

Revue générale des chemins de fer et des tramways

Revue générale des chemins de fer et des tramways. 1908/01-1908/06.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica 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.

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

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

NOTE

SUR

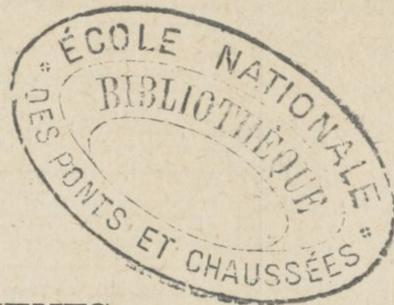
LES SIGNAUX, ENCLENCHEMENTS ET APPAREILS DE SÉCURITÉ DES CHEMINS DE FER DES ÉTATS-UNIS

Par M. Ch. JULLIEN

INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES, INGÉNIEUR CHEF DES SERVICES TECHNIQUES DE LA VOIE
A LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER D'ORLÉANS.

(Suite)

(Pl. V à VII).



III. — POSTES D'ENCLENCHEMENTS ET APPAREILS DIVERS DE SÉCURITÉ.

1. — Postes d'enclenchements.

a) POSTES MÉCANIQUES.

Les divers postes d'enclenchements mécaniques qu'on rencontre aux États-Unis sont du type Saxby et Farmer, ou du type Stevens.

Postes Saxby et Farmer. — Les postes Saxby et Farmer sont construits principalement par l'Union Switch and Signal Company et par la General Railway Signal Company. Ils ne comportent pas de grils : ceux-ci sont remplacés par des arbres à section carrée E (Fig. 43) sur lesquels sont calés les organes G d'entraînement des barres d'enclenchement F. La table d'enclenchement est constituée, d'une manière analogue à la table Stevens, par ces barres d'enclenchement qui sont munies de taquets et par d'autres taquets placés transversalement. Ces deux séries de taquets portent des plans inclinés qui produisent le mouvement des taquets transversaux.

Postes Stevens. — Les postes, genre Stevens, qu'ils soient du type de l'Union Switch and Signal Company, ou du type Johnson (General Railway Signal C^o) ne diffèrent du précédent que par ce fait que le secteur est placé au-dessous du plancher de la cabine, ainsi, du reste que la table d'enclenchement qui est verticale, au lieu d'être horizontale (Fig. 44 et 45).

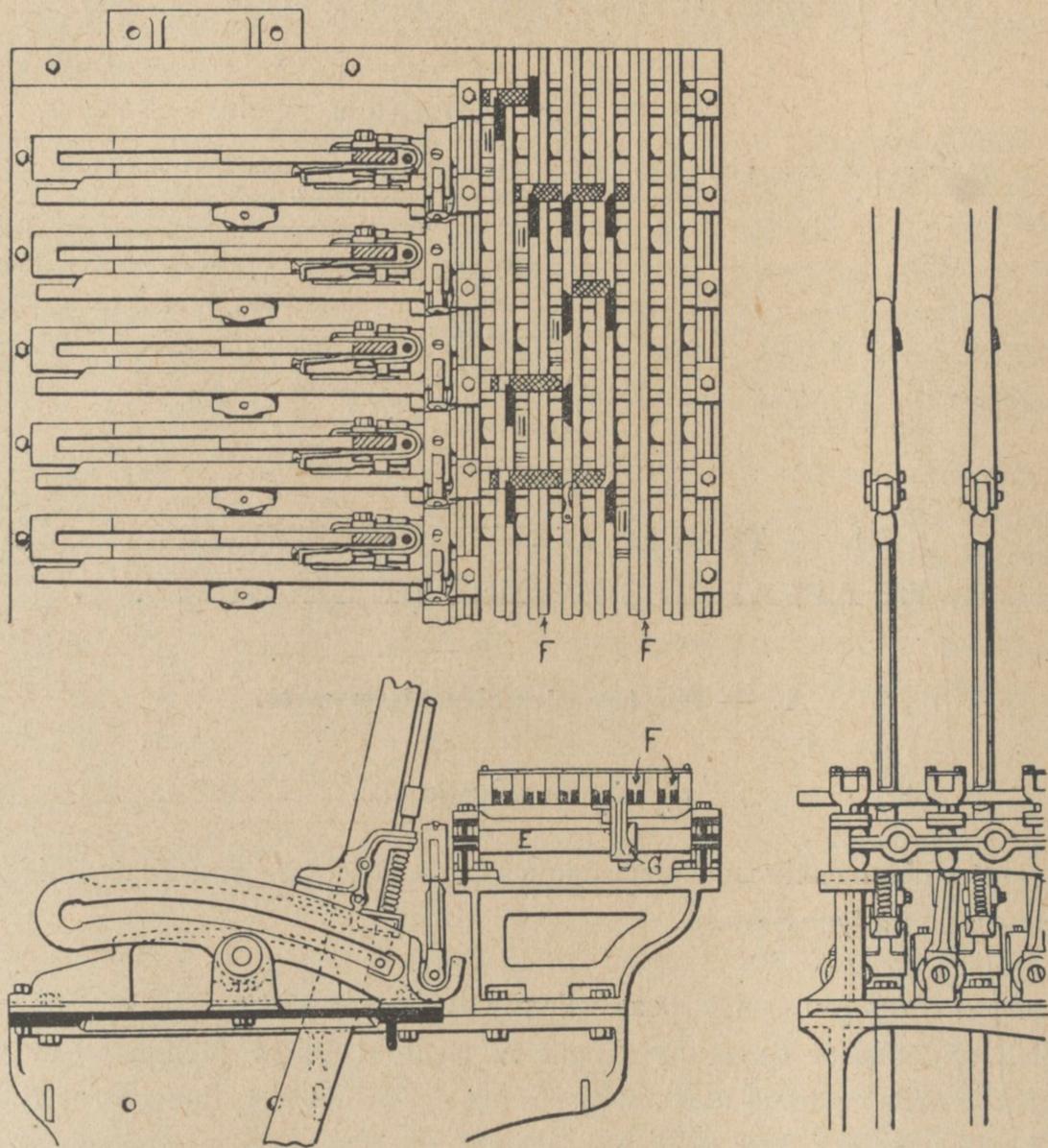
Dans les postes des deux catégories que nous venons de décrire, l'enclenchement est produit par le mouvement de la manette avant tout déplacement du levier. Il existe également des

postes, du type Stevens, où les barres d'enclenchement ne se mettent en mouvement que lorsque le déplacement du levier est lui-même commencé.

Mais ces postes ne sont guère employés que sur les voies de service.

Fig. 43

Appareil d'enclenchement, type Saxby et Farmer



Enclenchements à temps. — Dans certains postes, il est fait usage d'un enclenchement à temps (time lock) pour éviter qu'un aiguilleur, après avoir fermé un « home signal » derrière un train, ne manœuvre les aiguilles alors qu'elles sont encore engagées par ce train.

Lorsqu'on met le levier de ce signal à l'ouverture la tige T (Fig. 46) relève la crémaillère C qui en est indépendante. L'encoche E de la crémaillère ne se trouvant plus en face de la barre d'enclenchement B, celle-ci se trouve repoussée et les appareils incompatibles avec l'ouverture du signal sont enclenchés. Lorsqu'on remet le levier normal, la tige T abandonne la crémaillère qui retombe sous l'action de son poids ; mais ce mouvement de descente est ralenti par l'intermédiaire des engrenages qui actionnent un pendule muni de son échappement. Le déclenchement

se produit sous l'action d'un ressort quand l'encoche E est revenue en face de la barre B.

Fig. 44

Levier d'enclenchement
type Johnson

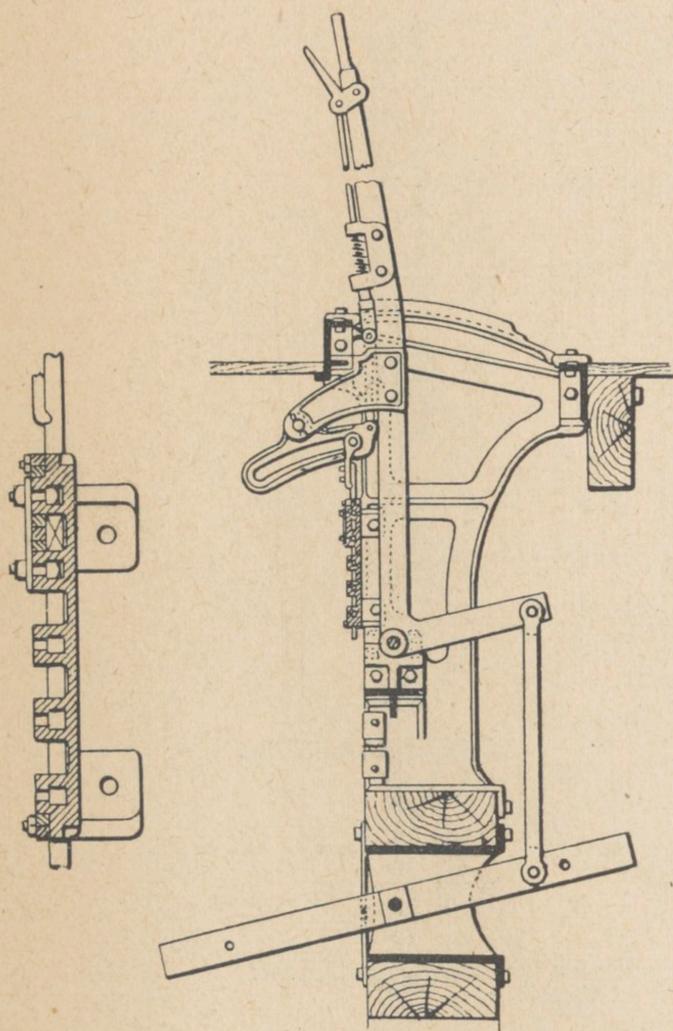
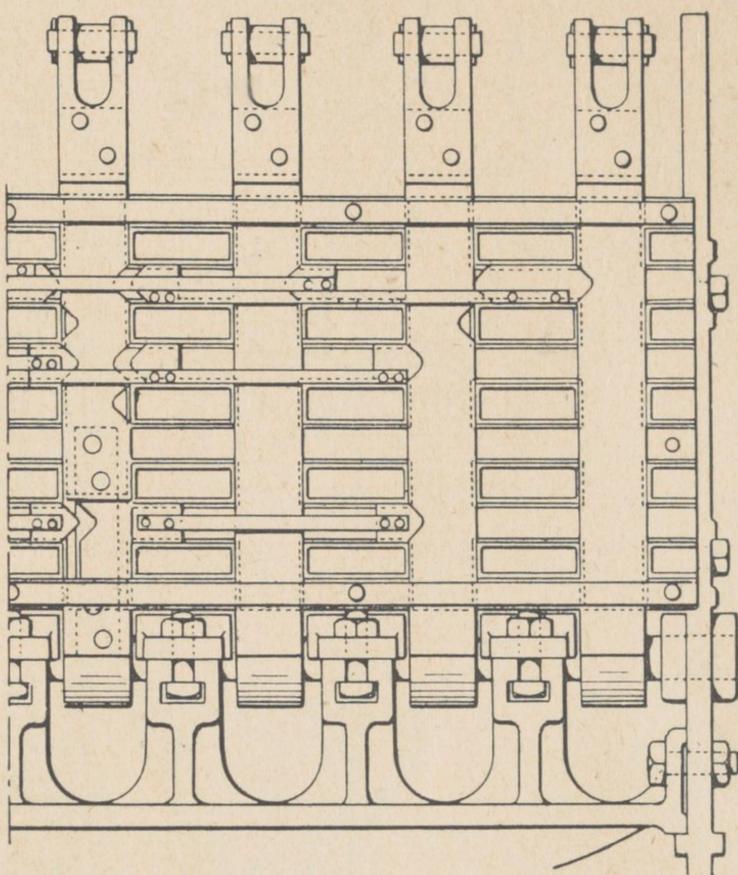


Fig. 45

Table d'enclenchement
type Johnson

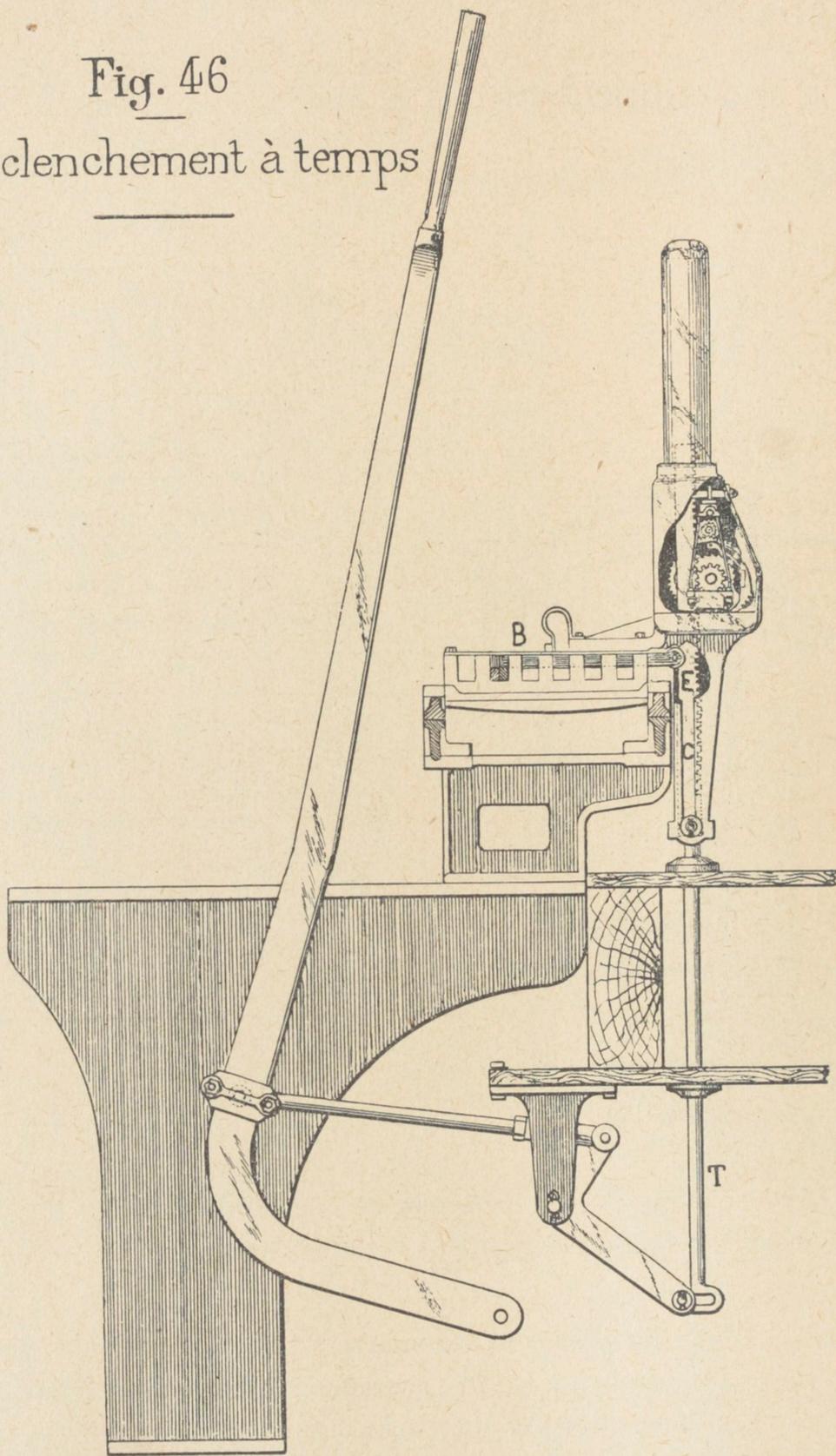


L'appareil est réglé pour que le déclenchement ne se produise qu'au bout d'une minute on peut, en agissant sur le pendule atteindre une minute et quart.

Transmissions. — Les aiguilles sont manœuvrées à l'aide de tringles rigides. Les signaux sont actionnés par une transmission à 2 fils, comme en Allemagne et comme en France sur le réseau d'Orléans. Les compensateurs sont assez fréquemment employés, notamment sur le Pennsylvania Railroad, où on emploie le compensateur Jones. Le fil de fermeture est attaché à une chaîne qui passe sur une poulie dentée J' (Fig. 47) solidaire d'un des bras D du levier de manœuvre puis sur une poulie E et vient s'attacher au bâtis. Le fil d'ouverture est également attaché à une chaîne qui passe sur la poulie dentée J solidaire de l'autre bras C du levier de manœuvre, puis sur la poulie du contrepoids N et vient s'attacher à la chape de la poulie E. Deux cliquets A et A' immobilisent respectivement les poulies dentées J et J', quand le bras correspondant du levier est à son point le plus bas. Le levier est représenté sur la (Fig. 47), dans la position correspondant à la fermeture du signal. Lorsqu'on veut ouvrir ce signal, on abaisse

le levier, ce qui relève le bras C. La tige S cesse de libérer le cliquet A qui engrène alors avec la roue J et l'immobilise. Le cliquet A' est également en prise, et la manœuvre se fait comme

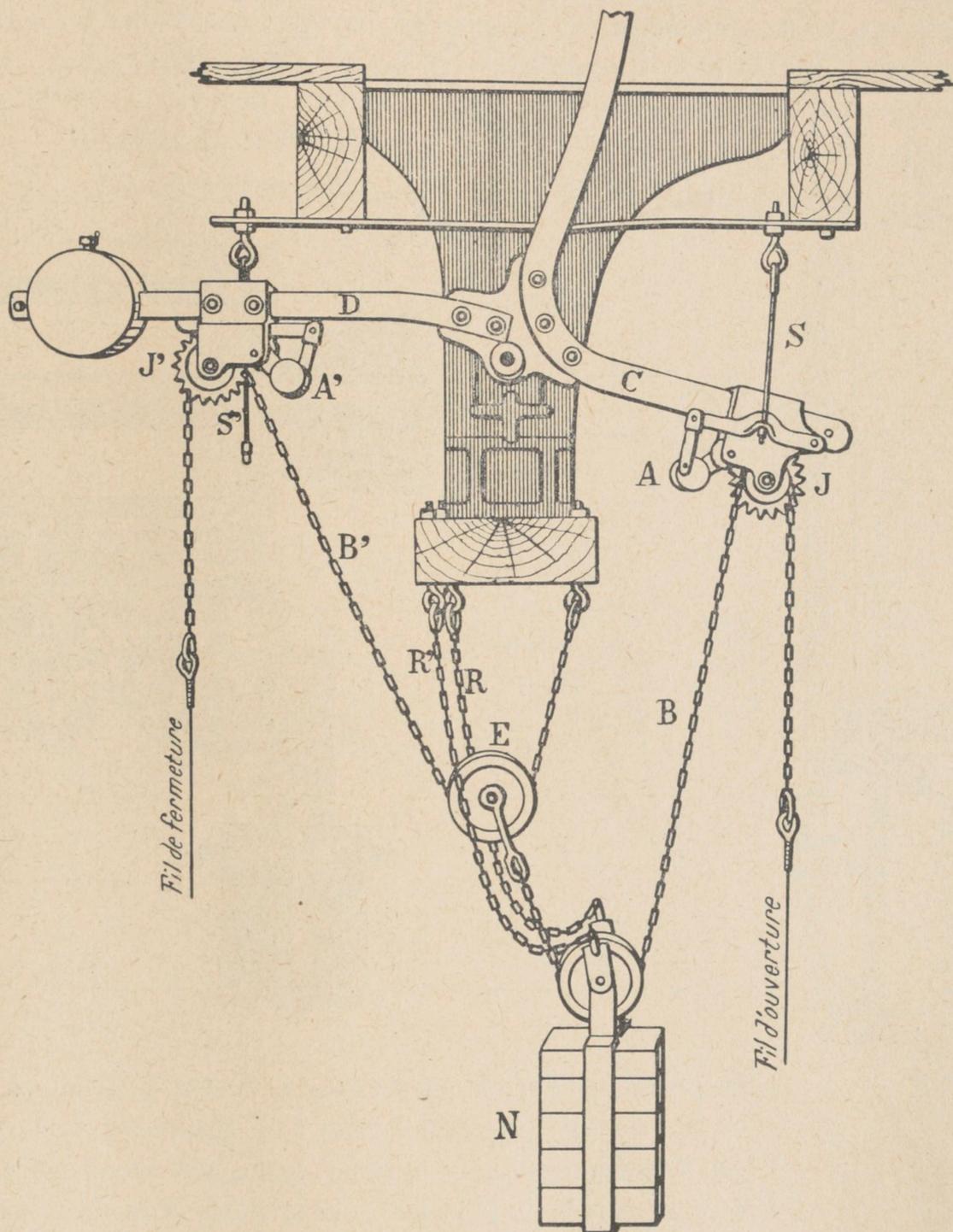
Fig. 46
Enclenchement à temps



s'il n'y avait pas de compensateur. Le raccourcissement de la chaîne B compense le mou pris par la chaîne B' et le contrepoids N reste ainsi au même niveau. En fin de course, la tige S' dégage le cliquet A' et le contrepoids N compense les effets de la température sur le fil de fermeture. La compensation sur le fil d'ouverture se fait, au contraire, lorsque le signal est fermé.

Les deux chaînes R et R' sont des chaînes de sûreté destinées à éviter la chute du contrepoids en cas de rupture d'un des fils de manœuvre.

Fig. 47
Compensateur Jones



b) POSTES DYNAMIQUES.

Nous donnerons le nom de postes dynamiques, à tous les postes de manœuvre et d'enclenchements actionnés par une source d'énergie autre que le bras de l'homme : nous traduirons ainsi l'expression anglaise de « power plant ».

On trouve aux États-Unis, quatre types de ces postes :

Les postes électropneumatiques ;

Les postes pneumatiques à basse pression ;
Les postes électriques Taylor ;
Les postes électriques Westinghouse.

Les trois premiers ont reçu des applications en France : la Compagnie de l'Est a un poste électropneumatique dans sa gare de Paris ; la Compagnie du Nord, un poste pneumatique à

Fig. 48

Moteur de signal

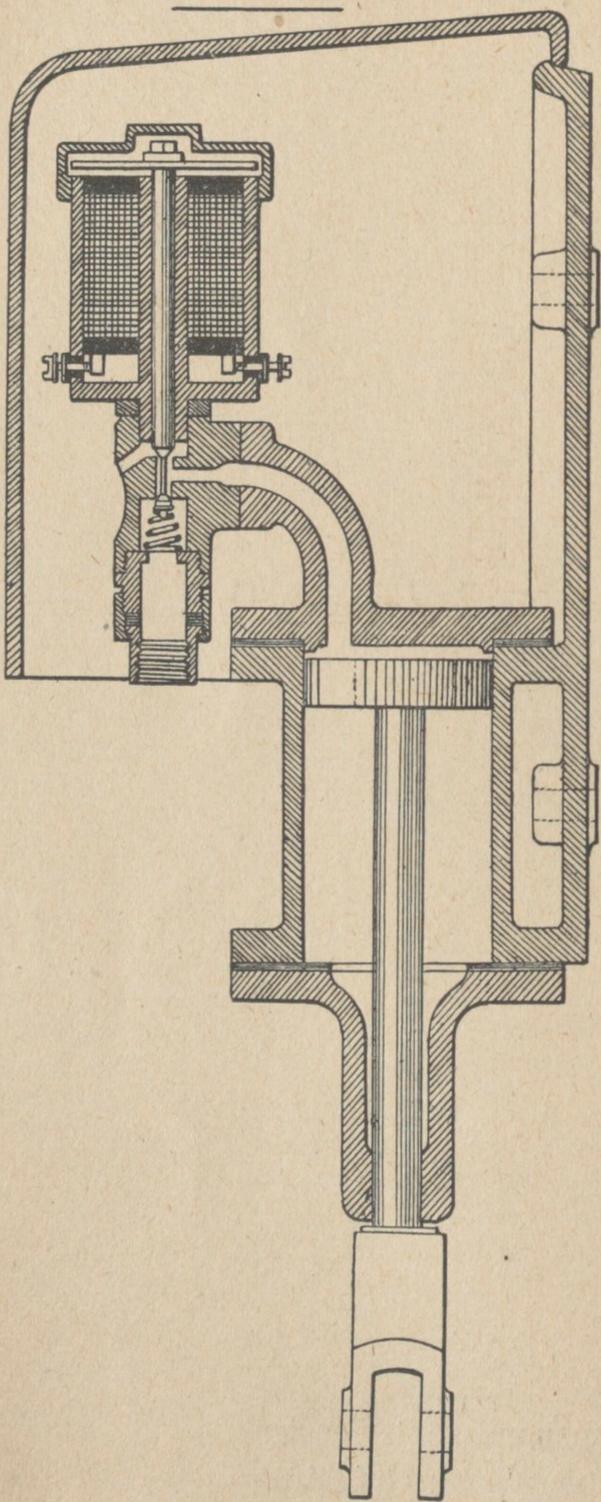
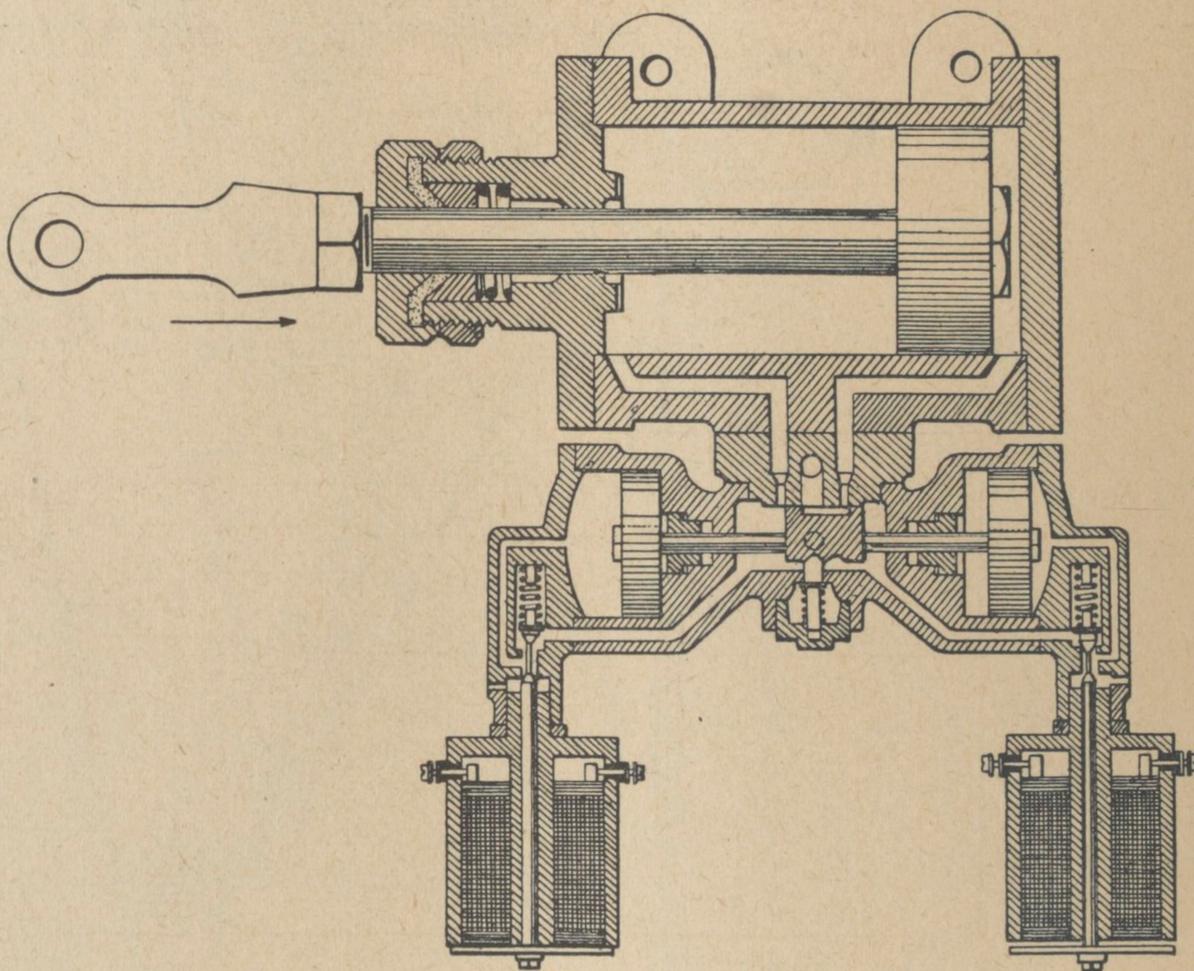


Fig. 49

Moteur d'aiguille



basse pression à Ermont ; les Chemins de fer de Ceinture, un poste électrique du type Taylor, à la Gare de la Rapée-Bercy. Le poste électrique Westinghouse, qui commence seulement à se répandre aux États-Unis, n'a pas reçu jusqu'ici que nous sachions, d'application en Europe.

Postes électropneumatiques. — Ces postes ayant déjà été décrits dans la *Revue Générale*, (N^{os} de Décembre 1897 et Juin 1904), nous en rappellerons très sommairement le principe.

L'air comprimé, à la pression de 4 à 5 atmosphères, est utilisé pour la manœuvre des appareils, et l'énergie électrique, sous une tension d'environ 12 volts, pour l'actionnement à distance des valves d'admission ou d'échappement de l'air comprimé.

Le moteur du signal est à simple effet. Lorsque le courant passe dans l'électro de commande

de la valve, cette valve admet l'air comprimé dans le cylindre et le signal s'ouvre (Fig. 48). Lorsque le courant est coupé, cet air s'échappe et le signal se ferme.

Le moteur d'aiguille (Fig. 49) est au contraire, à double effet, et reste constamment en pression. L'aiguille est ainsi maintenue collée par l'air comprimé, et en cas de talonnage, reprend la position qu'elle doit occuper. De plus, comme une quantité d'air plus considérable est nécessaire pour actionner une aiguille que pour actionner un signal, l'air admis par la valve au lieu d'agir directement sur le piston de manœuvre, agit sur un des pistons de commande d'un tiroir de distribution : on augmente ainsi la rapidité de la manœuvre et on obtient, en outre, une meilleure étanchéité, ce qui est particulièrement intéressant pour un appareil qui reste constamment en pression.

Enfin la manœuvre des leviers et le contrôle impératif du fonctionnement des appareils sont exposés dans les deux groupes de croquis ci-dessous se rapportant :

L'un au levier de signal (Fig. 50 à 54) ;

Fig. 50

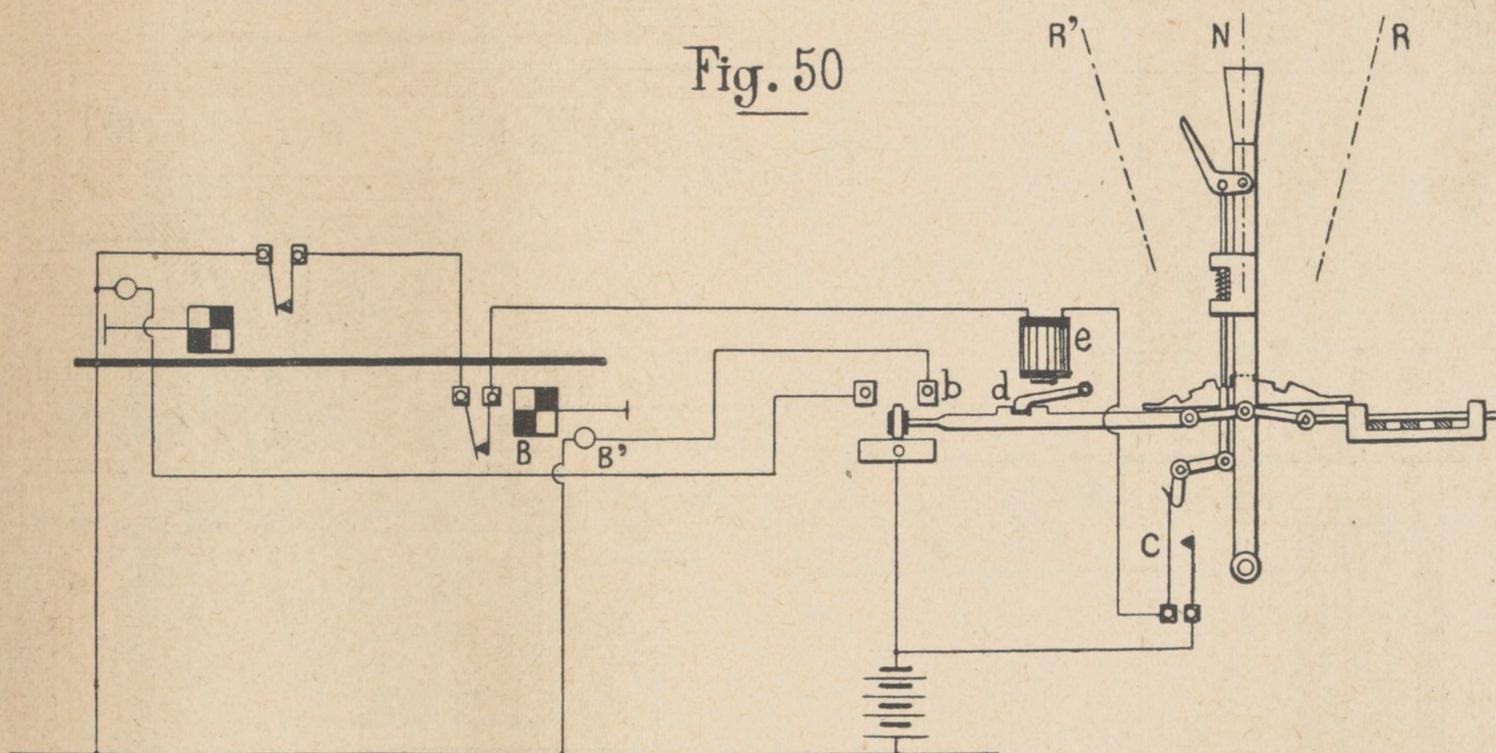


Fig. 51

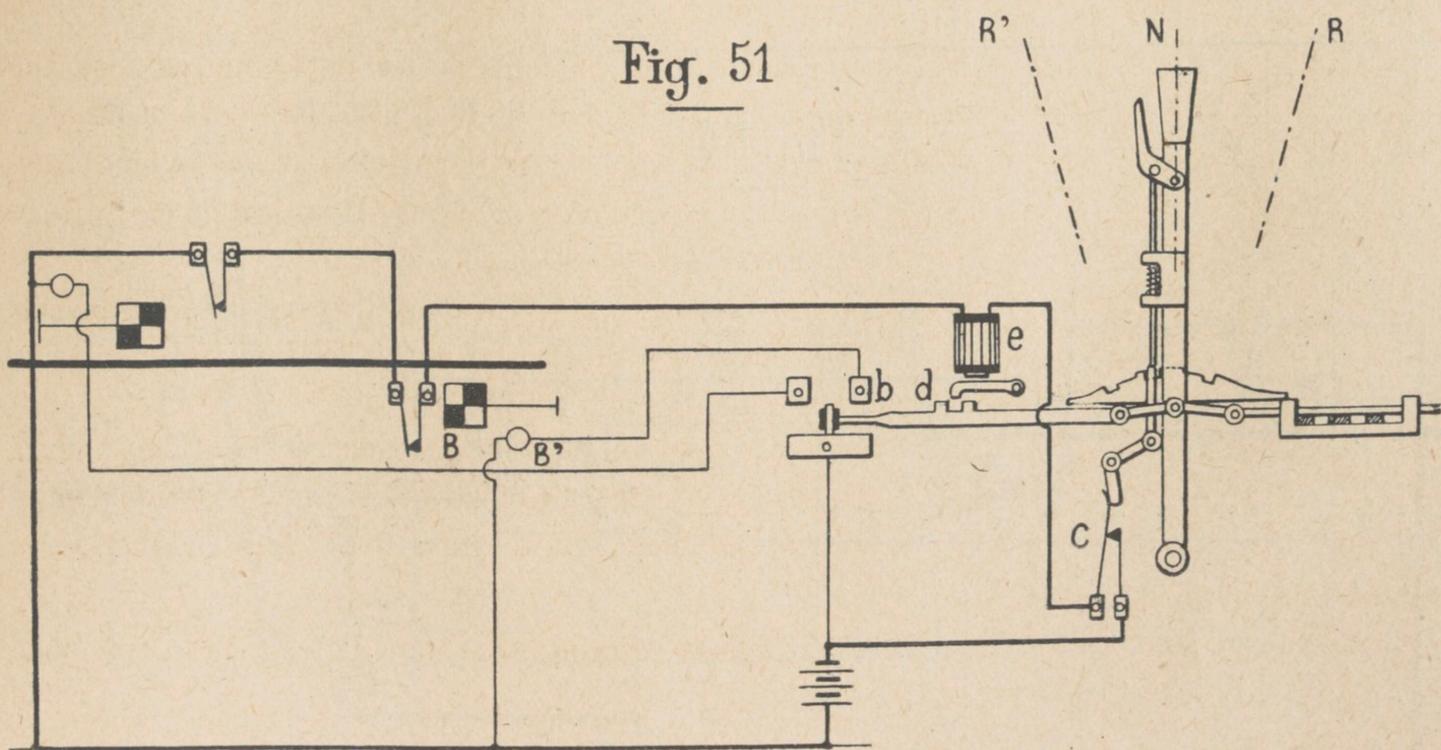


Fig. 52

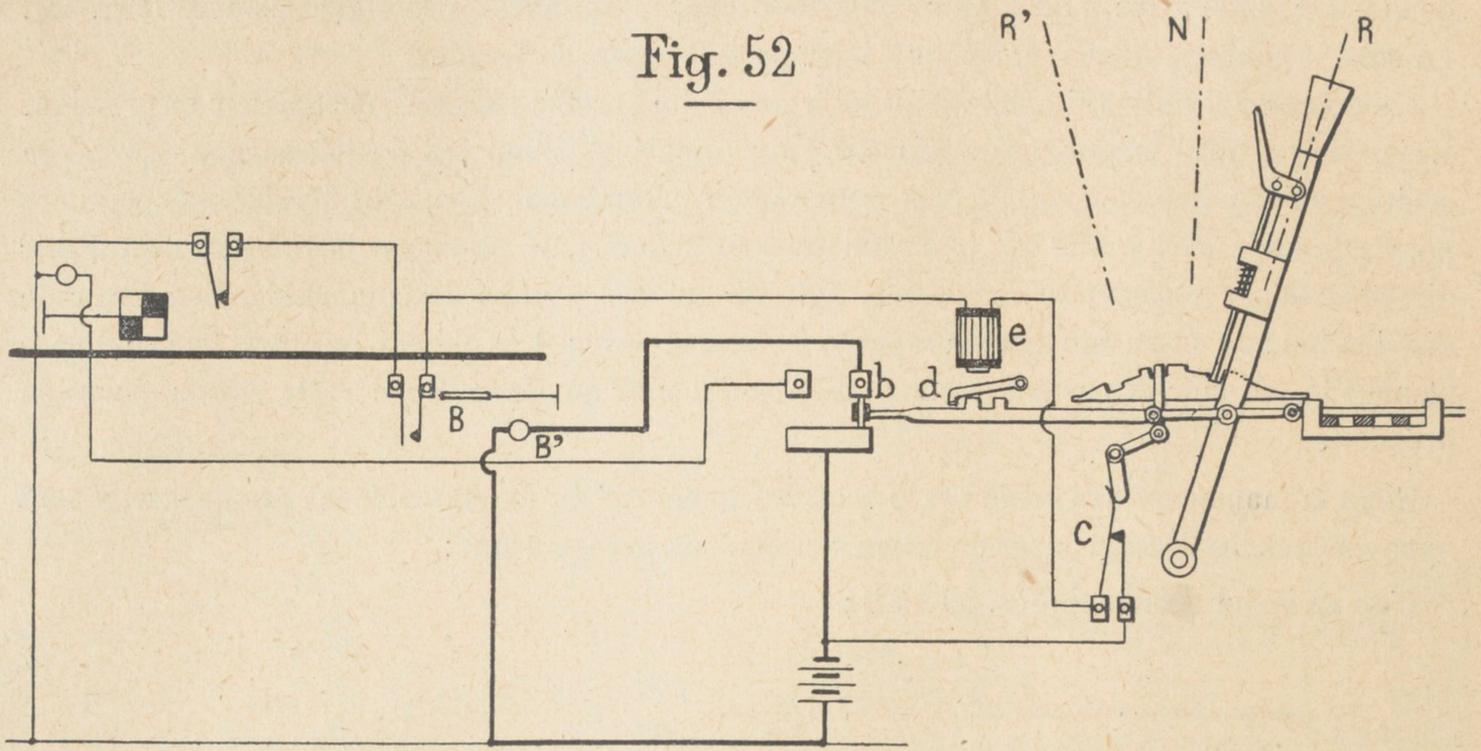


Fig. 53

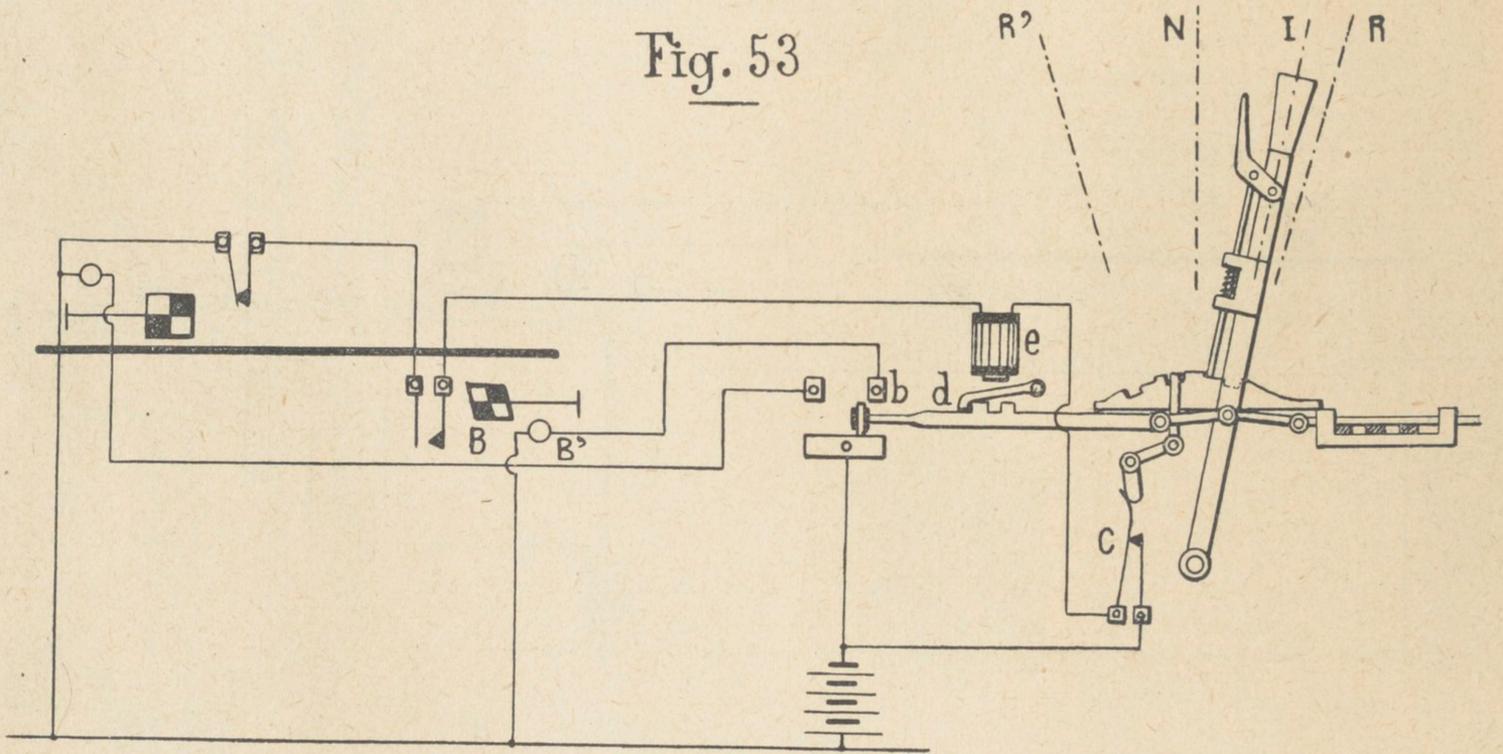
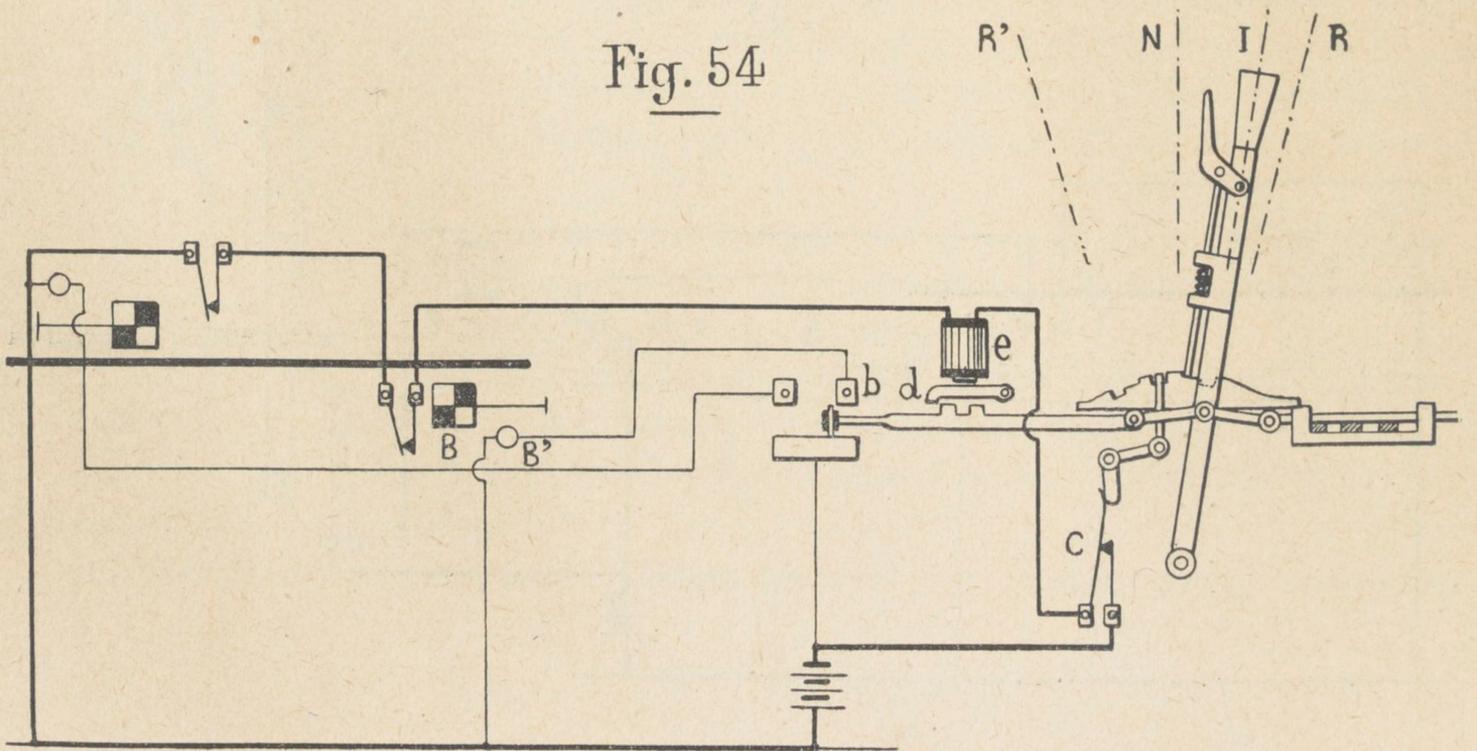


Fig. 54



L'autre au levier d'aiguille (Fig. 55 à 58)

Fig. 55

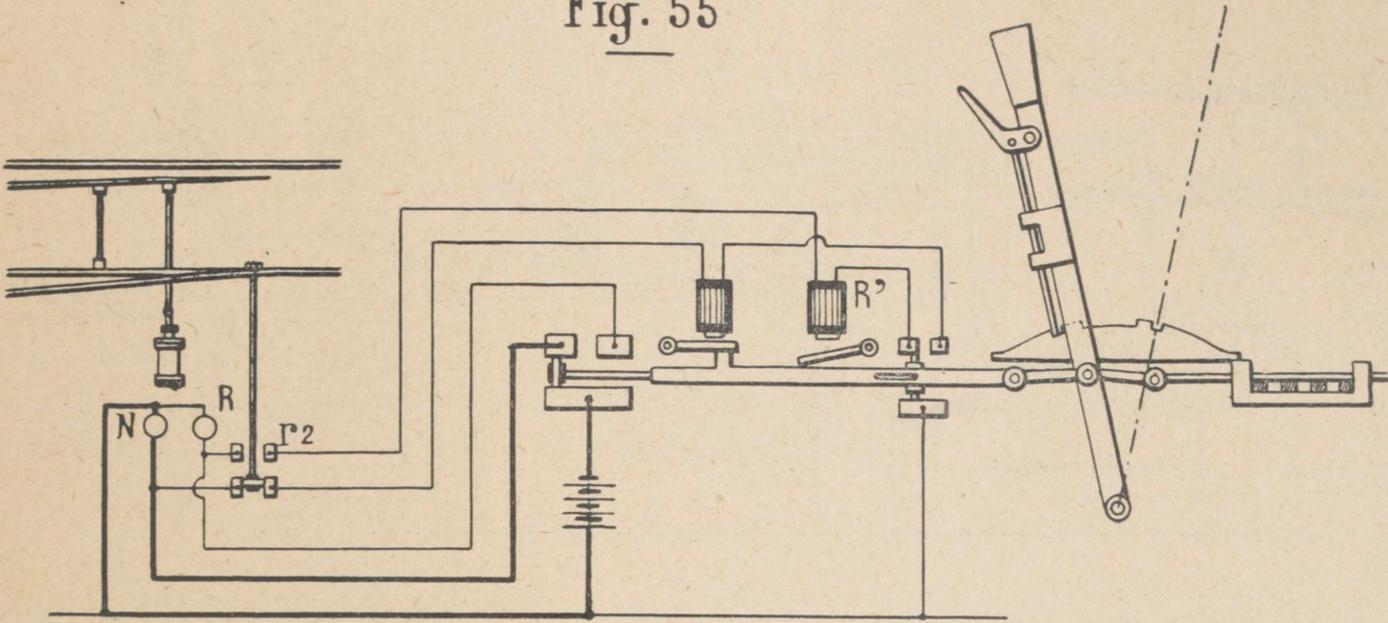


Fig. 56

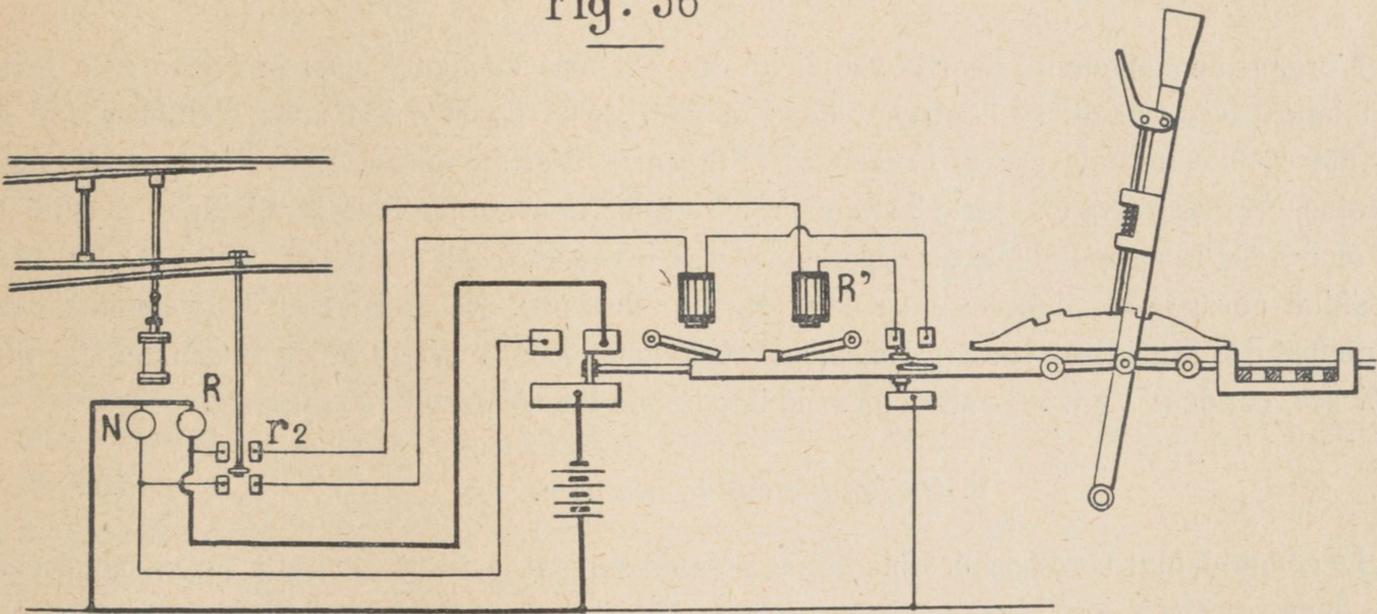


Fig. 57

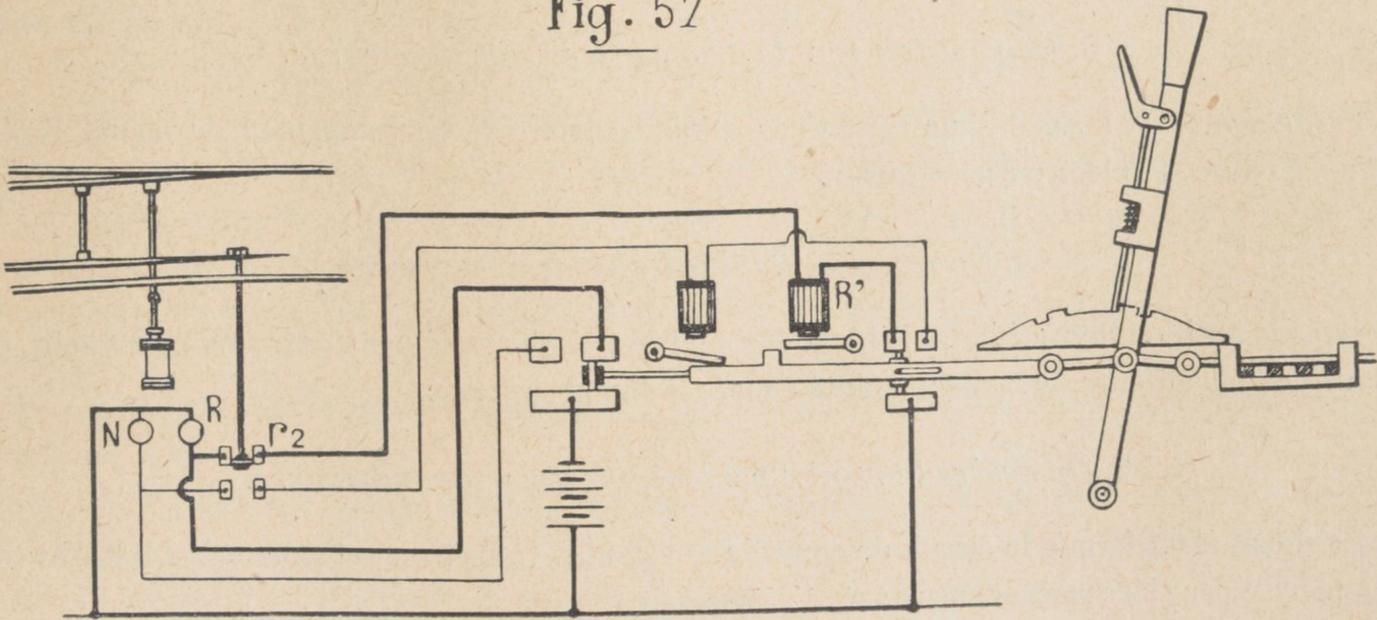
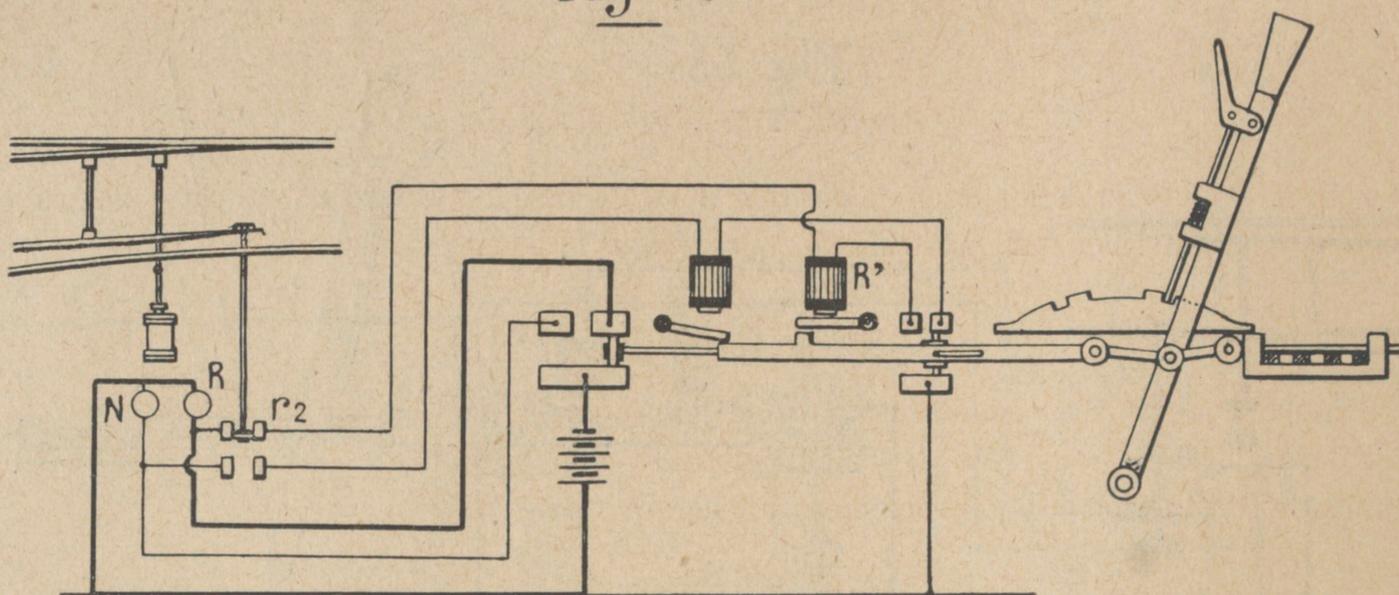


Fig. 58



I. — LEVIER DE SIGNAL.

1. *Position normale du levier.*

L'organe de manœuvre, pour la simplicité des schémas est figuré sous la forme d'un levier miniature avec manette se déplaçant dans le plan de la figure (c'est ainsi d'ailleurs que les leviers sont construits par la Compagnie Française Westinghouse). Dans les appareils américains, cet organe est une sorte de manivelle tournant dans un plan perpendiculaire à celui de la figure. On remarquera que cet organe peut être manœuvré soit à gauche, soit à droite de sa position normale et actionne ainsi deux signaux distincts. En choisissant deux signaux commandant des itinéraires incompatibles, on enclenche, par là même et de la manière la plus efficace, ces deux signaux, puisqu'on rend impossible leur ouverture simultanée.

2. *On appuie sur la manette.*

Le commutateur C se ferme. Un courant s'établit suivant le tracé en traits forts, pourvu que les deux signaux soient bien fermés, et traverse l'électro de contrôle *e*. Le levier de manœuvre est libéré.

3. *On renverse vers la droite le levier de manœuvre.*

Par le contact *b*, il s'établit un circuit passant par l'électro B' de commande du signal B. Ce signal s'ouvre et l'électro *e* se désarme.

4. *On remet normal le levier de manœuvre.*

Dans la position intermédiaire I, le mouvement se trouve arrêté par l'armature de l'électro de contrôle *d*. D'ailleurs, le contact *b* étant coupé, le signal se ferme

5. *On achève la remise normale du levier de manœuvre.*

Le signal étant fermé, le circuit de contrôle se rétablit. L'électro *e* est actionné et le levier de manœuvre peut être remis dans sa position normale.

II. — LEVIER D'AIGUILLE.

1. *Aiguille en position normale.*

Le circuit de mise et de maintien en position normale de l'aiguille, passant par l'électro de commande N est fermé. Il ne passe aucun courant dans les électros de contrôle.

2. *On renverse le levier de manœuvre.*

Ce mouvement est arrêté dans une position intermédiaire par l'armature de l'électro R' de contrôle de position renversée de l'aiguille. Dans cette position, le circuit de l'électro de commande R est fermé et le renversement de l'aiguille se produit.

3. *Le contrôle de l'aiguille renversée se produit.*

Lorsque l'aiguille colle dans sa position renversée, le contact de contrôle r_2 se ferme, l'électro R' est actionné et son armature dégage l'organe de manœuvre.

4. *On achève le renversement du levier de manœuvre.*

Rien ne s'oppose, en effet, ainsi qu'il vient d'être dit, à ce qu'on achève ce mouvement.

Parmi les postes électropneumatiques les plus importants, récemment installés aux Etats-Unis, nous citerons le poste n° I de la nouvelle Gare Sud de Boston, qui avec ses 143 leviers dont 13 réservés manœuvre 148 signaux, 31 traversées-jonctions doubles à pointes mobiles et 49 changements ordinaires, et commande l'entrée des 28 voies sous gares desservies par huit voies d'entrée et de sortie. Nous citerons également le poste N° 1 de la Gare Terminus de Saint-Louis, qui comporte 215 leviers, dont 34 réservés. Nous donnerons quelques détails au sujet de ce dernier poste, qui manœuvre 65 aiguilles, 48 traversées-jonctions doubles à pointes mobiles et 193 signaux.

La Planche n° V donne les plans et l'élévation de la cabine, qui a 17 m, 50 sur 7 m, 50.

La table de commande a une longueur de 13 m, 95: elle est divisée en 4 sections, correspondant à des zones différentes de voies, telles que les divers aiguilleurs puissent manœuvrer sans avoir à passer l'un devant l'autre. Un tableau miniature reproduit un plan des voies, sur lequel est répétée, à l'aide de voyants, la manœuvre des diverses aiguilles.

La Planche n° VI montre la disposition très symétrique de l'entrée de la gare, avec ses 32 voies sous hall et leurs divers raccordements avec les voies principales. Ces 32 voies constituent chacune un circuit de voie, à chacun desquels correspond, dans la cabine, un voyant permettant de savoir si la voie est ou non coupée. Ces circuits commandent également des signaux indicateurs permettant aux agents des trains entrant, de savoir si la voie est libre.

Il est à remarquer qu'un seul élément d'accumulateurs suffit pour actionner ces 32 circuits de voies.

Les aiguilles engagées par des essieux sont également immobilisées par l'intermédiaire de circuits de voie.

Les divers postes ont, entre eux, des systèmes d'annonces, leur permettant de signaler la mise en marche ou le passage des trains des diverses directions. De même la gare annonce au poste n° I le départ de tous les trains avec indication de la voie de départ.

Tous les signaux sont éclairés électriquement ; les lampes employées sont de deux bougies seulement. En un an, sur 283 signaux, on n'a eu à remplacer que 12 lampes.

Des sifflets à air comprimé sont disposés près de certains signaux. L'aiguilleur les fait fonctionner quand il estime que le machiniste tarde à obéir à ces signaux (1).

*Appareil à boutons poussoirs pour la manœuvre électropneumatique
des aiguilles dans les gares de triage.*

Cet appareil, appelé « Push button machine », comporte, pour la manœuvre de chaque aiguille, deux boutons N et R (Fig. 59). L'un de ces boutons R sert à renverser l'aiguille, tandis que l'autre N sert à la remettre normale. Ces boutons qui sont placés sur deux rangées parallèles horizontales, agissent sur un levier mobile autour d'un axe placé en son milieu de manière que, lorsqu'on pousse le bouton R, le bouton N ressorte et inversement. On n'a jamais, de cette façon, qu'un seul bouton apparent pour chaque aiguille, ce qui évite toute hésitation de l'aiguilleur dans le choix du bouton à employer.

Si on se rapporte à la Fig. 59, on voit que le bouton N ferme le circuit de l'électro de commande N de l'aiguille et le bouton R le circuit de l'électro de commande R de cette même aiguille.

Un indicateur à trois positions donne l'indication « Normale » quand les bobines B et B' sont parcourues par un courant d'un sens déterminé ; « Renversée » pour un courant de sens contraire, et enfin « Occupée » quand ces bobines ne sont traversées par aucun courant. Dans ce dernier cas, les deux boutons N et R sont verrouillés, et aucun d'eux ne peut être manœuvré.

L'examen du schéma montre comment, par le fonctionnement des lames *a*, *b* et *c* solidaires de l'aiguille, le sens du courant est renversé dans les bobines B et B'. Il montre également que ces bobines ne reçoivent aucun courant lorsque les aiguilles ne collent pas, ou lorsqu'elles sont engagées par un essieu. L'aiguilleur peut ainsi suivre le mouvement des wagons sur les diverses aiguilles, et, d'autre part, est empêché mécaniquement de manœuvrer les aiguilles sous les wagons.

Cet appareil est de dimensions très réduites. Il a 36 centim. de hauteur et 31 centim. de largeur : la distance d'axe en axe des boutons est de 5 centim. Il permet d'accélérer sensiblement les manœuvres : en outre, dans les postes de triage d'Altoona où nous l'avons vu fonctionner, l'aiguilleur reçoit, pour chaque train, une feuille de débranchement (drifting report) du type ci-dessous :

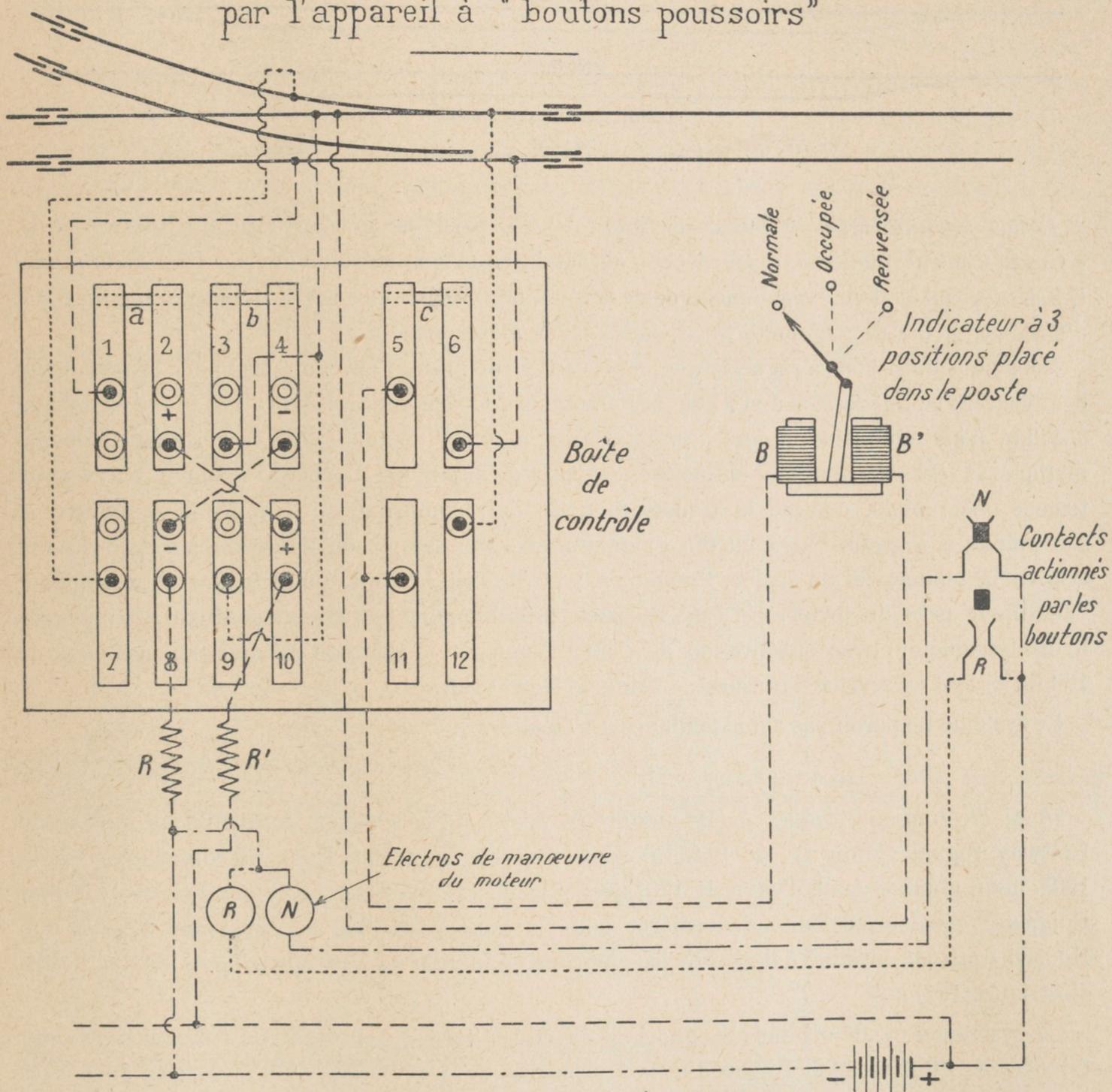
Numéro des rames.	Numéro de la voie.	Nombre de wagons par rame.
—	—	—
1	5	3
2	7	2
3	2	5
»	»	»

(1) Nous signalerons à cette occasion que, dans les trains, les signaux échangés pendant la marche entre le chef de train et le personnel de la machine se font à l'aide d'un petit sifflet à air comprimé, alimenté par la conduite des freins.

Le numéro de la voie est également inscrit, pour chaque rame, sur le wagon de queue de la rame précédente et sur le wagon de tête de cette rame. Mais la feuille de débranchement évite

Fig. 59

Schéma de la manœuvre d'une aiguille par l'appareil à "boutons poussoirs"



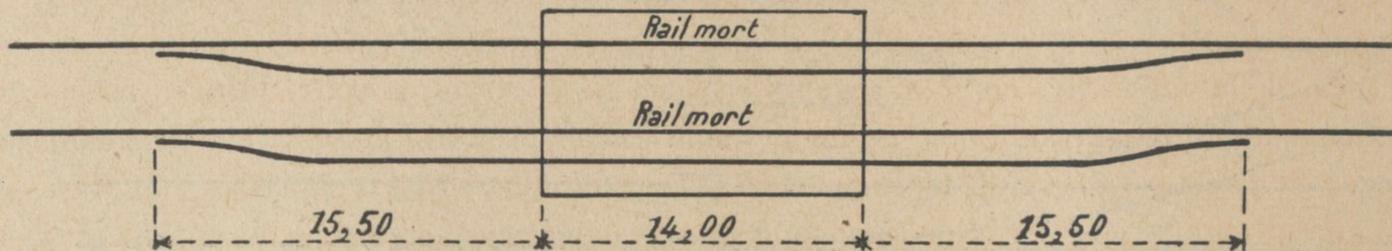
Les lames a, b et c sont solidaires de l'aiguille
Lorsque celle-ci est normale, les connexions 1-2, 3-4 et 5-6 sont établies.
Lorsqu'elle est renversée, ces connexions sont rompues et remplacées par
les suivantes : 7-8, 9-10, 11-12.

toute erreur ou toute hésitation de la part de l'aiguilleur, et lui permet ainsi une manœuvre plus rapide.

Enfin, un sifflet à air comprimé est employé, dans cette même gare pour échanger, suivant un code déterminé, des signaux entre le poste de manœuvre des aiguilles et la butte (1).

Fig. 60

Pont à bascule



Postes pneumatiques à basse pression. — Le poste de la Gare Centrale de New-York, « Grand Central Station », a été décrit, en détail, dans le numéro de Février 1901 de la *Revue Générale*, qui a donné également dans son numéro d'Octobre 1904, la description du poste d'Ermont, de la Compagnie du Nord, établi sur le même principe.

Nous nous bornerons à rappeler que, dans ce type de poste, l'air comprimé pour la manœuvre des appareils a une pression de 1 kilog. seulement, et que la manœuvre des valves se fait également à l'aide d'air comprimé, à une pression moitié moindre. Comme dans le poste électro-pneumatique, le levier ne peut être entièrement rabattu qu'autant que l'appareil manœuvré a complètement obéi; mais, comme la transmission de l'air comprimé au cylindre de manœuvre et son retour à l'appareil de contrôle exigent un certain temps, on a combiné un dispositif qui achève la manœuvre du levier, lorsque ce contrôle s'est produit. On évite ainsi d'immobiliser l'aiguilleur près du levier. Ce type de poste présente ainsi une grande analogie avec le poste hydrodynamique, avec substitution de l'air à l'eau comme agent de transmission. Un poste de 180 leviers est en service à la Gare Centrale de New-York.

Ce système ne paraît pas avoir tendance à s'étendre.

Poste électrique Taylor. — De nombreux postes de ce système, construits par la General Railway Signal Company, de Buffalo, sont en service aux États-Unis. Au commencement de 1905, leur nombre était d'environ 120, avec plus de 4.600 leviers. La General Railway Signal Company construisait l'année dernière, pour la zone électrifiée du New-York Central and Hudson Railroad, destiné à desservir les environs de la ville de New-York, plus de 60 postes électriques Taylor.

Ce système a été décrit dans les numéros d'Octobre 1901 et Juin 1903 de la *Revue Générale*. Ce dernier numéro de la Revue a trait à l'installation de Pétange, dans le Grand Duché de Luxembourg. Une autre application en a été faite, ainsi que nous l'avons dit plus haut, sur les chemins de fer Français, au poste de la Rapée-Bercy, sur la Petite Ceinture.

(1) Il nous paraît intéressant de signaler également qu'à Altoona, les wagons sont pesés à leur passage, sans arrêt. Les ponts à bascule sont d'ailleurs à quatre rails (Fig. 60) dont deux appelés « rails morts » n'actionnent pas l'appareil de pesage. On évite ainsi de fatiguer cet appareil par le passage des wagons qu'il n'y a pas lieu de peser.

Ces descriptions nous permettront d'être très bref en ce qui concerne la partie mécanique, et de donner seulement quelques détails sur les circuits de manœuvre.

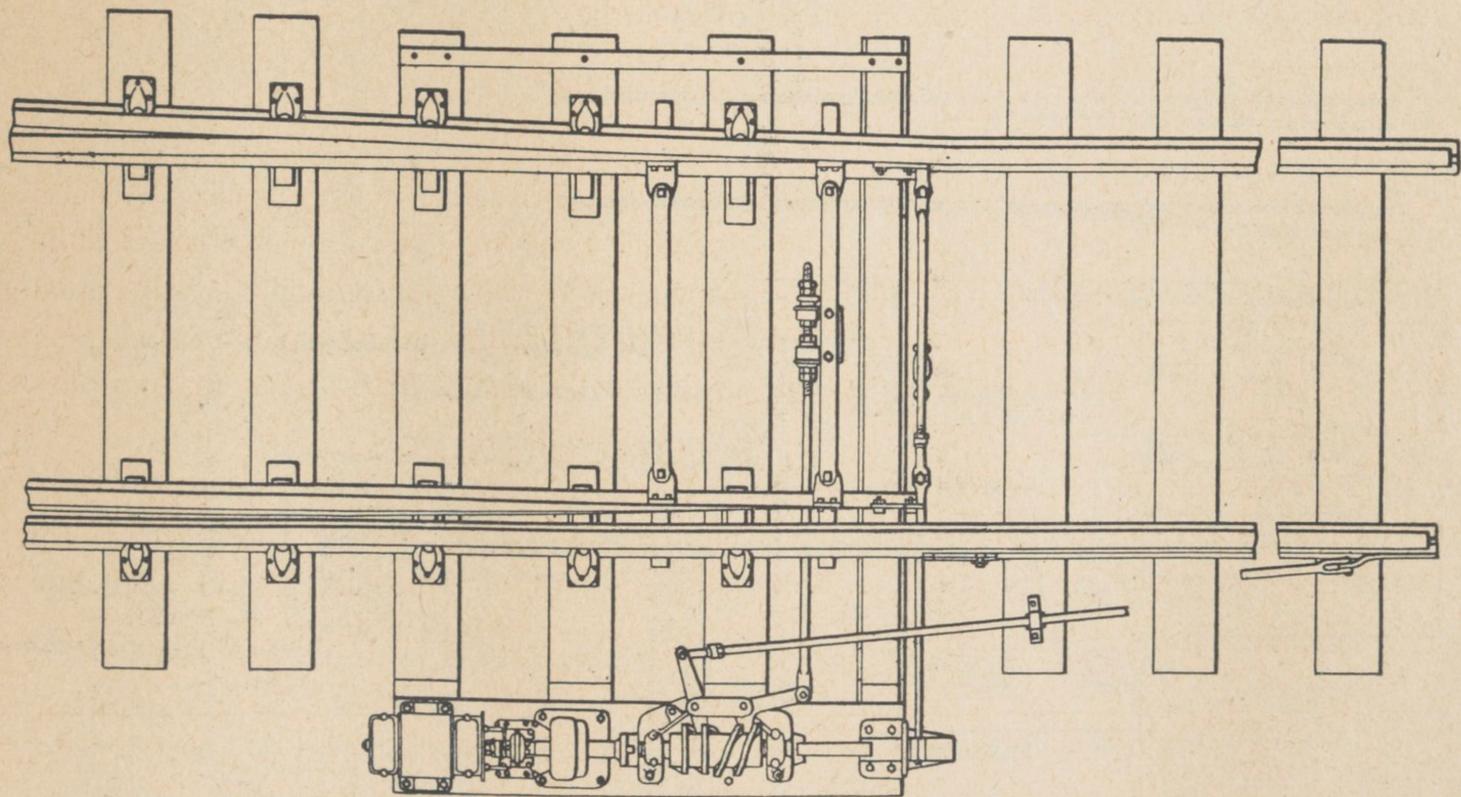
Le levier, qu'il actionne une aiguille ou un signal, produit les commutations établissant les circuits de manœuvre. Comme dans les systèmes électro-pneumatique et pneumatique à basse pression, il ne peut achever sa course qu'autant qu'un courant traverse un électro de contrôle (désigné par la lettre I dans les schémas de la Planche VII). Ce qui caractérise le système Taylor, c'est que ce courant de contrôle est produit par la dynamo qui actionne l'aiguille ou le signal. Lorsque la manœuvre de cette aiguille ou de ce signal est terminée, le moteur continue à tourner en vertu de la force vive qu'il a acquise et lance un courant de sens contraire au courant d'actionnement. Il en résulte une économie dans les canalisations, puisque le fil de commande devient fil de contrôle (le système comporte 2 fils par aiguille, 1 fil par signal, et 1 fil de retour commun à tout le poste); et, de plus, une très grande sécurité, puisque le contrôle est indépendant de la batterie du poste, et ne peut ainsi être produit indûment par un mélange de fils.

Les schémas de la Planche VII permettent de suivre complètement le fonctionnement de ce système.

Poste électrique Westinghouse, — Le premier poste de ce type, qui a été créé, il y a deux ans environ par l'Union Switch and Signal Company a été installé en 1905 à la bifurcation de Milbury (Ohio) sur le réseau du Lake Shore and Michigan Southern. Le réseau du Baltimore and Ohio a également cinq postes de ce type en service.

L'appareil de manœuvre d'aiguille est tout en longueur, et disposé parallèlement à la voie, de

Fig. 61
Appareil de manœuvre d'aiguille.



manière à occuper le moins de place possible (Fig. 61). L'arbre de ce moteur est relié par

l'intermédiaire d'un embrayage magnétique et d'engrenages (avec réduction de vitesse du 80^e) avec un tambour portant deux cames hélicoïdales de manœuvre. L'une de ces cames actionne le verrou et la pédale l'autre actionne l'aiguille. Le moteur comporte un inducteur à double enroulement, et le sens de la rotation varie suivant que l'un ou l'autre de ces enroulements est parcouru par le courant.

La table de manœuvre et d'enclenchements est identique à ce qu'elle est dans l'appareil électropneumatique, avec de légères modifications en ce qui concerne le contrôle. Ce contrôle est combiné de la manière suivante : le moteur d'aiguille comporte, en dehors du collecteur ordinaire d'un moteur à courant continu, une bague sur laquelle frotte le balai de contrôle et qui n'est connectée qu'avec une lame du collecteur. A la fin du mouvement de l'aiguille, le commutateur qui en est solidaire, sépare le fil d'actionnement d'avec le balai de manœuvre et le met en communication avec le balai de contrôle. L'embrayage magnétique est, en même temps, mis hors circuit. Le moteur continue à tourner, sous l'action du courant venant de la batterie, et produit lui-même un courant ondulé, à raison du déplacement de la section d'induit à laquelle la bague collectrice est connectée. Ce courant ondulé induit, dans le secondaire d'un transformateur, un courant alternatif, qui actionne un moteur à courant également alternatif. Ce moteur produit par l'intermédiaire d'un régulateur à force centrifuge le soulèvement du verrou de contrôle, et le levier peut achever sa course.

Le contrôle est ainsi d'une sûreté absolue, puisqu'il ne peut être donné que par un courant alternatif. Or un mélange de fils ne peut donner que du courant continu.

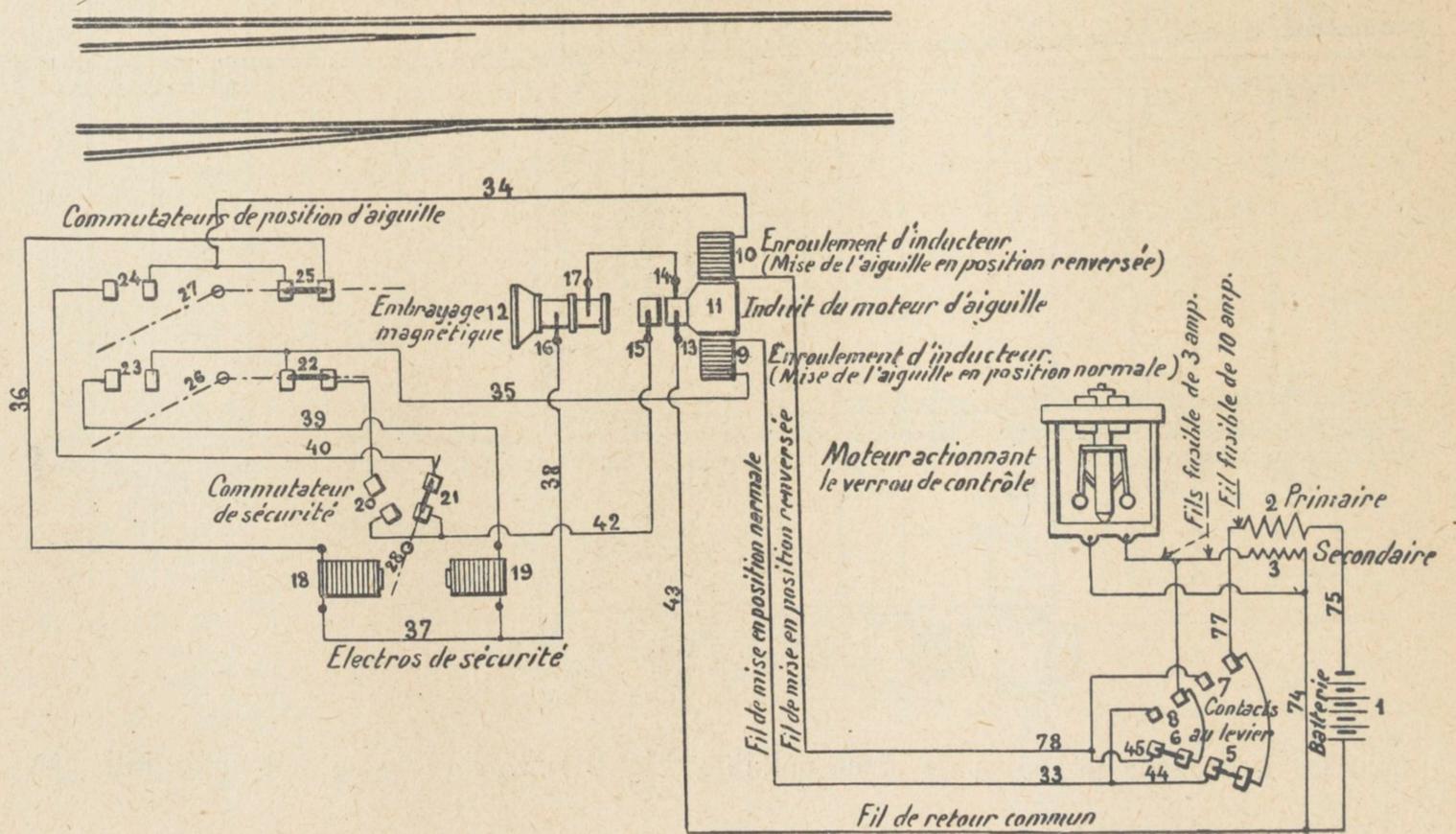
L'appareil fonctionne de la manière suivante :

I. — LEVIER D'AIGUILLE.

1. *L'aiguille est normale.*

Aucun courant ne circule (Fig. 62).

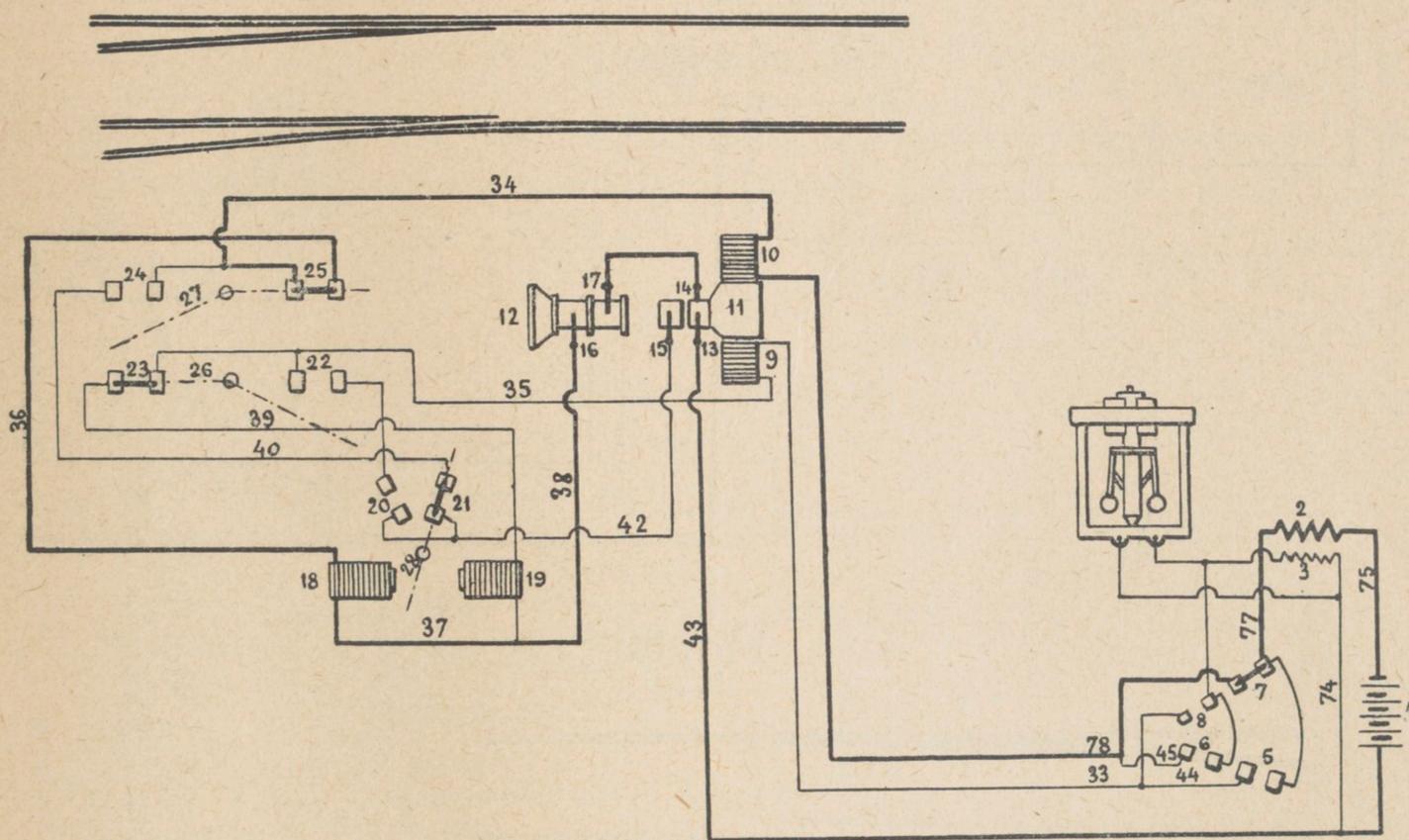
Fig. 62



2. On renverse le levier.

La connexion 6 est alors coupée et la connexion 7 est établie (Fig. 63). Un courant passe suivant le circuit en traits pleins : batterie 1,75, primaire 2, 77, 7, 78, enroulement d'inducteur 10, 34, 27 établissant la connexion 25, 36, électro de sécurité 18, 37, 38, balai 16, embrayage magnétique 12, balai 17, balai 14, induit 11, balai 13, 43 et retour par le fil commun à la batterie.

Fig. 63



Le moteur se met en marche et renverse l'aiguille par l'intermédiaire de l'embrayage magnétique qui est également parcouru par le courant.

Le levier est arrêté au contrôle.

3. Le contrôle se produit.

Quand l'aiguille colle dans la position renverrée (Fig. 64), 27 coupe la connexion 25 et établit la connexion 24. Le courant venant par le fil 34, comme dans le cas précédent, passe par 24, 40, 21, 42, balai de contrôle 15 portant sur le collecteur qui n'est relié qu'à une section de l'induit, induit 11, balai 13, fil 43 et retour à la batterie par le fil commun.

Le courant ne passe alors que par intermittence avec une intensité variable, et le primaire 2,

traversé ainsi par un courant ondulé, induit un courant alternatif dans le secondaire 3. Le moteur de contrôle, qui est lui-même à courant alternatif, est actionné et produit la libération du levier.

Fig. 64

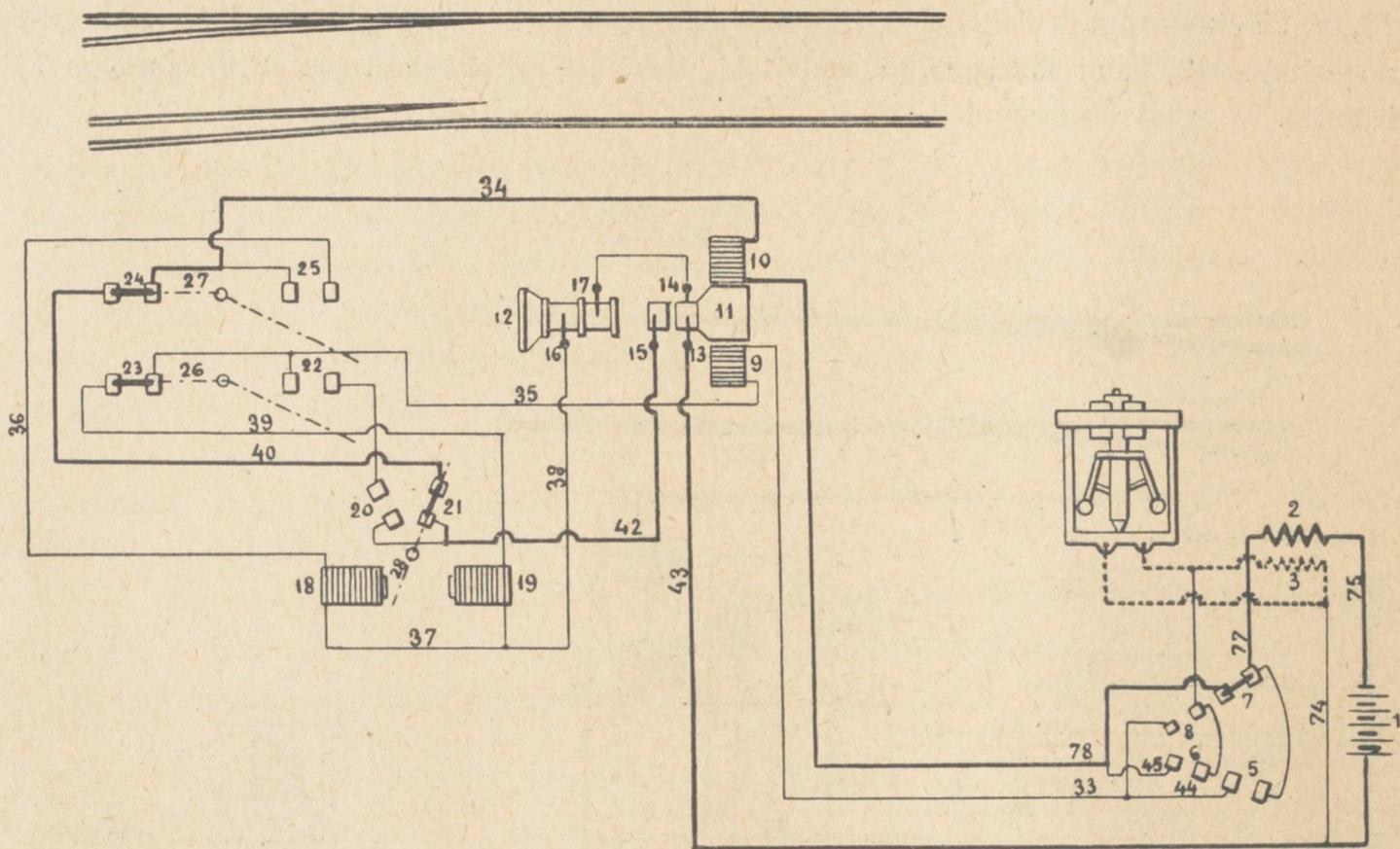
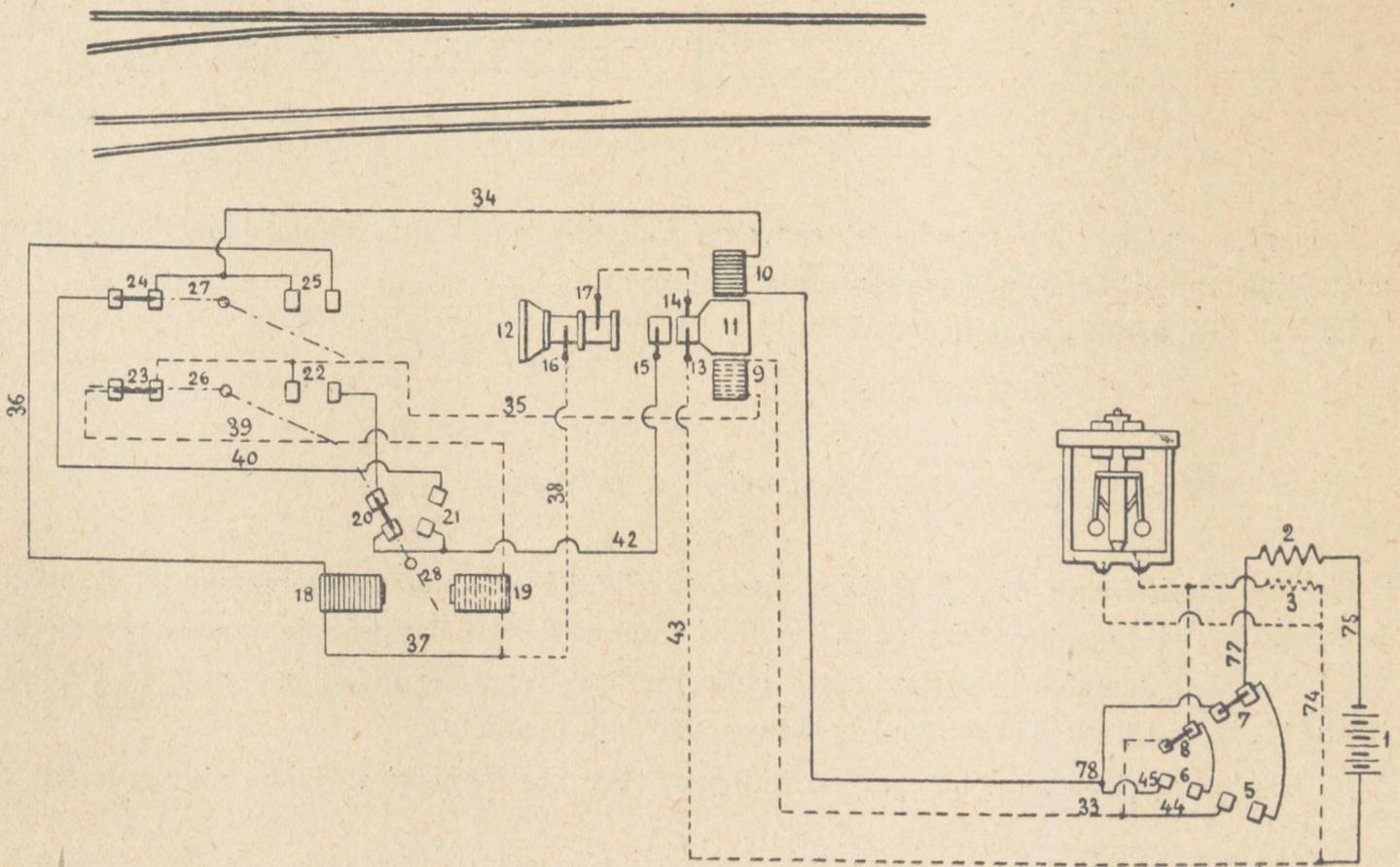


Fig. 65



4. On achève de renverser le levier.

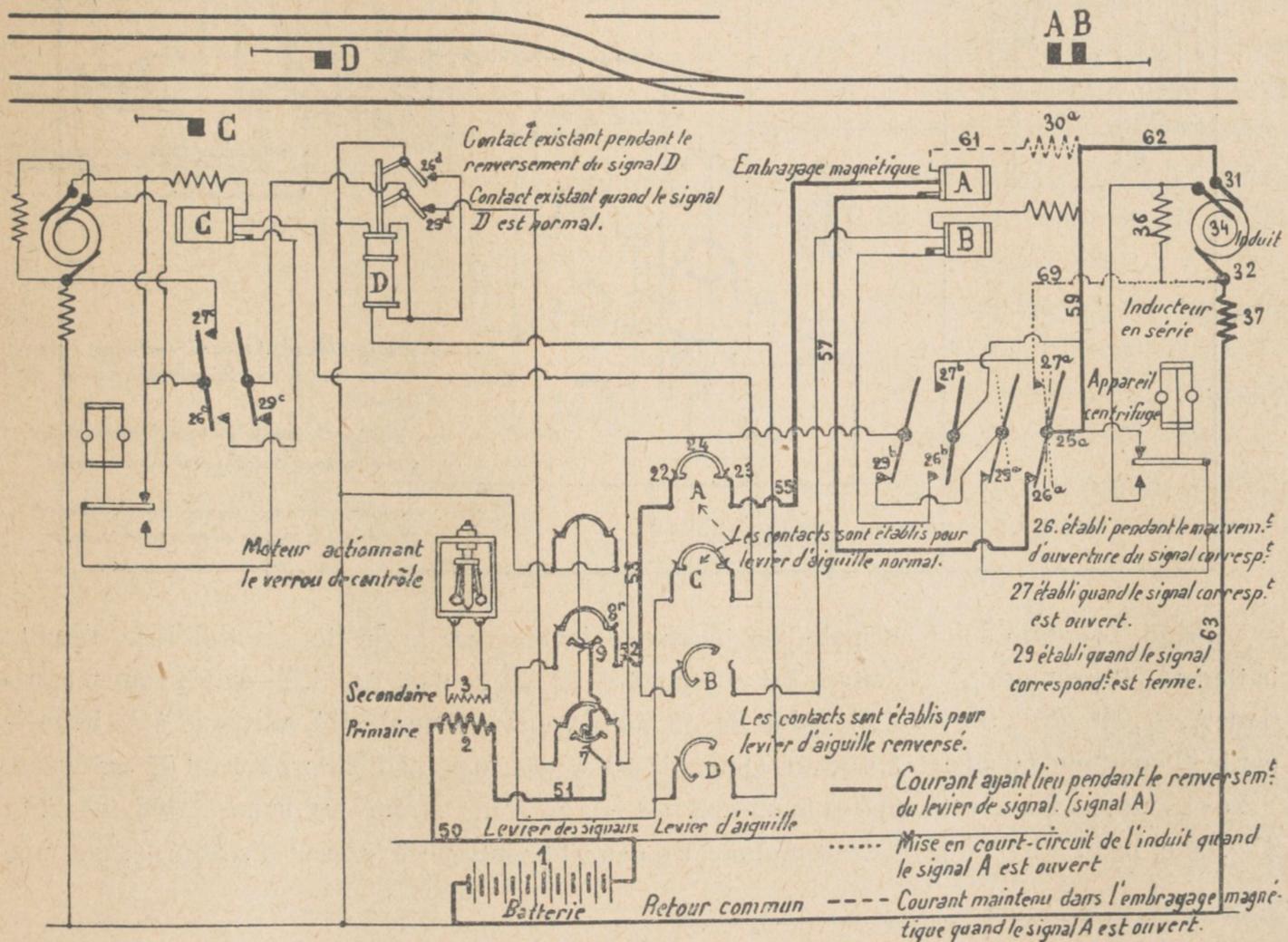
La connexion 8 se fait et la connexion 7 reste elle-même établie (Fig. 65). Un circuit dérivé traverse alors la bobine 19 de l'électro de sécurité. Ce circuit, indiqué en traits interrompus, passe par le fil 74, secondaire 3, connexion 8, fil 33, enroulement d'inducteur 9, fil 35, connexion 23 qui s'est établie dès que le mouvement de renversement de l'aiguille a commencé, 39, bobine 19 de l'électro de sécurité, 38, balai 16, embrayage magnétique 12, balai 17, balai 14. La bobine 19 attire l'armature 28 et coupe la connexion 21 pour établir la connexion 20. Le circuit d'actionnement est alors rompu. Il est à remarquer d'ailleurs que, dès que le courant continu passe dans le moteur de contrôle, qui est, ainsi que nous l'avons dit, à courant alternatif, il le bloque à l'arrêt.

II. — LEVIER DE SIGNAUX.

Les Fig. 66 et 67 se rapportent à un levier susceptible de manœuvrer quatre signaux :

1° Les deux signaux A et B, s'adressant le premier à la voie directe, le deuxième à la voie déviée.

Fig. 66
Ouverture du signal A



Lorsqu'on tourne le levier vers la droite, on produit l'ouverture du premier ou du deuxième

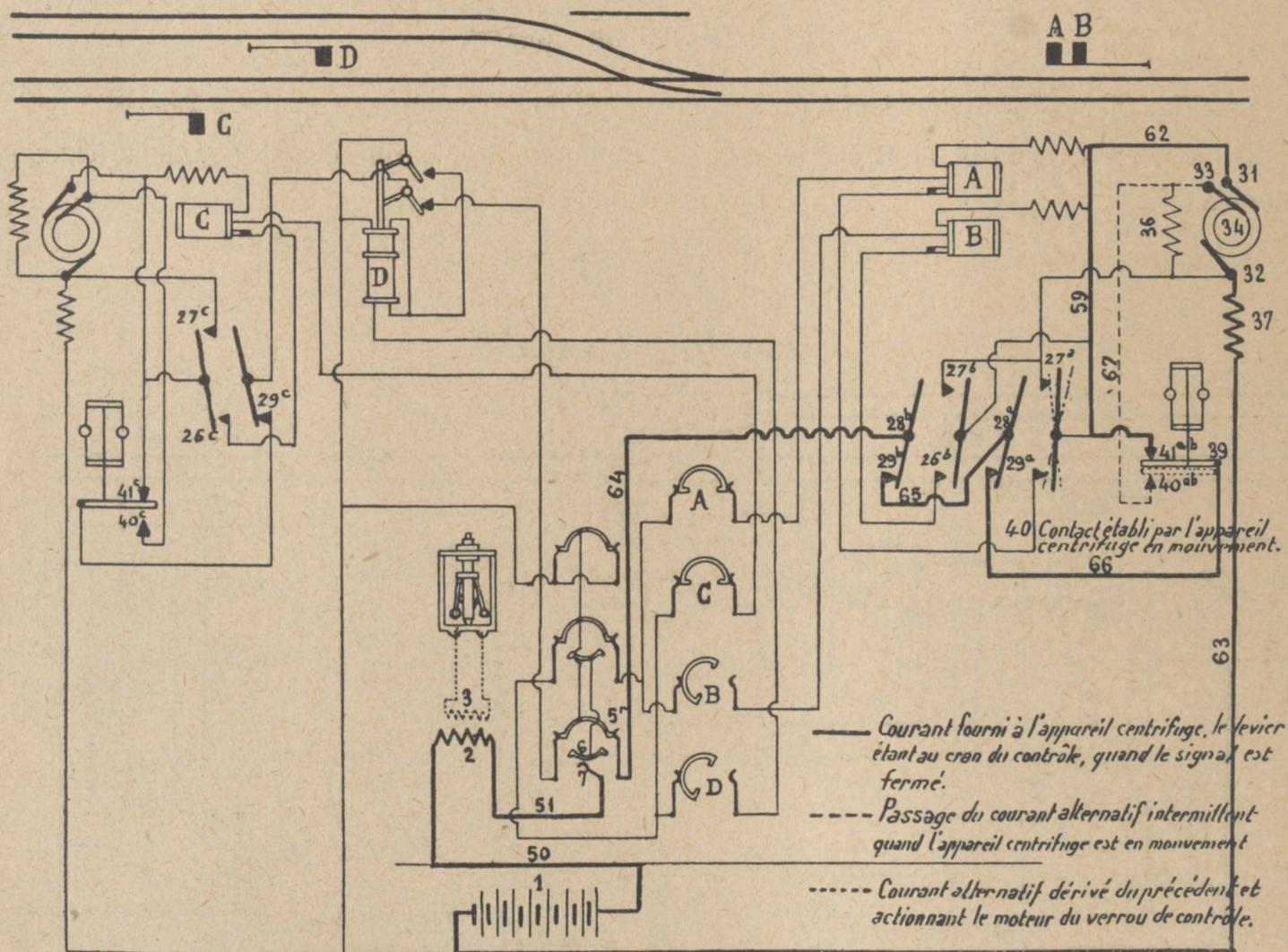
de ces signaux, suivant que l'aiguille est normale ou non. L'aiguille étant normale sur la Fig. 66, le contact de sélection A est fermé et le contact de sélection B est, au contraire, ouvert.

2° Les deux signaux C et D ; le premier de ces signaux est un signal du type ordinaire, le deuxième qui s'adresse à une voie de garage est un signal de hauteur réduite (dwarf signal) (1).

Lorsqu'on tourne le levier vers la gauche, on manœuvre, comme précédemment, le premier ou le deuxième de ces signaux, suivant que l'aiguille est normale ou non (contacts de sélection C et D).

Nous indiquerons, par exemple, la manière dont se produit la manœuvre du signal A.

Fig. 67
Fermeture du signal A



Lorsque, l'aiguille étant normale, on tourne le levier vers la droite, on établit le circuit : batterie 1, 50, primaire 2, 51, contact 7-6, contact 9-8, 52, 53, contact 22-23, 55, embrayage magnétique A, 57, 26^a, 25^a, 59, balai 31, induit 34, 32, inducteur en série 37, 63, et retour à la batterie par le fil commun. Le signal A s'ouvre. Quand il est ouvert, le contact 26^a s'ouvre et 27^a se ferme.

Le circuit précédent est coupé et le moteur est mis en court circuit par balai 31, 62, 59, 25^a, 27^a, 69 et balai 32. D'où arrêt de ce moteur. Un courant continu à passer d'ailleurs dans une

(1) Ces signaux de faible hauteur (1^m,20 à 1^m,50) s'adressent aux manœuvres, et, en général, aux mouvements s'effectuant avec lenteur, tels que ceux qui sont en provenance et à destination de voies de garages.

partie de l'enroulement de l'embrayage magnétique en passant par 61, la résistance 30^a, 62, le moteur, 63 et le fil commun.

Si le levier est alors ramené vers sa position normale, il subit un arrêt au cran de contrôle. Le contact 9-8^r s'ouvre, et le signal se ferme, par suite de la suppression du courant dans l'embrayage magnétique. Mais 6-5^r est resté fermé, et il passe un courant par le circuit : batterie 1, 50, primaire 2, 7, 6-5^r, 64, 28^b, 29^b, 65, 28^a, 29^a, 66, 39, 41^{ab}, 59, balai 31, induit 34, balai 32, inducteur 37, 63 et retour commun à la batterie.

Par suite de la force vive du moteur, la tige 39 produit des alternances de contact entre 39 et 40^{ab}. Or 40^{ab} n'est connecté qu'à une partie de l'enroulement de l'induit. Il en résulte des fluctuations de courant dans le primaire 2 qui induisent du courant alternatif dans le secondaire 3, et ce dernier fait fonctionner le moteur de contrôle.

2. — APPAREILS DIVERS DE SÉCURITÉ.

Parmi les appareils de sécurité qui méritent particulièrement d'être signalés, nous examinerons les appareils de verrouillage d'aiguilles et les aiguilles de sécurité.

Appareils de verrouillage d'aiguilles. — En dehors des verrous et des verrous-aiguilles, il est fait, aux Etats-Unis, un large emploi de l'appareil qui y est appelé « bolt and lock » et qui

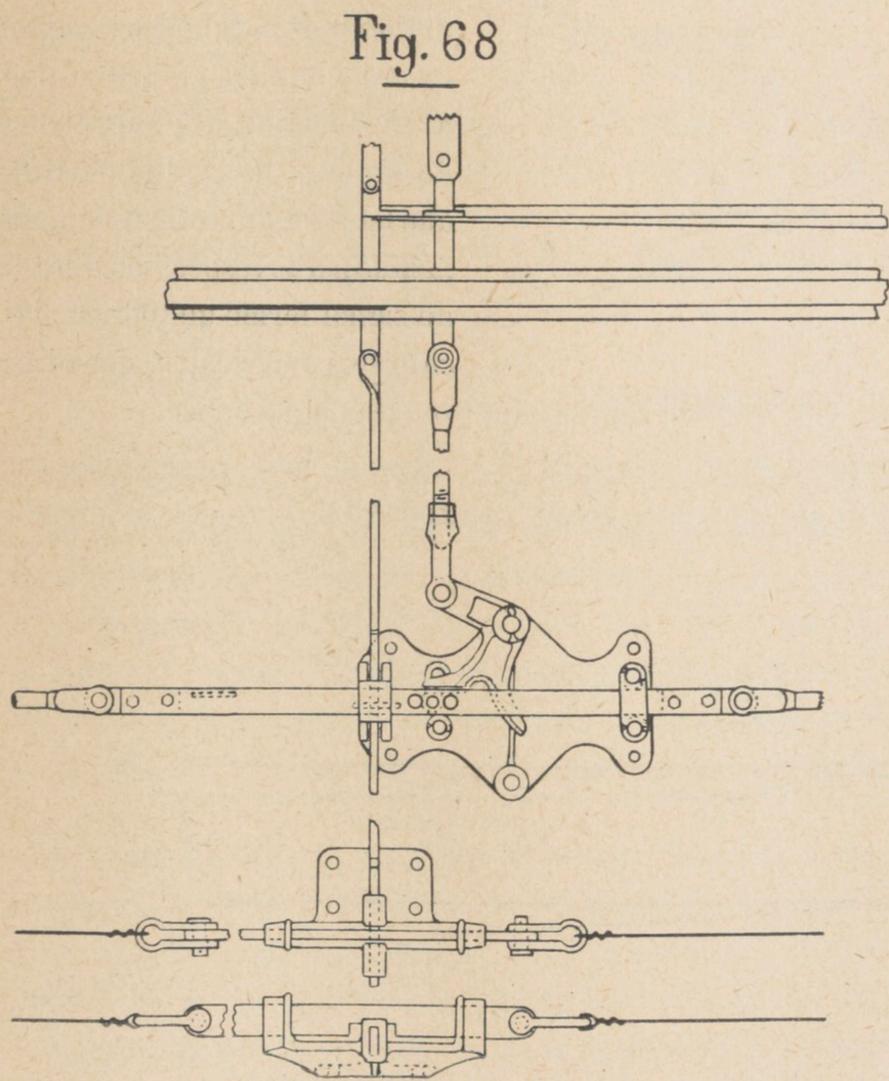
n'est autre que le « detector lock », dont l'emploi est imposé, en Angleterre, par le Board of Trade. Nous rappellerons qu'il se compose de deux barres placées chacune sur l'un des fils de manœuvre du signal et réalisant avec le verrou de l'aiguille les enclenchements suivants :

1° L'ouverture du signal ne peut être faite qu'autant que l'aiguille est verrouillée et disposée dans la direction convenable ;

2° Il est impossible de déverrouiller l'aiguille, sans avoir, au préalable, fermé le signal.

La Fig. 68 montre un « bolt and lock » combiné avec un verrou-aiguille.

Il est fait également très largement usage de pédales mécaniques pour empêcher la manœuvre des aiguilles, lorsqu'elles sont engagées par des essieux. Ces pédales (detector bars), qui ont de



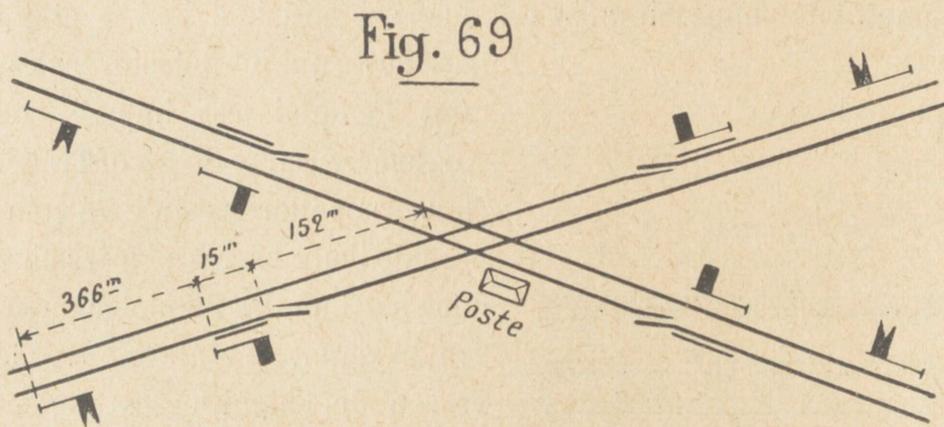
12 à 15 mètres de longueur, sont constituées par un fer plat qui est placé à l'extérieur du rail,

et dont le mouvement est dirigé vers l'intérieur de la voie, pour empêcher que dans un mouvement de lacet, un bandage ne puisse éviter la pédale. Ces pédales, quoique bien combinées, ont tendance à être délaissées, surtout pour les aiguilles manœuvrées par des postes dynamiques.

La puissance de manœuvre étant très grande dans ces derniers postes, il arrive que la pédale vienne se fausser contre la roue et que l'aiguille puisse être manœuvrée, malgré la présence d'essieux sur la pédale. Le verrou électrique commandé par un circuit de voie, est, au contraire, en faveur croissante.

Aiguilles de sécurité. — L'aiguille de sécurité, ou, comme on l'appelle aux Etats-Unis, l'aiguille de déraillement (derailment Switch, ou, plus simplement, derail) est employée, non seulement pour protéger les voies principales contre une dérive venant d'une voie de garage, mais aussi pour protéger les traversées à niveau de deux voies ferrées, et les abords de ponts mobiles (ponts tournants ou ponts levis). Les croisements à niveau de deux lignes et les traversées de rivières par des ponts mobiles sont, en effet, très répandus aux États-Unis.

La Fig. 69 indique une solution qui est généralement employée pour les traversées à niveau.

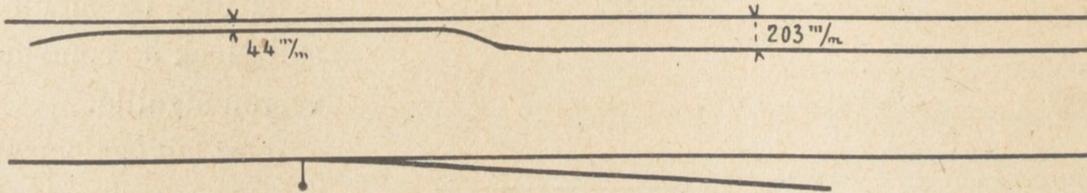


L'aiguille de sécurité est ouverte lorsque les signaux correspondants sont fermés. Des discussions auxquelles l'emploi de ces « derails » a donné lieu à l'Association des Ingénieurs de signaux, il semble résulter que leur emploi est amplement justifié par le respect insuffisant du signal fermé qu'ont les machinistes américains, quand ce

signal n'est pas doublé d'un dispositif qui, comme celui-ci, leur impose la prudence.

Il paraît intéressant de signaler le type d'aiguille de sécurité à une seule lame représentée sur la Fig. 70 : un train qui déraille sur une aiguille de ce genre est exposé à des risques infiniment

Fig. 70



moindres qu'avec une aiguille de sécurité ordinaire. Il est, en effet, guidé sur une certaine longueur et obligé ainsi à suivre la direction de la voie : d'autre part, les chocs qu'il subit au passage des traverses amortissent rapidement sa force vive.

IV. — MOYENS DE COMMUNICATION

entre les postes de manœuvre et d'enclenchement et les gares,
entre les gares, et dans les bâtiments d'administration ou d'exploitation.

Il est légitime de rattacher aux installations de sécurité les appareils qui permettent aux postes de communiquer entre eux ou avec les gares. En leur donnant la possibilité de connaître à tout instant les divers incidents qui peuvent se produire, tels que les retards ou les interversions de trains, ou de concerter les mesures à prendre pour assurer la bonne marche du service, ils contribuent dans une très large mesure à la régularité et à la sécurité de l'exploitation. Il en est de même, dans une certaine mesure, de la facilité des communications entre les divers services ou entre les agents d'un même service : ces communications ont d'ailleurs atteint, aux États-Unis, un tel degré de perfection, qu'il est difficile de les passer sous silence.

Au surplus certains modes d'exploitation, tels que le « train order system » et le « telegraph block », ne constituent, à proprement parler, qu'une réglementation des communications à échanger pour régler le mouvement des trains.

Les échanges de renseignements et les transmissions d'ordres à distance se font par sonneries, par télégraphe, par téléphone ou par télautographe.

Sonneries.

Des circuits de sonneries sont établis de poste à poste, et les communications sont faites suivant un code de signaux, basé sur des combinaisons de groupes de coups, qui varient quant au nombre de coups par groupes, et quant à l'intervalle des groupes.

Le Code recommandé par l'Association des Chemins de fer Américains comprend 22 signaux de ce genre.

Télégraphe.

Le télégraphe employé est le télégraphe Morse, avec récepteur au son.

La multiplicité des communications télégraphiques qui résulte de l'exploitation par le système du « Train Order » a conduit d'ailleurs les Compagnies américaines à utiliser leurs conducteurs télégraphiques d'une manière intensive. Aussi le système « Quadruplex » y est-il d'un usage très courant. Il permet d'écouler quatre télégrammes à la fois par un même fil, qui dessert à chacune de ses extrémités deux transmetteurs et deux récepteurs. Nous décrivons sommairement le Quadruplex Edison, qui est une combinaison du duplex Stearn et du duplex polarisé.

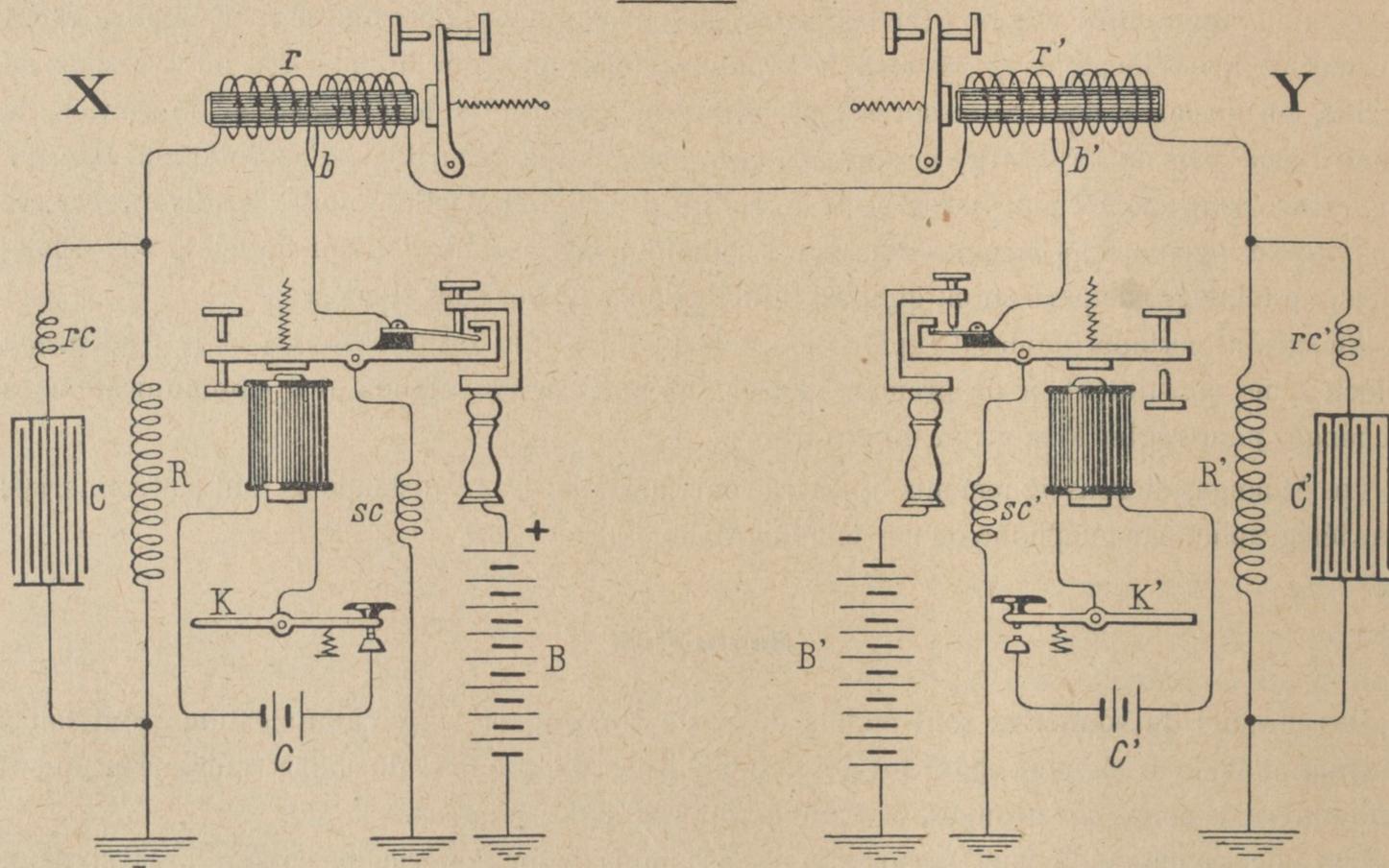
Duplex Stearn. — La Fig. 71 donne l'indication des circuits de ce dispositif, lorsque le manipulateur K du poste X est fermé, et que le manipulateur K' du poste Y est ouvert.

On voit qu'au poste X, le courant de la batterie B se divise, au point *b*, en deux parties ; l'une parcourant la ligne, l'autre se rendant à la terre par la résistance R.

Comme la résistance R est calculée de manière à équilibrer la résistance de la ligne (d'où le nom de ligne *artificielle* qui lui est donné), les effets des deux parties de ce courant qui circulent dans le relai différentiel *r*, se détruisent mutuellement, et l'armature de ce relai qui ferme le circuit du récepteur n'est pas actionnée.

Le courant de ligne, au contraire, en arrivant au poste Y, d'une part, traverse la première partie du relai r' et se rend à la terre en passant par sc' , et, d'autre part, traverse, dans le même

Fig. 71
Duplex Stearn



sens, la deuxième partie du relai r' et se rend à la terre par R' . Le relai r' et, avec lui, le récepteur du poste Y sont ainsi actionnés.

Si les deux manipulateurs K et K' sont actionnés en même temps, la partie des relais différentiels qui est connectée à la ligne est parcourue par un courant d'intensité double de celui qui se rend à la terre par les lignes artificielles. Chaque relai se trouve actionné par le manipulateur du poste correspondant.

En un mot, le récepteur d'un poste est insensible aux courants lancés par le manipulateur de ce poste.

La résistance sc' a pour but d'équilibrer la résistance intérieure de la batterie B du poste X et inversement.

Les condensateurs C et C' permettent d'équilibrer la capacité de la ligne artificielle avec celle de la ligne proprement dite. Par l'emploi des résistances rc et rc' , on peut régler la charge et la décharge du condensateur et les mettre en harmonie avec celles de la ligne.

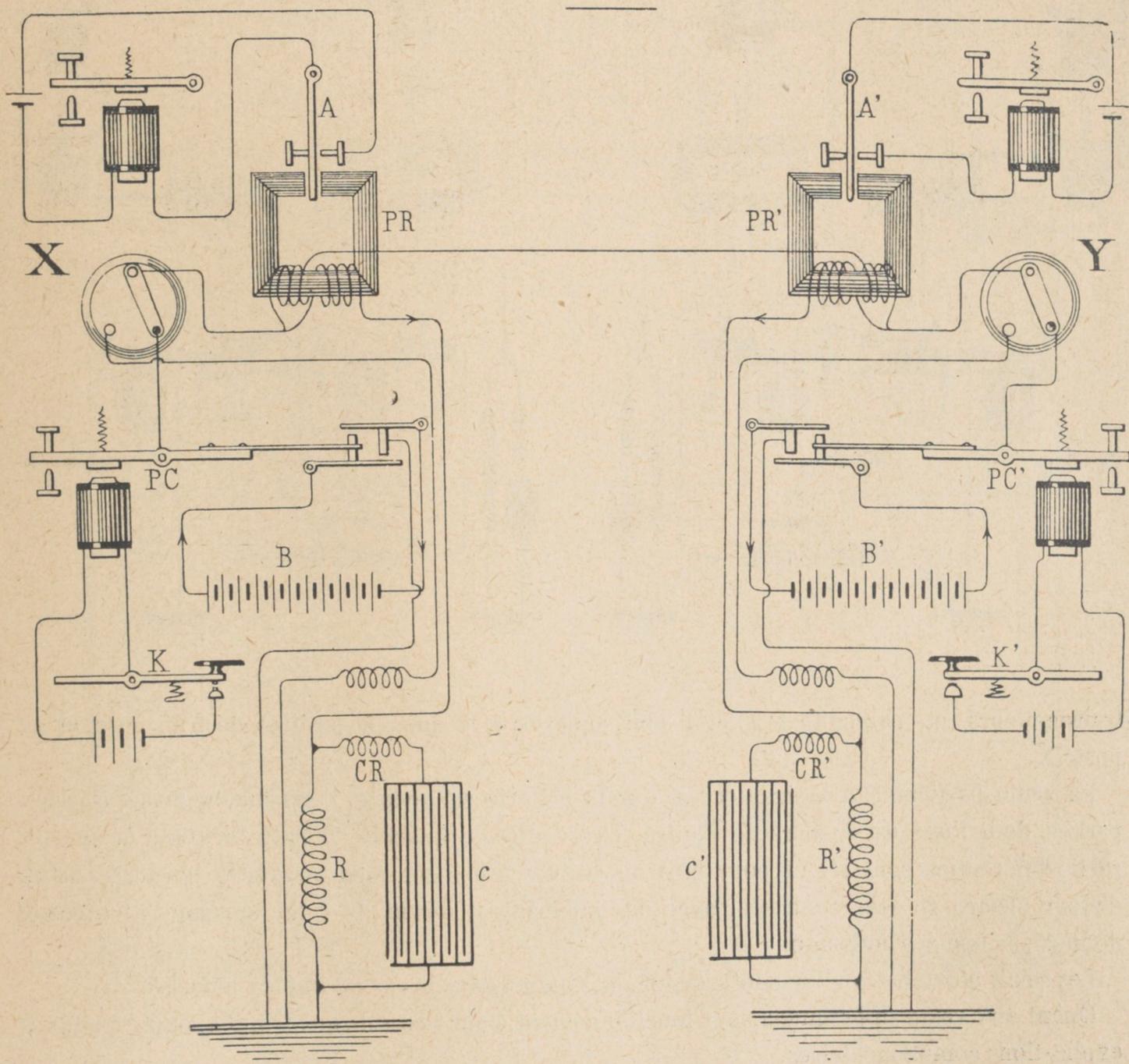
Duplex polarisé. — Ce dispositif est représenté schématiquement par la Fig. 72 où B et B' sont les batteries de ligne, P C et P C' les inverseurs, P R et P R' les relais différentiels polarisés.

On retrouve en R, C et C R les organes de la ligne artificielle que nous avons vus déjà dans le type de duplex précédent.

Si l'on suppose, comme sur la figure, que les deux manipulateurs K et K' sont au repos, les deux batteries B et B' sont en opposition et il ne circule aucun courant sur la ligne. Les lignes artificielles sont, il est vrai, parcourues par un courant, mais le sens de ce courant est tel que les armatures des relais polarisés coupent le circuit des récepteurs.

Supposons maintenant que le manipulateur K' du poste Y soit abaissé. Le courant de la batterie B' change de sens par suite du mouvement de l'inverseur P C'. Ce courant est sans

Fig. 72
Duplex polarisé

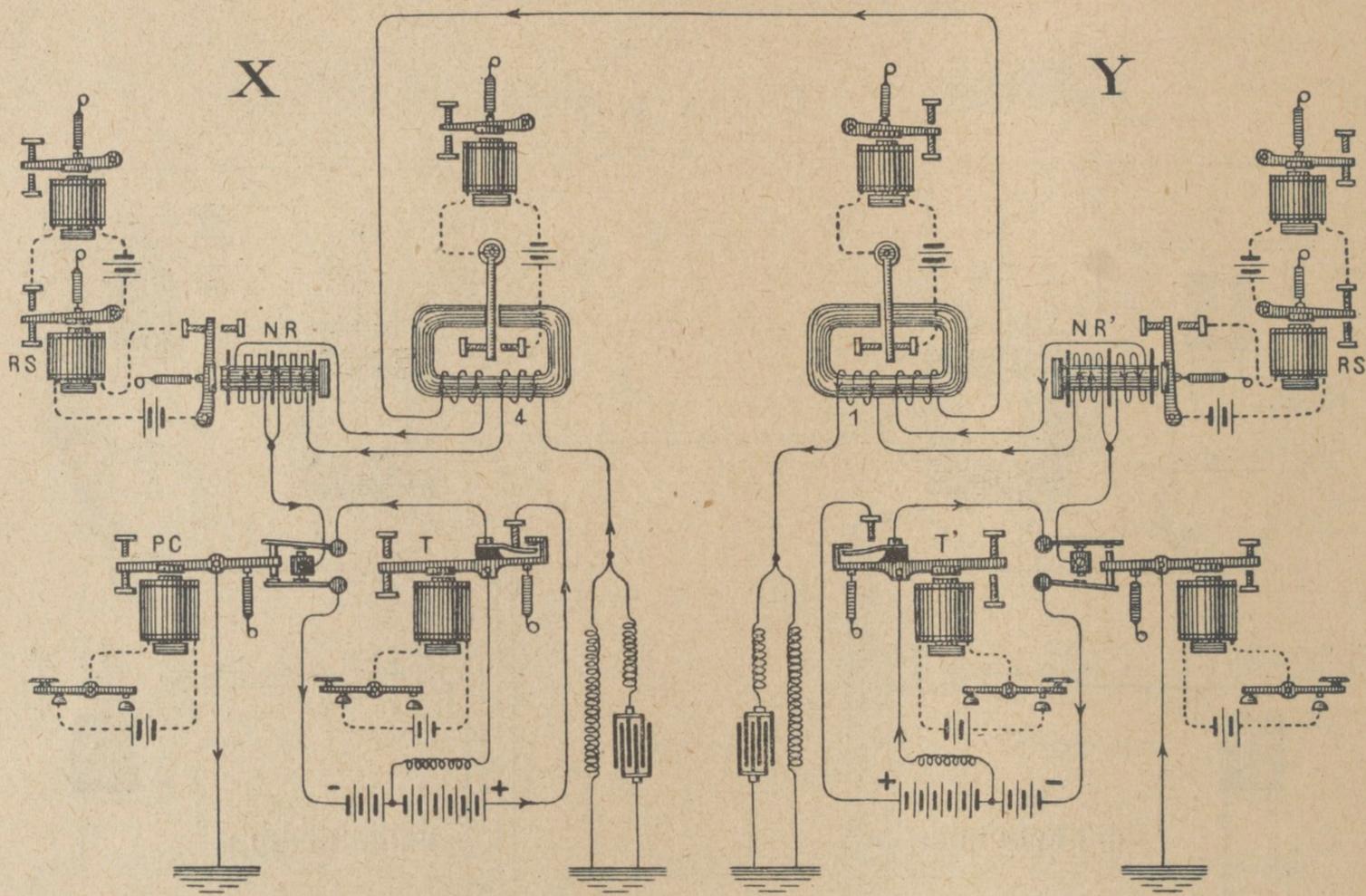


action sur l'armature du relais P R', mais provoque le collage vers la droite de l'armature A du relai P R, et, par suite, la fermeture du circuit local qui actionne le récepteur.

On se rend facilement compte que, lorsque les deux manipulateurs K et K' sont actionnés, les deux armatures A et A' des relais polarisés ferment les circuits locaux actionnant les récepteurs.

Quadruplex. — Le quadruplex est, ainsi que nous l'avons dit, une combinaison des deux systèmes précédents. On s'en rend compte d'ailleurs par l'examen de la Fig. 73 où les deux

Fig. 73
Quadruplex



transmetteurs, et, par suite P C et T sont supposés être dans la position de transmission au poste X.

La seule particularité à signaler est que la batterie est divisée, dans chaque poste, en deux parties, dont l'une est le tiers de l'autre, c'est-à-dire le quart de la batterie totale et que les relais différentiels sont réglés pour être insensibles à des courants traversant les deux parties de leur électro en sens contraire, avec des intensités différent de 1 (en appelant 4 l'intensité donnée par une des batteries).

Les relais polarisés fonctionnent exactement comme dans le cas du duplex polarisé.

Quant aux relais différentiels, leur fonctionnement, dans le cas du quadruplex, exige quelques explications complémentaires.

En X, toute la batterie, et, en Y, le quart de la batterie seulement, est sur la ligne. Les courants émis par les deux postes sont d'ailleurs de même sens.

En X, on voit que N R où l'excès de courant est de 1 seulement, n'est pas actionné. Le relai du récepteur R S est ainsi traversé par un courant qui coupe le circuit de ce récepteur.

Au contraire, en Y, N R' est actionné par un excès de courant de 4 et le récepteur fonctionne dans ce poste.

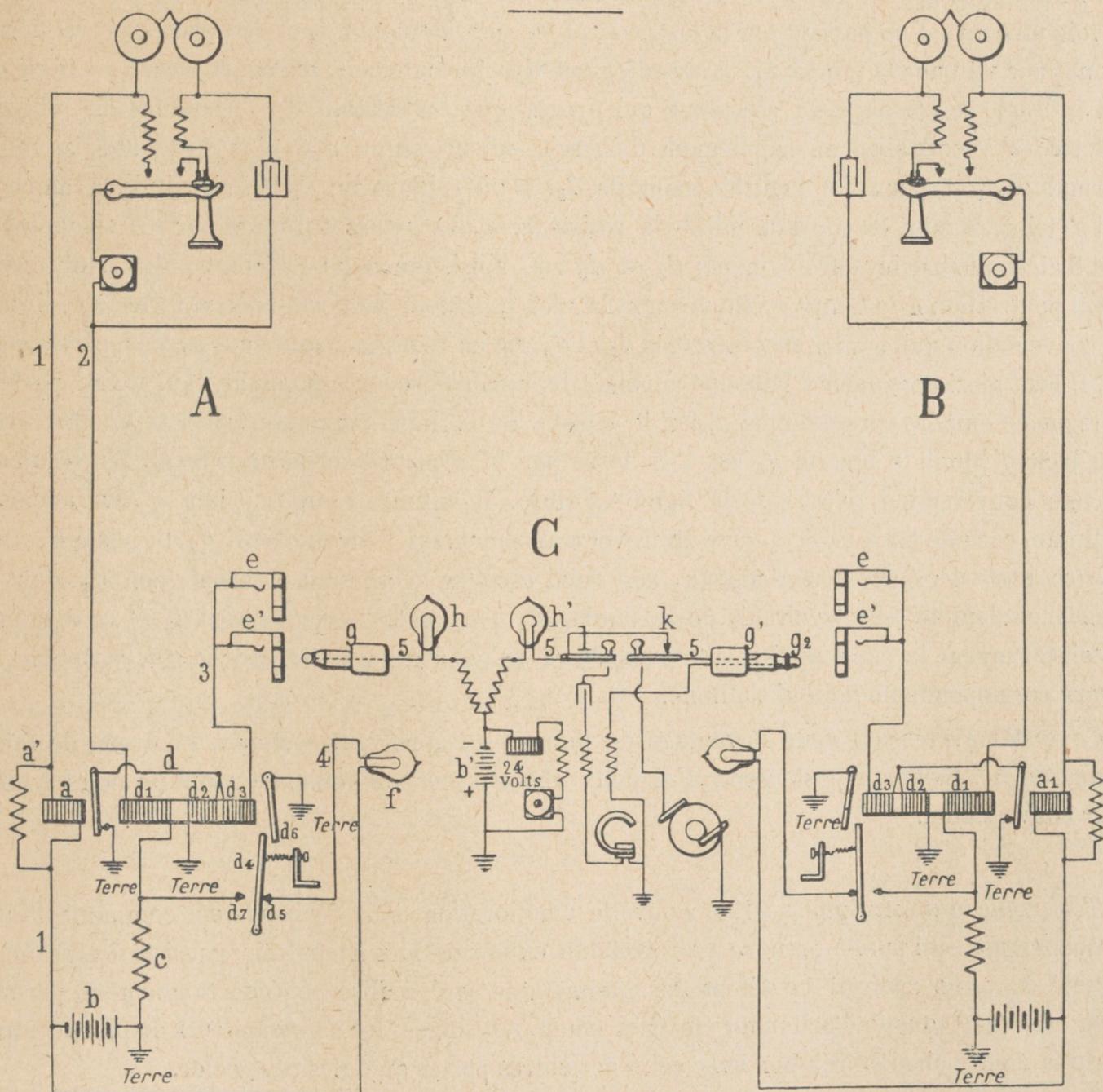
Si on ramène T à la position de repos en abandonnant le manipulateur correspondant, les courants qui traversent N R' sont de 2 et de 1, et ce relai cesse d'être actionné.

Téléphone.

Le téléphone est très largement répandu aux Etats-Unis pour l'exploitation des chemins de fer, mais c'est surtout dans les administrations centrales, dans les ateliers, en un mot, là où le nombre des postes à relier entre eux est considérable, que son usage présente des particularités intéressantes.

Téléphone à énergie centrale. — Le téléphone à énergie centrale ou à batterie commune

Fig. 74
Téléphone à énergie centrale



(common battery), comme on dit plus généralement aux Etats-Unis, est employé, non seulement

dans le service public qui lui doit une rapidité de communications et une régularité parfaites, mais encore dans les hôtels, les banques, les grandes administrations en général.

Les systèmes auxquels on a recours, sont assez nombreux : ils ne diffèrent d'ailleurs que par les détails.

Nous nous contenterons de décrire l'un deux (Fig. 74) : le poste A, pour demander une communication n'a qu'à décrocher son récepteur. Une lampe f s'allume immédiatement au poste central. Cette particularité est commune d'ailleurs à tous les systèmes de téléphonie à batterie commune : le poste d'abonné n'y comporte pas de bouton de sonnerie, et le décrochage du récepteur constitue le moyen d'appel. Dans le système que nous examinons, le décrochage du récepteur met en communication les fils 1 et 2 au poste de l'abonné. Le fil 1 est connecté à un pôle de la batterie b , et le fil 2, qui est connecté à l'autre pôle, comprend l'enroulement d_4 . Cet enroulement attire l'armature d_6 , avec une force assez grande pour établir son contact avec d_4 , mais insuffisante pour décoller l'armature du contact d_5 et l'amener en contact avec d_7 . La batterie dont un pôle est à la terre, a son autre pôle mis à la terre en d_6 en passant par la lampe f qui s'allume. L'agent du poste central, ainsi averti, met son jack g dans le plot e' . La batterie b' envoie un courant en passant par la lampe h , et les enroulements d_3 et d_2 (ce courant est insuffisant pour allumer la lampe h). L'enroulement d_2 , normalement en court circuit, a cessé de l'être dès le décrochage du récepteur qui a provoqué l'attraction de l'armature du relai a ; l'électro d reçoit ainsi un supplément d'énergie qui provoque une plus forte attraction de l'armature d_6 et, par suite, l'entraînement de d_4 . D'où rupture en d_5 du circuit de la lampe f , qui s'éteint, et mise en court circuit de la résistance c . Le courant passant par les conducteurs 5 et 3 ainsi que par les enroulements d_3 et d_2 est, ainsi que nous l'avons vu plus haut, insuffisant pour allumer la lampe h . En fermant la clef l , l'agent du poste central ferme son circuit de conversation qui, par les enroulements d_2 et d_3 , est en relation magnétique avec l'enroulement d_4 . Il peut ainsi demander à l'abonné appelant le numéro du correspondant à qui il veut parler. Lorsque ce numéro lui est donné, il fait le « test » de la ligne correspondant à ce numéro avec son jack g' dont le bouton g_2 est à la terre par le récepteur du poste central. S'il n'entend aucune conversation, c'est que la ligne est libre. Il enfonce alors son jack g' . La lampe h' s'allume, car elle est mise à la terre en traversant seulement l'enroulement d_3 du poste B. Dès que ce poste décroche son récepteur, son relai a coupe le circuit de l'enroulement d_2 , dont la résistance s'ajoute, sur le circuit de la lampe h' , à celle de l'enroulement d_3 et cette lampe s'éteint. Lorsque la conversation est terminée et qu'un des postes raccroche son récepteur, la lampe correspondante h ou h' s'allume.

Ce système présente donc l'avantage de donner un appel automatique, et, aussi, de faire connaître à l'agent du poste central si deux abonnés en communication ont ou non terminé leur conversation.

Téléphone automatique. — Une nouvelle amélioration dans l'échange des communications téléphoniques, qui paraît prendre une certaine extension aux États-Unis, consiste à supprimer l'agent du poste central. Le téléphone automatique, qui réalise ce perfectionnement, permet à un poste quelconque d'actionner électriquement, à distance, les commutateurs du poste central et de se mettre ainsi en relation avec celui des autres postes qu'il désire appeler.

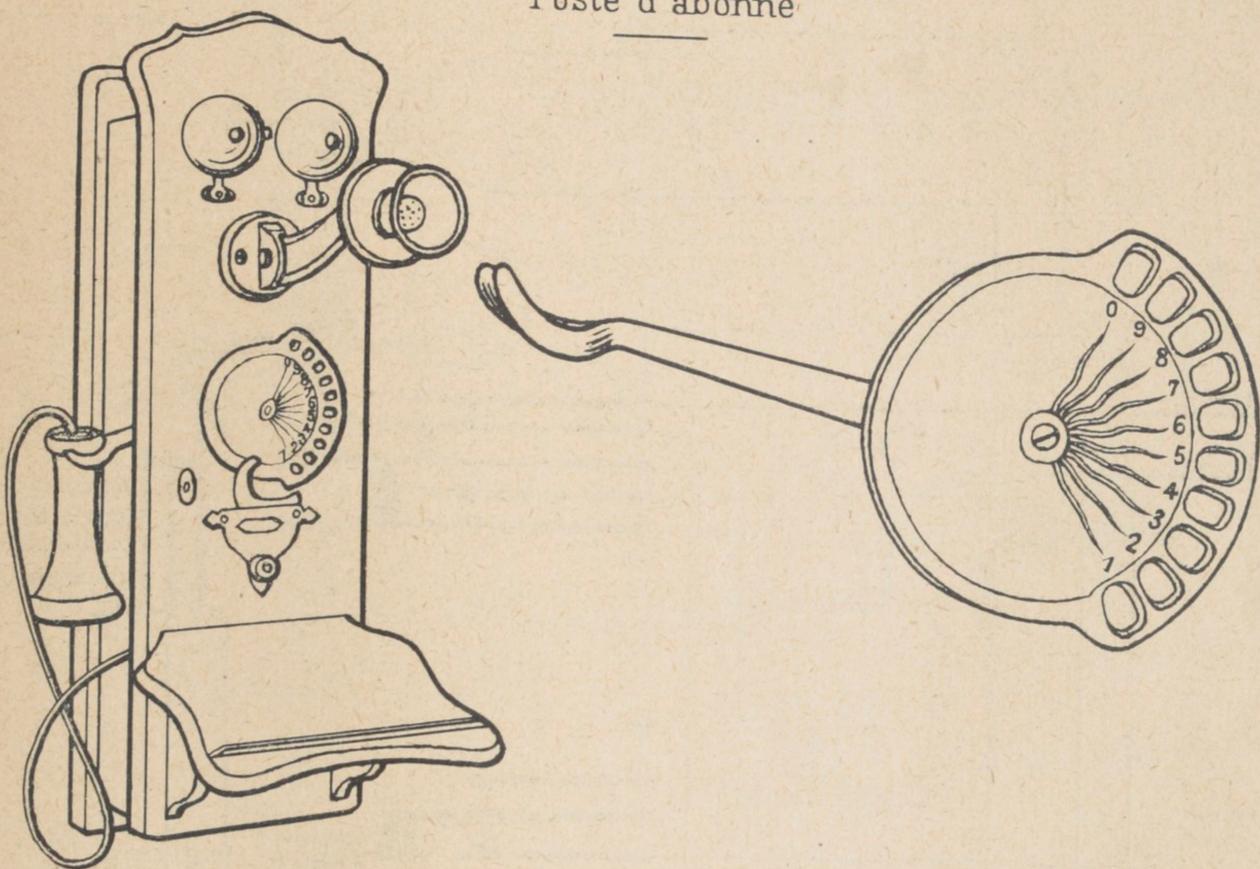
Nous décrirons sommairement le téléphone Strowger, construit par l'Automatic Electric Company, de Chicago.

Nous supposerons une installation pour 100 abonnés.

Le poste d'abonné est relié par deux fils au poste central : ces deux fils aboutissent à un commutateur automatique, dont les dimensions sont de 112, 325 et 150 ^m/_m. A chaque poste d'abonné correspond un de ces commutateurs, dont le nombre est ainsi égal à celui des abonnés.

Le dispositif d'appel d'un abonné comprend (Fig. 75) un cadran [percé de trous où l'on peut

Fig. 75
Téléphone automatique Strowger
Poste d'abonné



passer le doigt, et qui portent les numéros, 1, 2, ..., 7, 8, 9, 0. Sur l'axe de ce cadran est calé un secteur denté portant (Fig. 76) 10 dents dans un même plan et une 11^e dent sur un autre plan parallèle distant du premier de quelques millimètres. Un petit régulateur à force centrifuge, commandé par un engrenage multipliant la vitesse par 20, règle la rotation de cet axe. A l'extrémité de l'axe est un doigt F appuyant sur le ressort 1 S. Le crochet de suspension du récepteur agit comme l'indique la Fig. 76, sur les cinq ressorts 1 S à 5 S qui établissent les circuits de sonnerie ou de conversation.

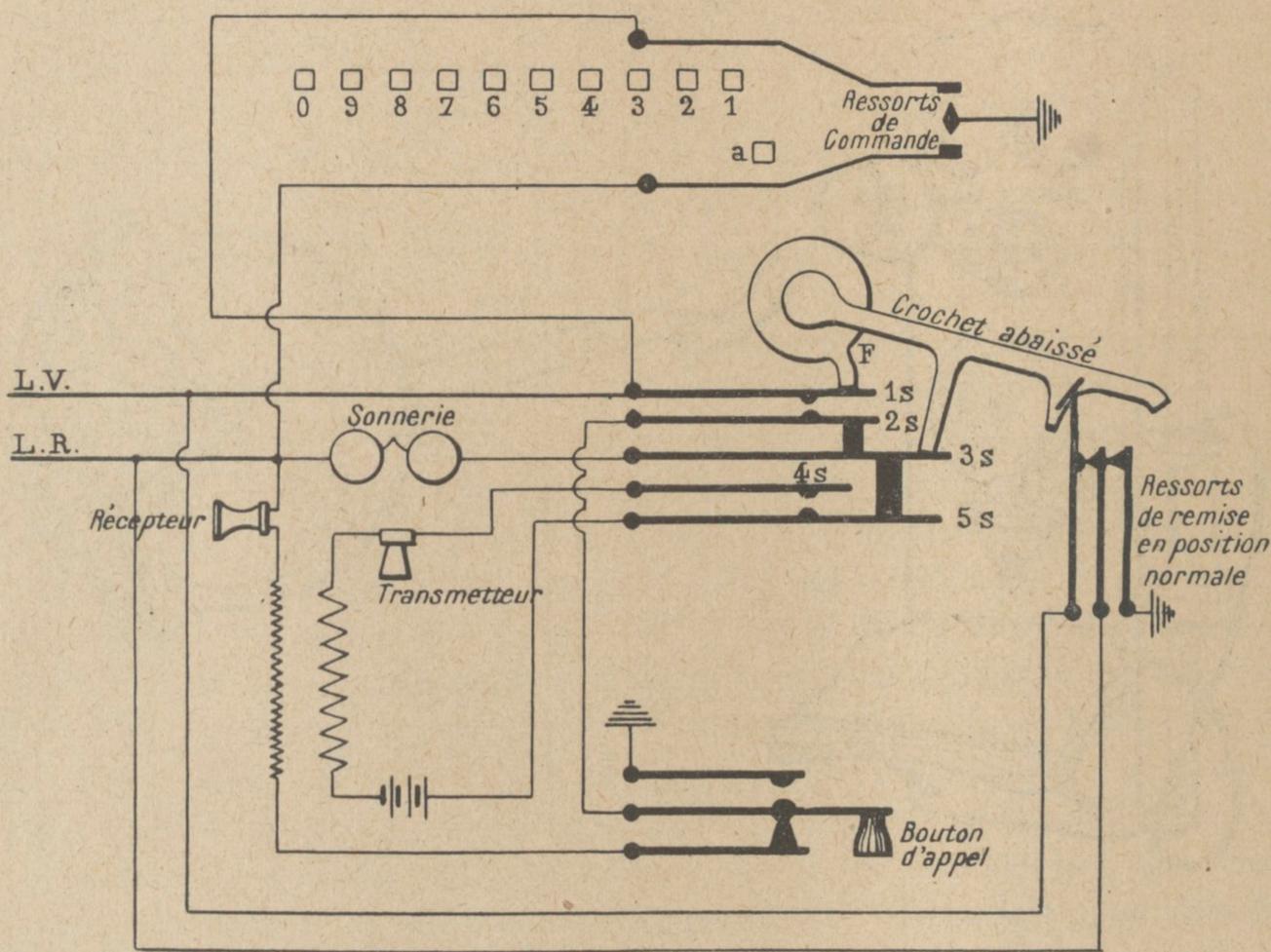
Deux autres ressorts, que nous appellerons ressorts de commande, sont actionnés : celui du haut, par les dix dents numérotées de 1 à 9 et à 0, et celui du bas, par la 11^e dent *a* (Fig. 76). Quand ces dents se meuvent de droite à gauche, elles établissent à leur passage un contact à la terre du ressort qui leur correspond.

On voit sur le schéma d'un poste d'abonné (Fig. 76) que les deux fils de ligne, aboutissent, l'un au ressort 1 S, l'autre au ressort 2 S en passant par le récepteur et le secondaire. Le ressort 3 S ferme le circuit de sonnerie quand le crochet est abaissé : il met, en effet, le fil L R à la terre par l'intermédiaire des ressorts de remise en position normale. Enfin, les deux ressorts 4 S et 5 S

ferment le circuit primaire, comprenant le transmetteur, le primaire et la pile, quand le crochet est relevé.

Supposons qu'un abonné veuille appeler le N° 75. Il met le doigt dans le trou N° 7 et fait

Fig. 76
Téléphone automatique Strowger
Schéma d'un poste d'abonné

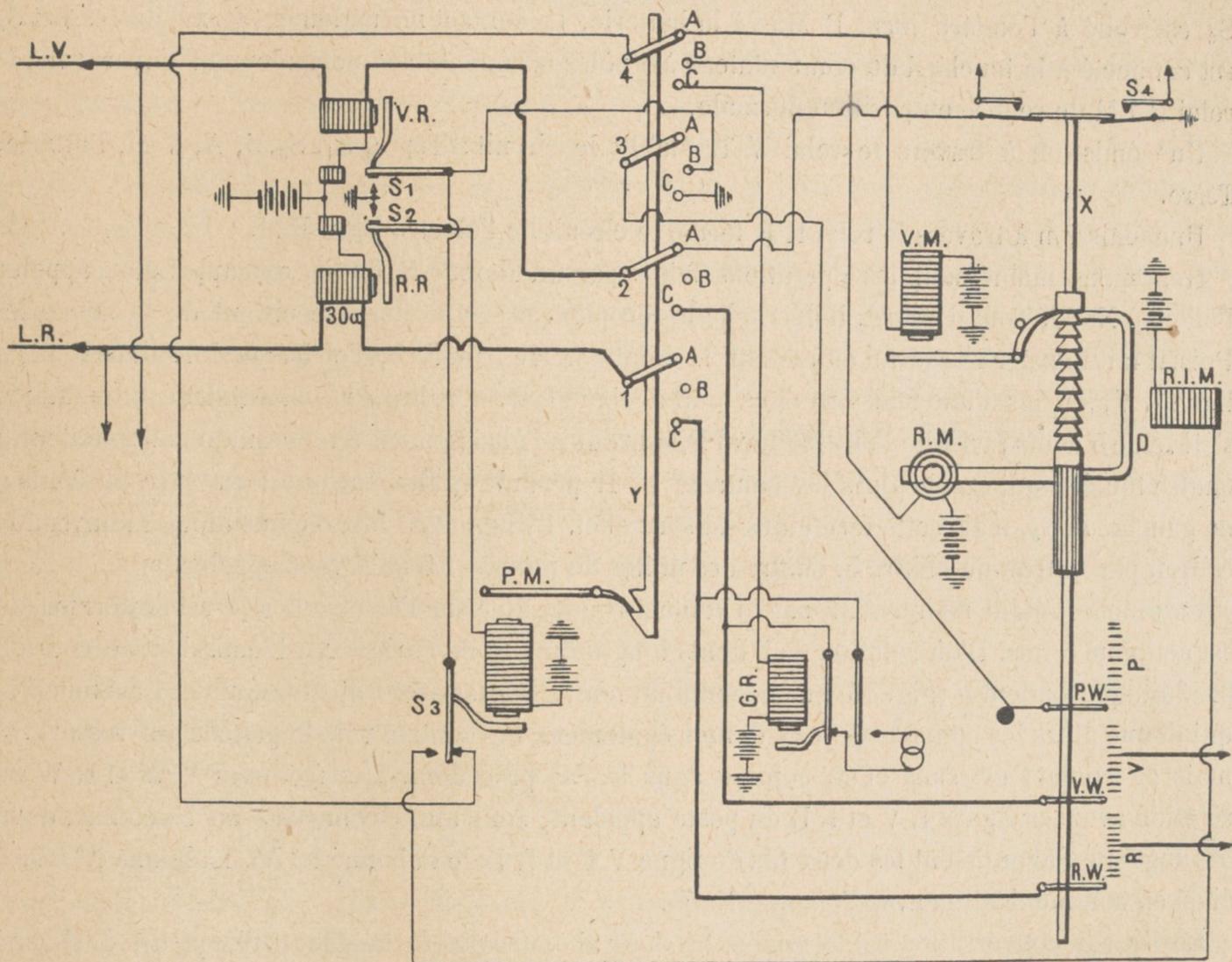


tourner le cadran jusqu'à ce qu'il soit arrêté par la butée. Sept des dents de la rangée supérieure ainsi que la dent *a* passent à droite des ressorts de commande et ne produisent d'ailleurs, dans ce mouvement, aucun contact des ressorts avec le plot à la terre. Mais, dès que l'abonné abandonne le cadran, celui-ci est rappelé par un ressort, et les dents que nous venons d'indiquer repassent à gauche en produisant autant de contacts qu'il y a de dents. L'abonné fait ensuite la même opération pour le chiffre des unités 5 du numéro 75 qu'il veut appeler. Il est alors relié, ainsi que nous le verrons plus loin, avec l'abonné qui a le N° 75, et il n'a plus qu'à presser le bouton d'appel pour appeler cet abonné. Quand la conversation est terminée, l'abonné raccroche son récepteur, ce qui met à la terre les deux ressorts de remise en position normale, c'est-à-dire les deux fils de ligne.

On voit que, lorsqu'on manœuvre le cadran pour un chiffre déterminé, on lance sur le fil de ligne L V autant d'émissions de courant qu'il y a d'unités dans ce chiffre, et qu'ensuite on lance dans le fil de ligne L R une émission unique. Nous allons voir maintenant les effets que produisent ces émissions dans le commutateur automatique.

La pièce essentielle de ce commutateur (Fig. 77) est un arbre X portant à la partie supérieure 10 dents circulaires réparties verticalement, et, à la partie inférieure, 10 dents rectilignes réparties suivant les génératrices de cet arbre.

Fig. 77
Téléphone automatique Strowger
Commutateur automatique



Les dents circulaires sont commandées par un cliquet actionné par un électro-aimant V. M. On voit ainsi qu'à chaque émission de courant dans cet électro, l'arbre s'élève d'une dent. Un rochet D empêche la chute de cet arbre.

Les dents rectilignes sont actionnées par un autre cliquet solidaire de l'électro R. M. Le rochet D porte d'ailleurs un second bras empêchant tout mouvement de rotation de l'arbre dans le sens inverse de celui que produit le rochet.

A son extrémité inférieure, l'arbre porte trois frotteurs. Nous appellerons le frotteur supérieur P. W. frotteur local, le 2^e V. W. frotteur vertical comme correspondant au fil de ligne qui commande les mouvements verticaux de l'arbre, et le 3^e R. W. le frotteur rotatif, comme correspondant au fil de ligne qui commande les mouvements tournants de ce même arbre. A chaque frotteur, correspond un groupe de 100 contacts.

Le commutateur automatique comprend également un commutateur Y à quatre touches 1, 2,

3, 4, pouvant donner chacun trois contacts A, B, C, et se déplaçant verticalement sous l'action de l'électro local P. M. La position normale de ce commutateur donne les contacts A : une première émission donne les contacts B, une deuxième donne les contacts C.

Les deux fils de ligne venant du poste de l'abonné, traversent chacun un relai de 30 ohms, V R pour la ligne qui commande les mouvements verticaux de l'arbre, et R R pour celle qui commande les mouvements rotatifs. Une batterie de 50 volts est branchée sur ces relais avec interposition de bobines retardatrices de résistance élevée. Ces relais, quand ils sont actionnés, mettent à la terre, l'un le ressort S_1 , l'autre, le ressort S_2 . Le ressort S_1 est relié au contact B de la touche 3 du commutateur à quatre touches, et au ressort S_3 à double contact. Le ressort S_2 est relié à l'électro local P M et à la batterie. Le contact normalement fermé du ressort S_3 est connecté à la touche 4 du commutateur à 4 pôles et son contact normalement ouvert avec le relai R I M de remise en position normale.

Une émission à travers le relai V R établit le circuit : Terre, S_1 , S_3 , 4, A, V M, Batterie, Terre.

Une émission à travers le relai R R ferme le circuit de l'électro local P M.

Reprenons maintenant les opérations faites par un abonné N° 53 par exemple : pour appeler l'abonné N° 55. Tout d'abord, il décroche le récepteur et coupe ainsi le circuit de la sonnerie. Puis, il fait tourner le cadran en mettant le doigt dans le trou N° 5. D'où 5 émissions dans le fil de ligne L V, suivies d'une émission dans le fil de ligne L R. L'arbre du commutateur automatique s'élève de 5 dents ; ensuite l'électro local P M produit l'abaissement d'un cran du commutateur à quatre touches qui donne alors les contacts B. Il produit également une fermeture du contact de gauche de S_3 , mais cette fermeture est sans effet. L'abonné N° 53 actionne alors à nouveau le cadran par le trou du chiffre 5, chiffre des unités du numéro 55 qu'il veut appeler.

La touche 4 étant maintenant, par le contact B, aiguillée sur l'électro R M, c'est ce dernier qui est actionné 5 fois. D'où rotation de 5 dents longitudinales de l'arbre X. L'émission de courant produite par la dent α (Fig. 76) amène enfin un nouvel abaissement du commutateur à 4 touches, qui donne alors les contacts C : elle donne également un contact vers la gauche du ressort S_3 , mais ce contact est sans effet, comme dans le cas précédent. Les frotteurs V W et R W en relation avec les lignes L V et L R du poste appelant, sont alors connectés au 5^e contact de la 5^e rangée, où aboutissent les deux fils de ligne V L et R L de l'abonné N° 55. L'abonné N° 53 est ainsi en communication avec l'abonné N° 55.

Lorsque la conversation est terminée, les deux abonnés raccrochent leurs récepteurs. L'abonné N° 53, en raccrochant ainsi son récepteur, met à la terre ses deux fils de ligne, ce qui actionne les relais V R et R R. Les ressorts S_1 et S_2 sont ainsi mis à la terre et le relai local P M est actionné. Le ressort S_3 est alors connecté avec son contact de gauche. Le relai de mise en position normale est traversé par un courant, et le rochet D attiré. Un ressort à spirale fait alors tourner l'arbre, qui, lorsque son mouvement de rotation vers sa position normale est achevé, retombe sous l'action de son poids. L'attraction du rochet D produit d'ailleurs mécaniquement le relèvement du commutateur à quatre touches, où les contacts A se rétablissent.

Nous ne pousserons pas plus loin cette description technique, et nous n'exposerons pas notamment le dispositif qui fait apparaître au poste appelant le voyant « Occupé », lorsque ce poste appelle un abonné déjà en conversation, non plus que l'organisation des installations comportant plus de 100 abonnés. Il nous suffit de dire que des groupes importants de téléphones automatiques ont été installés dans diverses villes des États-Unis (Chicago, où se trouve un tableau central automatique pour 10.000 abonnés, dont les lignes empruntent le tunnel à

marchandises qui est en cours d'achèvement, Los Angeles, avec 20.000 lignes réparties sur 8 tableaux centraux, etc...). Des universités, des arsenaux du gouvernement, des fabriques, des administrations de Compagnies de chemins de fer (Compagnie du Chicago et Eastern Illinois, Compagnie des Chemins de fer du Cap à Cape Town, Afrique du Sud) sont pourvues de ces téléphones automatiques. Aux ateliers de construction de locomotives Baldwin, à Philadelphie, l'installation a été faite de manière à permettre de desservir 1.000 postes. Elle n'en dessert actuellement que 74 et a coûté 20.000 francs : elle donne toute satisfaction.

Telautographe.

Le télautographe, ou appareil de transmission de l'écriture à distance, imaginé par le professeur Elisha Gray, est employé par certaines Compagnies de Chemins de fer pour les communications entre les postes d'enclenchement, soit entre eux, soit avec les gares dont ils dépendent (Grand Central Station à New-York, Gare Terminus de St-Louis). Les communications par télautographe ont l'avantage de permettre de savoir, à tout instant, par qui a été envoyé le message, et par suite, d'établir très nettement les responsabilités. Il dispense, d'autre part, l'agent du poste de réception, de se tenir près du récepteur. Il est également employé dans les grands hôtels. C'est ainsi qu'à l'Hôtel Astor, à New-York, toutes les chambres sont reliées par téléphone à un bureau téléphonique à énergie centrale : ce bureau transmet par télautographe la demande qui lui est faite, au service intéressé (transport des bagages, blanchisserie, cuisine, ...) en ayant soin d'inscrire sur le message l'heure de la transmission. Il en résulte un moyen de contrôle de la ponctualité avec laquelle les ordres sont exécutés.

Le télautographe a reçu de très nombreuses applications dans l'armée de terre (U. S. Signal Corps), dans les forts et sur les navires de guerre. Il n'est pas influencé par le tir de l'artillerie dont le bruit rendrait le téléphone souvent inutilisable.

Le télautographe Gray, qui est actuellement employé aux États-Unis, a été perfectionné par M. Foster Ritchie, assistant du professeur Gray, et par M. George L. Tiffany : il est construit par la « Gray National Telautograph Company ».

Le principe de l'appareil est le suivant (Fig. 78) :

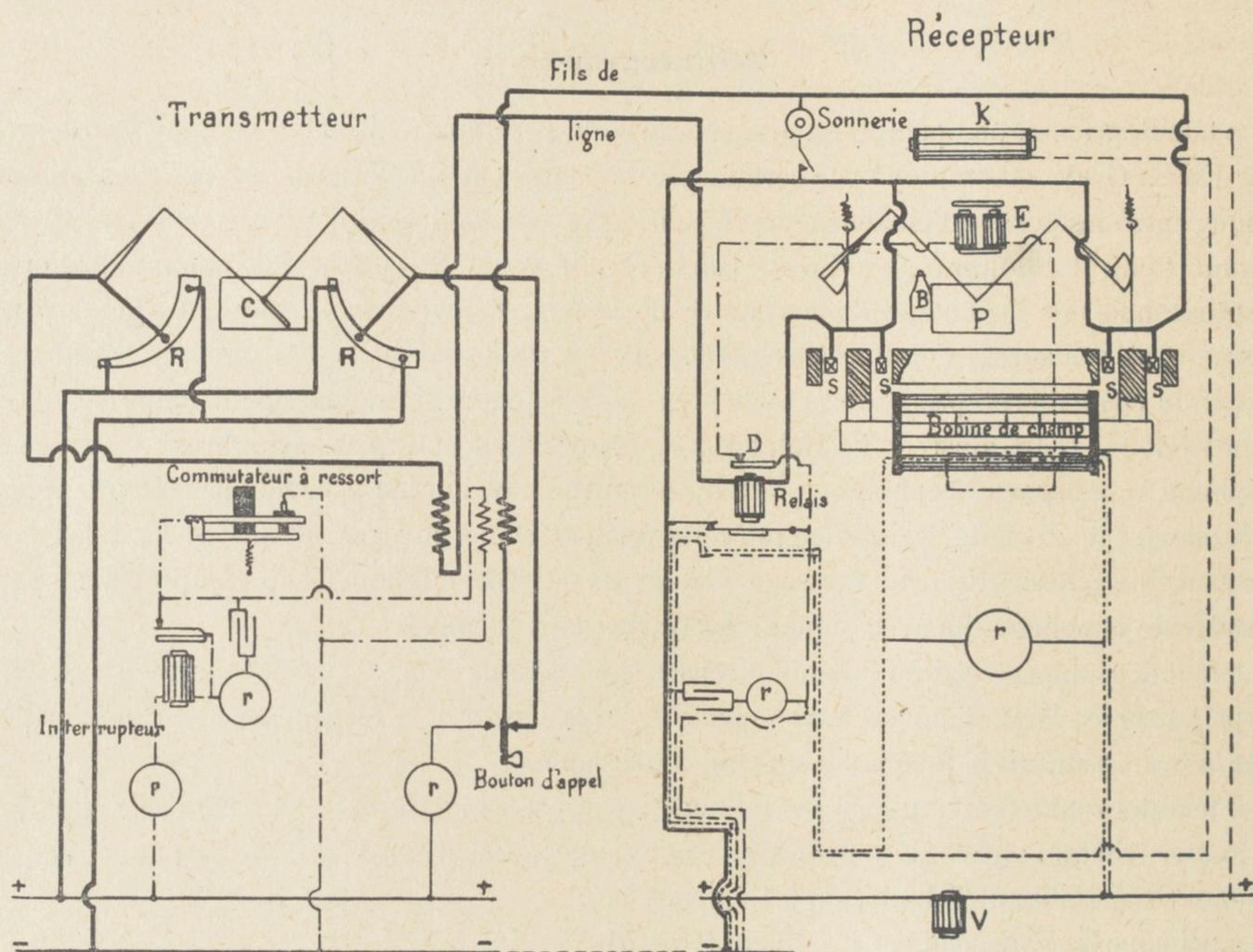
Le mouvement du crayon C de l'appareil transmetteur provoque l'émission de courants d'intensité variable qui sont reçus dans un galvanomètre de d'Arsonval. Les deux solénoïdes mobiles S de ce galvanomètre subissent, de ce fait, des déplacements verticaux qui sont transmis à un équipage portant la plume P de l'appareil récepteur et combiné de manière que les mouvements de cette plume reproduisent les mouvements du crayon transmetteur.

Le crayon de transmission C est relié par des tiges à deux bras portant des frotteurs qui se déplacent sur des résistances R. Les extrémités de ces résistances sont reliées aux deux pôles d'une distribution de courant continu à voltage constant. Quand le crayon se déplace, les positions des frotteurs sur les résistances se modifient, ainsi que l'intensité du courant transmis. On remarquera que, dans ce système, la résistance de la ligne ne varie pas : le circuit de ligne est un circuit dérivé, de résistance constante, branché sur le circuit local qui comporte la batterie et une résistance, le point de branchement du circuit de ligne sur cette résistance étant seul variable.

Le courant employé est le courant ordinaire de lumière, à 115 volts environ : on obtient un fonctionnement satisfaisant pour un voltage variant de 80 à 250 volts. A 115 volts, la consommation est d'un ampère par appareil, transmetteur ou récepteur.

Le transmetteur est pourvu d'un commutateur destiné à couper le courant, quand l'appareil n'est pas en service. A chaque fois qu'on ferme ce commutateur, le papier du transmetteur se

Fig. 78
Télautographe



déroule de la largeur d'une ligne. Un courant est en même temps lancé dans le relai du récepteur, ce qui ferme le contact D et, par suite, le circuit actionnant le cylindre K de déroulement du papier.

L'encre est contenue dans une bouteille B hermétiquement fermée et percée, à la base, d'un trou par où l'encre ne peut s'échapper à raison de la pression atmosphérique. La plume, dans la position de repos, vient se placer automatiquement dans ce trou sous l'action des ressorts de rappel.

Le commutateur, qui permet de mettre le courant sur la ligne, ne peut être actionné que si le crayon du transmetteur est placé en un point déterminé, et appuie sur le bouton placé en ce

point. Ce point correspond à la position de repos de la plume du récepteur. On évite ainsi de faire sauter cette plume, au moment de la mise en circuit des appareils, au point correspondant à la position occupée par le crayon du transmetteur.

La pression du crayon sur le pupitre où se trouve le papier du récepteur agit sur un commutateur à ressort qui produit des variations de résistance dans un circuit primaire. Les fils de ligne comportent, au poste transmetteur, des enroulements secondaires, qui donnent ainsi un courant vibré au transmetteur. Le contact à diaphragme D du relai s'ouvre, et la plume, n'étant plus soulevée par l'électro E de relèvement, appuie sur le papier. Ces courants vibrés produisent d'ailleurs dans la bobine de champ des variations de courant qui font trembler la plume, ce qui facilite l'écoulement de l'encre et aide la plume à franchir les aspérités du papier.

Un bouton d'appel au poste transmetteur permet d'appeler par sonnerie le poste récepteur. Enfin un verrou électromagnétique V placé dans le circuit de réception, immobilise le transmetteur d'un poste pendant que le récepteur de ce poste reçoit un message d'une autre station.

V. — HISTORIQUE, ORGANISATION ET TRAVAUX DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS DE SIGNAUX AUX ÉTATS-UNIS.

Des associations de Compagnies et de fonctionnaires de chemins de fer aux États-Unis.

Il nous paraît intéressant de dire tout d'abord quelques mots des diverses Associations concernant les chemins de fer, qui se sont constituées aux États-Unis. La plus importante de toutes est l'« American Railway Association » qui comprenait au 1^{er} février 1905, 220 Compagnies de chemins de fer, représentant près de 360.000 kilomètres de lignes, c'est-à-dire 95 % du réseau des États-Unis, du Canada et du Mexique.

L'origine de cette association remonte à 1874 : elle avait tout d'abord pour but de régler les horaires des trains directs entre l'Est et l'Ouest des États-Unis. Elle portait alors le nom de « General Time Convention ». Son premier acte important fut l'élaboration en 1883 d'une convention par laquelle les heures adoptées par les divers réseaux furent réduites à quatre, différant entre elles d'une heure et correspondant ainsi à des zones limitées par des méridiens espacés de 15°. Cette association entreprit ensuite la préparation d'un code de signaux uniformes pour les trains, et ce code entra en vigueur le 16 novembre 1884.

Une organisation analogue, pour les relations entre New-York et la région du Sud, s'était constituée le 24 octobre 1877 sous le nom de « Southern Railway Time Convention ».

Ces deux associations fusionnèrent, le 14 avril 1886, et l'association unique qui résulta de cette fusion, prit, en avril 1891, le nom de « American Railway Association ».

Le but de l'« American Railway Association » est de discuter les méthodes d'exploitation des chemins de fer américains, et de recommander l'application des formules élaborées après discussion. Ces formules ou ces méthodes ne sont obligatoires pour aucun membre de l'Association. Toute compagnie de chemins de fer à vapeur américains est éligible, sous réserve de l'approbation du comité, mais les réseaux de moins de 80 kilom. ne peuvent être que membres associés et n'ont pas le droit de vote. Tout fonctionnaire d'une Compagnie membre de l'Association, peut assister aux réunions ou faire partie de commissions : mais le vote est réservé au

fonctionnaire délégué à cet effet par la Compagnie. Les commissions techniques de cette association s'occupent notamment des questions suivantes : règlements d'exploitation, échanges de wagons entre les diverses Compagnies, installations de sécurité. Les règlements d'exploitation concernent le « train order system », le block par télégraphe, le block system d'une manière générale, en voie unique et en double voie ; ils sont accompagnés d'un vocabulaire des termes techniques usuels, dont ils fixent ainsi le sens. Les questions d'échanges de wagons donnaient lieu à de nombreuses discussions : des plaintes très vives se produisaient au sujet des immobilisations de wagons en dehors du réseau propriétaire de ces wagons. Le détenteur ne payait primitivement que 3 centimes environ par mille (1.610^m) de parcours que le wagon faisait sur son réseau. L'Association adopta, en avril 1902, un Code dit « *Per diem rules* », fixant à 1 fr. le droit d'échange de wagons, avec pénalité de 4 fr. par jour au delà de 30 jours d'immobilisation. Enfin l'Association a réglé de nombreuses questions relatives à l'éclairage et au chauffage des trains, aux attelages automatiques, aux freins continus, au block, aux enclenchements, aux signaux. Elle s'est également occupée des conditions à exiger des employés de chemins de fer, au point de vue physique et au point de vue de l'instruction.

Des associations, non plus de Compagnies, mais de fonctionnaires de chemins de fer, en faisant partie à titre personnel, existent en assez grand nombre : leur programme est alors limité à une spécialité déterminée.

Nous citerons les suivantes :

The Master Car Builders' Association (Construction, réparation et service des wagons).

The American Railway Master Mechanics' Association (Construction, réparation et service des machines).

The Association of Transportation And Car accounting officers (Répartition, Statistique et échange du matériel).

The Association of Railway Telegraph Superintendents (Service du télégraphe).

Cette Association a des commissions traitant des questions suivantes : Code chiffré, emploi de la machine à écrire dans le service télégraphique des chemins de fer, circuits à employer en télégraphie et en téléphonie.

The Train Dispatchers' Association of American (Amélioration de l'exploitation par le « Train Order System »).

The American Railway Engineering and Maintenance of Way Association (Construction et entretien des voies ferrées).

The Railway Signal Association, dont le but est l'étude des questions concernant la construction, l'entretien et le fonctionnement des signaux et appareils de sécurité.

Association des Ingénieurs de signaux.

Cette association remonte au commencement de l'année 1895, où elle fut constituée sous le nom de « Railway Signaling Club » : elle prit sa dénomination actuelle de « Railway Signal Association » en Novembre 1903.

Le but de cette association, qui s'occupe de toutes les questions concernant les signaux et les appareils de sécurité employés sur les chemins de fer, est d'apporter dans ces questions l'unité, la méthode et l'esprit de progrès.

Elle comprend des membres actifs, associés et honoraires. Les membres actifs, qui doivent être des fonctionnaires attachés au service des signaux dans les Compagnies de chemins de fer, se divisent en deux classes, (« seniors » et « juniors »), se distinguant par le grade qu'ont dans leurs Compagnies respectives ceux qui en font partie.

Les personnes qui s'intéressent aux questions de signaux ou qui en ont l'expérience peuvent être élues comme membres associés. C'est dans cette catégorie que rentrent les membres très nombreux de l'Association qui appartiennent à des sociétés de construction de signaux, d'appareils de sécurité, ou même de piles et d'accumulateurs (1). Seuls, les membres actifs ont le droit de vote.

Les réunions ont lieu chaque année :

Le 2^e mardi d'octobre, en un point choisi l'année précédente par l'Association ;

Les 2^{es} mardi de janvier et de mai à New-York ;

Le lundi avant le 3^e mardi de mars et le 2^e mardi de septembre à Chicago.

Dans ces réunions, les divers comités font l'exposé de leurs rapports sur les questions à l'étude, et ces questions font ensuite l'objet d'une discussion.

Ces rapports, ainsi que les discussions qui les suivent, sont imprimés et distribués aux membres de l'Association.

Les principales questions qui ont été ainsi traitées par l'Association sont les suivantes :

Entretien et inspection des postes d'enclenchement. Cahier des charges type pour la construction de ces postes.

Verrouillage des aiguilles en pointe. Degré de sécurité obtenu avec les verrous-aiguilles. Utilité des dispositifs assurant la concordance des signaux avec la position des aiguilles auxquelles ils donnent accès.

Circuits de block manœuvré à la main et enclenché.

Circuits de block automatique.

Block automatique sur voies électrifiées.

Emplacement des signaux.

Couleurs à adopter pour les feux de signaux.

Forme des signaux.

Voie normalement fermée ou normalement ouverte.

Connaissances à exiger d'un ingénieur de signaux.

Verrouillage électrique des leviers d'enclenchement.

Substitution de circuits de voie aux pédales d'immobilisation des aiguilles engagées par des essieux.

Substitution d'accumulateurs aux piles dans les installations de signaux, et notamment dans le block automatique.

Cahier des charges type pour la fourniture des conducteurs isolés ou non.

Protection des appareils contre la foudre.

Nous donnons cette énumération, incomplète d'ailleurs, pour montrer, que, depuis sa consti-

(1) Les sociétés sont nombreuses et, en général, puissamment outillées. Nous citerons particulièrement : l'Union Switch and Signal Co, à Swissvale, près de Pittsburgh, qui est une des sociétés présidée par M. Georges Westinghouse, la General Electric Co à Schenectady, la General Railway Signal Co, à Buffalo, la Hall Signal Company, près de New-York. L'influence de ces Sociétés sur les progrès de la signalisation aux Etats-Unis est considérable.

tution, l'Association américaine de signaux de chemins de fer a envisagé et discuté toutes les questions importantes qui intéressent la sécurité. Ces discussions auxquelles prennent part non seulement les Ingénieurs de Chemins de fer, mais les constructeurs, permettent : aux premiers, de se tenir constamment au courant des innovations qui ont pu être apportées, soit dans les méthodes de signalisation, soit dans la manière de les appliquer, de discuter la valeur de ces innovations, de prendre contact avec les constructeurs et de se renseigner auprès d'eux sur les progrès qui ont pu être réalisés ; aux constructeurs, de se rendre un compte plus exact des tendances et des désirs des Compagnies, et de diriger ensuite leurs recherches vers la réalisation du but qu'elles poursuivent.

Cette collaboration constante ne peut être que très féconde, et il est permis de penser que c'est à elle, en grande partie, que les chemins de fer des États-Unis sont redevables des progrès rapides et remarquables qu'ils font actuellement dans le domaine des signaux et appareils de sécurité.
