

Revue générale des chemins de fer et des tramways

Revue générale des chemins de fer et des tramways. 1904/07-1904/12.

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.

APPAREILS POUR LA MANŒUVRE ÉLECTRIQUE

DES AIGUILLAGES ET DES SIGNAUX DE LA GARE CENTRALE D'ANVERS (1)

Par M. L. WEISSENBRUCH,

INGÉNIEUR EN CHEF, DIRECTEUR DU SERVICE DES APPAREILS DE SÉCURITÉ
DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE.

INTRODUCTION

Motifs du choix du système électrique Siémens pour la concentration des aiguilles et des signaux de la gare centrale d'Anvers. — Il eût été presque impossible pour des raisons architecturales de construire une installation Saxby à la gare centrale d'Anvers. Les 6 voies de chemin de fer qui y aboutissent en impasse, traversent la ville en surélévation sur une assez grande étendue, afin de supprimer tout passage à niveau. On a orné le plus possible, ce long viaduc et une cabine volumineuse qui aurait dû être placée en travers des voies et très près de l'entrée de la gare couverte eût certainement produit un très mauvais effet.

En étudiant la question, on reconnut qu'il était possible, par l'emploi d'un système avec transport de force, de tout centraliser dans une cabine de petites dimensions, située un peu plus loin à l'entrée du faisceau auxiliaire des voies de garage du matériel vide.

Dans l'hypothèse d'enclenchements mécaniques, il eût fallu créer un poste spécial à l'entrée de ce faisceau à cause de la distance trop grande entre cette entrée et l'emplacement qu'on aurait dû donner à la cabine Saxby.

La concentration de toute l'installation dans une seule cabine fit concevoir l'espoir de compenser par l'économie de personnel la dépense d'appareils plus coûteux et cet espoir s'est réalisé comme nous le verrons plus loin.

Un premier examen des systèmes existant à l'époque où les études ont été entreprises (1898) fit rejeter les systèmes à eau sous pression qui n'ont pas réussi dans des climats aussi rigoureux en hiver que celui de la Belgique. Dès lors, il ne resta en présence que le système purement électrique Siémens (2) et le système électro-pneumatique. La compagnie des signaux électriques Taylor à qui une demande de prix avait aussi été adressée, fit savoir, à cette époque, qu'elle n'était pas en mesure d'y répondre. Le système purement électrique Siémens fut choisi d'abord parce qu'il existait une sous-station d'électricité dans la gare même d'Anvers et qu'il parut préférable d'utiliser directement l'énergie électrique disponible, ensuite parce que de nombreuses installations du système Siémens fonctionnaient dans l'Europe centrale d'une manière très satisfaisante en donnant toutes les garanties possibles au sujet de la sécurité. Dès lors, on ne vit pas

(1) Cette note est le résumé d'une étude très détaillée faite par l'auteur dans le N° d'Avril 1904 du Bulletin du Congrès International des Chemins de fer.

(2) Voir N° de Décembre 1900 de la *Revue Générale*, page 892.

la nécessité d'adopter à Anvers un système ayant les mêmes complications de circuits électriques et en outre une conduite générale d'air comprimé avec toutes les difficultés qu'elle entraîne au sujet des condensations d'eau, de l'étanchéité des conduites et de la liberté de l'échappement, sans présenter d'ailleurs l'avantage d'une plus grande sécurité ni d'une plus grande économie. Ceci est dit sans méconnaître tous les services rendus en Amérique par le système électro-pneumatique à une époque où il était le seul qui avait résolu pratiquement la manœuvre à grande distance des aiguilles et des signaux avec transport de force.

Mais il n'est peut-être pas inutile de remarquer que la création du système électro-pneumatique tel qu'il est appliqué aujourd'hui remonte à 1892.

A cette époque, l'électricité inspirait encore tant de défiance que l'on ne saurait trop louer l'initiative hardie qui réalisa ce progrès de remplacer, par l'électricité à 16 volts, l'eau sous pression employée jusque là pour manœuvrer les soupapes distributrices des moteurs placés le long de la conduite à air comprimé.

C'est précisément depuis 1892 que l'éclairage électrique avec des courants de 110 à 220 volts et des accumulateurs perfectionnés, a pris son plus grand développement, et a passé dans le domaine de la pratique courante. Or, c'est depuis la même époque que le système Siémens a pris naissance et a acquis son entier développement. Ses premiers pas remontent à 1893 et c'est en 1894 que la première installation fut faite à la gare de Prerau (Nord) en Autriche, sous les auspices de M. Ast, ingénieur en chef de la voie du chemin de fer du Nord Empereur Ferdinand. Elle comportait 25 aiguilles, 15 signaux et 22 itinéraires.

Une description de ces appareils a été publiée en juin 1895 dans le *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, mais elle ne correspond plus du tout aux appareils installés à Anvers. Ceux-ci ont été considérablement perfectionnés. Il y a en ce moment en Autriche, en Bavière, en Wurtemberg, en Prusse, en Saxe, en Hongrie, en Russie, en Danemark, en Alsace-Lorraine et en Belgique 85 cabines comprenant 4.258 leviers en exploitation ou en construction.

L'Union technique des chemins de fer allemands vient précisément de publier le compte rendu de sa 17^e réunion (Trieste, mars 1903). A l'occasion de cette réunion elle avait fait une enquête par écrit entre tous les chemins de fer faisant partie de l'Union, sur la question qui nous occupe. On sait avec combien de réserve les réponses des railways et les conclusions du rapporteur, basées sur ces réponses, sont rédigés. Malgré cela elles sont franchement favorables au système Siémens. Il n'est fait qu'une restriction : c'est que l'installation électrique doit avoir une importance suffisante pour qu'il soit possible de justifier la présence à poste fixe d'un électricien chargé de l'entretenir.

Le programme imposé aux constructeurs pour l'installation d'Anvers est le suivant :

1^o La mise à l'arrêt d'un signal doit se faire par la force électrique aussi bien que sa mise au passage. La mise à l'arrêt doit en outre se faire par la gravité en cas du bris de fil ou d'un organe mécanique mais la gravité ne doit intervenir que comme garantie supplémentaire en cas de dérangement. (Cette condition est analogue à celle qui conduit à l'emploi du double fil dans les installations mécaniques).

2^o Les aiguillages, quoique verrouillés doivent être *talonnables* c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas se briser avec leurs appareils de commande si par mégarde ou accident, ils sont parcourus par le talon, dans une manœuvre.

Cette condition, qui a pour but d'éviter des détériorations coûteuses et surtout longues à réparer, ne peut être réalisée au moyen de contrepoids ou de ressorts (tels que le calage à ressort Perdriset ou le piston à air Westinghouse) parce que si un mécanicien, après avoir talonné une aiguille parce qu'il n'a pu s'arrêter à temps, voulait immédiatement revenir en arrière — ce qui est un mouvement presque instinctif, — sa machine *prendrait deux voies* et dérailerait infailliblement.

L'État-belge avait toujours reculé, dans ses installations mécaniques, devant l'application de ces deux règles, qu'il jugeait moins nécessaires d'ailleurs à cause de la moindre étendue de ces installations.

La première qui aurait entraîné l'emploi du double fil aurait conduit à de grandes complications dans la pose. Pour la seconde il manquerait un dispositif pratique pour faire en sorte qu'un levier se renversât en même temps que son aiguille serait talonnée. Sans cela il y aurait, à un moment donné, discordance entre la position de l'aiguille et celle du levier et dès lors les enclenchements deviendraient inutiles.

Dans l'installation électrique d'Anvers, le levier électrique ne se renverse pas quand l'aiguille est talonnée et renversée. Cependant la sécurité est parfaite parce que l'on a tourné la difficulté en obtenant, dans ce cas, la remise automatique à l'arrêt du signal.

Ce résultat a pu être atteint par la création d'un courant dit « d'accouplement », d'une tension de 25 volts, qui est nécessaire pour mettre ou maintenir le signal au passage, et qui est constant pendant toute la durée de cette mise au passage. Il existe aussi, aussi bien pour le signal que pour l'aiguille, un autre courant constant de 25 volts qui est tout à fait permanent et qui porte le nom de courant « de contrôle ». Ce courant agit sur un voyant dans l'appareil central de telle sorte que toute rupture du circuit de manœuvre est immédiatement décélée. Mais comme l'indique son nom ce courant de contrôle a encore un autre but.

Dans toutes les installations de manœuvre des aiguilles et des signaux avec transport de force, on a reconnu la même nécessité : celle de faire en sorte qu'un signal ne puisse être mis au passage avant que les aiguilles en relation n'aient effectivement suivi le mouvement de leurs leviers et ne soient placées dans la position qu'elles doivent occuper : c'est ce qu'on appelle le contrôle de la manœuvre des aiguilles.

Dans le système Taylor, afin d'arriver à ce résultat tout en évitant l'emploi d'un courant permanent de contrôle, on effectue le mouvement du levier d'aiguille en deux périodes. Un courant momentané développé au moment où le moteur d'aiguille a accompli sa course, permet de faire passer le levier de la première période à la seconde — ce n'est que dans cette dernière que les enclenchements mécaniques entre leviers sont libérés.

Dans le système électro-pneumatique, tel qu'il est appliqué en Amérique, le mouvement du levier d'aiguille se fait aussi en deux périodes. Lorsque l'aiguille a accompli sa course elle forme un contact qui permet de mettre le levier à fond de course. Mais en accomplissant ce dernier mouvement le courant de contrôle est coupé.

La solution appliquée à Anvers est évidemment beaucoup plus élégante et sûre. Le levier est amené directement dans la position qu'il doit occuper. Le courant permanent de contrôle ne s'établit que si le moteur est à fond de course et si les aiguilles sont dans leur bonne position. Ce courant forme dans l'appareil central certains contacts qui constituent de véritables enclenchements électriques puisqu'ils sont nécessaires pour que le courant d'accouplement des signaux intéressés puisse s'établir.

Si le courant de contrôle se rompt le cabinier est de suite averti du dérangement par une sonnerie et un voyant. De plus, le signal correspondant se met à l'arrêt s'il est au passage ou bien est enclenché s'il est à l'arrêt. De même, si une aiguille est talonnée, le signal correspondant se met à l'arrêt et le cabinier est averti. Pour le replacer au passage, le signaleur est obligé d'abord de remettre son levier à l'arrêt puis de rétablir la concordance entre la position du levier d'aiguille et celle de l'aiguille, puis de renverser le levier d'aiguille pour remettre celle-ci dans sa position primitive. La sécurité est donc complète.

CHAPITRE I. — NOTIONS GÉNÉRALES SUR LE SYSTÈME D'ANVERS.

Schéma théorique de la marche des courants. — Dans les appareils d'Anvers, l'aiguille ou le signal est commandé par un petit moteur électrique, en utilisant le courant de 110 ou 120 volts qui existe dans la plupart des grandes gares pour l'éclairage. Les solénoïdes ont été rejetés parce qu'ils exigent au minimum 2 1/2 fois plus d'énergie électrique qu'un moteur rotatif. Ils obligent

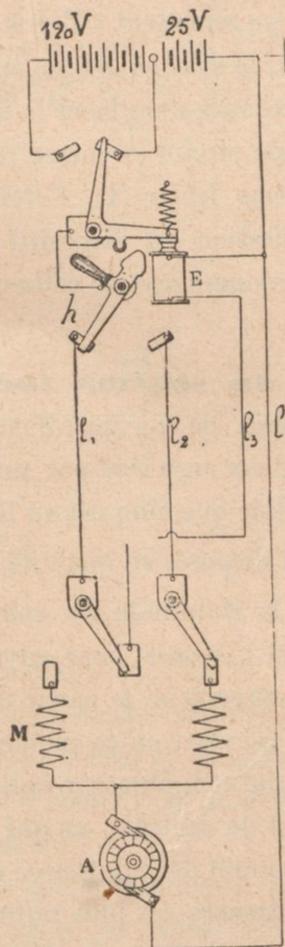
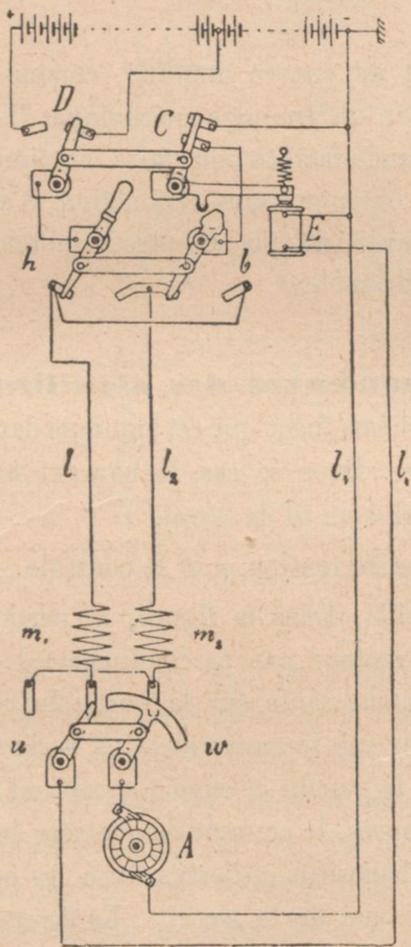
donc à augmenter la section des conducteurs et les appareils interrupteurs du circuit doivent résister à un arc plus intense. — Des fils d'un diamètre de 1^m 5 suffisent à Anvers. Dans ces conditions, il n'y aurait aucune utilité à adopter une tension de moins de 110 volts, celle-ci n'offrant aucune difficulté spéciale d'isolement. Il peut même arriver que la décharge d'un courant de 15 à 20 volts, placé dans un circuit contenant de nombreux électros, produise une secousse plus désagréable à cause de la *self induction* que celle d'un courant de 110 volts.

Le mouvement de l'aiguille étant alternatif, il faut évidemment au moins deux fils et un fil de retour commun pour l'obtenir, soit avec un enroulement simple, soit avec un enroulement double du moteur.

Mais, si l'on veut sans fil supplémentaire avoir un courant constant de contrôle, on ne peut obtenir celui-ci que par l'intercalation d'une résistance. Or, si celle-ci était éliminée par accident, le moteur pourrait se mettre en marche intempestivement. On a donc dû adopter un fil spécial pour le contrôle permanent.

Fig. 1. — Schéma du principe du système Siemens à trois fils, avec freinage électrique du moteur.

Fig. 2. — Schéma du principe du système Siemens à trois fils, avec freinage mécanique.



LÉGENDE. — A, moteur d'aiguilles ; m_1 m_2 , double enroulement du moteur ; h , levier de manœuvre ; D, commutateur d'économie ; E, électro de contrôle.

Dans cette disposition connue sous le nom de circuit à trois fils, le commutateur du moteur se met en mouvement en même temps que l'aiguille et il est construit de manière à relier pendant la marche les deux lignes l_1 et l_2 (Fig. 1) ce n'est que dans les positions extrêmes qu'une des lignes est coupée. L'aiguille est forcée de suivre tous les mouvements en avant ou en arrière du levier de manœuvre et ne peut s'arrêter dans une position intermédiaire. Le moteur est mis en court circuit quelques instants avant d'avoir terminé sa course et le courant qu'il développe sert à l'arrêter, constituant un véritable frein électrique.

Mais les conducteurs l_1 et l_2 étant en court circuit pendant la marche du moteur, il est indispensable de supprimer pendant ce temps la connexion entre le point b du commutateur de manœuvre et le pôle négatif, connexion nécessaire pour mettre le commutateur en court circuit un peu avant la fin de sa course. Cette fonction est effectuée par l'interrupteur C en même temps que l'armature de l'électro-aimant de contrôle est soulevée par le levier de manœuvre. L'interrupteur C est accouplé avec l'interrupteur D, dit « commutateur d'économie », parce qu'il sert à économiser le courant de 120 volts pour le remplacer par le courant de contrôle de 25 volts entre deux manœuvres. Dès que le commutateur du moteur a atteint la fin de sa course, le courant de 120 volts passe un instant dans l'électro de contrôle E et ramène les deux interrupteurs D et C dans leur position primitive. Le courant de contrôle est ainsi rétabli par D.

On peut faire passer ce courant de contrôle par des contacts dépendant de la position de la pointe des aiguilles et l'on obtient ainsi une garantie de sécurité précieuse. De plus, par l'armature de l'électro E, le courant de contrôle détermine la fermeture de contacts dans l'appareil central. Ces contacts commandent les circuits de manœuvre des signaux. De sorte que le courant de contrôle permet de réaliser de véritables enclenchements électriques ; on ne peut mettre un signal au passage sans que toutes les conditions soient réalisées pour le maintien du courant de contrôle. Dès que celui-ci est coupé, les signaux se remettent à l'arrêt.

Dans la pratique, le schéma que nous venons de décrire est encore simplifié, comme le montre la Fig. 2. On est parvenu à remplacer le freinage électrique par un freinage mécanique. Il en est résulté une simplification du circuit en même temps qu'une plus grande facilité pour faire fonctionner plusieurs moteurs par le même levier (1). Cette simplification a été obtenue, sans adjonction d'aucun organe nouveau, par l'utilisation du dispositif élastique que l'on avait dû placer entre le moteur et l'aiguille pour permettre le talonnement de celle-ci sans détérioration du moteur.

Application du schéma théorique à la manœuvre des aiguilles. — Rails isolés. — Le schéma de la Figure 3 montre comment ce schéma théorique est appliqué dans la pratique à la manœuvre de deux aiguilles par un seul coup de levier. Dans ce cas, le courant de contrôle est unique ; on n'emploie que cinq fils au lieu de $2 \times 3 = 6$ (plus un fil de terre).

Les moteurs sont disposés en quantité pour la manœuvre et en tension pour le contrôle.

On remarquera la simplicité du commutateur de l'aiguille. Dans la figure, la partie de gauche du commutateur est disposée pour envoyer le courant au moteur par le conducteur 1. Dès que le moteur se met en mouvement, la partie de droite du commutateur saute sur la borne du conducteur 2, de sorte que si l'on renverse en ce moment le levier, le moteur suit le mouvement. A la fin de la course, la partie de gauche du commutateur saute brusquement vers la gauche et envoie le courant de 110 volts dans l'électro-aimant de contrôle, ce qui rétablit, un instant après, le courant de contrôle de 25 volts.

Il n'est pas sans intérêt de montrer ce que deviennent les dispositifs ci-dessus avec les complications qui résultent des exigences les plus minutieuses au point de vue de la sécurité. La figure 4 montre le schéma avec adjonction de contacts dépendant des pointes d'aiguilles, de rails isolés, de contacts aux axes des leviers, etc. On ajoute aussi une sonnerie d'avertissement (commune à toutes les aiguilles).

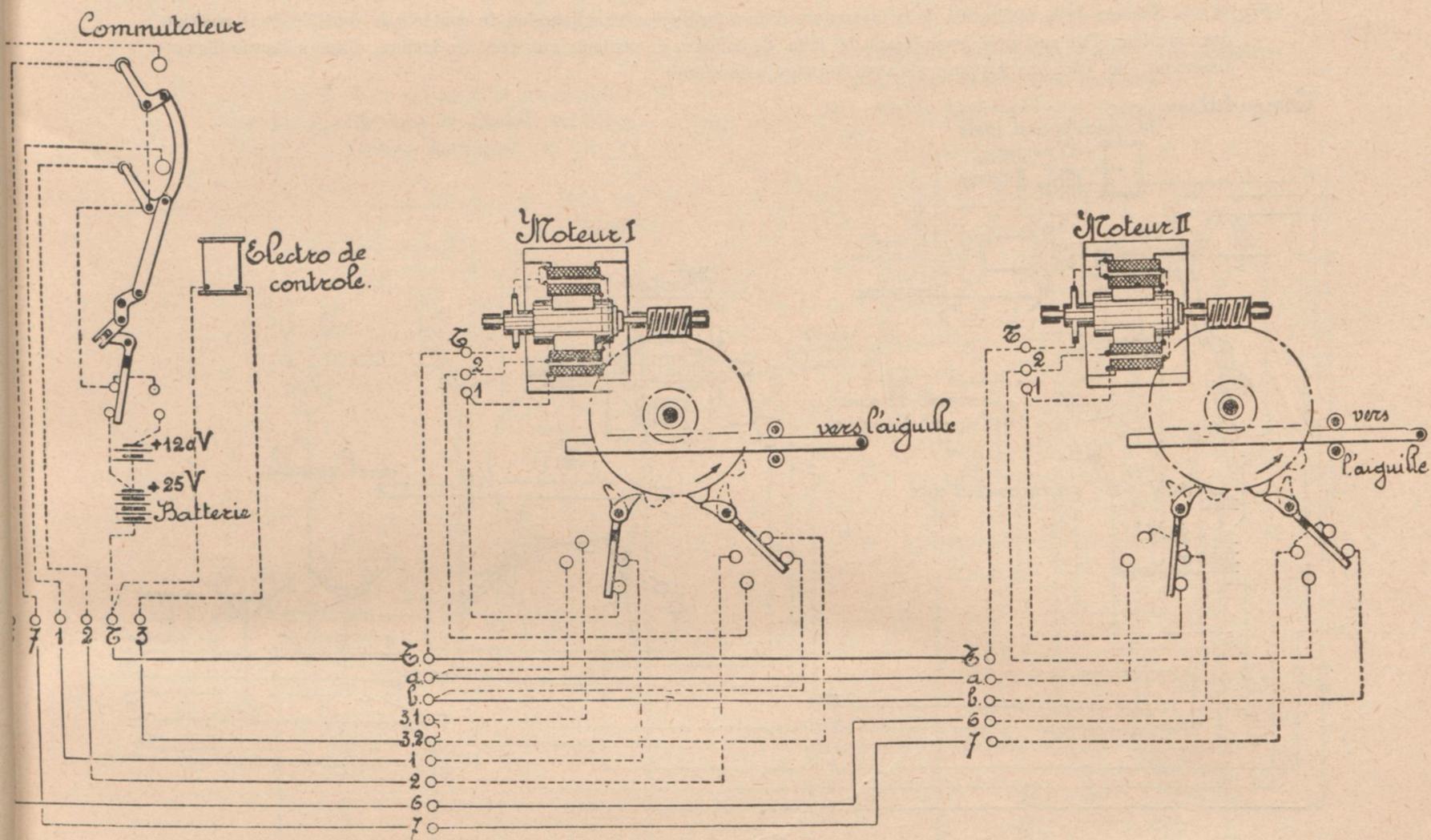
Nous avons déjà parlé de l'utilité de s'assurer non seulement que le moteur a obéi, mais aussi que les aiguilles sont exactement en place.

La partie de droite de la figure donne une idée très exacte de la manière dont ce perfectionnement est réalisé dans la pratique. Une tringle est attachée à la pointe de chaque aiguille, et pour que le circuit de contrôle puisse se fermer, il faut non seulement que l'une des aiguilles soit collée contre le rail, mais

(1) Le freinage électrique de plusieurs aiguilles manœuvrées par un seul levier se faisait en tension et comme les mouvements des moteurs reliés en parallèle n'étaient pas absolument simultanés, il en résultait certaines difficultés.

que l'autre ait repris sa position écartée du rail. Ce résultat est obtenu sans l'adjonction d'aucun fil supplémentaire.

Fig. 3. — Schéma de la réalisation de la manœuvre de deux aiguillages accouplés en quantité avec freinage mécanique (contrôle unique en tension et emploi de cinq fils au lieu de 3×2).



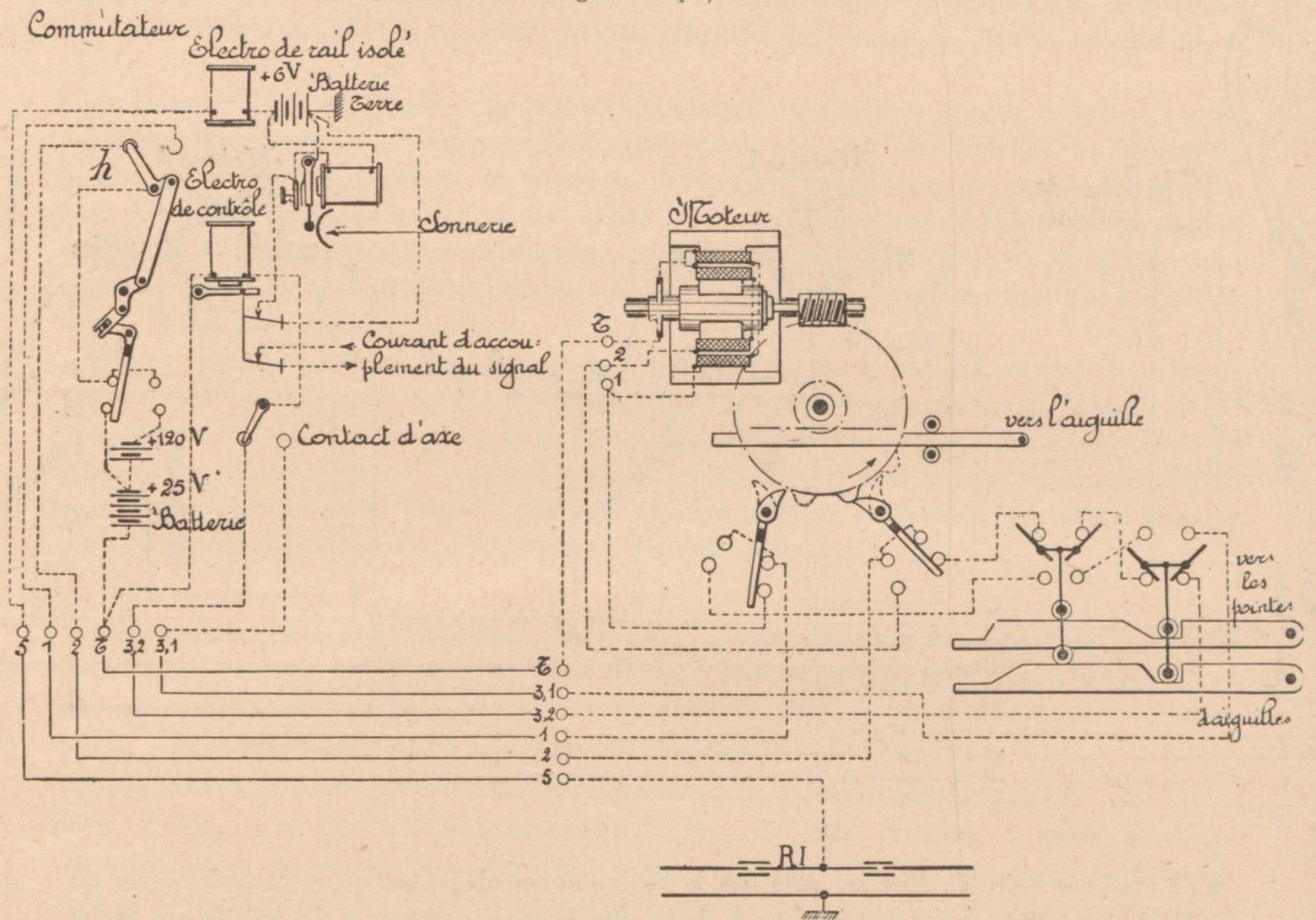
Il est aussi nécessaire de faire en sorte que le levier soit immobilisé tant qu'un véhicule occupe un aiguillage. A cet effet, on pourrait faire usage de la latte de calage mécanique des installations Saxby par exemple. Mais ce dispositif qui doit avoir, en Belgique, 10.40 mètres de longueur avec le matériel à bogies (voitures de luxe, etc.) devient extrêmement encombrant à placer avec de pareilles longueurs au milieu de tous les appareils des bretelles d'une gare telle qu'Anvers (G. C.).

L'électricité permet une solution très élégante et en même temps beaucoup plus pratique. Elle consiste à isoler un rail (ou deux bouts de rail) d'une longueur de 10.40 mètres au moyen d'éclisses en bois. Quand un essieu occupe ce rail isolé, il le met à la terre et fait circuler dans un électro-aimant un courant de 6 volts environ fourni par trois éléments d'accumulateurs. L'électro attire son armature et enclenche la manette du levier de manœuvre.

La figure 4 montre que ce dispositif exige un fil supplémentaire. La batterie de 6 volts placée dans la cabine est commune à tous les rails isolés ; elle est chargée d'une manière permanente par une dérivation de la grande batterie de 25 volts qui est d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, quadruple. Cette batterie est pour ce motif très sûre et l'on a pu renoncer au courant permanent ou de repos dont on avait cru devoir faire usage pour plus de sécurité dans les premières installations. Il en est résulté une économie très sérieuse. En même temps il est plus commode d'éviter de placer des batteries dans la voie et de mettre les relais à l'abri dans la cabine. Si avec le courant direct on ne met pas la pile dans la voie, il faut un fil de plus pour prendre le courant dans la cabine.

Revenons à la Figure 4. On y remarquera que, pour éviter tout dérangement provenant du désaccouplement, par l'électricien chargé des réparations, du levier proprement dit et du mécanisme qui commande les accumulateurs, on a placé sur l'axe même du levier un contact et l'on a dédoublé le troisième conducteur servant au contrôle.

Fig. 4. — Schéma de la réalisation de la manœuvre d'un aiguillage avec adjonction de contacts de contrôle de la position des aiguilles, d'un rail isolé (remplaçant la latte de calage), de contacts aux axes des leviers, d'une sonnerie d'avertissement, etc. (Schéma à quatre fils avec freinage mécanique)



De cette manière, le courant de contrôle est interrompu et le signal enclenché dès qu'il y a discordance entre la position du levier et celle de l'aiguille.

Ce contact de sûreté ne se place pas aux aiguilles des voies de garage, mais seulement à celles des voies principales. Il serait inutile si la manœuvre du levier se faisait en deux temps, comme cela a lieu dans quelques autres systèmes, puisqu'alors il suffirait, pour arriver au même but, d'employer un enclenchement mécanique. Mais, évidemment, la manœuvre en un seul temps est un avantage qui n'est pas payé trop cher par l'adjonction d'une quatrième âme dans le câble à 3 fils allant à l'aiguillage.

Il est à remarquer que, malgré les suppléments de sécurité que nous venons de décrire, le circuit général n'est formé que de cinq fils, outre le retour commun, soit les deux fils du moteur, les deux fils de contrôle et le fil du rail isolé.

Dans les autres systèmes électriques qui emploient une disposition à deux fils analogue à celle du système Taylor, le contrôle n'est pas obtenu par un courant permanent (voir Fig. 5).

En temps ordinaire, aucun courant ne circule dans le circuit. Pour manœuvrer, on porte le commutateur I sur a au-dessus de b et sur a^1 au-dessus de b^1 . Il ne peut aller plus loin parce qu'il est enclenché dans sa position par la circulation même du courant dans l'électro m^1 . Le moteur se met en mouvement

et, quelques instants avant la fin de sa course, le commutateur II se renverse brusquement. Le courant de la batterie est coupé, le moteur continuant à tourner en court circuit engendre un courant dit de contrôle qui passe dans l'électro *m* et libère le commutateur I. Celui-ci peut alors être porté dans sa position extrême figurée par les traits pointillés. Ce n'est qu'à ce moment que les enclenchements mécaniques sont libérés et que l'on peut abaisser le signal.

Fig. 5. — Principe de la manœuvre d'une aiguille dans le système électrique à deux fils Taylor.

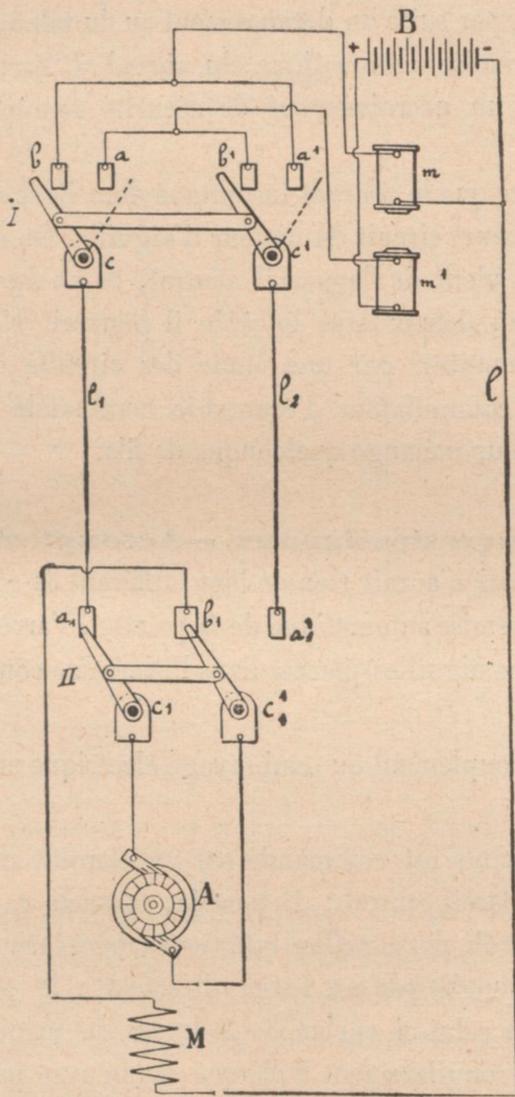
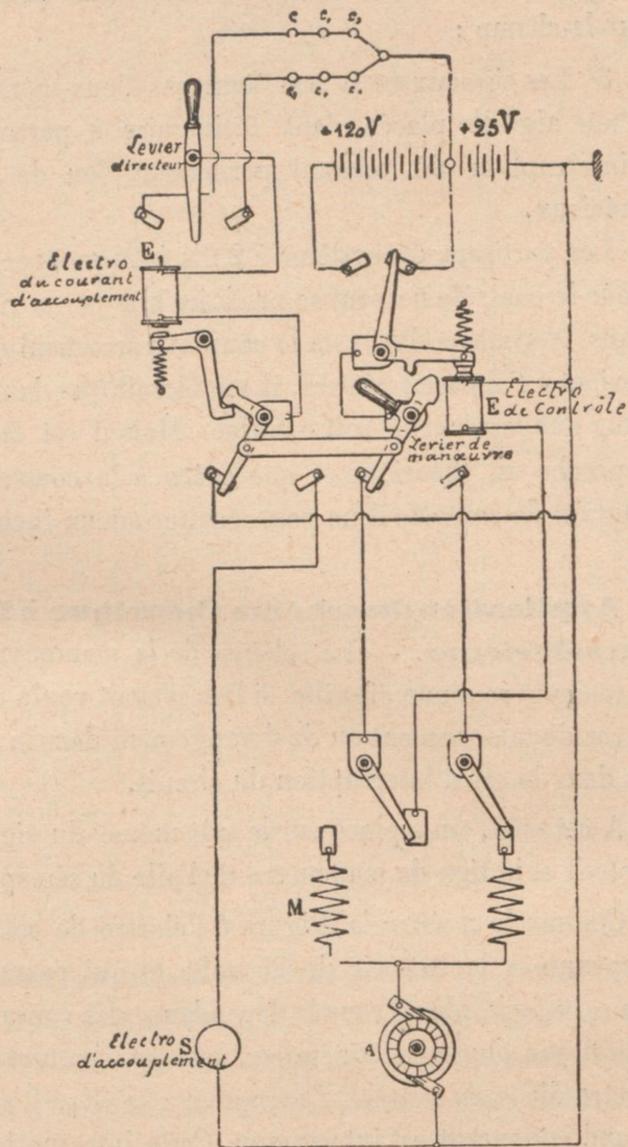


Fig. 6. — Schéma du principe de la manœuvre électrique d'un signal avec courant permanent de contrôle et courant d'accouplement.



On voit qu'il existe une différence essentielle entre les deux systèmes.

Dans le système à deux fils, il n'existe pas un véritable courant de contrôle, maintenant ou remettant le signal à l'arrêt dès que l'aiguille n'a pas effectué sa course complète et n'est pas collée contre le rail. Ce qu'on appelle courant de contrôle, c'est simplement le retour du courant produit par le moteur dans la dernière phase de sa course.

Il en résulte des inconvénients très importants :

1° Le levier d'aiguille se meut en deux temps : dans la première période, il est immobilisé jusqu'au retour du courant qui vient le libérer quand l'aiguille a achevé sa course. Dans la seconde période, on dégage les enclenchements mécaniques. Il saute aux yeux — et une visite à l'appareil d'Anvers le prouve absolument — que le système qui permet au signaleur de mettre du premier coup son levier dans sa position définitive est très supérieur à l'autre comme rapidité et facilité de manœuvre ;

2° Le système à deux fils n'ayant pas de courant de contrôle permanent, ne permet pas l'emploi d'enclenchements électriques dans la cabine. Ceux-ci simplifient beaucoup l'installation. Il est facile de calculer qu'avec le système à deux fils, l'appareil central d'Anvers serait allongé de 1.50 mètre. Il faudrait donc un homme de plus dans la cabine, étant donné le trafic de la gare d'Anvers. On peut répondre, il est vrai, que rien n'empêche de faire passer le courant de 120 volts qui actionne le moteur par une série de contacts *placés dans la voie*. Mais ce système est évidemment très différent. Si l'un de ces contacts s'ouvre pendant que le courant de 120 volts est établi il en résulte un arc qui peut détériorer l'appareil et l'aiguille reste entrebaillée. Enfin, on ne s'aperçoit du dérangement du contact qu'au moment même de faire la manœuvre, tandis qu'avec le [courant permanent de contrôle on s'en aperçoit sur-le-champ ;

3° Les signaux ne se remettent pas d'eux-mêmes à l'arrêt par suite du dérangement ou du talonnement d'une aiguille placée dans l'itinéraire à parcourir. La remise automatique du signal à l'arrêt par l'interruption du courant permanent (ou de repos) est un accroissement de sécurité extrêmement précieux.

Les partisans du système à 2 fils invoquent en leur faveur que le courant instantané dont ils se servent pour le contrôle ne peut se produire que par la rotation en court circuit du moteur d'aiguille. Or comme dans le système d'Anvers le courant permanent de 25 volts vient de l'appareil central, va au moteur et revient à l'appareil central, il semblerait que dans le cas d'un défaut dans le câble il pourrait s'établir sans que la sécurité soit certaine. Mais il est facile de démontrer par une étude des circuits que ce reproche est théorique et que grâce à la construction du commutateur d'économie commandé par le courant de contrôle il ne peut résulter aucun inconvénient d'un mélange quelconque de fils.

Application du schéma théorique à la manœuvre des signaux. — Accouplements ou sélecteurs. — Le schéma de la manœuvre d'un signal n'aurait rien de bien différent de celui de la manœuvre d'une aiguille, si l'on n'avait voulu obtenir la remise automatique de la palette à l'arrêt dans le cas de talonnement ou de dérangement dans la position des aiguilles placées dans l'itinéraire considéré ou dans le cas d'interruption du circuit.

A cet effet, on a placé sur le mât même du signal un accouplement ou embrayage électrique entre le moteur et la tige de manœuvre de l'aile du sémaphore.

Comme le montre la Figure 6 l'électro de cet accouplements est commandé par un courant qui est emprunté à la batterie de 25 volts et qui passe dans l'appareil central : 1° par des contacts c, c_1, c_2 (ou c_3, c_4, c_5), placés sous la dépendance des courants de contrôle des aiguilles intéressées dans l'itinéraire (et s'il y a plusieurs itinéraires, par un commutateur commandé par un levier directeur); 2° par un électro dit « *du courant d'accouplement* » E_1 . L'armature de celui-ci enclenche le levier de manœuvre quand le courant est interrompu. Cette interruption est faite régulièrement à chaque manœuvre par un commutateur conjugué avec le commutateur du levier de manœuvre.

Le courant retourne à la terre après avoir été animer l'accouplement sur le mât du signal.

On comprend plus facilement comment ce dispositif a été réalisé en examinant le schéma de la Figure 7.

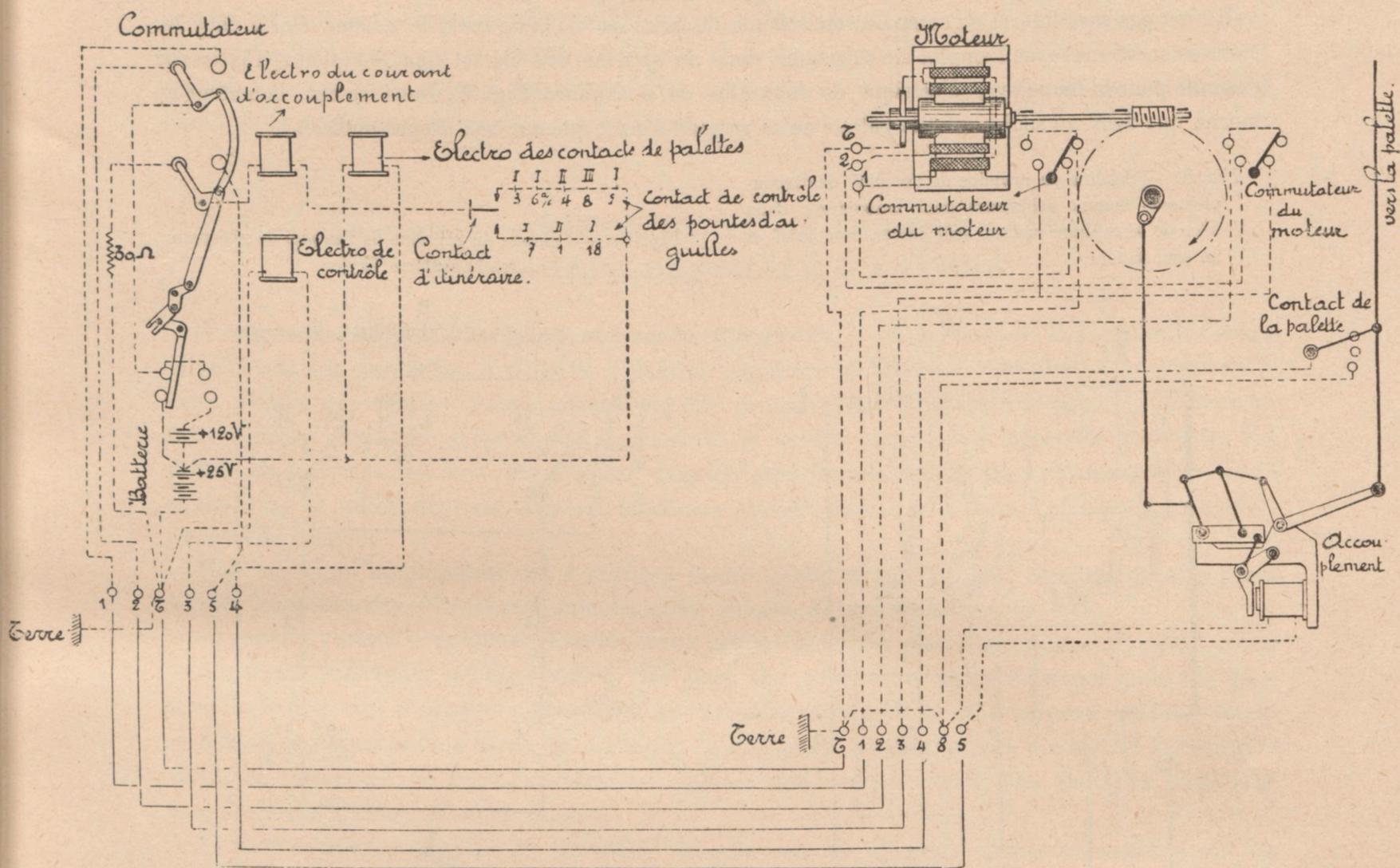
Dès que le courant d'accouplement est coupé, le levier de manœuvre est immobilisé par l'armature de l'électro du courant d'accouplement qui joue ici un rôle analogue à celui de l'électro du rail isolé pour les aiguilles et qui est muni d'un voyant rouge. Si le signal a été mis au passage, il retombe à l'arrêt par l'interruption du courant d'accouplement.

La remise à l'arrêt régulière s'obtient à la fois par la rupture du courant d'accouplement et la marche en arrière du moteur.

La gravité n'agissant que comme surcroît de précaution, la sécurité est aussi grande que celle que l'on obtient avec la double transmission funiculaire (où la gravité n'intervient que si un fil de manœuvre se casse). Elle est même plus grande puisque, grâce au courant d'accouplement qui doit être maintenu

pendant toute la durée de la mise au passage, on obtient la remise à l'arrêt automatique dès qu'un élément de l'itinéraire suivi par le train est dérangé.

Fig. 7. — Schéma de la réalisation de la manœuvre électrique d'un signal avec courant permanent de contrôle et d'accouplement.



Dans les appareils d'Anvers il y a, en outre, à chaque aile un contact électrique qui indique au signaleur qu'elle occupe sa position de passage et qu'elle a obéi. Il en résulte l'emploi d'un fil supplémentaire par mât de signal. Ce contact peut être utilisé pour faire en sorte qu'il soit impossible de mettre au passage un signal d'entrée ou de sortie avant que la palette de fin d'itinéraire ait été effectivement et préalablement mise au passage.

On remarquera, en comparant les Figures 6 et 7 à la Figure 1, que le frein électrique a été supprimé. Il existe encore dans la majorité des appareils de signaux d'Anvers, mais dans les derniers qui y ont été placés il a été remplacé par un frein mécanique et le moteur a été rendu interchangeable avec celui des aiguilles.

Dans le cas de plusieurs palettes placées sur le même mât, on ne fait jamais usage, dans toutes les installations électriques, que d'un seul moteur, grâce à l'emploi de *sélecteurs*,

On appelle ainsi des électro-aimants qui produisent l'embrayage du moteur unique, tantôt avec une palette, tantôt avec une autre.

Les accouplements électriques des ailes de sémaphores sont tout naturellement désignés, dans le système d'Anvers, pour jouer le rôle de *sélecteurs* : il suffit, comme le montre le schéma de la Figure 8, de monter ces accouplements en parallèle et d'effectuer la commutation nécessaire dans l'appareil central au moyen d'un contact manœuvré par le levier directeur dont nous avons parlé tout à l'heure. La position

normale du levier d'itinéraire est toujours verticale. On le déplace vers la droite pour un parcours et vers la gauche pour l'autre. Un seul levier suffit donc pour deux itinéraires.

L'emploi des leviers directeurs permet d'économiser un grand nombre de leviers de signaux dans la cabine et de moteurs de signaux à l'extérieur. On peut arriver à manœuvrer avec un seul moteur toutes les ailes de sémaphore et tous les numéros de signaux placés sur un même mât.

Il n'est pas sans intérêt de comparer au schéma de principe de la figure 8 le schéma établi dans les mêmes conditions avec l'emploi de sélecteurs dans un système à 2 fils tel que le système Taylor par exemple pour la manœuvre électrique de deux ailes de sémaphore (Fig. 9). Dans ce cas, le moteur ne tourne que dans un seul sens et la palette ne se remet à l'arrêt que par son propre poids.

Fig. 8. — Schéma du principe de l'emploi des accouplements comme sélecteurs pour manœuvrer deux ailes de sémaphore par un seul levier de signal et un seul moteur.

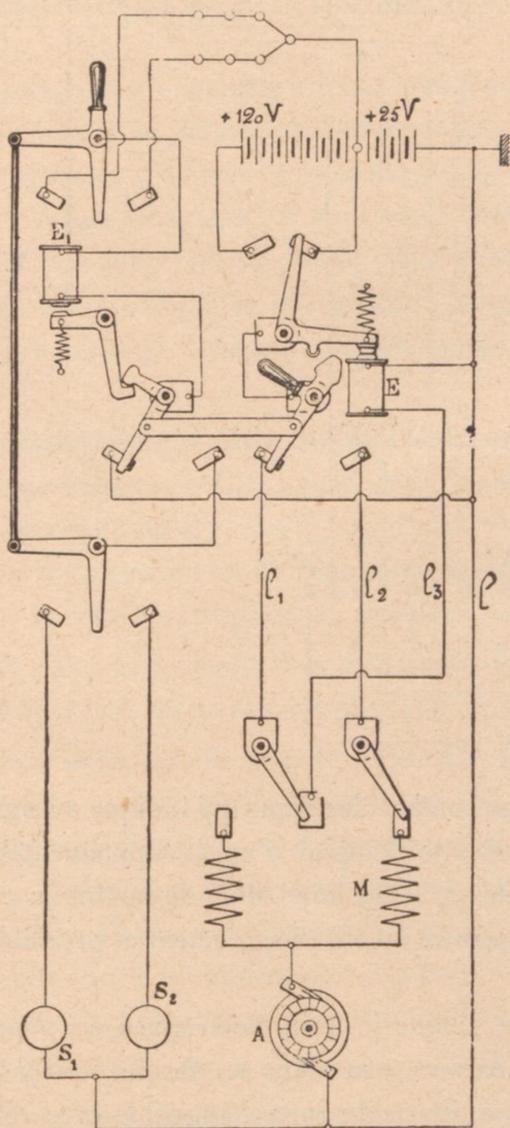
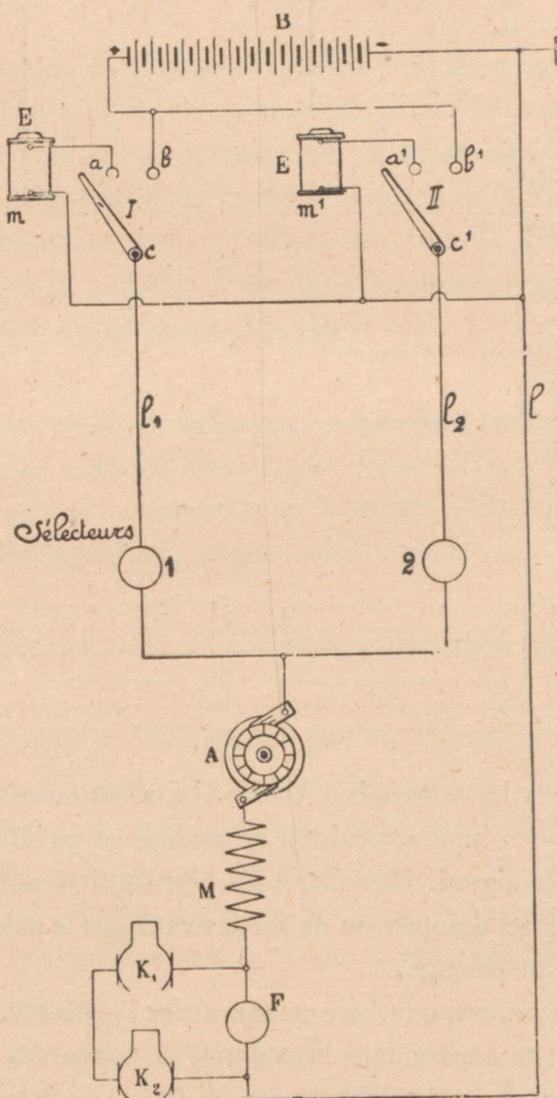


Fig. 9. — Schéma du principe de l'emploi de sélecteurs dans le système Taylor.



Pour mettre le signal au passage, on porte le commutateur à droite sur le plot *b*. Le courant de 110 volts s'établit, agit sur l'électro du sélecteur 1 et met le moteur en marche en faisant actionner la palette correspondant au levier choisi. A la fin de sa course, la palette ouvre le contact K_1 et force le courant à passer par l'électro-aimant du frein, ce qui la retient au passage. Pour revenir à l'arrêt on renverse le commutateur en deux temps, dont le second seulement libère les enclenchements mécaniques. Dans le premier temps on ferme le contact du plot *a* et dès lors le levier est immobilisé dans cette position par l'électro *m*. Le courant étant coupé, la palette retombe à l'arrêt par la gravité et elle entraîne le moteur.

Le moteur fonctionnant comme dynamo crée un courant de retour qui ne peut agir sur l'électro m tant que l'électro du frein F n'est pas mis en court circuit. Dès que la palette remise à l'arrêt a rétabli le contact k_1 , le courant de retour actionne l'électro m , ce qui permet de porter le levier I dans sa position extrême où il est représenté dans la Figure.

Outre l'inconvénient que la palette ne retombe à l'arrêt, dans une manœuvre normale, que par la gravité, on peut encore reprocher au système que nous venons de décrire, qu'il suffit qu'une dérivation se produise de b vers a par un défaut d'isolement de deux plaques d'ébonite voisines dans l'appareil central, pour que toute sécurité disparaisse. Une dérivation de b vers c empêcherait aussi la remise à l'arrêt de la palette en maintenant le frein à l'arrêt.

CHAPITRE II. — DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE LA GARE CENTRALE D'ANVERS.

1° **Signalisation de la gare centrale d'Anvers.** — Les règles de la signalisation belge actuelle sont très semblables à celles de l'ancienne signalisation anglaise. On place un sémaphore à deux palettes superposées devant chaque aiguille donnant deux directions divergentes. Si deux ou trois aiguilles sont très rapprochées, le nombre de palettes superposées peut être augmenté. En partant de ces principes, on arrive à placer dans une gare un peu étendue un nombre considérable de sémaphores au milieu desquels les mécaniciens ne peuvent trouver leur chemin que grâce à un effort extrême de mémoire.

Dans un but de simplification, on a appliqué depuis quelques années, dans certaines grandes gares belges, le système des sémaphores à numéros et des palettes de fin d'itinéraire.

Ce système consiste à remplacer le sémaphore à palettes multiples par un sémaphore à palette unique et à indiquer la direction par des numéros. De plus, afin qu'un train puisse traverser toute une gare avec l'aide d'un seul sémaphore pour arriver, par exemple, au trottoir de débarquement, on place devant ce trottoir un signal *de fin d'itinéraire*. Le levier du sémaphore d'entrée ne peut être remis à l'arrêt avant celui du sémaphore de fin d'itinéraire; or, celui-ci doit nécessairement être maintenu au passage jusqu'à ce que le machiniste l'ait dépassé.

Un autre perfectionnement a été introduit à la gare centrale d'Anvers, où les manœuvres sont très fréquentes parce qu'il s'agit d'une gare terminale. On a voulu employer des signaux spéciaux de manœuvre, afin de se réserver l'avantage de pouvoir manœuvrer en toute sécurité dans une partie de la gare, tandis que l'autre est immobilisée par un départ ou une entrée.

Ces signaux de manœuvre sont des palettes de dimensions réduites, très distinctes des grandes palettes réglant la circulation des trains.

Un avantage considérable de la signalisation électrique apparaît ici. Le signal de départ, par exemple, peut être refermé automatiquement derrière le train, au moyen d'une pédale électrique qui coupe le courant d'accouplement, tout en maintenant le signal de fin d'itinéraire au passage et en faisant ensuite libérer automatiquement l'itinéraire par le train lui-même.

Remarquons en passant, que la libération automatique de tout un itinéraire ne fait nullement double emploi avec les palettes de fin d'itinéraire. Celles-ci permettent aux machinistes et au personnel de la gare de se rendre compte du mouvement des trains aussi clairement que dans la cabine. Si, pendant le parcours, la palette de fin d'itinéraire retombe à l'arrêt, le machiniste peut s'arrêter. Les palettes de fin d'itinéraire entraînent d'ailleurs peu de frais, puisqu'elles sont placées sur les mâts de départ et n'exigent pas de moteur spécial.

Un autre avantage, c'est la perfection de la manœuvre des numéros. Cette perfection n'a pas encore pu être obtenue jusqu'ici avec les transmissions funiculaires simples, bien que l'on espère arriver à un meilleur résultat au moyen de transmissions funiculaires doubles.

Fig. 10. — Plan de la gare centrale d'Anvers sans déformation des voies.

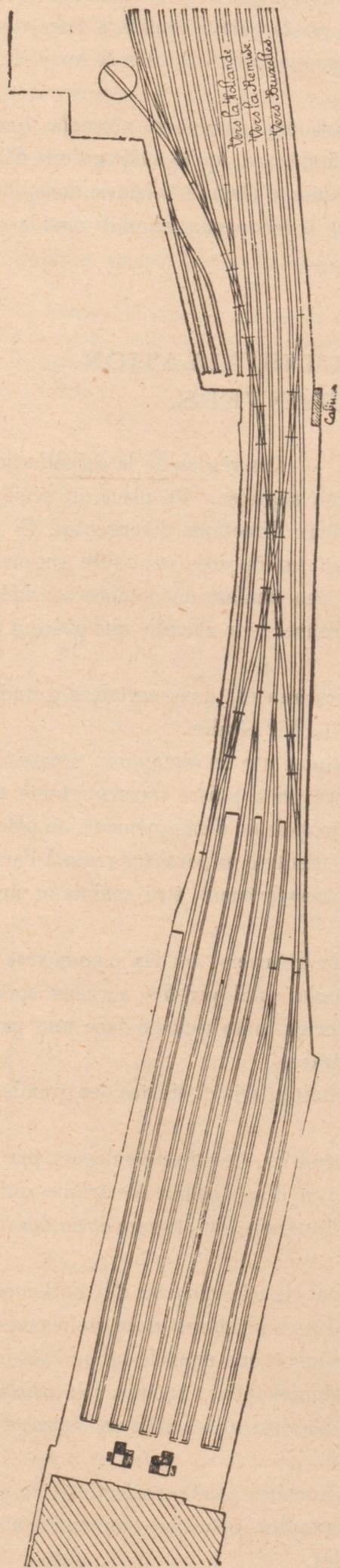
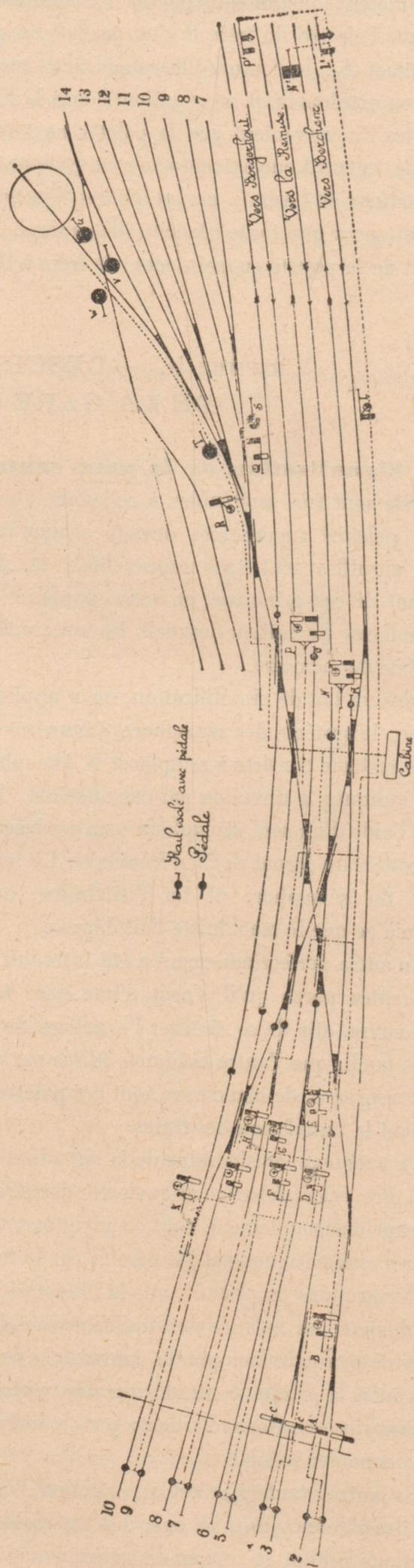


Fig. 11. — Plan schématique de la signalisation de la gare centrale d'Anvers.



Encore un avantage de la manœuvre électrique, c'est que si une grande palette ordinaire et une petite palette de manœuvre sont placées sur le même mât, les numéros peuvent sans frais sensibles servir en même temps pour ces deux palettes.

Le plan de la Figure 10 représente la gare centrale d'Anvers sans déformation des voies. On voit qu'il y a dix voies à voyageurs sous la gare couverte, reliées aux six voies d'arrivée et de départ par deux transversales ou double bretelle de traversées-jonctions doubles.

Si l'on avait appliqué à Anvers (gare centrale) le système Saxby avec sémaphores à numéros et palettes de garage, on aurait eu 180 leviers pour la cabine principale plus 24 leviers pour le poste d'entrée des garages, total 204 leviers.

La cabine aurait eu 25 mètres de longueur, tandis qu'elle n'a actuellement que 14 mètres 70. Elle aurait dû être placée au centre de la double bretelle.

On n'aurait pu le faire sans défigurer l'entrée de la gare.

Le plan (Fig. 10 et 11) donne une description complète des dispositifs appliqués à la gare d'Anvers.

Tout train arrivant de l'une des quatre directions, de Bruxelles, de Borgerhout, de la remise ou du garage, trouve une palette d'entrée au passage avec l'indication par un chiffre de la voie de garage (1 à 10) sur laquelle il est dirigé. En outre, à l'entrée de cette voie de garage, il aperçoit au passage une seconde palette dite de fin d'itinéraire. La mise au passage de celle-ci est préalable. L'itinéraire reste enclenché jusqu'à ce que le premier véhicule du train ait passé sur une pédale (non munie de rail isolé) (L)

Sur les voies de garage, les trains en partance reçoivent un signal de départ donné par la mise au passage d'une palette. Une lettre apparaît en même temps pour indiquer l'une des quatre directions (Bruxelles, Remise, Hollande, Garage). Préalablement, l'un des signaux de départ placés en face de la cabine doit être abaissé pour servir de fin d'itinéraire.

Le signal de départ se remet automatiquement à l'arrêt par le passage du train sur l'une des pédales figurées sur la partie de la double bretelle la plus rapprochée de l'extrémité de la gare.

Sauf pour les trains ou machines se rendant au garage, l'itinéraire reste enclenché tant que le train n'a pas dégagé l'une des pédales placées en face de la cabine.

Les trains arrivant de Berchem et de Borgerhout ne remettent pas automatiquement les signaux d'entrée à l'arrêt parce que le block-system à voie fermée est organisé sur ces lignes. Les appareils Hodgson qui y existaient et qui réalisent l'enclenchement des appareils de correspondance avec les signaux ont été reliés très aisément à l'appareil central Siemens.

Toutes les manœuvres se font, comme nous l'avons dit, au moyen de petites palettes de manœuvre. Celles qui dépassent les limites de la gare proprement dite ne peuvent se faire que sur les voies de départ.

2^o Aiguillages et appareils de calage. — L'État belge emploie d'une manière générale des aiguillages constitués au moyen de rails rabotés. Les pointes des aiguilles de ces appareils sont flexibles et les appareils de verrouillage ou de calage ne peuvent s'appliquer qu'à une certaine distance des extrémités. Parmi les appareils de l'espèce, on a fait choix pour Anvers du calage articulé Jüdel, qui y a donné de bons résultats (voir Fig. 12 et 13). Cependant, il est évidemment préférable, surtout aux endroits où les trains ont une grande vitesse, d'avoir des aiguilles rigides qui permettent l'emploi d'appareils de calage appliqués aux pointes mêmes des aiguilles.

Le point délicat des aiguillages rigides, c'est l'articulation. Les anciens modèles connus n'avaient jamais donné satisfaction et la difficulté de maintenir le pivot est encore un défaut capital du type en usage en Prusse. Au contraire, le type normal de l'État badois est généralement considéré comme

(1) Remarquons que, tant que la pédale de fin d'itinéraire est foulée par un train, il est impossible de remettre la palette qui le couvre à l'arrière au passage et par conséquent d'envoyer un train sur la même voie de garage. Ce dispositif a été complété au moyen de rails isolés afin que la présence d'un véhicule en un point quelconque de la voie de garage produise le même résultat.

Fig. 12 et 13. — Appareil de calage talonnable dit « articulé » du système Jüdel, employé à Anvers avec les aiguilles flexibles du type ordinaire « État Belge ».

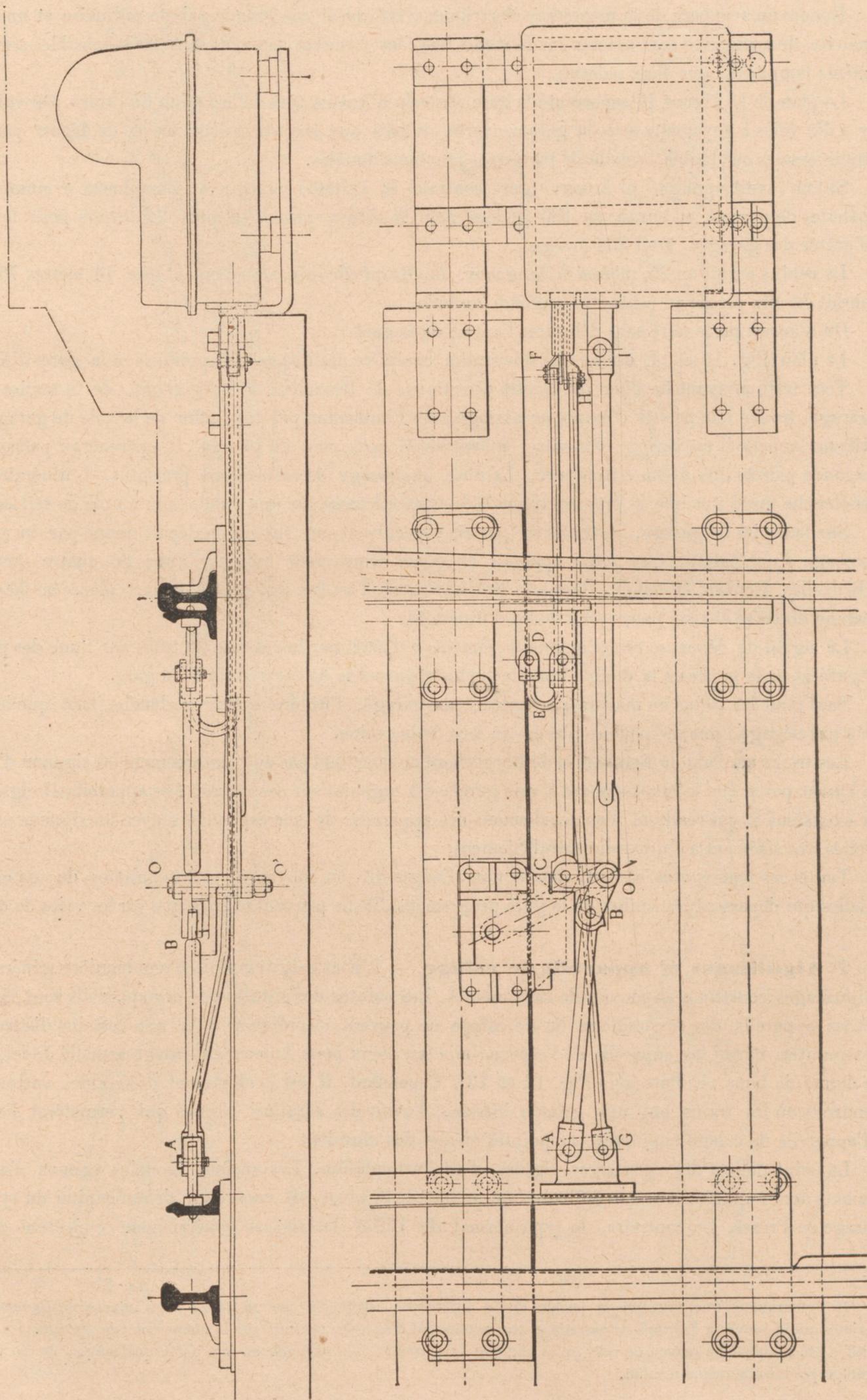
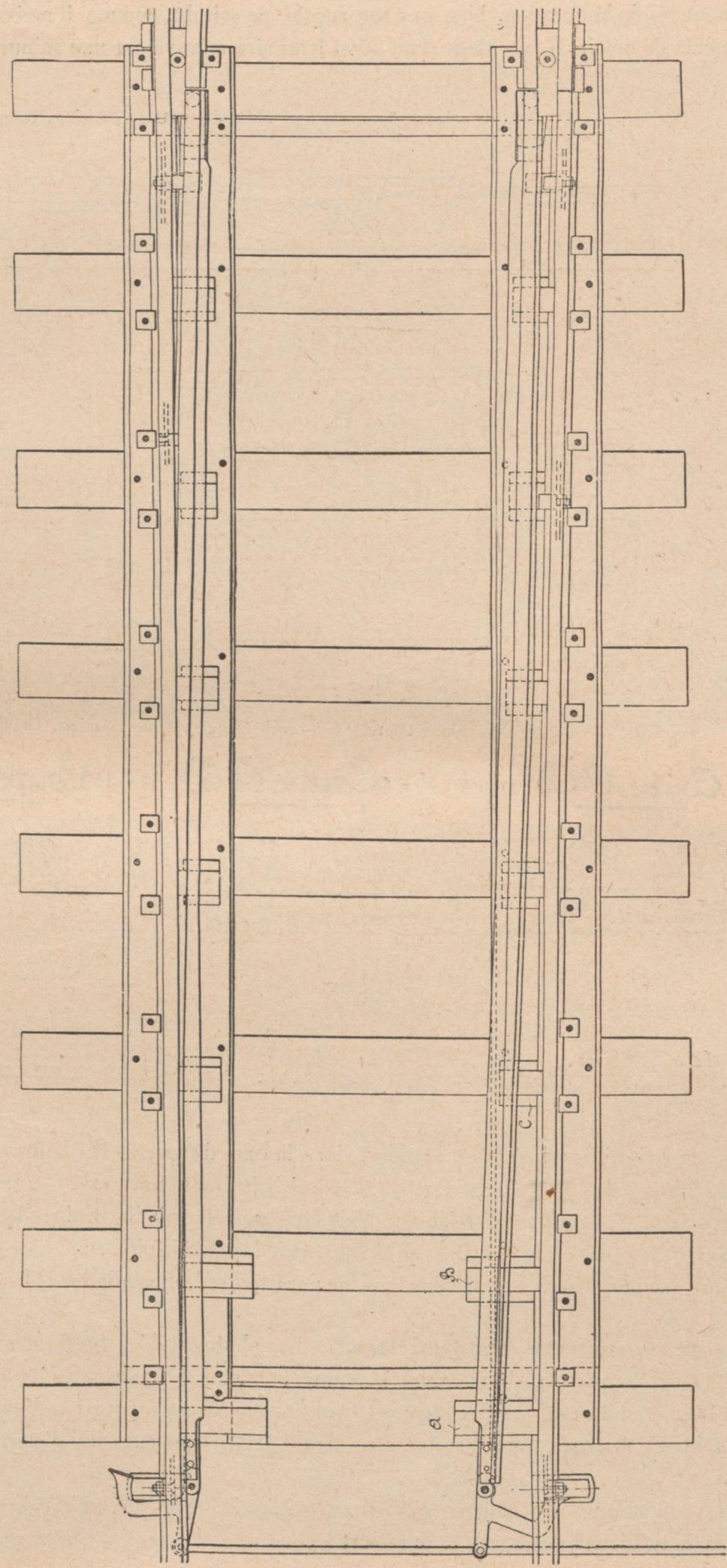


Fig. 14. — Appareil de calage talonnable à crochets du système Büssing appliqué à Anvers et à des aiguilles rigides d'un nouveau modèle adopté par l'État belge pour les installations futures.



ayant pleinement résolu la question, bien que son succès ne soit dû, comme il arrive souvent, qu'à des perfectionnements de détail. Il fait usage d'un pivot lentilaire appuyé par une rainure circulaire.

Fig. 15. — Appareil de calage talonnable à crochets du système Büssing. Détails.

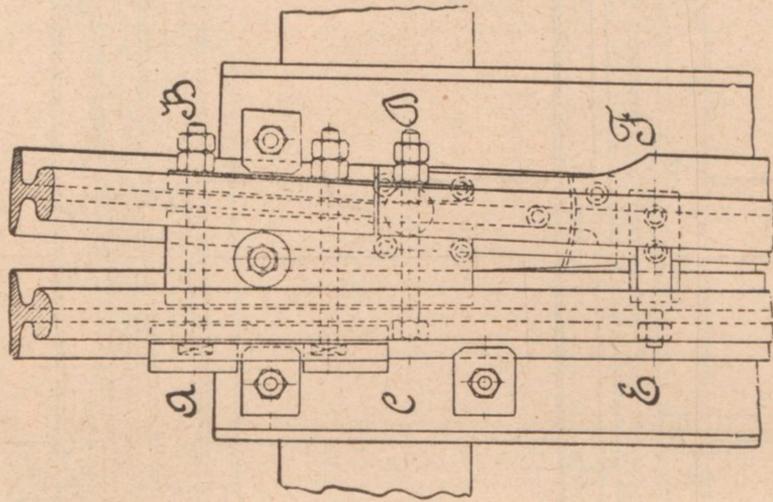
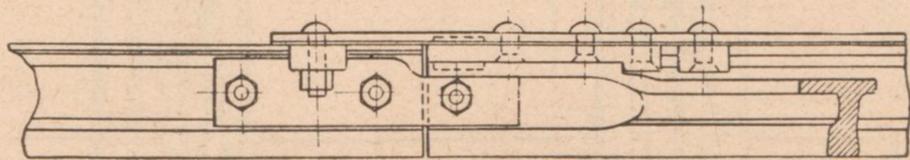
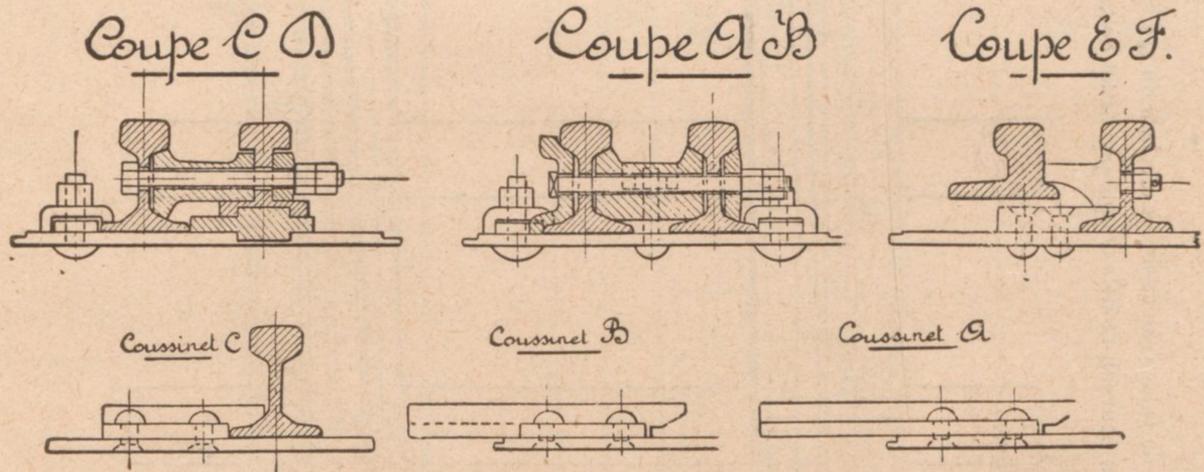


Fig. 16. — Appareil de calage talonnable à crochets du système Büssing. Détails.



Un spécimen de l'aiguillage badois est appliqué dans la gare d'Anvers avec l'appareil de verrouillage à crochets. Les Figures 14, 15 et 16 permettent d'en saisir le fonctionnement. Cet appareil se comporte d'une manière parfaite, Il convient particulièrement aux endroits où les trains doivent parcourir les appareils en vitesse. Il sera employé à Bruxelles-Nord et à Charleroi, où l'emploi de cabines électriques Siemens est chose décidée et sera adopté dans l'avenir pour toutes les installations électriques.

Appareils de manœuvre des aiguilles. — Les photographies des figures 17 et 18 montrent l'aspect extérieur de l'appareil de manœuvre contenu tout entier dans une boîte hermétique avec le moteur qui est lui-même hermétique. La Figure 19 est un schéma qui a pour but d'expliquer le principe du fonctionnement. Le moteur commande une roue dentée DDDD par un train d'engrenages EE et une vis sans fin SS.

La roue DD communique son mouvement à une saillie ZZ par un embrayage à bande BB qui embrasse et serre la saillie ZZ au moyen d'un ressort à boudin.

Fig. 17. — Vue du moteur séparé de l'appareil de manœuvre dernier modèle.

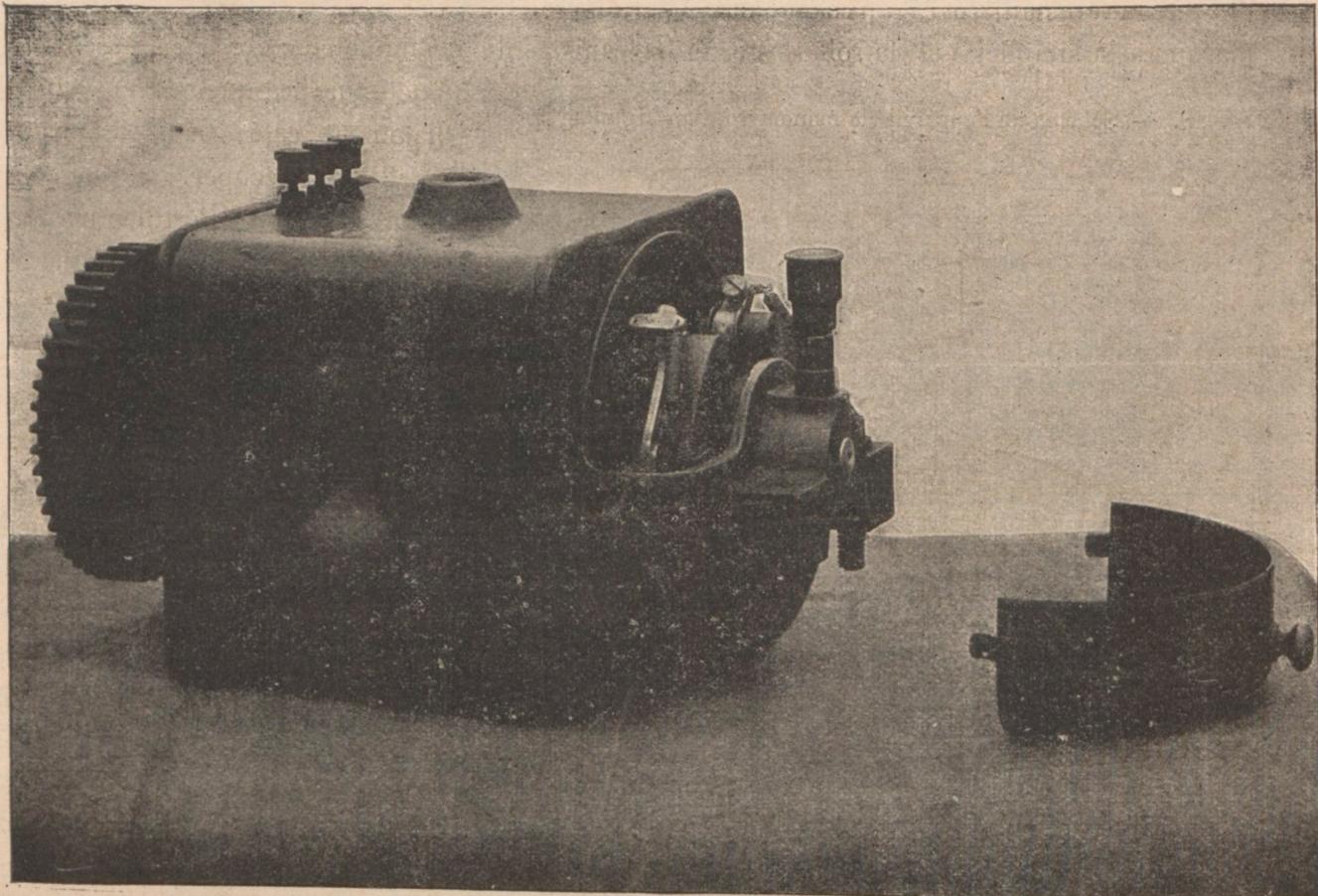
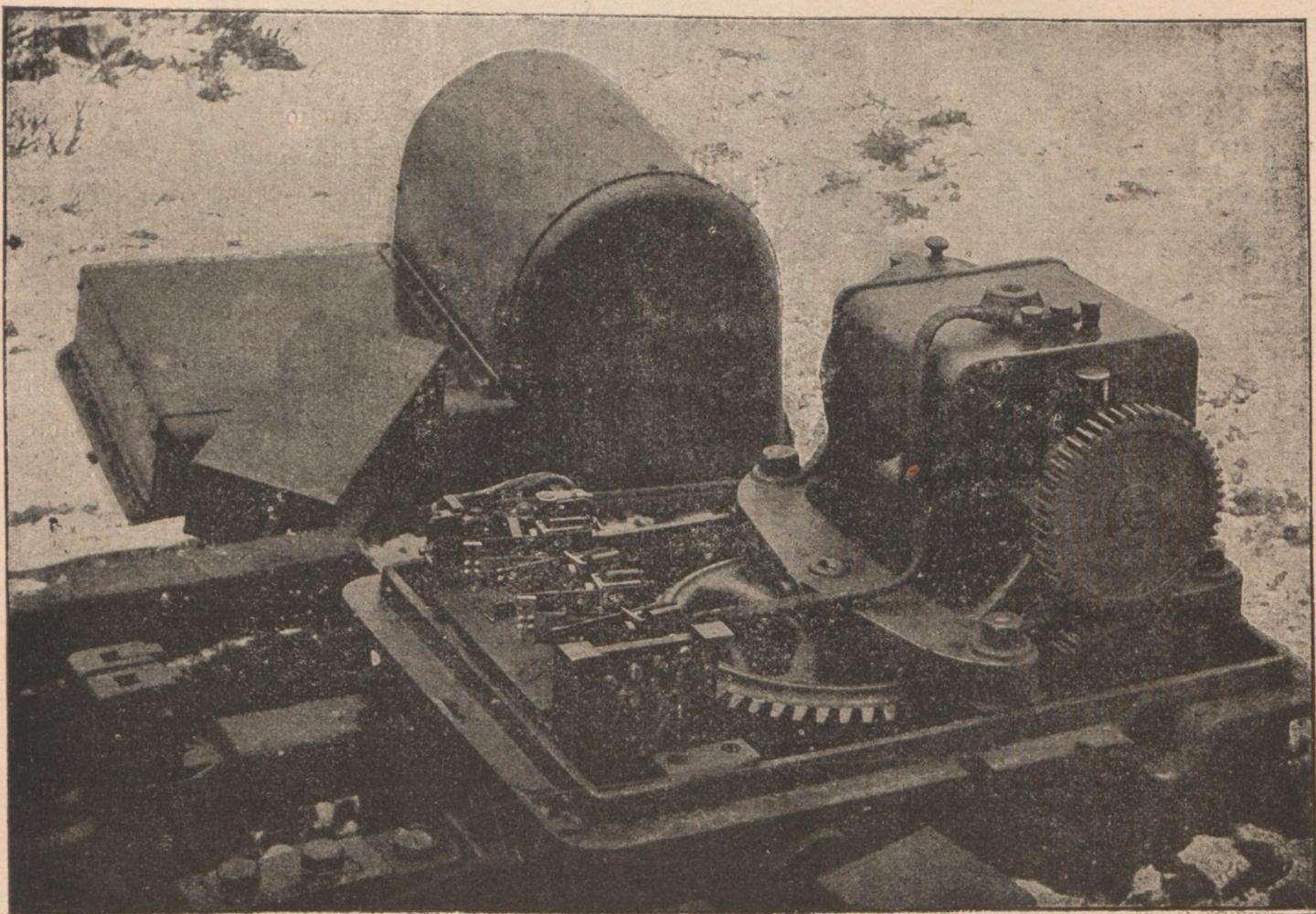


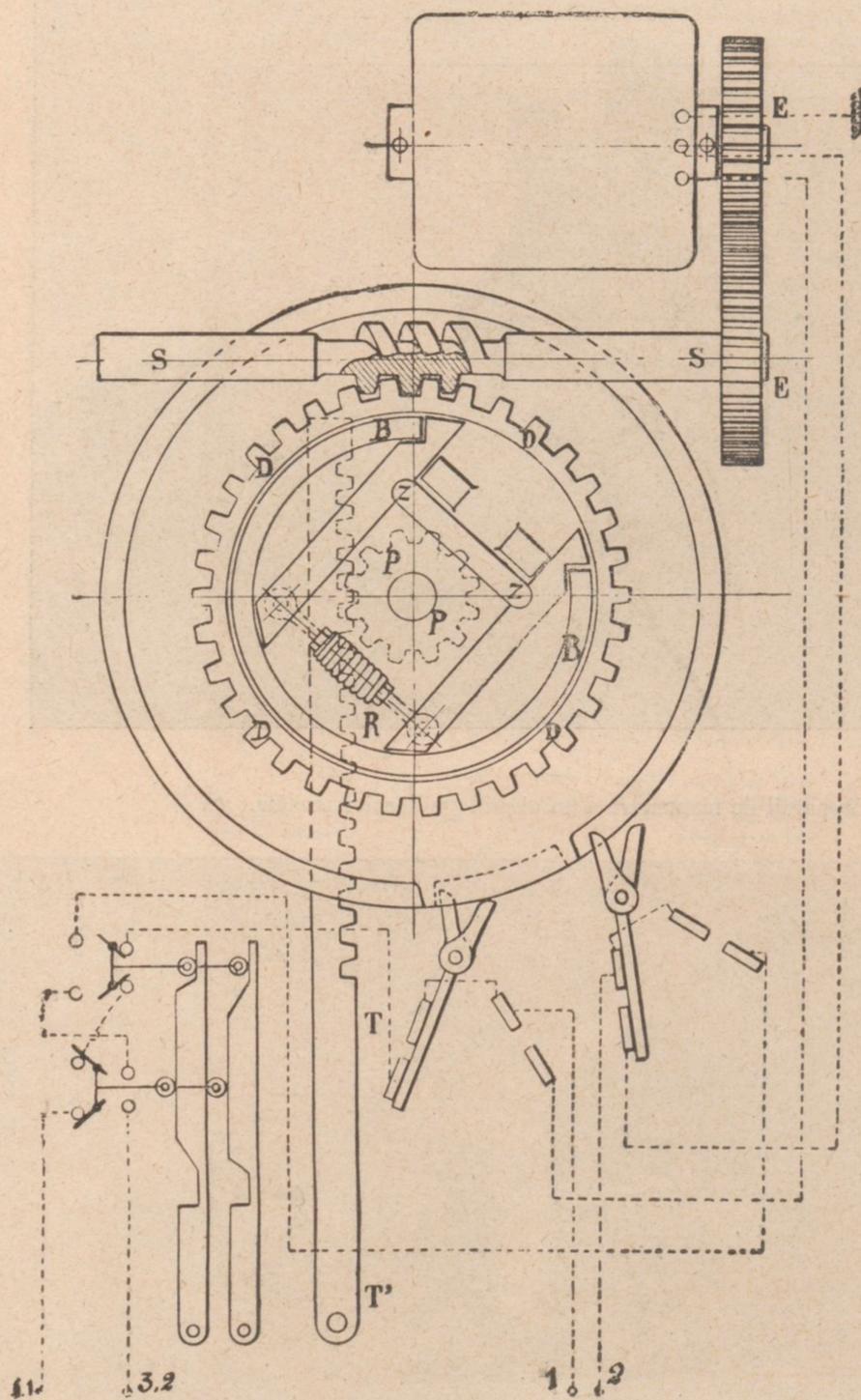
Fig. 18. — Vue de l'appareil de manœuvre d'un aiguillage dernier modèle.



La saillie ZZ est venue de fonte avec un plateau qui porte, à sa partie inférieure, un pignon PP engrenant avec une crémaillère TT qui commande l'aiguillage.

On remarquera la simplicité et la robustesse du mécanisme du commutateur, dont chaque branche

Fig. 19. — Schéma de l'appareil de manœuvre d'un aiguillage.



fonctionne brusquement et est immédiatement calée dans la position qu'elle doit occuper.

Les contacts d'aiguilles prennent également place dans la caisse.

Le schéma de la Figure 19 fait suffisamment comprendre leur mécanisme.

L'appareil est fixé aux traverses de la voie, comme le montre la Figure 13. S'il en était autrement, il se produirait des discordances entre les mouvements de la voie et ceux de l'appareil, très préjudiciables à la bonne conservation de celui-ci.

Le moteur peut être enlevé très facilement en desserrant trois bornes serre-fils et deux boulons. Il consomme dans une manœuvre normale d'aiguillage simple 3 ampères en moyenne sous 120 volts, ce qui correspond à un effort de moins de $\frac{1}{3}$ cheval-vapeur. Dans les traversées-jonctions, il consomme 4 ampères. Lorsqu'il a une résistance particulière à vaincre, il consomme 5,5 ampères et donne $\frac{1}{2}$ cheval-vapeur. Il pourrait cependant supporter jusqu'à 9,5 ampères et donner 1,4 cheval-vapeur.

On voit que la puissance du moteur est amplement suffisante pour supporter les charges les plus défavorables.

Tous les moteurs sont interchangeables et, dans les derniers modèles, les moteurs des aiguilles et ceux des signaux sont identiques.

4^o Appareils de manœuvre des signaux. — La photographie de la Fig. 20 représente un appareil de manœuvre de signal du dernier modèle.

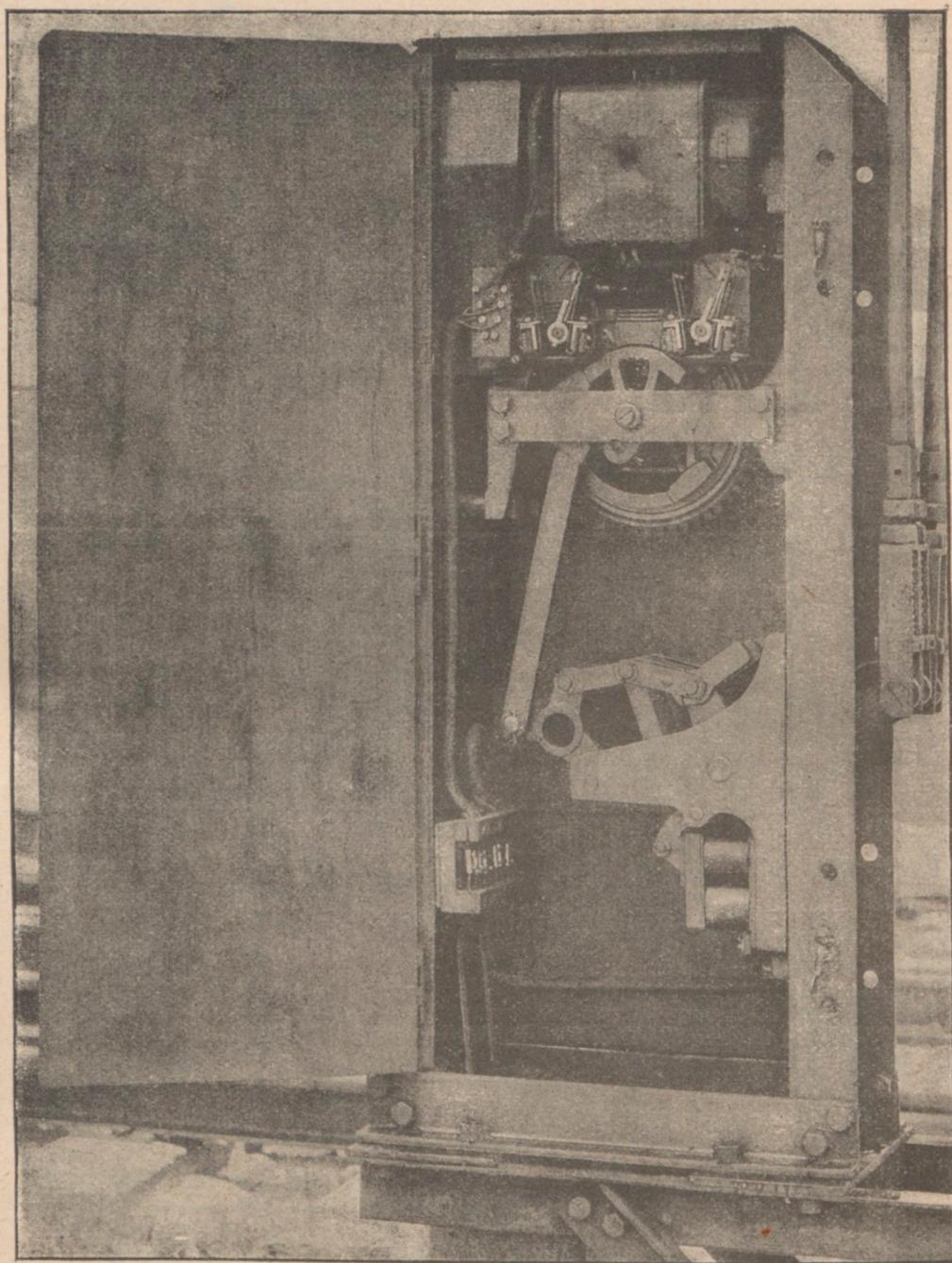
Le freinage électrique n'existe plus dans ce dernier modèle. Il a été remplacé, comme pour l'aiguillage, par un freinage mécanique. De plus, le moteur électrique est exactement le même que celui d'un aiguillage. (Fig. 17).

Les Fig. 21, 22 et 23 font comprendre le jeu de l'accouplement.

La Fig. 22 montre la position des pièces au moment où la manœuvre a eu lieu et où le signal est au

passage tiré vers le bas. Si le courant de l'accouplement est interrompu, ne fut-ce qu'un instant, la palette retombe à l'arrêt, comme le montre la Fig. 23 et une pièce de calage T vient empêcher l'accouplement de se reformer, même si le courant se rétablit. Il faut donc, pour remettre le signal au passage, faire toutes les manœuvres régulières du moteur dans l'ordre ordinaire.

Fig. 20. — Vue de l'appareil de manœuvre d'un signal, dernier modèle.



5° **Rails isolés.** — L'isolation du rail s'effectue au moyen d'éclisses en bois de charme huilé ou créosoté. Ces éclisses donnent un joint très solide, pourvu que l'on donne au bois une section suffisante et que l'on dégage les moyens de fixation des rails, afin de ne pas entraver leur resserrage régulier. Le chemin de fer de l'État belge a essayé des éclisses américaines avec cornières en fer dites «joint Weber», mais elles ont donné de mauvais résultats au point de vue de l'isolement, sans qu'il ait été constaté une différence sensible au point de vue de la résistance de la voie.

Entre les abouts des rails on place une fourrure en cuir, dont le principal but est d'empêcher l'introduction de corps étrangers.

La Fig. 24 montre l'ensemble d'un rail isolé avec pédale. La légende donne toutes les explications nécessaires à la compréhension de la figure.

Fig. 21. — Fonctionnement de l'accouplement fermé, dans l'appareil de manoeuvre d'un signal. Le courant d'accouplement fermé, le signal à l'arrêt.

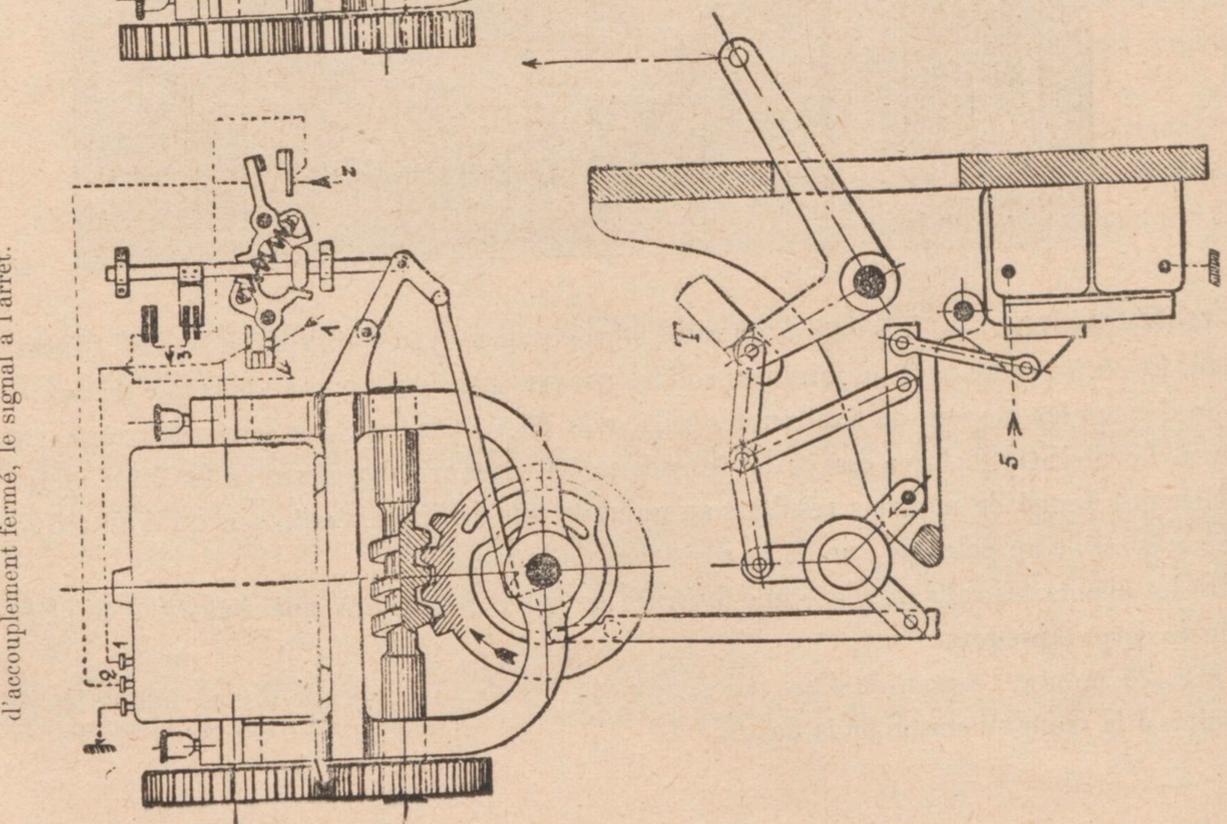


Fig. 22. — Le courant d'accouplement fermé, le signal au passage.

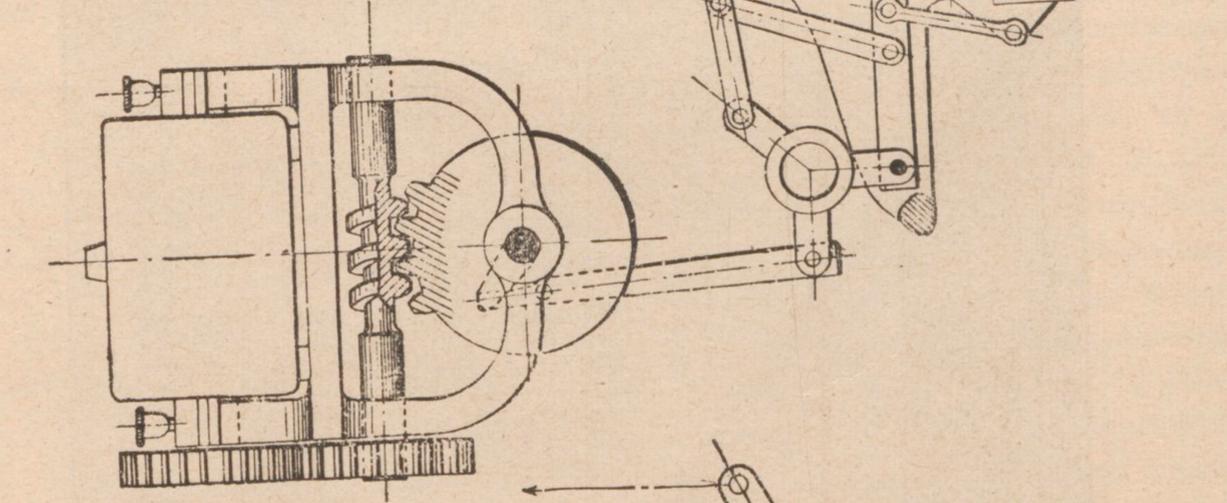


Fig. 23. — Le courant d'accouplement interrompu.

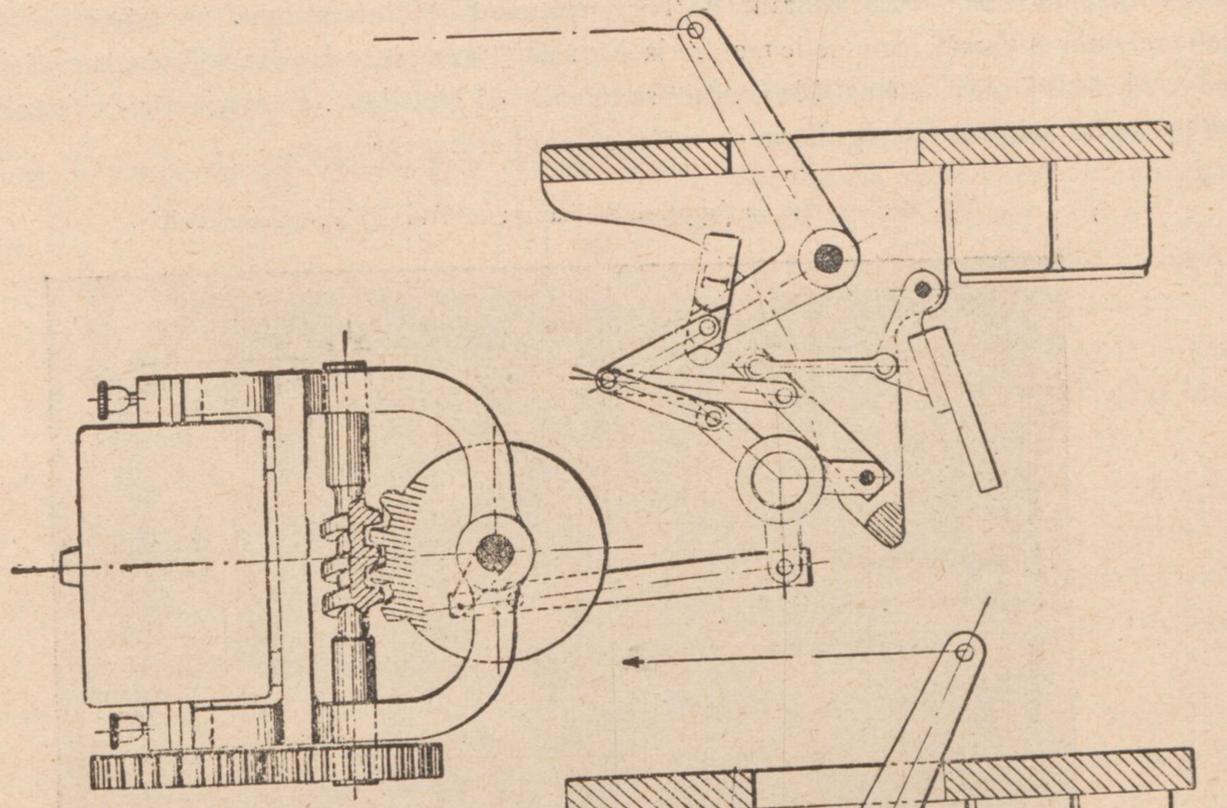
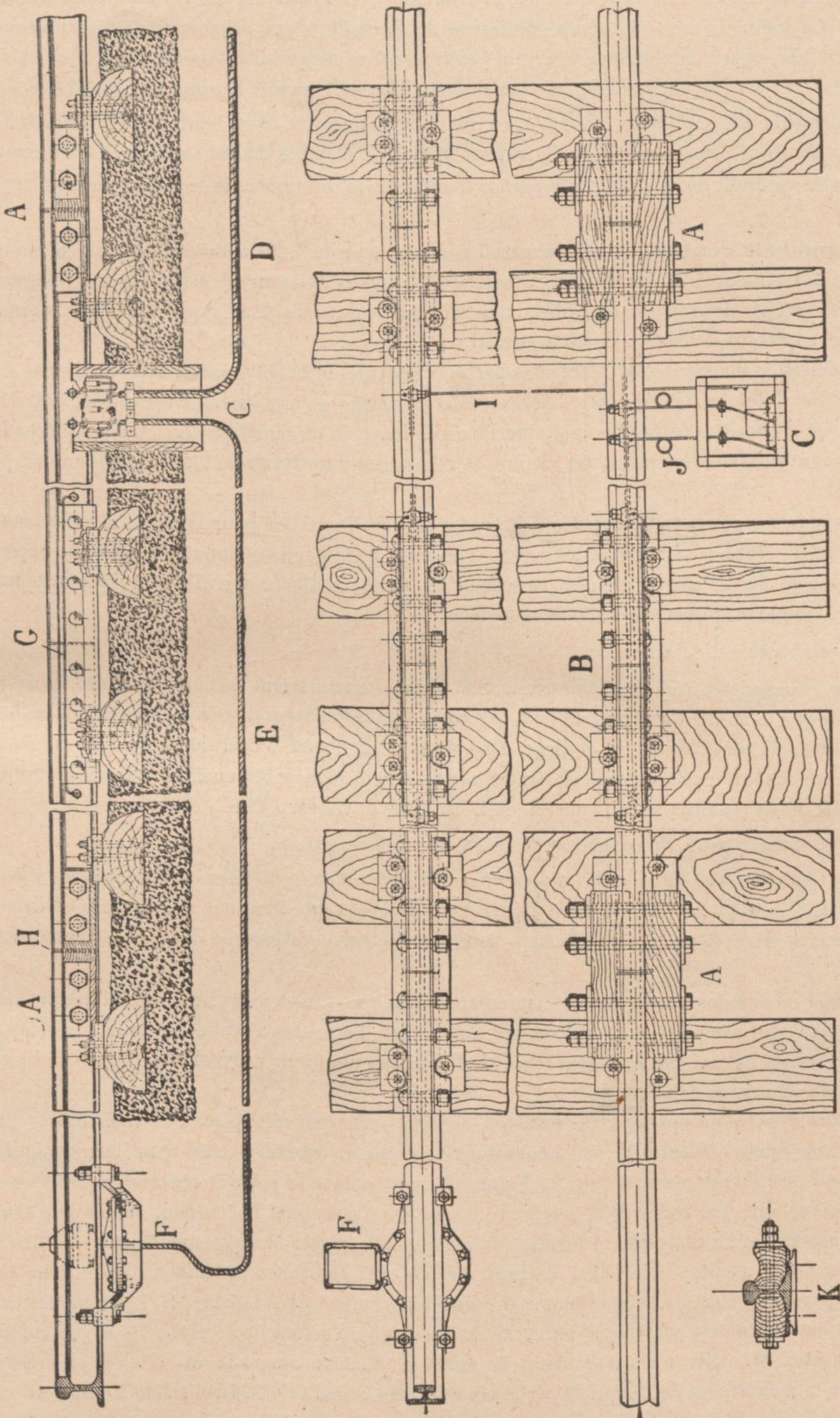


Fig. 24. — Ensemble d'un joint isolé avec pédale (voie de 52 kilogrammes de l'État belge).



LÉGENDE. — AA, joints isolés; H, fourures en cuir; K, section de l'éclisse en bois; E, D, câbles, C, boîte de liaison des câbles au rail isolé; I, fil de liaison des câbles au rail isolé; J, fil de raccord de l'armature du câble servant de terre au rail non isolé.

L'isolement obtenu en temps sec est d'environ 100 à 120 ohms. Il faut de mauvaises conditions de temps et d'entretien pour qu'il tombe au-dessous de 20 ou 30 ohms, même quand le joint est noyé dans l'eau. Le fonctionnement des appareils n'est pas troublé même quand il descend à 10 ohms. Le seul inconvénient c'est une augmentation de la consommation du courant. Encore est-elle faible.

L'isolement a été appliqué à Anvers, à un rail de 9 mètres suivi d'un bout de rail de 1,40 mètre, de façon à obtenir une longueur de 10,40 mètres, égale à la distance de deux essieux de voitures de luxe.

Dans les appareils de voie, il a fallu parfois fractionner le rail isolé et isoler le croisement.

6° Appareil central. — Cet appareil a une hauteur de 1,24 mètre environ et se compose de groupes de longueur égale juxtaposés, comprenant 20 leviers et mesurant 2,10 mètres de longueur.

Afin de gagner de la place, on a disposé dans la partie centrale deux rangées de leviers superposés, ce qui en augmente la hauteur de 66 centimètres.

Les leviers ou manettes sont placés à la partie supérieure du buffet général avec les barres d'enclenchement mécanique qui les relie. Au-dessous et au-dessus de ces barres d'enclenchement, l'appareil se compose d'une série de parties égales de 10 centimètres de largeur, appelées *champs*, placés les uns à côté des autres. Extérieurement, ces champs se composent d'un levier ou manette et de une ou plusieurs lucarnes.

On remarquera les grandes facilités données au service d'entretien pour la visite et le démontage des appareils. Il suffit d'ôter quelques tôles pour que tout le mécanisme intérieur devienne apparent. Le mécanisme de chaque champ s'enlève aisément en dévissant deux vis. Il peut être instantanément remplacé, toutes les pièces étant interchangeables.

Il y a trois espèces de champs :

(a) *Le champ d'aiguille* à deux lucarnes. Son levier, normalement incliné vers la droite, est peint en bleu ainsi que la moitié du voyant de la lucarne de rail isolé qui apparaît normalement blanche. Le voyant de la lucarne de contrôle est noir et blanc. Le noir apparaît quand le courant de contrôle est coupé. Les contacts commandés par le courant de contrôle et servant à réaliser les enclenchements électriques sont placés à la partie postérieure de l'appareil où il est facile de les surveiller.

Nous donnons Figure 25, le schéma de construction de ce champ.

Le commutateur placé à la partie supérieure est le commutateur de manœuvre *h* dans les schémas des Figures 1 et 3. C'est à cette dernière figure qu'il faut se rapporter pour comprendre les connexions. Les numéros 1, 2, 3 et 5 se rapportent aux conducteurs qui portent ces mêmes numéros dans la Figure 3.

Le levier ou la manette agit sur le commutateur non pas directement, mais par l'intermédiaire des pièces P et Q qui comportent un certain jeu entre elles. La raison de cette disposition réside dans les enclenchements mécaniques qui dépendent de la manette et qui ne peuvent être réalisés ou libérés sans une certaine course de celle-ci.

La pièce P porte un appendice R découpé de telle sorte que cette pièce soit immobilisée (et avec elle le levier) quand l'électro de rail isolé est actionné par un courant et cela aussi bien quand le levier est normal que s'il est renversé (voir la Figure 26 représentant la pièce R renversée).

La pièce Q agit, par le levier S, sur le commutateur d'économie D tournant autour de l'axe fixe A et soumis à l'action d'un ressort à boudin, de manière à le placer brusquement dans la position inverse en l'armant à la manière d'un chien de fusil. La pièce T, également soumise à l'action d'un ressort à boudin, joue le rôle de gâchette. Comme il existe une coulisse dans le levier S, le commutateur d'économie D étant armé est soustrait à partir de ce moment à l'action de ce levier S, et par conséquent, de la manette M. Rien n'empêche donc de ramener immédiatement la manette M en arrière pour renverser le mouvement de l'aiguille. Mais le passage du courant de 120 volts dans l'électro de contrôle à la fin de la course du moteur ramène vivement l'armature de cet électro vers le haut et celle-ci agit

à la manière d'une détente sur l'extrémité T de la gâchette pour faire revenir le commutateur d'économie dans la position primitive. Le courant de contrôle est ainsi rétabli (Fig. 25). On remarquera que pendant une course complète vers la droite ou vers la gauche de la manette de manœuvre M, la pièce ZZ mobile autour du même axe A que le commutateur D, et conduite par le levier S', s'abaisse de quelques millimètres, puis revient en arrière. Cela est essentiel pour empêcher l'armature-détente d'exercer une pression sur la gâchette T, ce qui ramènerait immédiatement le commutateur d'économie D, dans sa position primitive.

Fig. 25. Schéma de la construction d'un champ d'aiguille, position normale.

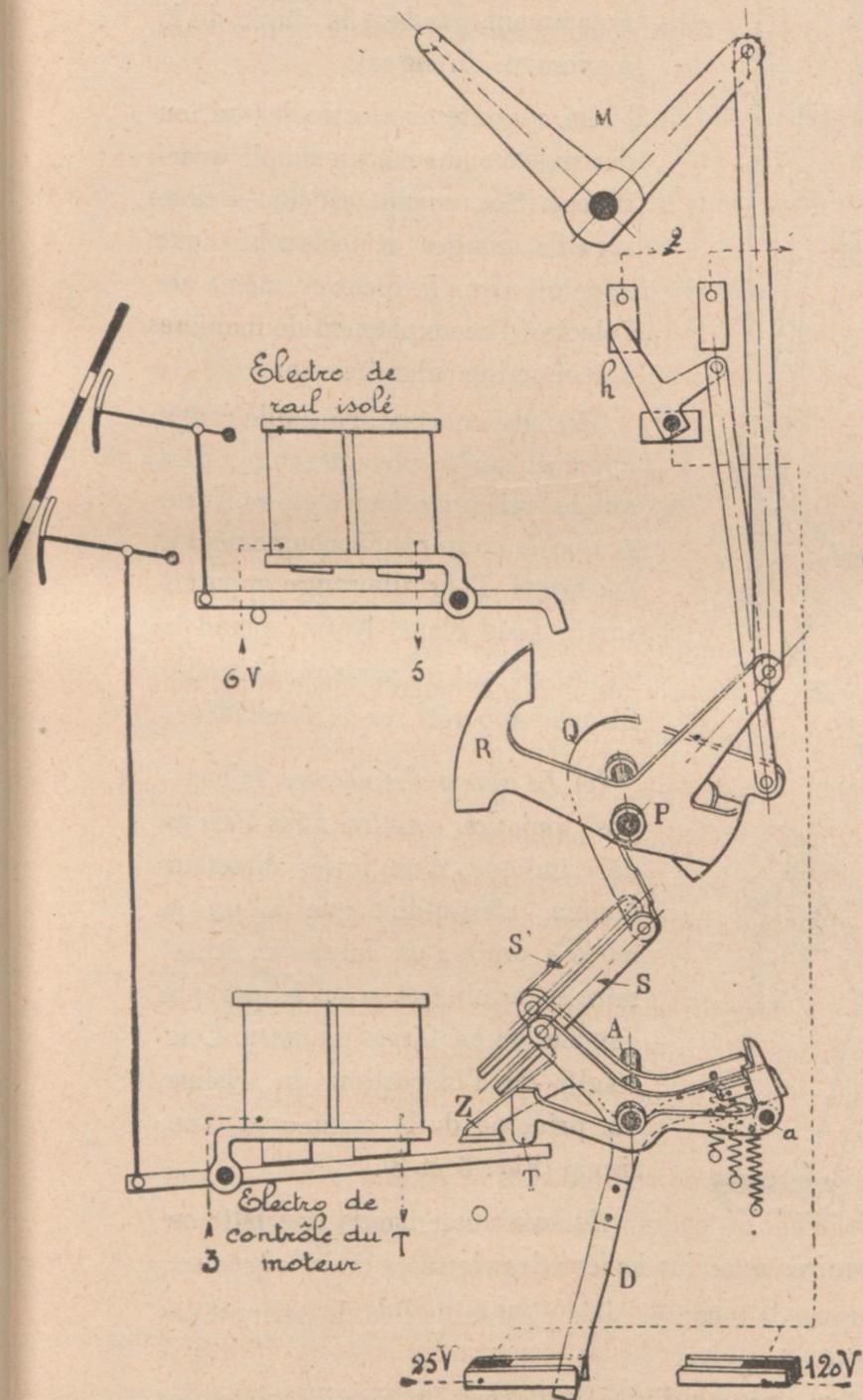
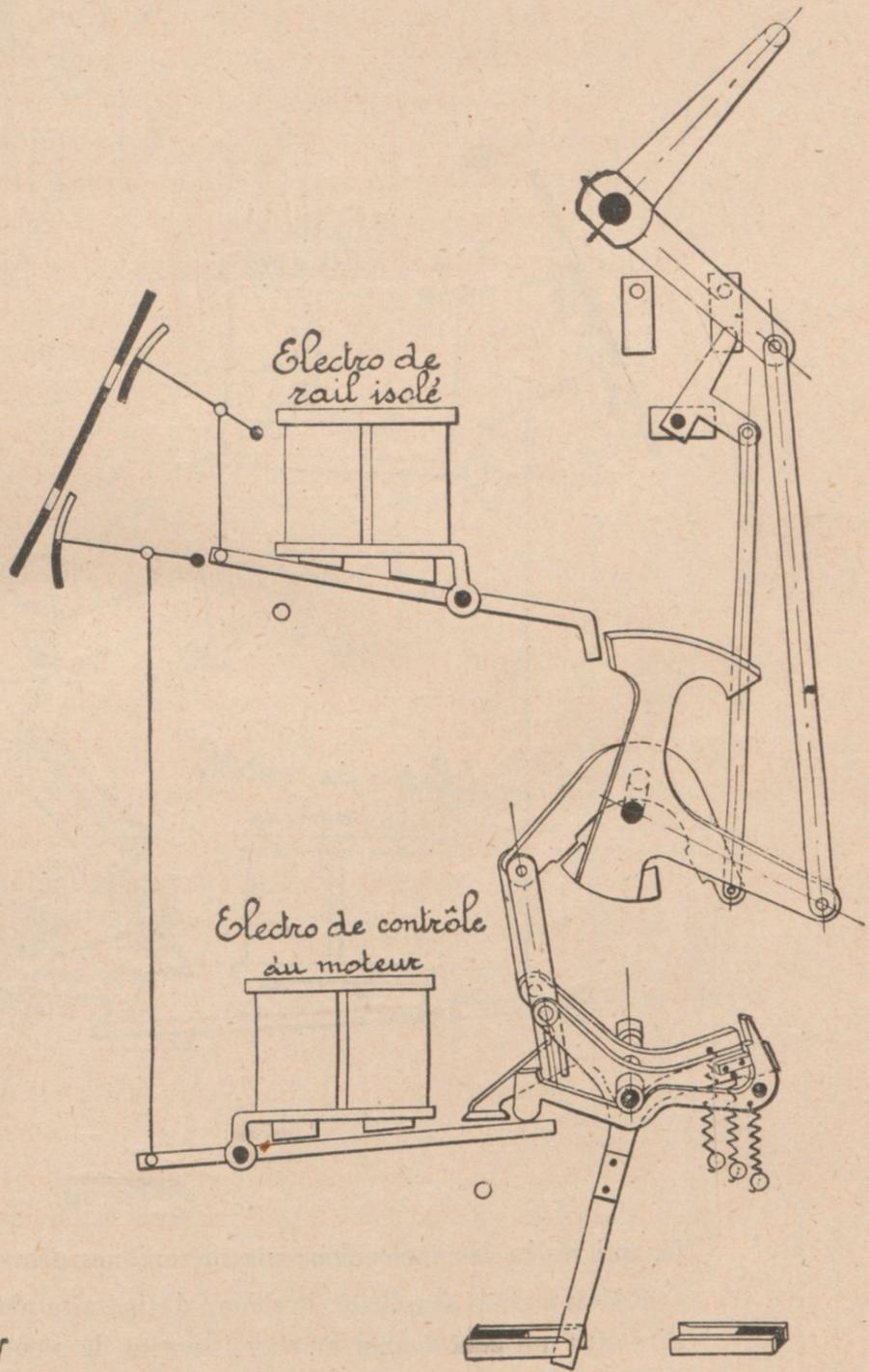


Fig. 26. — Schéma de la construction d'un champ d'aiguille, position renversée (après le retour du courant de contrôle).

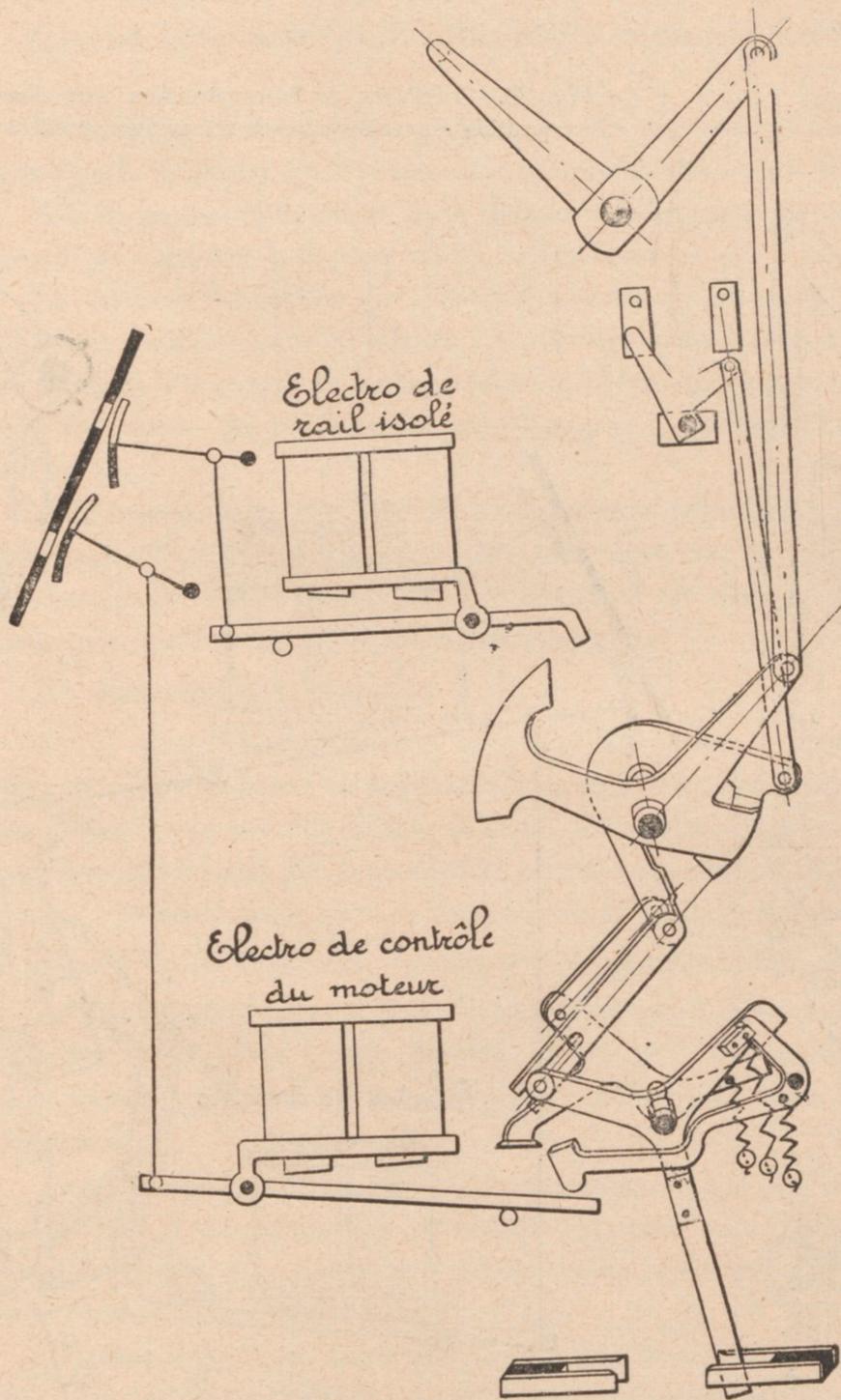


La Figure 27 représente le levier ramené dans sa position primitive après avoir été renversé, le courant de contrôle n'étant pas encore rétabli.

(b) On a intentionnellement construit le champ de signal en le rendant aussi semblable que possible au champ d'aiguille. Comme pour celui-ci, le levier est incliné normalement vers la droite et il y a

deux lucarnes. Beaucoup de pièces sont identiques. La place de l'électro de rail isolé est occupée par l'électro d'accouplement. Le levier est marqué de rouge, de même que la moitié du voyant qui apparaît à la lucarne supérieure. Le courant d'accouplement est normalement coupé et sa lucarne est normalement rouge. Le voyant de la lucarne inférieure est celui de l'électro de contrôle et il est peint en noir et blanc. Le noir n'apparaît que si le courant de contrôle est coupé — notamment pendant la durée de la manœuvre du signal.

Fig. 27. — Schéma de la construction d'un champ d'aiguille.
Levier renversé puis ramené dans sa position normale avant le retour du courant de contrôle.



On a ajouté un électro de position des palettes qui est un simple avertisseur. Son voyant est une double aiguille rouge et blanche qui apparaît dans la lucarne même de l'électro d'accouplement de manière à économiser une lucarne.

En temps normal, l'aiguille rouge apparaît sur le voyant rouge. Dès que le levier directeur a été renversé et que le courant d'accouplement a été formé, l'aiguille rouge apparaît sur le fond blanc. Enfin, quand le signal est mis au passage, l'aiguille blanche apparaît sur le fond blanc.

(c) Le champ d'itinéraire se compose toujours, comme nous l'avons déjà indiqué, d'un levier directeur double, c'est-à-dire que si on le porte à droite, on forme un itinéraire déterminé et si on le porte à gauche, on en forme un autre. Cela résulte de l'inspection du schéma du principe de la manœuvre d'un signal (Fig. 6 et 8).

Ce levier commande une latte en fer qui réalise les enclenchements mécaniques nécessaires avec les leviers des aiguilles et des signaux.

Réduit à cette simplicité, le champ d'itinéraire n'a pas de lucarne. Mais c'est ici le lieu de parler d'un dispositif qui peut donner un accroissement de sécurité très grand.

Nous avons expliqué que pour former l'itinéraire d'un train on disposait d'abord les aiguilles dans un ordre déterminé et que l'on renversait ensuite le levier d'itinéraire, puis le signal.

L'ordre de ces opérations rendu obligatoire par les enclenchements mécaniques dont nous venons de signaler l'existence n'assure pas encore complètement la sécurité, Il pourrait encore se produire des changements dans l'itinéraire à parcourir par le train après que celui-ci aurait déjà dépassé le signal d'entrée de l'itinéraire. Afin d'éviter pareil accident, il faut que toutes les aiguilles et tous les leviers

restent enclenchés jusqu'à ce que le dernier véhicule du train soit parvenu à l'extrémité du parcours et les ait libérés lui-même. Pour cela on fait usage d'une pédale avec rail isolé et d'un relais, comme le montre la Figure 28.

Fig. 28. — Schéma du dispositif réalisant la libération de l'itinéraire par le dernier véhicule du train, au moyen d'une pédale et d'un rail isolé. Courant de travail.

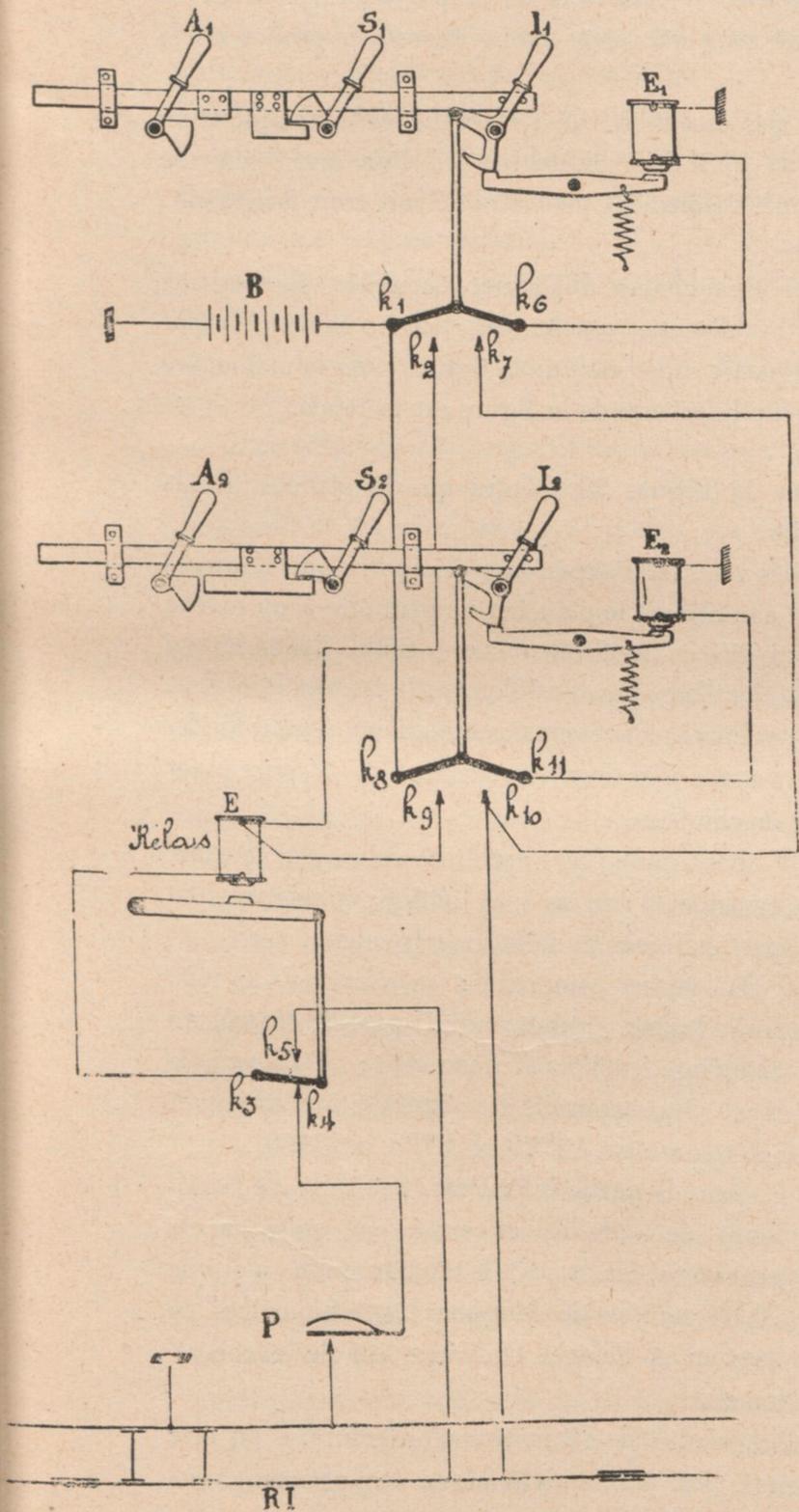
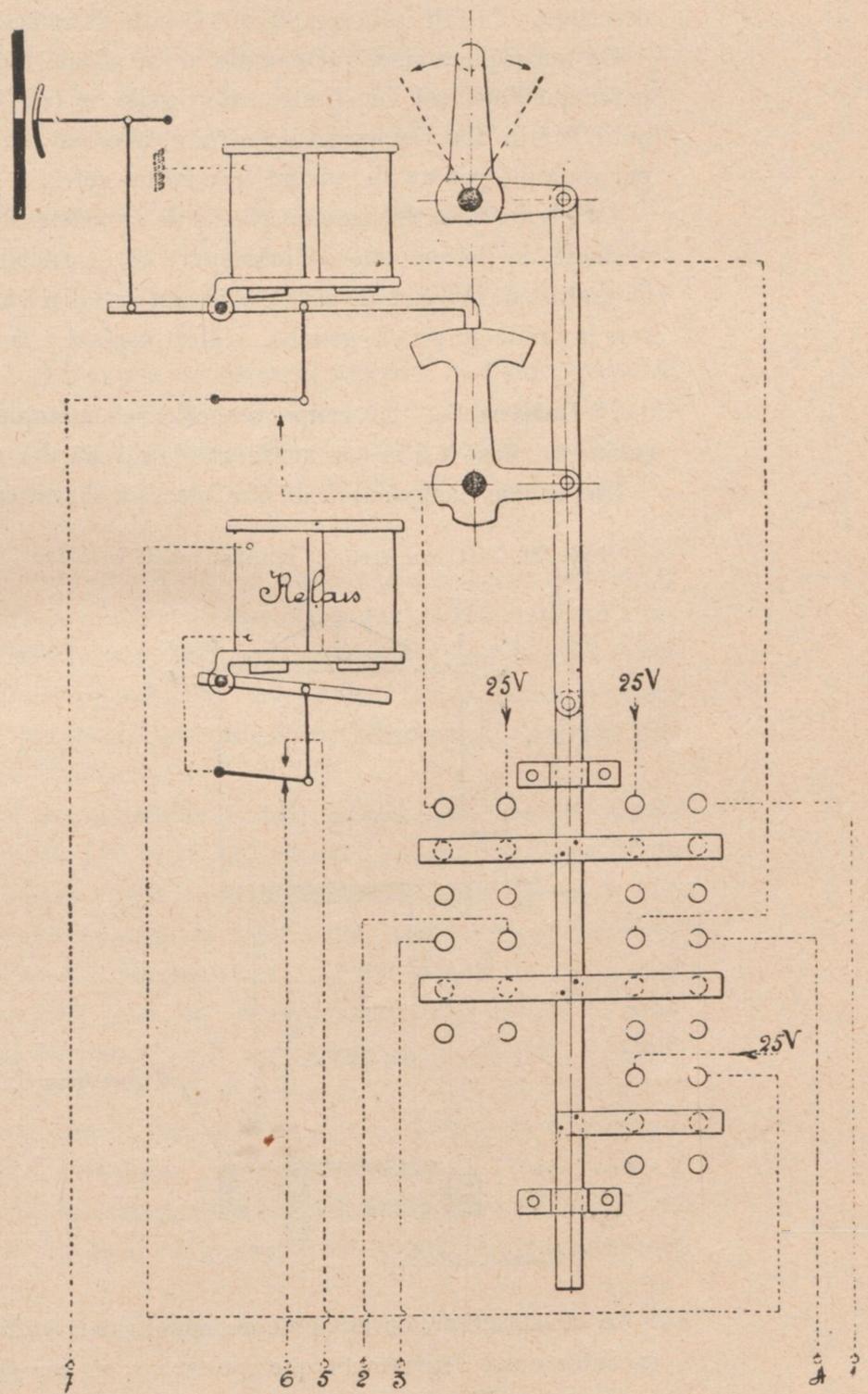


Fig. 29. — Schéma de la construction d'un champ d'itinéraire avec pédale de fin de parcours.



Celle-ci représente même les leviers relatifs à deux parcours différents ayant une fin d'itinéraire commune.

Le levier d'itinéraire est enclenché dès qu'il est renversé par l'armature d'un électro à voyant vert qui n'est pas normalement parcouru par un courant. Pour que le levier soit libéré, il faut que le courant

de la pile puisse atteindre l'électro par l'intermédiaire de l'armature du relais actionné par la pédale sans être conduit en terre par l'essieu d'un véhicule placé sur le rail isolé.

Remarquons d'abord que le renversement du levier I_1 ferme les contacts $k_1 k_2$ et $k_6 k_7$.

Dès que le train passe sur le contact électrique P, l'armature du relais est donc attirée et le courant de la pile B qui passe par le contact $k_1 k_2$ est dévié par $k_3 k_5$ jusqu'au rail isolé et de là remonte par $k_6 k_7$ vers l'électro E_1 et la terre dès que le dernier essieu a quitté ce rail isolé.

Cet appareil est basé sur l'emploi d'un courant de travail. Autrefois on employait un courant de repos, mais on y a renoncé pour les mêmes motifs que ceux que nous avons exposés à propos de la description du rail isolé remplaçant la latte de calage.

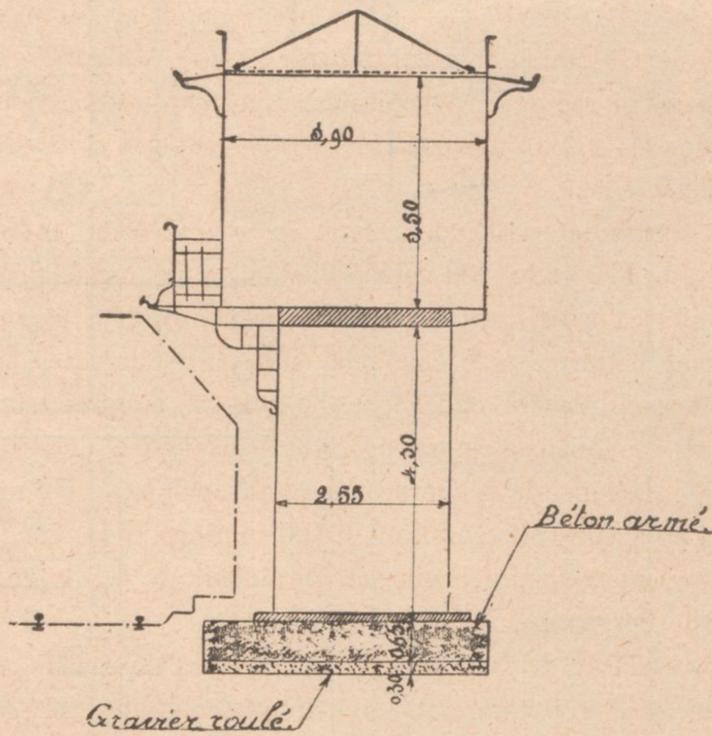
On remarquera aussi que l'emploi de la pédale n'est pas essentiel. On a introduit cette complication parce que l'on peut constituer cette pédale de telle sorte qu'il faille l'intervention d'un lourd véhicule pour la faire fonctionner. Au contraire, avec un rail isolé, l'isolement peut être détruit trop facilement, par exemple par un fil mis au travers des voies.

La Figure 29 représente le schéma de la construction d'un champ d'itinéraire complet. La position normale de la manette de manœuvre est verticale. La manette est immédiatement enclenchée par l'armature de l'électro de pédale à voyant vert placé à la partie supérieure de la figure, si on la manœuvre vers la droite ou vers la gauche. L'électro placé à la partie inférieure de la figure est le relais.

7° Cabine. — La coupe verticale schématique de la Figure 30 montre que le plancher de la cabine est placé à 5 mètres au-dessus du niveau des voies.

Une cabine Saxby aurait dû être placée à cheval sur les voies et l'expérience démontre que dans ces

Fig. 30. — Coupe verticale schématique de la cabine.



conditions, le plancher ne peut être à un niveau inférieur à 6,80 mètres. Cette hauteur, qui n'améliore pas sensiblement la vue des lointains, est un inconvénient, parce qu'elle rend difficiles les relations avec le personnel de la gare et les machinistes.

Les nécessités architecturales de la gare centrale d'Anvers ont obligé à soigner tout particulièrement l'étude de la cabine.

La cabine comprend : au niveau de la voie, trois locaux (réduit pour l'appareil central du chauffage, atelier et magasin) ; à l'étage, le local des appareils de signalisation mesurant intérieurement $14^m70 \times 3^m90 \times 3^m50$.

Dans la partie inférieure, par suite de l'existence de tourelles et aussi par suite de la proximité des voies, la construction n'a que 10,66 mètres de longueur et 2,85 mètres de largeur. A l'étage, l'ouvrage est en encorbellement.

La construction, devant prendre appui sur la voûte d'un viaduc de 12 mètres d'ouverture, a dû être exécutée aussi légèrement que possible ; en conséquence, les parois extérieures comprennent une ossature métallique avec remplissages maçonnés.

8° Câbles électriques. — Tous les conducteurs principaux sont formés de fils de cuivre de $1\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre (1,76 millimètre carré de section) isolés au papier imprégné. Le nombre des fils de chaque câble varie de 37 à 30, 21, 14, 9, 7 et 5 conducteurs.

Les divers conducteurs isolés au papier sont disposés en couches concentriques, entourés de jute et réunis au moyen d'un ruban en toile. Le tout est plongé dans une composition isolante et rendu étanche par une couverture de plomb. Au-dessus du plomb il y a encore une couche de papier, une couche de jute, une armature de fils de fer plats galvanisés et enfin, une couche de jute asphalté.

Les câbles principaux, isolés au papier, aboutissent à des boîtes terminales spéciales. La liaison de celles-ci avec les appareils est effectuée par des câbles armés très flexibles de 7, de 4 ou de 1 conducteurs. Chaque âme est composée d'une torsade de fils fins en cuivre ou en acier étamés, isolée au caoutchouc. Les divers conducteurs sont entourés de jute, enveloppés de toile, armés de fils de fer ronds galvanisés et recouverts de jute asphalté.

Enfin, les câbles qui vont aux pédales sont à 3, à 2 ou à 1 conducteurs isolés au moyen de deux couches de gutta-percha. Chaque âme a un diamètre de 1,17 millimètre (1,38 millimètre carré de section). Les conducteurs tressés sont entourés de jute imprégné, armés de fils de fer ronds galvanisés et garantis par du jute asphalté.

Les câbles armés de fils de fer sont d'habitude simplement disposés au fond de tranchées et recouverts d'une couche de briques sans mortier. A Anvers, le peu d'épaisseur de la couche de ballast déposée sur les voûtes qui constituent l'infrastructure a nécessité l'emploi de canalisations en tôle galvanisé.

La canalisation est composée de conduits en tôle galvanisée de diverses largeurs et d'une épaisseur de 2,5 à 3 millimètres. Chaque conduit a une longueur de 2 mètres environ : la largeur la plus faible est de 65 millimètres (canal 0) ; elle est ensuite de 115 millimètres (canal I), de 165 millimètres (canal II), de 270 millimètres (canal III), de 320 millimètres (canal IV) et de 475 millimètres (canal V).

9° Fourniture du courant. — Il était impossible d'utiliser directement dans les moteurs le courant de 330 volts fourni à la sous-station d'Anvers (G. C.) par l'usine électrique de Berchem, un aussi haut voltage offrant certains inconvénients. Il était également impossible d'employer le courant de la batterie de 110 volts existant à Anvers (G. C.), parce que celle-ci a ses deux pôles isolés. L'installation Siemens doit nécessairement avoir un pôle à la terre, parce que les circuits de contrôle comportent des rails dits isolés, mais dont l'isolement n'est que relatif (120 à 20 ohms).

Le courant est donc produit par trois batteries d'accumulateurs Tudor, *calculées pour pouvoir suffire sans être rechargées pendant trois jours* : la première, de 110 volts (120 volts à l'usine), a une capacité de 60 ampère-heures ; la deuxième, de 25 volts (30 volts à l'usine), sert au courant du contrôle et a une capacité de 120 ampère-heures ; enfin, une troisième batterie, de 3 éléments, sert pour alimenter les circuits des rails isolés. Les deux premières batteries, placées dans les sous-sols de la gare, sont composées chacune de 60 éléments et sont chargées tous les jours pendant trois heures environ au moyen d'une dynamo à courant continu, d'une puissance de 5 chevaux à pleine charge, débitant un courant de 27 à 20 ampères sous un voltage de 110 à 165 volts et faisant 1.750 tours par minute.

Cette dynamo est actionnée au moyen d'un accouplement flexible isolé par un moteur de 6 chevaux recevant le courant de 330 volts de l'usine centrale de Berchem.

La charge des batteries se fait au moyen d'un petit tableau de distribution, qui permet de mettre en série les 60 éléments de la batterie de 25 à 30 volts ; celle-ci est normalement divisée en quatre groupes parallèles et formés chacun de 15 éléments en série.

La petite batterie de 7 volts est placée dans la cabine en dérivation sur le courant de 25 volts et elle est donc chargée au fur et à mesure de sa décharge.

Le reliement de l'usine à la cabine se fait au moyen de deux câbles armés, placés dans des caniveaux différents et composés chacun de deux conducteurs. Il y a donc un conducteur de réserve pour le courant de 110 volts et un conducteur de réserve pour le courant de 25 volts. Les conducteurs fonctionnent alternativement de jour à autre. En cas d'avarie, ils peuvent être substitués l'un à l'autre au moyen de commutateurs placés sous verre dans la cabine.

Un interrupteur général, également placé sous verre dans la cabine, permet d'isoler complètement l'installation des appareils de fourniture de courant en cas de nécessité.

Si, malgré toutes ces précautions, le courant venait à faire défaut, il existe des manivelles placées sous clef dans la cabine et qui peuvent s'adapter à tous les moteurs d'aiguille pour les faire fonctionner à la main.

Signalons enfin, que, si le courant d'alimentation de 120 volts est coupé par la fusion d'un plomb, deux sonneries retentissent immédiatement, l'une dans la cabine, l'autre à l'usine.

Aucune disposition de ce genre n'a été prise pour le courant de 25 volts, parce que, dans ce cas, toutes les lucarnes du contrôle deviennent simultanément noires, ce qui ne peut manquer d'attirer l'attention des signaleurs. Ceux-ci téléphonent alors immédiatement à l'usine à laquelle ils sont directement reliés.

10° Consommation d'électricité. — I. MOTEURS. — La durée de la manœuvre d'une aiguille simple est de une et demie à deux secondes ; nous entendons par là le temps qui s'écoule entre le renversement de la manette et la remise au blanc du voyant de contrôle. Pour une traversée-jonction double, cette durée est un peu plus grande.

Le courant nécessaire pour la manœuvre d'une aiguille ordinaire est de 3 ampères en moyenne. Il est de 9 ampères tout à l'origine du démarrage pendant un temps *très court*, puis de 3,95 ampères pendant un peu moins d'une demi-seconde et de 2,85 ampères pendant la marche. Pour l'aiguille qui est munie de l'appareil de verrouillage à crochets, ces derniers chiffres se réduisent respectivement à 3,75 ampères et 2,35 ampères. La différence de potentiel est généralement de 120 volts aux bornes des champs d'aiguillages par suite d'un léger survoltage de la batterie.

Pour les traversées-jonctions, ces chiffres sont un peu plus forts.

Au démarrage le courant nécessaire pour la manœuvre d'un signal est de 3,75 ampères ; cette valeur passe à 4,65 ampères pour la mise au passage du signal. Elle tombe ensuite à 2 ampères lorsque le moteur tourne à vide lors du retour du levier à la position normale, la palette ayant été mise au passage immédiatement après la rupture du courant d'accouplement.

II. CONTRÔLE ET ACCOUPLEMENT. — Le voltage du courant est de 23 volts aux bornes des champs. Il est de 31 volts aux tableaux de l'usine.

Le courant d'accouplement varie de 0,2 à 0,3 ampère.

Le courant de contrôle est de 0,062 ampère.

III. RAILS ISOLÉS. — Le voltage du circuit des rails isolés est aux bornes de l'appareil central de 7,5 volts. On sait que la batterie est placée dans la cabine.

La perte permanente de courant pour tous les rails isolés varie de 1,5 à 2,5 ampères.

Au passage d'un train, le courant de rail isolé est de 1 ampère, pris en amont de la batterie de 7,5 volts sous la tension de 23 volts.

IV. RÉSULTATS GÉNÉRAUX. — Le courant débité normalement par les batteries de contrôle est de 8 ampères, ce qui fait une dépense aux bornes de l'appareil central de 184 watts. Ce chiffre peut s'expliquer comme suit :

Courant de contrôle	0 062 ampère × 23 volts × 58 appareils =	79.856 watts.
— de rail isolé.....	2 ampères × 23 volts =	46.000 —
		<hr/>
		125.856 watts.

Le reste, soit 58.144 watts, est absorbé par le passage de véhicules sur les rails isolés et par les courants d'accouplement.

La consommation d'électricité pour la manœuvre des appareils est par jour de 2.150 watt-heures seulement, prise aux bornes de l'appareil central.

V. RENDEMENT. — Il résulte des chiffres cités ci-dessus que la consommation d'électricité aux bornes de l'appareil central est de :

$$\begin{array}{r} 2.150 \text{ watt-heures pour la manœuvre des appareils;} \\ 184 \times 24 = 4.416 \quad \text{—} \quad \text{pour le contrôle et les rails isolés.} \\ \hline \text{Soit..... 6.566 wattleures au total.} \end{array}$$

D'autre part, la consommation d'électricité journalière mesurée à l'usine de Berchem est de 11.500 watt-heures. (1) Le rendement total est donc de $\frac{6.566}{11.500} = 0,57$.

11° **Prix de revient.** — La manœuvre électrique des signaux et des aiguilles de la gare centrale d'Anvers a donné lieu à une dépense totale de 231.015 fr. 50 c.

Nous n'avons pas compris dans ce chiffre le prix payé pour une canalisation en tôle galvanisée, dans laquelle il a fallu déposer les câbles à cause des conditions architecturales toutes spéciales de la gare d'Anvers. D'ailleurs, dans le cas d'une installation Saxby, il eût fallu faire une dépense au moins égale pour couvrir les transmissions, dont une grande partie serait tombée dans les trottoirs.

D'après des estimations détaillées, le coût d'une installation Saxby se serait élevé à 70.550 francs ; celle-ci se serait composée d'une cabine de 180 leviers surélevée en travers des voies au point d'intersection des deux transversales et d'un poste à terre de 24 leviers à l'entrée du faisceau de garage.

La construction proprement dite des cabines aurait coûté au minimum 37.000 francs. La dépense totale eût donc été de 107.550 francs.

La différence de 150.465 fr. 50 c. est compensée et au delà par l'économie d'exploitation.

En effet, il y a à Anvers deux agents en permanence, sauf pendant les heures de nuit où le trafic est le moins intense, soit cinq agents sur les états de salaires.

Il aurait fallu avec le Saxby deux agents en plus dans la grande cabine et un pour le poste de l'entrée du garage. L'économie est donc de neuf agents sur les états de salaires en faveur de l'installation électrique, soit de $9(365 + 28) \times 3 = 10.541$ fr. par an.

Il y a à déduire de ce chiffre : a) la consommation d'électricité, qui est de 11,5 kilowatt-heures par jour en moyenne d'après les relevés mensuels (2), soit, en comptant le prix du kilowatt-heure *supplémentaire* à 5 centimes (3), une somme de $11,5 \times 365 \times 0,05 = 2.098$ fr. 75 c. par an ; b) le salaire du poseur-électricien chargé de l'entretien des appareils électriques, soit $(365 + 28) \times 5,50 = 2.161$ fr. 50 c. ; c) l'augmentation des charges totales d'intérêt et d'amortissement de l'installation, qui peuvent être calculées à 6 p. c., si l'on tient compte que l'État emprunte à 3 1/2 p. c. et de ce que l'on peut prévoir une durée minimum de vingt-cinq ans, Or, 6 p. c. sur l'augmentation de dépense de 107.550 francs font 6.453 francs.

(1) Cette consommation moyenne est descendue à 9.500 watt-heures depuis que les accumulateurs ont acquis leur régime normal. Le rendement est donc en réalité de 0,69.

(2) Cette moyenne est descendue à 9,5 kilowatt-heures par jour depuis que les accumulateurs ont acquis leur régime normal. La dépense d'électricité n'est donc que de 173 fr. 37.

(3) Le prix de revient du kilowattheure à l'usine d'Anvers varie, d'après les saisons, de 17 à 23 centimes. Il est de 20 centimes en moyenne. Une augmentation de consommation de 20 à 30 kilowatt-heures par vingt-quatre heures, n'exigeant aucune extension des appareils, peut être considérée comme indépendante du capital de premier établissement et le prix de revient du kilowatt-heure *supplémentaire* fixé au quart du prix moyen normal, soit à 5 centimes. Ce chiffre a été établi par le service de la traction qui gère l'usine d'électricité.

L'économie annuelle totale, *en tenant compte de l'amortissement*, est donc de 10.541 — (456.25 + 2.161.50 + 6.453) = 1.470 fr. 50 c. ; ce qui représente, à 3 1/2 p. c., un capital de 42.014 francs.

A ce propos, nous ferons remarquer que la dépense journalière d'électricité — qui est de 11,5 kilowatt-heures (1) — est fort peu de chose si on la traduit en dépense d'éclairage. Une lampe à incandescence de 16 bougies absorbe en vingt-quatre heures environ 1.2 kilowatt-heure. Les 11,5 kilowatt-heures correspondent donc à la dépense de 10 lampes de 16 bougies (2).

12° Dérangements. — L'installation est en service depuis les premiers jours de septembre et elle est uniquement entretenue et surveillée, depuis le 1^{er} novembre, par le chemin de fer de l'État. Avant cette époque, il s'était produit quelques petites difficultés inhérentes au début de la mise en service de toute installation mécanique ou électrique. Depuis lors, il ne s'est produit qu'un nombre très restreint de petits dérangements provenant, pour la plupart, de ce que certains réglages n'étaient pas encore parfaits et de ce que le personnel n'était pas suffisamment familiarisé avec les appareils.

Du 1^{er} novembre au 20 décembre (3) soit pendant sept semaines, il y a eu quinze petits dérangements, ou deux par semaine.

On peut les répartir comme suit :

Défauts de réglage.....	8
Mauvais contacts.....	3
Détériorations dues au personnel.....	4
Total.....	15

Aucun de ces dérangements n'a entravé l'exploitation : il a suffi d'appeler l'électricien pour les faire disparaître. Et ceci nous amène à attirer l'attention des spécialistes sur un point très important : il ne peut être question de laisser l'entretien d'une installation de l'espèce à un homme qui aurait d'autres occupations. Il faut, au contraire, que l'électricien-mécanicien soit toujours présent ou à portée de la gare. Sa besogne n'est pas d'une difficulté bien particulière, mais il faut qu'elle soit faite sans délai.

Il est préférable de proscrire complètement l'emploi du sel pour faire fondre la neige à cause de l'emploi des rails isolés.

13° Éclairage des signaux. — Les ennuis éprouvés par la Compagnie du Nord français avec les lampes à remplacement automatique lui ont fait essayer depuis longtemps d'augmenter la durée des lampes en les employant avec un courant de moindre intensité que celle pour laquelle elles étaient construites. La Compagnie du Nord a donné aujourd'hui une extension assez considérable à l'éclairage électrique des signaux. Celui-ci a été généralisé dans une dizaine de gares où elle possède une usine d'éclairage électrique, notamment à Paris et à Amiens. Elle emploie simplement des lampes de 10 bougies qui sont faites pour durer 1.400 heures et qui sont remplacées d'office après 700 heures. Chaque lampe possède un clapet d'avertissement dans la cabine. L'extinction d'une lampe en service est un fait plus rare que celui d'une lampe à pétrole ou d'un bec de gaz par un coup de vent.

Afin d'être dans de meilleures conditions de sécurité encore, on emploie à Anvers (G. C.) des lampes spéciales pouvant donner 50 bougies sous une différence de potentiel de 100 volts et que l'on fait fonctionner sous 83 volts environ pour donner 16 1/2 bougies ; de plus, ces lampes sont garanties pour une

(1) Cette consommation est descendue à 9,5 kilowatt-heures par jour depuis que les accumulateurs ont atteint leur régime normal.

(2) En réalité la dépense n'est que de 8 lampes de 16 bougies.

(3) Depuis le mois de mars 1904 les dérangements ne se produisent pour ainsi dire plus. Il n'en existe pas un par mois.

durée de fonctionnement de 1.800 heures et sont retirées d'office après 700 heures de fonctionnement pour les signaux principaux. On les fait encore servir 500 heures pour les signaux de manœuvre.

Des essais sont également faits avec des lampes à double filament.

Les lampes à incandescence sont placées dans des lanternes du type ordinaire de l'État belge au moyen d'un culot isolé que l'on peut enlever facilement en cas de nécessité pour le remplacer par une lampe à pétrole.

Chaque lampe électrique est placée en dérivation sur un courant de 96 volts et contrôlée par une lampe-témoin d'une très faible consommation placée sur un tableau dans la cabine.

Les lampes-témoins sont construites pour donner 12 bougies sous 14 volts et fonctionnent sous 10 volts environ pour ne donner que 1 $\frac{1}{2}$ bougie ; leur durée est quasi illimitée.

La consommation de courant est de 1,21 ampère par circuit de lampes, ce qui correspond à une consommation de 6 $\frac{1}{4}$ watts par bougie pour les lampes de signaux et de 7,6 watts pour les lampes de contrôle. Cette consommation relativement élevée a pour but d'assurer la sécurité absolue de l'éclairage ainsi que la constance de l'intensité de la lumière pendant toute la durée des lampes. Il est à remarquer, en outre, qu'à cause des chocs auxquels donne lieu la manœuvre des palettes, les lampes ont particulièrement à souffrir et que, dans ces conditions, des lampes d'une consommation normale de 3 $\frac{1}{2}$ watts par bougie seraient trop fragiles.

L'éclairage des signaux a coûté, comme dépense de premier établissement la somme de 9.905 fr. 50 c.

L'entretien est assuré par un aide-électricien lampiste de service la nuit et qui remplace, le cas échéant, pendant ce temps, le poseur-électricien chargé de l'entretien général de l'installation. Le salaire de l'aide-électricien lampiste est compensé et au delà par celui des lampistes qui devaient soigner les lampes au pétrole supprimées.

14° Téléphones haut-parleurs. — Les communications verbales entre la cabine d'Anvers G. C. et le personnel de la gare sont assurées au moyen de téléphones haut-parleurs placés en tête de chaque quai, dans les bureaux des sous-chefs et dans le faisceau de garage auxiliaire en face de la cabine.

Tous les téléphones sont placés sur un circuit général comportant une source d'électricité formée de deux éléments d'accumulateurs.

Les appareils en plein air sont hermétiques,

A tous les postes il y a une clef à main sur laquelle on appuie en parlant afin de mettre le microphone en circuit. L'appel de la cabine vers les voies se fait par magneto au moyen de l'un des quatre fils du circuit général avec retour par la terre. A tous les postes autres que celui de la cabine la sonnerie est inutile puisque la cabine est toujours prête à recevoir. En revanche ces postes ont des pédales servant à les introduire dans le circuit.

L'installation a donné lieu à une dépense de 3.867 fr. 50 comprenant une somme de 2.767 francs pour les appareils.

CONCLUSIONS.

Nous avons établi dans ce qui précède que loin d'occasionner une dépense supplémentaire, la nouvelle cabine d'Anvers (G. C.) avait, grâce à une diminution de personnel, permis de réaliser une économie annuelle de 1.470 fr. 50 c., correspondant à un capital de 42.014 francs en tenant compte de l'amortissement. Mais cette économie est évidemment très loin de représenter le seul avantage réalisé par l'emploi de l'électricité à Anvers (G. C.).

L'installation, comme nous l'avons fait remarquer en décrivant successivement ses différentes parties constitutives, est beaucoup plus sûre qu'une installation Saxby ordinaire et réalise des progrès très importants :

1° Les aiguilles et les signaux peuvent être manœuvrés à toute distance avec la plus grande sécurité, ce qui permet d'augmenter beaucoup le champ des cabines ;

2° Plusieurs signaux ou plusieurs aiguilles peuvent être, sans aucune difficulté, manœuvrés par le même levier. Les aiguilles et leurs appareils de calage sont aussi manœuvrés par un seul levier. Il en résulte la possibilité de réduire les dimensions de l'appareil central.

3° Les faibles dimensions de l'appareil central permettent de diminuer beaucoup les dimensions des cabines. On peut donc placer celles-ci à l'endroit le plus favorable pour la facilité du service et la bonne vue des aiguilles et des signaux ;

4° Pour le même motif le personnel peut être restreint, ce qui permet de réaliser une économie de salaires en obtenant un meilleur service ;

5° Les enclenchements qui n'existent qu'entre les leviers des appareils Saxby sont remplacés par des enclenchements effectifs entre les aiguilles et les signaux eux-mêmes ;

6° L'installation comporte la remise automatique à l'arrêt des signaux derrière les trains, de telle sorte que deux machines détachées l'une de l'autre par exemple ne peuvent matériellement franchir toutes deux le signal abaissé pour la première d'entre elles ;

7° Les trains entrants et sortants libèrent eux-mêmes les signaux des itinéraires qu'ils parcourent ;

8° Les aiguilles ne peuvent être manœuvrées sous les voitures de luxe dont les essieux ont l'écartement maximum (10,40 mètres), tandis que les installations Saxby ne possèdent jusqu'ici en Belgique que des lattes de calage de 6 mètres et qu'il eût été extrêmement difficile sinon impossible de placer à Anvers, même en les morcelant, toutes les lattes de calage mécaniques nécessaires, n'eussent-elles eu que la longueur de 6 mètres ;

9° Dès qu'un essieu occupe une aiguille, le fait est signalé dans la cabine sans qu'il soit pour cela nécessaire aux signaleurs d'examiner les voies.

Cette garantie est particulièrement précieuse en temps de brouillard ou de neige ;

10° Aucun signal ne peut permettre le passage : a) si un seul des aiguillages intéressés dans l'itinéraire est entrebâillé ; b) si, d'abord, la palette fin d'itinéraire n'est pas effectivement mise au passage ;

11° Si une aiguille est talonnée par accident dans une manœuvre, il n'en résulte aucun bris d'appareil et, par conséquent, aucune immobilisation de l'aiguille considérée, et cependant la sécurité reste assurée de la manière la plus complète. Le signal intéressé retombe automatiquement à l'arrêt et le dérangement est immédiatement décélé dans la cabine par un signal acoustique et un signal optique ;

12° Il est facile, en cas de nécessité, de manœuvrer une aiguille au moyen d'une manivelle à main ;

13° Le service est beaucoup plus rapide que dans une installation mécanique ordinaire et même que dans une installation avec transport de force où le mouvement du levier se fait en deux temps et où il faut attendre, pour chaque aiguille intéressée dans l'itinéraire, le retour du courant de contrôle. Avec un signaleur exercé, un itinéraire comportant la manœuvre de quinze leviers, dont un levier directeur, deux leviers de signaux et douze leviers d'aiguille, peut être prêt à recevoir un train en moins de quinze secondes ;

14° Le personnel, n'ayant aucun effort physique à développer, conserve toute sa liberté d'esprit. Le choix d'agents intelligents est aussi plus facile ;

15° La consommation de courant est extrêmement faible ;

16° L'exploitation est silencieuse, ce qui empêche les hommes de s'égosiller pour correspondre avec les manœuvres placés dans les voies et de s'énerver rapidement ;

17° Les connexions entre la cabine et les appareils de manœuvre sont entièrement cachées et placées hors de la portée des agents ;

18° Elles ne sont pas influencées par les changements de température et n'exigent aucun réglage ;

19° La gare est dégagée de toutes les transmissions — tringles creuses et fils de fer — qui encombrant les installations Saxby. Cet avantage est particulièrement précieux à Anvers, où par suite de l'allongement des trains, le prolongement des trottoirs a été reconnu nécessaire après que la signalisation venait d'être terminée ;

20° Dans le cas de changements à apporter à une partie de la gare — et l'on parle de reporter plus loin l'une des bretelles de la gare et de les doubler toutes deux — les aiguillages peuvent rester reliés à l'appareil central, même dans une situation provisoire, sans que l'on soit obligé de rien changer aux enclenchements de sécurité. Il suffit d'employer des câbles volants ;

21° Tout dérangement dans l'installation, même un mélange de fils, est décelé à l'appareil central. Il ne peut jamais en résulter un accident — tout au plus un retard.

Nous n'hésiterons pas à déclarer qu'en présence de ces avantages si nombreux, une augmentation de dépense, au lieu d'une économie, eût été largement justifiée à Anvers (G. C.), et nous sommes persuadés que l'Administration n'aurait pas hésité à la faire, après y avoir réalisé des travaux coûteux uniquement justifiés par un but esthétique.