur quatre tables, les dimensions d'encombrement de l'installation se trouvent réduites au strict nécessaire. C'est là un des principaux avantages de l'emploi des retransmetteurs non rotatifs.

La communication Paris-Bourse = Paris-Central = Bordeaux = Madrid-Central = Madrid-Bourse est établie d'après ces données. Mais entre Madrid-Central et Madrid-Bourse il n'y a pas de retransmission automatique. Madrid-Central possède deux plateaux de quadruple ; l'un desservant la ligne côté Bordeaux, l'autre la ligne urbaine de la Bourse. Les secteurs 2 et 4 de la deuxième couronne d'un plateau sont reliés aux secteurs correspondants de l'autre plateau. Les courants passent ainsi directement d'une ligne à l'autre par l'intermédiaire des deuxième et cinquième couronnes des plateaux.

Madrid-Bourse est pourvu de piles assez puissantes pour actionner efficacement les appareils de Bordeaux.

La correction est envoyée par Madrid-Central à Madrid-Bourse (fig. 182).

Type Paris = Toulon = Hyères. — Entre Paris et Toulon la communication est quadruple avec translation tournante rectificative à Lyon (fig. 183). Les deux postes correspondent par les secteurs 2 et 4, les 1 et 3 étant réservés au trafic Paris = Hyères.

La cage du distributeur de Toulon est munie d'un plateau de triple relié à la ligne côté Hyères. Les combinaisons reçues dans le premier secteur du quadruple sont retransmises dans le premier secteur du triple. Hyères transmet, pour Paris, par son deuxième secteur et les combinaisons sont transposées, à Toulon, sur le secteur 3 du quadruple.

Enfin, le troisième secteur du triple est utilisé, à l'alternat, entre Toulon et Hyères. La propagation étant nulle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur un conducteur aussi court, il a été possible d'employer les contacts 16 et 17 disponibles pour établir un système de coupure par bouton de contact et sonnerie, comme dans les installations pour postes échelonnés (voir page 344).

Le 16 de la deuxième couronne du plateau d'Hyères est relié à un bouton de contact, celui de Toulon est connecté

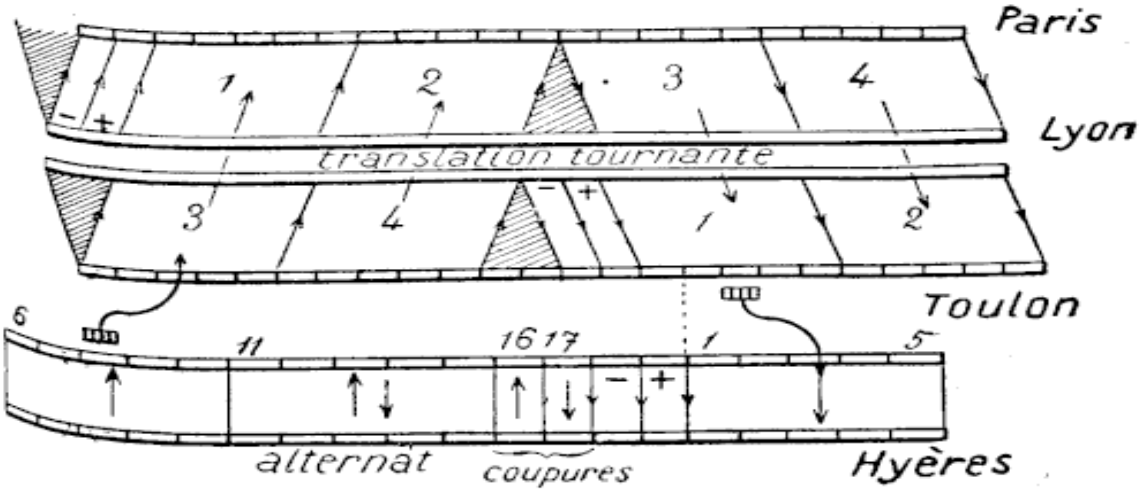


Fig. 183.

avec l'entrée du relais, et le contact correspondant de la première couronne est rattaché à l'avertisseur de coupure. La même disposition est prise, mais en sens inverse, pour le contact 17 qui sert ainsi à la coupure de Toulon vers Hyères.

COMMUNICATIONS BIFURQUÉES

Les retransmetteurs fournissent la possibilité de desservir deux stations situées sur deux lignes différentes, mais ayant un parcours commun jusqu'à une station intermédiaire.

Communication Paris = Nîmes = Valence. — Ainsi la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communication Paris = Nimes et Paris = Valence est établie par un même fil jusqu'à Lyon, poste intermédiaire, et par deux conducteurs indépendants se dirigeant, l'un sur Nîmes, l'autre sur Valence.

La ligne Paris = Lyon est desservie au quadruple ; les secteurs 1 et 3 sont affectés à la correspondance de ou pour Valence et, les 2 et 4, au trafic entre Paris et Nimes

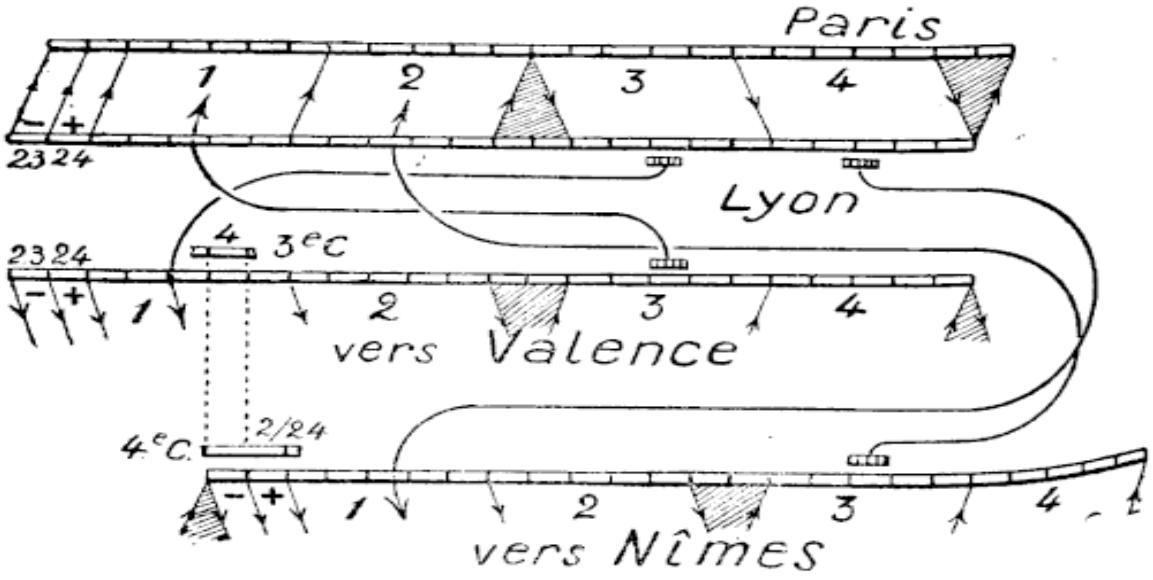


Fig. 184.

(fig. 184). Le poste intermédiaire possède deux plateaux de quadruple, montés sur la même cage, communiquant l'un avec Paris et l'autre avec Valence.

Un deuxième distributeur, indépendant, sert à la communication avec Nîmes. Les secteurs 3 et 4 du plateau côté Paris sont reliés à des retransmetteurs non rotatifs qui réexpédient les combinaisons, le 3, dans le 1 du plateau de Valence, le 4, dans celui de Nîmes.

D'autre part, le secteur 3 du plateau de Nîmes est muni d'un retransmetteur émettant les signaux dans le 2 du plateau de Paris, et les combinaisons reçues sur le 3 du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plateau de Valence sont envoyées, dans les mêmes conditions, dans le secteur 1 du plateau, côté Paris.

Les deux plateaux de Lyon, montés sur la même cage, sont en concordance de façon que les contacts de même numéro de chacun d'eux soient parcourus simultanément par leurs balais respectifs.

Enfin, le distributeur, côté Nîmes, est synchronisé par un courant local pris sur le contact 4 de la troisième couronne du plateau, côté Valence, et dirigé sur un secteur de 2/24 découpé dans la quatrième couronne du plateau, côté Nîmes, en regard du contact mobile. Grâce à cette disposition, le dernier plateau est décalé d'un secteur par rapport au premier, et les retransmissions sont opérées sur l'un et l'autre une demi-révolution après la réception dans le retransmetteur.

D'après ce type ont été réalisées plusieurs communications : telles sont, par exemple, celles de Paris Dijon = Besançon = Belfort, Paris = Bordeaux-Agen = Pau, Paris = Bordeaux = Bayonne = Biarritz, etc. Certains de ces postes dont le trafic ne justifie pas l'emploi continu de tous les secteurs, sont pourvus d'un dispositif permettant de desservir les quatre secteurs avec trois traducteurs seulement.

Dispositif permettant de desservir quatre secteurs au moyen de trois traducteurs. — Le procédé employé est analogue à celui que nous avons déjà décrit et qui est représenté par la figure 117.

C'est au moyen de deux commutateurs à sept broches que le but est atteint. A la base du commutateur I (fig. 185) aboutissent les fils des contacts de 1 à 5 de la première couronne (réception). Dans la position de travail simultané, marquée S dans la figure, ces contacts sont mis en relation avec le traducteur 1, tandis que le troisième sec-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur (transmission) est desservi par le traducteur 3. Dans la position d'alternat (A), le traducteur 3 reçoit les émissions des deux secteurs 1 et 3. Dans ces conditions, le traducteur doit être synchronisé tantôt par la prise de frein du premier secteur (réception), tantôt par celle du troisième secteur (transmission). Le résultat est obtenu par le jeu du commutateur du manipulateur 3 qui établit la liaison

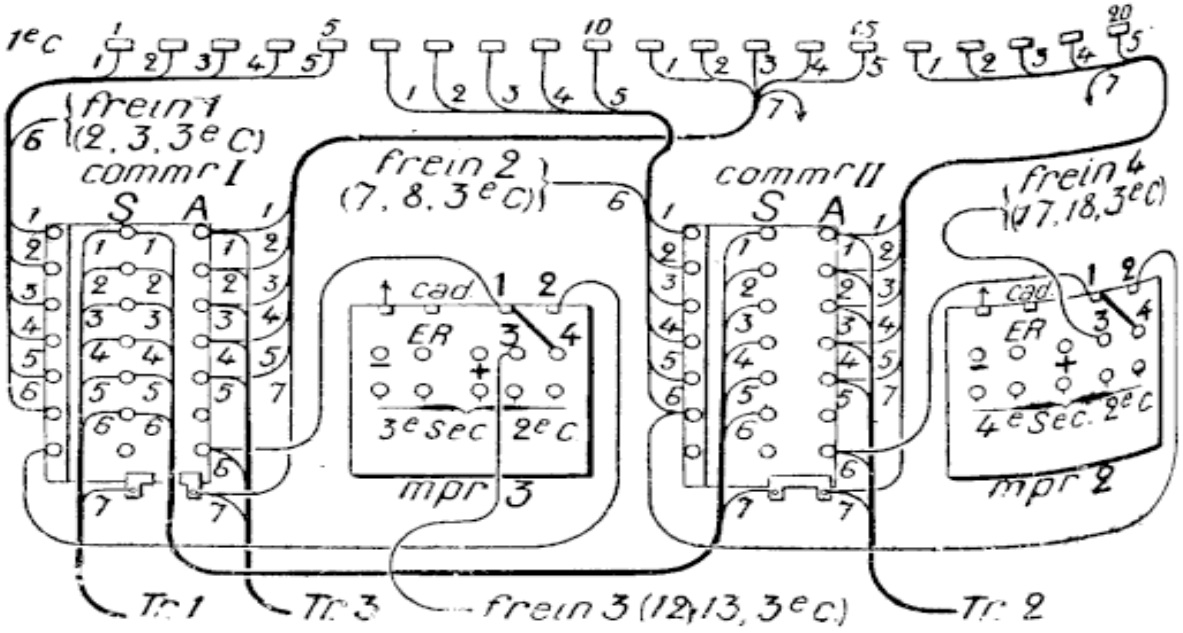


Fig. 185.

des plots 1 et 3 pour la transmission et celles des plots 2 et 4 pour la réception.

Le commutateur II, en simultané (S), renvoie les émissions locales du deuxième secteur (réception) sur le traducteur 1 grâce au multiplage des rangées de plots S des deux commutateurs, les émissions du contrôle de la transmission effectuée sur le secteur 4 par le manipulateur 2 étant dirigées sur le traducteur 2. La permutation des prises de frein est opérée également par la manœuvre du commutateur du manipulateur 2.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, le traducteur 3 est en relation permanente avec le secteur 3 ; il en est de même pour le traducteur 2 par rapport au secteur 4 ; le traducteur 1 sert de secours soit pour les secteurs pairs, soit pour les impairs.

De cette disposition, il résulte qu'on peut mettre en même temps les deux commutateurs à broches sur alternat mais qu'on ne peut les mettre tous les deux sur simultané, parce que, dans ce dernier cas, le traducteur 1 recevrait tout à la fois les émissions des contacts de première couronne et les courants de frein des secteurs 1 et 2.

RETRANSMISSION QUADRUPLE AVEC INVERSION FACULTATIVE DU SENS DE LA TRANSMISSION SUR UN SECTEUR.

Un nouveau type de translation quadruple par retransmetteurs a été adopté plus récemment. Il a l'avantage de permettre, à volonté, la transmission par deux ou trois secteurs dans un même sens. Mais cette innovation a entraîné une modification assez profonde de la translation précédemment décrite.

On sait que l'inversion du sens de la transmission, à cause de la propagation, n'est réalisable que sur le deuxième ou le troisième secteur, suivant qu'il s'agit du poste corrigé ou du poste correcteur. Pour que l'inversion soit possible sur une communication pourvue d'une retransmission automatique, il faut que les communications du retransmetteur de la station intermédiaire puissent être permutées.

Ainsi, par exemple, s'il s'agit du deuxième secteur, l'entrée du retransmetteur 2(fig. 186) qui est normalement reliée avec le secteur 2 de première couronne du plateau desservant la ligne II doit être en cas d'inversion du sens

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la transmission, rattachée au secteur 2 de première couronne du plateau desservant l'extrême I ; tandis qu'une

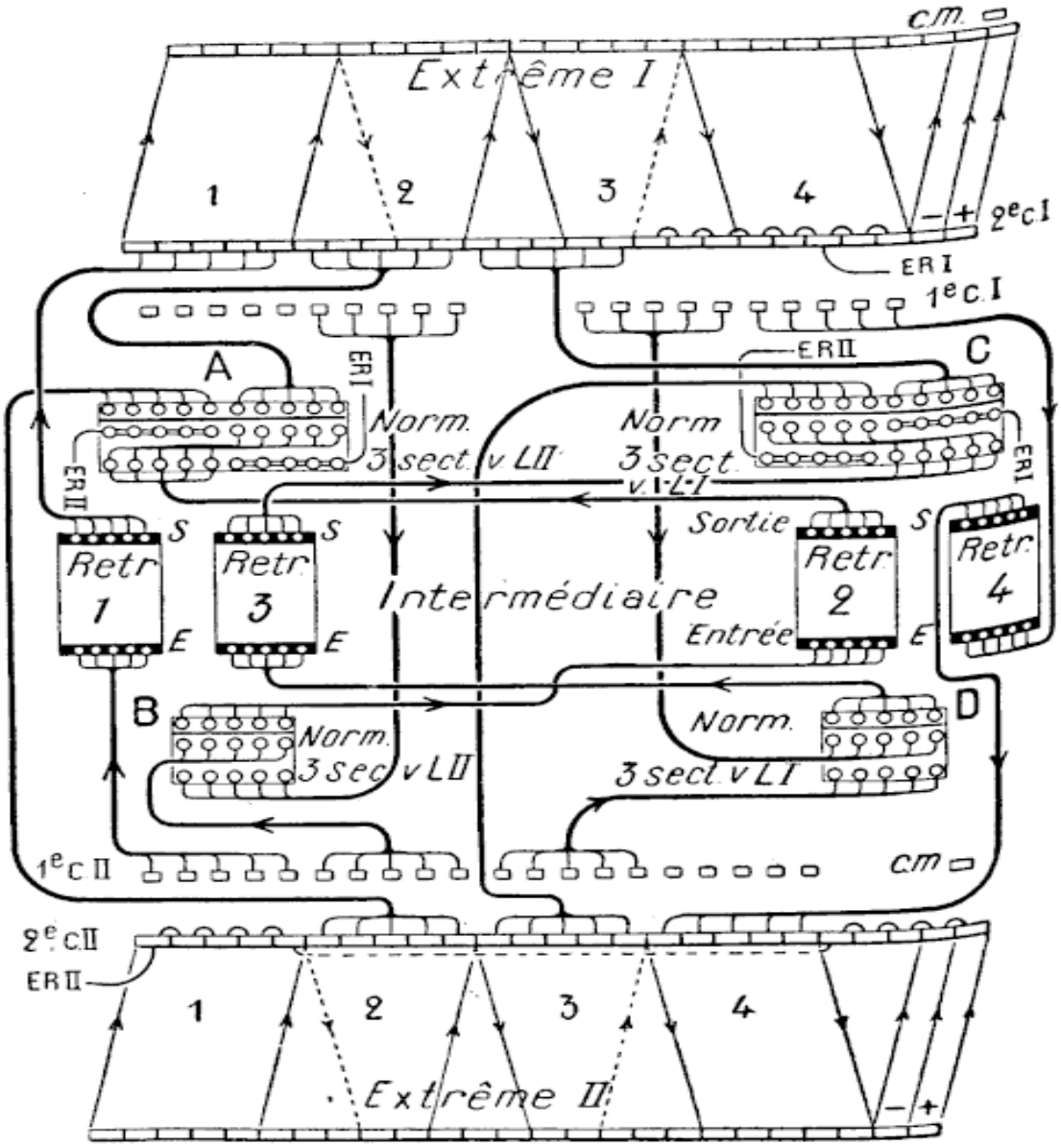


Fig. 186.

permutation correspondante des secteurs 2 de deuxième couronne des deux plateaux sera opérée sur la sortie du même retransmetteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces inversions exigent donc l'emploi de commutateurs supplémentaires. Pour éviter la complication et les risques de dérangements plus grands qui résulteraient de l'augmentation du nombre des commutateurs, on a recours aux moyens suivants : adoption de commutateurs à trois positions ; montage du traducteur de contrôle en dérivation sur le retransmetteur ; emploi de manipulateurs amovibles pouvant se substituer à volonté au retransmetteur et s'adapter à la planchette-socle de ce dernier.

Le diagramme de la communication et un schéma des liaisons principales sont représentés par la figure 186.

Le poste translateur est corrigé du côté de l'extrême II et correcteur du côté de l'extrême I.

Les commutateurs A et C servent à la permutation des communications aboutissant à la sortie (ressorts de transmission) des retransmetteurs 2 et 3 ; les commutateurs B et D ont une fonction semblable, mais sur l'entrée (électro-aimants récepteurs) des mêmes retransmetteurs. En outre, ces deux derniers commutateurs modifient les prises de piles, de rappel et de cadence du retransmetteur selon le sens de la transmission et aussi la prise de frein du traducteur de contrôle selon le secteur intéressé (planche V). C'est à partir de ces commutateurs B et D que s'établit la dérivation des courants provenant des contacts de première couronne, d'une part sur l'entrée des retransmetteurs 2 ou 3 et d'autre part sur le traducteur de contrôle.

On remarquera que les manettes des commutateurs A et B doivent être dans des positions identiques, c'est-à-dire toutes deux sur « normale » ou toutes deux sur « trois secteurs vers L II ». Il en est de même des manettes des commutateurs C et D.

L'installation ne comporte que deux traducteurs. L'un sert au contrôle ou à la réception directe sur les quatre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secteurs impairs des deux plateaux, l'autre remplit la même fonction sur les quatre secteurs impairs.

C'est au moyen des quatre commutateurs E, F, G, H, à trois positions que les traducteurs sont rattachés à tel ou tel secteur. Les commutateurs E et G donnent le contrôle des retransmissions quand la première rangée des commutateurs F et H est en relation avec la base. Dans la position intermédiaire « INV », les commutateurs E et G donnent respectivement la communication avec le secteur 3 de première couronne du plateau I, et avec le secteur 2 de la même couronne du plateau II

Enfin, les commutateurs F et H servent à prendre la réception directe : le commutateur F, sur le secteur 1 du plateau II (en dérivation sur le retransmetteur 1) ou sur les secteurs 3 du plateau I ou du plateau II, suivant que le commutateur D est dans la position « Normale » ou dans la position « trois secteurs vers L I » ; le commutateur H sur le quatrième secteur du plateau I (en dérivation sur le retransmetteur 1) ou sur le secteur 2, soit du plateau II, soit du plateau I, selon que le commutateur B est dans la position « normale » ou dans celle « trois secteurs vers L II ».

Les prises de frein sont permutées en même temps par le jeu des six commutateurs B, D, E, F, G, H.

En cas d'inversion du sens de la transmission sur un secteur, la numérotation des secteurs ne change pas. C'est un avantage que ne présentait pas la translation tournante rectificative.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XV

EXPLOITATION DES LIGNES SOUTERRAINES AU BAUDOT

Les conducteurs souterrains sont, en général, constitués par un toron de sept fils de cuivre, recouvert d'une enveloppe isolante formée, suivant la grosseur du fil, de deux ou trois couches de gutta-percha alternées avec un nombre égal de couches de composition Chatterton (trois parties de gutta-percha, une de résine, une de goudron de Stockholm). Deux ou plusieurs conducteurs peuvent être réunis en câble et le tout est enveloppé de fil de jute, de ruban tanné et protégé, quelquefois, par une armature de fils de fer.

Lorsqu'on a voulu utiliser les appareils rapides sur cette sorte de conducteur, on s'est heurté à diverses difficultés provenant de l'importance des phénomènes d'induction électrostatique (pr. n° 17) qui s'y produisent et de la condensation électrique qui en est la conséquence (pr. n° 7.)

Différence de capacité entre lignes aériennes et souterraines. — Une ligne aérienne peut être considérée comme l'armature d'un condensateur, dont l'autre armature est représentée par les fils voisins et la terre, l'air faisant office de diélectrique. Or, ce diélectrique, dont le pouvoir inducteur spécifique (pr. n° 6) est faible, a une grande épaisseur : la distance entre deux fils sur le même poteau étant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de 50 centimètres et celle d'un fil à la terre d'environ 5 m. Aussi, pour ces raisons, la capacité d'un fil aérien est-elle relativement peu éleuée.

Il n'en est pas de même sur une ligne souterraine. Les fils de cuivre, formant l'âme du câble, sont enveloppés comme nous le savons déjà, d'une ou deux couches de gutta-percna dont l'épaisseur est d'environ un demi-centimètre : le pouvoir inducteur de la gutta-percha étant quatre fois plus grand que celui de l'air, et l'épaisseur du diélectrique considérablement plus faible, la capacité de la ligne souterraine se trouve, de ce fait, beaucoup plus forte que celle d'une ligne aérienne de même spécification.

D'après les mesures faites par M. Devaux-Charbonnel, la capacité kilométrique moyenne d'une ligne aérienne est d'environ 0 φ 009, tandis que celle d'une ligne souterraine, sous gutta-percha, atteint 0 φ 270. La capacité kilométrique moyenne des câbles sous papier est plus faible : 0 φ 059.

Inconvénient de l'allongement des périodes de charge et décharge. — Si l'on met en relation avec une pile positive, par exemple, un câble (fig. 187) dont l'extrémité est à la terre, le phénomène d'induction électrostatique se manifeste. Dès que le courant a commencé à charger la ligne, le fluide neutre de l'enveloppe est décomposé, l'électricité négative attirée et la positive repoussée dans le sol. Le potentiel de la charge prise par le câble diminue alors, et la pile fournit une nouvelle quantité d'électricité pour rétablir l'équilibre qui n'est atteint qu'après plusieurs oscillations du potentiel. Les deux électricités, celle de l'âme du câble et celle de l'enveloppe, s'attirant à travers le diélectrique, et, même, y pénétrant en partie, la propagation du courant et l'écoulement du fluide à l'autre extrémité du conducteur ne se font qu'avec une lenteur relative. Il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en est de même, par conséquent, de l'accroissement de l'intensisé du courant à l'arrivée ; et les courbes représentatives de cet accroissement sont plus aplaties que celles des lignes aériennes de mêmes dimensions.

La décharge est également très lente à s'effectuer,

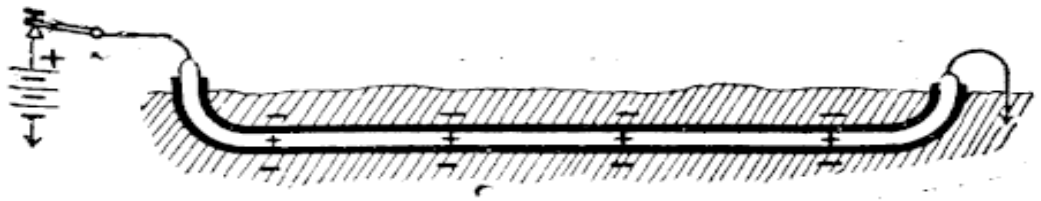


Fig. 187.

quand le courant de la source est interrompu, le fluide étant retenu dans le câble par l'attraction de l'électricité négative de l'enveloppe. La portion d'électricité positive qui a pénétré dans le diélectrique n'est restituée que plus tard et constitue ce qu'on appelle la *décharge résiduelle*.

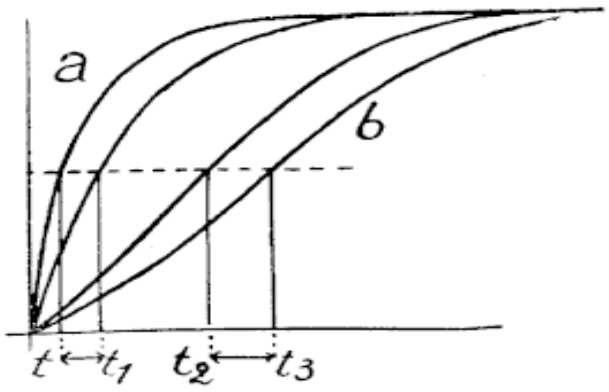


Fig. 188.

Les lignes souterraines sont, comme les aériennes, parcourues par des courants telluriques et par des courants d'induction électromagnétique provenant de l'action des fils du même câble. Ces courants parasites font varier constamment le temps de charge des conducteurs. Or, plus la courbe d'intensité à l'arrivée est aplatie, plus le moment d'apparition du signal est modifié sous l'influence des variations des périodes de charge. Ainsi, pour une variation donnée, la perturbation du moment d'apparition $t - t_1$ avec des courbes convexes *a* (fig. 188) est plus petite que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

celle $t_2 - t_3$ qui est éprouvée avec des courbes aplaties *b*.

Nous avons montré, en parlant des translations (page 386), l'action déformatrice due à l'allongement des périodes de décharge. Il est à remarquer qu'au point de vue de ces dernières périodes, le souterrain est dans de plus mauvaises conditions que l'aérien, car ce dernier peut perdre une partie de sa charge par l'atmosphère, tandis que l'isolement du souterrain étant mieux assuré, sa charge ne peut se dissiper que par l'extrémité reliée à la terre.

Il résulte de ceci que le fonctionnement d'une communication Baudot est des plus précaires, sur une longue ligne souterraine, en raison de l'impossibilité d'assurer la précision indispensable dans le moment d'apparition des signaux.

Moyens employés pour atténuer les effets de l'induction électrostatique. — On a diminué l'importance des phénomènes de condensation électrique en réduisant la surface des armatures du condensateur que constitue le conducteur souterrain, c'est-à-dire en sectionnant la ligne en portions de 150 à 180 kilomètres. De cette façon, les courbes d'intensité montent plus rapidement, et les périodes de charge et de décharge sont plus petites.

Cette mesure est complétée par l'emploi de piles de faible voltage. Nous savons que la charge prise par le conducteur est proportionnelle au voltage de la source, et que l'aimantation des noyaux du récepteur dépend de l'intensité du courant. Par conséquent, on réduit le temps de décharge et celui de la désaimantation des noyaux, en se servant de piles de force électromotrice peu élevée. De même, les effets d'induction électromagnétique et électrostatique sur les conducteurs du même câble se trouvent atténués. Les effets d'induction électromagnétique sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bien inférieurs à ceux de l'induction électrostatique. D'après M. Devaux-Charbonnel, ils sont dans le rapport de 2 à 35.

La diminution de voltage n'influe pas sur la durée de la période variable de charge puisque celle-ci ne dépend pas de la self-induction et de la capacité.

Relais translateurs. — Chaque tronçon de la ligne sectionnée aboutit à un relais translateur qui renvoie par son massif un nouveau courant sur la portion voisine.

Ainsi la ligne Paris = Bordeaux est sectionnée à Orléans Tours, Poitiers et Angoulême (fig. 189).

Dès l'application de ce système, on a constaté un in-

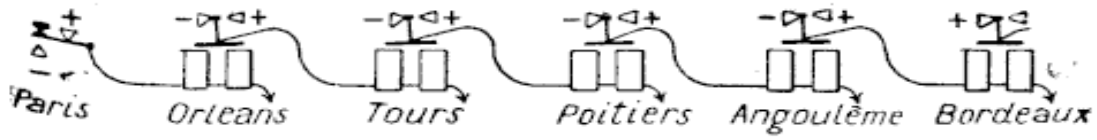


Fig. 189.

convénient assez grave. Quand l'index du relais translateur quittait un butoir pour retomber sur l'autre, il conservait, en raison de la lenteur de l'écoulement du fluide dans le conducteur, une grande partie de sa charge et, lorsqu'il arrivait au contact du butoir opposé, en relation avec le pôle d'une pile de nom contraire à celui du premier, les électricités en présence, celle de l'index et celle du butoir, se recombinaient en produisant une étincelle.

Au moment de l'entrée en contact de l'index et du butoir, ces pièces ne se touchent que par des aspérités de métal, bien qu'elles paraissent, à l'œil nu, parfaitement polies ; ces particules extrêmement tenues, soumises à la haute température de l'étincelle électrique, fondent en s'oxydant sous l'action de l'air. C'est la présence d'oxyde métallique, mauvais conducteur, qui rendait précaires, en peu de temps, les prises de courant sur les butoirs et nuisait à une réexpé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dition correcte des signaux. On a remédié à cet inconvénient en établissant une dérivation à la terre à travers une résistance et on a adopté, après plusieurs tâtonnements, un dispositif basé sur le principe suivant :

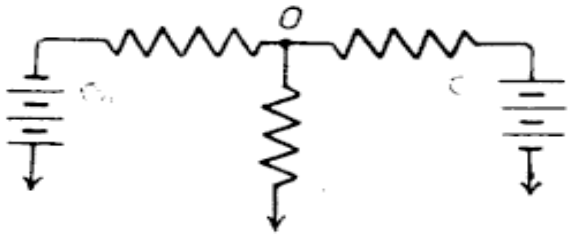


Fig. 190.

Deux piles de même force électromotrice étant opposées, à travers des rhéostats de résistance convenable, par leurs pôles de noms contraires, les autres pôles étant mis à la terre, on constate que le potentiel est nul en un point *o* (fig. 190) relié à la terre à travers un rhéostat.

On réalise un arrangement semblable en se servant des

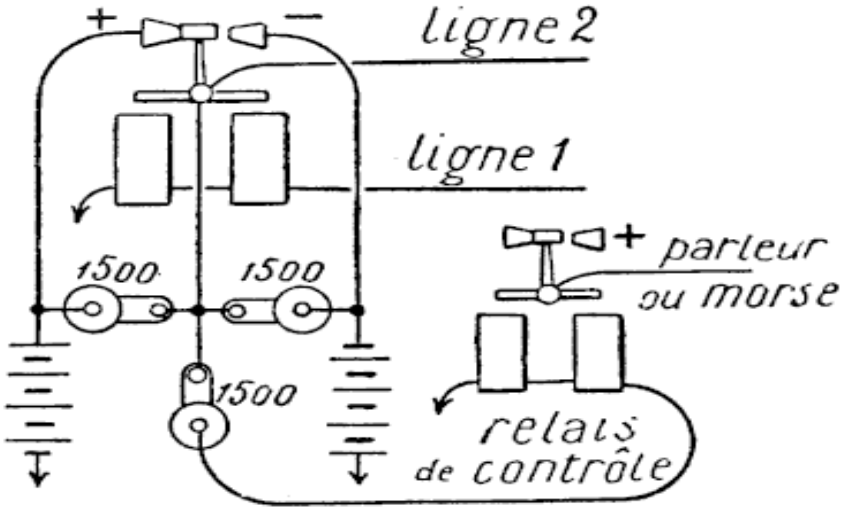


Fig. 191.

piles des butoirs du relais et en reliant l'index au point neutre (fig. 191). Dans ces conditions, dès que l'index quitte un butoir, il se met immédiatement au potentiel zéro, sa charge, ainsi que celle de la ligne dans le voisinage du poste, pouvant s'écouler à la terre par la dérivation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de contrôle et par les piles elles-mêmes, à travers leurs rhéostats.

Dispositif du relais translateur. — Le relais translateur est du type ordinaire, l'entrée est rattachée à une section de ligne et la sortie mise à la terre.

Les butoirs sont en relation, celui de repos, avec le pôle positif d'une pile dont l'autre pôle est à la terre, et celui de travail avec le pôle négatif d'une autre pile, de même voltage, ayant aussi son autre pôle à la terre.

Le massif du relais est en communication, d'une part, à travers des résistances de 1.500 ohms, avec les pôles aboutissant aux butoirs, et, d'autre part, avec la section de ligne à desservir. Une dérivation de contrôle, à travers une résistance de 1.500 ohms, également, est prise sur le massif et amène une faible portion des courants réexpédiés sur la ligne dans un relais de contrôle dont la sortie est à la terre.

Ce dispositif est doublement avantageux, puisqu'il évite la production d'étincelles entre l'index et les butoirs en favorisant la décharge rapide de la ligne.

Nous verrons, plus loin, l'agencement de l'installation.

Emploi de deux lignes pour une même communication. — Une autre difficulté s'est présentée dans l'exploitation des longues lignes souterraines au moyen du Baudot. C'est le temps relativement considérable exigé pour la propagation du courant. Nous savons que ce temps est fonction de la capacité et de la self-induction du conducteur. Or, si cette dernière est faible sur les lignes de l'espèce, l'autre est des plus importantes. Il en résulte que le temps de propagation, aller et retour, exige un nombre de contacts trop grand pour qu'on puisse opérer la transmission et la réception par le même conducteur lorsque la longueur de la ligne dépasse 200 kilomètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il a donc fallu employer deux lignes, l'une affectée constamment à la transmission dans un sens, l'autre à la transmission dans l'autre sens. Dans ce cas, le poste qui transmet est correcteur, et celui qui reçoit, corrigé.

Sur la communication Paris = Lille, par exemple, Paris transmet et envoie la correction à Lille par 01, ce dernier poste transmettant et envoyant la correction à Paris par le 02. Les deux communications sont indépendantes.

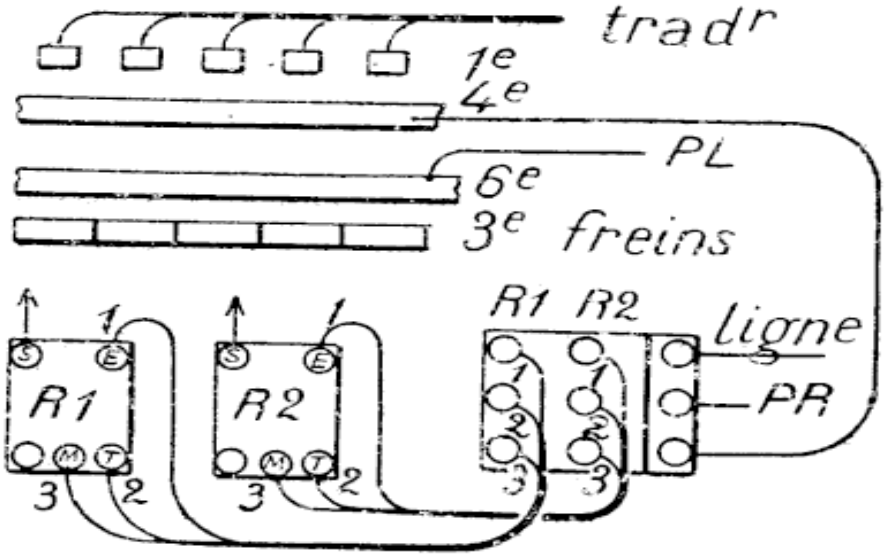


Fig. 192.

Dans ce genre d'installation, les cages de distributeur portent en général deux plateaux, un de triple sur la face antérieure et un de double sur la face postérieure.

Les contacts de 1 à 12 de la deuxième et de la troisième couronnes du double sont reliés métalliquement à ceux de 6 à 17 des mêmes couronnes du triple.

Les contacts 6 à 15 de la première couronne du triple sont également reliés aux contacts de 2 à 11 de la même couronne du double ; de même, les couronnes 4, 5 et 6 de chaque plateau sont en communication. De cette façon on peut prendre à volonté le double ou le triple, après entente

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec le correspondant. Ainsi, lorsque le travail sera devenu trop difficile au triple, par suite de l'état de la ligne, on passera au double. Il suffira, pour cela, de relever les balais du plateau de triple et de faire appuyer ceux du plateau de double.

Les contacts de propagation étant inutiles, puisque la transmission a toujours lieu dans le même sens, le plateau de triple ne comporte que 17 contacts à la deuxième et à la troisième couronnes.

Le montage de l'installation de transmission est le même que celui des installations doubles ou triples ordinaires. Celui de l'installation de réception a été simplifié.

La ligne aboutit directement au relais dont le massif est relié à la quatrième couronne et, comme il n'y a pas de manipulateur dans cette installation, les deuxième et cinquième couronnes sont inutilisées (fig. 192).

Il y a ordinairement dans ce genre d'installation un relais de rechange que l'on peut mettre en service par la manœuvre d'un commutateur à trois broches.

Planchette de translation. — Pour permettre aux extrêmes de vérifier le réglage des relais des postes translateurs, on a installé, dans chacun de ces postes, un dispositif analogue à celui de Lyon sur la communication Paris = Marseille, au sextuple.

Dans ce but, les fils aboutissent à des commutateurs inverseurs (fig. 193). Lorsque la manette de chaque commutateur est dans la position *n*, les courants provenant de la section de la ligne traversent le relais translateur et vont à la terre ; le fonctionnement de cet appareil détermine la réexpédition d'un courant, de même polarité, dans le deuxième commutateur inverseur et, de là, sur l'autre section de la ligne. Une fraction du courant se dérive dans le relais de contrôle dont le massif émet, quand l'index

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tombe sur le butoir de travail, un courant dirigé dans un parleur ou dans un Morse, au moyen du commutateur 1.

Le poste extrême dont la réception devient défectueuse rentre au Morse sur la ligne et appelle, par son indicatif, le premier poste translateur ; le manipulateur Morse a, d'ailleurs, son butoir de repos en communication avec la pile

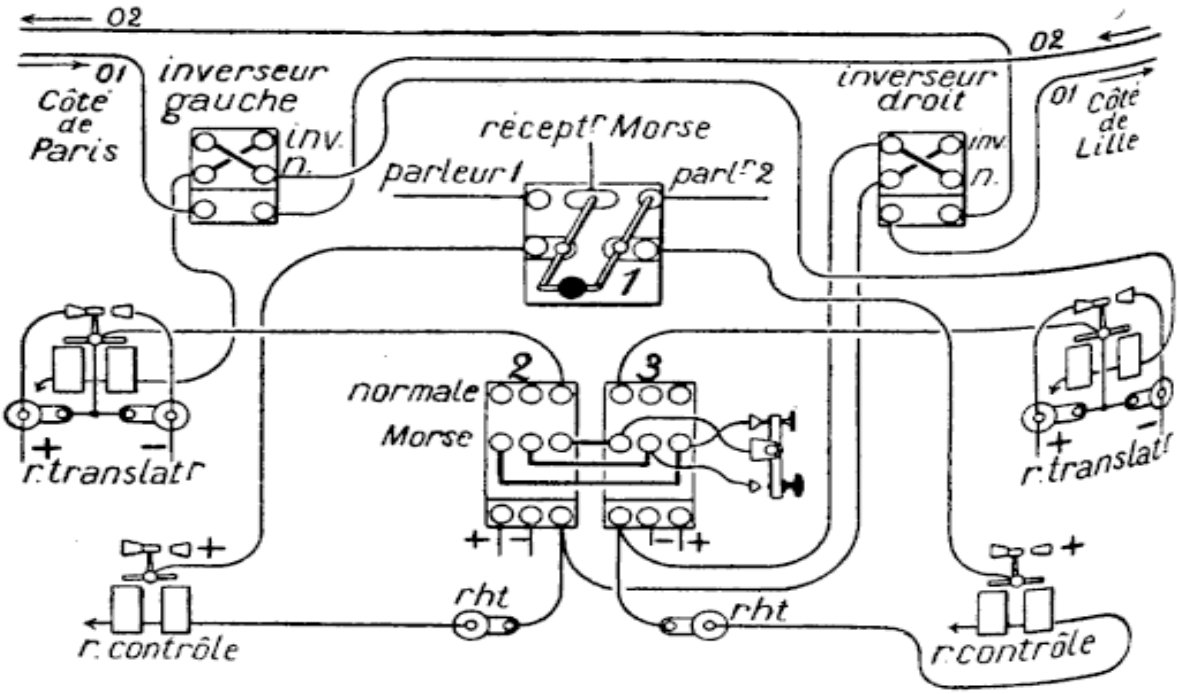


Fig. 193.

positive, puisque les signaux doivent actionner les relais translateurs et le relais de la station d'arrivée.

Le poste appelé est prévenu soit par le fonctionnement de son appareil Morse, soit par celui du parleur, suivant la position du commutateur 1.

La manœuvre des commutateurs 2 ou 3 permet à l'intermédiaire de substituer un manipulateur Morse (à deux courants) au massif de l'un ou l'autre des relais translateurs, afin de répondre aux appels de l'extrême et de s'entendre avec lui. Par exemple, si les signaux d'appel sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

émis par Paris (fig. 193), il faut agir sur le commutateur 3.

L'extrême commande alors : « Inversez gauche », si c'est lui qui reçoit mal, ou, dans le cas contraire, c'est-à-dire si c'est l'autre extrême dont la réception est défectueuse : « Inversez droite ». L'intermédiaire ayant mis le commutateur de droite ou celui de gauche dans la position d'inversion, les courants arrivant des extrêmes leur sont retournés par le fonctionnement du relais translateur. En agissant sur le commutateur de droite, on inverse les massifs des relais translateurs ; en opérant sur celui de gauche, on inverse, au contraire, l'entrée des relais.

L'extrême envoie alors des signaux, par son installation Baudot, en mettant le commutateur d'entrée de poste dans la position voulue et vérifie si les émissions sont fidèlement renvoyées par le relais de l'intermédiaire.

A cet effet, la ligne de réception est mise sur Morse, c'est-à-dire que le massif du relais, à l'arrivée, est relié à un appareil Morse, au lieu de l'être à la quatrième couronne du distributeur.

Les courants de vérification sont alternés de façon à produire un bruit de roulement dans le relais (voir page 261). Il suffit pour cela de faire des G sur les claviers pairs et des T sur les impairs, au double ; c'est le contraire qui a lieu au triple.

Si les renvois sont défectueux, l'extrême rentre de nouveau au Morse et demande le changement du relais ; sinon il appelle l'intermédiaire suivant et poursuit ainsi, de proche en proche, la vérification des relais. Cette opération peut, d'ailleurs, être menée simultanément par les deux extrêmes.

Lorsqu'il n'y a qu'un seul poste intermédiaire, comme sur la communication Paris = Lille qui a sa translation à Laon, on se contente de faire des roulements au Baudot,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en invitant l'intermédiaire, par son fil particulier, à écouter au relais si les roulements passent bien. Quand l'agent du poste intermédiaire est exercé, cette simple manœuvre est suffisante pour lui révéler un défaut du fonctionnement du relais translateur.

Les appareils du poste intermédiaire sont groupés sur un plateau et l'ensemble est désigné sous le nom de *planchette de translation.*

Afin d'opérer rapidement le changement de relais à la demande des extrêmes, le poste translateur a la possibilité de mettre en service, par la manœuvre d'un commutateur, un deuxième relais tenu en bon état de fonctionnement.

Ces appareils sont, d'ailleurs, placés entre des réglettes d'ébonite portant des plots où sont amenées, à demeure, les communications. Le relais se place entre ces deux réglettes et les liaisons nécessaires sont effectuées par des ressorts de contact, comme pour le traducteur ou les retransmetteurs. Afin d'assurer le bon fonctionnement de la communication, il faut que les butoirs et index des relais translateurs soient nettoyés chaque jour. D'autre part, les piles de ligne seront constituées par des batteries spéciales parfaitement entretenues et fréquemment vérifiées.

Translation rectificative. — Les translations par relais ont l'inconvénient, que nous avons déjà signalé à propos des translations tournantes, de réexpédier des signaux déformés par les variations des périodes de charge et de décharge. Les déformations imprimées sur chaque section de la ligne peuvent, en s'ajoutant, rendre la réception difficile sinon impossible.

Il est avantageux, lorsque le nombre des stations intermédiaires est assez grand, comme dans le cas de la ligne Paris = Bordeaux, de substituer une retransmission automatique à la planchette du relais ordinaire (fig. 194) ; les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

signaux sont alors rectifiés, d'une façon parfaite, avant d'être retransmis. La station est pourvue d'un jeu de commutateurs donnant la faculté de contrôler la réception, ou la réexpédition d'un secteur quelconque des installations de chacune des deux lignes.

Dans ce but, le dispositif est complété par un traducteur servant pour tous les secteurs et un manipulateur pouvant être relié seulement au secteur 1 de chaque installation, pour les rentrées de l'intermédiaire.

Cette disposition laisse à ce dernier lorsque le trafic

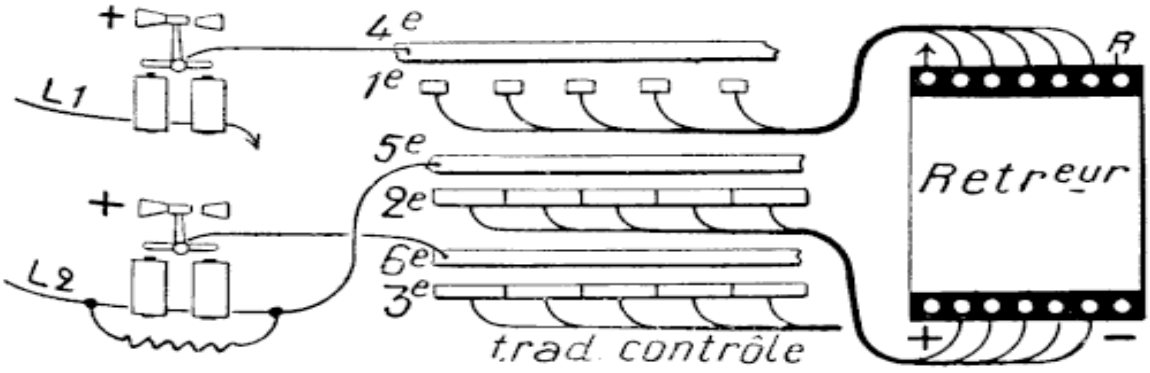


Fig. 194.

des extrêmes le permet, la possibilité d'utiliser les premiers secteurs pour son propre service avec l'un ou l'autre de ces postes.

Quand les distributeurs des postes extrêmes comportent l'emploi, à volonté, des plateaux de double ou de triple, le distributeur de l'intermédiaire est agencé de façon identique. Quel que soit le type de plateau, le translateur est corrigé, d'une part, et envoie, d'autre part, des courants correcteurs sur l'autre section de la ligne, à la suite de la retransmission ; les contacts de deuxième 16 et 17 du triple, ou 12 ou 13 du double, sont choisis, à cet effet, le 11 du double étant mis, en permanence, à la terre pour hâter la décharge du conducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Transmission alternative dans les deux sens. — L'isolement des conducteurs souterrains qui était très élevé lors de la pose a notablement diminué depuis, sans doute à cause des pertes déterminées par le mauvais état de l'enveloppe isolante qui s'est modifiée, à la longue, sous l'influence des alternatives de sécheresse et d'humidité.

Or, cette circonstance est favorable à la décharge rapide du conducteur et permet, par conséquent, l'emploi d'un seul conducteur pour la transmission et la réception simultanées lorsque la longueur du fil n'excède pas deux cents kilomètres. La propagation n'atteint guère qu'un contact un tiers de double (13 contacts) dans ces conditions.

On a pu réaliser ainsi les communications Paris = Laon (140 kilomètres), Paris = Saint-Quentin (185 kilomètres) au double, et Paris = Rouen (166 kilomètres), au triple, etc.

Les installations sont du type normal ; le contact mobile est déplacé, légèrement, dans le sens du mouvement des balais pour que la transmission commence un peu avant la fin de la réception. Sur Saint-Quentin, par exemple, le croisement qui se produit ainsi est d'un peu plus d'un quart de contact. Cette anomalie disparaîtra, d'ailleurs, lorsqu'on fera usage de plateaux de double à 14 contacts.

Quoi qu'il en soit, le système donne toute satisfaction et permet une exploitation rationnelle des conducteurs souterrains de longueur moyenne.

Les premiers essais ont été tentés, sur Paris = Saint-Quentin, en 1907, et sont dus à l'initiative de M. Lesaffre.

COMMUNICATIONS ÉCHELONNÉES PAR CONDUCTEURS SOUTERRAINS

Communication complète : type Paris = Poitiers = Angoulême. — Si, au lieu de relier le massif du relais de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contrôle de l'intermédiaire avec un parleur, ou un Morse, on le met en communication avec la quatrième couronne d'un distributeur du même type que celui des postes extrêmes, il devient possible de prendre la correction et de recevoir la correspondance de l'extrême transmetteur. On réalise, à l'aide de ce procédé et au moyen de deux conduc-

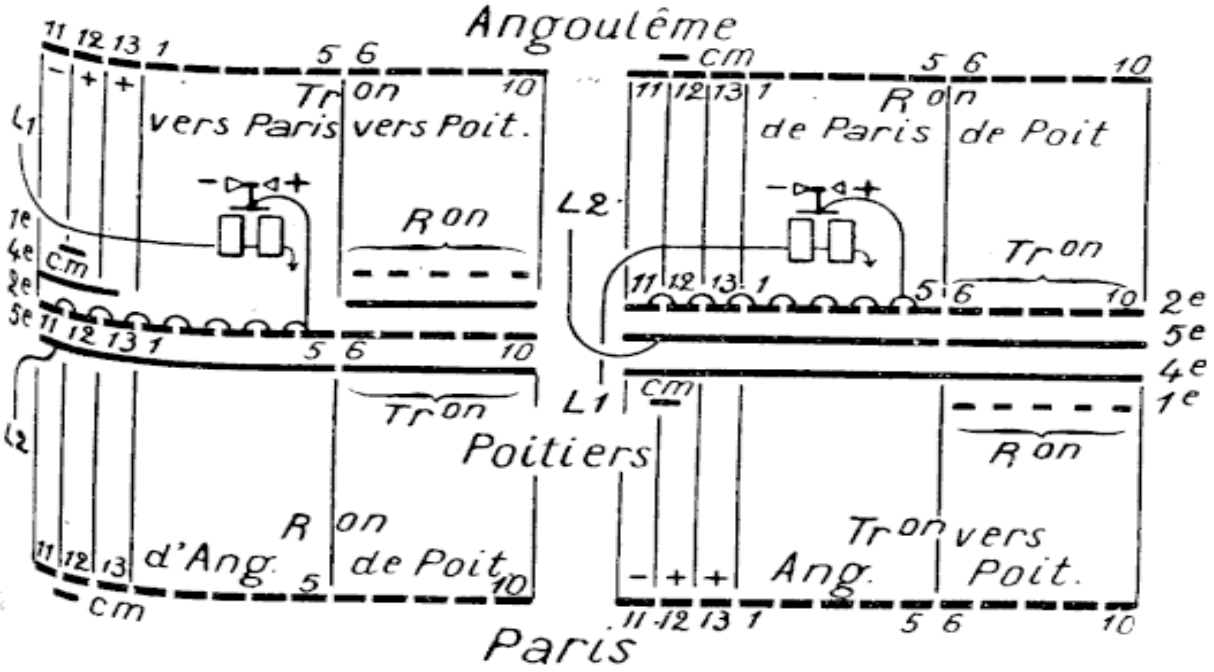


Fig. 195.

teurs, des communications échelonnées unissant trois stations : chacune pouvant disposer d'un ou de deux secteurs, dans chaque sens, selon le plateau de distributeur employé.

Diagramme. — A titre d'exemple, nous donnons le diagramme de la communication Paris = Poitiers = Angoulême exploitée au Baudot double (fig. 195). Sur l'un des fils, Paris envoie la correction à Angoulême, par les contacts 11, 12, 13 de la deuxième couronne, les deux derniers émettant un courant de repos. La transmission du premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

secteur est à destination d'Angoulême, celle du deuxième, de Poitiers.

Ce dernier poste prend la correction et reçoit, de Paris, par le relais, de contrôle de ligne dont les émissions passent dans la quatrième couronne et les contacts de la première. Pendant que la réception s'effectue d'un côté, Poitiers transmet, vers Angoulême, par les contacts de 6 à 10 de sa deuxième couronne et ses courants précèdent ainsi, immédiatement, ceux de Paris sur la ligne, côté Angoulême. L'inverse a lieu sur l'autre fil : Angoulême est correcteur et transmet à Paris par le clavier 1, le 2 servant à la transmission pour Poitiers. Celui-ci prend la correction, reçoit d'Angoulême dans les mêmes conditions que sur l'autre conducteur, et transmet, vers Paris, par son deuxième secteur.

Installation du poste intermédiaire. — Comme nous l'avons déjà dit, le poste intermédiaire est pourvu, sur chaque fil, de distributeurs du même type que ceux des extrêmes. Dans le cas d'une installation comportant un plateau de double, les contacts 11, 12, 13, 1, 2, 3, 4, 5 (fig. 196) sont reliés, métalliquement, de façon à constituer un passage direct, ou « fenêtre », pour les courants des extrêmes, comme cela a lieu dans les communications échelonnées ordinaires ; les courants émis par les relais translateurs, sous l'action des émissions d'un extrême, sont reçus dans ces contacts et passent par un secteur de 8/13 de la cinquième couronne, et, de là, sur la ligne vers l'autre extrême.

Mais une faible fraction de chaque émission du relais translateur s'est dérivée à travers un rhéostat (1.500 ω) dans le relais de contrôle de ligne. Le fonctionnement de ce dernier détermine l'envoi d'émissions locales dans la quatrième couronne et, par suite, dans la première. C'est ainsi qu'est prise la correction et que les combinaisons du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième clavier de l'extrême sont reçues dans les contacts écourtés de la première couronne puis dirigées dans un traducteur.

(Ce traducteur est aussi relié aux contacts 6, 7, 8, 9, 10

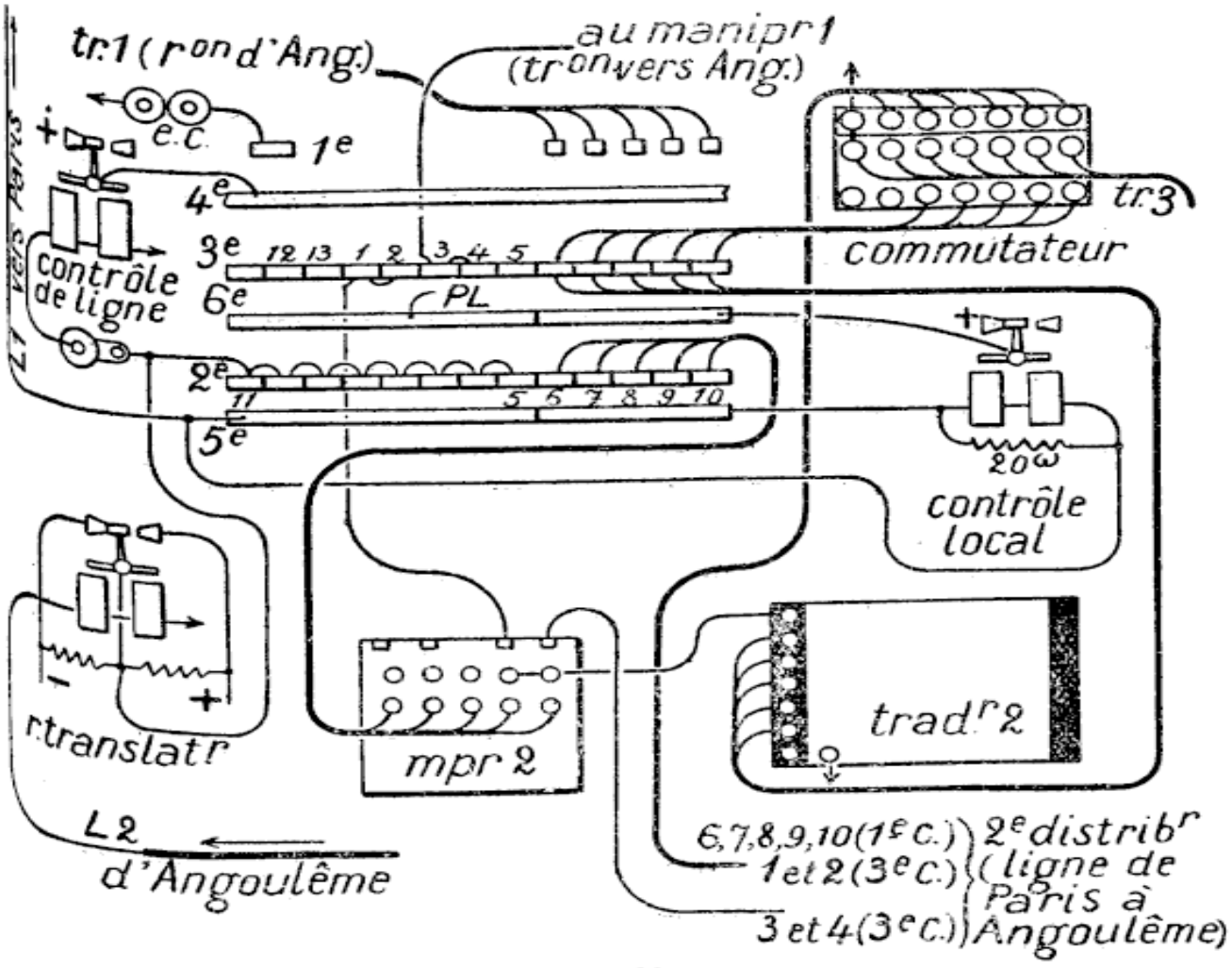


Fig. 196.

de la troisième couronne du distributeur de *l'autre ligne* pour prendre le contrôle de la transmission vers Angoulême.)

La transmission de l'intermédiaire, vers l'extrême récepteur, suit immédiatement celle de l'autre extrême. Pour

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cela, les contacts 6, 7, 8, 9, 10 de la deuxième couronne sont rattachés aux ressorts du manipulateur 2 dont les courants passent, par les balais, dans un secteur de 5/13 de la cinquième couronne et gagnent, de là, la ligne, à travers un relais dit *relais de contrôle local*. Cet appareil est shunté par une résistance de 20 ohms ; il ne passe ainsi dans les bobines qu'un dixième de l'intensité des émissions de départ. Le contrôle de la transmission est donné par le massif de ce dernier relais, un secteur de 5/13 de la sixième couronne, les cinq contacts correspondants de la troisième couronne et le traducteur 2.

Il résulte de cette disposition que l'intermédiaire a le contrôle de sa transmission, vers un extrême, par un distributeur, et la réception du même extrême sur l'autre distributeur. Si l'on veut donc obtenir le contrôle et la réception sur le même traducteur, il faut synchroniser ce dernier tantôt avec un distributeur, tantôt avec l'autre.

L'installation comprend un commutateur à sept broches qui permet d'amener, à volonté, la réception d'une ligne sur le traducteur de contrôle de l'autre, pour l'alternat, ou dans un troisième traducteur, lorsque l'abondance du trafic exige que la transmission et la réception soient continues.

Dans le cas de l'alternat, le frein du traducteur de contrôle (traducteur 2) est mis en relation, par le jeu du commutateur *du manipulateur*, sur transmission, avec les contacts 1 et 2 de la troisième couronne du distributeur sur lequel s'effectue la transmission, et, dans la position de réception, avec les contacts 3 et 4 de la troisième couronne du second distributeur. L'emploi simultané de deux traducteurs n'est possible que du côté extrême avec lequel le trafic est le plus important, l'autre communication se faisant toujours à l'alternat.

Dans ces conditions, l'installation de l'intermédiaire ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

possède que deux manipulateurs et trois traducteurs. La planchette de translation subsiste, malgré l'emploi

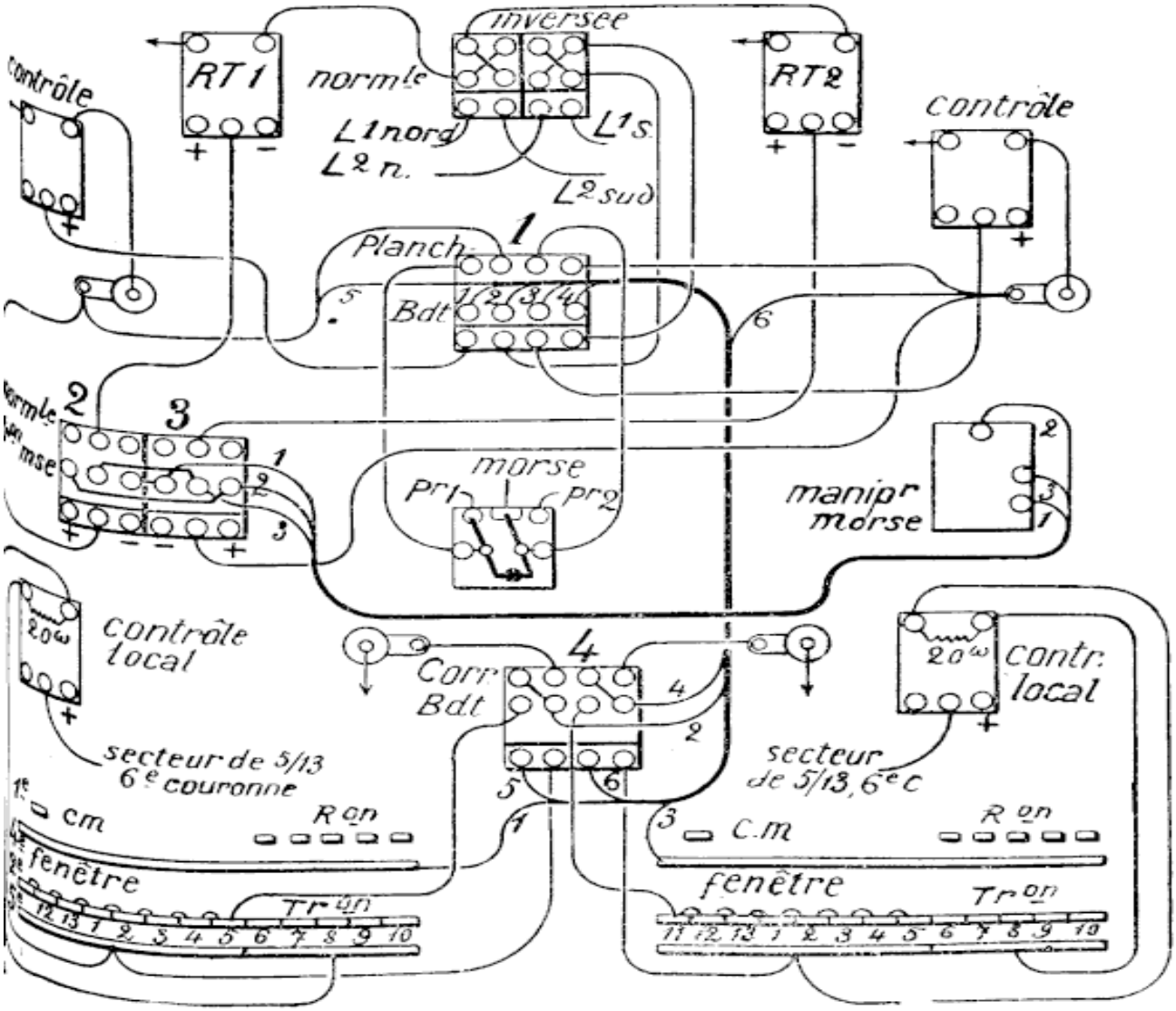


Fig. 197.

du Baudot ; mais elle est pourvue de deux commutateurs supplémentaires 1 et 4 (fig. 197).

Lorsque les manettes de ces deux appareils sont dans la position Baudot, les communications sont conformes au schéma de la figure 196.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la position « planchette » du commutateur 1, les liaisons sont celles de la planchette ordinaire, si la manette du commutateur 4 est sur Baudot.

Enfin lorsque la manette du 1 est sur « Baudot » et celle du 4 sur « correction », le massif du relais de contrôle de ligne est relié à la quatrième couronne, et la sortie du relais de contrôle local à un rhéostat d'une résistance égale à celle de la section de ligne normalement desservie.

Dans ces conditions, on peut prendre la correction et recevoir comme à l'ordinaire, mais la transmission ne s'opère plus qu'en local, ce qui donne la faculté à l'intermédiaire de rechercher, à loisir, tout dérangement affectant son installation sans que cette opération puisse gêner le service des autres postes.

Bien entendu, si l'intermédiaire devait, pour une cause quelconque, rentrer au Morse sur la ligne, il faudrait, au préalable, mettre le commutateur 1 sur planchette et manœuvrer ensuite les commutateurs 2 ou 3, selon la section intéressée.

COMMUNICATION ÉCHELONNÉE SIMPLE ; TYPE CHALONS-SUR-MARNE = BAR-LE-DUC

Quelques innovations heureuses ont été introduites dans les installations de ce dernier type :

Le nombre des contacts des plateaux est réduit au strict nécessaire, 12 ; en outre, les plateaux de transmission et de réception du poste extrême correcteur sont montés sur la même cage et les deux autres postes ne possèdent qu'un seul plateau.

Il résulte de ces modifications :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Que la correction n'est envoyée que sur un seul des deux conducteurs ;

2° Que l'agencement des plateaux de l'extrême corrigé et de l'intermédiaire est disposé pour permettre tout à la fois la transmission et la réception par le même plateau ;

3° Que l'orientation, quoique toujours basée sur les mêmes principes, s'opère d'une façon différente de celle des postes ordinaires (voir plus loin orientation sur les lignes souterraines).

Itinéraire des courants. — Le schéma de cette communication est donné par la figure 198.

Paris, seul poste correcteur, envoie les courants de correction par les contacts 11 et 12 de la deuxième couronne de son plateau de transmission (plateau postérieur). Les contacts de 1 à 5 de la même couronne servent à la transmission vers Bar et ceux de 6 à 10, à la transmission vers Châlons-sur-Marne. Le contrôle de la transmission est pris en dérivation sur la ligne et un relais spécialement affecté au contrôle envoie ses émissions dans les traducteurs disposés à cet effet.

A Châlons, les émissions de Paris sont reçues dans un relais translateur (translateur 1, fig. 198) dont les butoirs sont reliés respectivement, l'un à une pile de travail (négative), l'autre à une pile de repos (positive). Le massif du relais translateur communique avec la deuxième portion de la ligne et les courants sont ainsi émis vers Bar-le-Duc.

Châlons prend la correction et la transmission de Paris par un deuxième relais branché en dérivation sur le massif du relais translateur, à travers une résistance appropriée. Quand l'index du relais translateur est actionné par un courant de travail, le deuxième relais (relais de réception) dont le butoir de travail est seul relié à une pile locale (Pl. 1) envoie ses émissions, à travers la quatrième couronne, dans le contact mobile et les contacts de 6 à 10 de la pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

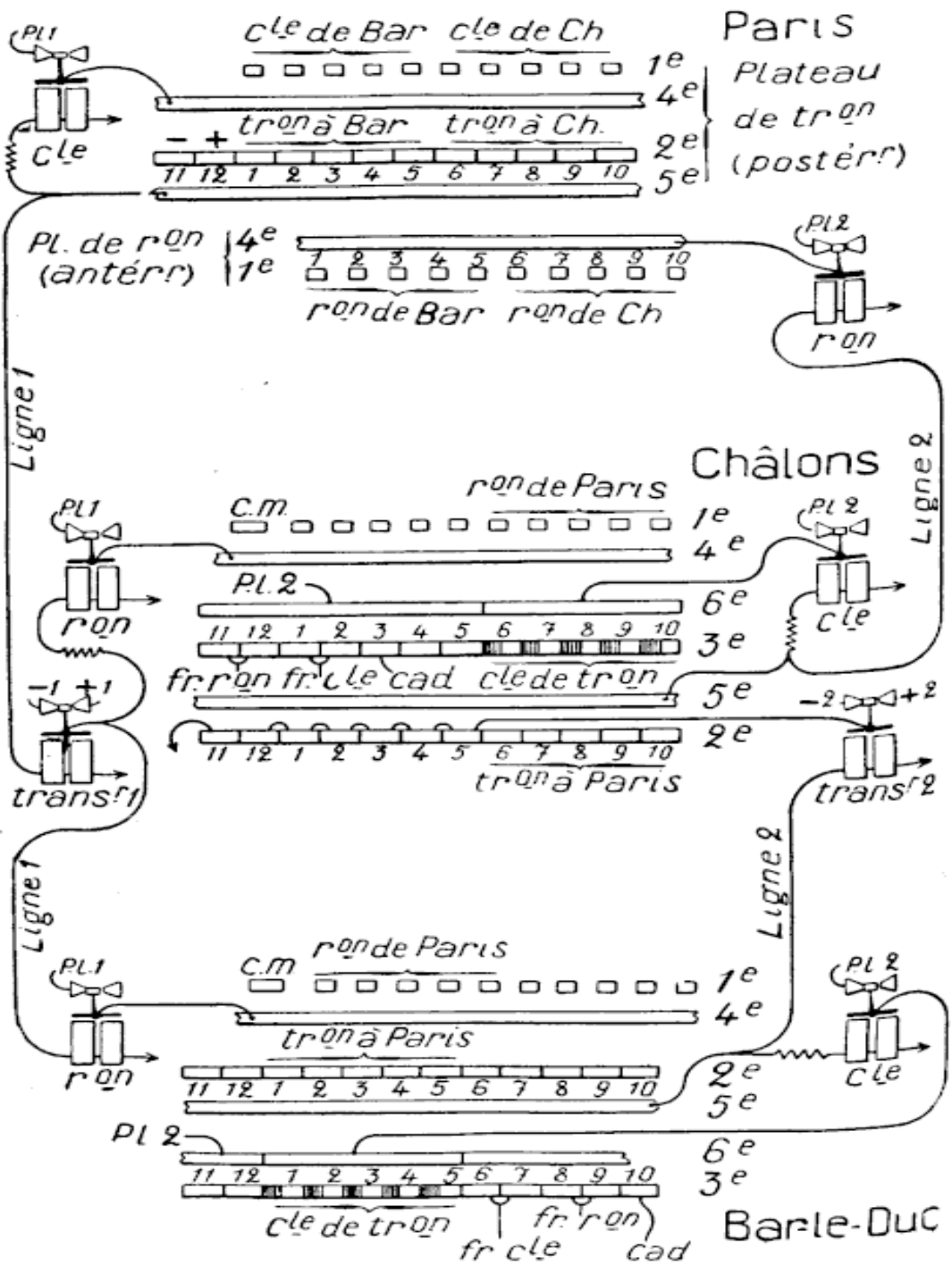


Fig. 198.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mière couronne qui sont reliés, le premier à l'électro correcteur, les cinq autres au traducteur de réception.

A Bar-le-Duc, les émissions du relais translateur de Châlons sont reçues dans un relais ordinaire qui émet, par son butoir de travail, des courants locaux dans la quatrième couronne, le contact mobile et les contacts de 1 à 5 ; ces

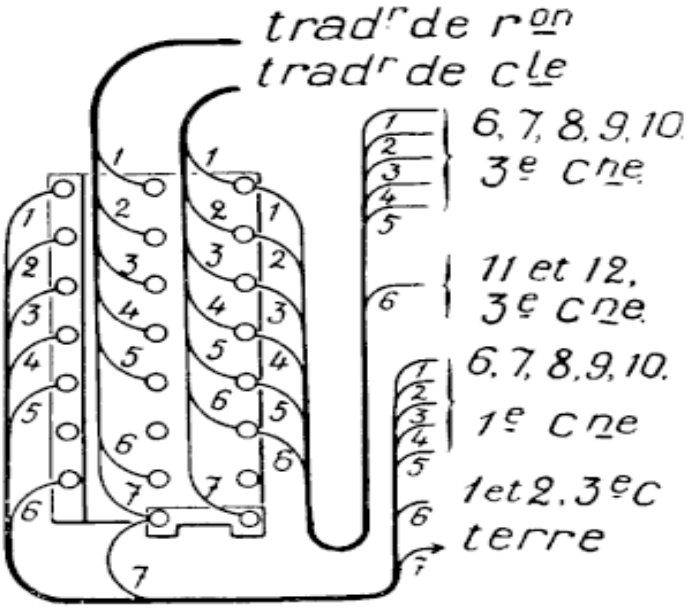


Fig. 199.

cinq derniers contacts sont rattachés au traducteur de réception.

Bar transmet à Paris par les contacts de 1 à 5 de la deuxième couronne, la cinquième couronne et la ligne 2. A Châlons, les courants arrivent dans un relais translateur (translateur 2) qui réexpédie des courants de même polarité que les premiers, vers Paris, à travers les contacts de 12 à 5 de la deuxième couronne réunis électriquement ensemble, et la cinquième couronne reliée à la deuxième portion de la ligne 2.

Châlons transmet à Paris par les contacts de 6 à 10 de la deuxième couronne.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au poste intermédiaire et à l'extrême corrigé, le contrôle de la transmission est opéré par un relais spécial placé en dérivation sur la ligne, à travers un rhéostat, et envoyant ses émissions dans un secteur de 5/12 de la sixième couronne et les contacts correspondants de la troisième cou-

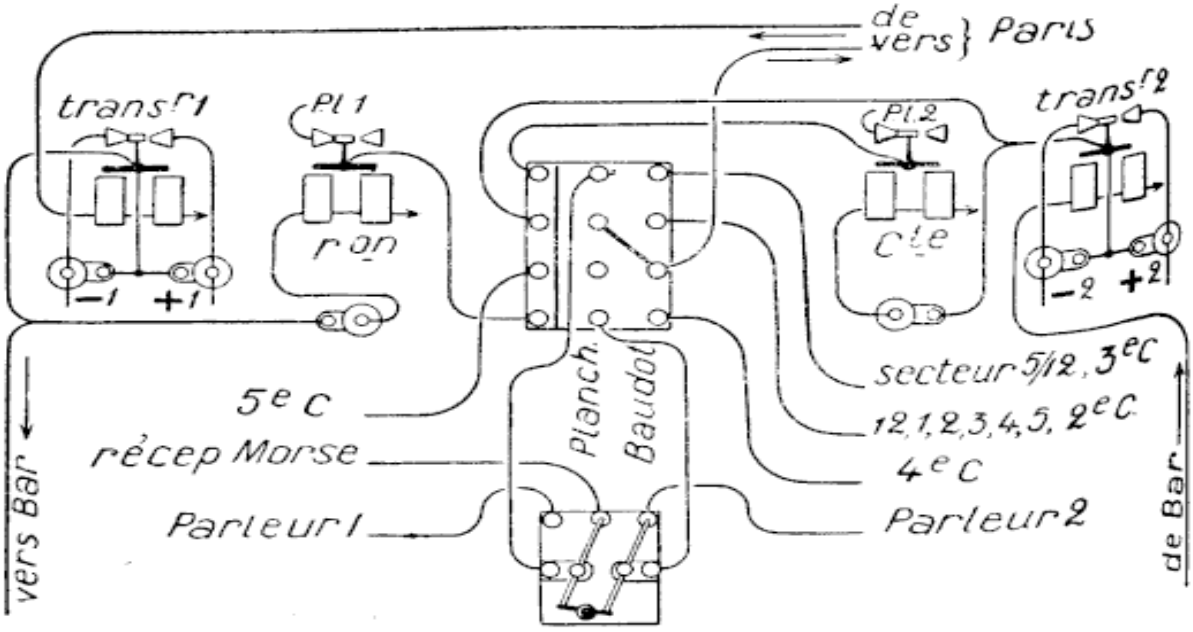


Fig. 200.

ronne ; ces contacts sont écourtés de leur première moitié, comme dans les plateaux de postes échelonnés nouveau modèle.

Paris reçoit de Châlons et de Bar par un même relais qui envoie des courants locaux dans les traducteurs reliés aux contacts de la première couronne du plateau antérieur de 1 à 5 pour Bar, et de 6 à 10 pour Châlons.

Chaque poste est pourvu d'un relais de réception et d'un relais de contrôle. L'intermédiaire possède, en outre, deux relais translateurs. Les courants de Paris à destination de Bar ne transitent pas par le plateau du distributeur de Châlons ; en revanche ceux de Bar pour Paris traversent comme nous l'avons déjà dit, un secteur de la deuxième

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couronne (fenêtre) et la cinquième couronne avant d'atteindre la deuxième portion de la ligne 2. Il résulte de cette disposition que, en cas d'arrêt du distributeur de Châlons Bar peut continuer à recevoir de Paris alors que ce dernier se trouve dans l'impossibilité de recevoir de Bar.

Au poste intermédiaire et à l'extrême corrigé, les première et quatrième couronnes dépendent du fil de réception alors que les deuxième et cinquième desservent le fil de transmission. Dans ces deux postes, un commutateur spécial donne la faculté de faire l'alternat par un traducteur (fig. 199).

Enfin le poste intermédiaire est muni de commutateurs lui permettant de mettre son installation hors circuit et d'établir les communications en planchette comme dans l'installation de Poitiers, sur la communication Paris = Poitiers-Angoulême (voir fig. 200). Cependant par suite de la suppression du commutateur 4, le poste intermédiaire n'a plus la possibilité de prendre la position de « correction ». Ce léger inconvénient est largement compensé par la simplification qui en résulte.

ORIENTATION SUR LES LIGNES SOUTERRAINES

Communications simples. — Lorsque la transmission et la réception s'effectuent par le même fil, l'orientation se fait comme sur les lignes aériennes, avec cette différence que le poste corrigé est obligé de déplacer son contact mobile, dans le sens du mouvement des balais, pour avancer l'envoi des courants, si le temps de propagation exige un nombre de contacts plus grand que celui qui a été prévu à cette fin.

Quand la communication comporte deux conducteurs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'orientation est simplifiée. Il suffit au poste correcteur de placer les contacts de première couronne de façon à obtenir un contrôle correct. Au poste corrigé, l'orientation a lieu comme d'ordinaire, d'après le point de repère du contact mobile. Seulement, dans le cas de l'emploi d'un plateau de double à treize contacts, il faut remarquer qu'il y a deux émissions de repos de correction et que, par conséquent, le milieu du contact écourté, relié au premier électro-aiguilleur du traducteur 1, doit être à deux contacts et demi du point de repère du contact mobile. Le premier secteur de la première couronne comptant six contacts, on rattache alors les électro-aiguilleurs du traducteur aux cinq derniers, le contact n° 1 restant isolé.

Cas des communications échelonnées complètes ; type Paris = Poitiers = Angoulême. — Sur ces communications l'intermédiaire s'oriente comme un poste corrigé ordinaire, mais le point de repère du contact mobile doit être exactement sous le balai de la première couronne quand celui de la deuxième est à la séparation des contacts 11 et 12, s'il s'agit d'un plateau de double, ou à celle des 16 et 17, dans le cas d'un plateau de triple.

Cette condition est très importante car l'intercalation des courants de l'intermédiaire, entre la fin et le commencement de la transmission de l'extrême, en dépend. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, que le déplacement du contact mobile de l'intermédiaire, dans le sens du mouvement des balais, avance le moment de la transmission de ce poste et le retarde, au contraire, lorsque le déplacement a lieu dans le sens inverse.

Or, dans la première hypothèse, le premier courant de l'intermédiaire empiète sur le dernier de l'extrême : c'est le contraire qui se produit dans la seconde éventualité,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire que le dernier courant de l'intermédiaire chevauche sur le courant de travail de correction.

La bonne position du contact mobile pourra être contrôlée par l'extrême récepteur, à condition que la sienne même soit correcte. A cet effet, on demande des F ou la troisième à l'intermédiaire, et l'on vérifie s'il y a tendance à chute sur la suivante, ou sur la précédente ; selon le cas, l'intermédiaire est prié de déplacer le contact mobile dans le sens du mouvement des balais, ou en sens inverse.

Cas des communications échelonnées simples ; type Châlons = Bar-le-Duc. — L'intermédiaire et l'extrême corrigé orientent leur réception comme les postes corrigés ordinaires, c'est-à-dire sans le secours du correspondant. Quant à l'extrême correcteur, il s'oriente avec l'intermédiaire en lui demandant la troisième et en manœuvrant son plateau de réception (antérieur) tout entier pour se placer correctement ; les contacts de première couronne des plateaux du correcteur sont fixes. Avec l'extrême corrigé, le poste correcteur demande la troisième et, après avoir repéré sa position d'orientation avec l'intermédiaire, déplace son plateau antérieur dans les deux sens pour vérifier s'il y a tendance à chute sur la précédente ou sur la suivante, et replace son plateau dans la position primitivement répérée. Il demande alors à l'extrême d'avancer ou de retarder l'envoi des courants, selon les constatations faites, en lui indiquant approximativement de quelle quantité. Cette manœuvre s'opère à l'extrême par le déplacement du contact mobile, en ayant soin de faire suivre le secteur de réception pour que la distance d'un contact et demi entre le milieu du premier contact écourté et le point de repère du contact mobile reste constante.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XVI

EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUS-MARINES

MÉTHODE PIERRE PICARD (1)

Exposé de la méthode. — Jusqu'à Pierre Picard, toutes les tentatives faites pour exploiter les lignes sous-marines au moyen du Hughes, ou du Baudot, avaient plus ou moins complètement échoué, exception faite pour l'agencement dû à Willot qui parvint à faire communiquer, au Hughes Paris et Alger pendant près d'un mois ; le rendement insuffisant du Hughes en simple fit abandonner l'essai.

Si, sur des lignes telles que celles de Marseille — Alger, comportant une longueur de câble de 945 kilomètres et pourvues d'une capacité pouvant atteindre 145 microfarards, l'adaptation du Baudot a pu paraître une impossibilité à l'auteur même du système, c'est que tous les télégraphistes de talent qui ont étudié la question avant P. Picard étaient pénétrés de l'idée qu'il était absolument nécessaire de ramener le câble à l'état neutre après chaque émission, en le débarrassant des charges résiduelles qui amènent la déformation des signaux.

(1) Pierre Picard, inspecteur des Télégraphes, mort en 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est là, d'ailleurs, le même phénomène que nous avons étudié à propos des translations et des lignes souterraines, mais avec plus d'intensité.

Or, il n'est pas possible, sur les lignes sous-marines, de diminuer la capacité en sectionnant le conducteur et en intercalant une translation, comme sur les lignes souterraines, et, d'autre part, les dispositifs de décharge que nous avons vu utiliser sont, dans ce cas, tout à fait inefficaces.

Prenant le contre-pied des procédés de ses devanciers, P. Picard préconisa l'isolement du câble après chaque émission (au lieu de la mise à la terre), combiné avec l'alternat absolu des signes des charges communiquées au conducteur. De cette façon, une émission positive est toujours suivie d'une autre de même valeur, mais de sens opposé et, comme le câble est isolé dans l'intervalle, les émissions s'y développent dans des conditions identiques.

Pour réduire au minimum la charge donnée au câble, les piles employées sont de faible voltage (15 volts au plus) et les émissions ne durent que quelques millièmes de seconde.

Le câble reçoit les émissions de transmission des index de deux relais R1 et R2 (fig. 201) *favorisés sur repos*, dont les butoirs de travail communiquent, l'un avec une pile positive de 15 volts, l'autre avec une seconde pile, négative, de même force électromotrice (1). Les enroulements de chaque relais font partie d'un circuit comprenant une pile locale positive ou négative, le manipulateur M, le condensateur C et la terre.

Si l'on appuie sur le manipulateur, la pile P est mise en relation avec le condensateur qui se charge en positif en

(1) Ce dispositif a été simplifié en 1910, par la suppression des relais R_1 et R_2 : la transmission s'effectuant sur le câble à travers un condensateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occasionnant un courant très bref, mais suffisant cependant à déplacer l'index du relais R1 et à le porter sur travail ; le courant de la pile de câble est alors envoyé sur le conducteur. Dès que le condensateur est chargé, le courant de la pile P cesse de traverser le relais R1 ; l'index de celui-ci étant rappelé aussitôt sur repos, par suite du réglage, l'émission prend fin et le câble se trouve isolé. Quand le manipulateur reviendra au repos, une émission, de signe contraire et de même durée que la précédente,

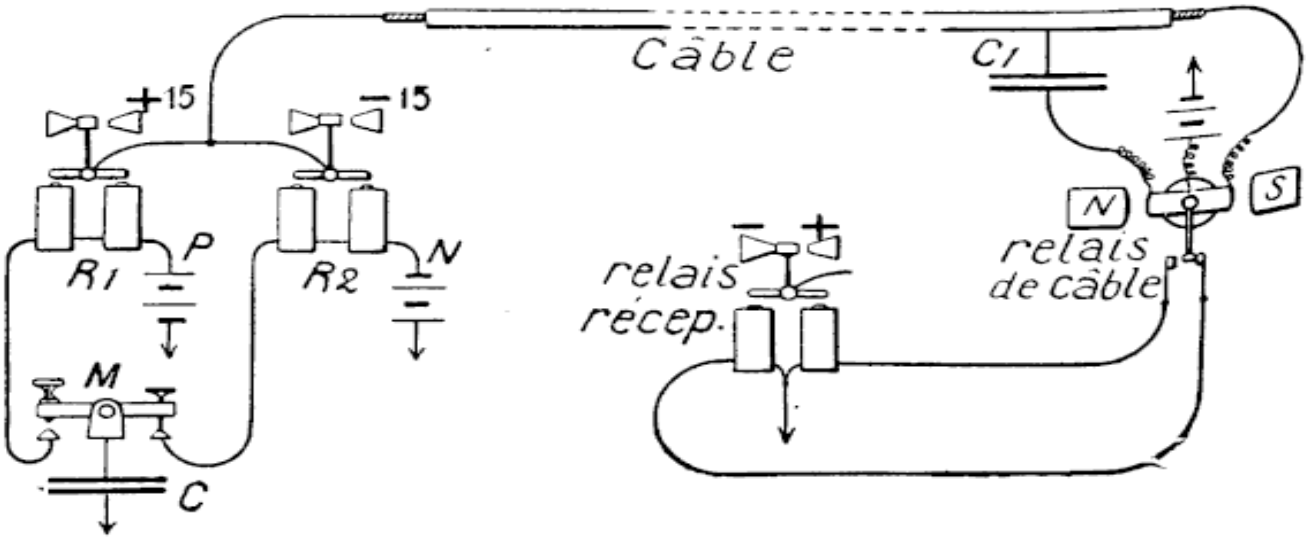


Fig. 201.

sera expédiée, dans les mêmes conditions, sur le câble par le relais R2.

A la station réceptrice, l'autre extrémité du conducteur sous-marin aboutit à un relais spécial dont la sortie est reliée à l'armature du câble, à travers un condensateur C^1. Ce relais, appelé relais de câble, doit être extrêmement sensible pour accuser, non seulement les émissions faibles, mais encore les mouvements électriques consécutifs qui en sont le résultat.

Cet appareil, qui rappelle le galvanomètre d'Arsonval, a été imaginé par P. Picard ; il se compose d'un fort aimant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

permanent entre les pôles duquel peut se déplacer une bobine longue et étroite *b* (fig. 202) formée par un enroulement de fil fin isolé à la soie (résistance 1.000 ohms) dont les spires sont agglutinées à la gomme-laque. Le cadre ainsi constitué est suspendu par un fil de cocon, non tordu, et porte un index *i* ajouré, en aluminium, muni de contacts en platine et oscillant entre deux butoirs. Chacun de ceux-ci est constitué par deux ressorts-lames très faibles *r* et *r*¹ (fig. 203) ; le premier porte un contact en platine et le second est garni d'un tissu plucheux, ou de barbes de plumes qui rendent le contact de l'index et du butoir, tout à la fois, doux et suffisamment intime pour émettre, avec sûreté, un courant local dans un autre relais. La pression des ressorts butoirs se règle exactement au moyen de vis micrométriques. Pour concentrer les lignes de force de l'aimant permanent et obtenir un champ homogène, un cylindre de fer doux *d* est placé à l'intérieur du cadre formé par la bobine. Celle-ci ne peut se déplacer que dans un plan horizontal, parce qu'elle est guidée, dans le sens vertical, par deux fines pointes d'acier *p*, *p*¹ (fig. 202). Chaque pointe passe librement par un trou percé dans un saphir fixé à la bobine. Les extrémités *f* et *f*¹ de l'enroulement sont boudinées pour éviter tout guindage dans les oscillations.

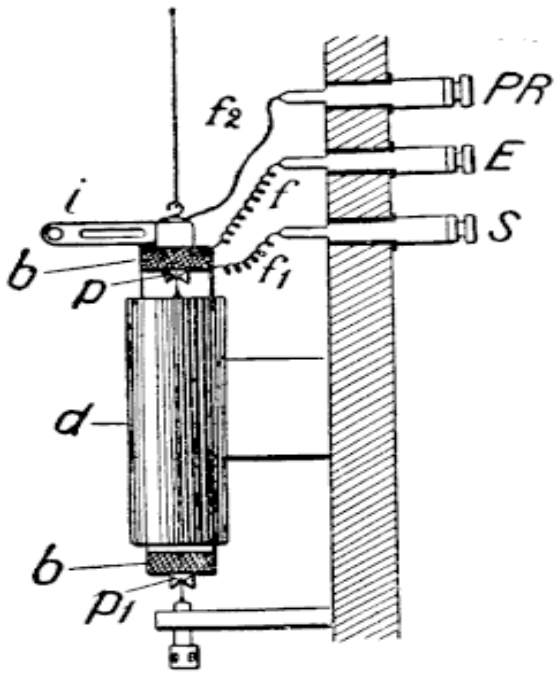


Fig. 202.

Le relais de câble commande un relais Baudot du type

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

différentiel dont la bifurcation est à la terre, les bornes d'entrée et de sortie étant en relation avec l'un ou l'autre des butoirs du premier relais (fig. 201).

Pour que celui-ci conserve toute sa sensibilité, il a fallu réduire au minimum le jeu de l'index, et, dans ces conditions, on aurait eu à craindre la mise en court-circuit des deux piles des butoirs si on avait monté les relais comme ceux du quadruple à deux plateaux.

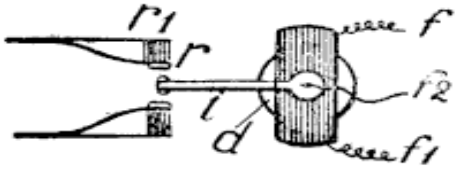


Fig. 203.

La difficulté a été heureusement tournée par l'emploi d'une seule pile locale reliée à l'index par un fil fin, *f*2. Cette disposition permet d'employer un jeu tellement ténu qu'on peut considérer qu'il y a contact permanent de l'index avec les deux butoirs, le déplacement de l'index sous l'action du courant de la ligne ne faisant que diminuer sa résistance du contact, d'un côté, en l'augmentant de l'autre. Cela suffit à commander sûrement le deuxième relais dont le fonctionnement est beaucoup moins délicat.

Si l'index du relais de câble appuie plus fortement sur son butoir de repos, par exemple, l'enroulement du relais différentiel, relié à ce butoir, sera parcouru par un courant plus intense que celui de l'autre enroulement, et l'index du relais différentiel sera amené sur repos.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'index du premier relais donne un contact moins constant sur le butoir de travail, le courant passera, avec une intensité plus grande, dans le deuxième enroulement du relais différentiel et projettera l'index de celui-ci sur le butoir de travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ADAPTATION DES INSTALLATIONS BAUDOT

Transformations des signaux. — Une première difficulté se manifeste pour adapter la transmission Baudot à la méthode Pierre Picard. En effet, les trente et une combinaisons du code sont obtenues par des émissions positives et négatives qui sont rarement alternées, comme dans les lettres T ou G. Il a fallu les modifier pour arriver à l'alternance exigée par le procédé de Picard ; ce résultat a été obtenu, très simplement, en supprimant les émissions consécutives de même signe et en ne conservant que la première. Ainsi, dans la combinaison correspondant à la lettre O, formée par trois émissions de travail successives suivies de deux émissions de repos, on supprime les émissions des touches 2, 3 et 5 et la combinaison a la forme suivante, en prenant le positif comme courant de travail :

1	2	3	4	5
+			—	

Cette transformation est opérée automatiquement par le condensateur C (fig. 201). Si l'on envoie, avec le manipulateur Baudot, des courants positifs par les touches 1, 2 et 3, la première émission détermine un envoi de courant positif sur le câble, mais les émissions des touches 2 et 3 ne peuvent avoir lieu puisque le condensateur est déjà chargé. Lorsque l'émission négative de la touche 4 arrive à son tour, la charge positive du condensateur est annulée et il reçoit une charge négative déterminant une émission de même nom sur le câble.

Maintien de l'index du relais pendant l'absence d'émission. — Quand plusieurs courants de même signe se succèdent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il faut que l'index du relais de câble soit maintenu sur son butoir jusqu'à ce qu'une charge de signe contraire vienne le déplacer. Or l'action d'une charge ne persiste pas longtemps en raison des pertes de la ligne et de la présence du condensateur à la sortie du relais de câble. La sensibilité de ce dernier appareil est si grande qu'un courant très faible, incapable de troubler, d'une façon perceptible, l'état électrique du câble, suffit à maintenir l'index sur le butoir

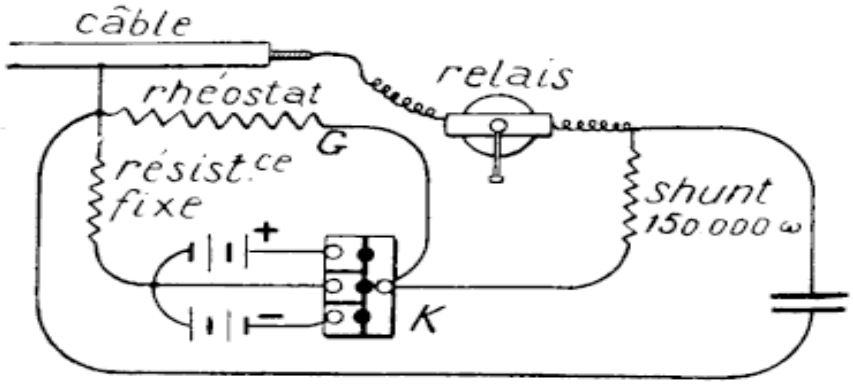


Fig. 204.

où le courant de charge l'a amené. En shuntant le condensateur par une forte résistance (150.000 ω) sans self-induction (fig. 204), on donne à la charge résiduelle du câble un chemin par lequel elle fuse lentement et son action est encore assez énergique pour assurer la position de l'index.

Annulation des courants telluriques. — Un inconvénient résulte de cet arrangement, car le shunt donne accès sur le câble aux courants telluriques. Ceux-ci ayant des variations ordinairement lentes, P. Picard a pu les annihiler par l'emploi d'un courant, de force électromotrice proportionnée, dirigé en sens inverse du courant tellurique. Pour cela, la sortie du shunt n'est reliée à la terre que par l'intermédiaire d'un commutateur K (fig. 204) qui permet

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'introduire, dans le circuit, une pile positive, ou négative de deux éléments Callaud, suivant le sens du courant de terre. Un rhéostat gradué G sert à modifier le voltage de la pile compensatrice en établissant une dérivation à la terre. On obtient ainsi une force électromotrice pouvant varier de 0,1 à 2 volts et qui agit sur le câble à travers le shunt de 150.000 ohms.

La position intermédiaire de la fiche du commutateur donne une communication à la terre, par le rhéostat fixe, en mettant les deux piles hors circuit.

Si, par exemple, les émissions négatives ont tendance à déborder sur les positives, on intercale la pile négative de compensation entre le shunt et la terre ; c'est la pile positive qui est mise dans le circuit si les émissions de même signe, arrivant du câble, ont tendance à déborder sur les négatives.

Modification du manipulateur pour multiplier les inversions de courant. — Malgré le shunt, on comprend que l'index du relais de câble ne peut être maintenu que pendant un temps relativement court, et que l'on s'exposerait à recevoir des incohérences dans le cas où un secteur Baudot enverrait, pendant plusieurs révolutions, des émissions de même signe. C'est ce qui se présente lorsque toutes les touches sont au repos, ou lorsqu'on expédie la combinaison P. Au début, on se contentait, lorsque le secteur était inutilisé, de charger les touches 2 et 4 de petites masses de plomb qui les maintenaient dans la position de travail : la combinaison G était ainsi envoyée à chaque révolution, ce qui abrégeait le séjour de l'index du relais de câble sur l'un ou l'autre de ses butoirs. Mais cette manœuvre était une sujétion pour le transmetteur, aussi bien que pour l'agent préposé à la réception, qui était obligé d'extraire de la bande toutes les lettres inutiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pierre Picard modifia alors les manipulateurs de telle sorte que, les touches étant toutes au repos, il y ait, quand même, émission de charges de signes différents sur le câble. Dans le dernier type de manipulateur employé, les touches 1 et 5 envoient, sur repos, un courant négatif, tandis que les touches 2, 3 et 4 émettent un courant positif.

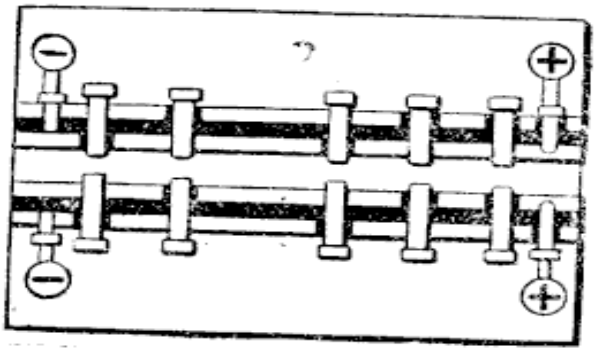


Fig. 205.

Pour obtenir ce résultat, chacune des platines antérieure et postérieure est composée de deux plaques soigneusement isolées entre elles et communiquant, l'une, avec la pile positive, l'autre avec la négative (fig. 205).

Rectification et reconstitution des signaux à l'arrivée. — Cette modification des combinaisons aurait exigé le remaniement du code Baudot et, par suite, la transformation du combinateur ou de la roue des types, si P. Picard n'avait trouvé une solution, aussi simple qu'élégante, pour rétablir les signaux dans leur forme primitive, à la réception.

Nous savons déjà que le relais de câble commande les déplacements de l'index du relais Baudot différentiel que nous appellerons relais récepteur, par analogie avec le dispositif du quadruple à deux plateaux.

Les butoirs de ce relais (fig. 206) sont respectivement reliés à des piles locales, positive pour le butoir de travail négative pour celui de repos, et le courant de l'une ou de l'autre, suivant la position de l'index, est dirigé à l'entrée de la bifurcation d'un deuxième relais Baudot différentiel qui fait fonction de relais aiguilleur (RA). Le massif de celui-ci est en communication permanente avec l'entrée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des électro-aiguilleurs des traducteurs, et la sortie de chacun de ces électro-aimants aboutit à un contact de la première couronne. Or le courant du relais RA ne peut actionner les électro-aiguilleurs que si leur sortie offre un débouché à la terre. A cette fin, les contacts de première couronne sont mis successivement, par les balais, en communication avec la quatrième couronne qui est reliée à la terre.

Lorsque l'index du relais RA tombe sur le butoir de travail, l'électro-aiguilleur, dont le contact de sortie se

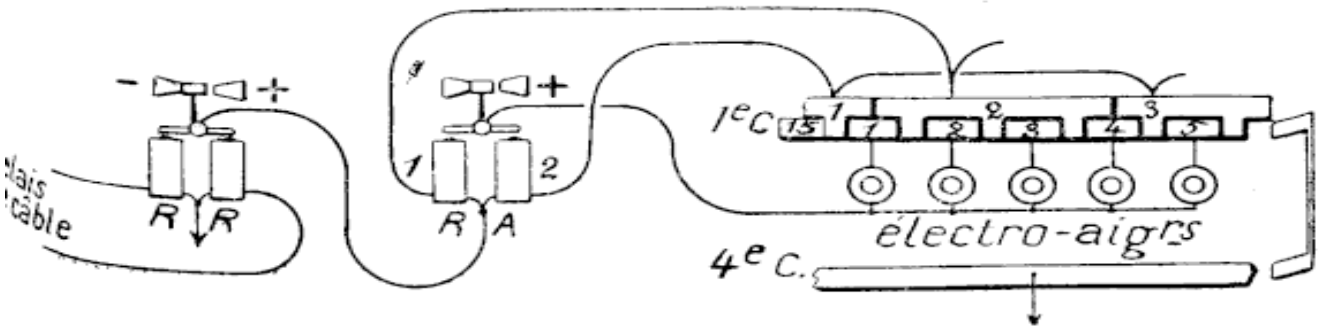


Fig. 206.

trouve sous le balai, peut seul fonctionner, les autres ne sont pas influencés puisque leur circuit n'est pas fermé.

La rectification et la reconstitution des signaux sont opérées par le moyen d'une couronne crénelée divisée en secteurs : les uns, numéros impairs (fig. 206 et 209), occupent les 2/15 de circonférence, les autres, numéros pairs, 3/15. Les secteurs pairs sont reliés à la sortie de l'enroulement 1 (fig. 206) et les impairs à celle de l'enroulement 2 du relais aiguilleur RA.

Les dents de la couronne crénelée sont intercalées entre les contacts de la première couronne et se trouvent mises à la terre, comme ces derniers, lors du passage des balais. Il résulte de cet arrangement que le relais aiguilleur ne peut être actionné qu'au moment où le balai de la première couronne franchit une dent de la crénelure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ceci permet d'utiliser les dents de cette crénelure pour la rectification. Elles remplissent alors le même office que les contacts écourtés des installations ordinaires. Pour placer les dents au milieu des émissions du relais récepteur, on agit sur l'ensemble des deux couronnes, la première et la crénelée, qui sont solidaires au point de vue mécanique et peuvent se déplacer par rapport au reste du plateau.

C'est au sectionnement de la couronne crénelée qu'est dû le rétablissement des signaux dans leur forme normale.

Grâce à cette disposition, les enroulements étant de sens inverse, le courant du relais récepteur agit, d'une façon également inverse, sur les noyaux selon qu'il traverse l'un ou l'autre circuit.

Quand le balai de première couronne passe sur les dents d'un secteur impair de la couronne crénelée, le courant de travail du relais récepteur par exemple, suit l'enroulement 2 du relais aiguilleur et l'index de ce dernier tombe sur le butoir de travail, s'il n'y était déjà. Mais lors du passage du balai sur un secteur pair, le même courant de travail parcourt l'enroulement 1 et l'index du relais aiguilleur est maintenu ou ramené sur repos.

Supposons que les touches du manipulateur du correspondant soient toutes au repos et envoient, par conséquent, la première et la cinquième, un courant négatif, et les deuxième, troisième et quatrième, un courant positif. A l'arrivée, ces émissions agissent successivement sur le relais de câble qui déplace l'index du relais récepteur et l'amène sur le butoir positif ou négatif, selon le signe de la charge du câble.

Lors de la réception de l'émission due à la touche 1, le relais récepteur envoie un courant négatif à la bifurcation du relais aiguilleur ; mais ce courant ne peut franchir indifféremment l'un ou l'autre enroulement. Si le synchronisme entre les deux distributeurs correspondants existe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et si l'orientation est bonne, le balai de la première couronne se trouve au milieu du contact 15, au moment précis où le relais aiguilleur commence à recevoir le courant du relais récepteur. Dans ce cas, lorsque le balai atteint la dent suivante, le circuit 2 du relais aiguilleur (fig. 206) a seul un débouché à la terre, l'autre circuit étant isolé. Le passage du courant négatif du relais récepteur détermine la chute

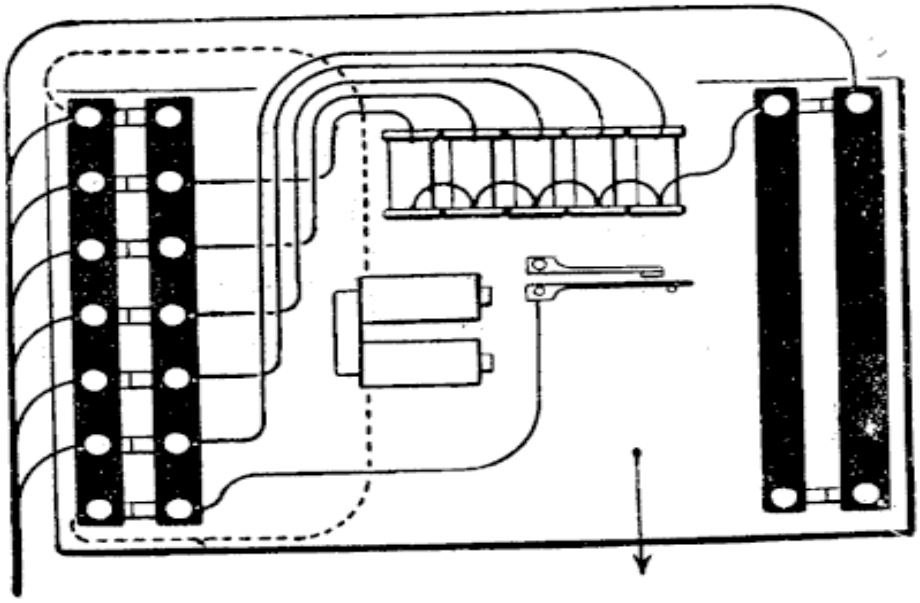


Fig. 207.

de l'index du relais aiguilleur sur le butoir de repos et aucun courant n'est envoyé dans les électro-aiguilleurs du traducteur.

Quand l'émission positive de la touche 2 se manifeste, le relais récepteur émet un courant positif. Mais le circuit 2 ne possède plus d'issue, parce que le balai se trouve maintenant sur le secteur pair et ferme le circuit 1. Le courant positif emprunte donc cette dernière voie et circule dans les bobines du relais en sens inverse du courant précédent ; malgré cela, comme il est de polarité contraire, il aimante les noyaux d'une façon identique à celle du courant qui l'a précédé et l'index du relais reste encore au repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les choses se passent d'une façon analogue pour les autres touches, le sens des courants étant inversé dans le relais aiguilleur en même temps que le changement de polarité a lieu. Il est bien évident que lors de l'envoi d'un courant positif, au moment où le balai passe sur un secteur impair de la couronne crénelée, le relais aiguilleur est mis sur travail et envoie son courant dans un électro-aiguilleur du traducteur. Il en est de même à la réception d'une émission négative, quand le balai de la première couronne se trouve sur un secteur pair.

Ce dispositif a entraîné la modification des liaisons des électro-aiguilleurs du traducteur. Leur entrée est commune et reliée, en permanence, au massif du relais aiguilleur, et la sortie de chaque électro- communique, comme il a été dit, avec un contact de la première couronne : c'est absolument le contraire de l'installation ordinaire. La terre n'est donnée à l'électro que juste pendant le temps qu'il doit fonctionner, tandis qu'avec l'autre dispositif, c'est la terre qui est permanente et la communication du massif du relais aiguilleur qui est momentanée ; le résultat obtenu dans les deux cas est d'ailleurs équivalent.

Les communications intérieures du traducteur ont été établies de façon à isoler du massif la sortie des électro-aiguilleurs qui est amenée à un plot de la réglette de droite du socle du traducteur (fig. 207) relié, d'autre part, au massif du relais aiguilleur.

Obligation d'affecter un conducteur à la transmission dans chaque sens. — Sur les câbles reliant Alger à Marseille, le temps de propagation aller et retour aurait fait perdre six contacts de double (12 contacts) entre chaque inversion du sens des transmissions. Il a donc fallu, comme sur les longues lignes souterraines, mettre un conducteur à la transmission exclusivement dans chaque direction. Sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trois câbles dont on disposait avant 1913 entre les deux stations, deux furent affectés : l'un à la transmission d'Alger vers Marseille et l'autre à la transmission de Marseille vers Alger, le troisième servant tantôt dans un sens tantôt dans l'autre, comme nous le verrons plus loin.

Suppression des contacts de correction. — Le nombre des émissions qui peuvent être envoyées sur le câble, dans un temps donné, est limité par le temps de charge du condensateur de réception et par la longueur d'émission nécessaire au déplacement consécutif de l'index du relais. Or, si l'on augmente le nombre de contacts du distributeur, il faut, quand on se trouve près de la limite de sécurité de la réception, diminuer la vitesse de rotation des balais ce qui, finalement, réduit le rendement.

Ainsi, lorsque les câbles de Marseille = Alger étaient exploités au double, on faisait usage de plateau à 12 contacts et la vitesse était de 180 tours à la minute ; mais quand, par suite de l'accroissement du trafic, on dut recourir à l'emploi du triple, on se serait trouvé dans l'obligation de réduire la vitesse de rotation des balais à 160 tours environ, à la minute, en raison de l'augmentation du nombre d'émissions expédiées dans une révolution. Pour éviter cette fâcheuse extrémité, P. Picard supprima, purement et simplement, les contacts de correction en employant des plateaux à 15 contacts et imagina plusieurs systèmes, des plus ingénieux, permettant de mettre en évidence, et, par conséquent, de corriger les écarts de synchronisme, sans envoi de courants correcteurs.

Nous ne décrirons que le système actuellement employé il suffit d'ailleurs à montrer les merveilleuses ressources d'ingéniosité de son auteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Correction. — Les courants du relais récepteur, envoyés dans les enroulements du relais aiguilleur, se dérivent, à partir du massif du premier relais, dans la cinquième couronne qui est pleine et conjuguée par les balais avec la deuxième ; cette dernière comporte trente contacts reliés ensemble électriquement, de deux en deux, de manière que tous les contacts de numéros impairs soient réunis en une série et ceux de numéros pairs en une autre (fig. 208).

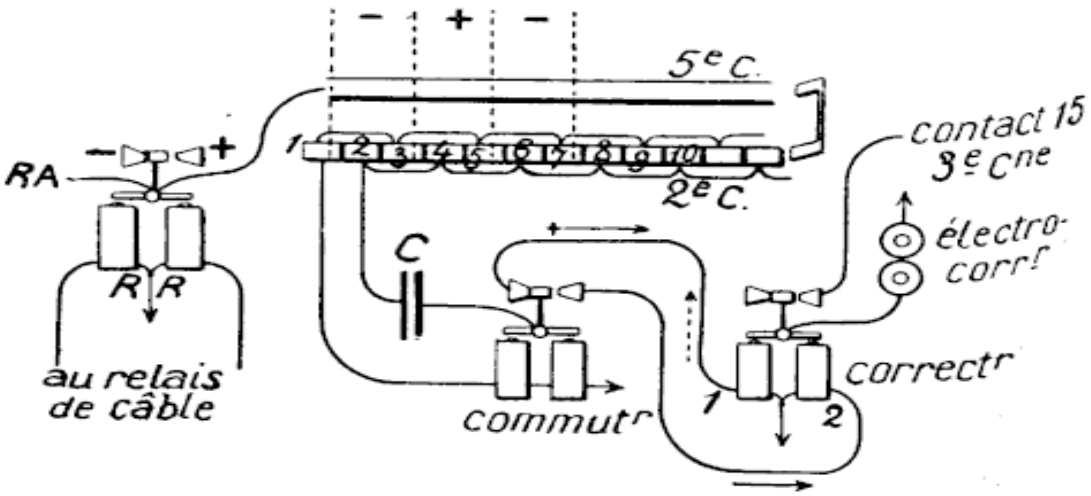


Fig. 208.

Les contacts impairs donnent accès à l'entrée d'un relais ordinaire dont la sortie est à la terre et le massif en communication, à travers un condensateur C, avec la série des contacts pairs. Ce relais est appelé *commutateur* ; à chacun de ses butoirs aboutit une des extrémités des enroulements d'un relais différentiel, dit *correcteur*, dont la bifurcation est à la terre. L'électro-correcteur ordinaire est relié au massif de ce dernier relais dont le *butoir de travail* reçoit, à tous les tours, le courant local envoyé par le contact 15 de la troisième couronne (freins et cadences).

Supposons d'abord, que le synchronisme existe et que le commencement des émissions du relais récepteur tombe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très près de la fin d'un contact de la série impaire, mais que la faible portion de courant recueillie sur celui-ci, et qui va traverser le relais commutateur, soit suffisante pour actionner ce dernier. Admettons que l'émission soit négative et qu'elle fasse tomber l'index du relais commutateur sur le butoir de repos (gauche), nous voyons que cette action a pour résultat de mettre l'enroulement 1 du relais correcteur en relation avec le condensateur C. Quand les balais vont parcourir le contact pair suivant, le condensateur va se charger en négatif, ce qui donnera lieu, dans l'enroulement 1 du relais correcteur, à un courant dont le sens est indiqué par la flèche pointillée, et qui amène l'index de ce relais sur repos. Rien ne sera changé jusqu'à la fin de l'émission négative. Mais supposons encore qu'une émission positive succède à la première, quand le balai arrive vers la fin du contact 3, de telle façon que la petite portion de courant positif soit suffisante pour agir efficacement sur le relais commutateur : l'index de celui-ci se déplace alors et tombe sur travail (droite) et l'enroulement 2 du relais correcteur est mis ainsi en communication avec le condensateur. Le passage du balai sur le contact 4 charge le condensateur en positif et, par suite, détermine dans l'enroulement 2 du relais correcteur un courant du sens indiqué par la flèche en trait plein. Celui-circulant autour des noyaux en sens inverse du précédent, produit des effets identiques, parce qu'il est de polarité contraire, et maintient l'index sur repos. Tant qu'il n'y aura pas écart de synchronisme, il en sera de même, et lorsque le balai de la troisième couronne parcourra le contact 15, aucun courant ne sera envoyé dans l'électro-correcteur.

Il n'en est plus ainsi lorsque les balais du poste corrigé prennent de l'avance sur ceux du correcteur. Dans cette hypothèse le commencement des émissions tombe plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

près de la fin des contacts de la série impaire, et il s'ensuit que la faible portion de courant qui est envoyée dans leur relais commutateur ne peut plus déplacer l'index de ce relais. Cet index ne serait pas actionné davantage, à plus forte raison, si le balai était déjà sur le commencement du contact pair suivant.

Supposons d'abord, comme dans l'exemple précédent, que le relais de câble envoie une émission négative qui tombe sur la fin du contact 1, sur le 2 et le commencement du 3. Le relais commutateur est parcouru par le courant négatif pendant tout le temps que le balai passe sur le commencement du contact 3 et l'index est mis sur le butoir de gauche. Si, maintenant, le relais récepteur envoie une émission positive, celle-ci tombe sur la fin du contact 3, sur le 4 et sur le commencement du 5. Comme nous avons admis que les balais du corrigé avaient pris de l'avance, le balai se trouvera trop près de la fin du contact 3, au moment de l'arrivée de l'émission positive, pour que la partie qui y tombe puisse faire fonctionner le relais commutateur dont l'index demeure, de ce fait, sur le butoir de gauche. Quand le balai parcourt le contact suivant, c'est-à-dire le 4, la charge négative du condensateur est annulée par le courant du relais récepteur qui recharge le condensateur, en positif, en déterminant un courant de même sens (flèche +, fig. 208) dans le circuit 1 du relais correcteur, puisque, par suite du non-fonctionnement du relais commutateur, c'est le circuit 1 du relais correcteur qui est resté en relation avec le condensateur. Si le courant de charge avait tranché le circuit 2, l'index du relais correcteur serait venu sur le butoir de repos, s'il n'y était déjà ; mais comme ce courant circule dans le circuit 1, il se produit l'effet inverse et l'index tombe sur le butoir de travail.

Tant que l'avance des balais du corrigé existe, la portion de courant prise sur la fin d'un contact impair est insuffi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sante pour rappeler l'index du relais commutateur, et celui du relais correcteur reste sur travail : de sorte que l'électro-correcteur reçoit le courant local lors du passage du balai de la troisième couronne sur le contact 15 et fait fonctionner le système correcteur.

D'après ce qui précède, on voit que la correction se fait également quand le balai de la deuxième couronne a quitté le contact de la série impaire avant que le courant du relais récepteur change de sens. Nous avons pris pour exemple le passage d'une émission négative à une positive, mais il est évident que le résultat est le même, quant à la position de l'index du relais correcteur, si l'on considère l'inversion du positif au négatif ; seulement c'est alors l'enroulement 2 qui est parcouru par un courant négatif Si, après une perturbation, la vitesse redevient normale avant que le contact 15 soit atteint par le balai de la troisième couronne, l'index du relais correcteur est mis sur repos dès qu'il se produit une inversion de courant du relais récepteur sur la fin d'un contact impair, assez tôt pour que le relais commutateur puisse fonctionner : la correction n'a pas lieu.

Si plusieurs émissions, de même sens, se succèdent, il n'y a aucun courant dans les circuits du relais correcteur parce que le condensateur est chargé à refus dès la première émission.

En résumé, s'il y a synchronisme, le relais commutateur fonctionne le premier et permute les circuits du relais de correction de telle façon que le courant de charge du condensateur fasse toujours tomber l'index sur le butoir de repos. Mais si, par suite d'un écart de vitesse, le relais commutateur ne peut remplir sa fonction en temps voulu, le relais correcteur est actionné en sens inverse et l'index tombe sur travail.

La correction s'effectue à un endroit fixe ; mais il y a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autant de points de repère qu'il y a de contacts dans la série impaire de la deuxième couronne, et chacun de ces points est déterminé par la valeur nécessaire de l'empiètement des émissions sur la fin desdits contacts, pour faire fonctionner le relais commutateur.

Il y a lieu de remarquer que les écarts de synchronisme ne sont enregistrés qu'à la faveur d'une inversion du courant du relais récepteur ; mais, comme nous l'avons dit plus haut, cette inversion se produit fatalement, plusieurs fois, dans une révolution, même si les manipulateurs ne travaillent pas, puisque les émissions de repos, comme celles de travail, d'ailleurs, ne sont pas de même signe pour toutes les touches.

Enfin, la multiplicité des points de repère peut provoquer l'établissement d'une « fausse correction » si, après une perte de synchronisme, les inversions de courants ne tombent pas, à l'arrivée, sur les contacts correspondant à ceux qui les ont émises sur le plateau de la station de départ.

Pour éviter pareille éventualité, on convient que le poste correcteur enverra toujours par le même secteur, le troisième, une combinaison déterminée dès que la correction sera perdue.

Le dirigeur du poste corrigé empêche alors le fonctionnement de l'électro-correcteur jusqu'à ce que la combinaison convenue sorte sur le secteur trois.

A partir de ce moment, la correction se prend normalement et se maintient, si l'écart des vitesses est convenable.

Plateaux des distributeurs et marche des courants. — Dans le plateau de transmission, la deuxième couronne est sectionnée, suivant qu'il s'agit d'un double ou d'un triple, en 10 ou en 15 contacts auxquels aboutissent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fils des manipulateurs (fig. 209). Les courants émis par ces appareils passent, par les balais, dans la cinquième couronne et sont dirigés sur un relais ordinaire qui joue le même rôle que le manipulateur Morse de la figure 201. Selon la position de son index, il fait fonctionner l'un ou l'autre des relais R^1 et R^2 et détermine, sur le câble, une émission négative ou positive aussi brève que la charge du condensateur C (1).

Le contrôle de la transmission est obtenu par le fonctionnement d'un relais différentiel dont la bifurcation reçoit aussi les courants provenant de la cinquième couronne. Comme dans le système de reconstitution des signaux que nous avons étudié, les sorties des deux circuits du différentiel sont reliées à la couronne crénelée ; l'une aux secteurs pairs multiplés ensemble (fig. 209), l'autre aux impairs qui sont également multiplés.

Le massif du relais de contrôle est relié à l'entrée des électro-aiguilleurs des traducteurs et n'envoie le courant local, quand l'index est sur travail, que dans l'électro dont la sortie est mise à la terre, à ce moment, par le contact correspondant de la première couronne, les balais et la quatrième couronne, à laquelle est rattaché le fil de terre.

Les troisième et sixième couronnes ont la même fonction que dans les installations ordinaires.

Le plateau de réception est agencé comme le plateau de transmission sauf pour la deuxième couronne qui est sectionnée en vingt ou trente contacts suivant le type d'installation et affectée, comme nous l'avons vu, à la correction. La figure 210 donne le schéma des communications. Les courants du câble, agissant sur le relais Picard provoquent l'émission du courant de l'index dans l'un ou l'autre circuit du relais de réception, faisant tomber l'index

(1) Les relais R_1 et R_2 ont été supprimés en 1910 ; la transmission s'opère directement sur le câble à travers un condensateur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

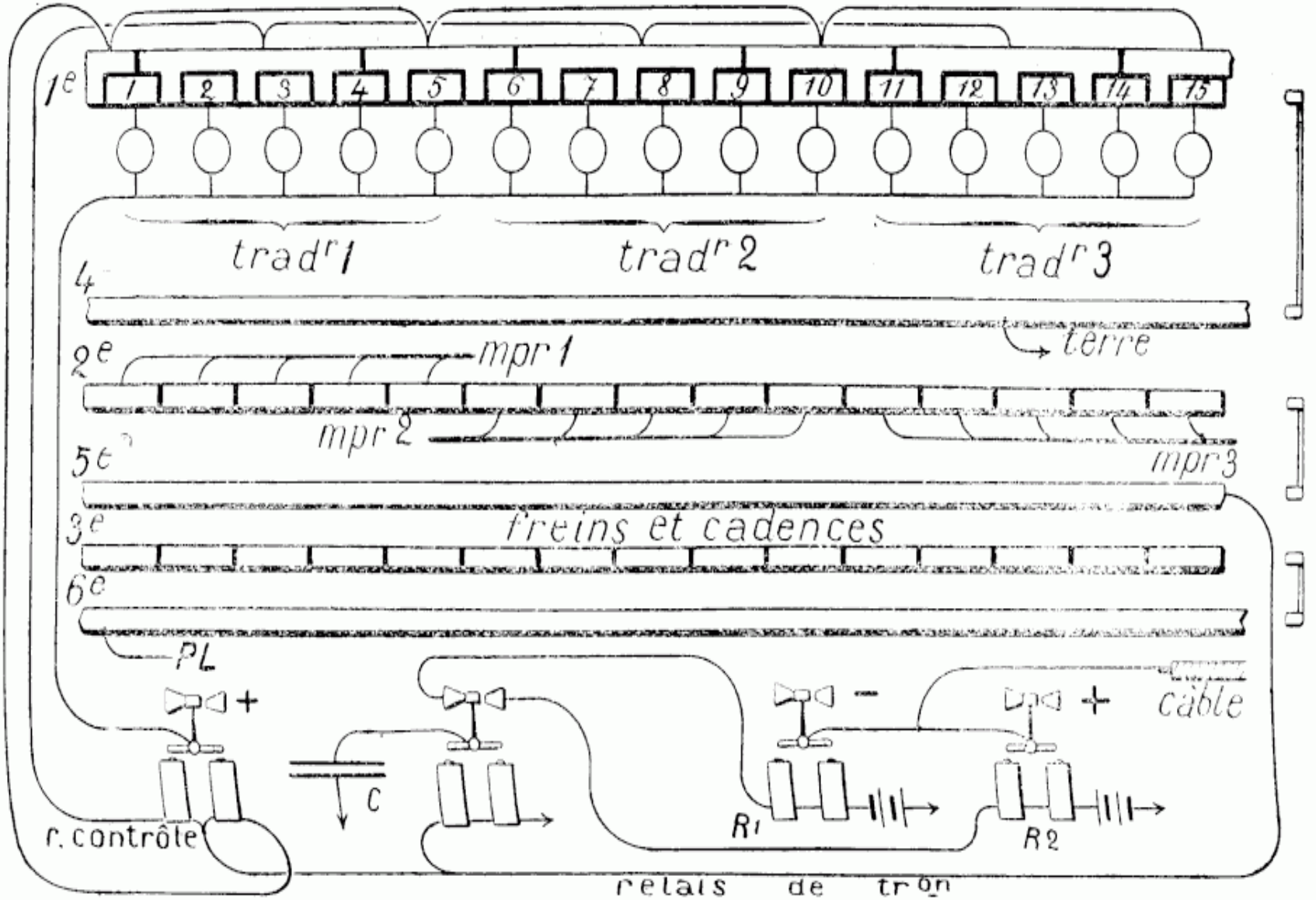
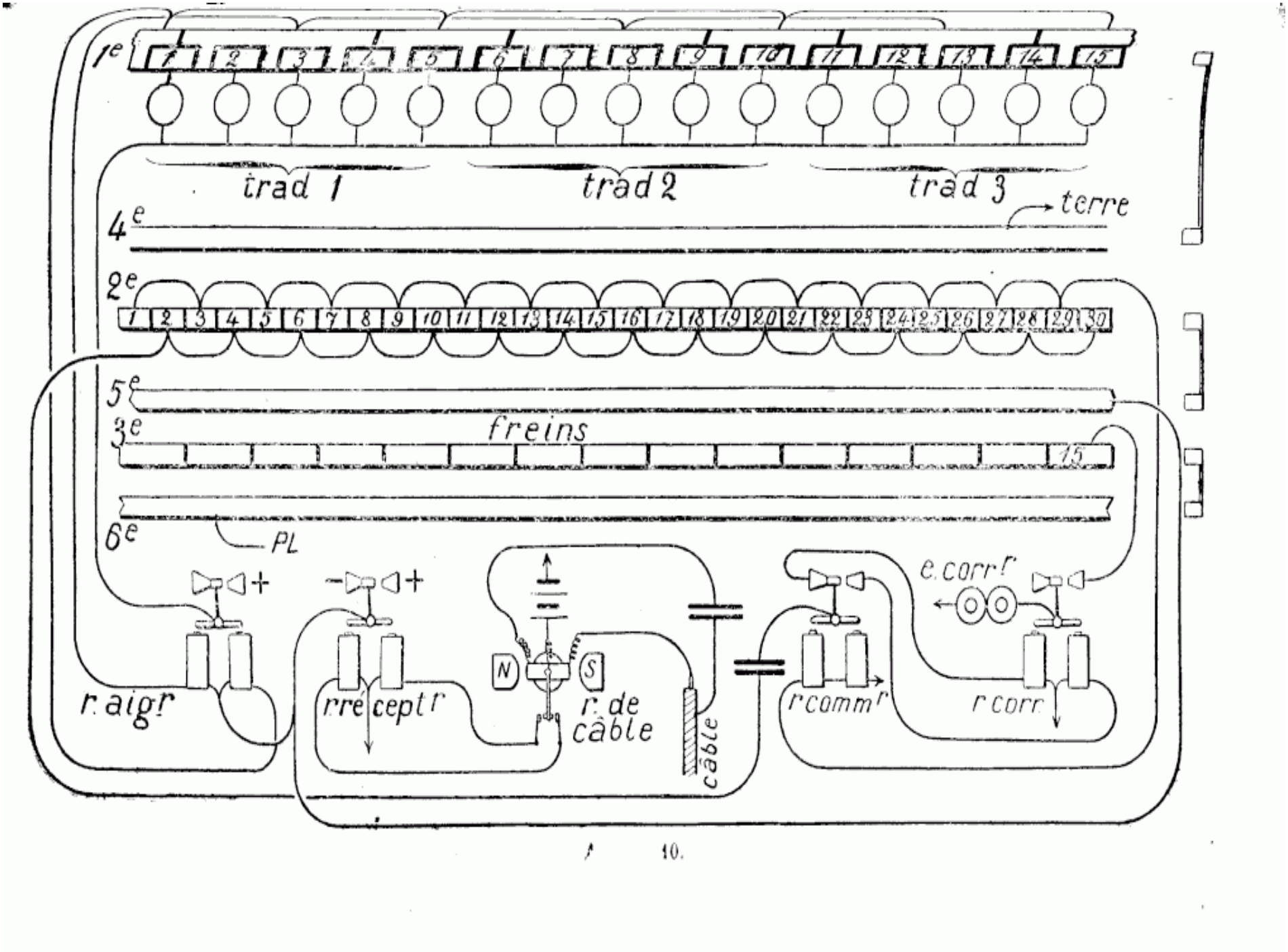


Fig. 209.



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de celui-ci sur le butoir de travail ou de repos. Les courants du relais récepteur sont alors envoyés simultanément à la bifurcation du relais aiguilleur et dans la cinquième couronne. Suivant la position du balai de la première couronne, c'est l'un ou l'autre circuit du relais aiguilleur qui est fermé, ce qui reconstitue la forme normale de la combinaison Baudot, et l'index du relais aiguilleur envoie son courant dans les électro-aiguilleurs des traducteurs. Comme nous l'avons dit pour le contrôle, il n'y a que l'électro dont la sortie est mise à la terre, à ce moment, qui fonctionne. Nous savons comment la partie du courant du relais récepteur envoyée dans la cinquième couronne sert pour mettre en évidence et pour corriger les écarts de synchronisme.

Orientation. — L'orientation se fait expérimentalement comme dans le cas des postes extrêmes d'une translation tournante. On se rappelle que l'extrême qui s'oriente demande la troisième à l'intermédiaire et déplace son contact mobile, dans les deux sens, pour provoquer la chute sur la suivante, ou sur la précédente, et prend le milieu de la marge ainsi délimitée.

Mais dans la correction P. Picard il y a 10 ou 15 contacts qui font le même office que le contact mobile du Baudot ordinaire. Il faudrait donc pouvoir déplacer la deuxième couronne du plateau de réception par rapport à la première. Pour échapper à cette obligation, dont la réalisation aurait été difficile au point de vue de la construction, on a rendu mobile la première couronne avec sa créneleure.

L'orientation s'opère à l'aide d'une vis sans fin engrenant dans un secteur denté solidaire de la première couronne qui est montée, à frottement doux, sur la partie fixe du plateau. Les saillies de la couronne crénelée, qui remplissent le même rôle que les contacts écourtés du quadruple à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux plateaux, sont orientées par construction ; mais pour parfaire leur position, elles peuvent, en outre, être déplacées, comme le reste de la couronne, de près d'un dixième ou d'un quinzième de circonférence, soit d'un contact, dans chaque sens, ce qui constitue une marge plus que suffisante dans tous les cas.

Câble à l'alternat. — Nous avons dit, plus haut, qu'un câble pouvait servir éventuellement et d'une façon alternative à la transmission de l'une ou de l'autre station. Il faut, dans ce cas, qu'un même poste soit tantôt correcteur tantôt corrigé. Or, nous savons que le poste corrigé doit tourner légèrement plus vite que le correcteur, le système de correction ne permettant que le redressement des écarts de vitesse en avance. Il s'ensuit, si l'on veut renverser le sens de la transmission, l'obligation de modifier les vitesses des deux postes, ou, tout au moins, de l'un d'eux ; c'est là une manœuvre qui entraîne une perte de temps très appréciable et qui est de nature à diminuer sensiblement le rendement du câble.

Cette difficulté, comme beaucoup d'autres, fut aisément surmontée, et d'une manière extrêmement simple, grâce à l'esprit inventif de P. Picard. Quand la transmission s'effectue d'Alger vers Marseille, ce dernier tourne un peu plus vite que son correspondant et son système correcteur fonctionne dans les conditions ordinaires. Lorsque la transmission se fait vers Alger, les vitesses ne sont pas modifiées, c'est-à-dire qu'Alger, qui devient alors poste corrigé, tourne moins vite que le correcteur, Marseille. Il faut alors que le système correcteur d'Alger corrige, non plus des écarts de vitesse en avance, mais des écarts en retard. Le résultat a été obtenu en intercalant, entre le pignon de l'étoile et celui du mobile satellite, un rouage supplémentaire ; de sorte que, lors du décalage de l'étoile, le pignon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

satellite ne roule plus, sur la roue folle, en sens inverse du mouvement de cette dernière, mais bien dans le même sens : les balais se trouvent donc avancés de ce fait à chaque correction.

Une autre conséquence découle de cette modification : la correction étant déterminée par l'insuffisance de l'empiètement des émissions sur la fin des contacts de la série impaire de la deuxième couronne, quand le corrigé tourne plus vite que le correcteur, il faut que l'inverse se produise si le corrigé possède une vitesse inférieure à celle du correcteur, c'est-à-dire que la correction ait lieu toutes les fois que le commencement des émissions chevauchera sur la fin des contacts de la série impaire.

Le résultat est atteint, par l'inversion, à Alger, de l'entrée et de la sortie du relais commutateur, ou le changement de côté du butoir de travail du relais correcteur, ou, enfin, par la permutation des entrées des deux circuits de ce même relais : c'est cette dernière solution qui a été adoptée. De cette façon, la correction fonctionnera chaque fois que, pour une émission donnée, le relais commutateur sera actionné avant le relais correcteur. C'est le contraire de ce qui se passe dans le cas ordinaire que nous avons expliqué précédemment.

D'autre part, pour que le synchronisme soit troublé aussi peu que possible, lors du changement de sens des transmissions, les balais du plateau de réception, de chaque poste, sont décalés de trois contacts en retard sur ceux du plateau de transmission. Or le temps nécessaire aux balais pour parcourir trois contacts est égal à celui que met une émission pour se propager d'un bout à l'autre du câble. Dans ces conditions, lorsque l'inversion du sens de la transmission a lieu, les balais du plateau de réception ont trois contacts à parcourir avant d'atteindre le contact correspondant à celui qui émet, à ce moment même, dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'autre station, le premier courant de transmission. Quand ce dernier arrive à destination, les balais se trouvent par conséquent au point voulu pour en recueillir les effets. Le synchronisme n'est pas troublé et il n'y a aucune perte de temps.

On pourrait donner aux balais des plateaux de transmission et de réception un décalage différent pourvu que le total des décalages dans les deux postes, fût toujours de six divisions. Ainsi, on prendrait un décalage de quatre contacts, entre les plateaux, dans un poste, à condition que celui des plateaux de l'autre fût de deux contacts seulement.

Pour cet alternat spécial, les cages des distributeurs des deux postes sont pourvues de deux plateaux, un de transmission, l'autre de réception, et des commutateurs permettent d'établir les liaisons nécessaires entre le câble et les relais, d'une part, et entre ces derniers et les plateaux, d'autre part.

Au moment où la transmission d'un poste est terminée, l'un des manipulants de celui-ci fait plusieurs inversions et les commutateurs sont manœuvrés simultanément dans les deux stations ; l'autre poste peut alors commencer à transmettre.

Bien qu'il existe un système permettant la coupure, il n'en est pas fait usage, parce que la communication comporte d'autres conducteurs par lesquels les correspondants peuvent s'avertir lorsqu'il est nécessaire d'arrêter la transmission.

Communication Paris-Alger. — Le Baudot fonctionnant parfaitement sur les trois câbles franco-algériens, il devenait possible de relier Paris à Alger directement au moyen d'une retransmission automatique. Aussi la communication fut-elle établie dès 1903. Elle est constituée, actuel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, de la manière suivante : Paris et Marseille sont mis en rapport par un fil de cuivre desservi au quadruple sans translation d'aucune sorte. A Marseille, les secteurs 3 et 4 (réception de Paris) sont pourvus d'une retransmission automatique qui réexpédie les combinaisons dans les deux secteurs de transmission d'une installation double desservant un câble en duplex (voir page 496), tandis que les deux secteurs de l'installation de réception sont munis d'un dispositif renvoyant les combinaisons d'Alger dans les secteurs 1 et 2 du quadruple vers Paris.

Au début, la retransmission s'effectuait à l'aide du retransmetteur tournant ; mais, en raison de l'usure rapide des contacts des retransmetteurs, qui doivent fournir un travail particulièrement chargé de jour et de nuit, P. Picard remplaça chacun de ces appareils par un groupe de cinq relais différentiels Baudot ayant la bifurcation à la terre. Un des enroulements des relais est placé, en dérivation, sur l'entrée d'un des électro-aiguilleurs du traducteur de réception, et le massif communique avec le contact correspondant de la deuxième couronne du plateau par lequel doit s'effectuer la retransmission. L'autre enroulement des relais reçoit, à chaque tour, par un contact de la troisième couronne, un courant commun qui rappelle au repos toutes les armatures déplacées. Ce dispositif, depuis longtemps en service, n'a donné lieu à aucune défectuosité. Il a cependant été remplacé par des retransmetteurs du type Lesaffre et Chattelun.

Comme dans toutes les translations du genre, les liaisons entre les relais retransmetteurs et les plateaux sont coupées par des commutateurs qui permettent la rentrée de Marseille sur n'importe quel secteur.

La retransmission d'une installation à l'autre implique une marche concordante des balais sur les deux plateaux. Dans ce but, l'installation quadruple, de même que celle du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

câble, est synchronisée par un courant provenant de la troisième couronne du plateau sur lequel Marseille reçoit d'Alger. De son côté, Marseille envoie la correction à Paris dans les conditions ordinaires d'un poste correcteur. Il résulte de cet arrangement que les distributeurs de Marseille et de Paris ont leur vitesse réglée sur celle d'Alger.

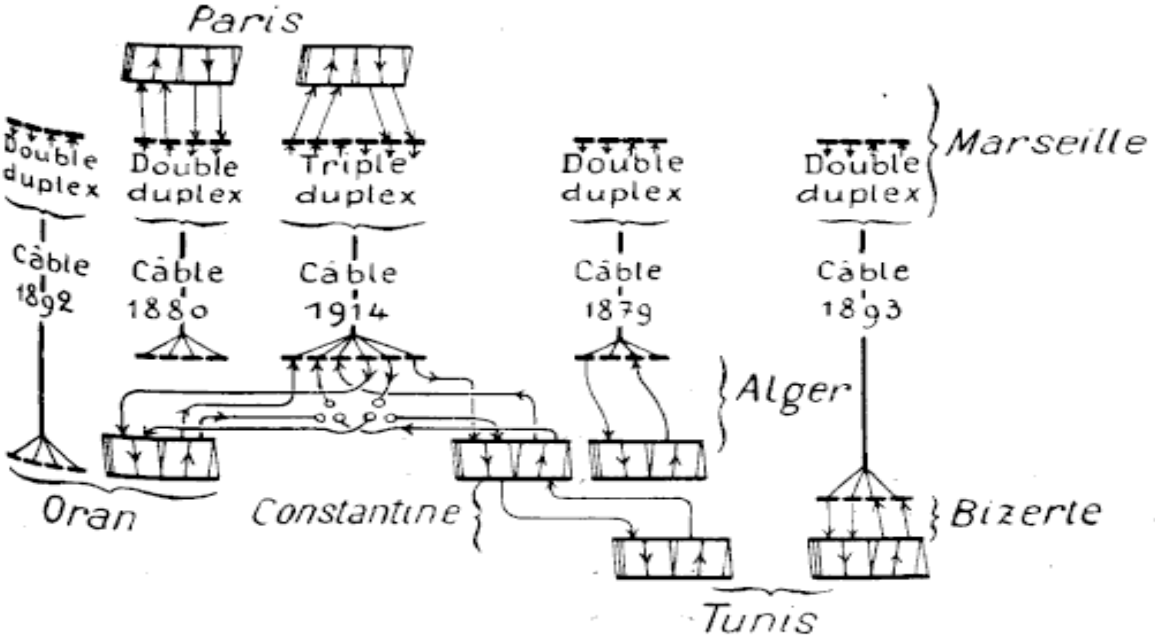


Fig 211.

La communication entre Paris et Marseille comprend, en outre, un deuxième conducteur aérien également desservi au quadruple. A Marseille, les quatre secteurs sont rattachés au triple duplex du câble 1914. Alger, par retransmission automatique, sur fils aériens desservis au quadruple, peut donner des communications directes avec Oran, Constantine et Tunis ; pour cette dernière, il y a une retransmission à Constantine.

Les orientations entre Marseille et Paris, sur les deux fils, sont celles de postes ordinaires correcteurs et corrigés et absolument indépendantes de celles des câbles.

La figure 211 indique l'affectation de chaque câble et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comment la répartition des secteurs peut s'opérer. Normalement Paris dispose de quatre secteurs avec Alger, par le câble 1880 ; Marseille et Alger communiquent par deux secteurs du 1879 ; Marseille et Constantine par les deux autres secteurs du même câble ; Marseille et Oran par les quatre secteurs du 1892 ; Marseille et Tunis par les quatre secteurs du 1893.

Le câble 1914 joue le rôle de régulateur et fournit les communications de secours. Ainsi, Paris peut prendre par ce câble, quatre secteurs de supplément avec Alger ou avec Oran, ou encore deux secteurs avec Constantine ou avec Tunis. D'autre part, Marseille, par ce même câble peut utiliser quatre secteurs avec Constantine, avec Oran ou enfin avec Tunis.

Considérations générales. — Le système P. Picard qui s'est plié à toutes les difficultés s'est aussi perfectionné à mesure que les constantes des câbles méditerranéens devenaient de plus en plus défavorables.

L'isolement des conducteurs est actuellement si mauvais qu'il serait difficile, sinon impossible de les desservir au Recorder.

Ainsi, par exemple, l'isolement du câble 1871 (1), qui était encore de 1 méghom au moment des premières tentatives de P. Picard, a pu tomber à 2.500 ohms sans cesser d'être praticable au Baudot.

L'affaiblissement de l'isolement a pour conséquence de rendre plus précaire le maintien de l'index du relais de câble sur l'un ou l'autre de ses butoirs, parce que les charges du conducteur disparaissent plus rapidement.

Cet inconvénient fut surmonté par l'adoption du shunt du condensateur de réception avec le système compen-

(1) Ce câble est maintenant définitivement abandonné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sateur qui en découle. Mais cette disposition même devint insuffisante, à la longue, par suite de l'abaissement constant de l'isolement. Il a fallu recourir à de nouveaux artifices, c'est ainsi qu'on a été amené à intercaler un condensateur, shunté par une très forte résistance, pour laisser passer sur le câble un très faible courant, qui atténue la perte de charge du conducteur. Au poste d'arrivée le dispositif du shunt primitif a été renforcé par un deuxième shunt accouplé avec une bobine de self-induction.

Grâce à l'efficacité de ces mesures, le rendement des câbles, malgré leur mauvais état, est tel qu'on a pu échanger plus de 6.000 télégrammes dans une seule journée, non compris les télégrammes de presse dont le total des mots atteint souvent 30.000.

Actuellement ce rendement est encore accru par l'adoption du système de transmission dit « duplex ».

L'exposé des communications transméditerranéennes de la page précédente montre éloquemment la remarquable souplesse du système Baudot si heureusement adapté et perfectionné par P. Picard et ses continuateurs.

DISPOSITIF DE DÉCHARGE POUR CABLES SOUS-MARINS DE FAIBLE LONGUEUR

Câbles corses. — Si la mise à la terre est insuffisante pour neutraliser les charges résiduelles sur les longs câbles sous-marins, il n'en est pas de même lorsque la longueur de la ligne est moins importante. Tel est le cas du câble de Toulon à Ajaccio dont la longueur est de 319 kilomètres, la capacité 59 microfarads, l'isolement 20 mégohms et la conductibilité 1.850 ohms.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce câble a pu être exploité au Baudot double à 14 contacts dans les conditions des installations ordinaires, c'est-à-dire avec la transmission et réception, dans une même révolution, par l'application d'un dispositif de décharge dû à M. Lesaffre, inspecteur.

Pour obtenir le résultat désiré, les contacts de la deuxième couronne du secteur de transmission (fig. 212) sont sec-

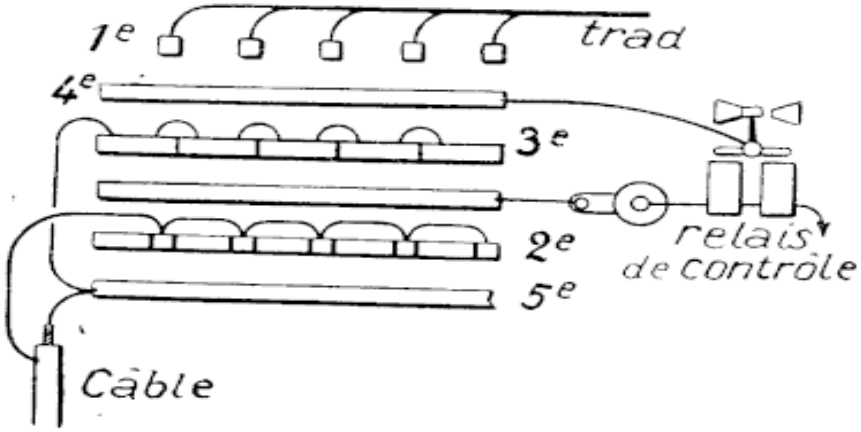


Fig. 212.

tionnées en deux parties, une égale aux trois quarts, l'autre au quart du contact ; à la première est rattaché le fil venant d'une des touches du manipulateur, tandis que la deuxième est mise à la terre par l'enveloppe même du câble. Par les balais, les courants passent dans la cinquième couronne en communication elle-même avec la ligne qui se trouve, de ce fait, mise à la terre, entre deux émissions successives, pendant un temps égal à :

$$\frac{1}{14} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{168} \text{ de seconde.}$$

A l'arrivée, les contacts de la deuxième couronne, non affectés à la transmission, sont reliés ensemble à l'entrée d'un relais Baudot dont le massif peut envoyer le courant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

local dans les cinq électro-aiguilleurs du traducteur et dans l'électro-correcteur, si le poste est corrigé (fig. 213). La sortie de ces organes est rattachée aux contacts du secteur de réception de la première couronne et au contact mobile. A tous les tours, les balais mettent la première couronne en relation avec un secteur de 9/14 de la quatrième couronne communiquant avec la terre. C'est là une disposition analogue à celle que nous avons vu employer dans

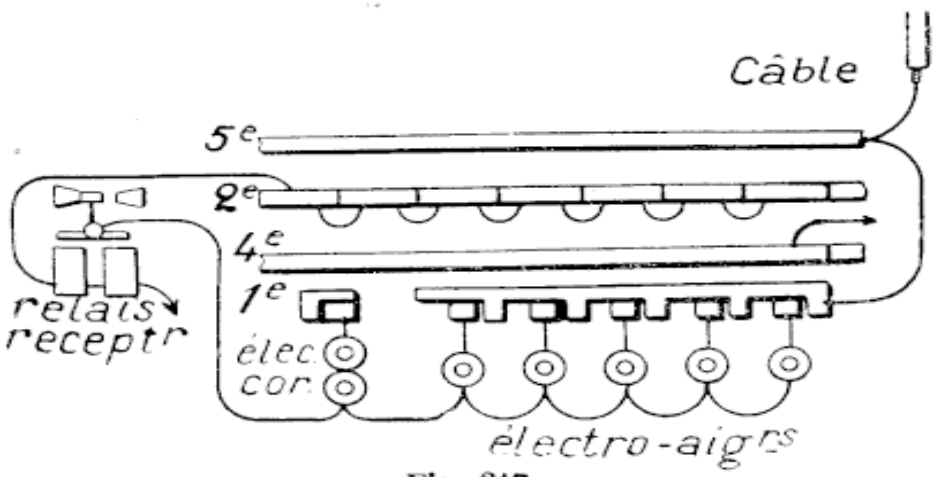


Fig. 213

le système P. Picard. L'originalité de l'arrangement de M. Lesaffre consiste surtout dans l'emploi de la couronne crénelée, encadrant les contacts écourtés de la première couronne, pour mettre le câble à la terre dès que le fonctionnement de l'électro-aiguilleur a eu lieu. Pour cela, ladite couronne est simplement reliée au câble, ce qui occasionne la mise à la terre de celui-ci quand les balais passent sur les crénelures de la couronne, c'est-à-dire pendant 1/100 de seconde environ.

Le contrôle est obtenu comme celui des postes intermédiaires et extrêmes dans les communications des postes échelonnés (nouveau dispositif). A cet effet, une dérivation est établie entre la cinquième couronne (fig. 212) et les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

contacts de la troisième couronne correspondant à ceux de transmission ; par les balais, les courants franchissent un secteur de 5/14 de la sixième couronne et atteignent, après avoir traversé une résistance de 400 ω, un relais spécialement affecté au contrôle. Le massif de celui-ci envoie ses émissions dans un secteur de 5/14 de la quatrième couronne et de là, par les contacts de la première couronne, dans les électro-aiguilleurs du traducteur de contrôle.

Les communications du traducteur ont été agencées comme celles des traducteurs des instaliations du système Picard (fig. 207).

Toulon est poste correcteur et envoie les courants de correction par les contacts 13 et 14 de la deuxième couronne, qui sont précédés et suivis d'un petit contact de mise à la terre.

Mais Toulon n'est qu'un poste intermédiaire sur cette communication qui est destinée à relier Marseille à Ajaccio. Un quadruple dessert la ligne aérienne de Marseille à Toulon : deux secteurs servent au trafic entre Toulon et Marseille, tandis que les deux autres sont liés, par une retransmission automatique, aux deux secteurs du double vers Ajaccio.

Les retransmetteurs utilisés sont du modèle 1909 (Lesaffre et Chattelun), mais ils ont dû subir une modification analogue à celle des traducteurs, c'est-à-dire que les cinq électro-aimants de l'appareil sont en communication permanente avec l'index du relais de réception par une entrée commune, tandis que la sortie de chacun est indépendante et rattachée à un contact écourté de première couronne. Les fils de sortie des électro-aimants étant soudés au massif même du retransmetteur, il a fallu rattacher ce massif à l'index du relais pour ne pas être obligé de défaire l'enroulement afin d'isoler l'extrémité de sortie.

Pour éviter que le massif du retransmetteur ne se trouve

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mis à la terre lorsque l'armature de l'électro-aimant de rappel est attirée sur les noyaux, on a interposé, entre les deux parties, de petites pièces d'ivoire empêchant tout contact direct.

Il n'y a rien de particulier quant à l'orientation des distributeurs des trois postes.

Une communication du même genre a été établie entre Marseille, Nice et Bastia. Un Baudot sextuple dessert la ligne terrestre Marseille = Nice et un triple, le câble d'Antibes à Saint-Florent (239 kilomètres). Deux secteurs du triple sont reliés par des retransmetteurs à deux secteurs du sextuple. Marseille est ainsi pourvu de quatre secteurs vers Nice et de deux secteurs vers Bastia. Nice et Bastia peuvent communiquer par un secteur à l'alternat.

Le développement du trafic franco-corse ayant exigé des moyens d'action plus puissants, le dispositif que nous venons de décrire a été abandonné récemment et remplacé par une exploitation en duplex (méthode différentielle). Les deux câbles sont desservis par des installations Baudot double, c'est-à-dire par quatre secteurs chacun.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

XVII

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE TRANSMISSION DUPLEX AU SYSTÈME BAUDOT

Définitions et avantages. — Comme tous les systèmes de télégraphie électrique utilisant un conducteur, le système Baudot peut s'adapter à la méthode de transmission duplex.

On appelle ainsi un procédé qui permet d'échanger *simultanément* deux signaux partant des deux stations en relation et, par suite, de doubler le rendement du conducteur. Il semble *à priori* que le système Baudot puisse se passer d'un tel moyen dans une large mesure, puisqu'il donne la faculté de desservir une ligne par 2, 3, 4, 5 ou 6 secteurs, c'est-à-dire de transmettre ou de recevoir 2, 3, 4 5 ou 6 signaux dans une révolution des balais du distributeur.

Cependant, sur les lignes à forte capacité électrostatique, telles que les lignes souterraines ou sous-marines, il y a avantage à duplexer les communications parce qu'on fait disparaître ainsi l'inconvénient d'un temps de propagation trop considérable. Nous savons que sur les longs conducteurs de cette catégorie il faut perdre, pour tenir compte du temps nécessaire à la propagation du courant, un assez grand nombre de contacts entre la fin de la transmission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et le commencement de la réception, ce qui diminue d'autant le nombre des secteurs utilisables. C'est pour cette raison que, sur les longues lignes souterraines ou sous-marines, on recourt à l'emploi de deux conducteurs, chacun étant affecté à la transmission dans un sens déterminé et toujours le même.

Le duplexage d'une telle communication permet de transmettre et de recevoir *simultanément* sur le même conducteur sans *tenir compte du temps de propagation.*

Cette méthode a, en outre, l'avantage de n'exiger qu'un nombre restreint d'émissions pour un rendement déterminé.

Ainsi, un double à 12 contacts donnera en duplex le même rendement qu'un quadruple à 24 contacts non duplexé, c'est-à-dire qu'avec la première installation on enverra seulement 12 émissions au maximum sur le câble pendant une révolution des balais, tandis qu'il en passera 24 dans le même temps avec la dernière installation.

Or, cette réduction du nombre des émissions est un point très important quand il s'agit de lignes souterraines ou sous-marines, car le nombre d'émissions et, par suite, de signaux, qu'on peut lancer sur le conducteur dans un temps donné est fonction de la résistance et de la capacité de ce conducteur, et se trouve limité.

Le duplexage peut être opéré soit par la méthode du relais différentiel, soit par celle du pont de Wheatstone.

MÉTHODE DIFFÉRENTIELLE

Agencement. — Chaque station est pourvue d'un relais différentiel (fig. 214) dont le massif est relié à l'appareil récepteur, et la bifurcation à la cinquième couronne du plateau de transmission. A la borne E du relais différentiel

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aboutit le fil de ligne, tandis que la borne S est en relation avec une ligne artificielle constituée par des résistances ohmiques et des condensateurs. En principe la ligne artificielle doit être constituée de façon à reproduire aussi fidèlement que possible les constantes de la ligne réelle. Il faut non seulement que les résistances et les capacités des deux lignes soient égales, mais encore qu'elles se pré-

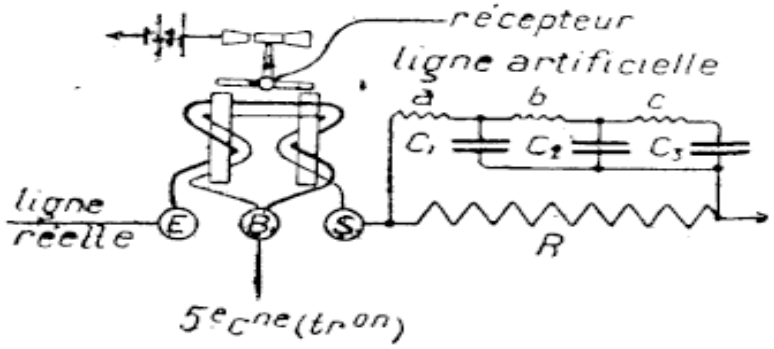


Fig. 214.

sentent au courant de départ dans les mêmes conditions Or, c'est là une grande difficulté, car, sur la ligne réelle, la capacité et la résistance s'échelonnent sur toute la longueur du conducteur, tandis que dans une ligne artificielle constituée par des rhéostats et des condensateurs les deux propriétés du conducteur sont nettement séparées. Nous verrons plus loin comment on obtient le résultat désiré.

Ordinairement, lorsque le conducteur n'est pas très long la ligne artificielle comprend simplement un circuit d'écoulement constitué par une résistance ohmique R (fig. 214) ayant son extrémité à la terre. Sur l'entrée de la résistance R est branchée une dérivation formée par trois condensateurs C^1, C^2, C^3 dont la durée de charge peut être réglée par des rhéostats *a*, *b*, *c*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fonctionnement. — Le fonctionnement du relais différentiel n'est pas obtenu de la même façon suivant que les deux stations en relation envoient simultanément des émissions de même polarité ou de polarités contraires.

Afin de simplifier le schéma (fig. 215), nous ne considérerons qu'une seule touche du manipulateur Baudot et ferons abstraction des couronnes du distributeur.

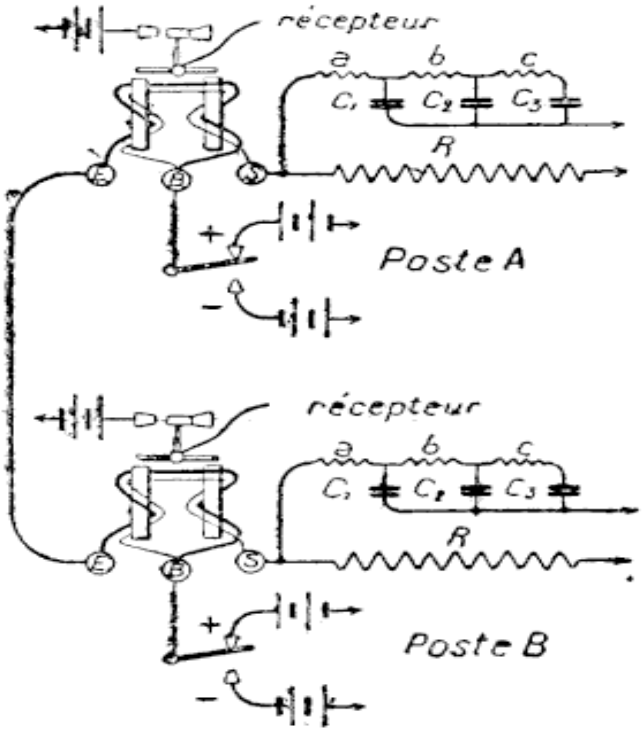


Fig. 215.

Premier cas. — Les deux manipulateurs sont au repos ; ils permettent l'accès du courant positif à la bifurcation de leur relais respectif. Là, deux voies s'offrent au courant, l'une constituée par l'enroulement BE du relais et la ligne réelle ; l'autre, par l'enroulement BS et la ligne factice. Mais le circuit de la ligne réelle a ses deux extrémités au même potentiel (nous admettons que les deux piles des postes correspondants soient égales) et le courant ne peut s'y manifester, si toutefois le conducteur est parfaitement isolé.

Il n'en est pas de même dans le circuit de la ligne factice et c'est celui-ci qui est parcouru, dans chaque poste, par le courant de départ. L'effet électromagnétique est tel que l'index de chaque relais tombe sur le butoir de droite (butoir de repos) et aucun courant local ne s'établit dans le récepteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si les deux postes abaissent en même temps leur manipulateur, c'est-à-dire s'ils provoquent tous deux l'émission négative, les courants ne trouvent pas de débouché, au départ, dans la branche BE (ligne réelle) du relais et passent, comme précédemment, dans la branche BS (ligne factice). Résultat : les index des deux relais prennent la position de travail et le courant local circule dans le récepteur pendant toute la durée de l'abaissement des touches dans chaque station.

2e *cas.* — Admettons maintenant que l'un des postes ferme le circuit de la pile de travail (négative) pendant que l'autre émet un courant de repos. Soit B le poste qui expédie l'émission négative de travail : l'autre A. émettant le courant positif.

En A le courant positif va rencontrer une résistance moins grande sur le circuit BE, parce que les extrémités de la ligne réelle se trouvent reliées, l'une, à la pile positive de A, l'autre au pôle négatif de la pile B et qu'il en résulte une différence de potentiel plus grande. Si, en effet, chaque poste emploie des piles de 100 volts, par exemple, la différence de potentiel entre les deux extrémités de la ligne sera de $+ 100 - (- 100) = 200$ volts.

Le courant passe donc, au départ, dans l'enroulement BE avec une intensité plus grande que dans l'enroulement BS et l'aimantation des noyaux déterminée par l'action du premier enroulement est prépondérante. Ce courant ayant le sens de B en E, l'index du relais de A se trouve porté sur le butoir de gauche (travail) et le courant local traverse le récepteur pendant tout le temps que le poste B envoie le courant négatif.

Dans cette dernière station, le courant circule dans l'enroulement relié à la ligne avec une intensité plus forte que dans l'enroulement de la ligne artificielle et il a le sens de E en B ; l'index du relais est amené, par l'action électro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

magnétique consécutive, sur le butoir de repos. Le récepteur de B n'est pas actionné tandis que celui de A enregistre l'émission expédiée par B.

Le même phénomène se produit quand A émet le courant négatif pendant que le levier de B est au repos. Mais le sens des courants étant inversé, les positions des index des relais sont également inversées.

En résumé, quand les deux postes émettent des courants de même polarité, les index des relais sont placés dans la position convenable par le courant de départ, parce que l'intensité du courant est plus grande dans l'enroulement aboutissant à la ligne artificielle que dans celui de la ligne réelle. Si les deux stations échangent simultanément des émissions de signes contraires, le sens des deux courants est le même et, dans chaque poste, l'intensité est prépondérante dans l'enroulement donnant accès à la ligne réelle.

Balance. — Le fonctionnement que nous venons d'exposer ne peut être obtenu que par un réglage préalable de la ligne artificielle, réglage ayant pour but de donner aux résistances et capacités de cette dernière une valeur telle que son action fasse équilibre constamment à l'action de la ligne réelle. L'opération est appelée établissement de la balance.

La vérification de l'équilibre des deux lignes au point de vue des résistances, s'effectue en envoyant un courant prolongé par la bifurcation du relais différentiel, le poste correspondant ayant mis la bifurcation de son relais à la terre, à travers une résistance équivalente à celle d'une de ses piles de ligne (ces dernières doivent être non seulement de même voltage, mais aussi de résistances approximativement égales). Dans ces conditions, si les intensités sont égales dans les enroulements du relais, c'est-à-dire si la résistance de la ligne réelle est équilibrée par celle de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne artificielle, l'aiguille d'un galvanomètre différentiel (fig. 216), intercalé dans les enroulements du relais, reste immobile au zéro, quand le régime permanent est atteint Au début de l'émission, il y a toujours, quand la capacité n'est pas équilibrée, un tremblement de l'aiguille (les Anglais le désignent par les mots « jar » ou « kick ») ; mais il ne faut tenir compte, pour l'équilibre des résistances que de la déviation indiquée par l'aiguille quand elle a cessé d'osciller.

On fait varier à volonté les résistances de la ligne artificielle jusqu'à ce que l'immobilité de l'aiguille au zéro du limbe du galvanomètre soit obtenue.

Les émissions prolongées sont effectuées soit par un manipulateur Morse à deux courants, soit en arrêtant le distributeur de façon que le balai de la deuxième couronne du plateau de transmission se trouve sur un contact relié à un manipulateur Baudot, la touche correspondante de ce manipulateur faisant l'office d'une clé Morse.

Il est bon de vérifier l'équilibre des résistances des deux lignes en positif aussi bien qu'en négatif, car la ligne réelle a toujours quelques pertes avec l'une ou l'autre des polarités. On prend alors la moyenne de l'écart constaté. Ainsi en supposant que l'aiguille du galvanomètre reste au zéro avec le courant positif et que cette même aiguille se déplace de quatre divisions vers la droite lors de l'envoi du courant continu négatif, il faudra agir sur la résistance pour ramener l'aiguille non plus au zéro du limbe, mais à deux divisions à droite du zéro.

L'équilibre des effets de capacité des deux lignes se règle par des inversions de courant ou par des émissions brèves, parce que l'inégalité des capacités se manifeste, non pas quand le régime stable est atteint (cas de l'émission prolongée), mais, au contraire, pendant les périodes de charge ou de décharge des circuits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Admettons d'abord que l'on observe de quel côté l'aiguille est déviée lorsqu'on passe d'une émission positive à une émission négative. Il est nécessaire de savoir si cette déviation indique une capacité trop forte ou trop faible de la ligne artificielle. Pour cela, une épreuve préalable, faite une fois pour toutes, est indispensable. Par exemple, on supprime toutes les capacités de la ligne factice et on observe de quel côté l'aiguille est projetée au moment de l'inversion de courant. Supposons que, dans ces conditions, l'impulsion ait lieu vers la droite du zéro. On tire de cet essai la conclusion que toute déviation à droite au moment de l'inversion du positif au négatif décèle une capacité trop faible de la ligne factice et que toute déviation à gauche annonce une capacité trop forte.

Au moyen de ces indications on établit par tâtonnements les valeurs à donner aux condensateurs C^1, C^2, C^3, pour obtenir l'équilibre, en remarquant que l'effet d'une variation de capacité est d'autant plus marqué que le condensateur sur lequel on opère est plus rapproché de l'origine de la ligne artificielle.

Lorsqu'on a réussi à réaliser une balance approchée, on parfait le réglage en faisant varier le temps de charge ou de décharge des condensateurs. A cet effet, chaque condensateur est précédé d'un rhéostat, *a*, *b*, *c*, (fig. 215) à résistance variable. L'augmentation de résistance diminue la rapidité de charge ou de décharge du condensateur et, par suite, atténue son action accélératrice ou retardatrice sur la période variable du courant de la ligne artificielle. Un effet opposé est obtenu par la diminution des résistances du rhéostat.

On observe le résultat des modifications de la ligne factice par l'intermédiaire d'un récepteur Wheatstone ou Morse actionné, au moyen d'un courant local, par l'index du relais différentiel. Si, par exemple, au moment où l'on ra-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mène au repos le manipulateur Morse, l'index du relais différentiel est projeté sur le butoir de travail par l'effet concordant et insuffisamment neutralisé d'une décharge positive et de la charge négative consécutive, le récepteur Wheatstone enregistre sur sa bande un point plus ou moins allongé, suivant l'importance de la disproportion entre les charges et les décharges simultanées des deux lignes. Le réglage est bon lorsque la bande du récepteur Wheatstone reste nette de toute impression pendant qu'on expédie des courants brefs et répétés (1).

Pour vérifier le réglage, les deux stations substituent la transmission Baudot à la transmission Morse et envoient simultanément différents signaux, tels que T sur le premier secteur et G sur le deuxième, ou, encore S sur le premier secteur et F sur le deuxième. Reçus dans le récepteur Wheatstone, ces signaux donnent sur la bande, à chaque révolution des balais, dans le premier cas (T et G), une succession de points (.....), dans le second (S et F), la lettre morse F (..—.).

Un autre procédé de réglage des capacités consiste à faire tourner le distributeur et à envoyer par un clavier Baudot la lettre T (combinaison formée d'émissions alternativement négatives et positives, l'autre station ayant mis à la terre la bifurcation du relais. Si la lettre sort correctement dans le secteur correspondant de l'installation de réception du poste émetteur, ceci indique que l'intensité du courant est plus forte dans l'enroulement relié à la ligne artificielle que dans celui de la ligne réelle ; il faut donc diminuer la capacité de la première. Si on recevait la lettre G au lieu de la lettre T, c'est-à-dire l'inverse de la combinaison envoyée, il faudrait en conclure que les

(1) Au Poste Central de Paris les récepteurs Wheatstone ont été remplacés par des appareils Morse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

courants de départ passent avec une intensité prépondérante dans le circuit de la ligne réelle au moment de la charge, et que, par conséquent, la capacité de la ligne artificielle est trop faible.

D'après ces indications, on agit sur les capacités jusqu'à ce que le relais ne soit plus influencé par les courants de départ, c'est-à-dire jusqu'à ce que les traducteurs de réception n'enregistrent plus aucun signal (cas de l'index sur butoir de repos), ou impriment en permanence la lettre P (cas de l'index du relais sur butoir de travail).

Dans la pratique, on envoie la lettre T par le premier secteur de transmission et la lettre G par le deuxième ; il en résulte une succession d'émissions alternativement positives et négatives, sur lesquelles on règle comme précédemment.

Méthode du faux zéro. — Il n'est pas indispensable de faire mettre le correspondant sur résistance ; on peut aussi régler sur le courant venant de la ligne. Voici comment on procède. Le manipulateur Morse du poste correspondant étant au repos (envoi du positif), on supprime la batterie du poste où l'on opère, en mettant le commutateur sur « résistance » et on observe à quelle division du limbe s'arrête l'aiguille du galvanomètre. On rétablit alors la batterie et, le manipulateur de la station correspondante étant toujours au repos, on agit sur le rhéostat d'écoulement jusqu'à ce que l'aiguille revienne au point où elle se fixait quand la batterie était supprimée. Si on appuie sur le manipulateur l'aiguille doit, si le réglage est bon, rester au même point qui constitue le faux zéro.

Le réglage des capacités se fait ensuite dans les mêmes conditions que précédemment en considérant le faux zéro comme le zéro réel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Instructions relatives à l'établissement de la balance. — 1° Mettre les manettes des commutateurs sur « duplex » « contrôle d'arrivée », « batterie », « morse » et prier le correspondant de donner « R » (résistance d'équilibre sur la bifurcation du relais différentiel).

Observer ensuite où se trouve le zéro réel du galvanomètre quand la bifurcation du relais du poste qui opère est également sur 1 R 1. Noter le point et remettre le commutateur sur batterie.

2° Equilibrer les résistances du circuit d'écoulement (rht R) et de la ligne réelle pour que l'aiguille du galvanomètre reste au repos, le plus près possible du zéro réel, pendant l'envoi d'un courant continu (positif ou négatif). Ne pas s'inquiéter de la déviation qui peut se produire momentanément au début et à la fin de l'émission.

Pour obtenir l'équilibre :

a) Laisser le manipulateur morse dans la position de repos, ce qui détermine l'envoi d'un courant positif continu sur la ligne. Dans ces conditions, une déviation à droite indique que R est trop faible ; ce dernier est trop fort si la déviation a lieu vers la gauche du zéro.

b) Agir sur le rhéostat d'écoulement R, jusqu'à ce que l'aiguille reste stable au zéro réel du galvanomètre, ou le plus près possible.

c) Abaisser le levier du manipulateur morse, le maintenir dans cette position pour obtenir l'envoi d'un courant négatif prolongé, et vérifier si l'aiguille reste sur le même point du limbe où elle s'est arrêtée pour le courant positif. Si l'aiguille dévie à gauche et y reste pendant toute la durée de l'abaissement du levier, la résistance de R est trop petite ; si la déviation a lieu vers la droite, la résistance de R est trop grande.

Quand l'aiguille reste au zéro quelle que soit la polarité du courant de départ, le réglage du rhéostat R est bon.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'il y a une petite différence entre les déviations éprouvées par l'aiguille sous les courants des deux polarités, modifier les résistances du rhéostat R pour que l'aiguille prenne une position intermédiaire. Lorsque l'écart est trop grand, ou bien lorsque l'aiguille se déplace spontanément pendant l'envoi du courant, le fil est défectueux ; si l'aiguille reste bloquée à droite pendant l'envoi du courant positif ou à gauche pendant l'émission du négatif, le correspondant n'a pas gardé la position de « résistance ».

3° Equilibrer l'action des capacités des condensateurs C1, C2, C3, et celle de la ligne réelle. Cette condition existe si l'aiguille n'éprouve aucune vibration quand on abaisse le levier du manipulateur ou lorsqu'on le laisse revenir au repos.

a) Prendre, pour les condensateurs C1, C2, C3 et les résistances R1, R2, R3, les valeurs indiquées au cahier spécial du poste, suivant le numéro du fil utilisé et l'état du temps.

Quand ces indications manquent, calculer d'abord la capacité de la ligne en se servant des chiffres suivants :

0,009 microfarad par kilomètre pour une ligne aérienne ;

0,059 microfarad par kilomètre pour une ligne souterraine isolée au papier ;

0,270 microfarad par kilomètre pour une ligne souterraine isolée à la gutta-percha.

Répartir le tiers de la capacité totale sur les trois séries de condensateurs de telle façon que :

C1 reçoive 0,13 de la capacité totale ;

C2 reçoive 0,11 de la capacité totale ;

C3 reçoive 0,09 de la capacité totale.

Ensuite, le correspondant ayant mis la bifurcation à la terre à travers une résistance égale à celle de ses piles, c'est-à-dire ayant donné « R », régler la résistance du rhéostat R jusqu'à l'équilibre de l'aiguille au zéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Donner à R1 une résistance égale aux 0,07 de la résistance indiquée par le rhéostat R1 (rhéostat d'écoulement) ; à R2, le triple de celle de R1, soit 0,21, et à R3 le quintuple de celle de R1, soit 0,35.

b) Appuyer sur le levier du manipulateur morse et le maintenir un instant. Si, *au moment de l'abaissement*, l'aiguille dévie brusquement et revient ensuite à la position primitive, bien que le levier soit toujours abaissé, modifier les capacités des condensateurs en tenant compte que toute déviation à droite indique une capacité trop faible et tout déplacement à gauche, une capacité trop forte et que, d'autre part, l'effet réalisé est d'autant plus grand qu'on agit sur un condensateur plus rapproché de l'origine de la dérivation d'écoulement. Si on observe de quel côté est projetée l'aiguille au moment du relèvement du levier du manipulateur, le départ vers la droite dénote une capacité trop forte, vers la gauche, une capacité trop faible.

Lorsqu'on a obtenu un équilibre approché avec le galvanomètre différentiel, on l'améliore au moyen des indications fournies par le récepteur morse. Il faut que la bande ne porte aucun signal quelles que soient les émissions de départ.

S'assurer, au préalable, du réglage convenable du relais différentiel en l'amenant d'abord à l'indifférence, puis en le favorisant légèrement sur repos. Par exemple, si, après le réglage du rhéostat d'écoulement, la bande porte un trait continu alors que le manipulateur morse est au repos, il faut favoriser le relais sur repos jusqu'à la disparition du trait.

Il arrive fréquemment qu'un ou plusieurs points ou même un trait, s'impriment sur la bande, soit quand on abaisse le levier du manipulateur, soit quand on le laisse revenir au repos.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'impression a lieu au moment de l'abaissement, la capacité de la ligne artificielle est trop forte : elle est trop faible si l'impression se produit lors du retour du levier au repos.

En se guidant sur ces indications, on augmente ou on diminue selon le cas, la valeur du condensateur C1, puis celle de C2 et enfin celle de C3, si le résultat obtenu n'est pas assez satisfaisant.

Quand il n'y a plus qu'un point sur la bande, on agit alors sur les résistances R1, R2, R3 ; mais en procédant toujours dans l'ordre de leurs numéros, c'est-à-dire qu'on augmente ou qu'on diminue d'abord la valeur de R1, puis celle de R2, et enfin celle de R3, si le but désiré n'est pas atteint par les manœuvres précédentes.

Lorsque l'impression de la bande se produit aussi bien à l'abaissement qu'au relèvement du levier, il y a lieu de revoir soigneusement l'équilibre en régime stable et de modifier, le cas échéant, la résistance d'écoulement.

La balance étant exacte, rappeler le correspondant au Morse et lui donner les résistances, s'il n'a déjà réglé de son côté.

Pour vérifier le réglage de part et d'autre, les deux postes substituent la transmission Baudot à la transmission morse au moyen du commutateur spécial et en envoyant simultanément différents signaux, tels que T sur le premier secteur et G sur le deuxième ; ou, encore, S sur le premier secteur et F sur le deuxième. Reçus dans le récepteur Morse, ces signaux donnent sur la bande, à chaque révolution des balais, dans le premier cas (T et G), une succession de points, et, dans le second (S et F), la lettre F du code Morse. Les signaux doivent sortir très nets, régulièrement espacés et de même longueur.

On profite de la circonstance pour faire varier légèrement la valeur de C1 et de R1, afin de juger de la marge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnée par le réglage aux fluctuations éventuelles du conducteur.

Dès que la correction est établie, le poste corrigé fait la 3e pour l'orientation du poste correcteur. Après un échange *simultané* de phrases d'essai, le service peut commencer.

Remarque. — Si l'un des postes reçoit bien pendant que ses manipulateurs sont au repos et mal quand il transmet lui-même, la balance de ce poste est défectueuse. Ce dernier défaut peut aussi amener une perte de correction.

Installation type Paris = Londres. — Dans chaque station le dispositif comporte, outre les organes de la ligne artificielle, un distributeur à deux plateaux, deux claviers Baudot, quatre traducteurs, un relais différentiel, un relais ordinaire pour le contrôle de la transmission, plus des commutateurs H, J, K, L (fig 216), permettant :

1° De transmettre au Baudot ou au Morse ;

2° De substituer pour l'établissement de la balance du poste correspondant, une résistance de 500 ohms à la pile de ligne ;

3° De prendre le contrôle des émissions du relais différentiel ou celui des courants émis par la cinquième couronne du plateau de transmission ;

4° De travailler en duplex ou en simple, c'est-à-dire avec un ou deux fils.

Les deux plateaux du distributeur peuvent être montés, sans inconvénient, sur le même socle-moteur. Ils sont constitués comme les plateaux des installations Baudot ordinaires, mais ne comportent que douze contacts par suite de la suppression des contacts de propagation.

Londres est poste correcteur ; il émet les courants de correction par les contacts 11 et 12 de la deuxième couronne du plateau de transmission. Paris envoie également

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des courants de travail et de repos par les contacts 11 et 12 de la deuxième couronne de son plateau de transmission mais ces courants n'ont aucun effet au point de vue du synchronisme parce que Londres n'a pas d'électro-correc-

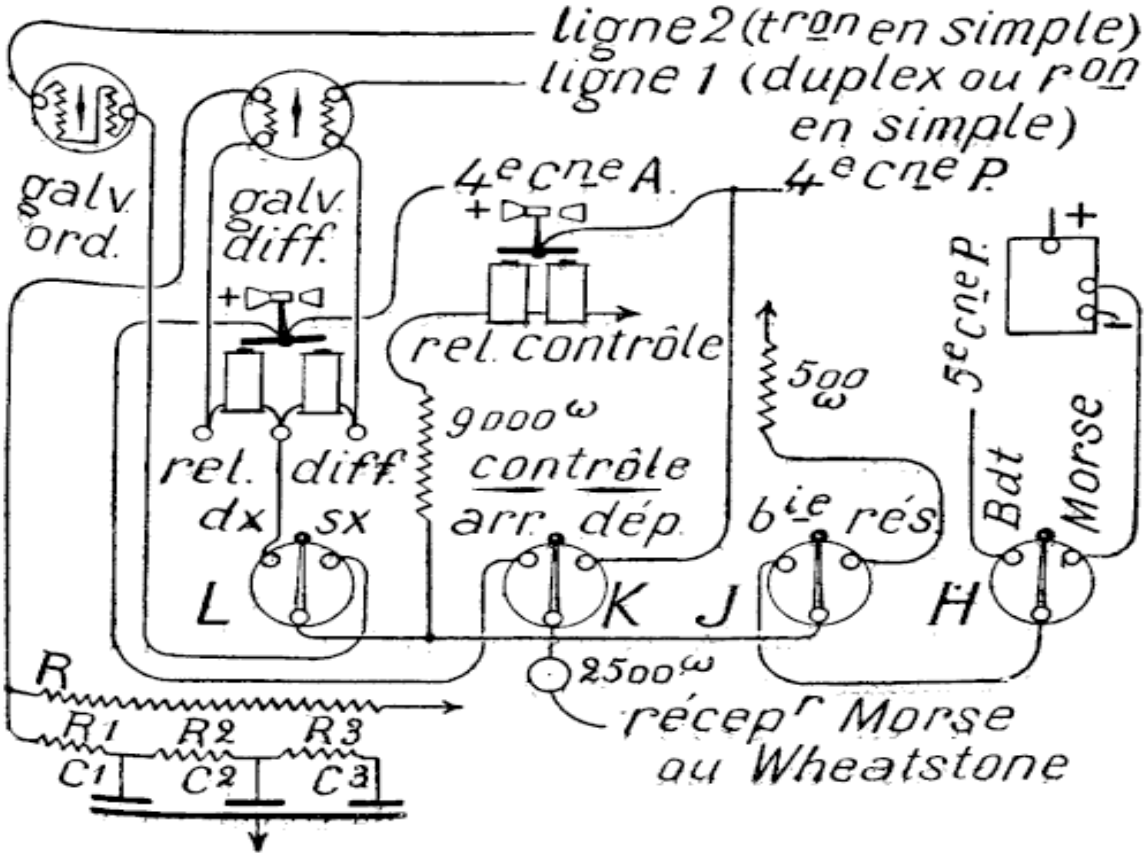


Fig. 216.

teur en circuit. Ces deux courants permettent à Londres, qui, au Morse, utilise aussi les deux polarités, de s'assurer, au moyen de cet appareil, de l'arrivée des émissions du poste corrigé. Les contacts de 1 à 10 inclus de la deuxième couronne du plateau de transmission sont reliés aux ressorts de contacts des manipulateurs. Les deuxième et cinquième couronnes du plateau affecté à la réception sont inutilisées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque le service doit s'effectuer « en simple » la bifurcation du relais différentiel est isolée au moyen du commutateur L et les résistances de la ligne factice sont ramenées à zéro. En outre, la ligne de transmission est rattachée à la cinquième couronne du plateau de transmission, par les commutateurs H, J et L.

En somme, dans la transmission simple, une installation sert exclusivement à la transmission par un fil et l'autre installation, à la réception au moyen d'un second fil. Pour le travail en duplex, le conducteur de transmission cesse d'être utilisé (il est d'abord isolé par le commutateur L) et la communication duplex est réalisée par le fil de réception.

Orientation. — L'orientation se fait comme dans les postes ordinaires, c'est-à-dire que Paris, poste corrigé, dispose ses plateaux de telle façon que les contacts de même numéro de chacun des plateaux soient parcourus simultanément par les balais, et fixe la position de son contact mobile (relié à l'électro-correcteur) à la distance voulue de ses contacts de réception (contacts écourtés de la première couronne). Quant à Londres, poste correcteur, il s'oriente à l'aide du courant de travail de la troisième touche d'un des manipulateurs du poste corrigé.

MÉTHODE DU PONT DE WHEATSTONE

Définition et agencement. — On appelle pont de Wheatstone un arrangement constitué par quatre résistances R^1, R^2, R^3, R^4, groupées de façon à constituer deux circuits en dérivation (fig. 217).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'une des bifurcations de ces circuits étant mise à la terre, par exemple, et l'autre rattachée à l'un des pôles d'une pile dont le second pôle est à la terre, il s'établit un courant dans chaque dérivation (voir Pr. n° 5). On ne constate aucun mouvement électrique dans un conducteur reliant les points intermédiaires *a* et *b*, si les résistances ont des valeurs telles que

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R^3}{R^4}.$$

Le conducteur *ab* est désigné sous le nom de « pont » ou de « diagonale ». Un galvanomètre *g* y est intercalé pour observer les courants qui pourraient s'y manifester.

Les résistances R^1 et R^2 étant fixes, par exemple, et la résistance R^3 étant donnée, on pourra toujours arriver à obtenir l'immobilité de l'aiguille du galvanomètre en faisant varier R^4. A ce moment les valeurs des quatre résistances sont entre elles comme les quatre termes de la proportion ci-dessus.

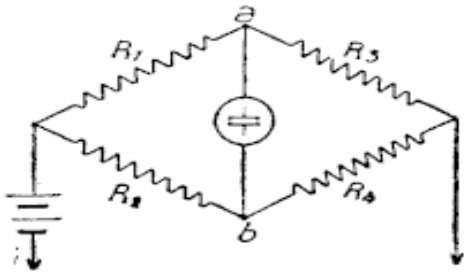


Fig. 217.

Dans un arrangement duplex, les résistances R^3 et R^4 sont constituées, l'une par la ligne réelle, l'autre par une ligne artificielle dont on fait varier à volonté la résistance et la capacité.

La transmission s'effectue dans chaque poste par la bifurcation des résistances R^1 et R^2 et la réception, au moyen d'un relais ordinaire intercalé dans la diagonale (fig. 218).

La ligne artificielle est réglée au préalable de telle sorte que le relais de la station ne soit pas influencé lorsque celle-ci émet un courant d'une polarité quelconque, la bifurcation du poste correspondant étant mise à la terre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fonctionnement. — Pendant la transmission, deux cas peuvent se présenter suivant que les courants établis simultanément dans les deux stations sont de même signe ou de signes contraires.

Premier cas. — Les deux postes émettent des courants de même signe.

A et B placent, par exemple, le levier de transmission dans la position de repos (émission positive) ; les points

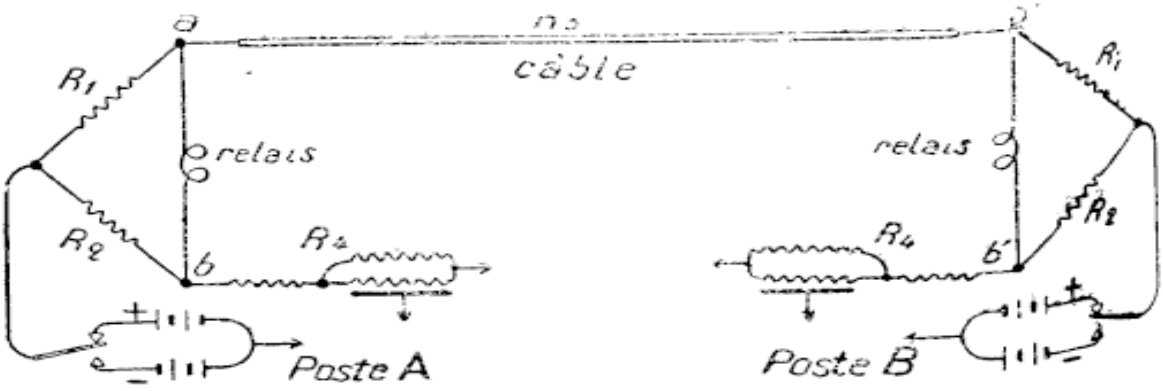


Fig. 218.

extrêmes de la ligne réelle *a* et *a'* se trouvent, au même potentiel et aucun courant ne se manifeste entre eux, si la ligne est bien isolée ; mais il se produit, par contre, une rupture de l'équilibre électrique entre les points *a* et *b*, d'une part, et *a'* et *b'*, d'autre part ; le relais de chaque poste est parcouru par un courant positif de *a* en *b* ou de *a'* en *b'* et l'index du relais placé dans la position de repos.

Une action analogue a lieu lorsque les deux postes abaissent simultanément le levier de transmission sur le plot de travail (émission négative), mais le sens du courant est inversé dans les relais, et les index prennent la position de travail.

2e *cas.* — Les deux postes émettent des courants de signes contraires.

A envoie le courant positif, par exemple, et B le négatif ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les points a et a' se trouvent à des potentiels égaux et de signes contraires ; la ligne absorbe la plus grande partie du courant et par suite, il y a dénivellation électrique entre les points a et b et entre a' et b'. En A, le point b est à un potentiel plus élevé que celui de a ; le courant positif traverse de b en a le relais de la station et détermine la chute de l'index sur le butoir de travail. Au poste B l'inverse a lieu et l'index du relais de ce poste tombe sur le butoir de repos.

Le fonctionnement de ce dispositif est le même si on substitue des condensateurs aux résistances R^1 et R^2 (Block-System de Muirhead).

L'emploi des condensateurs a l'avantage d'interdire l'accès du câble aux courants terrestres et d'éviter toute dérivation du courant devant traverser la diagonale. Dans certains cas, on shunte les condensateurs par des résistances appropriées de façon à modifier et à régulariser la charge et la décharge de ces organes.

Cette méthode a été appliquée sur les câbles de Marseille à Alger exploités au Baudot par les procédés de P. Picard.

Communication duplexée Marseille — Alger. — Le schéma du dispositif est donné par la figure 219. Un rhéostat r de faible résistance, appelée « quart d'ohm », a été placé à la bifurcation des branches du pont ; cet instrument permet de faire varier de petites quantités la résistance des branches de telle façon que, si l'une d'elles a sa résistance augmentée d'une certaine valeur, la résistance de l'autre est diminuée d'autant.

Au condensateur C^2 est adjoint un condensateur auxiliaire C^3 à capacité variable qui donne la faculté d'équilibrer facilement les deux circuits.

La ligne factice est constituée par une série de boîtes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de résistances inductives construites selon les procédés de M.M Muirhead.

On appelle inductives des résistances établies de façon à présenter en même temps une capacité déterminée. Elles

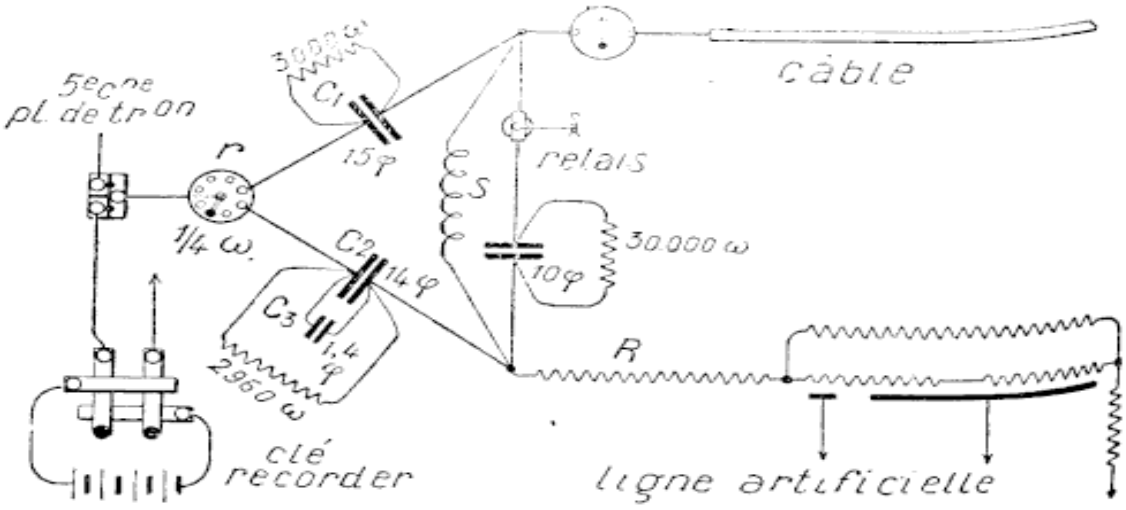


Fig. 219.

sont constituées par la superposition de feuilles d'étain, les unes entières, les autres découpées en méandres, comme l'indique la figure 220, séparées les unes des autres par une feuille de papier paraffiné. On empile un grand nombre de ces éléments et on réunit alternativement les feuilles découpées de façon à constituer un conducteur continu ; les feuilles entières sont toutes reliées à la terre.



Fig. 220.

Par ce moyen, les découpures constituent tout à la fois une résistance ohmique et une face du condensateur dont l'autre face est formée par les feuilles entières. On se rapproche ainsi des conditions de la ligne réelle ou la capacité ne se trouve pas localisée à certains points déterminés, mais répartie sur l'ensemble du conducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, chaque boîte de résistance porte plusieurs bornes communiquant avec certaines sections des découpures, ce qui permet d'ajuster avec une assez grande approximation la valeur des différentes sections de la ligne factice aux sections correspondantes de la ligne réelle.

Pour atténuer l'inconvénient d'une durée trop longue des périodes de charge et de décharge du câble, une forte self S a été placée en dérivation sur les deux extrémités de la diagonale. Cette dérivation existait déjà d'ailleurs avant l'emploi du duplexage. L'installation Baudot à deux secteurs qui servait à l'alternat en simple, n'a subi aucune modification. Dans le cas de l'alternat, le câble, à travers un condensateur shunté, était mis en relation au moyen d'un commutateur, soit avec la cinquième couronne du plateau de transmission, soit avec l'entrée du relais de câble, suivant que le poste devait transmettre ou recevoir. Il a donc suffi de relier en permanence la cinquième couronne du plateau de transmission avec la bifurcation des branches de proportion et de laisser le relais en communication avec le câble.

Réglage de la balance. — Lorsque l'extrémité de la ligne est à la terre à la station correspondante, le relais (fig. 219) placé dans la diagonale, est d'autant moins influencé par les courants de départ que l'équilibre des branches de proportion et des lignes réelle et artificielle est plus près d'être atteint ; si cet équilibre était absolu, le récepteur resterait inerte.

Cette remarque sert de base au réglage de la balance. Le correspondant relie à la terre la bifurcation des branches de proportion et le poste qui règle envoie, au moyen de ses manipulateurs Baudot, une combinaison déterminée. La combinaison choisie est formée par l'abaissement de la troisième touche de chacun des claviers, ce qui correspond à la succession de courants des signes suivants ; négatif,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

positif, négatif, positif, négatif négatif, positif, négatif positif négatif. (— + — + — — + — + —). Ces émissions se répètent d'une façon identique à chaque révolution des balais du distributeur et agissent au départ sur le relais du câble ; des courants locaux sont renvoyés par ce dernier appareil dans un relais Baudot qui reproduit ainsi les combinaisons enregistrées par le relais de câble.

Si les émissions de départ circulent dans la diagonale dans le sens qu'elles auraient si un courant de même signe envoyé par le correspondant parcourait la ligne réelle à ce moment, l'index du relais Baudot fait entendre un bruit régulier, un sorte de grattement rythmé analogue à celui qui proviendrait de la répétition du signal Morse représentant la lettre *i* (.. .. ..). Au contraire si les courants de départ traversent la diagonale en sens inverse, le bruit de l'index du relais est différent et ressemble à celui des signaux Morse points et trait alternés (. — . — . — . —.). Ces bruits sont observés au moyen d'un parleur actionné par un récepteur Wheatstone faisant l'office de relais et monté comme l'indique la figure 216 ; la bande du récepteur Wheatstone enregistre d'ailleurs les signaux eux-mêmes.

En s'aidant de ces indications, on fait varier soit les résistances du rhéostat *r* (quart-d'ohm), soit la valeur de la résistance R, soit encore la capacité du condensateur auxiliaire C^s (fig. 219) jusqu'à ce que le bruit du relais soit bien rythmé, mais aussi faible que possible, et que la plus légère modification d'un des trois organes d'équilibre précités amène la disparition du rythme, c'est-à-dire des courants dans la diagonale. Lorsque cette mise au point est opérée, il est rare qu'on ait à retoucher au réglage. Néanmoins, on le vérifie en expédiant la même combinaison d'essai des deux stations à la fois. Si le réglage est bon, le relais donne un bruit bien rythmé et très pur, même quand le synchronisme n'est pas encore établi entre les distribu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs : dans le cas contraire, on perçoit une sorte de roulement intermittent et périodique produit par l'action simultanée des courants de départ et d'arrivée et le réglage doit alors être revisé.

Enfin on met la réception à l'abri des petites imperfections du réglage ou des variations éventuelles de l'équilibre, en orientant le plateau de réception par rapport à celui de transmission de façon telle que les inversions de courant au départ ne se produisent pas au moment où l'index du relais de câble va passer d'un butoir à l'autre sous l'influence du courant du poste correspondant, mais seulement lorsque l'appui de l'index est bien assuré dans sa nouvelle position.

TRANSLATION DIFFÉRENTIELLE

Sur les lignes longues ou d'exploitation difficile constituées par des sections hétérogènes, câble sous-marin et ligne aérienne, par exemple, il est avantageux d'établir une ou plusieurs translations sur le parcours, soit à égale distance des stations correspondantes, s'il s'agit de ligne entièrement aérienne, soit à la jonction de deux sections hétérogènes, notamment au point de liaison des câbles sous-marins et des lignes aériennes.

La figure 221 indique le montage théorique d'une translation de ce genre. Chaque section de ligne est reliée à un des enroulements d'un relais différentiel dont l'autre enroulement est rattaché à une ligne factice. La bifurcation de chacun des relais est reliée au massif de l'autre relais. Ces derniers ont leurs butoirs de travail et de repos en communication avec des batteries négative et positive appropriées à la résistance de la ligne à desservir. Cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installation est complétée par deux galvanomètres différentiels, un par relais et par deux relais de contrôle ordinaires dont le butoir de travail est seul en communication avec une batterie locale. Cet appareil répète les émissions de travail dans un récepteur Morse ou Wheatstone à travers une résistance convenable. D'autre part, la bifurcation des relais différentiels peut, au moyen d'un commu-

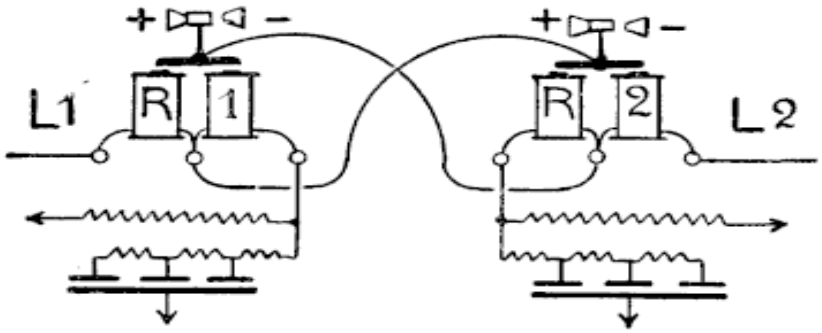


Fig 221.

tateur, être coupée du massif du relais accouplé et mise en relation avec un manipulateur à deux courants. Une telle disposition permet à l'opérateur du poste intermédiaire d'observer le fonctionnement de la translation et de rentrer sur l'une ou l'autre section lorsqu'il est appelé par les extrêmes ou en cas de dérangement.

Le poste intermédiaire règle sa balance avec chaque extrême séparément, comme s'il s'agissait de lignes distinctes. Après cela, la liaison entre les relais translateurs est rétablie et le travail peut commencer.

Dans le cas où le conducteur d'une section deviendrait défectueux alors que l'autre serait encore exploitable en duplex, il est avantageux de pouvoir travailler en simple sur la portion mauvaise tout en conservant le duplexage sur la section saine. A cet effet, l'installation est pourvue de deux commutateurs, un sur chaque relais translateur, donnant la faculté de renvoyer les courants émis non plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la bifurcation, mais sur une deuxième ligne affectée exclusivement à la transmission de la station vers l'extrême correspondant et doublant la portion défectueuse ; celle-ci sert alors uniquement à la transmission vers la station intermédiaire et le relais translateur auquel elle aboutit, a toujours son massif relié à la bifurcation du relais desservant la partie saine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME PARTIE

Innovations et Perfectionnements

XVII

MANIPULATEUR AMOVIBLE (Nouveau Modèle)

Avantages. — Avec l'ancien modèle fixe, le remplacement d'un manipulateur était une opération délicate exigeant près d'une heure de travail. De plus, par raison d'économie, on a été amené à supprimer les manipulateurs des secteurs ordinairement affectés à la réception Dans ce cas, il devient impossible de s'en servir pour la transmission, sans remonter un manipulateur au préalable. L'adoption d'un manipulateur amovible élimine ces inconvénients tout en permettant de réduire le matériel au strict indispensable.

On a profité de cette innovation pour modifier le système d'accrochage des touches qui donnait lieu à certaines difficultés de réglage.

Tels sont les principes qui ont présidé à la conception et à l'établissement de ces appareils.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Description. — Sur une embase métallique sont montées cinq lames d'acier L (fig. 222) pivotant autour d'un axe commun et fixe O, porté lui-même par deux platines, solidement vissées sur l'embase. Les touches sont constituées par une pièce en ébonite E solidaire de la lame ; nous appellerons celle-ci levier de touche. Vers son axe de pivotage, le levier de touche est muni d'un bloc de laiton

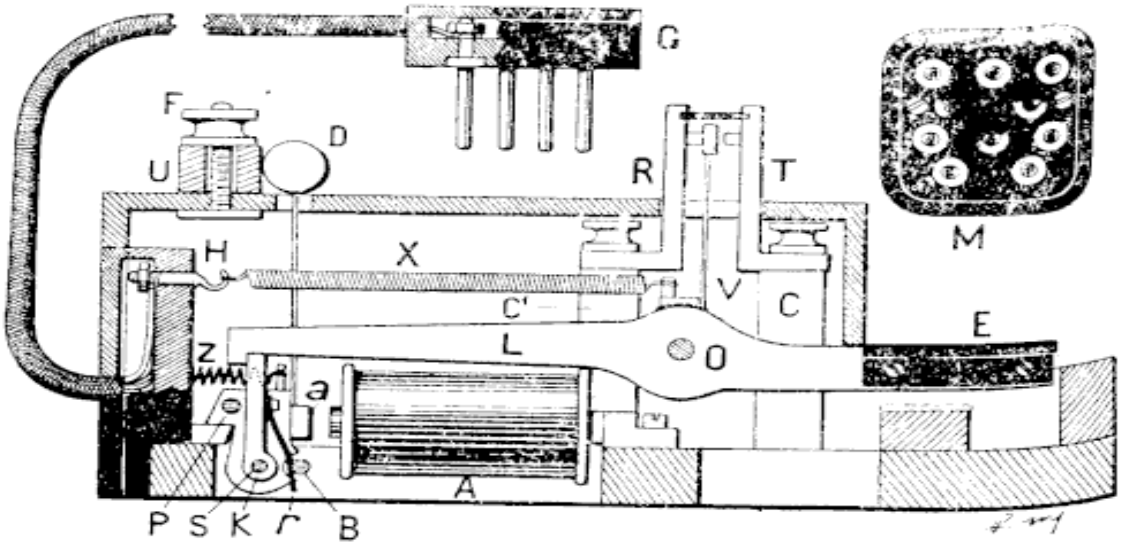


Fig. 222.

sur lequel est monté le ressort-contact vertical V ; bloc et ressort sont isolés du levier par une lamelle d'ébonite. Le ressort à boudin X, s'accrochant d'une part à un doigt du bloc de laiton et, d'autre part, à un crochet H, vissé dans une pièce d'ébonite placée à la partie postérieure du manipulateur, sert, tout à la fois, à maintenir ou à ramener la touche au repos et à relier électriquement le ressort V à un contact de la deuxième couronne du distributeur. Cette disposition est analogue à celle des retransmetteurs Lesaffre et Chattelun. Le bloc d'ébonite est évidé pour recevoir l'épanouissement du câble à dix fils établissant les liaisons nécessaires avec la boîte des coupures. Les boucles terminales des fils sont serrées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous des écrous fixant les crochets des ressorts antagonistes des touches, ou communiquant avec les équerres T et R du manipulateur, ou à l'entrée et à la sortie de l'électro-aimant de cadence et de décrochage A. L'autre extrémité du câble se termine par une pièce d'ébonite G, portant dix broches reliées chacune à un des fils du câble. Fixée sur la table de manipulation, la partie femelle M correspondant à cette pièce, présente dix trous renfermant chacun une paire de ressorts qui serrent sur les broches de la pièce mâle lorsque celle-ci est appliquée sur la prise fixe. Les broches et les trous ont été disposés dans un ordre tel que les deux pièces ne puissent être adaptées que dans une position déterminée et invariable. Il va sans dire que chaque paire de ressorts de la prise fixe est reliée à un fil d'un autre câble à dix conducteurs allant s'épanouir dans la boîte des coupures.

Pour utiliser le secteur à la réception, on enlève le manipulateur et on remplace, sur la pièce femelle, sa prise par une autre pièce de mêmes dimensions et sans câble, mais dont six broches sont réunies métalliquement ; celles-ci permettent de rattacher électriquement les cinq segments du secteur à l'entrée du relais. Cette disposition évite donc l'emploi d'un commutateur.

Les ressorts contacts de transmission se déplacent entre les équerres R et T qui sont elles-mêmes en communication avec les sources électriques positives et négatives. Les équerres sont supportées par des colonnettes métalliques C, C^1, isolées de l'embase ; la distance entre les deux équerres peut être réglée à volonté, à cet effet, les tiges des boutons molletés de fixation passent à travers l'équerre de repos par des ouvertures allongées.

L'accrochage et le décrochage des touches s'opèrent mécaniquement au moyen du dispositif suivant. L'extrémité postérieure des leviers de touche L, se termine par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un retour d'équerre dirigé vers le bas. Au-dessous, se trouvent cinq cliquets K pouvant pivoter autour d'un axe fixe commun S ; ils sont maintenus dans une position verticale, au repos, parce qu'ils s'appuyent contre la partie interne du retour d'équerre sous l'action d'un ressort lame *r*, fixé au cliquet et prenant son point d'appui sur une tige B. L'armature *a*, de l'électro de cadence pivote également autour de l'axe fixe S. Elle est solidaire d'un cadre dont les deux parties latérales (non représentées sur la figure) embrassant l'ensemble des cinq cliquets d'accrochage, sont solidaires d'une tige P et pivotent aussi autour de l'axe commun S.

Fonctionnement. — Lorsqu'une touche est abaissée, l'extrémité postérieure du levier L se relève, le retour d'équerre se dérobe et le cliquet K, sous la pression de son ressort *r*, glisse sous le retour d'équerre et vient s'appuyer sur la tige P, calant ainsi solidement le levier de touche. Cette position subsistera jusqu'au moment où l'électro de cadence et de décrochage sera actionné par le courant émanant d'un contact de la troisième couronne, c'est-à-dire par le courant de cadence. L'armature *a* est alors attirée vers les noyaux de l'électro, mais elle entraîne en même temps, grâce à la tige P, les cliquets qui ont pu venir s'appuyer sur celle-ci ; les cliquets glissent sous les retours d'équerre des leviers de touche en comprimant leurs ressorts antagonistes *r*.

Dès que les leviers ne sont plus calés par les cliquets, ils reprennent la position de repos sous l'effort de leurs ressorts de rappel X. Les touches sont donc libérées et peuvent enregistrer une nouvelle combinaison.

Quand le courant de cadence cesse, l'armature de l'électro A revient au repos par le jeu du ressort Z ; en même temps, un disque de laiton D, porté par une tige flexible vient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frapper une barrette de fibrine U fixée sur un carter en bois couvrant le mécanisme de l'appareil et produit ainsi le bruit indiquant à l'opérateur qu'il peut actionner de nouveau les touches. Le bruit de la cadence est réglable en rapprochant ou en éloignant du disque D, la barrette de fibrine U, la partie que traversent les boulons de fixation F est évidée à cet effet.

MANIPULATEUR GRUNENWALD

Considérations générales. — Un nouveau type de manipulateur à accrochage mécanique a été imaginé par M. Grunenwald, agent-mécanicien à la vérification du matériel (Ateliers des Postes et Télégraphes). L'amovibilité du manipulateur est réalisée d'une façon nouvelle.

L'appareil comprend deux parties distinctes et facilement séparables : le manipulateur proprement dit comprenant les touches et leur dispositif d'accrochage, d'une part, et le carter contenant la réglette des communications, l'électro de cadence et un commutateur, d'autre part. Le manipulateur s'enlève d'une seule pièce en abaissant un bouton B (fig. 223) placé à l'avant et en tirant horizontalement les touches à soi. Le carter n'est pas fixé sur la table, mais ses déplacements sont limités par la longueur du câble portant les communications extérieures. D'ailleurs la réglette d'épanouissement de ces liaisons n'étant fixée que par deux vis dans le carter peut être enlevée facilement. Cette disposition permet donc de changer instantanément de manipulateur et en quelques minutes de carter. L'appareil de construction robuste parfaitement étudié en toutes ses parties est entièrement métallique, complètement renfermé dans son carter et, par suite bien protégé des poussières et des chocs. Les essais auxquels il a été soumis en service prolongé ont été très satisfaisants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Description et fonctionnement. — Les liaisons électriques arrivent dans le carter par l'ouverture U (fig. 223) et sont fixées sur une réglette horizontale en matière isolante R. Les vis de fixation communiquent avec des canons verticaux faisant saillie à la partie inférieure de la réglette ; c'est sur ces saillies que viennent s'appuyer des ressorts de

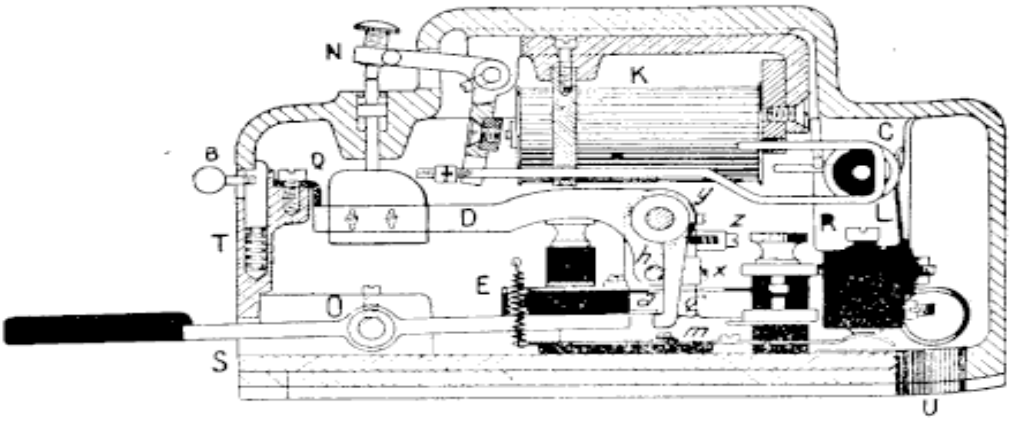


Fig. 223.

contact du manipulateur pour établir les communications avec la prise de courant de travail, les liaisons avec les 5 segments du secteur de deuxième couronne. L'entrée et la sortie de l'électro de cadence, l'entrée du relais, la prise de repos arrivent au commutateur C par l'intermédiaire de ressorts-contacts L. L'électro de cadence K est logé à la partie supérieure du carter ; son armature porte à angle droit un bras, N, terminé par une vis de réglage pouvant venir chasser de haut en bas un piston débouchant au-dessus du levier de décrochage D.

Sous l'action d'un ressort, Y, enroulé sur son axe de pivotage, ce levier bute contre une équerre Q limitant ainsi le déplacement de bas en haut. Montés sur le même axe, 5 leviers d'accrochage verticaux G, pourvus à leur partie inférieure d'un retour d'équerre à angle vif, sont placés en regard de chaque touche de manipulation ; ils peuvent pivoter autour de leur axe ; des ressorts à bou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

din Z emprisonnés dans une réglette les forcent à se déplacer de droite à gauche de façon à venir en prise par leur bec avec une lame d'acier portée par la touche correspondante. Une tige rigide *h* solidaire d'un bras vertical du levier de décrochage, limite leur déplacement de droite à gauche. Lors de l'attraction de l'armature de l'électro de cadence, cette tige agit sur les 5 leviers d'accrochage et les repousse de gauche à droite jusqu'à ce qu'elle vienne buter elle-même contre une vis de réglage X.

C'est une disposition analogue à celle du rappel des leviers de transmission du retransmetteur automatique Chattelun.

Les 5 touches du manipulateur pivotent autour d'un axe commun O supporté par des tourillons fixés sur une semelle de laiton S qui constitue la base du manipulateur. Le levier de la touche est pourvu d'une lame d'acier *a* dont nous avons déjà parlé plus haut : elle sert à l'accrochage de la touche. De plus, fixé sur ce levier, dont il est isolé électriquement, se trouve le ressort contact de transmission. Son extrémité libre, revêtue d'un contact d'argent, peut se déplacer dans un plan vertical entre les deux réglettes, travail à la partie supérieure, repos à la partie inférieure. Le ressort antagoniste de la touche, E, sert en même temps à la communication avec un segment du secteur de transmission du distributeur desservi par ce clavier. Le fonctionnement est très simple. Au repos la lame *a* de la touche s'appuie contre la paroi verticale du bec du levier d'accrochage. Si on appuie sur la touche qui fait saillie à l'extérieur du carter, la lame glisse de bas en haut et dépasse le bec ; à ce moment le levier poussé par son ressort, se déplace de droite à gauche et glisse son retour d'équerre sous la lame. C'est l'accrochage. Lorsque la cadence se fait entendre, le bras N de l'armature de l'électro-aimant frappant la plaque de réglage du levier de décrochage D, imprime à celui-ci un mouvement de haut en bas se traduisant par un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

déplacement de gauche à droite sur la branche verticale du levier : celui-ci par la tige *h* entraîne dans son mouvement les 5 leviers d'accrochage, libérant ainsi les lames A, la touche, sous l'action de son ressort antagoniste, reprend alors la position de repos. C'est le décrochage.

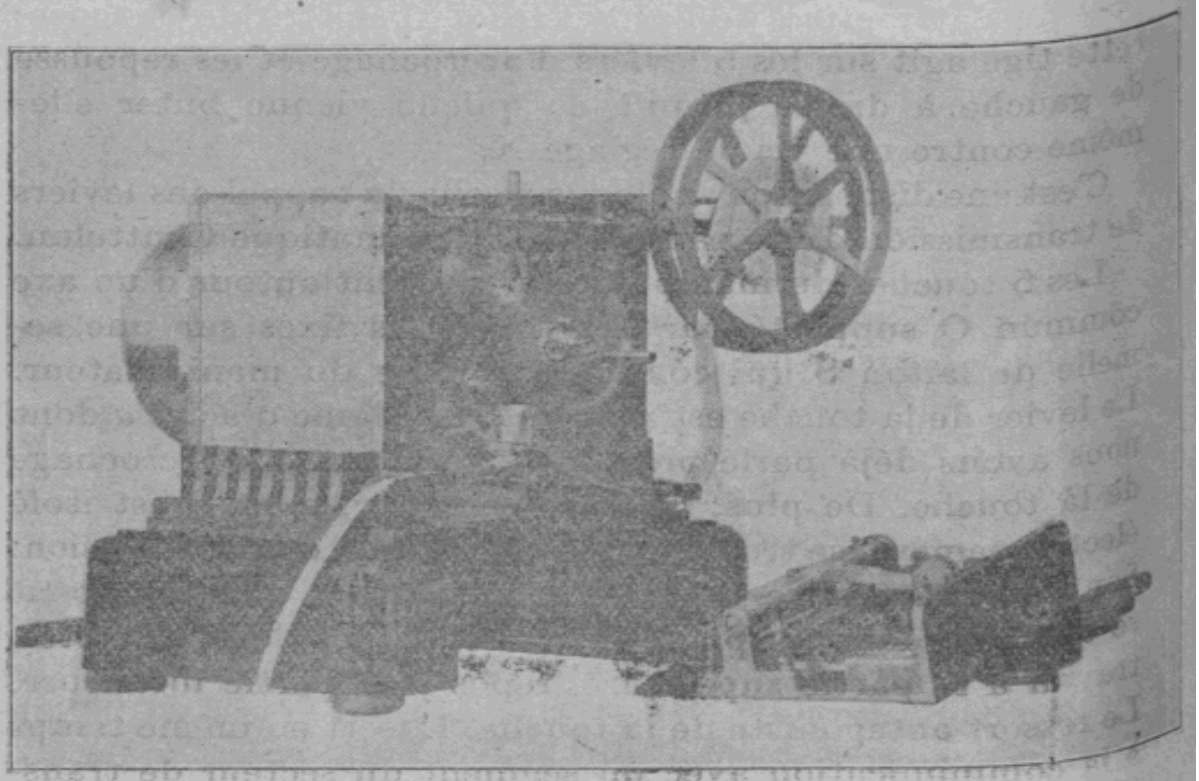


Fig. 224.

Sur la semelle S sont fixées les lames de prise de contact *m*, les montants du système d'accrochage et de décrochage, les supports des réglettes de travail et de repos, les points d'appui d'une barrette limitant en hauteur les déplacements des touches. Le manipulateur est protégé sur sa face antérieure par une plaque T montée sur la semelle. Elle est percée à sa partie inférieure de cinq ouvertures pour le passage des touches ; à sa partie supérieure elle porte le bouton B qui permet d'abaisser un piston à ressort

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

logé dans l'épaisseur de la plaque ; celui-ci sert à bloquer le manipulateur dans son carter.

Le manipulateur peut aussi se placer dans certains socles de traducteur système Grunenwald spécialement agencés pour former carter et prise de communications. La fig. 224 montre un socle de ce genre pourvu du manipulateur. La cadence n'est plus donnée électriquement. C'est le mouvement de la manette de lancement de la roue des types qui la donne à l'opérateur ; celui-ci est aidé d'ailleurs par le décrochage des touches qui lui permet de sentir sous les doigts si le moment est propice à l'émission des courants. Le décrochage est provoqué par un piston dont le mouvement de va et vient est commandé directement par la rotation de l'axe principal du traducteur qui porte à cet effet une came placée près du toc d'accrochage de la roue d'impression.

TRANSMISSION AUTOMATIQUE

Généralités. — On appelle automatique un procédé d'expédition mécanique des combinaisons du code. En général le système comporte deux organes : le perforateur et le transmetteur automatique. Le premier de ces appareils sert à enregistrer les combinaisons constituant le télégramme, au moyen de perforations pratiquées dans une bande de papier de consistance appropriée. Introduite dans le transmetteur, cette bande guide le fonctionnement de l'organe en imposant successivement à ses ressorts-contacts les positions qui correspondent aux combinaisons qu'elle a reçues elle-même. Le transmetteur est rattaché au distributeur comme un manipulateur ordinaire.

Le procédé n'est pas particulier au Baudot ; il a d'abord été appliqué à l'appareil Wheatstone et maintenant tous les systèmes anglo-américains et allemands dérivés du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Baudot, tels que le Murray, le Western Electric, le Siemens par exemple, en sont pourvus.

En France, le premier système de transmission automatique appliqué au Baudot date de 1903. Il est dû à J. Carpentier, le constructeur dont l'aide fut si efficace pour la mise au point et le perfectionnement du Baudot. Depuis, un autre système a été imaginé et réalisé par M. Chattelun, mécanicien principal, sous les directives de M. Lesaffre, Directeur du Service des appareils Baudot.

Avantages et inconvénients. — La manipulation manuelle n'exige qu'un matériel très simple et peu encombrant, mais elle ne permet pas d'obtenir le rendement maximum que peut fournir le système Baudot. En effet, à la vitesse réglementaire de 180 tours à la minute, un secteur Baudot est capable d'émettre 10.800 combinaisons à l'heure, ce qui, en prenant pour étalon le mot moyen de 5 lettres plus un blanc, pour l'espacement des mots, représente 1.800 mots à l'heure. Or la plupart des bons manipulants ne dépassent guère 1.200 mots à l'heure : il y a donc une perte de rendement de 30 %. Ce déficit est dû aux arrêts inévitables dans la manipulation, soit pour enlever du pupitre les télégrammes transmis, soit à cause des hésitations dans la lecture d'un texte mal écrit, soit pour les diverses opérations d'écriture, inscriptions au procès-verbal, mention de l'heure de transmission du message, soit enfin pour rechercher les télégrammes objets d'une demande de rectification ou de répétition. D'autre part, la transmission manuelle astreint l'opérateur à la sujétion constante de la cadence et la fatigue survient assez vite quand il faut soutenir un travail continu de plusieurs heures.

La transmission automatique permet d'obtenir le rendement maximum sans fatigue excessive, l'agent préposé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la préparation du travail pouvant prendre aisément une avance assez grande sur le transmetteur pour pouvoir procéder aux rectifications et autres opérations accessoires qui accompagnent l'expédition des correspondances, sans que le conducteur reste un seul instant inutilisé ; d'ailleurs la préparation peut être conduite plus ou moins vite, à la convenance de l'opérateur. Si celui-ci est insuffisamment exercé, on peut employer un deuxième opérateur pour desservir le même secteur ; si, au contraire, l'opérateur est très habile, il pourra alimenter à lui seul deux secteurs de transmission, car il sera capable, dans ce cas, de préparer 120 télégrammes à l'heure.

Enfin ce procédé donne le précieux avantage de pouvoir augmenter ou diminuer la vitesse de transmission. Jusqu'à présent le taux de vitesse était maintenu à 180 tours environ afin que le rythme de la transmission fût le même sur toutes les installations ; ceci dans le but d'éviter les difficultés très grandes qu'éprouvent les manipulants pour passer d'une cadence à une autre d'un rythme différent.

Les essais ont démontré que les appareils pouvaient supporter une vitesse maxima de 300 tours à la minute avec une marge de sécurité d'environ 20 tours. On voit que dans ces conditions le rendement actuel pourrait être augmenté de 66 %. En dehors de la complication qui résulte de l'emploi d'organes plus nombreux et du prix de revient des appareils, l'inconvénient principal de la composition préalable des télégrammes au moyen de bandes perforées, c'est le retard que subissent les messages objets d'une rectification, cette rectification devant attendre pour être expédiée, que toute la bande déjà préparée soit passée dans le transmetteur automatique. Mais il semble bien que l'inconvénient puisse être atténué dans une large mesure, sinon éliminé, par une organisation convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SYSTÈME CARPENTIER

Perforateur. — Le perforateur Carpentier se compose d'un clavier analogue à celui d'une machine à écrire, pouvant mettre en action soit un mécanisme de perforation d'une bande de papier spécial pour la transmission automatique, soit un manipulateur pour la transmission directe, à la manière ordinaire.

Perforation. — Chaque touche du clavier est solidaire d'un peigne G (fig. 225) maintenu au repos par un ressort

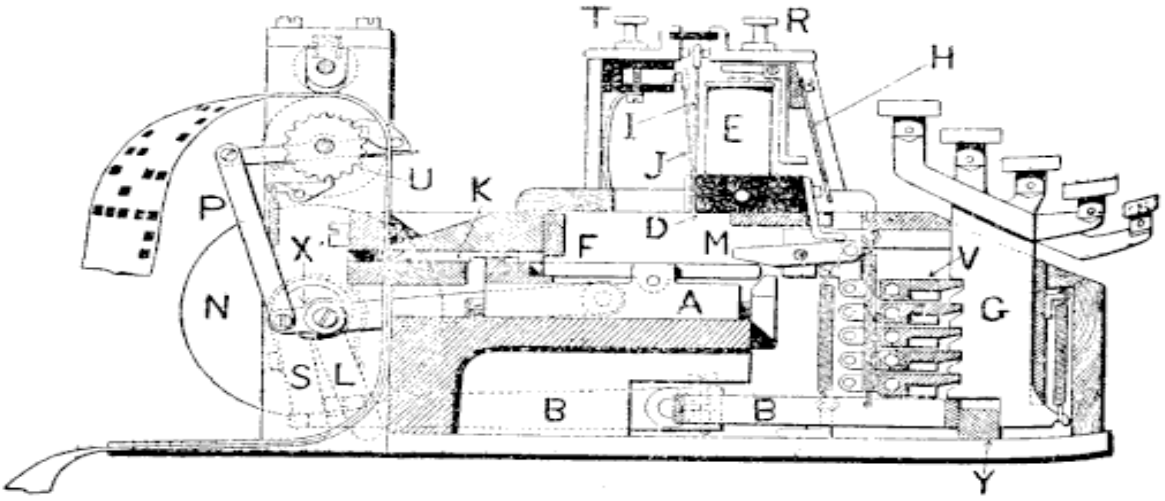


Fig. 225.

antagoniste ; quand une touche est enfoncée, son mouvement de descente est limité par la butée inférieure Y. Tous les peignes sont entaillés latéralement de façon à ménager un plus ou moins grand nombre de saillies, cinq au maximum, sans compter l'inférieure qui a une fonction spéciale. Ces saillies diversement disposées correspondent aux émissions de travail du code Baudot ; elles traduisent en combinaison de ce code le caractère figuré sur la touche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et agissent, quand on enfonce le peigne, sur un jeu de 5 volets superposés V. Ceux-ci sont indépendants les uns des autres et enregistrent par leur déplacement la combinaison transmise par le peigne actionné. Chacun des volets commande, à son tour, par une articulation, un levier intermédiaire M. Il y a donc 5 de ces leviers (la figure 225 ne représente que celui du volet supérieur) et ils reproduisent la combinaison enregistrée par les volets. Les leviers intermédiaires agissent sur un autre jeu de leviers portés par un chariot A ; ce sont les percuteurs P. Chaque levier intermédiaire commande le percuteur correspondant et le fait basculer autour de son axe de telle façon que l'extrémité opposée se relève et vienne se placer en face d'un poinçon de perforation K. Il y a cinq leviers percuteurs et autant de poinçons

Le chariot de perforation A se déplace sur une glissière lorsqu'il est actionné en avant ou en arrière par une bielle dépendant d'un excentrique X. Quand le chariot est tiré de droite à gauche (voir fig. 225), les percuteurs relevés viennent frapper les poinçons correspondants et ceux-ci, par leur extrémité taillée en double biseau traversent la bande en y découpant un trou carré ; les percuteurs non actionnés par les leviers intermédiaires glissent sous leur poinçon sans l'atteindre. Le jeu de l'excentrique ramène ensuite le chariot de gauche à droite ; les poinçons se trouvent replacés dans leur position de départ par une saillie du chariot pénétrant dans une entaille dont tous ces organes sont pourvus. Au moment où le chariot arrive à fond de course dans son mouvement de recul, les extrémités droites des percuteurs rencontrent un plan incliné qui les relève et par suite, abaisse la partie située en regard des poinçons : les leviers reprennent ainsi leur position de repos.

La force nécessaire à la projection du chariot est fournie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par un moteur électrique d'un quarantième de cheval placé sous la table et agissant, par une courroie de transmission, sur une poulie N à double gorge, l'une plate et l'autre en forme de V. Cette poulie est folle sur l'axe des excentriques, mais cet axe lui-même est solidaire d'un levier d'entraînement S (fig. 226) auquel est fixé un ruban

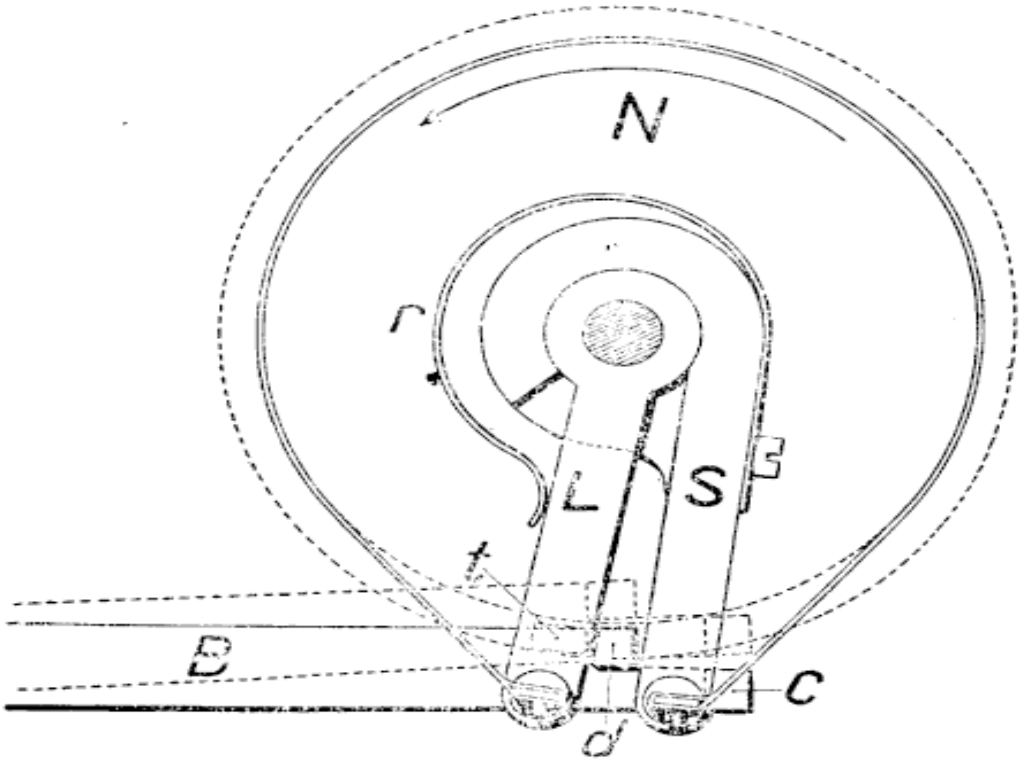


Fig. 226.

passant dans la gorge plate de la poulie double et se rattachant à un autre levier tenseur L, libre sur l'axe. Un ressort *r* tend constamment à ramener le tenseur contre le levier d'entraînement, mais ce mouvement ne peut s'accomplir tant que le taquet *t* que porte ce levier est retenu par le doigt *d* du levier d'embrayage B. Le moteur tourne en permanence et son mouvement tend à se communiquer au levier d'entraînement par le frottement que la gorge plate exerce sur le ruban, mais ceci a pour résultat

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de détendre davantage encore le ruban et de diminuer la friction de celui-ci sur la gorge. Dans ces conditions, le levier d'entraînement, l'axe des excentriques et le chariot de perforation restent au repos. Il en est ainsi tant que le doigt *d* du levier d'embrayage s'oppose au déplacement du levier tenseur L. Lorsqu'on abaisse une touche quelconque du clavier, le peigne de celle-ci agit par sa saillie inférieure sur une barrette transversale commune à tous les peignes et commandant le levier d'embrayage B ; ce dernier pivote alors autour de son axe et son extrémité libre se relève (position pointillée de la figure 226) libérant le levier tenseur qui, sous l'action du ressort *r*, se rapproche du levier d'entraînement en tendant le ruban et en l'appliquant fortement sur la gorge plate de la poulie double, ce qui établit la liaison mécanique de la poulie et du levier d'entraînement. C'est l'embrayage. Cependant les deux leviers sont encore incapables de suivre l'impulsion du moteur, parce que le taquet du tenseur a rencontré une deuxième saillie C du levier d'embrayage. Ce dernier obstacle ne s'efface qu'au moment où la touche est lâchée par l'opérateur, c'est-à-dire quand le levier B revient au repos. Dès lors l'excentrique qui fait corps avec le levier d'entraînement, participe au mouvement communiqué par le moteur et le chariot de perforation est projeté en avant ; les poinçons correspondant aux leviers percuteurs actionnés par la touche sont en même temps lancés avec violence et viennent transpercer la bande de papier enregistrant ainsi la combinaison représentée par la touche frappée. Les courants de travail sont seuls traduits par des trous carrés.

Après une révolution complète, lorsque les leviers tenseurs et d'entraînement reviennent à leur position primitive, le tenseur bute contre le doigt du levier d'embrayage et s'arrête tandis que le levier d'entraînement pour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suit son mouvement jusqu'à ce qu'il soit arrêté par la tension progressive du ressort *r* ; ceci, d'ailleurs, détermine le relâchement du ruban et la liaison avec la poulie double est rompue. C'est le débrayage.

Progression. — L'axe des excentriques commande indépendamment du bras du chariot, un levier de progression P, qui, par l'intermédiaire d'un cliquet et d'un rochet U, agit sur un cylindre qui entraîne la bande perforée d'une valeur constante ; un cliquet de retenue placé à la partie inférieure empêche toute régression. La bande est fortement appliquée sur le cylindre de progression par un compresseur réglable.

Transmission directe à l'aide du clavier alphabétique. — A condition de frapper les touches en cadence, on peut transmettre directement les combinaisons comme avec le clavier ordinaire. A cet effet, les cinq leviers intermédiaires agissent également par le moyen d'un appendice coudé, sur cinq supports basculants D (fig. 225), en matière isolante et pourvus de deux ressorts de contact I et J ; le premier, le plus long, porte sur un butoir-contact rivé dans une équerre métallique isolée R, reliée à la prise de courant de travail, c'est la réglette de travail de ce manipulateur ; l'autre ressort, le plus court, appuie sur une butée inférieure communiquant électriquement avec un segment du secteur de transmission (2e couronne). L'électro-aimant de cadence est en E ; il actionne une armature coudée deux fois. Quand l'armature est attirée, le coude inférieur repousse une lame-ressort H percée d'un trou. Au moment où un levier intermédiaire est actionné, le support basculant intéressé est soulevé par son appendice et un téton que porte celui-ci vient s'engager dans l'ouverture de la lame H. C'est l'accrochage. Le sou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vement du support fait fléchir davantage le ressort contact J, tandis que le second ressort accouplé I passe du butoir de repos au butoir de la réglette T reliée à la source de courant de travail. Le décrochage du support basculant s'opère lorsque l'électro-aimant de cadence fonctionne : c'est le coude inférieur de l'appendice de l'armature qui, éloignant la lame-ressort H libère le support. Ce dernier revient au repos sous l'effort du ressort contact J précédemment fléchi, quand le support a pris la position de travail. Le ressort-contact J remplit donc également le rôle de ressort antagoniste du support basculant.

On passe à volonté de la transmission par bande perforée à la transmission directe en cadence, à l'aide d'un commutateur multiple opérant les liaisons électriques nécessaires, c'est-à-dire reportant les communications, des ressorts contacts et de l'électro de cadence du manipulateur aux ressorts contacts et à l'électro-aimant du transmetteur automatique.

Transmetteur automatique. — L'organe de la transmission comprend cinq leviers sélecteurs et cinq leviers transmetteurs ; les uns et les autres sont mis en action par l'armature d'un électro-aimant. A chaque révolution des balais du distributeur, un segment de la troisième couronne rattaché à l'électro-aimant est mis en relation avec la batterie locale ; le segment est choisi de telle façon qu'il soit parcouru par le balai de sa couronne (la 3e) lorsque celui de la deuxième couronne vient de quitter le dernier des cinq segments du secteur de transmission. En somme, ce segment est situé comme ceux qui servent au rappel des retransmetteurs automatiques. L'armature de l'électro-transmetteur est articulée sur deux bras B (fig. 227) d'une part, et sur deux autres bras C, d'autre part. Entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces deux derniers se trouve un axe commun aux cinq leviers sélecteurs S. Un ressort à boudin accroché au bras le plus court du levier sélecteur tend constamment à en relever le bras le plus long et à porter vers le haut un appendice terminé par un double biseau. C'est l'organe de sélection. La bande perforée passe au-dessus des cinq leviers et vient leur présenter ses perforations.

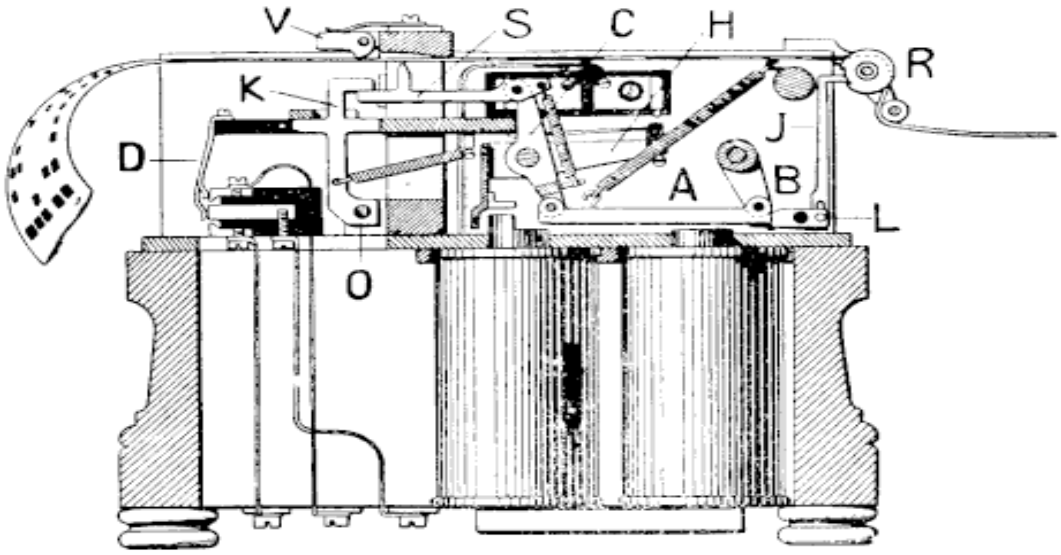


Fig. 227.

Les leviers transmetteurs K ont à peu près la forme d'une croix ; le point de pivotage est à la partie inférieure du bras vertical ; la partie supérieure de ce bras possède un retour d'équerre surmontant l'extrémité de la longue branche du levier sélecteur correspondant, ce qui empêche ce dernier de s'élever. Les bras horizontaux servent, l'un de butoir lorsque le levier est rappelé au repos par son ressort antagoniste, l'autre de suppport à un ressort lame à deux branches d'inégale longueur et isolé électriquement du levier transmetteur. Les extrémités recourbées des branches du ressort appuient au repos, l'une sur une réglette, l'autre sur un plot placé au-dessous et peuvent,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à la faveur de l'abaissement du levier transmetteur, se déplacer verticalement vers le bas, la branche supérieure venant prendre la place de la branche inférieure sur le plot et celle-ci glissant sur une autre réglette située plus bas. Il y a une rangée horizontale de cinq plots placés entre les deux réglettes ; l'ensemble est encastré dans une monture en matière isolante. La réglette supérieure est en relation avec la prise de courant de repos, l'inférieure, avec la prise de courant de travail et chacun des plots avec un segment du secteur de transmission du distributeur (2e couronne).

Le fonctionnement est le suivant. L'attraction de l'armature A lorsque l'électro-transmetteur est excité, déplace celle-ci de droite à gauche (voir fig. 227) déterminant un mouvement semblable des bras suspenseurs et, par suite, des leviers sélecteurs qui se déplacent de gauche à droite en se dégageant du retour d'équerre des leviers transmetteurs. Ainsi libérés, les sélecteurs, sous l'effort de leurs ressorts antagonistes, tendent à se soulever ; mais ce mouvement ne peut s'effectuer que si une perforation de la bande se trouve en regard du biseau du sélecteur ; dans le cas contraire le levier est retenu par la bande. La tension des ressorts antagonistes des sélecteurs est très douce afin que les biseaux ne crèvent pas la bande.

Les sélecteurs qui ont pu s'élever sont venus se placer dans le prolongement du retour d'équerre de la branche verticale de leur levier transmetteur respectif.

Quand l'excitation de l'électro-transmetteur cesse, l'armature est ramenée au repos par son ressort antagoniste et les leviers sélecteurs sont repoussés par le bras C de droite à gauche. Ceux dont le biseau a traversé une perforation et qui, en conséquence, sont dans le prolongement du retour d'équerre de leur levier transmetteur, poussent ces derniers de droite à gauche, ce qui fait descendre les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ressorts contacts et met le plot correspondant en relation avec la réglette de travail. Les sélecteurs dont le biseau n'a pas trouvé de perforation et qui, par suite, n'ont pu effectuer un mouvement de bas en haut, glissent, lors du rappel de l'armature, sous le retour d'équerre de leur levier transmetteur et ce dernier reste immobile ; les ressorts-contacts de ces leviers demeurent donc en position et continuent à relier électriquement leur plot respectif avec la réglette de repos.

La bande perforée progresse d'une quantité constante chaque fois que l'armature est rappelée au repos par son ressort antagoniste. Ce sont les biseaux sélecteurs relevés qui produisent ce mouvement lorsqu'ils sont chassés de droite à gauche par le bras C ; le ou les biseaux ayant pu traverser la bande à la faveur d'une perforation entraînent celle-ci dans leur mouvement vers la gauche, ce qui amène en place une nouvelle combinaison pour la sélection suivante. L'attraction de l'armature produisant un mouvement inverse du premier, les biseaux précédemment engagés sortent des perforations et glissent sous la bande sans l'entraîner. C'est pour faciliter cette opération que la déclivité droite du biseau est plus étendue que la gauche. D'ailleurs la bande ne peut effectuer aucun mouvement rétrograde en raison de la forme particulière du volet V qui exerce, en outre, une pression douce sur la bande.

Il résulte de cette disposition, qu'il n'est point besoin de perforer une ligne spéciale de trous, ou d'employer un papier préalablement perforé pour obtenir la progression de la bande comme dans les systèmes similaires anglais, américains ou allemands.

Dans le cas où il ne serait pas possible d'affecter plus d'un segment de la troisième couronne à la commande de l'électro-transmetteur, il serait à craindre, étant donnée la force attractive que doit développer l'électro, que l'émis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sion fût trop brève pour actionner l'armature. Le balancier H a précisément pour fonction de suppléer à cette insuffisance. Dans ce but, il est pourvu d'un appendice constituant une armature secondaire beaucoup plus légère et possédant une inertie mécanique moins grande que l'armature A. Le flux magnétique développé à la fin de l'émission d'un seul segment de la troisième couronne est déjà très suffisant pour attirer cette armature secondaire ; le balancier se déplace alors et vient fermer un circuit comprenant la batterie des fonctions locales et l'électro-aimant transmetteur. L'aimantation des noyaux continue donc à se développer jusqu'à ce qu'elle détermine l'attraction de l'armature principale. Arrivée à fond de course, l'armature bute sur une saillie de l'armature secondaire et repousse cette dernière ; ce mouvement entraîne celui du balancier qui rompt le contact de la batterie locale et l'armature est rappelée au repos.

Si la bande se trouvait retenue lors de son passage dans le transmetteur, ce qui occasionnerait un tirage anormal, l'avancement dans le transmetteur ne pouvant plus se produire, les mouvements des biseaux sélecteurs risqueraient d'endommager les perforations de la combinaison arrivée en ligne pour la sélection. Pour obvier à cet inconvénient, on fait passer la bande sur un cylindre et un guide porté par une manivelle. Dans une entaille pratiquée suivant une génératrice du cylindre R vient s'engager le retour d'équerre d'un levier plat J, articulé à sa partie inférieure sur un sabot L dont l'extrémité libre pourvue d'une déclive se termine par une face plane verticale et se place au-dessous du prolongement de l'axe d'articulation du suspenseur B.

Si le tirage de la bande est faible, le cylindre R, par le poids de son guide reste dans la position de la figure et le levier J est relevé et soutenu par le bord de l'entaille

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du cylindre ; d'ailleurs un ressort-lame fixé à la partie inférieure du sabot L exerce sur le levier J une pression de bas en haut. Dans ces conditions le sabot laisse libre le mouvement de rappel de l'armature. Lorsque le tirage de la bande devient plus énergique, il développe à un moment donné un effort suffisant pour soulever la manivelle du guide et le ressaut supérieur de l'entaille du cylindre venant s'appuyer sur la tête du levier J, lui imprime un mouvement de haut en bas qui, transmis au sabot, lui permet de présenter l'extrémité abrupte de sa déclivité au prolongement de l'axe de l'articulation du suspenseur B et, par suite, de caler l'armature sur travail, en lui laissant cependant un jeu très réduit. Il s'ensuit que les sélecteurs sont ramenés sous la bande et que leur mouvement ayant une amplitude très faible, ils ne peuvent endommager les perforations. Dès que la tension de la bande redevient normale, le guide du cylindre R retombe par son poids, le levier J et, par suite, le sabot L, reviennent à la position primitive : l'armature étant débloquée reprend l'amplitude normale de son mouvement.

Si le tirage se produisait quand l'armature est au repos elle pourrait quand même prendre sa position de travail en glissant sur la déclive du sabot et en forçant ce dernier à s'abaisser légèrement : ce mouvement est rendu possible par la longueur de l'ouverture inférieure du levier J par laquelle il s'articule sur le sabot et aussi par la flexion du ressort de ce dernier. Le retour en arrière de l'armature ne peut se produire parce qu'elle vient buter alors sur le bout du sabot, comme nous l'avons indiqué plus haut. Le bloquage ne s'effectue que dans la position de travail de l'armature, c'est celle qui correspond à la position de repos des ressorts-contacts ; la combinaison des cinq courants de repos est donc émise sur la ligne pendant toute la durée du bloquage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRANSMISSION AUTOMATIQUE CHATTELUN

Considérations particulières. — La caractéristique du système de transmission automatique Chattelun, c'est la commande électrique du perforateur par le clavier de manipulation. Ces deux organes sont d'ailleurs indépendants et leur relation s'établit au moyen de câbles souples munis de mâchoires. Le clavier transmet mécaniquement les combinaisons à un manipulateur à cinq touches placé à sa partie inférieure ; ce dernier les traduit en combinaisons de courants et les émet dans le perforateur. Il résulte de cette disposition particulière que le perforateur est susceptible d'être mis en action par un manipulateur ordinaire ou un retransmetteur automatique ; bien mieux, un traducteur ordinaire pourvu de ressorts-contacts actionnés par ses leviers aiguilleurs, peut servir au même usage et donner, en même temps que la bande imprimée ordinaire, une traduction sur bande perforée utilisable pour une transmission automatique à un autre poste ou même, très simplement, pour reproduire des copies du message enregistré par le traducteur.

Cette conception très ingénieuse donne au système une grande souplesse et lui permet de s'adapter à tous les cas qui se rencontrent dans la pratique.

Clavier de manipulation. — Le clavier présente le même aspect que celui de la machine à écrire. Il comprend 43 touches réparties sur cinq rangées dont la plus extérieure ne comporte que les touches du blanc des lettres et du blanc des chiffres. C'est la même disposition que celle du clavier de Carpentier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque touche est solidaire d'un levier courbe en acier B (fig. 228.) pivotant autour d'un axe X, commun à tous les leviers, et pourvu d'un peigne P représentant, par des saillies, les courants de travail et par des creux, ceux de repos ; le peigne reproduit ainsi la combinaison Baudot correspondant au caractère figuré sur la touche. La position de repos des leviers est assurée par un ressort J. Au-dessous des peignes et perpendiculairement aux leviers

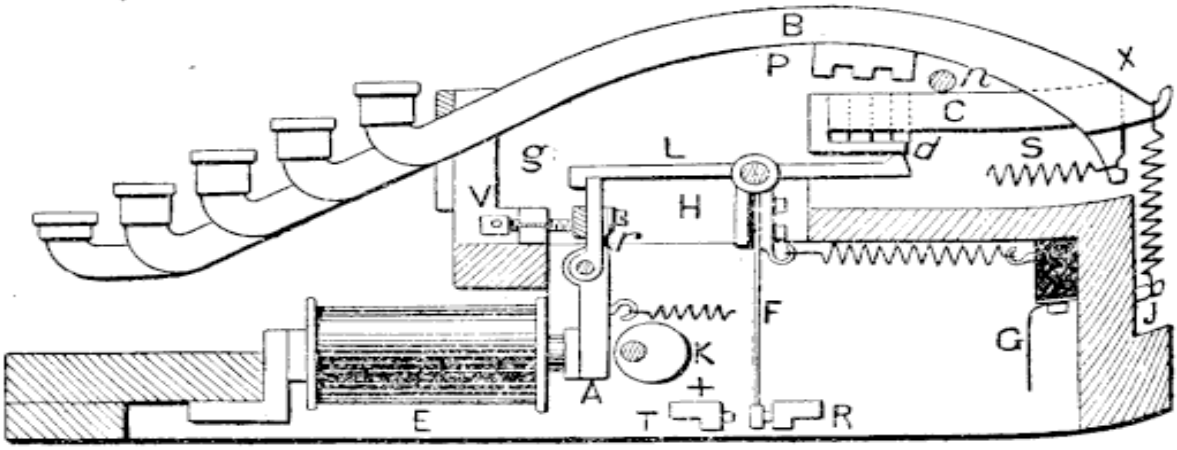


Fig. 228.

de touches sont disposés cinq cadres C, pouvant tourner également autour de l'axe X et maintenus contre une tige de butée *n* par l'effort du ressort antagoniste S. Les cadres peuvent agir à leur tour, par un doigt *d* (la figure 228 ne représente que le doigt du premier cadre à gauche) sur cinq leviers L solidaires de ressorts-contacts F qui reproduisent la combinaison du peigne et des cadres. Les ressorts contacts s'appuient, suivant le cas, sur la réglette de travail T ou sur celle de repos R. Les courants émis passent par des fils G réunis dans un câble souple à mâchoire et sont dirigés sur le perforateur ou directement sur le distributeur, car le clavier constitue une machine à transmettre pouvant se substituer au clavier ordinaire à cinq touches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand le clavier commande le perforateur, la réglette de travail est seule reliée à un pôle d'une source électrique dont l'autre pôle est rattaché aux électro-aimants du perforateur. Dans le cas de la transmission directe sur le distributeur, les réglettes sont mises en relation avec les prises négative et positive des batteries de ligne. La cadence est donnée par l'électro-aimant E dont l'armature peut être bloquée par une came K lorsqu'on travaille sur le perforateur . Un système d'accrochage est prévu dans le cas de la transmission en cadence. Il est réalisé de la façon suivante. Le levier L est pourvu d'un retour d'équerre contre lequel s'applique l'extrémité supérieure d'un cliquet H sous la pression d'un ressort-lame *r*. Il y a autant de cliquets que de leviers, c'est-à-dire cinq. Tout levier abaissé d'un côté par son cadre se soulève de l'autre et le cliquet d'accrochage qui lui est affecté se déplace de droite à gauche et se glisse sous l'extrémité du retour d'équerre, ce qui cale le levier L et, par suite, son ressort-contact, dans la position de travail jusqu'au moment où la cadence fonctionnera. En effet, l'armature étant attirée, sa partie supérieure se portera de gauche à droite et les cliquets d'accrochage en prise avec les leviers L seront ramenés vers la droite également par la réglette *g* solidaire de l'armature et les leviers L accrochés seront ainsi libérés.

La transmission en cadence par clavier alphabétique présentant quelque difficulté et, d'autre part, comme il est très facile de substituer à cet instrument un clavier ordinaire, grâce aux prises par mâchoires, le dispositif de transmission en cadence paraît appelé à disparaître.

Perforateur. — L'organe comporte cinq électro-aimants E (fig. 229), disposés en éventail sur une plate-forme métallique avec laquelle communique électriquement une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des extrémités de leur enroulement, l'autre G, étant rattachée à une mâchoire pouvant être reliée aux ressorts-contacts d'un manipulateur ordinaire, ou d'un clavier alphabétique, ou d'un retransmetteur ou, enfin, d'un traducteur spécialement agencé à cet usage.

Un sixième électro-aimant M sert à une perforation spéciale et à la progression de la bande dans l'appareil. Sa sortie est en communication avec une vis isolée V, tandis

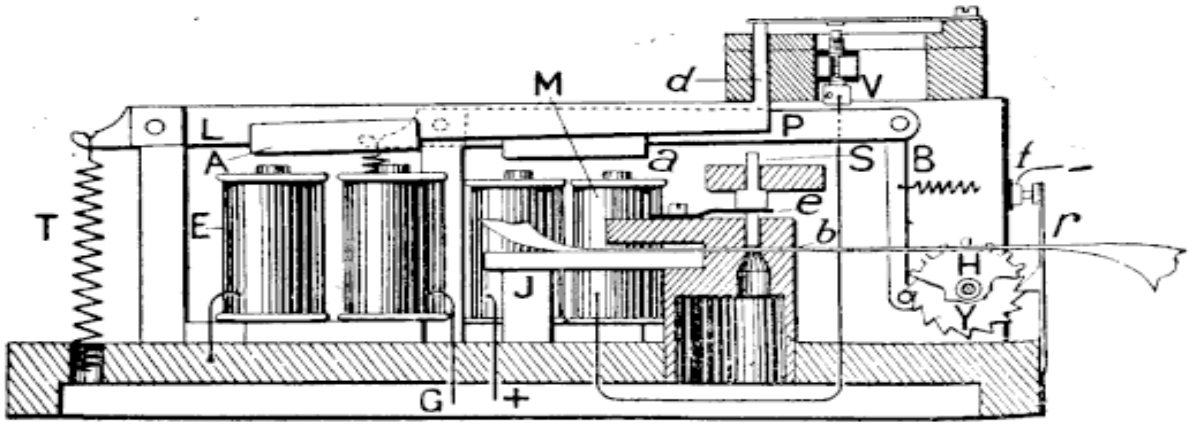


Fig. 229.

que l'entrée est en relation permanente avec le pôle positif, par exemple, de la source électrique fournissant l'énergie nécessaire au travail du perforateur ; le massif est d'ailleurs lui-même relié au pôle négatif de la source par un contact électrique constitué par un ressort-lame *r* et un plot *f* isolé du reste de l'appareil. Quel que soit l'organe de commande du perforateur, clavier alphabétique, manipulateur, etc., le déplacement d'un ressort-contact de ces derniers sur le plot de travail ferme le circuit de la source à travers l'élecro-aimant E correspondant. Ainsi excité, celui-ci attire son armature A et le levier L qui en est solidaire. Ce levier s'abat sur un poinçon S, qui sous le choc découpe un trou dans la bande arrivant par la glissière J et sortant par l'ouverture *b*. Le jeu de l'ar-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mature est réglé de telle sorte que le levier fournisse une course assez grande avant d'atteindre le poinçon ; on obtient ainsi, en utilisant la vitesse acquise une perforation en coup de fouet.

Dès que l'excitation de l'électro-perforateur E cesse, c'est-à-dire dès que l'opérateur abandonne la touche du clavier, le levier L est rappelé au repos par son ressort antagoniste T ; il en est de même du poinçon S grâce à l'action du ressort-lame *e*.

Il y a autant de poinçons que d'électro-perforateurs et les leviers L de ces derniers convergent tous vers le massif de l'emporte-pièce.

L'électro de progression M est mis en action par le déplacement de n'importe quel levier L. A cet effet, ceux-ci portent un doigt *d* servant tout à la fois de guide et de fermeur d'un contact électrique entre le ressort *n* et la vis isolée V. Quand le levier s'abat sur son poinçon correspondant, le doigt ne soutenant plus le ressort *n*, celui-ci vient au contact de la vis V et ferme le circuit de l'électro-perforateur de progression. Un levier P portant l'armature *a* de cet électro-aimant et pourvu, en outre, à son extrémité libre d'un cliquet de progression B, agit sur le rochet Y. Lors de l'abaissement du levier P, le cliquet glisse sur le dos d'une dent et va se mettre en prise avec la dent suivante. Le rappel du levier P a lieu quand les leviers de perforation reprennent leur position de repos en coupant, par le soulèvement du ressort *n*, le circuit de l'électro de progression M.

Au rappel du levier, le cliquet fait tourner le rochet de la valeur d'une dent dans le sens de la flèche, et la roue d'entraînement H tire sur la bande, en avant, d'une quantité toujours égale, de façon à présenter sous les poinçons un nouvel emplacement pour la perforation subséquente.

Afin d'éviter que les électro-perforateurs soient ac-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tionnés pendant la progression, un ressort *r*, pourvu d'un ergot faisant office de cliquet de retenue, rompt le contact avec la vis *f* quand le rochet effectue son mouvement ; les circuits de tous les électro-aimants de l'appareil, perforation au progression, sont coupés et aucune combinaison ne peut être enregistrée avant la fin de l'avancement de la bande.

Transmetteur automatique. — L'appareil se compose de cinq leviers D (fig. 230) du même modèle que ceux du re-

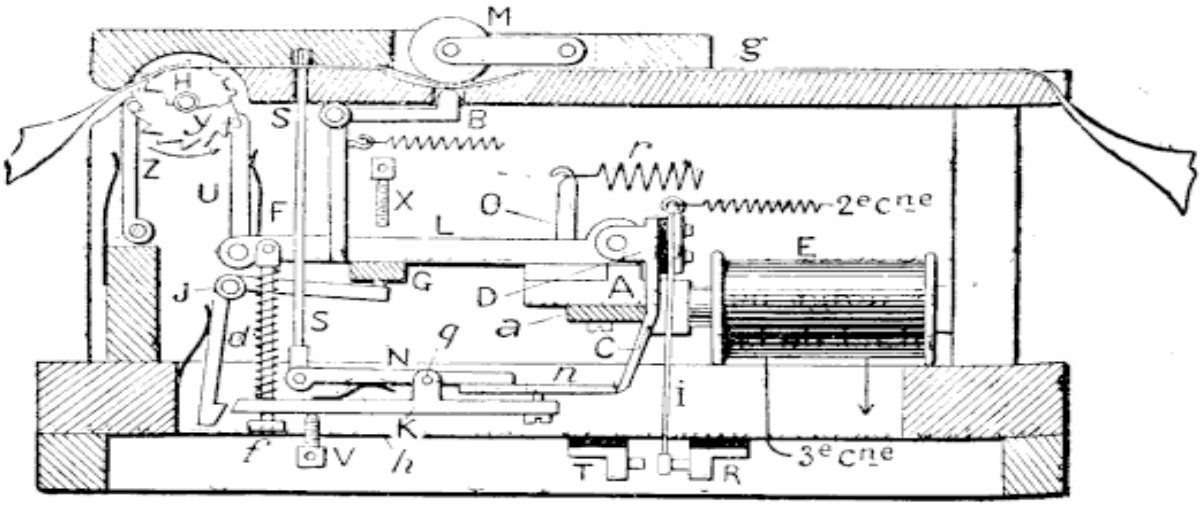


Fig. 230.

transmetteur automatique Lesaffre et Chattelun ; les bras coudés C de ces leviers sont maintenus au repos par les appendices *n* d'un jeu de cinq leviers N commandant le déplacement des aiguilles sélectrices S et monté sur un cadre-support K ; les leviers et le cadre pivotent autour du même axe fixe *q*. Le fonctionnement de l'appareil est déclanché par les mouvements de l'armature A de l'électro-aimant E. L'armature tourne autour de l'axe O commun aux cinq leviers transmetteurs D et elle est pourvue d'un bras L articulé, d'une part, avec un cliquet de progression

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

U et, d'autre part, avec le levier commandant le cadre-support K.

La figure représente l'armature dans sa position de travail, c'est-à-dire au contact des noyaux de l'électro-opérateur ; les aiguilles sélectrices sont maintenues au-dessous de la bande perforée par l'action du ressort à boudin entourant le levier F et qui fait appuyer le cadre-support K sur sa vis de butée V ; les bras coudés C sont tous au repos sous la pression d'une barrette commune *a* montée sur l'armature et les ressorts-contacts I, fléchis sur les plots de la réglette de repos R reliée à la prise de courant positive.

L'électro-opérateur est excité par le passage du balai de la troisième couronne sur le segment auquel il est rattaché directement ou par l'intermédiaire d'un relais : ce segment est choisi sur la couronne comme s'il s'agissait d'un contact de cadence. Dès que l'excitation cesse, l'armature est ramenée au repos par son ressort antagoniste *r* contre la vis de butée X. Ce mouvement détermine la progression de la bande perforée et, quand l'opération est achevée, la sélection et la commande consécutive des ressorts-contacts.

La progression s'opère sous l'effort du cliquet U poussé de bas en haut par le bras L ; le rochet Y entraîné tourne dans le sens de la flèche et la roue de progression H, dont les saillies pénètrent dans les perforations que porte la bande à cet effet, suit le mouvement et fait avancer la bande, de droite à gauche, d'une quantité telle qu'une combinaison de trous se présente exactement aux aiguilles sélectrices. Le cliquet de retenue Z empêche toute régression . Pendant la plus grande partie de l'élévation du bras L, le cadre-support K n'a pu bouger parce qu'il était maintenu sur sa butée V par la pression du ressort *d* qui, primitivement comprimé par la descente du bras

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L se détend ensuite progressivement à mesure que le bras remonte. Il en est ainsi jusqu'à l'instant où la butée *f* qui termine le levier F vient soulever le cadre-support K. Les aiguilles qui se trouvent alors en face de perforations s'élèvent davantage encore sous l'action du ressort-lame *h* et passent au travers des trous de la bande, en faisant basculer leur levier N ; l'appendice *n* de celui-ci se dérobant sous le bras coudé C, ce dernier, sollicité par son ressort antagoniste, se déplace de droite à gauche et porte son ressort-contact sur le plot de la réglette de travail T Les aiguilles qui n'ont pas trouvé de perforation ne peuvent s'élever et, par suite, leur levier N et le levier transmetteur correspondant restent en position de repos. Il convient de remarquer que la pression sur le plot de repos dépend uniquement de la force statique du ressort-contact et non de la faible poussée que les aiguilles peuvent exercer sous la bande.

La combinaison enregistrée sur la bande perforée est donc ainsi reproduite par les ressorts contacts I.

Quand l'armature est de nouveau attirée, à la révolution suivante des porte-balais du distributeur, le bras L s'abaisse le cliquet de progression glisse sur une dent du rochet Y et vient en prise avec la dent suivante pour préparer la prochaine progression. En outre, la barrette *a* de l'armature ramène en arrière tous les bras coudés déplacés. C'est après ce rappel que les leviers-supports subissent l'effort du levier F ; jusque-là ils se trouvaient soutenus par les leviers d'accrochage J dont le bec inférieur s'était placé au-dessous de leur extrémité droite au moment de leur élévation précédente ; mais ces leviers d'accrochage s'effacent quand la réglette G exerce sa pression sur leur branche horizontale. La chute du levier-support sur sa butée *h* fait, descendre les aiguilles, tandis que les appendices *n* se relèvent et viennent entre les bras coudés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les cinq ressorts-contacts, les réglettes de travail et de repos, l'électro-opérateur sont reliés à la boîte des coupures du distributeur par l'intermédiaire d'un cordon souple et d'une mâchoire. Cette disposition permet de substituer instantanément un manipulateur ordinaire au retransmetteur automatique et vice-versa, le segment de cadence servant indistinctement pour l'un ou l'autre organe.

Si la bande subissait un tirage anormal, qu'elle soit accrochée, par exemple, ou encore adhérente au perforateur et qu'il n'y ait plus de mou, la progression ne pourrait plus s'effectuer et la même combinaison serait expédiée à chaque révolution des balais du distributeur. L'inconvénient est évité de la façon suivante. Un évidement creusé dans la platine supérieure de l'appareil contient, porté par une chape, un galet M dont le poids applique la bande dans le fond de la concavité. A cet endroit se trouve une ouverture par laquelle peut surgir un doigt dépendant du levier en équerre B. Si le tirage se produit, la bande soulève le galet et le doigt du levier B émerge alors de l'ouverture sous l'action du ressort antagoniste du levier. Mais ce mouvement a déplacé de gauche à droite la branche verticale du même levier et son extrémité au moment de l'attraction de l'armature viendra se poser sur la barrette G, bloquant ainsi le bras L au bas de sa course et empêchant en conséquence, toute sélection et toute progression ; les ressorts-contacts étant maintenus au repos, c'est la combinaison des cinq courants positifs qui sera émise sur la ligne pendant toute la durée de l'arrêt. Dans le cas où la bande viendrait à manquer, le même dispositif agirait, mais alors le doigt du levier B pénétrerait dans une rainure périphérique creusée dans le galet M.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SYSTÈME MURRAY

Le système de transmission automatique Murray construit par la Compagnie Française Creed est un des plus simples qui existent. Possédant peu d'organes et ceux-ci étant pour la plupart réglés à la construction, il est d'une robustesse et d'une régularité de marche remarquables. Il se compose de deux parties : le perforateur et le transmetteur automatique. Les fig. 232 et 233 en donnent un dessin schématique ; les pièces ont été déformées pour la commodité des explications.

Perforateur. — Cet organe est commandé par un clavier à 4 rangées de touches ; celles-ci, lorsqu'elles sont dépri-

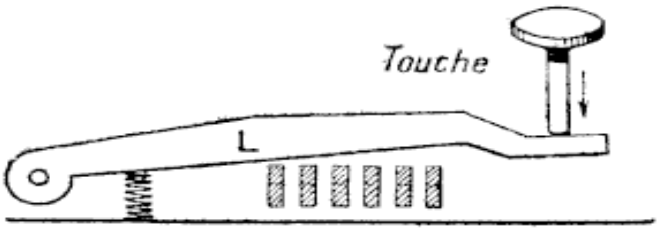


Fig. 231.

mées, agissent chacune sur un levier L (fig. 231) qui vient s'appuyer, de haut en bas, sur un ensemble de six barrettes transversales. Cinq de ces barrettes portent des saillies triangulaires disposées sous les leviers de touche (fig. 232), de façon telle qu'elles correspondent aux courants de repos de la combinaison représentant le caractère porté sur le bouton de la touche. Ainsi, sous le levier L de la touche T, les barrettes 2 et 4 présentent une saillie. Les leviers de touche L sont taillés en biseau sur leur tranche inférieure et c'est ce biseau qui, forçant sur les saillies représentant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la combinaison, déplace de gauche à droite les barrettes transversales portant ces saillies. Suivant la combinaison, il y a donc tout ou partie des barrettes déplacées. Cependant, la sixième est actionnée à chaque frappe ; c'est celle qui commande un levier F fermant le circuit de l'électro-perforateur E. Les barrettes transversales en se déplaçant de gauche à droite entraînent chacune un levier en

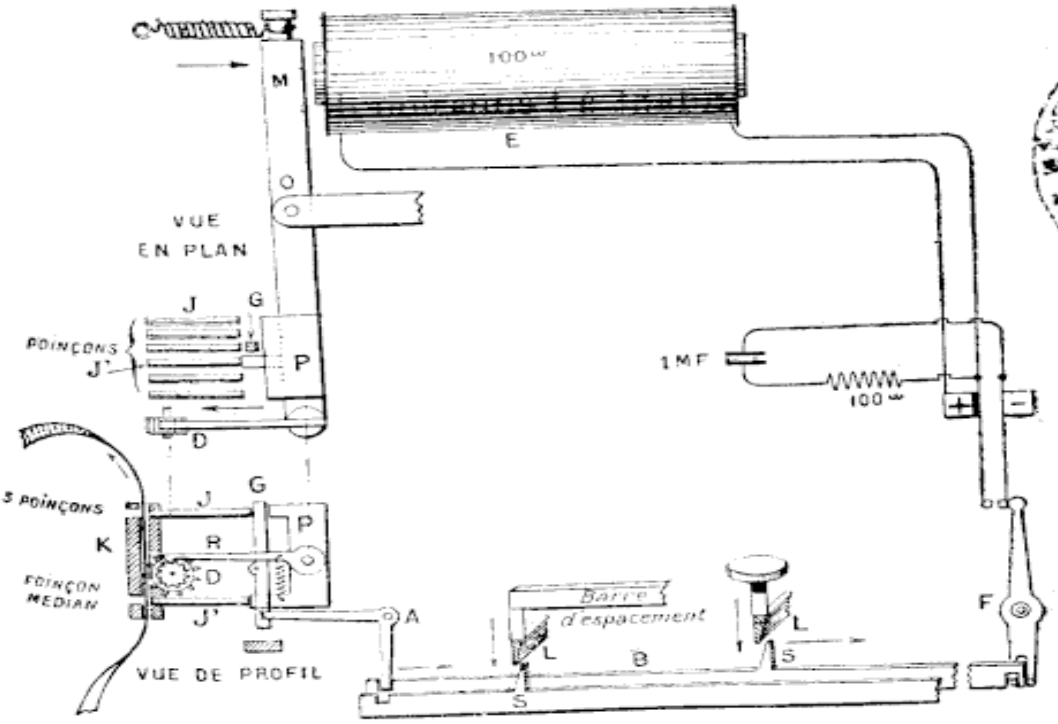


Fig. 232.

équerre A, imprimant dans ce cas un mouvement de haut en bas à une pièce enclume G. La combinaison se trouve ainsi représentée par les pièces enclume ; celles qui n'ont pas été actionnées figurant les courants de travail, les autres les courants de repos.

La perforation de la bande s'effectue au moyen de six poinçons d'acier. Cinq d'entre eux, J, se trouvent à la partie supérieure du bloc de perforation K ; le sixième J' est placé à la partie inférieure ; c'est le poinçon de perfo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration de la ligne médiane nécessaire à la progression de la bande dans le perforateur d'abord et ensuite, dans le transmetteur.

Lors de la fermeture du circuit de l'électro perforateur E par l'action du levier F, l'armature M est attirée ; le levier qui la porte pivote autour du point O, et son extrémité opposée, munie du marteau P, vient frapper avec force, d'une part sur les pièces G qui n'ont pas été tirées vers le bas par le jeu des leviers en équerre A, et, d'autre part, sur le poinçon J'. Les six poinçons découpent dans la bande les trous correspondant à l'émission des courants de travail de la combinaison et à la progression de la bande.

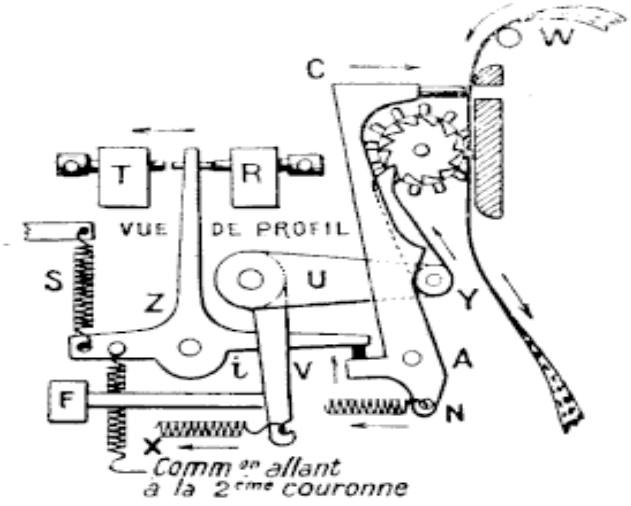


Fig. 233.

Le mécanisme d'avancement de la bande est composé d'une molette D dont les saillies périphériques s'engagent dans les trous pratiqués par le sixième poinçon. Il suffit que cette molette tourne pour que la bande soit entraînée. A cet effet, un rochet solidaire de l'axe de la molette, est commandé par un cliquet R articulé sur le marteau P. Quand celui-ci frappe les poinçons, le bec du cliquet glisse sur le dos des dents inclinées du rochet ; au moment où le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

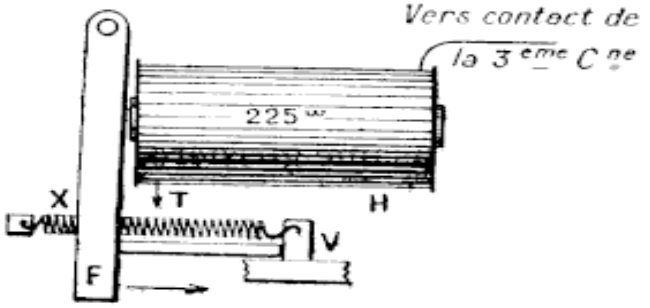
levier de frappe est rappelé au repos par son ressort antagoniste, le marteau ramène en arrière le cliquet et celui-ci tire sur le rochet en le faisant tourner dans le sens des aiguilles d'une montre : la bande avance alors de bas en haut, d'une quantité égale à l'espacement de deux dents de la mollette. Pour conserver la position donnée à la molette et limiter son angle de rotation, un deuxième rochet monté aussi sur le même axe est maintenu par un galet ; celui-ci est porté par un levier pourvu d'un ressort qui le force à appuyer sur le rochet. Ce système de retenue se trouve de l'autre côté du bloc de perforation et n'est pas représenté sur la figure 232.

Transmetteur automatique. — La bande perforée est engagée de haut en bas dans une glissière verticale (fig. 233); elle passe d'abord devant les aiguilles cylindriques de cinq leviers chercheurs C pivotant autour d'un axe et maintenus au moyen d'un cylindre Y porté par un levier U claveté sur le même axe qu'un autre levier V tiré de gauche à droite par un ressort antagoniste X. D'autre part, les leviers chercheurs, sous l'effort d'un ressort N, poussent de bas en haut, par un court bras de levier pourvu d'un plot isolant, cinq leviers à 3 branches Z ; ce sont les leviers de transmission ; mais cette poussée est combattue par l'action d'un autre ressort S agissant sur la branche opposée des leviers de transmission. La branche supérieure, perpendiculaire aux deux premières, porte des contacts en argent placés en regard des vis de butée des réglettes T et R, reliées elles-mêmes aux batteries de ligne (— et +). La progression de la bande est assurée par un dispositif analogue à celui du perforateur. Le cliquet d'entraînement du rochet de la molette est porté par le levier U, levier de progression et de retenue. Enfin la commande de ce levier est opérée par une bielle *i* de longueur réglable et solidaire

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'armature F de l'électro transmetteur H (fig. 234) lequel est actionné à chaque révolution des balais du distributeur par un courant provenant d'un contact de la 3e couronne.

Le fonctionnement est le suivant. L'armature de l'électro-transmetteur étant au repos, lorsque la bande présente ses perforations aux cinq leviers chercheurs, ceux qui ne trouvent pas de trous en face de leur aiguille cylindrique terminale, restent au repos ; au contraire ceux qui rencontrent une perforation y pénètrent sous l'action de leur ressort N, en soulevant par le court bras de levier inférieur,



VUE EN PLAN

Fig. 234.

les leviers de transmission correspondants. Ceux-ci tournant autour de leur axe, leur branche ascendante passe de la butée de repos à celle de travail ; et comme chacun de ces leviers est relié électriquement à un contact du secteur de transmission de 2e couronne, un courant de travail est émis par ces contacts, alors que ceux de ces derniers reliés à des leviers de transmission non déplacés, émettent un courant de repos. Dès que la combinaison de courant est expédiée sur la ligne, le courant de la troisième couronne passe dans l'électro-transmetteur, et son armature pousse de gauche à droite le levier V ; le levier de progression U qui en est solidaire s'élève et ramène en arrière les leviers

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chercheurs déplacés ; les aiguilles cylindriques sortent de la bande. En même temps, par suite de son mouvement d'élévation, le cliquet d'entraînement Y pousse le rochet et le fait tourner d'une dent, ainsi que la molette : la bande avance alors dans la glissière d'une longueur correspondante et une nouvelle combinaison de trous se présente devant les aiguilles des chercheurs. La position de la molette est assurée par un galet de retenue. Quand l'armature revient au repos, le levier de progression opère de même sous l'effort de son ressort X, le cliquet de progression glisse sur le dos d'une dent du rochet et vient en prise avec la dent suivante ; les aiguilles des chercheurs sont ramenées sur la bande et peuvent y pénétrer de nouveau ou non suivant qu'elles rencontrent ou non une perforation.

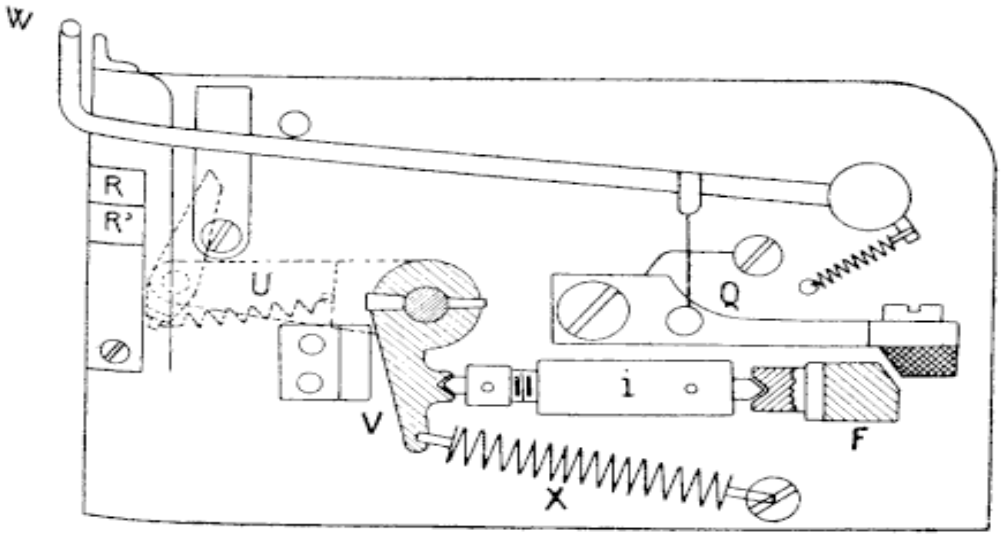


Fig. 235.

Lorsque la bande n'est pas fournie en quantité suffisante par le perforateur, elle tire et force sur le retour d'équerre d'une tige w (fig. 235) articulée sur la face postérieure du transmetteur ; la tige communique ce mouvement par une bielle très légère, c'est un simple fil d'acier, à un loquet Q, qui descend et bloque l'armature F de l'électro-transmet-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teur dans sa position de travail. Il s'ensuit que les aiguilles sont maintenues à distance de la bande ; que la progression de celle-ci n'a pas lieu ; que les leviers de transmission placés sur position de travail sont ramenés au repos. Quand la bande cesse de tirer sur la tige W, le loquet de blocage de l'armature libère l'armature ; la progression

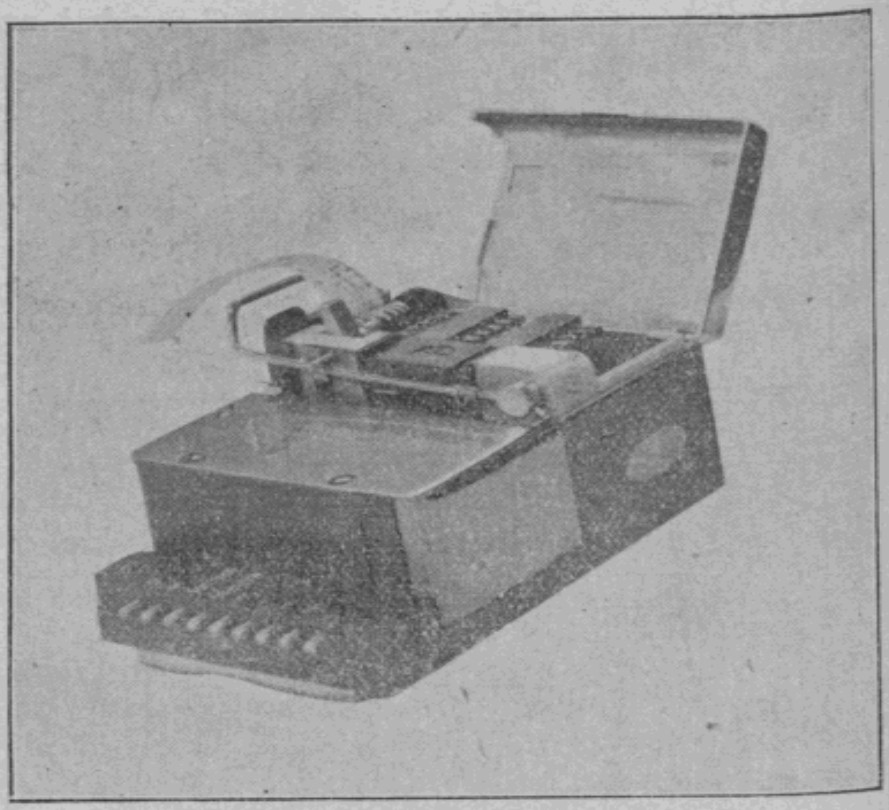


Fig. 236.

s'effectue, les aiguilles viennent au contact de la bande et donnent aux leviers de transmission les positions imposées par les perforations de la bande. Le blocage de l'armature peut être aussi obtenu en appuyant sur la tige W de façon à la faire pénétrer entre les lames R R′ ; mais il faut alors la relever à la main pour faire repartir la transmission.

Le transmetteur automatique est facilement remplaçable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il prend ses communications électriques au moyen d'une prise à 9 broches, sur une pièce vissée sur la table et portant les communications fixes (fig. 236).



Fig. 237.

Le perforateur est logé dans un carter abat-son formant pupitre et renfermant le rouleau de bande de perforation (fig. 237).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROUE PHONIQUE ET ÉLECTRO-DIAPASON

Généralités. — Le régulateur Baudot, quand il est convenablement réglé, est un instrument donnant une vitesse d'une constance remarquable. Bien que l'opération du réglage de la potence soit simplement minutieuse et ne présente pratiquement aucune difficulté, il arrive assez souvent, surtout dans les stations ne disposant pas de praticiens habiles, que le réglage est mal exécuté et que, par suite, le synchronisme des distributeurs en relation est à la merci d'une variation de l'amplitude de giration du mobile.

Cette considération jointe à la possibilité de commander directement la rotation des appareils Baudot par un moteur électrique a conduit à utiliser comme régulateur une tige d'acier maintenue électriquement en vibration constante et fermant alternativement les circuits de deux électro-aimants agissant comme inducteurs sur une roue de fer doux présentant des saillies ou dents aux pôles des électro-aimants. Le moteur ainsi constitué est connu sous le nom de moteur Lacour et son induit est appelé roue phonique.

La tige vibrante commandant le moteur Lacour a été utilisée autrefois dans un système multiplex Morse qui fut en usage en Angleterre, le Delany. Le dispositif a été repris depuis par l'Anglais Murray et introduit dans son système qui n'est autre qu'un Baudot à transmission automatique. Le même auteur a adapté le moteur phonique à la cage du distributeur Baudot. Afin d'éviter des difficultés de mise au point que présente quelquefois la tige vibrante simple quand il s'agit d'équilibrer la vitesse d'une station par rapport à celle d'un poste correspondant, cet organe a été remplacé dans les systèmes américains dé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rivés également du Baudot, par un diapason à vibration entretenue électriquement. Un modèle a été imaginé, étudié et réalisé par le constructeur Carpentier. Nous en donnons plus loin une description.

Avantages. — L'emploi de ce système de régulation, bien qu'il soit moins parfait que le régulateur Baudot bien réglé, donne une grande stabilité de vitesse, même si l'on se sert pour alimenter le moteur et la bobine excitatrice du diapason d'un courant industriel variable. Cette stabilité très remarquable est due au fait qu'une variation de 100 0/0 de l'énergie fournie à la bobine excitatrice du diapason ne provoque qu'une variation de fréquence de 0,9 0/0. Le nombre des impulsions données à la roue phonique ne variant que d'une façon pratiquement insignifiante, le mouvement de cette dernière reste d'une grande régularité. A cet égard, il faut considérer aussi que la roue phonique joue en raison de sa masse le rôle d'un volant régulateur.

D'autre part, le diapason donne la faculté de parfaire, d'ajuster, la vitesse à la valeur désirée sans arrêter la vibration, c'est-à-dire en marche. On peut suivre, en observant le passage des courants correcteurs sur les secteurs de réception, l'effet de la manœuvre opérée et arriver très rapidement et à coup sûr au résultat cherché. Bien mieux, en plein travail, si l'on s'aperçoit d'un léger déséquilibre dans l'écart des vitesses, on peut parfaire le réglage sans interrompre le service et avant que le défaut ne détermine une perte de synchronisme.

Indépendamment de ces qualités primordiales, le système possède encore trois avantages actuellement très précieux : il ne nécessite pas une instruction très soignée des opérateurs ; il n'exige aucun réglage ; enfin l'entretien des organes est nul.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Moteur Lacour. — La roue phonique a été imaginée par Paul Lacour, en 1865. C'est une roue de fer doux fondu pourvus d'un certain nombre de saillies ou dents et susceptible de tourner dans un plan vertical passant par l'axe des noyaux de deux électro-aimants ; quelquefois

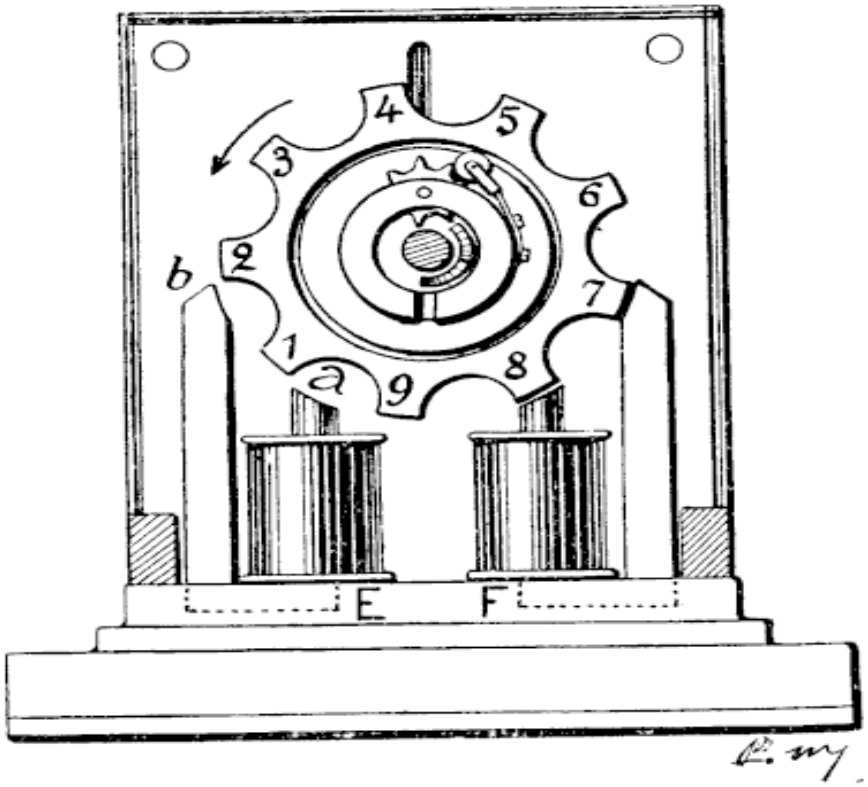


Fig. 238.

le nombre des électro-aimants est plus grand, mais, dans ce cas, ils sont accouplés par paire.

Le modèle construit par Murray comporte une roue à neuf dents (fig. 238) montée sur l'axe des porte-balais, à la place de la grande roue folle par laquelle est transmis le mouvement du socle-moteur dans le type ordinaire. C'est la seule modification apportée à la cage du distributeur telle qu'elle est construite en France ; le système correcteur reste donc intact.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les inducteurs sont deux électro-aimants boiteux E, F, fixés sur le socle métallique destiné à supporter la cage. La position des électro-aimants est telle que si deux dents successives se trouvent en présence des pôles d'un inducteur, les pôles de l'autre inducteur seront alors en face d'évidements séparant les dents.

Supposons que l'électro-aimant de gauche E reçoive une impulsion électrique ; le flux développé dans les noyaux se ferme par les dents voisines et tend à les amener en face des pôles. Si l'on a donné à l'induit un élan dans le sens de la flèche, les dents 1 et 2 viennent se placer en face des pôles *a* et *b* de l'inducteur et les dents 8 et 7 s'éloignent des pôles de F. Si, encore, à cet instant précis on coupe le courant de E et qu'on établisse celui de F, les dents 8 et 9 se placent en face des pôles de ce dernier électro-aimant et les dents 2 et 3 s'approchent des pôles de l'autre, E. En somme, l'élan donné à l'induit sera continué, entretenu, si les ruptures et les fermetures alternatives des circuits inducteurs sont effectuées à l'instant où deux dents successives arrivent en présence des pôles d'un inducteur. Or cette fonction étant remplie par le diapason, il s'ensuit qu'il faudra qu'un synchronisme existe entre le mouvement vibratoire de cet organe et le mouvement rotatif de la roue phonique, pour que ce dernier puisse durer. En d'autres termes, la fréquence du diapason commande la vitesse de la roue : s'il n'y a plus la concordance de phase indispensable entre les mouvements des deux instruments, le moteur s'arrête. Le moteur Lacour est un moteur synchrone.

Le diapason étant préalablement mis en action, il suffira, pour mettre le distributeur en marche, de poser deux doigts sur le bord d'une dent quelconque et de donner dans le sens de la flèche de la fig. 238, un élan approprié. Ce petit tour de main s'acquiert au bout de trois ou quatre essais, c'est dire qu'il est très facile à obtenir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La roue phonique présente une masse importante pouvant emmagasiner une énergie cinétique assez forte pour déterminer des ruptures de pièces en cas d'arrêt brusque ; par exemple, si le pignon satellite se trouvait calé au moment de la rencontre de la goupille par une dent de l'étoile de correction. Cet accident est évité de la façon suivante. La roue phonique est creuse et contient du mercure. Un réseau de fils de fer entrecroisés garnit l'intérieur de la cavité pour diviser la masse mercurielle et lui donner une certaine adhérence avec la roue. Le résultat de cette disposition, c'est que la roue remplit le rôle de volant en raison de sa masse et que, d'autre part, un arrêt brusque se produisant, le mercure continue à tourner en dépensant la force vive qu'il possède, sans aucun risque pour les organes du distributeur. Tout l'entretien du moteur consiste à tenir les paliers légèrement huilés et les pièces en état de propreté.

Dans un modèle construit par les Ateliers des Postes et Télégraphes le lancement de la roue phonique s'effectue au moyen d'une manivelle à débrayage automatique et la roue est pleine, mais doublée d'un volant de bronze monté à frottement doux sur l'axe commun.

Electro-diapason. — L'électro-diapason est constitué par deux lames d'acier L, L′ (fig. 239) flexibles et soigneusement calibrées encastrées fortement dans une culasse K ; à chacune de leur extrémité libre est fixée une armature de fer doux et une masse P, P′, destinée à modifier leur période propre de vibration. En outre, les lames sont pourvues de ressorts-lames R, R¹ portant un contact pouvant s'appliquer sur les vis de butée v, x, y, z.

Les masses P, P′ donnant aux lames une fréquence de 27 oscillations simples à la seconde, et la roue phonique comptant 9 dents, la vitesse de rotation obtenue est de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

180 tours à la minute, c'est la vitesse réglementaire de régime adoptée au Baudot. Pour modifier cette vitesse afin de l'harmoniser avec celle du poste correspondant, on fait varier la longueur de la partie vibrante des lames L, L'. On sait, d'ailleurs, que la fréquence des vibrations d'une lame élastique ou des vibrations d'un pendule, sont en raison inverse de la longueur de ces objets. Le résultat désiré est obtenu au moyen d'un chariot C, muni de deux ressorts *r*, *s*, s'appuyant sur les lames et susceptible de se

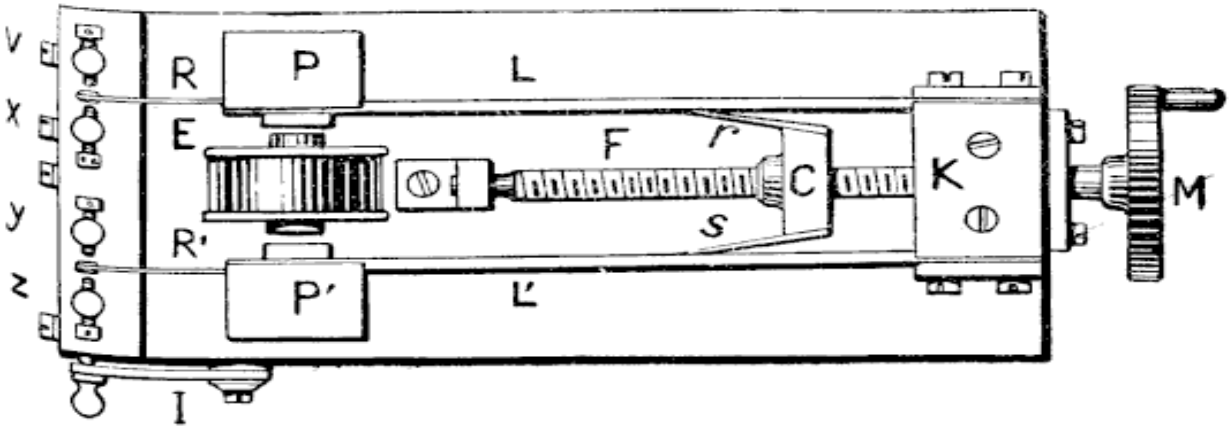


Fig. 239.

déplacer sur une tige filetée F, manœuvrée par une manivelle M. Si l'on tourne cette manivelle dans le sens de la marche des aiguilles d'une montre, le chariot se rapproche du point d'encastrement, la longueur de la partie vibrante grandit et la fréquence de vibration diminue. La manœuvre inverse de la manivelle, produit la diminution de la partie soumise à la vibration et la fréquence augmente. Chaque vibration simple déterminant une émission dans un des électro-aimants du moteur et celui-ci faisant avancer la roue phonique de la valeur d'une dent, on voit finalement que la manœuvre de la manivelle aura pour conséquence une augmentation ou une diminution de la vitesse de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rotation du moteur, selon le cas. La course totale du chariot permet une variation de quatre tours à la minute (1).

La bobine excitatrice E (fig. 239 et 240) destinée à l'entretien du mouvement vibratoire est en relation d'une part, avec un pôle, le positif, par exemple, d'une source électrique débitant le courant continu sous une tension de 110 volts et, d'autre part, avec la vis butée *z*. Le massif de l'appareil est relié par l'intermédiaire d'un interrupteur

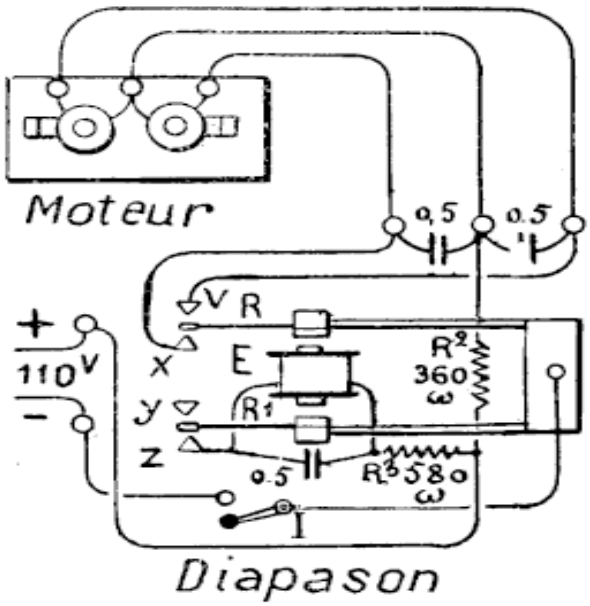


Fig. 240.

à manette I avec l'autre pôle de la source, le négatif, et les vis *v* et *x* sont en communication chacune avec l'enroulement d'un électro-aimant inducteur du moteur, dont la sortie est rattachée, comme la bobine excitatrice, au pôle positif.

Si, après avoir rapproché les deux branches du diapason,

(1) Un modèle de diapason employé par l'Administration des Télégraphes français permet une variation de 140 à 306 tours à la minute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on les lâche brusquement, elles entrent en vibration. La lame R, quand elle vient au contact de la vis z, ferme le circuit de la bobine excitatrice, les armatures sont attirées et les deux branches convergent. Mais ce mouvement ayant pour effet de rompre le circuit de la bobine excitatrice, les branches se redressent, divergent et le ressort revient de nouveau fermer le circuit d'excitation. C'est le fonctionnement d'une sonnerie à trembleur. Le passage du ressort R^1 de la vis φ à la vis x et vice-versa, ferme également tantôt le circuit d'un inducteur, tantôt celui de l'autre inducteur.

Afin d'éviter les étincelles produites par les extra-courants de fermeture et de rupture, tous les électro-aimants sont shuntés par un condensateur de 0,5 micro-farad. Pour amener le courant d'alimentation à la valeur convenable, des résistances R^2, R^3, ont été intercalées sur les prises. Condensateurs et résistances sont logés à l'intérieur d'un socle en bois supportant l'appareil. Quand on désire arrêter le fonctionnement du diapason et du moteur Lacour, il suffit de couper le courant au moyen de la manette I.

En dehors de la mise en harmonie de la vitesse avec celle du correspondant, il n'y a pas de réglage du diapason. On donne, une fois pour toutes aux vis de butée φ, x, y, z, une position telle que les ressorts R et R^1 ne touchent ni l'une, ni l'autre, quand ils sont au repos et que leur jeu soit très restreint. Ceci a pour but de diminuer l'amplitude des vibrations, condition indispensable pour qu'elles soient isochrones.

Le contact entre ressorts et vis de butée s'établissant et se rompant par friction à cause de la flexion que subissent les ressorts lorsqu'ils s'appuient sur les vis, il y a un nettoyage continuel des faces en contact ; cette disposition jointe à la neutralisation des extra-courants par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les condensateurs, fait que les contacts restent propres et que l'entretien de l'appareil est nul.

Diapason nouveau modèle. — Le type que nous venons

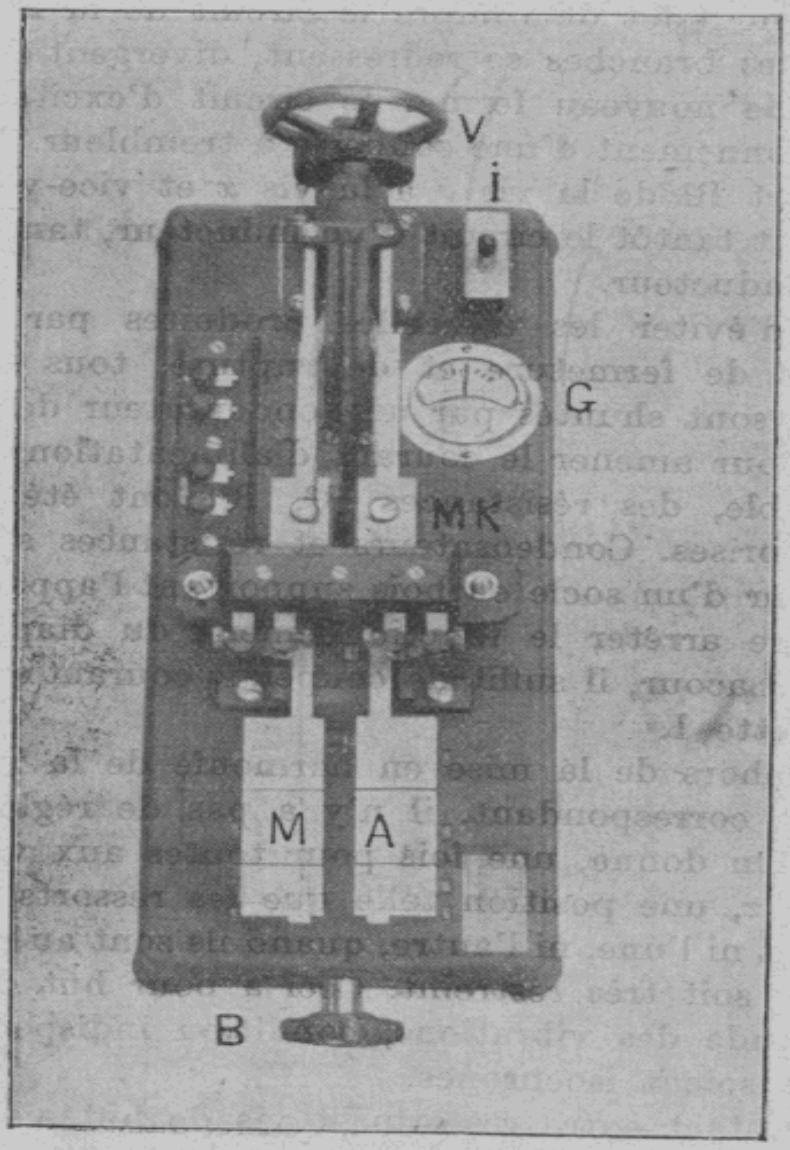


Fig. 241.

de décrire ayant donné lieu à quelques mécomptes et ne fournissant pas d'ailleurs une gamme de vitesses suffisam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment étendue, la Société des Ateliers J. Carpentier construit actuellement un modèle plus robuste et capable de réaliser une gamme de 90 à 400 révolutions des balais du distributeur, à la minute.

La figure 241 montre l'aspect du diapason. Les masses additionnelles en bronze MA, placées sur les branches, permettent des vitesses de 175 à 400 tours par minute. Pour les vitesses entre 175 et 90 t. p. m., les masses sont de plomb. De plus des masses de culasse MK se déplacent par la manœuvre soit du bouton cannelé B ou par le volant V. La variation de vitesse qu'on peut obtenir en marche par cette manœuvre est de six à huit t. p. m. Les communications intérieures sont les mêmes que celles de l'ancien modèle ; les résistances en série sur les condensateurs de 0,5 microfarad, sont de 200 ohms. Afin de rendre plus facile le réglage des vis de butée V et X (fig. 240) pour l'alimentation du moteur phonique, un galvanomètre différentiel G a été placé sur le socle de l'appareil. Lorsque le jeu est suffisamment serré et que les émissions sont d'égale durée sur chaque butée, l'aiguille du galvanomètre reste très voisine du zéro avec des élongations égales de part et d'autre de ce point. Un interrupteur bipolaire I sert à établir ou bien à couper le courant d'alimentation (110 volts).

RÉGULATEUR DOIGNON-MENDONÇA-D'OLIVEIRA

Ce nouveau régulateur dû à la collaboration de deux télégraphistes portugais, MM. Mendonça et d'Oliveira avec M. Doignon, constructeur d'appareils télégraphiques, a été adopté par l'Administration des Télégraphes français. Il s'adapte au Baudot et même au Hughes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Principe et description. — Dans ce système, la force motrice n'est appliquée à l'axe du socle du distributeur Baudot que dans la mesure nécessaire à la mise en marche et au maintien de la vitesse de régime. Et c'est le régulateur qui constitue l'organe de liaison entre le moteur et l'appareil d'utilisation, c'est-à-dire le distributeur dans la circonstance.

Le moteur M — (il peut être d'un type quelconque) — (fig. 242) transmet son mouvement à une poulie conique, P folle sur son axe et tournant concentriquement, sans le toucher, autour d'un arbre A^1 prolongeant l'axe du socle

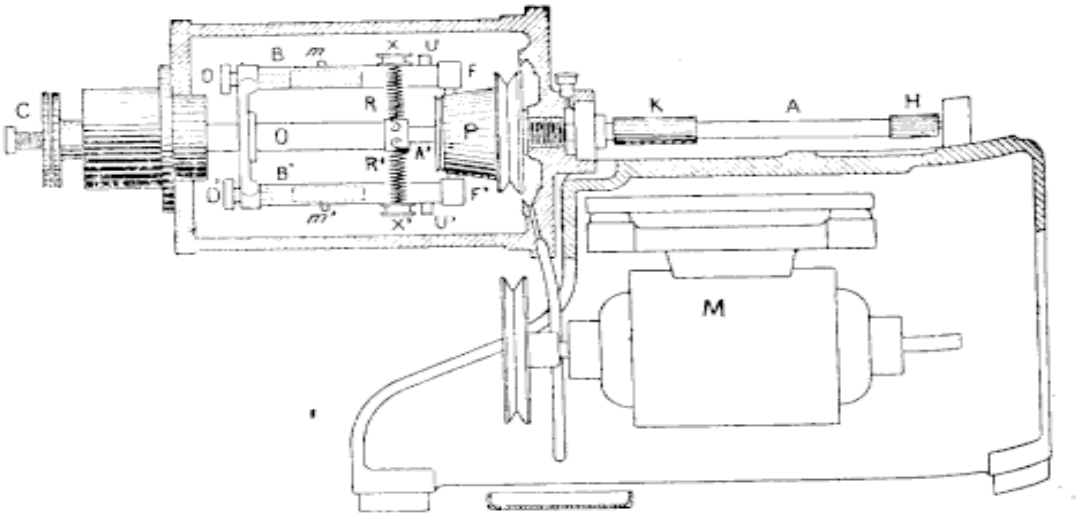


Fig .242.

du distributeur. L'arbre A^1 porte le régulateur et ne participe au mouvement de la poulie folle que par l'intermédiaire du régulateur dont les deux bras B, B^1, viennent appliquer leurs frotteurs F, F^1, sur la poulie grâce à l'action de deux paires de ressorts à boudin R, R^1. La tension de ces derniers est réglée de façon à dominer l'effort contraire de la force centrifuge tant que la vitesse de régime choisie n'est pas atteinte. A partir de ce moment la pression des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

frotteurs étant suffisamment affaiblie, ils glissent sur le cône de la poulie et l'axe ne reçoit plus qu'une impulsion atténuée et proportionnelle au glissement des frotteurs.

En somme, contrairement au principe du régulateur Baudot qui introduit ou supprime des résistances additionnelles pour maintenir le mouvement uniforme, le régulateur D. M. O. ne prend sur la poulie folle commandée par le moteur, que l'impulsion nécessaire à l'entretien de la vitesse de régime. A condition que la poulie folle tourne toujours à une vitesse supérieure à celle de régime, c'est le travail

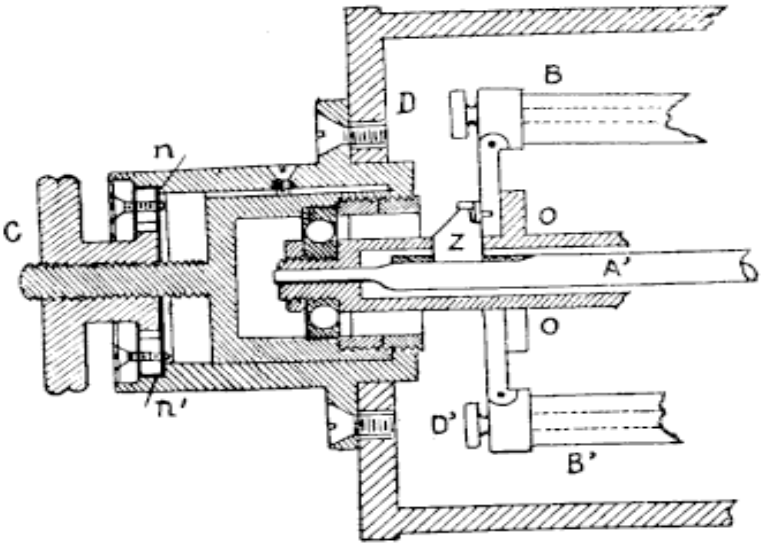


Fig 243.

fourni par le glissement qui équilibre le travail résistant de l'appareil : Si le travail résistant diminue, le glissement augmente et *vice-versa*.

La tension aux bornes du moteur (courant alternatif ou courant continu) peut varier de 35 % et le travail résistant de l'appareil d'utilisation, de 100 %, sans que la vitesse choisie subisse de perturbation.

D'autre part le régulateur est solidaire de l'arbre A

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans son mouvement de rotation, mais il est possible de le déplacer dans le sens longitudinal sur cet arbre sous l'action du bouton molleté C. A cet effet le régulateur est porté par un manchon O (fig. 243) s'enfilant sur l'arbre ; il en est rendu solidaire dans le mouvement de rotation au moyen d'une clavette Z pénétrant dans une rainure de l'arbre.

En raison de cette disposition les frotteurs peuvent s'appuyer sur des rayons plus ou moins grands du cône de la poulie, ce qui permet de faire varier en marche la vitesse de régime : plus le rayon est grand, plus la vitesse est forte et inversement. La marge de vitesse est de 30 tours environ à la minute. Les masses *m* et *m'* (fig. 242), logées dans l'in-

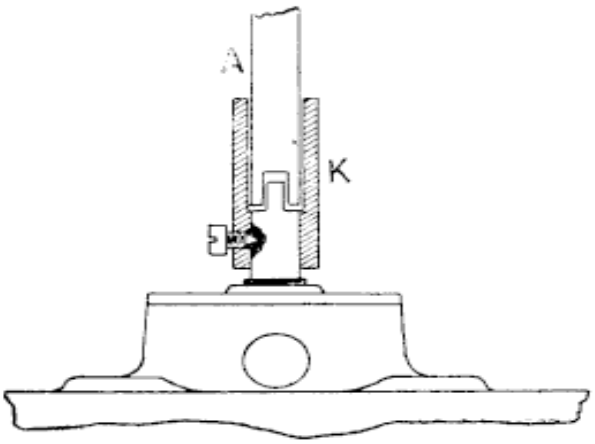


Fig. 244.

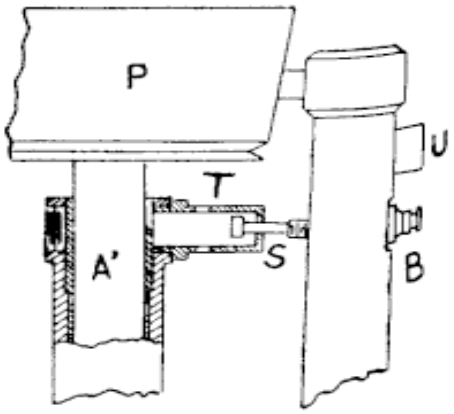


Fig. 245.

térieur des bras porte-frotteurs sont commandées par les boutons D et D¹ et se déplacent à volonté dans leur logement. Elles servent à équilibrer exactement l'action de chacune des deux paires de ressorts R, R¹.

L'axe du socle du distributeur pourvu du pignon hélicoïdal A (fig. 244) communique le mouvement de rotation aux organes de la cage du distributeur. Il est accouplé à l'arbre du régulateur A¹ au moyen d'un manchon K dont la figure 244 donne le détail de l'articulation intérieure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Afin de limiter l'écartement des bras porte-frotteurs en cas de rupture d'un ressort, chaque bras possède une petite tige S (fig. 245) terminée par une tête s'engageant dans une douille T et faisant corps avec le manchon portant les bras porte-frotteurs.

Théorie élémentaire. — Appelons φ la vitesse de la poulie folle, vitesse proportionnelle à celle du moteur M, ω la vitesse de l'arbre A^1, vitesse proportionnelle à celle des bras porte-balais du distributeur.

Si nous mettons le moteur en marche, nous constatons au départ que le régulateur tourne à la même vitesse que la poulie folle, sans glissement des frotteurs ; puis à partir d'une certaine valeur de φ, nous constatons que les frotteurs glissent sur la poulie folle et que ω reste constant, quelque grande que soit la valeur de φ. Cette valeur de φ à partir de laquelle il y a glissement des frotteurs est la valeur critique de φ, valeur au-dessous de laquelle φ ne doit pas descendre pour que le régulateur tourne à vitesse constante. On explique ce phénomène de la façon suivante :

Une partie du travail moteur Tm est transmise par le frottement du régulateur au distributeur : le travail de frottement Tf est constant, si le travail résistant Tr du distributeur est constant. L'autre partie du travail moteur constitue le travail de glissement Tg, qui se perd en chaleur. On a :

$$\mathrm{T}m = \mathrm{T}f + \mathrm{T}g \text{ avec } \mathrm{T}f = \mathrm{T}r.$$

La théorie montre que si Tr est constant, la vitesse de l'arbre mené, c'est-à-dire la vitesse du distributeur reste rigoureusement constante. Si le travail résistant Tr varie dans de notables proportions (50 % environ), il en résulte pour ω une variation excessivement petite, qui n'influence pas en pratique la valeur de ω et qui est très largement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compensée par une fréquence plus ou moins grande des battements de la correction.

Enfin, la théorie et l'expérience montrent que la vitesse ω de l'arbre mené est indépendante de ρ, c'est-à-dire que la vitesse du moteur peut augmenter indéfiniment ou diminuer jusqu'à la valeur critique de ρ, sans que la vitesse ω en soit affectée.

Ce sont ces deux phénomènes qui permettent de donner à cet appareil le nom de régulateur ; phénomènes qui sont :

Insensibilité pratique aux variations de travail résistant ;

Insensibilité absolue aux variations de vitesse du moteur, c'est-à-dire aux variations du travail moteur.

Enfin, la théorie montre que lorsque le rayon de la poulie folle sur laquelle s'appuient les frotteurs augmente, la vitesse ω augmente et inversement. On a utilisé cette propriété en faisant la poulie P conique ; grâce à la vis C (fig. 242 et 243) on peut avancer ou reculer le régulateur sur cette poulie conique, c'est-à-dire augmenter ou diminuer le rayon en question. On peut donc ainsi faire varier la vitesse en marche. L'appareil construit actuellement permet de faire varier de 30 tours la vitesse des bras porte-balais du distributeur.

Vérification mécanique. — S'assurer après les avoir décrochés que les bras porte-frotteurs sont parfaitement libres dans leur articulation avec le minimum de jeu. Si ce dernier était trop grand, il se produirait une torsion de l'ensemble des bras, ce qui pourrait occasionner une friction de la pièce de sécurité S (fig. 245) dans son logement, d'où diminution de la sensibilité du régulateur.

Veiller à ce que le pignon hélicoïdal A soit libre dans son palier et dans le manchon de raccordement (fig. 244).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les roulements à billes doivent être doux. Les démonter, nettoyer et vérifier, dans le cas contraire. Cependant il est recommandé de ne pas démonter les roulements de la poulie folle ou, si c'est absolument indispensable, d'agir avec les plus grandes précautions. Vérifier le serrage des écrous des roulements.

Le bouton de réglage C (fig. 242 et 243) doit être assez dur pour ne pas se dérégler en marche. Dans ce but sa base porte sur des cuirs formant friction sur l'écrou de réglage. On obtient une compression plus forte des cuirs (*n n'* fig. 243) en desserrant légèrement les vis XI, X2, X3, X4

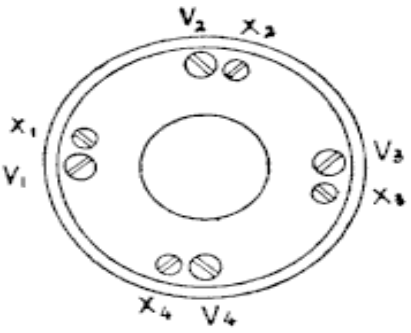


Fig. 246.

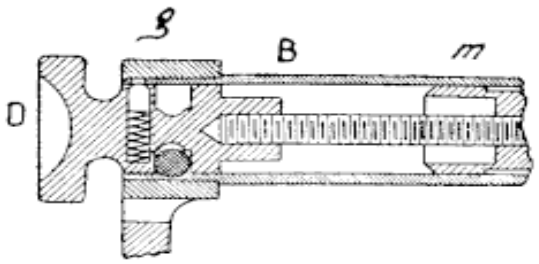


Fig. 247.

et en vissant à bloc les vis V1, V2, V3, V4 (fig. 246). On atteint ces vis par un trou pratiqué dans le bouton de réglage C.

En cas d'usure on peut changer la chemise amovible du cône. Dans ce cas, s'assurer que la nouvelle pièce tourne parfaitement « rond ». On s'en rend compte en faisant tourner le cône sous l'action du moteur et en présentant, sur sa surface préalablement enduite d'une très légère couche de sanguine délayée dans de l'huile, une pointe de crayon de façon à l'effleurer très légèrement.

Vérifier les petits crans d'arrêt g et g^1 des douilles D et X (fig. 247 et 248). Si ces douilles étaient mal fixées par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

crans, il pourrait se produire un déplacement des masses m m' et une différence de tension des ressorts R, R^1.

Pose et réglage des frotteurs. — Les frotteurs sont livrés à la forme cylindrique. Il est nécessaire de leur faire épouser la forme du cône de la poulie. Procéder comme suit :

Détacher les quatre ressorts. Par le bouton de réglage, faire venir les frotteurs *sur la partie inférieure du cône.*

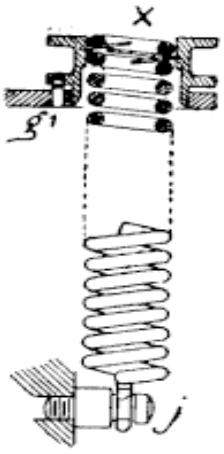


Fig. 248.

Poser sur le cône la râpe tronconique fournie avec chaque régulateur, la maintenir avec une main et de l'autre provoquer un mouvement de va-et-vient au frotteur jusqu'à ce qu'il épouse complètement la forme de la râpe. Faire de même pour le deuxième frotteur. Enlever la râpe et accrocher les ressorts.

Pour que le régulateur fonctionne dans de bonnes conditions, il faut que les masses soient bien centrées. Il a été prévu deux petits bossages U et U′ (fig. 242) sur chaque branche porte-frotteur. Ces bossages serviront à vérifier la longueur des frotteurs, puis ensuite la tension des ressorts.

Pour vérifier la longueur des frotteurs, procéder comme suit : Prendre un tournevis par exemple, le présenter en face d'un bossage en s'appuyant sur le corps du régulateur. Pour faciliter l'opération et obtenir plus de sûreté, on pourra s'appuyer aussi sur le couvercle du régulateur.

Maintenir solidement le tournevis en le faisant toucher le bossage U que l'on amènera en face. Faire faire demi-tour pour présenter le bossage U^1 de l'autre branche en ayant bien soin de ne pas déplacer le tournevis.

En général, on constatera qu'un bossage touche le tour-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nevis tandis que l'autre passe librement. On marquera à la craie celui qui est le plus long. On détachera les quatre ressorts et on râpera le frotteur le plus long jusqu'à ce que les deux bossages touchent également le tournevis.

Quand on aura obtenu ce résultat les masses seront à égale distance du centre de rotation. Il ne restera plus qu'à équilibrer la tension des ressorts pour que la condition précédente soit également obtenue en marche.

Réglage du régulateur. — Pour faire le réglage du régulateur, il y a deux conditions à remplir : équilibrer la tension des ressorts sur les deux bras et obtenir la vitesse désirée.

1° *Equilibrage des ressorts.* — On place les frotteurs au milieu du cône et de préférence en avant. On aura ainsi une marge de réglage dans les deux sens quand le régulateur sera réglé.

Sur les bras porte-frotteurs, les masses mobiles m, m', seront placées au milieu de leur déplacement total.

On commence par tendre aussi également que possible les quatre ressorts en faisant en sorte que les oscillations soient parellèles. Il sera bon d'accrocher les ressorts sur les goupilles de façon que les crochets soient en sens inverse (fig. 242). Les quatre ressorts étant accrochés, on pourra mettre le régulateur en marche. On présentera avec précaution un morceau de craie tendre en face des bossages et on règlera la tension des ressorts jusqu'à ce que la craie marque également les deux bossages U, U'.

2° *Obtenir la vitesse de régime.* — A ce moment, on placera un distributeur sur le socle du régulateur et on comptera la vitesse de rotation de l'arbre. Si la vitesse est trop faible, on tendra également les quatre ressorts en vissant les quatre douilles X (fig. 242). On se rendra compte du nombre de crans qui passent sur la goupille g' (fig. 248) et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

on tournera également les quatre douilles. On recommencera la vérification avec la craie et on équilibrera jusqu'à ce que les deux bossages touchent également la craie. Puis on observera la vitesse de nouveau. Si celle-ci est trop forte, on dévissera également les quatre douilles, on contrôlera à nouveau à la craie le centrage des bossages et ainsi de suite jusqu'à ce que la vitesse désirée soit obtenue en même temps que le centrage des bossages.

Pour parfaire le centrage des bossages, on pourra en dernier lieu agir sur les masses mobiles des bras en observant que si on rapproche la masse de l'axe de pivotement du bras, cela revient au même que si on détendait les ressorts du bras correspondant. Ce réglage ne devra se faire qu'en dernier lieu et sur une petite échelle.

Pour tendre les ressorts, il suffit de tourner la douille en tendant à la dégager de son cran d'arrêt. Il faudra donc tirer sur la douille en même temps qu'on la tourne. Avec le pouce et l'index de l'autre main, on peut soulager la pression du ressort sur la douille pour en faciliter la rotation. En tournant la douille, on entraîne le ressort et son anneau d'accrochage se présente légèrement en biais sur sa goupille d'accrochage ; avant le réglage définitif, il sera bon de détordre les ressorts et d'assurer une position bien droite des œilletons sur la goupille d'accrochage J (fig. 248).

Graissage. Nettoyage. — Le régulateur proprement dit comporte trois points principaux de graissage. Le graissage du palier arrière de l'axe du socle doit être fait deux ou trois fois par jour avec de l'huile Baudot. Opérer de même pour le graissage du roulement arrière de l'arbre A′ ; mettre trois à quatre gouttes dans le graisseur. Le graissage du roulement avant est moins nécessaire ; il serait suffisant de graisser ce roulement tous les trois ou quatre jours.

Tous ces graissages peuvent se faire en marche. Toute-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fois, il est recommandé de graisser de temps en temps à l'arrêt le roulement arrière et autant que possible une fois par jour. Il est également recommandé de graisser ce roulement si un bruit de sifflement anormal se produisait pendant la marche. L'excès d'huile provenant de ce graissage s'écoule par un tube.

Il sera bon de graisser légèrement de temps en temps les axes de pivotement des bras du régulateur, ceci plus pour éviter la rouille que pour faciliter le pivotement.

Deux fois par jour, graisser les paliers du moteur.

Le régulateur doit être tenu en bon état de propreté et particulièrement la poulie conique qu'il est bon d'essuyer de temps en temps avec un chiffon propre mais pouvant être très légèrement gras. Si la poulie conique était oxydée par exemple, on pourrait la nettoyer au papier émeri huilé. A cet effet, décrocher les ressorts en maintenant les bras écartés par deux boulettes de papier, par exemple, introduites entre l'axe et les bras.

Prendre la précaution d'envelopper les frotteurs avec du papier pour éviter toute projection d'émeri sur les frotteurs. Mettre le moteur en marche et toucher le cône avec du papier émeri fin, en prenant soin de lui imprimer sans arrêt un mouvement de va-et-vient dans le sens de l'axe. On évitera ainsi de provoquer des rayures circulaires sur le cône.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMANDE DIRECTE DES APPAREILS

Afin d'éviter aux opérateurs la fatigue occasionnée par le remontage du poids moteur, au moyen de la pédale, on a imaginé le remontoir automatique qui, sous l'action d'un moteur électrique remonte le poids dès qu'il est sur le point d'atteindre le bas de sa course.

Mais l'intermédiaire du remontoir et celui du socle lui-même absorbent en pure perte une partie de l'énergie fournie par la source électrique. Aussi a-t-on songé depuis longtemps déjà à l'application directe de la force motrice sur les organes du traducteur ou du distributeur ou tout au moins, à supprimer le remontoir et les rouages inutiles du socle.

Différentes solutions ont été réalisées ; elles peuvent se classer en deux catégories, suivant que l'attaque du moteur a lieu sur l'axe principal du traducteur ou sur un axe du socle, soit le cinquième, soit le sixième.

Le premier procédé a été employé pendant quelques années au Poste central télégraphique de Paris. Il est utilisé actuellemment sur toutes les installations Baudot en usage en Angleterre. Le type unique comporte un socle amovible, plat portant tout à la fois le traducteur et le moteur électrique ; ce dernier, au moyen d'une courroie de transmission, agit sur une poulie montée sur l'axe du combinateur, dans la partie faisant saillie à l'extérieur de la platine postérieure du traducteur Le socle renferme aussi un interrupteur et un rhéostat de 55 ohms, permettant d'obtenir de petites modifications de la vitesse e régime. Le moteur est du type série, bipolaire ; l'induit est enroulé en tambour ; la résistance totale de cet en-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roulement est de 120 ohms. Au démarrage, le moteur absorbe un watt trois dixième sous 40 volts.

Le procédé de commande par un axe du socle est appliqué en Italie et en France. Dans le premier pays la poulie recevant l'impulsion du moteur est fixée sur l'axe du modérateur, dont le montage a été modifié en conséquence. Le modèle français est représenté par la figure 249. Le moteur électrique est indépendant et posé sur la table de manipulation, à côté du socle. On s'est servi des socles-moteurs à poids hors de service pour constituer les socles-moteurs de commande directe. Le remontoir à pédale, l'axe du maître mobile, les deuxième, troisième et quatrième axes ont été supprimés. Le cinquième axe a été prolongé à l'extérieur du socle, à travers les boiseries qui le garnissent, et pourvu d'une poulie en aluminium. Le mouvement est transmis par un pignon du cinquième axe au sixième qui, seul, n'a pas été modifié.

La consommation du moteur en marche est d'environ 15 watts ; la tension du réseau d'alimentation est de 70 volts. Un interrupteur et un rhéostat complètent le dispositif. Le rhéostat a une résistance totale d'environ 60 ohms qu'on peut faire varier par portion de 3 ohms.

La commande directe du distributeur est effectuée d'une manière identique. Mais pour le bon fonctionnement de cet organe, il importe que la source d'énergie soit constante. Afin, sans doute, d'échapper à cet inconvénient, l'office britannique a conservé la commande au poids pour les distributeurs.

Indépendamment de l'économie d'énergie qu'on obtient par ce procédé, on bénéficie encore d'une grande simplification des installations ; celles-ci se trouvent allégées d'un matériel coûteux, pesant et encombrant. En outre, les appareils deviennent amovibles et peuvent être établis sur des tables basses d'un modèle quelconque.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'inconvénient du système, c'est qu'on est tributaire d'une source électrique et que tous les appareils d'une station peuvent être immobilisés en cas d'arrêt de la fourniture du courant. Cependant il est facile de parer à cette éventualité en faisant usage d'une batterie d'accumulateurs de secours.

COMMANDE DIRECTE PAR ALTERNOMOTEUR SYNCHRONE AUTORÉGULATEUR

Considérations générales. — Ce système s'applique à la mise en phase et au maintien du synchronisme entre le distributeur et les traducteurs d'une même installation. Il est basé sur le principe de l'alternomoteur synchrone. C'est M. Grunenwald, agent mécanicien à la vérification du matériel (Ateliers des Postes et Télégraphes) qui l'a conçu et entièrement réalisé.

Un aimant *n*, *s* (fig. 250) pouvant tourner autour d'un axe O, placé au centre d'un inducteur circulaire *i*, est soumis à l'action d'un champ magnétique dès que les spires de l'inducteur sont parcourues par un courant suffisamment intense, et prend une position telle que ses pôles viennent en regard des pôles de nom contraire de l'inducteur. Si, avant le moment où les quatre pôles vont se trouver en présence, le courant alimentation de l'inducteur est inversé par un procédé quelconque, les lignes de force du champ subissent un changement de direction ; l'aimant, en raison de la vitesse acquise et aussi de la répulsion des pôles, conséquence de la permutation, dépasse la position d'équilibre et continue son mouvement pour que ses pôles soient orientés convenablement dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouvelle direction des lignes de force du champ inducteur. La rotation de l'aimant ne peut s'amorcer que si celui-ci est lancé à une vitesse voisine de celle de l'inversion des polarités de l'inducteur.

Quand ce résultat est atteint, on dit que le moteur est « accroché » et il est possible alors de faire varier la vi-

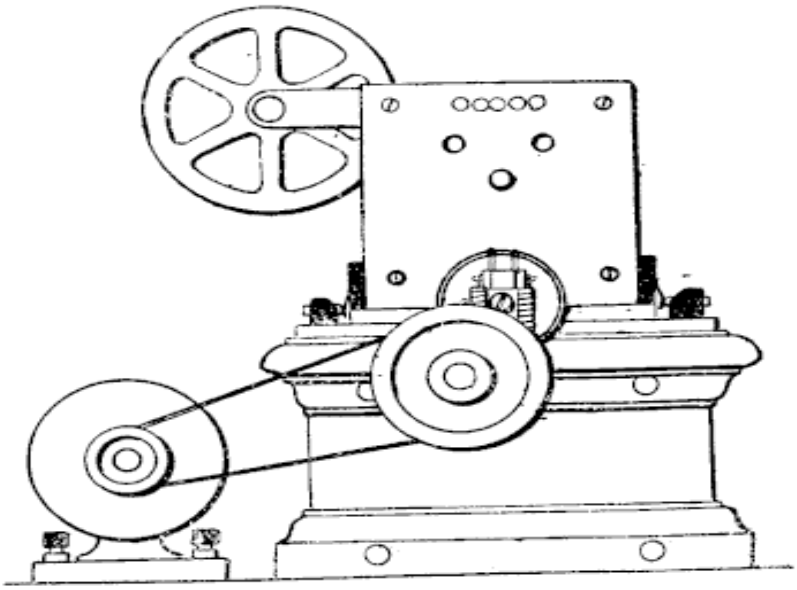


Fig. 249.

tesse de l'électromoteur en modifiant la fréquence des inversions. En somme la rotation de l'induit reste en synchronisme avec celle du champ magnétique inducteur.

Dans ces appareils, l'induit est fixe ou mobile suivant que l'inducteur est lui-même mobile ou fixe. On donne le nom de *stator* à la partie fixe et celui de *rotor* à celle qui se déplace sous l'action électro-magnétique. Le rotor est constitué par un électro-aimant ou un aimant ; dans le premier cas, le rotor est monté en série ou en dérivation dans le circuit de l'inducteur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Description. — Dans le système Grunenwald, l'induit constitué par la bobine *s* (fig. 250) est fixe et l'inducteur mobile ; les deux parties sont montées en série, c'est-à-dire que le courant d'alimentation parcourt successivement les enroulements du rotor et du stator. Le sens du courant dans le premier est toujours le même ; mais dans le second, le courant change de sens à chaque demi-révolution par l'action d'un inverseur monté sur l'axe *c*, *d*, (fig. 234) placé dans le prolongement de l'axe principal du distributeur de l'installation ; il est mû par l'équipage des bras porte-balais au moyen d'un accouplement mécanique dit « à toc » constitué par une manivelle *m* solidaire de l'axe *c*, *d*, sur laquelle agit une goupille *g* implantée dans la vis mâchoire d'un des bras porte-balais. Ce montage laisse aux deux organes accouplés, inverseur et bras porte-balais, une indépendance complète et une inamovibilité instantanée nécessaires au réglage et à l'entretien.

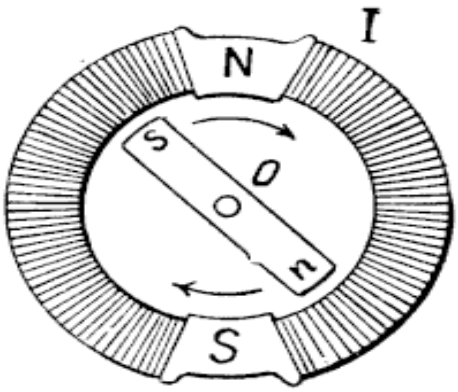


Fig. 250.

L'inversion est obtenue à l'aide de deux bagues de cuivre *q*, *q'* montées sur un noyau isolant en fibrine ; elles sont pourvues d'une expansion latérale interceptant un angle de 90°, de manière à opérer entre les lames-ressorts, 1, 2, 3 et 4, les liaisons électriques nécessaires, en temps voulu. Il y a sur l'axe *c*, *d*, autant de paires de bagues que l'installation comporte de secteurs, chaque paire agissant sur quatre lames flexibles reliées aux circuits à permuter. Les étincelles de rupture, à la commutation, sont évitées par l'emploi d'un condensateur de deux microfarads, intercalé entre les lames 2 et 4.

– Le rotor est solidaire d'un disque de bronze P. En raison

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de sa masse, l'ensemble constitue un volant régulateur ; il est monté sur l'axe du combinateur au moyen d'une clavette cylindrique s'engageant dans une rainure de l'axe, la position angulaire du rotor est déterminée par construction. La fixation de l'ensemble, dans le sens longitudinal, est réalisée par un serrage extensible formé par une vis conique s'enfonçant en bout et servant à ouvrir l'axe qui porte, à cet effet, trois fentes dans le sens de sa longueur. Un roulement annulaire à double rangée de billes constitue le palier de l'axe du côté du moteur. Le courant d'alimentation trouve accès dans l'enroulement du rotor par l'intermédiaire de deux couronnes isolées k, k', sur lesquelles frottent deux cylindres de charbon, sous la pression des ressorts φ, φ', communiquant avec le circuit d'alimentation.

La bobine du stator S est fixée par deux vis au fond d'un boîtier, dans un évidement parfaitement centré. Le boîtier se fixe par deux équerres sur la platine postérieure du traducteur et recouvre entièrement le moteur ; il protège non seulement les organes, mais encore, en raison de la conductibilité du métal dont il est formé et de son étendue en surface, il joue le rôle de radiateur et l'effet Joule ne peut produire d'action nuisible sur les enroulements du rotor et du stator ; ceux-ci ont d'ailleurs été construits de façon à supporter sans dommage une élévation de température pouvant dépasser 100 degrés.

La figure 251 permet de suivre l'itinéraire des courants dans la position où l'inverseur établit la communication électrique entre les lames 1 et 4, d'une part, et 2 et 3, d'autre part. Partant de la borne positive du circuit d'alimentation, le courant arrive à la réglette de droite du traducteur (non représentée sur la figure), passe par l'interrupteur i, le ressort φ, l'une des couronnes k, l'enroulement du rotor r, l'autre couronne, le ressort φ', la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réglette de droite (plot arrière), les ressorts 1 et 4 de l'inverseur, par la bague q, revient ou traducteur (réglette de gauche, premier plot arrière) la borne b, l'enroulement du stator, la borne b', la réglette de gauche du traducteur (septième plot avant), les ressorts 2 et 3 de l'inverseur, par la bague q', la borne négative du circuit d'alimentation.

Quand, sous l'action de la goupille g sur la manivelle m l'inverseur aura opéré une demi-révolution sur son axe, le courant sera inversé dans le stator parce que le ressort 1 sera isolé du 4 et couplé avec le 2, tandis que le 3 sera relié au 4.

Le moteur synchrone bipolaire possédant la propriété particulière de conserver aux deux mobiles en mouvement, axe du distributeur et axe du traducteur, une orientation déterminée et invariable dans l'espace, le fermeur de frein et sa came deviennent sans objet. L'orientation qu'ils permettaient pour obtenir que la came-navette soit le plus loin possible de l'aiguillage au moment où les électro-aiguilleurs sont susceptibles d'être actionnés, se réalise, dans le système Grunenwald, au moyen des bagues de l'inverseur. A cet effet, chaque paire de bagues peut prendre 12 positions par rapport à l'axe des bras porte-balais. La position des paires de bagues sur l'axe c, d, est fixée par une goupille isolée dont elles sont pourvues et qui s'engage dans un des douze trous d'un disque solidaire de l'axe ou dans ceux du noyau isolant d'une autre paire de bagues. Il convient de remarquer que ce nombre 12 est commun multiple des nombres de secteurs des différents types de plateau de distributeur. La came-navette se trouvant au point le plus bas de sa trajectoire lorsque le pôle sud du rotor est également au pied de la verticale passant par son axe de rotation, la position des bagues doit être telle que les ressorts 1 et 4 appuient sur le milieu de l'expansion de la bague q au moment où le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

balai de première couronne se trouve au milieu du secteur desservi par le traducteur considéré.

La marge d'orientation est telle qu'un traducteur peut desservir deux secteurs voisins sans modification, en ayant soin seulement d'orienter les bagues correspondantes de telle façon qu'elles soient dans la position indiquée plus haut au moment où le balai de la première couronne est entre les deux secteurs à desservir. Il est également

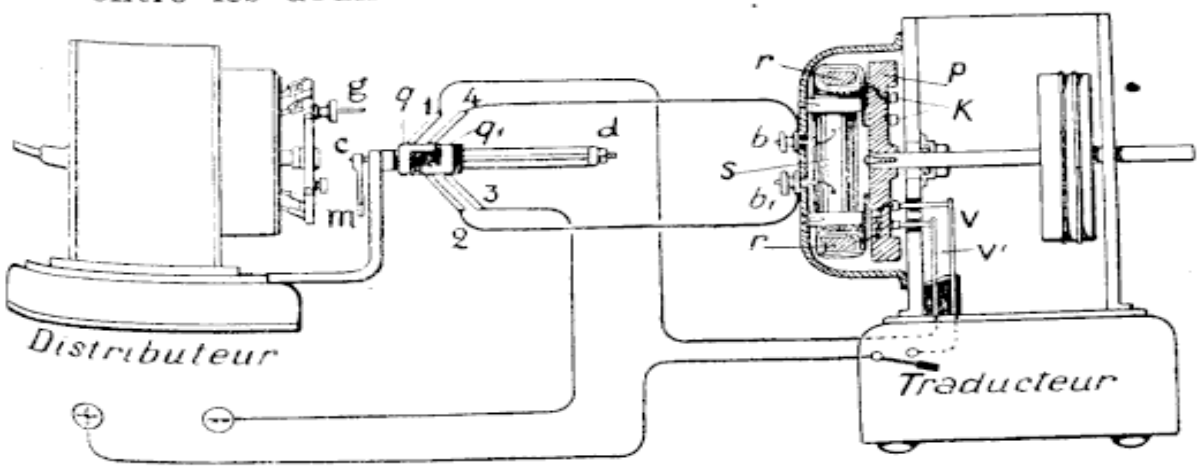


Fig 251.

possible d'opérer successivement la réception des quatre secteurs d'un quadruple sur un seul traducteur en conservant cette dernière orientation pour les secteurs 2 et 3, par exemple, et en inversant les polarités du stator, c'est-à-dire l'entrée et la sortie de l'enroulement, quand on doit recevoir par les deux autres secteurs (1 et 4). Si cette manœuvre était nécessaire, il suffirait de placer un commutateur entre les ressorts 4 et 2 et les bornes *b* et *b*, pour opérer la permutation désirée.

La vitesse peut varier en marche, sans aucun inconvénient pour la réception, entre 100 et 300 tours par minute, même si le traducteur est en plein fonctionnement. Ce dernier appareil supporte parfaitement d'ailleurs la vitesse maxima indiquée ci-dessus. Aux essais on a pu atteindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

320 tours avec un fonctionnement correct ; mais il a paru convenable de rester au-dessous de cette limite afin de conserver une marge de sécurité. Pour faciliter le travail de l'inversion de la roue des types, celle-ci a été allégée par des découpures opérées entre la périphérie et le centre. Une manette a été ajoutée à cette même roue pour le lancement de l'appareil lors de la mise en marche.

Les enroulements du stator et du rotor ont une résis-

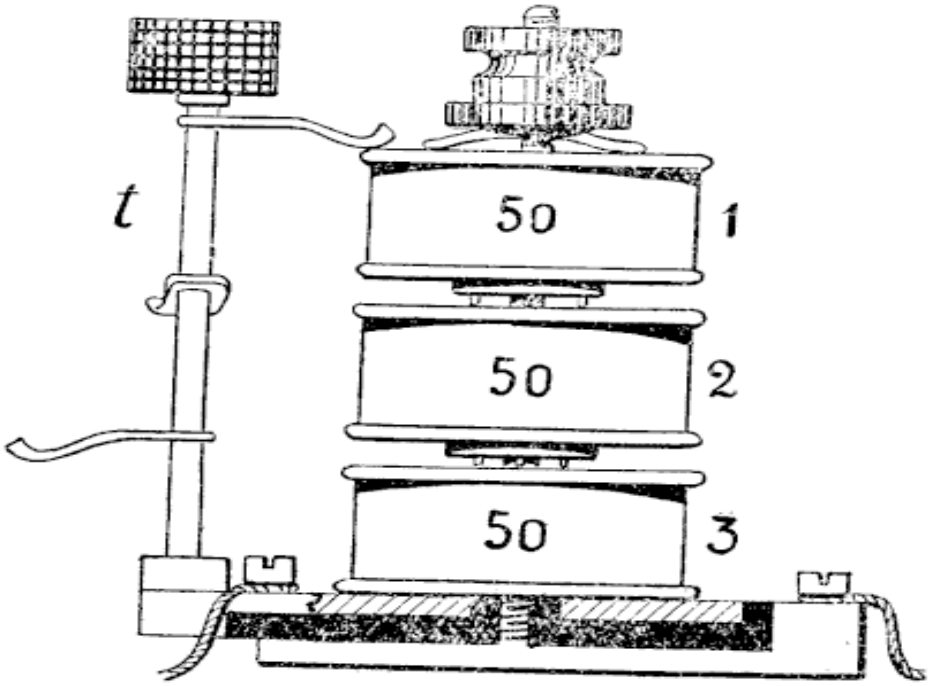


Fig. 252.

tance égale : chacun 100 ohms. Les bobinages peuvent être établis pour un courant d'alimentation fourni sous une tension de 20 à 240 volts. L'intensité moyenne absorbée est comprise entre 100 et 250 milliampères, suivant la vitesse de rotation.

L'appareil est très peu sensible aux variations de la source d'alimentation. Au cours des essais, des chutes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tension atteignant 50 0/0 ont été parfaitement supportées. Cependant dans les stations où le courant industriel employé est susceptible de fortes variations, on peut utiliser un rhéostat du modèle administratif, dont la résistance est réglable au moyen de prises sur les joues des bobines. La figure 252 montre cette disposition. Les bobines empilées sur le même axe sont toutes trois en série lorsqu'aucune lame de contact de la tige verticale *t* n'est en prise avec les bobines : c'est la résistance maxima (150 ohms). Si la lame supérieure appuie sur la joue de la bobine la plus élevée, les trois bobines sont en court-circuit et la résistance est nulle. Si la lame 2 est en contact avec la bobine correspondante, la bobine 1 est seule en court-circuit et la résistance est de 50 ohms ; enfin lorsque le contact est établi entre la lame 3 et la bobine inférieure la résistance est celle des bobines 1 et 2 en série, soit 100 ohms.

Avantages. — Ce système supprime tout l'appareillage encombrant des socles-moteurs : engrenages, chaînes, poids-moteur, remontoirs, courroie, organes de régulation et de freinage ; et surtout les réglages que ces organes exigeaient, notamment celui du synchronisme entre distributeur et traducteurs. La vitesse de ces derniers étant fonction de celle du distributeur, il devient facile de prendre à volonté une vitesse de travail appropriée à l'état de la ligne en service, lorsqu'on emploie la transmission automatique. L'appareil est d'une propreté remarquable non seulement par suite de la disparition des organes énumérés ci-dessus mais encore parce que la partie motrice n'exige aucun graissage. Il est, d'autre part absolument amovible et peut se placer sur n'importe quelle table et à n'importe quel emplacement de celle-ci, n'étant relié au distributeur que par un câble souple à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dix conducteurs. L'alternomoteur fonctionne sans bruit et sans trépidation et sa consommation est très faible : 8 à 10 watts-heure environ. L'ensemble ne comporte aucun réglage ni à l'arrêt, ni en marche et la mise en phase qui exige 40 à 50 révolutions avec les anciens procédés à freinage, se réalise en 2 ou 3 tours de manivelle. Enfin les contacts de la troisième couronne n'étant plus utilisés deviennent disponibles pour d'autres applications.

En somme le système par l'ensemble de ces qualités primordiales conformes aux exigences de la machine moderne constitue un remarquable progrès de la technique télégraphique.

SYSTÈME BAUDOT-VERDAN

Principe. — L'emploi des appareils imprimeurs typographiques et notamment ceux à synchronisme dans les communications par télégraphie sans fil a été longtemps à peu près impossible ; c'était l'action des parasites atmosphériques qui apportait des perturbations dans le fonctionnement des appareils. De nombreux dispositifs de protection, par des moyens électriques, ont été essayés pour neutraliser l'effet des parasites, mais sans grand succès. Ce n'est qu'en 1925 qu'une solution présentée par M. Verdan, sous-ingénieur, à la Direction régionale des P. T. T. à Strasbourg, donna des résultats vraiment encourageants. Au lieu d'utiliser des combinaisons de filtres ou une syntonie aussi rigoureuse que possible, l'inventeur chercha la solution dans une élimination mécanique des ondes perturbatrices.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le principe en est le suivant. Un signal ne peut être enregistré à l'arrivée qu'après avoir été confirmé une ou deux fois par la réception d'un ou de deux autres signaux semblables expédiés à intervalles déterminés. Ainsi un premier signal émis par un distributeur Baudot est envoyé dans l'antenne de T. S. F. et en même temps emmagasiné dans un groupe d'électro-aimants. Ce signal est répété après trois révolutions des balais par l'action automatique du groupe, d'une part dans l'antenne et d'autre part dans un autre groupe qui réexpédie une troisième fois le signal après trois nouvelles révolutions des balais.

A l'arrivée une disposition analogue existe. La combinaison émise au premier tour des balais du distributeur de départ est enregistrée par un premier groupe d'électro-aimants dont les armatures préparent la réception dans un deuxième groupe d'électro-aimants. Au quatrième tour du distributeur d'arrivée, cette première répétition est emmagasinée dans le deuxième groupe d'électro-aimants qui, à leur tour, grâce à la disposition de leurs armatures ouvrent un chemin à la seconde répétition vers les électro-aiguilleurs chargés de produire l'impression du caractère correspondant à la combinaison reçue. Lorsque la seconde répétition a lieu, les émissions du relais passent par les armatures des électro-aimants des groupes et atteignent normalement les aiguilleurs, par les contacts de première couronne du distributeur.

Dans ces conditions, pour qu'une onde parasite tronque définitivement le signal émis il faudrait qu'elle se manifestât exactement à l'instant précis de la réception d'un même élément du signal, au premier, au quatrième et au septième tour des balais du distributeur d'arrivée. L'expérience et le calcul des probabilités montrent que cette coïncidence est très rare et pratiquement négligeable.

Des expériences furent faites entre Nice et Ajaccio, en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1925 puis, un an plus tard, entre Paris et Tananarive (10.000 kilomètres). Dans cette dernière expérience, un Baudot triple installé au Central Radio de Paris, actionnait par fil les appareils de T. S. F. de la station de Croix d'Hins. Les ondes captées par une station située aux environs de Tananarive à 1.800 mètres du Poste Central Radio, étaient renvoyées dans un Baudot triple installé dans ce dernier poste. Ces expériences révélèrent des défectuosités de réalisation. Mais, en dépit de l'imperfection des appareils des milliers de mots furent enregistrés à peu près correctement, alors que des réceptions comparatives faites simultanément sur un Baudot non pourvu du dispositif de protection et même sur un Morse, étaient par moments indéchiffrables.

Après de nouveaux perfectionnements suggérés par les nconvénients constatés, l'inventeur arriva enfin à la réalisation mécanique que nous allons décrire et qui fut exécutée et complétée par les Ateliers J. Carpentier.

Description. — Les postes Baudot-Verdan construits actuellement sont organisés pour effectuer une ou deux répétitions d'un premier signal émis dans l'antenne à des intervalles de 5/3 de seconde. Cet espace a été choisi en tenant compte des caractéristiques de fonctionnement des appareils Baudot et de la durée moyenne des parasites. Suivant l'état atmosphérique, on peut transmettre : sans dispositif de protection, avec une seule répétition ou enfin avec deux répétitions. Les plateaux de distributeur comportent 32 segments, 6 secteurs de 5 contacts et 2 segments pour l'envoi ou la réception des courants correcteurs. Les secteurs sont utilisés au moyen de commutateurs de façon à donner : six transmissions sans répétition (180 mots à la minute) ; trois transmissions répétées une fois chacune (90 mots à la minute) ; deux transmissions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

répétées deux fois (60 mots à la minute). Le sens de la transmission est unilatéral, c'est-à-dire que, dans chaque poste, l'installation sert entièrement pour la transmission ou pour la réception.

Les divers organes d'une installation Baudot, distributeurs, manipulateurs, traducteurs sont connus. Nous ne décrirons que l'organe de protection antiparasitaire. Celui-ci est appelé contacteur ou répéteur différé.

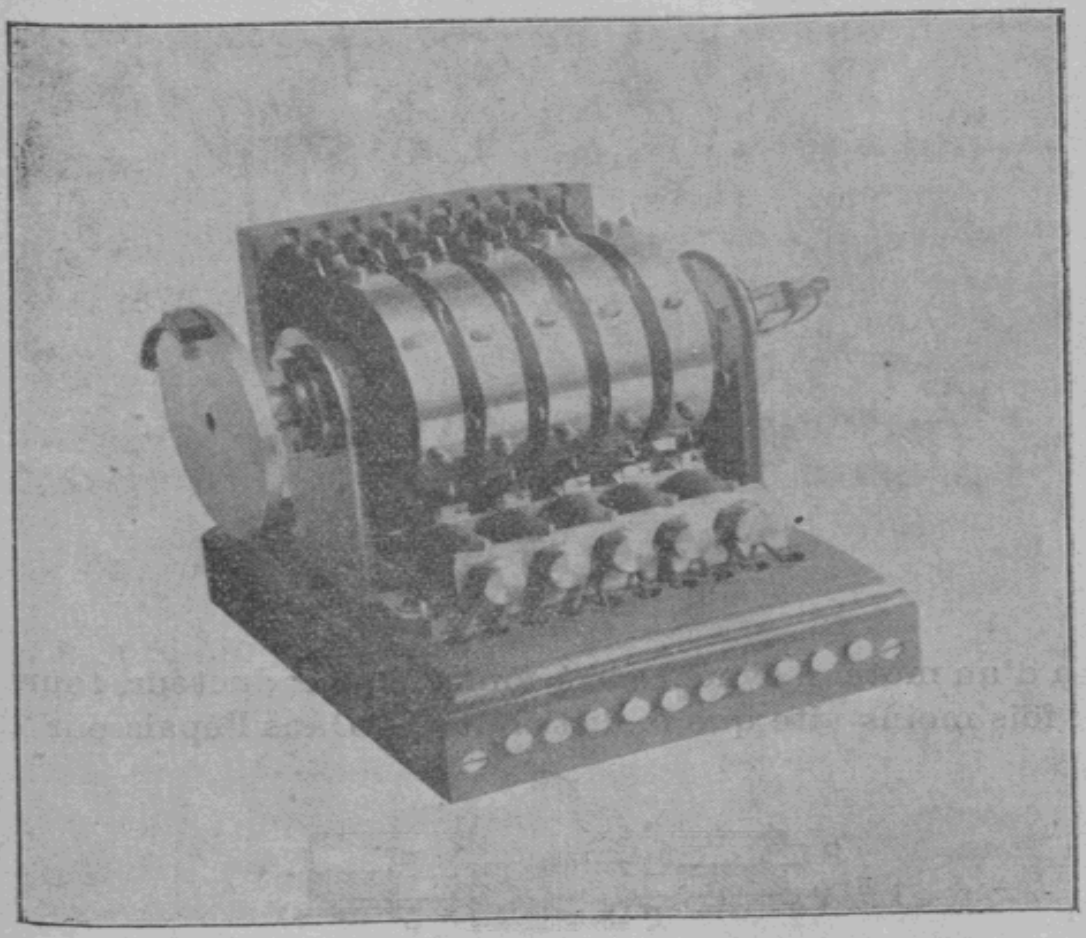


Fig. 253.

Contacteur différé. — Les contacteurs des deux postes correspondants sont identiques, mais leurs fonctions diffèrent. Au départ, ils servent à la répétition automatique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des signaux tous les 5/3 de seconde : à l'arrivée ils assurent le filtrage des éléments de signaux de façon à éliminer tout parasite qui ne se serait pas manifesté trois fois de suite, à 5/3 de seconde d'intervalle, sur le même moment de la combinaison à recevoir.

Le contacteur différé comprend 5 disques parallèles clavetés sur un même arbre (fig. 253). Ce dernier, sous l'ac-

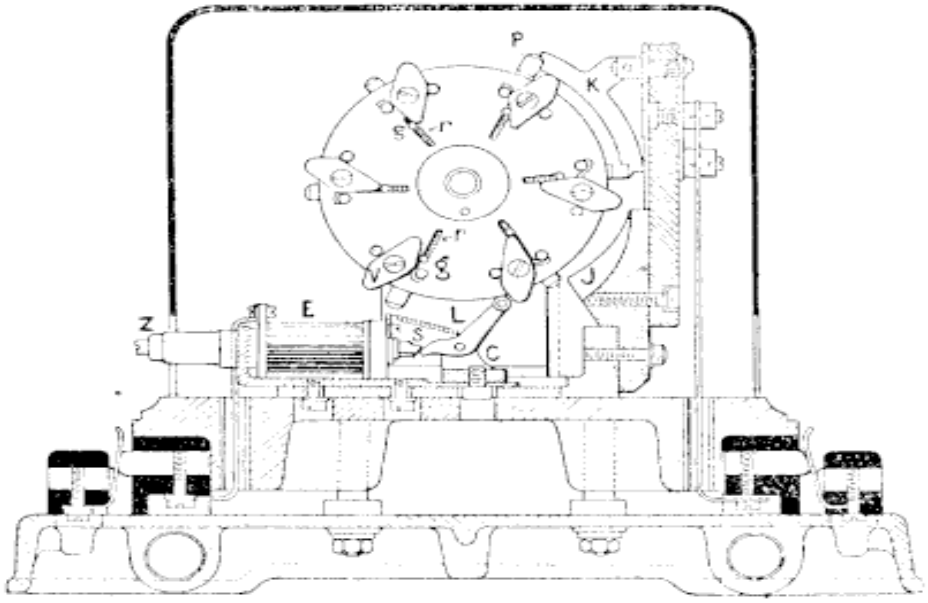


Fig. 254.

tion d'un moteur synchronisé comme un traducteur, tourne six fois moins vite que le distributeur. Dans l'épaisseur de

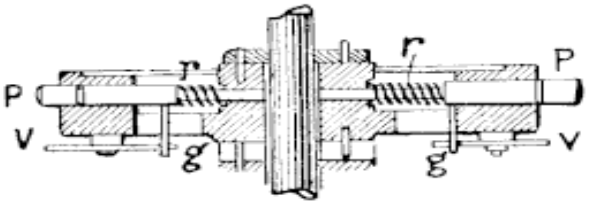


Fig. 255.

chaque disque sont logés dans le sens de rayons espacés de 60 degrés, six pistons P (fig. 254 et 255) poussés vers la périphérie des disques par un ressort à boudin. Chacun de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces pistons porte une goupille *g* qui passant par une ouverture latérale du disque, fait saillie à l'extérieur, et peut être rencontrée par une pièce V appelée verrou oscillant. Ce verrou peut se déplacer d'un angle limité par deux butées et il est maintenu au repos contre une butée par un ressort, enroulé sur son axe. Les pistons sont susceptibles d'occuper deux positions : ils font saillie prononcée sur la périphérie du disque et, de ce fait, établissent une communication électrique lors de leur passage entre deux lames conductrices K (la figure 254 n'en montre qu'une) ; ou ils sont rentrés dans le disque, en comprimant leur ressort à boudin *r*, et ils ne peuvent plus atteindre les lames K et par suite, celles-ci restent isolées l'une de l'autre.

Les pistons sont libérés par l'action du noyau plongeur S, d'un électro-aimant E placé au-dessous de chacun des disques. Au repos, c'est-à-dire quand le noyau plongeur émerge au maximum de la bobine de l'électro-aimant, le bec terminant le noyau soutient un levier pivotant L par sa plus courte branche et maintient par suite, l'autre extrémité du levier à quelque distance de la périphérie du disque, de façon que les verrous oscillants au repos ne puissent atteindre un galet porté par cette extrémité du levier.

Lorsqu'un courant passe dans la bobine, le noyau plongeur s'enfonce dans la bobine en déprimant un ressort à boudin logé dans la culasse et réglable par la vis Z ; son bec se dérobe alors sous le levier pivotant dont le galet vient au contact de la périphérie du disque et force le premier verrou oscillant qui se présente à tourner un peu autour de son axe en comprimant son ressort de rappel (position de la figure 254). Dans ce mouvement, le verrou oscillant qui s'appuyait par sa partie opposée sur la goupille *g* du piston, et empêchait celui-ci d'émerger sur la tranche du disque, lâche la goupille et libère le piston qui, sous l'action de son ressort à boudin *r*, fait saillie hors du disque. En

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

même temps le verrou oscillant ne pouvant plus se déplacer puisqu'il est arrivé contre sa butée de travail, force à son tour sur le galet du levier de pivotage, l'oblige à lui livrer passage et à venir s'embecqueter sur le noyau plongeur.

La chape C supportant le levier pivotant est susceptible de déplacement : on peut la rapprocher ou l'éloigner de l'électro-aimant afin de régler l'embectage du levier et du noyau plongeur.

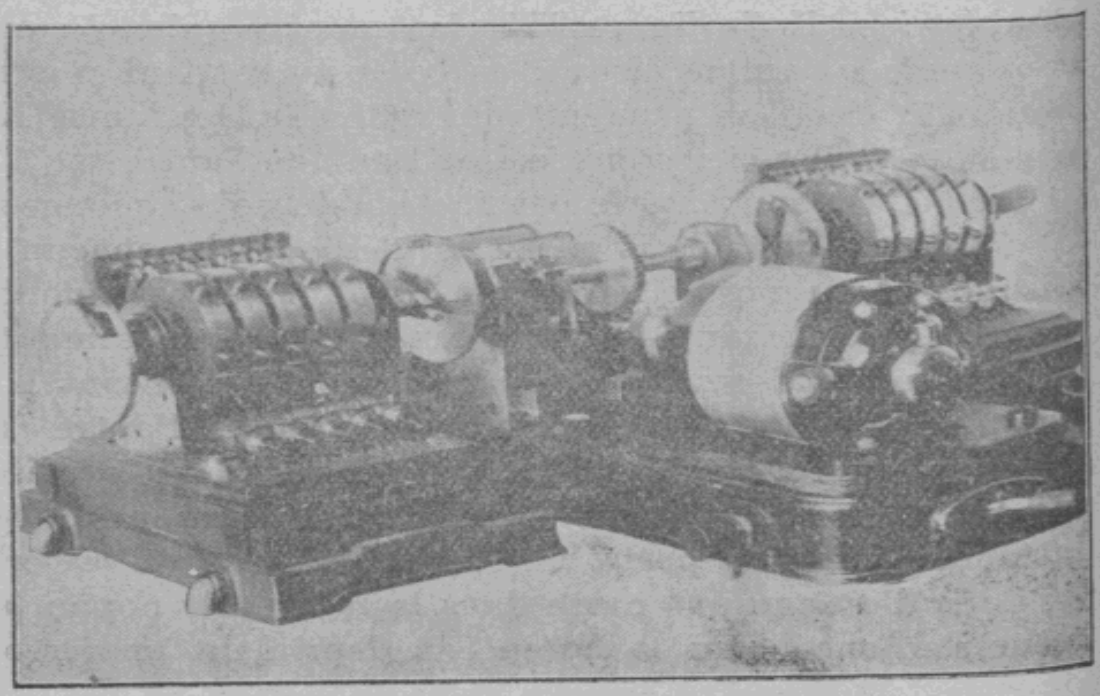


Fig. 256.

La fig. 256 représente deux contacteurs accouplés sur un moteur commun. Celui-ci est synchronisé par un électro-frein et possède un fermeur de frein actionné par une came à 6 lobes pour tenir compte du rapport 6/1 entre les vitesses de rotation de l'axe du distributeur et celui des contacteurs différés. Un modérateur monté en bout d'axe du moteur assure l'uniformité du mouvement de rotation.

Le contacteur différé se place sur un socle portant les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

communications fixes ; la liaison avec les circuits intérieurs de l'appareil s'effectue au moyen de ressorts-lame, absolument comme dans un traducteur Baudot.

Fonctionnement du contacteur différé. — Au départ, les combinaisons des 5 signaux élémentaires du code Baudot formées par le manipulateur, passent dans la deuxième et la cinquième couronne. Le secteur correspondant de cette dernière est relié aux appareils de T. S. F. émetteurs, d'une part, et à un premier contacteur, d'autre part. Le fonctionnement des électro-aimants du contacteur détermine le déclanchement des verrous oscillants et par suite la sortie des pistons. A ce moment les émissions de travail de la combinaison sont figurées par les pistons émergeant sur les cinq disques et placés sur une même génératrice du cylindre, formé par l'ensemble des cinq disques. Elle reste ainsi enregistrée pendant les 5 /6 de la rotation de l'axe du contacteur puis, effacée par la came de rappel des pistons. Mais, au préalable, les pistons émergeant, lors de leur passage entre les deux lames de contact K, ont fermé chacun un circuit comprenant une source électrique commune et aboutissant à un segment de deuxième couronne du distributeur. Dans le même temps les balais frottent sur les segments et les courants passent dans un secteur de la cinquième et, de là, dans le relais d'émission de la T. S. F. et le second contacteur. Il s'est alors écoulé 5 /3 de seconde entre la première et la deuxième émission dans l'antenne.

Le deuxième contacteur fonctionne exactement comme le premier et provoque une troisième émission dans l'antenne.

Les deux contacteurs agissent au départ comme des retransmetteurs automatiques. La longueur des lames de contact donnant une certaine marge dans la position rela-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tive des pistons des contacteurs et celle des balais du distributeur, le synchronisme entre les deux appareils peut être approximatif.

A l'arrivée, la première combinaison reçue dans un secteur est réexpédiée dans un premier contacteur qui l'enregistre avec les signaux parasites en faisant sortir les pistons correspondants. Supposons, par exemple, que la combinaison T (1er, 3e et 5e moments) soit enregistrée avec un parasite au 4e moment. Le contacteur fera saillir un piston sur les disques 1, 3, 4 et 5, ce qui correspond à la lettre Q. En même temps que ces pistons passeront entre les lames contact K, la deuxième réception de la combinaison T aura lieu dans un secteur du plateau différent du premier. Par exemple, si la première réception a eu lieu sur sur le 3e secteur, la deuxième arrivera sur le 2e.

En outre, les paires de lames contact K de chaque disque du premier contacteur sont reliées de la façon suivante. Dans chaque paire, une lame est rattachée à un contact de 2e couronne et l'autre lame contact est reliée à l'entrée d'un électro-aimant du deuxième contacteur, de telle façon que, pour le premier disque, une lame communique avec le segment 1 du deuxième secteur, alors que la deuxième lame donne l'entrée du premier électro-aimant du contacteur nº 2 et ainsi de suite pour les 4 autres disques : le disque 2, avec le segment 2 du secteur et l'électro 2 du contacteur nº 2, etc...

Par conséquent, lorsque les pistons sortis sur le contacteur nº 1 seront entre les lames contact, les émissions du deuxième secteur, pris comme exemple, seront dirigées respectivement dans les électro-aimants du contacteur Nº 2. Les pistons 1, 3 et 5 étant sortis, les éléments de la combinaison T passeront et viendront agir sur les électro-aimants correspondants du contacteur Nº 2. Si un élément parasite se présentait au deuxième segment du secteur, il

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ne pourrait passer parce que le deuxième piston n'étant pas sorti, la liaison des lames K qui permettrait l'issue vers le contacteur N° 2, n'existe pas.

En ce qui concerne le 4e élément survenu en parasite dans la combinaison T, deux hypothèses peuvent se présenter : ou bien aucun parasite ne tombera de nouveau sur le 4e segment du secteur de réception du plateau et le 4e piston du premier contacteur fermera un circuit qui ne sera pas utilisé : la réception sera correcte sur le contacteur N° 2 ; ou bien un élément parasite tombera encore sur le 4e segment du secteur et dans ce cas le contacteur N° 2 enregistrera aussi la combinaison Q pour celle de la lettre T. Un nouveau fltrage dans le contacteur 2 des courants provenant d'un troisième secteur du distributeur (ce serait, dans l'exemple que nous avons pris, le secteur 1 du plateau) assurera l'élimination des deux parasites à condition que cette troisième réception n'ait pas encore été tronquée sur le 4e élément.

On voit que le contacteur ne permet pas l'action de nouveaux parasites quand une précédente réception du signal a été bonne en tout ou en partie. De plus, pour qu'un parasite subsiste après trois réceptions, il faudrait que par 3 fois, à 5/3 d'intervalle, un parasite se soit manifesté sur le même moment d'une combinaison : ce cas est d'une probabilité excessivement faible.

Protecteur de correction. — Les courants de correction en raison de leur fonction spéciale ne peuvent être soumis à des répétitions analogues à celle des combinaisons des cinq signaux élémentaires du code. Cependant les parasites tombant au moment où la correction ne doit pas avoir lieu ou prolongeant un courant correcteur pourraient amener une perte de synchronisme au moins momentanément.

Le protecteur de correction imaginé et construit par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ateliers J. Carpentier a pour but précisément de pratiquer un filtrage spécial des courants correcteurs correspondant à celui des signaux ordinaires.

Principe. — L'électro-correcteur n'est pas relié directement au contact mobile. Entre ces deux organes est intercalé le protecteur de correction qui s'oppose au battement de l'électro-correcteur tant que trois courants de correction consécutifs n'auront pas été transmis par le contact mobile.

A ce moment la correction s'effectue et les balais sont décalés d'un angle plus grand que celui qu'ils peuvent regagner en 3 révolutions. Il est donc nécessaire pour cela que la différence des vitesses du correcteur et du corrigé soit faible : pour obtenir ce résultat la correction sera convenable quand elle s'effectuera une fois tous les cinq tours, en admettant qu'il n'y ait pas de parasites.

Fonctionnement. — Le schéma 257 indique la disposition du protecteur de correction. Tant qu'il n'arrive pas de courant sur le contact mobile, l'armature de l'électro B verrouille celle de l'électro A et la maintient sur travail. Le commutateur F est fermé et à chaque tour, l'armature de l'électro C recevant un courant de la troisième couronne fonctionne et libère le bâtonnet D s'il ne l'était déjà. Quand un courant normal ou parasite tombe sur le contact mobile, l'électro B débloque l'armature de A qui bat peu après sous l'action d'un courant émis par un deuxième contact de la troisième couronne ; l'armature au moyen de son cliquet Q, fait avancer le bâtonnet d'une dent vers la gauche en déprimant son ressort ; elle se verrouille et ferme le circuit de l'électro C en revenant à sa position primitive.

Au tour suivant, si aucun courant n'arrive sur le contact mobile, cela indique que celui du tour précédent était un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parasite. L'électro B n'étant pas actionné, l'électro C fonctionne peu après et laisse revenir le bâtonnet à sa position initiale sous l'effort de son ressort ; l'électro A ne peut agir et les organes se retrouvent dans leur position de départ.

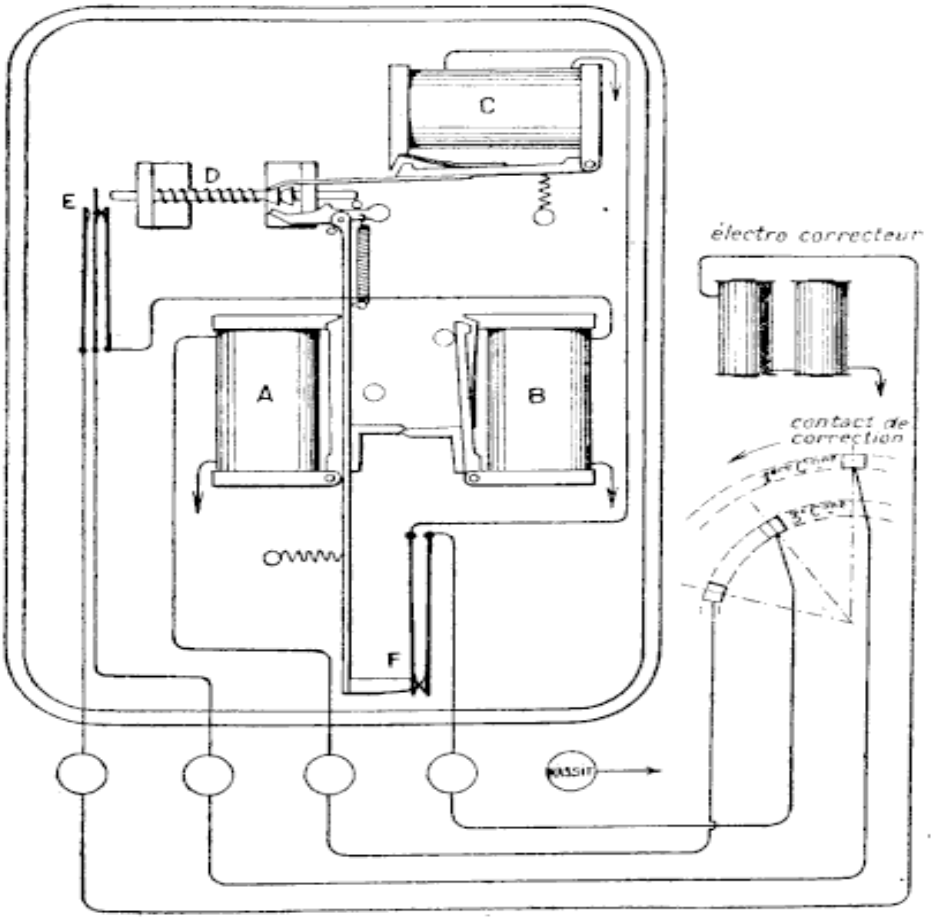


Fig. 257.

Si, au contraire, un courant arrive au contact mobile aussitôt après que le bâtonnet s'est avancé d'une dent vers la gauche, l'électro B fonctionne et libère l'armature de A qui, agissant à son tour, fait avancer le bâtonnet d'une seconde dent, coupe le circuit de C et se verrouille.

Dans ce mouvement le bâtonnet est venu pousser la lame médiane du commutateur E, ce qui a pour effet de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couper la communication du contact mobile avec B et de l'établir avec l'électro-correcteur.

Si maintenant un troisième courant correcteur survient au tour suivant, il atteint l'électro-correcteur et la correction s'opère.

TÉLÉGRAPHIE MULTIPLEX PAR COURANTS ALTERNATIFS

L'instabilité des lignes télégraphiques ou téléphoniques aériennes, du fait qu'elles sont constamment exposées aux intempéries, a conduit à l'emploi de conducteurs groupés en câbles souterrains. D'autre part, pour échapper aux graves perturbations occasionnées par les courants de traction électrique, on se trouve dans l'obligation de travailler sur des circuits entièrement métalliques au télégraphe et d'abandonner l'utilisation si économique du retour par la terre. Le capital engagé pour l'établissement des câbles souterrains étant considérable, il importait, afin d'arriver à une exploitation rémunératrice, de rechercher des moyens d'augmenter le rendement des conducteurs. C'est ainsi que différentes administrations télégraphiques et téléphoniques européennes ou américaines ont été amenées à reprendre l'étude du système de transmission multiplex par courants alternatifs déjà connu depuis longtemps par les travaux d'Elisha Gray, par les résultats pratiques de Mercadier, repris et perfectionnés par Magunna. Mais, à l'époque de ces essais, il y a 25 ans, la science électrique ne possédait pas les moyens puissants que nous connaissons actuellement. L'emploi des lampes triodes a permis en effet de résoudre le problème d'une façon très satisfaisante.

Le principe de la méthode est le suivant. Etant donné que plusieurs courants alternatifs de fréquences suffisam-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment éloignées peuvent coexister sur un même conducteur sans se confondre, il est possible grâce à un filtrage ou sélection à l'arrivée de les recevoir dans des récepteurs distincts et, par suite, de réaliser plusieurs communications indépendantes les unes des autres. Lorsque l'impédance des lignes le permet on peut utiliser des courants de haute fréquence. Mais comme les nouveaux câbles souterrains sont destinés au Téléphone, ils sont pupinisés pour les fréquences vocales. Dans ces conditions, pour échanger à travers ces câbles des messages télégraphiques, il était indispensable de choisir des fréquences audibles un peu supérieures à la fréquence moyenne téléphonique. C'est ce qui a fait donner aux systèmes ainsi réalisés les noms de télégraphie harmonique, de télégraphie à fréquence audible ou musicale.

La gamme des fréquences employées varie suivant l'importance de la pupinisation, ce qu'on appelle la charge du câble. Avec une charge mi-lourde, par exemple, la gamme s'étend de 800 à 2.000 périodes, soit, en radians par seconde (voir préliminaires N° 35) des pulsations, ω, de 5.000 à 12.000. En laissant entre les fréquences adoptées un écart assez grand pour disposer d'une marge de sélection suffisante, on arrive par ce procédé à superposer 6, 8, 10 et même 12 communications sur une même paire ou sur une quarte de conducteurs souterrains.

Une installation de Télégraphie multiplex comprend essentiellement, au départ, un émetteur d'oscillations électriques, alternateur ou lampe triode oscillatrice et un relais d'un type quelconque, pourvu qu'il soit sensible et rapide, qui découpe les ondes électriques de la source suivant le rythme des signaux télégraphiques. Ce relais peut être actionné par n'importe quel genre d'appareil télégraphique : Morse, Hughes, Wheatstone, Baudot, Siemens Murray, etc. A l'arrivée les oscillations sont d'abord amplifiées, puis

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sélectionnées et détectées ; ces différentes opérations étant effectuées par des lampes triodes. Finalement le courant amplifié et détecté agit sur un relais télégraphique qui répète les signaux dans l'appareil télégraphique récepteur. L'installation du poste comprend autant d'émetteurs et de récepteurs électroniques que de communications unilatérales. Il existe actuellement trois systèmes de transmission multiplex à fréquence harmonique : celui de la Standard Electric Corporation (Etats-Unis), celui de Siemens (Allemagne) et celui de la Société d'Etudes pour liaisons télégraphiques et téléphoniques à longue distance (S. E. L. T.) (France). Nous décrirons ce dernier à titre d'exemple.

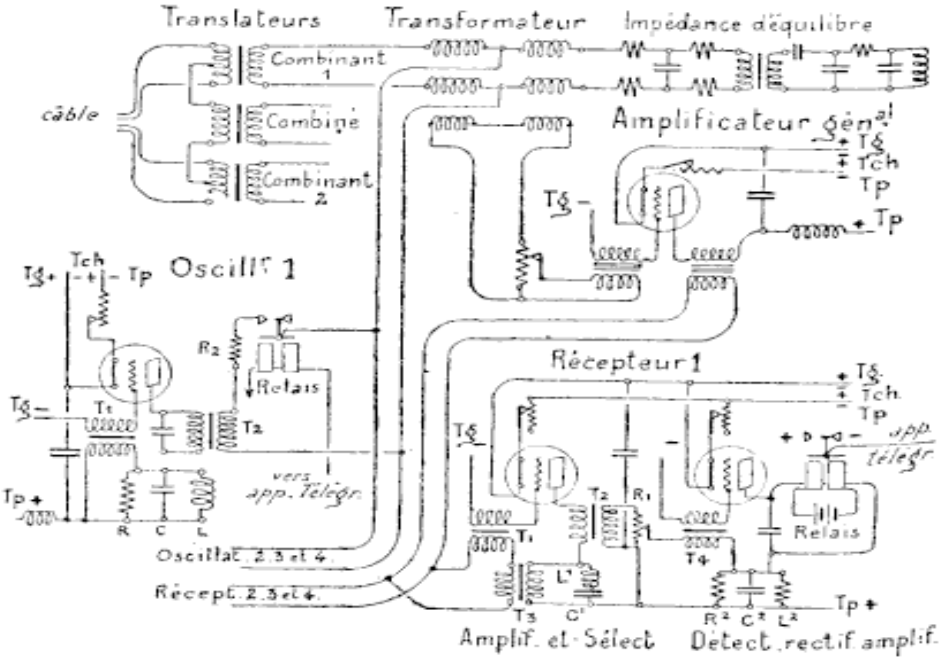


Fig. 258.

Système de la S. E. L. T. (Procédés de M. Pagès, ingénieur). — Il y a deux montages principaux, suivant qu'il s'agit de desservir un circuit à deux ou à quatre fils. Les circuits à deux fils ne sont utilisés que sur les distances moyennes. Ils comportent des répéteurs réversibles et sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ordinairement à charge mi-lourde ; leur fréquence limite est voisine de 2.200 périodes. C'est le cas des circuits Paris = Le Havre. Les circuits à quatre fils sont réservés aux grandes distances ; ils sont à charge mi-lourde ou légère. Dans ce dernier cas la fréquence limite est de 3.500 périodes environ.

Pour assurer la communication dans les deux sens sur un circuit à deux fils, on doit recourir à l'emploi d'un transformateur équilibré relié d'une part au circuit et à l'impédance d'équilibre et d'autre part aux organes de transmission et de réception.

Dans le cas des circuits à quatre fils le montage se simplifie : chaque paire de conducteurs de la quarte est affecté uniquement à un seul sens de transmission.

La figure 258 représente le schéma de principe d'un poste à huit fréquences (cas de la communication Paris = Le Havre). A gauche se trouve un des 4 oscillateurs, les 3 autres ne sont pas représentés ; à droite un des 4 récepteurs sélectifs, au milieu se trouvent le transformateur et l'impédance d'équilibre, ainsi que l'amplificateur général.

Chaque oscillateur comporte une lampe triode du type utilisé couramment dans les répéteurs téléphoniques. Tous les oscillateurs groupés en parallèle sur le circuit sont commandés chacun par un relais type Baudot actionné par l'appareil télégraphique de départ ; ces relais établissent ou interrompent l'émission des trains d'ondes sur le circuit.

Afin d'éviter des dérivations appréciables du courant débité par l'un des oscillateurs dans les autres, on a intercalé en série avec chaque oscillateur une très grande résistance (R 2). Malgré la présence de cette résistance et le fait que le débit total se trouve interrompu entre chaque signal, l'établissement et la rupture des signaux sont, grâce au montage adopté, pratiquement instantanés.

La fréquence des oscillations est déterminée par la fré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quence de résonance du circuit L — C dans lequel L est une self variable dont le réglage résulte du déplacement du noyau. L'intensité des signaux se règle au moyen de la résistance R et peut varier entre 1 et 10 milliampères (dans les câbles souterrains l'intensité au départ dépasse rarement 1 milliampère). La résistance R a pour effet de shunter fortement le circuit L — C et d'augmenter l'amortissement du circuit équivalent ; mais le rapport de transformation du transformateur de grille T_1 est choisi de façon que l'amorçage des oscillations reste possible. Dans ces conditions la tension aux bornes du circuit oscillant reste toujours très faible de même que l'énergie accumulée dans celui-ci ; on s'explique aisément ainsi que ces oscillateurs sont capables de suivre les signalisations les plus rapides. Les signaux sont transmis au système équilibré à travers le transformateur T_2 ; leur départ étant commandé par le jeu du relais Baudot B. Chaque récepteur comporte deux lampes. La première assure l'amplification sélective des signaux. La deuxième assure leur détection, elle comporte également un dispositif correcteur compensant les effets de déformation résultant de la sélectivité de la première lampe. Tous les récepteurs sont groupés en parallèle. Ils sont placés à la suite de l'amplificateur général. Le montage de la première lampe comporte, en plus des transformateurs de grille et de plaque T_2 et T_1 un transformateur T_3 dont le primaire est intercalé dans le circuit de plaque et le secondaire, dans le circuit d'entrée de la lampe ; ce transformateur T_3 produit dans ce circuit d'entrée une tension dite de « rétroaction » dont la phase est opposée à celle de la tension appliquée à la lampe ; cette tension a pour conséquence une diminution de l'amplification d'autant plus forte que le rapport de transformation du transformateur mis en jeu est plus élevé. De plus, le primaire du transformateur T_3 est shunté par un circuit à résonance $L_1 - C_1$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

combiné de telle façon que son impédance soit presque nulle (à la résistance effective de la self près) pour sa fréquence de résonance ; la diminution d'amplification due à la rétroaction ne se produit donc pas pour cette fréquence. Comme d'autre part l'impédance du circuit L_1 — C_1 est d'autant plus forte que la fréquence diffère plus de cette fréquence, le transformateur T_3 se trouve alors d'autant moins shunté et la diminution d'amplification d'autant plus considérable.

L'intérêt principal de ce montage est de permettre d'obtenir des effets de résonance extrêmement aigus au moyen d'une self de petites dimensions : or, plus une self est faible, plus il est facile de donner à sa constante de temps une valeur élevée ; les selfs utilisées sont des selfs à noyau torique en matière magnétique agglomérée dont les pertes sont réduites au minimum. Une petite self d'appoint à noyau magnétique mobile permet de régler exactement le circuit L_1 — C_1 sur la fréquence à recevoir.

Entre les deux lampes est intercalé un potentiomètre R_1 grâce auquel on peut faire varier l'amplitude de la tension appliquée à la lampe détectrice. La deuxième lampe utilise le procédé de détection par la plaque qui consiste à donner à la polarisation de la grille une forte valeur négative de manière à travailler dans une partie incurvée de la caractéristique de plaque ; le courant détecté actionne le relais de réception qui affecte la forme d'un relais type Baudot à grande sensibilité.

L'effet correcteur de la deuxième lampe est obtenu au moyen du dispositif suivant : le circuit de plaque et le circuit d'entrée de la lampe comportent une partie commune constituée par trois impédances en parallèle R_2 — L_2 — C_2. La chute de tension produite dans ce système par le courant amplifié agit comme tension de « rétroaction » dans le circuit d'entrée. Mais la phase de cette tension se trouve en concor-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dance avec celle de la tension appliquée initialement à la lampe et produit une augmentation de l'amplification. Cette augmentation est sélective : la fréquence favorisée est la fréquence de résonance du circuit L_2 — C_2 ; le renforcement dépend de la résistance R_2. Ces deux réglages ont le grand avantage d'être indépendants. Ce montage doit être rapproché de celui des oscillateurs que nous avons décrit plus haut. On peut pousser la rétroaction, c'est-à-dire obtenir un montage très sensible, sans que la constante de temps du système devienne grande (sélectivité faible).

Les principes du fonctionnement est le suivant : on polarise la grille plus fortement qu'il n'est nécessaire pour la détection. Si on applique alors au détecteur une tension alternative progressivement croissante (signal déformé), le courant détecté est d'abord nul, puis apparaît à partir d'une certaine amplitude ; il atteint très rapidement une grande valeur du fait de la rétroaction, puis demeure sensiblement constant à cause du phénomène de la saturation. Le courant détecté apparaissant et disparaissant presque instantanément, le relais est énergiquement commandé, même si le signal appliqué au détecteur avait subi une forte déformation. En résumé le réglage d'un récepteur complet comporte l'ajustement des deux selfs inductances L_1 et L_2, du potentiomètre R_1 et de la résistance R_2 ; ce réglage fait une fois pour toutes ne demande que quelques secondes.

Le relais récepteur est pourvu d'un enroulement supplémentaire parcouru par un courant de compensation ajusté à une valeur fixe au moyen d'une résistance R_3. Le fonctionnement de ce relais est très sûr, car, grâce au dispositif de renforcement, les signaux détectés atteignent une intensité de plusieurs milliampères très supérieure à sa limite de fonctionnement.

Le système équilibré comporte un transformateur à six enroulements et une impédance d'équilibre qui reproduit,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour toute la gamme des fréquences utilisées, l'impédance apparente du circuit et des organes qui peuvent être branchés entre le circuit et le système équilibré. On a figuré, sur le schéma, un montage d'impédance d'équilibre qui convient spécialement pour une ligne souterraine précédée d'une section de câble urbain non pupinisée.

Le transformateur est relié au circuit combinant N° 1 qui est affecté au Télégraphe alors que le circuit combiné et le combinant N° 2 servent au Téléphone.

L'amplificateur général ne comporte qu'une seule lampe. Il est précédé d'un potentiomètre qui permet de faire varier l'amplitude de la tension appliquée à tous les récepteurs.

Les pulsations utilisées sur ce câble du Havre sont les suivantes :

Vers le Havre.	6.000,	8.000,	10.000,	12.000
Vers Paris.	5.000,	7.000,	9.000,	11.000

Le système permet donc, en employant des Baudot quadruples, de donner le rendement de 32 secteurs Baudot, soit un débit de $32 \times 30 = 960$ mots à la minute.

Installation pour circuits à 4 fils. — On emploie un circuit à deux fils pour chaque sens de transmission. L'écartement des fréquences étant de 1.500 radians par seconde, soit $1.500 : 2\pi = 240$ périodes environ, on dispose d'une gamme de 7 pulsations 2.500, 4.000, 5.500, 7.000, 8.500, 10.000 et 11.500. Cette dernière étant réservée pour les communications de service, il reste six transmissions indépendantes pour chaque circuit à deux fils, soit 12 au total. Chaque fréquence pouvant être desservie au moyen d'un Baudot quadruple, c'est un total de 48 secteurs qui peuvent être mis en action sur la quarte cédée au Télégraphe. Au taux de 30 mots par secteur, la communication est capable d'un rendement de 1.440 mots à la minute.

Le montage des oscillateurs est le même que celui des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

installations à 2 fils ; celui des récepteurs a été un peu modifié dans le dispositif de rétroaction de la lampe sélectrice, circuit de plaque. Il comprend deux circuits accordés LC_1, LC_2 (fig. 259). placés en pont devant le transformateur de rétroaction ; entre les deux fréquences propres de ces circuits, qui sont choisies de part et d'autres de la fréquence des signaux, l'amplification reste approximativement constante en raison de l'effet d'un circuit de résonance B accordé sur une fréquence intermédiaire et placé en série entre les deux premiers circuits. La bande de fréquence amplifiée par chaque lampe sélectrice est de 100 périodes. L'amplificateur général n'étant pas nécessaire avec le mon-

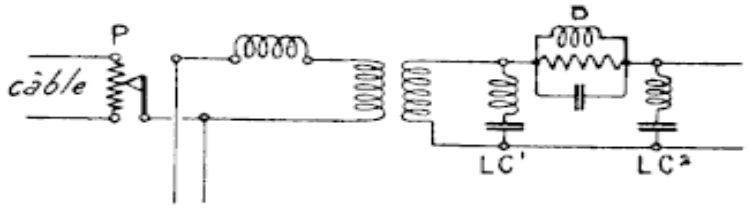


Fig. 259.

tage réalisé, a été supprimé. L'équivalent de transmission du circuit doit être constant ; pour parer à ses variations un potentiomètre général de réception P a été placé entre la paire du câble et le circuit d'entrée des récepteurs.-

Panneaux. — L'installation est complétée par des panneaux métalliques supportés par un bâti également métallique à trois travées. Le récepteur, les appareils de contrôle, les relais et l'oscillateur de chaque fréquence sont placés verticalement les uns au-dessous des autres, dans les deux travées latérales. Les organes de contrôle général et de mesure sont fixés sur la travée médiane. Les diverses batteries d'alimentation ainsi que les circuits télégraphiques sont rattachés à la partie inférieure des travées latérales.

Le courant de chauffage des lampes est de 0,8 d'ampère

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sous une tension de 12 volts ; deux filaments étant alimentés en série. La tension de plaque est de 125 à 180 volts. La retransmission des signaux reçus est effectuée vers le Central télégraphique où se trouvent les appareils d'utilisation, sous une tension de 20 volts, positif et négatif.

Utilisation de la transmission à fréquence harmonique sur conducteurs aériens. — Le système peut être également utilisé sur des lignes aériennes. Toutefois, les lignes unifilaires avec retour par le sol sont inutilisables en raison de leur grand affaiblissement aux fréquences téléphoniques et de l'intensité des perturbations qui les parcourent. Seuls des circuits bifilaires, soigneusement anti-inductés par rapport aux circuits voisins, peuvent être employés. Effectivement, le système a donné d'excellents résultats sur une ligne de ce genre et a permis de réaliser une liaison de 500 kilomètres sans relais. Une distance beaucoup plus considérable pourrait sans doute être franchie dans les mêmes conditions.

Les circuits aériens ne possédant pas de fréquence de coupure, le nombre de communications qu'on peut superposer est théoriquement illimité. En pratique les circuits interurbains sont terminés par des sections souterraines en général non pupinisées, dont l'affaiblissement croît très vite avec la fréquence ; il en résulte que la gamme des fréquences réellement utilisables est limitée.

Le grand inconvénient des circuits aériens est leur défaut de stabilité. En particulier, les inégalités d'isolement dues aux variations de l'humidité atmosphérique ont pour conséquence des modifications considérables et souvent rapides des caractéristiques du circuit. Les variations de l'impédance terminale détruisent la symétrie réalisée dans les organes de liaison des postes et peuvent produire des actions perturbatrices des appareils transmetteurs sur les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils récepteurs du même poste. Les fluctuations d'affaiblissement provoquent des changements dans l'intensité des signaux à la réception. Ces conditions défavorables, inhérentes à la ligne aérienne, rendent nécessaires certaines précautions spéciales à ce cas particulier.

Une première précaution consiste à écarter les fréquences les unes des autres, ce qui permet d'augmenter les tolérances du dispositif équilibré anti-local. De plus, les fréquences les plus aiguës sont utilisées pour la transmission dans un sens et les fréquences les plus graves pour la transmission dans l'autre. De cette façon, il est possible, le cas échéant, d'intercaler à l'entrée du système récepteur un filtre passe-haut ou passe-bas ne laissant passer que les fréquences utilisées à la réception ; ce filtre a pour effet de constituer une protection supplémentaire en cas de déréglage du dispositif anti-local.

L'expérience dont il est fait mention ci-dessus comportait huit fréquences également espacées depuis la fréquence 475 jusqu'à la fréquence 2.700 environ (soit depuis la pulsation 3.000 jusqu'à la pulsation 17.000, deux pulsations successives différant de 2.000 radians/sec.).

Pour parer aux effets produits par la variation souvent considérable de l'intensité des signaux à la réception, on a imaginé le dispositif suivant :

On équipe dans chaque sens de transmission une fréquence de plus qu'il n'est nécessaire pour l'écoulement du trafic. Sur cette fréquence on envoie un signal permanent. A l'arrivée, ce signal est sélectionné et redressé à la manière ordinaire.

Toute variation dans les caractéristiques de transmission de la ligne se traduit par une variation de l'intensité de ce courant redressé, qu'il est possible de compenser en agissant sur le potentiomètre de l'amplificateur général. Cette compensation suffit en général, car on peut admettre que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les fréquences sont affectées à peu près également par les variations du circuit.

Afin qu'il n'y ait pas lieu à une surveillance permanente du courant de contrôle, ce dernier traverse un relais à cadre à deux contacts réglé de telle façon que l'organe mobile soit à égale distance des organes fixes lorsque l'intensité du courant redressé est normale. En cas de variation du circuit le relais ferme un circuit local qui, par l'intermédiaire d'un relais secondaire, actionne un dispositif d'alarme.

AUTRES SYSTÈMES

Siemens et Halske. — Le dispositif allemand donne six transmissions unilatérales sur chaque paire d'une quarte

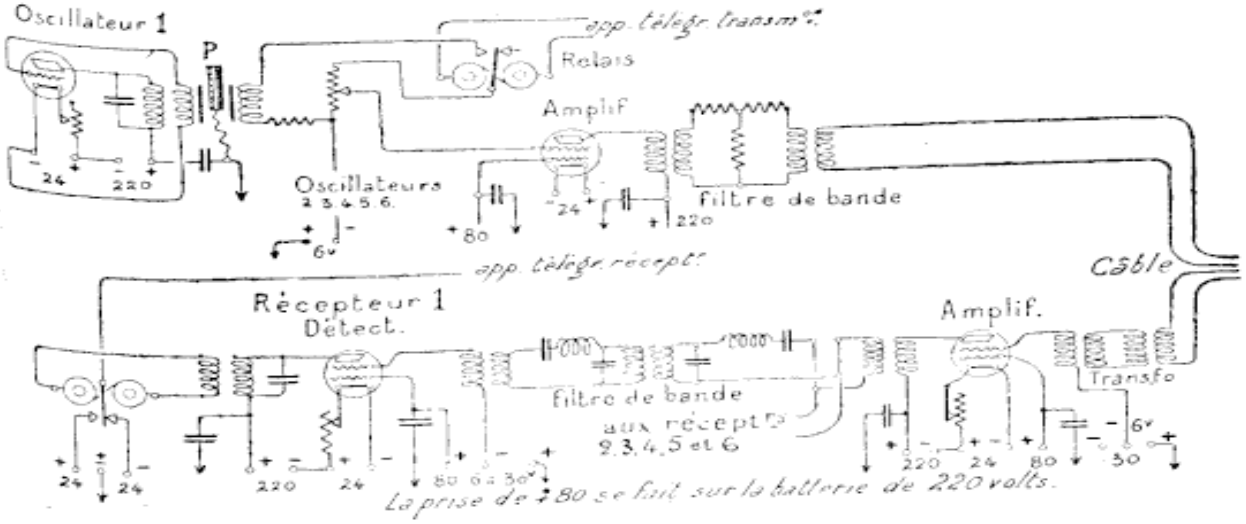


Fig 260.

du câble au moyen d'un nombre égal de pulsations s'échelonnant de 2.500 à 10.000 radians par seconde, avec un écart de 1.500 entre elles, c'est-à-dire : 2.500, 4.000, 5.500, 7.000, 8.500 et 10.000. Les générateurs d'oscillations sont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des lampes triodes ; mais ce sont des lampes bigrilles ayant un facteur d'amplification élevé et une résistance intérieure faible qui servent d'amplificateurs et de correcteurs. Les lampes oscillatrices sont pourvues d'un couplage de réactance entre leur circuit de plaque et celui de grille, couplage donnant approximativement la pulsation choisie. Cependant le couplage étant invariable, on utilise un noyau plongeur en fer P, que l'on fait pénétrer plus ou moins dans l'évidement des bobines de couplage, afin de parfaire le réglage de la pulsation. La figure 260 donne le schéma simplifié du montage de l'oscillateur et du récepteur d'une fréquence ; les cinq autres sont identiques.

Au départ, l'appareil télégraphique agit sur un relais polarisé qui ferme ou rompt le circuit d'oscillation. Les trains d'ondes à travers un rhéostat appelé régulateur d'amplitude passent dans la lampe bigrille où ils sont amplifiés et rectifiés puis dirigés sur le circuit de câble après avoir subi un filtrage. Tous les oscillateurs sont en série, par leurs rhéostats d'amplitude, dans le circuit de grille — 6 de l'amplificateur.

A l'arrivée, les oscillations franchissent un transformateur, sont amplifiées et rectifiées par une première lampe bigrille, filtrées et dirigées sur une deuxième lampe bigrille où elles sont rectifiées de nouveau et finalement détectées. Le courant ondulé résultant agit à travers un transformateur sur le relais polarisé de réception. Le primaire du transformateur est shunté par un condensateur pour amortir les ondulations ; il s'ensuit que le secondaire enregistre une impulsion brève au début de l'émission du courant détecté et une autre de sens inverse à la fin. Le relais transmet à l'appareil télégraphique récepteur des émissions locales positives ou négatives selon la position de son index.

Les filtres de bande des récepteurs sont branchés en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

parallèle sur le secondaire du transformateur de sortie de l'amplificateur.

Standard Electric Corporation. — Ce système est carac-

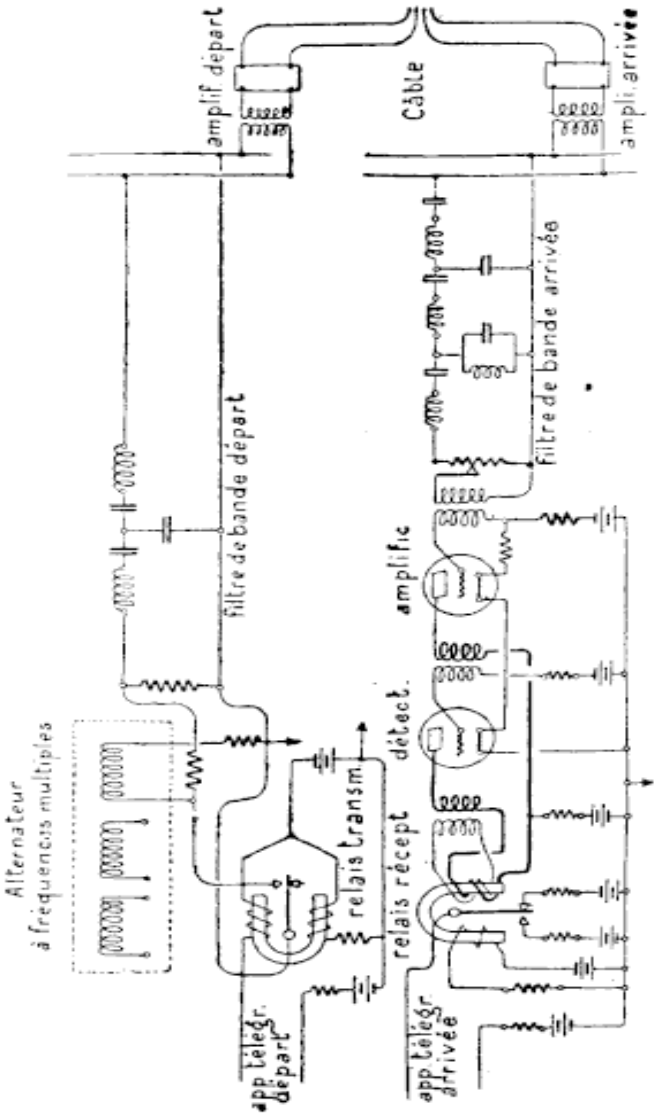


Fig. 261.

térisé par l'emploi d'un alternateur spécial à fréquences multiples au lieu d'oscillateurs à lampes. Les ondes sont amplifiées et filtrées aussi bien au départ qu'à l'arrivée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On dispose généralement de 10 fréquences éloignées de 170 périodes. Comme dans les deux autres systèmes à 4 fils, les fréquences sont utilisées dans les deux sens.

La figure 261 donne le schéma de principe du montage. Au départ, le relais de transmission actionné par l'appareil télégraphique établit le circuit d'émission des signaux sur le câble ou met le générateur en court-circuit lorsqu'il n'y a rien à expédier. Avant l'envoi sur le câble les trains d'ondes sont filtrés et amplifiés : il en est de même à l'arrivée ; mais le filtre est plus serré. Après l'amplification et le filtrage d'arrivés, les oscillations sont de nouveau amplifiées et finalement détectées par une lampe agissant sur le relais d'arrivée intercalé dans le circuit de plaque.

Afin de rendre plus rapides les déplacements de l'index de ce relais, il est pourvu d'un enroulement spécial relié au secondaire d'un transformateur placé dans le circuit de plaque de la détectrice. Le relais de réception commande l'appareil télégraphique récepteur par son index relié suivant les cas tantôt à la batterie locale de travail, tantôt à celle de repos.

INSTALLATIONS BAUDOT POUR TRANSMISSIONS HARMONIQUES

Ces installations ne diffèrent en rien de celles qui étaient utilisées autrefois sur les lignes souterraines sous gutta. En effet, le temps de propagation étant très important sur les câbles pupinisés, en raison de leur contexture particulière et de leurs plus grandes portées, il faut, en principe, employer deux plateaux montés sur la même cage ; l'un affecté exclusivement à la transmission, l'autre à la réception. Un des postes corrige l'autre par les deux derniers contacts de 2e couronne de son plateau de transmission, l'autre reçoit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les courants correcteurs sur le plateau de réception. Les types de plateaux à 14 et 25 contacts sont actuellement utilisés en attendant la construction de types à 12 et à 22 contacts qui peuvent d'ailleurs servir indistinctement pour l'harmonique ou pour le duplex ordinaire double ou quadruple.

Cependant, sur les communications franco-suisses à 4 fils le poste corrigé possède 2 plateaux, mais le correcteur transmet et reçoit par le même plateau ; et c'est le corrigé qui avance ou retarde sa transmission pour assurer au correcteur une bonne position d'orientation.

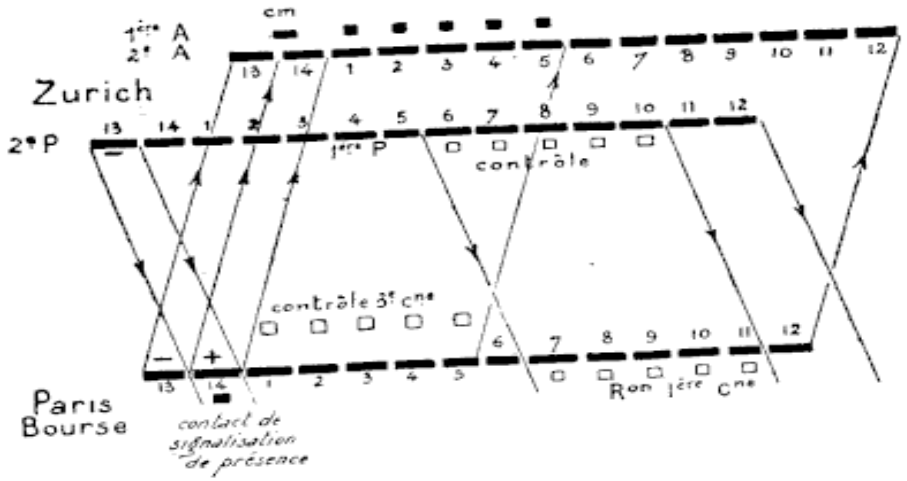


Fig. 262.

Sur la communication Paris = Le Havre à 2 fils, la propagation restant dans les limites normales (3 contacts de quadruple) on a pu se dispenser de recourir à l'usage de deux plateaux. La 4e couronne est reliée directement au massif du relais récepteur du panneau harmonique si celui-ci est voisin de l'installation télégraphique ; dans le cas contraire, elle reste normalement rattachée au massif du relais de sa propre installation. Mais c'est ce dernier relais qui est commandé au moyen d'un fil spécial par le relais récepteur du panneau. La 5e couronne du plateau unique

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou du plateau affecté exclusivement à la réception est rattachée par un second fil spécial à l'entrée du relais du panneau, dont l'index ouvre ou ferme, aux émissions de l'oscillateur, le circuit du câble.

En cas de perte de synchronisme, le poste correcteur ne reçoit pas d'incohérence lui indiquant que la transmission doit être arrêtée, parce que le relais récepteur du poste de transformation, rappelé automatiquement sur repos par le courant local circulant dans l'enroulement spécial, n'envoie aucune émission qui décèle l'interruption. Pour parer à cet inconvénient le corrigé envoie à chaque révolution des balais un courant de travail dit « de présence » (fig. 262), par l'avant-dernier contact de la 2e couronne. Au correcteur, ce courant agit sur le relais et provoque une émission tombant sur le contact mobile. Celui-ci n'étant pas relié à un électro-correcteur aucun effet ne se produit tant que le synchronisme n'est pas détruit. Mais quand ce fait se réalise, le courant de présence vient tomber sur les contacts de réception et actionne les traducteurs, signalant ainsi la perte de synchronisme. Ce système est efficace pour ce cas particulier. Il n'en est plus de même si la communication est interrompue ou si le corrigé cesse de tourner. Un dispositif est à l'étude pour obvier à ce défaut.

Il comprend un condensateur intercalé entre le massif et le butoir de repos d'un premier relais polarisé ; un relais Baudot. Quand l'index tombe sur repos le circuit d'une batterie se ferme sur les faces du condensateur qui se charge. Mais cette charge est lente en raison de fortes résistances existant dans le circuit. La durée de la charge est de 15 secondes. Si l'index tombe sur travail avant ce temps, le condensateur est mis en court circuit et perd sa charge.

Si, au contraire, l'index du relais Baudot reste plus de 15″ sur repos, le condensateur se décharge alors à travers une lampe au néon et fait fonctionner un deuxième relais

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à cadre qui permet au courant de la batterie de continuer l'alimentation de la lampe. C'est cet allumage qui constitue le signal d'arrêt de la transmission.

Ce dispositif est le résultat de la collaboration de MM. Leroy et Pagès, ingénieurs.

Réglages. — Les réglages s'opèrent comme sur les installations ordinaires. Cependant les variations du temps de propagation des ondes sur les câbles étant faibles, une position d'orientation est donnée une fois pour toutes lors de la première mise en service et ne doit pas être modifiée. Si, par exemple, un poste correcteur signale une anomalie dans son orientation, il y a lieu, pour le poste corrigé, d'examiner et vérifier soigneusement si le contact mobile ou son point de repère, ne sont point déplacés, si l'écart angulaire des bras porte-balais de 2e et le 1re couronnes n'a pas été modifié accidentellement (voir page 168), si un balai n'aurait pas glissé dans sa gouttière. Ce n'est qu'après s'être assuré que tout est en ordre dans son installation et dans celle du correspondant qu'il y a lieu de faire intervenir le spécialiste des panneaux pour vérification de l'état des batteries spéciales, du réglage des organes de transformation et notamment du jeu plus ou moins grand de l'index du relais récepteur entre ses butoirs. Il a été constaté expérimentalement que le jeu de l'index doit être très serré et invariable ; un jeu trop grand amène un retard dans le renvoi des signaux et produit l'effet d'un accroissement du temps de propagation. D'ailleurs pour obvier à cet inconvénient les relais des panneaux seront, dans l'avenir, du type à bobines basculantes qui permet de favoriser la chute de l'index sur l'un ou l'autre butoir sans modifier l'écartement de ceux-ci (voir page 84).

Le relais de l'installation Baudot étant commandé à faible distance, soit que les panneaux fonctionnent dans

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le bureau télégraphique ou dans le bureau téléphonique interurbain, doit toujours être réglé à l'indifférence. Le dirigeur n'a pas à modifier ce réglage, même s'il constate des manques ou des débordements. Dans ce cas d'ailleurs, après s'être assuré que le défaut n'est pas localisé à un secteur ou à une touche, et que, d'autre part, l'installation Baudot elle-même ou celle du correspondant ne sont pas en cause, le dirigeur informe du défaut qu'il constate le préposé à la surveillance des panneaux. Ce dernier peut alors, soit à l'écoute, soit au moyen d'un ondulateur, vérifier le passage d'émissions alternées expédiées mécaniquement par les panneaux de la station correspondante et, le cas échéant, favoriser, en agissant sur le courant de rappel de l'index du relais, soit le travail, soit le repos.

COMMUNICATION PAR CABLE SOUTERRAIN NON PUPINISÉ

Le nouveau câble Paris = Strasbourg possédant des conducteurs sous papier, spécialement destinés au télégraphe et, par suite, non pupinisés, on a dû recourir pour les exploiter à des procédés spéciaux.

On ne pouvait songer à utiliser les dispositifs autrefois usités sur les câbles sous gutta ; il aurait fallu, en effet, des stations de relais assez nombreuses et l'expérience prolongée des câbles de Paris = Bordeaux a condamné ce moyen d'exploitation.

Profitant des progrès accomplis dans la technique électrique, M. Montoriol, Inspecteur au service d'Études et de Recherches, a imaginé un dispositif aussi simple qu'efficace permettant d'établir une communication Paris = Nancy sans relais intermédiaire, sur une quarte du câble Paris = Strasbourg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous empruntons au rapport de notre distingué collègue la description de son dispositif.

Les constantes électriques d'un circuit télégraphique Paris = Nancy (fil de cuivre de 1,3 mm.) sont : R = 8.346 ohms, C = 12,2 mf, CR = 0,101 s. Le temps de propagation dépassant la marge permise au quadruple, il a été nécessaire d'employer deux circuits affectés chacun à la transmission dans un seul sens. On dispose, par suite, de huit secteurs. Ce chiffre est sensiblement supérieur aux besoins de la communication.

En l'état actuel, ceux-ci sont rattachés à un seul distributeur : le circuit de transmission part de la 5e couronne, tandis que celui de réception aboutit au relais et à la 4e couronne (par l'intermédiaire d'un amplificateur). L'encombrement est donc simplement celui d'une installation ordinaire.

Dispositif de départ. — Le schéma (fig. 263) montre le dispositif de compensation et de décharge employé au départ ; au début d'une émission, la charge du condensateur donne lieu à un « Kick ». Celui-ci, amplifié à l'arrivée, démarre l'armature du relais récepteur ; la dérivation, qui s'établit à travers le shunt du condensateur, continue l'action du kick initial et s'oppose au rebondissement de l'index du relais sur son butoir ; l'impédance de la self qui, de prime abord, forme en quelque sorte bouchon, diminue progressivement, et, bientôt, le courant d'entretien qui passe alors sur la ligne est réduit à une très petite valeur (0,1 milliampère environ) juste suffisante pour assurer le maintien de l'index du relais dans la position qui vient de lui être donnée : la charge accumulée dans le circuit est donc extrêmement faible et reste toujours sensiblement égale à elle-même, quelle que soit la durée du signal ; les émissions de sens inverse, qui se succèdent, trouvent ainsi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la ligne dans un état à peu près constant, et les déformations sont réduites au minimum.

Dispositif d'arrivée. — Les courants d'arrivée, trop faibles pour actionner directement un relais mécanique, sont, tout d'abord, amplifiés. A cet effet, la ligne 1 du circuit est reliée à la grille d'une première lampe triode et la ligne 2 va au point commun ; enfin l'amplificateur est shunté par une résistance de 6.000 ohms ; la différence de potentiel, aux bornes de l'amplificateur, est donc, en régime permanent, de 0,6 volt environ.

La liaison entre la première plaque et la seconde grille ne pouvait être réalisée ni par condensateur, ni par transformateur, puisqu'il s'agit ici d'amplifier du courant continu. Cette liaison a lieu par l'intermédiaire d'une contre-batterie de 36 volts qui, tout en transmettant au second étage les variations de la tension de la première plaque, ramène les grilles au potentiel optimum.

Dans le circuit de plaque du second étage, est insérée une résistance de 15.000 ohms. Ce circuit actionne un relais du type dit « à grande sensibilité » ; les bobines en sont formées de deux enroulements, l'un de 9.700 ohms, l'autre de 5.200. Contrairement à ce qui se fait généralement, ces deux circuits sont en série ; en effet, dans les amplificateurs où l'on utilise ce relais, le premier enroulement seul se trouve dans le circuit de plaque, le second est parcouru, en permanence, par un courant local, qui ramène l'armature au repos dans les intervalles entre les signaux : le courant de travail doit donc surmonter cette force antagoniste permanente, comparable à un ressort bien tendu, ce qui, dans le cas présent, aurait entraîné la nécessité de trois étages d'amplification. Une seconde contre-batterie aurait compliqué l'installation et rendu les réglages assez délicats. Il était donc préférable de mettre à profit l'artifice déjà

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employé sur le câble Brest = Dakar : le circuit de plaque du second étage fait partie d'un pont de Wheatstone, dont

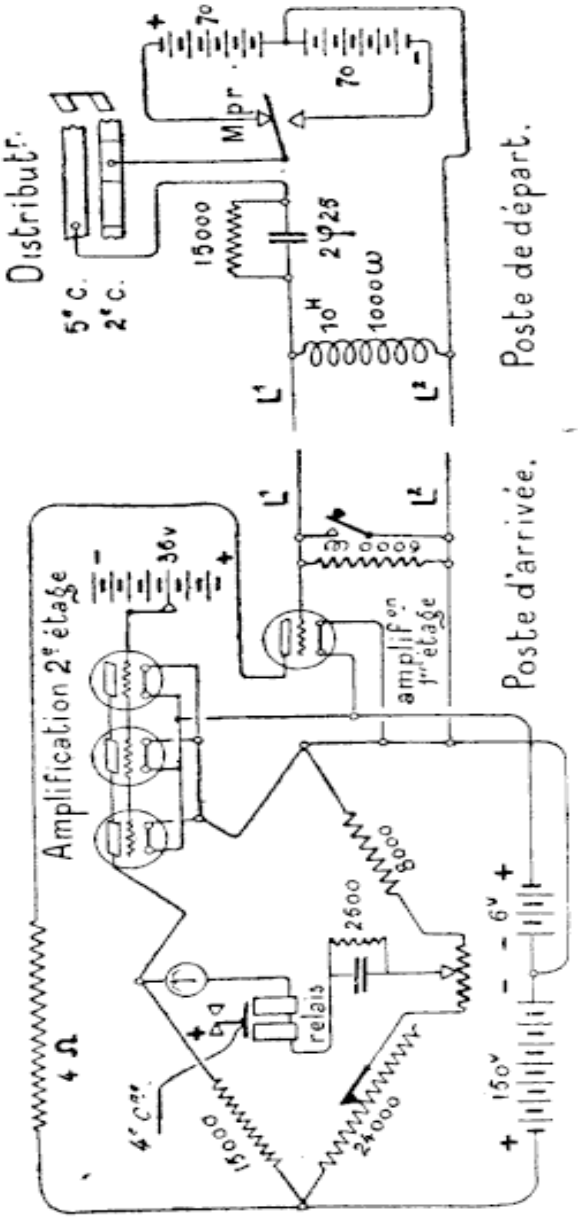


Fig. 263.

deux branches sont formées par la résistance fixe extérieure (15.000 ohms) et l'espace intérieur plaque-filament ; les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deux autres branches sont constituées par deux résistances l'une variable, pouvant atteindre 24.000 ohms, l'autre fixe de 8.000 ohms. Elles sont réunies par une sorte de potentiomètre de 840 ohms, variable par échelons de 35 ohms, et dont la manette est reliée à la diagonale : on ajoute ainsi à l'une des branches ce qu'on retire à l'autre, et l'équilibrage du pont s'opère très rapidement.

Dans la diagonale est placé le relais, dont les deux circuits sont en série, ainsi qu'un condensateur shunté et un milliampère-mètre à zéro médian. Le pont étant préalablement équilibré, les courants posititifs et négatifs venant de la ligne font varier le potentiel de la plaque ; si celui-ci s'élève, un courant parcourt la diagonale de haut en bas (voir figure) et inversement : le relais est donc commandé par les deux sens du courant, tout comme s'il recevait directement les émissions venant de la ligne ; il peut ainsi être réglé à l'indifférence absolue, et conserve toute sa sensibilité et sa rapidité.

Le second étage de l'amplificateur comprend trois lampes en parallèle, afin de réduire la résistance interne ; on peut ainsi équilibrer le pont avec des résistances relativement faibles et obtenir, finalement, dans la diagonale, l'intensité nécessaire au bon fonctionnement du relais (un milliampère environ). La pratique a d'ailleurs démontré qu'on peut, sans inconvénient, n'allumer que deux de ces lampes sans que la réception ait à en souffrir. La même considération a présidé à la détermination des valeurs à donner au condensateur et à son shunt, dans la diagonale ; le produit CR^2 pouvant être réalisé d'une infinité de manières, le choix devait se porter sur l'une de celles dans lesquelles R n'augmente pas très sensiblement la résistance totale de la diagonale.

Réglages. — Le dispositif de départ est réglé une fois

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour toutes sur le circuit extérieur, et on n'a plus ensuite à y retoucher ; il comporte d'ailleurs une très grande marge.

A l'arrivée, le relais est réglé à l'indifférence ; le condensateur shunté ne comporte aucun élément variable et, par suite, a été ajusté une fois pour toutes.

Le réglage de la contre-batterie n'exige aucune précision ; il suffit que les variations de l'intensité, dans le circuit de plaque du 2e étage, se produisent vers le milieu de la partie rectiligne de la caractéristique. On détermine le point de fonctionnement, pour le potentiel moyen de la plaque, en court-circuitant l'amplificateur à l'aide d'un interrupteur à ressort placé, sur le schéma, entre les bornes L^1 et L^2, puis, par la manœuvre d'une manette se déplaçant sur des plots, on fait varier le nombre d'éléments de la contre-batterie jusqu'à ce que l'aiguille du milliampèremètre inséré dans le circuit de plaque indique un débit de 3 milliampères environ. Dans ces conditions, des courants alternativement positifs et négatifs venant ensuite de la ligne, donneront lieu à des élongations parfaitement égales de part et d'autre du point ainsi trouvé. Ce réglage demeure valable aussi longtemps que les batteries, et en particulier celle du chauffage, restent à peu près stables. La marge dont on dispose est suffisante pour qu'on n'ait pas à la reviser au cours de la journée.

L'équilibre du pont est tout d'abord réalisé de façon approximative, avant l'entrée en contact avec le correspondant : l'amplificateur étant court-circuité, l'aiguille du milliampèremètre de la diagonale doit se trouver au zéro médian ; on l'y amène, au besoin, en agissant, soit sur la grande résistance de 24.000, soit, s'il ne s'agit que d'une différence minime, sur le petit potentiomètre de 840 ohms. On opère, en tout cas, de manière à laisser la manette de ce dernier sensiblement au milieu de sa course. Le réglage définitif de la réception s'opère exclusivement à l'aide du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pont : on demande au correspondant de faire des « roulements », c'est-à-dire des « T » par les secteurs impairs et des « G » par les secteurs pairs. Les signaux, renvoyés par le relais dans un parleur Baudot, doivent se détacher nettement : à l'aide du potentiomètre, on dérègle le pont dans un sens, jusqu'à ce qu'on constate des « manques », par exemple, puis dans le sens opposé jusqu'à ce qu'on ait des « collages », et enfin, on place la manette à égale distance des deux points ainsi trouvés. On obtient, de la sorte, une marge très large, et, à moins de variations importantes de l'une des batteries de transmission du poste correspondant, on n'a plus à y retoucher de la journée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES

	Page
Calcul du rapport des vitesses des mobiles dans un engrenage.	1
Calorie	2
Capacité électrostatique	2
Champ d'un courant électrique	3
Circuits dérivés	3
Condensateur	7
Condensateur électrique	8
Courants de Foucault	9
Électrolyse	10
Énergie cinétique	12
Équivalent mécanique de la chaleur	13
Flux magnétique	13
Force électromotrice et différence de potentiel	14
Force et inertie	15
Force magnétomotrice	16
Induction électromagnétique	18
Induction électrostatique	19
Induction mutuelle	20
Intensité d'un courant et quantité d'électricité	20
Loi de Coulomb	21
Loi de Joule	22
Loi de Lenz	23
Loi d'Ohm	23
Masse et poids d'un corps	24
Puissance	26
Règle de la poupée d'Ampère	27
Règle du tire-bouchon de Maxwell	28
Réluctance	28
Résistance	29
Self-induction	31
Solénoïde	33
Système centimètre-gramme-seconde	34
Travail	36
Travail moteur et travail résistant	38
Vitesse angulaire	39

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES ORGANES D'UNE INSTALLATION SIMPLE

APERÇU GÉNÉRAL DU SYSTÈME BAUDOT

Pages
Codes et différenciation des signaux..... 41
Exposé élémentaire du système..... 43
Utilité d'un courant de repos..... 47
Propagation du courant de repos sur la ligne..... 47
Périodes de charge et de décharge..... 49
Variations de la période de charge..... 50
Effet des variations de la période de charge..... 52
Rôle et choix du courant de repos..... 53
Ensemble d'une communication Baudot..... 54

II

MANIPULATEUR

Manipulateur à accrochage électromagnétique..... 59
Cadence téléphonique..... 60
Fonctionnement..... 62
Accrochage..... 62
Commutateur..... 64
Communications intérieures..... 64
Manipulateur à accrochage mécanique..... 65
Description..... 66
Commutateur..... 67
Fonctionnement..... 69
Manipulation..... 70

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

III

RELAIS

	Pages
Considérations générales	75
Description du relais	77
Fonctionnement	82
Relais différentiel	83
Modification de la commande des bobines du relais	84

IV

ORGANES DE MOUVEMENT

Socle-Moteur à poids	87
Remontoir	87
Remontoirs automatiques	91
Interrupteur	93
Socle-moteur électrique	94

V

RÉGULATEUR

Considérations générales	98
Fonctionnement	102
Description	104
Conditions de réglage du régulateur	106
Théorie du réglage des ressorts du régulateur	109
Calcul de la force centrifuge	114

VI

CONSERVATION DU SYNCHRONISME

Correction des écarts de synchronisme	116
Principe de la correction	117
Description du système correcteur	121
Electro-correcteur	124
Fonctionnement du système correcteur	125

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VII

DISTRIBUTEUR

Pages
Considérations générales 128
Description du plateau 131
Raison de l'écourtement des contacts de la première couronne. 133
Bras porte-balais 138
Manchon d'entraînement des bras porte-balais 140

VIII

ENSEMBLE D'UNE INSTALLATION ORDINAIRE

Diagramme d'une communication double 142
Schéma des communications d'une installation double 143
Contrôle de la transmission 146
Itinéraire des courants correcteurs 146
Boîte des coupures 147
Rhéostat de la dérivation de contrôle 151
Lampes de protection 153
Installation triple 153
Quadruple à un plateau 155
Envoi des courants de correction en fin de transmission 157

IX

ORIENTATION

Définition 159
Orientation du poste corrigé 159
Détermination du point de repère 164
Orientation du poste correcteur 165
Orientation pratique 167
Causes pouvant amener une variation de l'orientation 168
Placement des balais du poste corrigé 173
Placement du secteur de contrôle dans les deux postes 176
Résumé 177

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

X

TRADUCTEUR

	Pages
Aperçu général	179
Établissement des communications électriques entre le socle et le traducteur	180
Nouveau dispositif	181
Électro-aiguilleurs	182
Leviers-aiguilleurs et ressorts à encoche	185
Came-navette	186
Levier chercheur et levier propulseur	188
Combinateur	189
Déclanchement	193
Bras d'impression	196
Roue d'impression et roue des types	198
Impression d'un caractère	200
Rappel du bras d'impression	202
Progression de la bande	203
Inversion	204
Fonctionnement du traducteur	208
Nécessité d'un synchronisme entre la marche du traducteur et celle des balais du distributeur	211
Modérateur	212
Correction des écarts de synchronisme	215
Électro-frein	215
Fermeur de frein	219
Établissement du synchronisme	220
Frein électrique	222

TRADUCTEURS RAPIDES

Généralités	225
Traducteur modèle 1909	225
Traducteur Carpentier	228

XI

DISPOSITIFS SPÉCIAUX

Commutateur multiple à broches	231
Alternat sur un secteur supportant la propagation	233
Un seul traducteur dessert alternativement deux secteurs	235
Deux secteurs desservis à volonté par un ou deux traducteurs	237
Avertisseur d'appel	240

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DEUXIÈME PARTIE

RÉGLAGES ET DÉRANGEMENTS

XII

MANIPULATEUR

	Pages
Touches	243
Ressorts-contacts verticaux	244
Cadence téléphonique	245
Accrochage	246

RÉGLAGE DE L'ACCROCHAGE MÉCANIQUE

Vérification préalable	246
1° Réglage du bouton enclume	248
2° Réglage de la vis de butée du levier-ressort en U	248
3° Réglage de la vis de butée de l'index de l'armature	248
4° Réglage de la vis du levier-ressort en U	249
Choix du contact de cadence	250

RELAIS

Réglage de construction	251
I. Suspension de l'axe	251
II. Utilisation du flux développé par le courant	254
III. Prise de courant	256
Réglage à l'indifférence et réglage pratique	257
Entretien	261

SOCLE-MOTEUR A POIDS

Entretien	263

SOCLE-MOTEUR ÉLECTRIQUE

Mise au point et dérangements	265

RÉGULATEUR

Établissement du synchronisme entre deux distributeurs	267
Comment on reconnaît l'écart des vitesses et le sens de cet écart	268
Comment on modifie la vitesse	274
Etablissement du synchronisme	275

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RÉGLAGE DU RÉGULATEUR

Pages
Vérification préalable 278
Vitesse de régime 279
Réglage de la potence 281
Réglage en ligne 282
Réglage en local 284
Remarques 284

CAGE DU DISTRIBUTEUR

Armature de l'électro-correcteur et goupille de correction 287
Orientation de l'étoile de correction 289
Placement de la bague à encoche 291
Balais et porte-balais 293

RÉGLAGE DE LA VITESSE DU TRADUCTEUR

Électro-frein 294
Modérateur de vitesse 297

COMMUNICATIONS ÉLECTRIQUES ENTRE LE SOCLE ET LE GAGE DU DISTRIBUTEUR

Vérification 303

RÉGLAGES ET DÉRANGEMENTS DU TRADUCTEUR

Orientation de la came-navette 304
Orientation pratique 306
Électro-aiguilleurs 307
Ressorts à encoche 309
Leviers aiguilleurs 310
Chercheurs 311
Levier propulseur et levier de déclanchement 312
Bielle et pédale 313
Levier d'accrochage 314
Bras d'impression 315
Levier de rappel 317
Galet de rappel 318
Roue d'impression 318
Roue des types 320
Inversion 323
Tampon encreur 327
Progression 328
Cliquet de retenue et cliquet d'entraînement 328
Cylindre d'entraînement 329
Cylindre compresseur 329
Rouet 331
Principaux dérangements du traducteur 331

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TRADUCTEUR MODÈLE 1909

Pages
Réglage 335

DÉRANGEMENTS ÉLECTRIQUES

Généralités 337
Exemple de localisation 338

TROISIÈME PARTIE

INSTALLATIONS SPECIALES

XIII

COMMUNICATIONS ÉCHELONNÉES

Considérations générales 343
Dispositif de coupure 344

COMMUNICATION DOUBLE ÉCHELONNÉE SIMPLE OU COMPLÈTE (dispositif modèle 1911)

Communication simple 345
Communication entre principal et extrême 345
Communication entre principal et intermédiaire 348
Cas particulier : Communication Paris-Auch-Mont-de-Marsan 350
Orientation 353
Orientation du poste intermédiaire 353
Orientation du poste principal 354
Orientation entre principal et extrême 356
Communication double échelonnée complète (modèle 1911) .. 357
Rhéostats de contrôle 360
Orientation 362

COMMUNICATION TRIPLE ÉCHELONNÉE SIMPLE OU COMPLÈTE (nouveau dispositif)

Diagramme 364
Envoi de la correction 366
Communication triple échelonnée donnant deux secteurs entre principal et extrême 368
Orientation 369
Emploi du plateau à 20 contacts 371

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATIONS QUADRUPLES ÉCHELONNÉES

Pages

Répartition des secteurs 377
Communication quadruple échelonnée à deux secteurs pour chaque poste 377
Communication quadruple échelonnée à répartition inégale des secteurs 379

XIV

TRANSLATIONS BAUDOT

Nécessité d'une translation 382
Translation Paris-Marseille 384
Inconvénients de la longueur de la décharge. Moyen de les atténuer 386
Translation dans les deux sens 388
Principe du distributeur inverseur automatique 390
Translation rectificative des courants 392
Description du distributeur inverseur 395
Rentrée du poste translateur 397
Dispositif donnant la possibilité de prendre 3 secteurs de transmission dans le même sens 397
Orientation 400

TRANSLATION PAR RETRANSMETTEURS AUTOMATIQUES

Considérations générales 404
Retransmetteur tournant 405
Fonctionnement 407
Réglage 408
Retransmetteur Robichon 408
Fonctionnement 411
Réglage 411
Retransmetteur modèle 1909 413
Fonctionnement 415
Réglage 416
Mode d'agencement des retransmetteurs 417
Correction locale 417
Envoi de la correction 419

COMMUNICATIONS DE DEUX SECTEURS RELIÉS PAR TRADUCTEURS RETRANSMETTEURS

Liaison des organes 419

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMMUNICATION DE DEUX SECTEURS RELIÉS PAR RETRANSMETTEURS NON ROTATIFS

Pages
Dispositions générales 421

EXEMPLES DE COMMUNICATION PAR RETRANSMISSION AUTOMATIQUE

Type Londres-Paris-Lyon-Gênes 423
Type Londres-Paris-Lyon-Marseille 423
Type Paris-Toulon-Hyères 426

COMMUNICATIONS BIFURQUÉES

Communications Paris-Nîmes-Valence 427
Dispositif permettant de desservir 4 secteurs au moyen de trois traducteurs 429
Retransmission quadruple avec inversion facultative du sens de la transmission sur un secteur 431

XV

EXPLOITATION DES LIGNES SOUTERRAINES AU BAUDOT

Différence de capacité entre lignes aériennes et souterraines ... 435
Inconvénient de l'allongement des périodes de charge et de décharge 436
Moyens employés pour atténuer les effets de l'induction électrostatique 438
Relais translateur 439
Dispositif du relais translateur 441
Emploi de deux lignes pour une même communication 441
Planchette de translation 443
Translation rectificative 446
Transmission alternative dans les deux sens 448

COMMUNICATIONS ÉCHELONNÉES PAR CONDUCTEURS SOUTERRAINS

Communication complète : type Paris-Poitiers-Angoulême 448
Communication simple : type Paris-Châlons-sur-Marne-Bar-le-Duc 454

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ORIENTATION SUR LES LIGNES SOUTERRAINES

Pages

Communications simples 459
Cas des communications échelonnées complètes, type Paris-Poitiers-Angoulême 460
Cas des communications échelonnées simples, type Paris-Châlons-sur-Marne-Bar-le-Duc 461

XVI

EMPLOI DU BAUDOT SUR LES LIGNES SOUS-MARINES
MÉTHODE PIERRE PICARD

Exposé de la méthode 462

ADAPTATION DES INSTALLATIONS BAUDOT

Transformation des signaux 467
Maintien de l'index du relais pendant l'absence d'émission 467
Annulation des courants telluriques 468
Modification du manipulateur pour multiplier les inversions de courant 469
Rectification et reconstitution des signaux à l'arrivée 470
Obligation d'affecter un conducteur à la transmission dans chaque sens 474
Suppression des contacts de correction 475
Correction 476
Plateaux des distributeurs et marche des courants 480
Orientation 484
Câble à l'alternat 485
Communication Paris-Alger 487
Considérations générales 490

DISPOSITIF DE DÉCHARGE POUR CABLES SOUS-MARINS
DE FAIBLE LONGUEUR

Câbles corses 491

XVII

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE TRANSMISSION DUPLEX
AU SYSTÈME BAUDOT

Définition et avantages 496

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MÉTHODE DIFFÉRENTIELLE

	Pages
Agencement	497
Fonctionnement	499
Balance	501
Installation type Paris-Londres	510
Orientation	512

MÉTHODE DU PONT DE WHEASTONE

Définition et agencement	512
Fonctionnement	514
Communication Marseille-Alger	515
Réglage de la balance	517
Translation différentielle	519



QUATRIÈME PARTIE

INNOVATIONS ET PERFECTIONNEMENTS

Manipulateur amovible	523
Manipulateur Grunenwald	531
Transmission automatique	534
Système Carpentier	545
Système Chattelun	554
Système Murray	562
Électro-diapason et moteur phonique	532
Régulateur Doignon-Mendonça-d'Oliveira	571
Commande directe	582
Système auto-régulateur Grunenwald	584
Système Baudot-Verdan	592
Télégraphie Multiplex par courants alternatifs	604
Communication par câble souterrain non pupinisé	622

Saint-Amand (Cher). — Imprimerie R. BUSSIÈRE. 23-11-1929.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires