

# L'éclairage électrique des trains (système Aichele)

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **31 (1905)**

Heft 2

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-24837>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Bulletin technique de la Suisse romande

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES. — Paraissant deux fois par mois.

Rédacteur en chef: M. P. HOFFET, professeur à l'École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Secrétaire de la Rédaction: M. F. GILLIARD, ingénieur.

SOMMAIRE: *L'éclairage électrique des trains (système Aichele).* — *Transports industriels économiques. Dépenses comparées de construction et d'exploitation pour un chemin de fer à rails et pour un câble aérien,* par M. L. Petitmermet, ingénieur. — **Divers:** Tunnel du Ricken. Bulletin mensuel des travaux: Décembre 1904. — Collège suburbain de Vauseyon, à Neuchâtel: Projet « Babillard », de M. Grassi, architecte, à Neuchâtel. — Le rôle social de l'hygiène. Communication de M. H. Baudin, architecte, à la séance du 8 décembre de la Société pour l'amélioration du logement à Genève. — Association amicale des anciens élèves de l'École d'ingénieurs de l'Université de Lausanne. Demande d'emploi.

## L'éclairage électrique des trains.

(Système Aichele).

Dès le début du développement de l'électrotechnique, on essaya d'appliquer l'éclairage électrique aux trains de chemin de fer. On a proposé différents systèmes pour réaliser cette application, mais aucun de ces systèmes n'a pu se maintenir jusqu'à arriver à un emploi général.

Une telle installation d'éclairage, fonctionnant dans des conditions tout à fait spéciales, notamment en ce qui concerne le réglage automatique, doit en effet satisfaire à des exigences très dures et très variées, et malgré les moyens extraordinairement perfectionnés dont dispose la science électrique moderne, aucune solution de ce problème n'avait jusqu'à présent donné entière satisfaction, pas même au point de vue théorique seulement. D'ailleurs, une solution ne provoquant pas d'objection au point de vue théorique, ne suffit pas pour rendre le système propre à une extension générale. Pour arriver à un tel résultat, le système doit encore remplir beaucoup d'autres conditions relatives à l'unité et à l'interchangeabilité des diverses parties, à la simplicité du montage et à la sécurité du réglage, ainsi que l'exigent les conditions d'exploitation des chemins de fer.

Nous donnons ici la description des installations pour l'éclairage électrique des trains d'après le système Aichele, appliqué par la Société anonyme Brown, Boveri & Cie, à Baden (Suisse).

Chaque voiture possède une installation d'éclairage entièrement indépendante, laquelle consiste en une dynamo, une batterie d'accumulateurs de quelques éléments, un appareil de réglage, les canalisations et les lampes. La faculté d'emploi de ce système est ainsi générale et s'étend aussi bien aux trains omnibus et aux trains express qu'aux trains mixtes et aux trains internationaux. A l'intérieur de la voiture ne sont installées que les lampes et les canalisations; les autres parties, toutes interchangeables et indépendantes, sont disposées d'une manière très accessible à l'extérieur, contre le châssis du wagon.

La figure 1 représente une voiture complètement équipée, pourvue de l'installation d'éclairage.

La *dynamo*, qui est suspendue dans le milieu du châssis, est une machine shunt, d'une puissance de 2 chevaux

environ, renfermée dans une enveloppe en fonte qui la protège contre la poussière. Elle est commandée par un des essieux de la voiture au moyen d'une courroie. Sa vitesse correspond toujours à la vitesse du train. Le renversement de polarité, lors du changement de sens de la marche du train, se fait automatiquement en déplaçant les balais sur le collecteur d'une quantité correspondant à la distance polaire.

La *batterie d'accumulateurs*, dans les installations actuelles, a une capacité de 140 ampères-heure et comporte 9 ou  $2 \times 9$  éléments, suivant que la tension des lampes est de 18 ou 36 volts. Cependant le système peut être construit pour n'importe quel nombre d'éléments et n'importe quelle tension des lampes. Les accumulateurs sont placés dans des caisses, par groupes de 9, et il sont aisément accessibles en tout temps. Grâce à des dispositions spéciales, exposées ci-après, les éléments sont toujours dans un état voisin de la pleine charge; le réglage du courant de charge se fait avec précision, de telle sorte que son intensité ne soit jamais trop considérable et qu'elle devienne minime lorsque la batterie est complètement chargée.

Celle-ci se trouve ainsi dans les conditions de durabilité les plus favorables, analogues à celles des installations fixes les mieux réglées. Elle ne fournit, en effet, de courant que lorsque la vitesse du train est très faible, c'est-à-dire pendant les arrêts ou immédiatement avant et après ceux-ci.

L'*appareil de réglage* comprend différentes parties, rassemblées dans une boîte commune. Celle-ci se compose d'un fond en acier, auquel sont fixés les appareils, et d'un couvercle en tôle qui sert de protection.

Cette boîte, dont les dimensions sont  $16 \times 65 \times 39$  cm., est généralement montée à l'extérieur de la voiture, contre le châssis de celle-ci (fig. 1); mais elle peut également être placée à l'intérieur.

L'appareil de réglage a pour tâche de satisfaire automatiquement aux principales conditions de fonctionnement ci-après énumérées:

1° Si la vitesse du train est très petite (comme par exemple à proximité des gares), c'est-à-dire si elle est inférieure à une certaine valeur minimum, et seulement dans ce cas, le courant d'éclairage doit être fourni par les accumulateurs, et la dynamo doit être hors circuit.

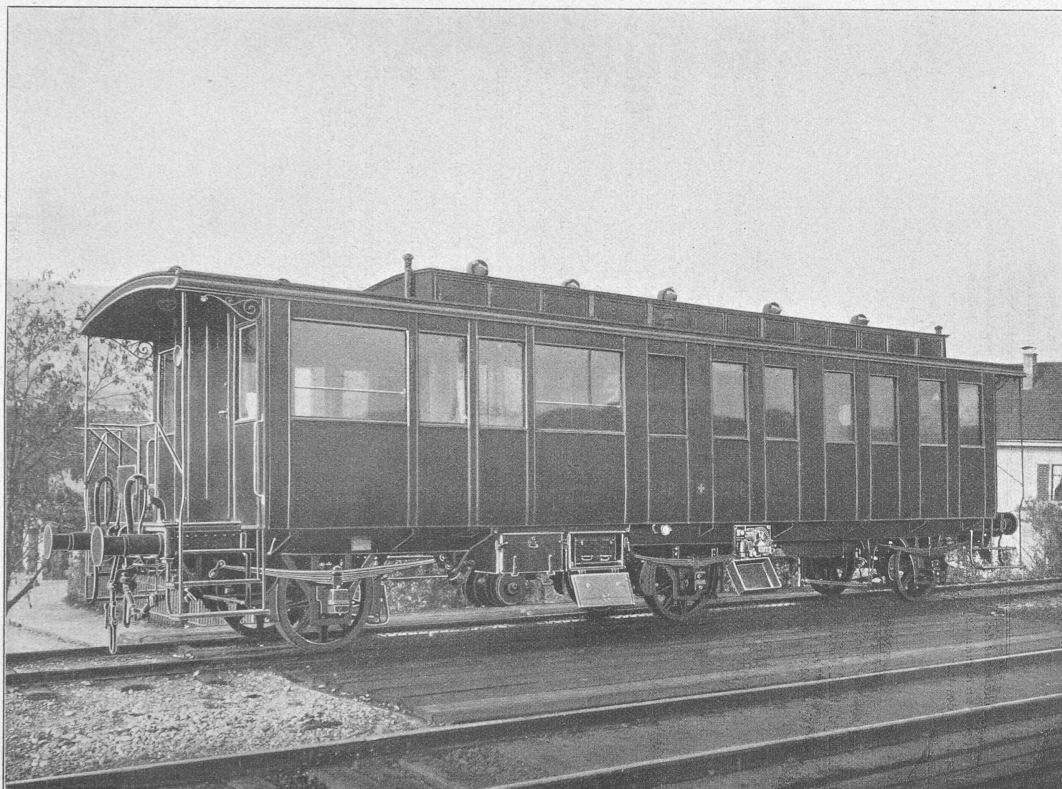


Fig. 1. — Voiture de I<sup>re</sup> et II<sup>e</sup> classe, avec équipement pour l'éclairage électrique, système Aichele.  
(Appareils montés à l'extérieur, contre le châssis).



2° Si le train atteint une certaine vitesse (d'ailleurs relativement petite), la dynamo doit être remise en circuit et engendrer le courant nécessaire soit à l'éclairage, soit à la charge de la batterie, la valeur de ce courant restant cependant indépendante de la vitesse.

3° L'intensité du courant de charge ne doit pas dépasser la limite admissible pour le type d'accumulateurs employé et doit être réduite à une valeur très petite dès que la batterie se rapproche de l'état de charge complète.

4° La tension aux lampes doit être gardée constante, le réglage s'effectuant de manière que les variations de tension qui se produisent aux bornes de la batterie unique dont dispose ce système, ne se transmettent pas aux lampes et que les changements de vitesse du train, de même que le passage de l'état d'arrêt à celui de mar-

L'action magnétisante de ces bobines a pour effet d'attirer le noyau de l'appareil vers le haut ; des ressorts en cuivre, pliés en forme de fourche et fixés à l'extrémité supérieure du noyau, se posent alors par leurs extrémités sur une plaque métallique convenablement disposée et ferment ainsi le circuit reliant la dynamo à la batterie. Un ressort plat, disposé latéralement au noyau de l'appareil, à la partie inférieure des ressorts en cuivre, appuie contre une pointe, lors de la levée du noyau, et ferme ainsi un second circuit dans le but de faire le réglage, ainsi qu'il est expliqué ci-dessous.

Le noyau de l'appareil *C*, sous l'influence de la bobine de fil fin branchée aux bornes de la dynamo (voir le schéma des connexions, fig. 3), est attiré vers le haut dès que la vitesse du train dépasse 25 kilomètres à l'heure.

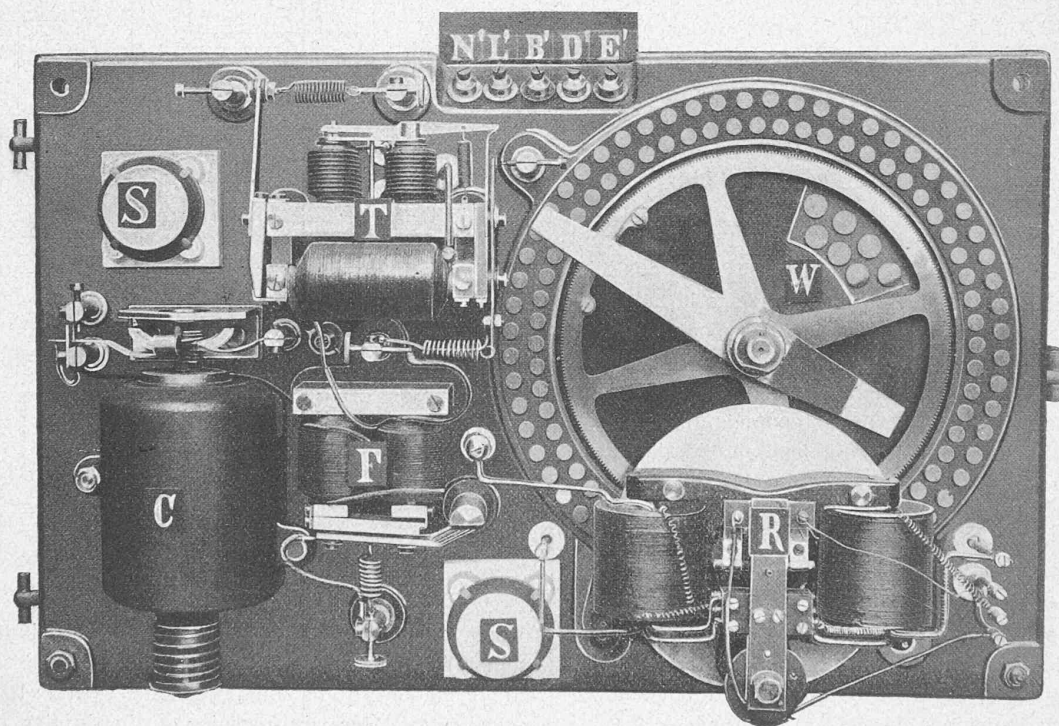


Fig. 2. — Vue des appareils de réglage.

che ou vice-versa, ne puissent provoquer des oscillations dans la lumière. La tension aux lampes doit aussi rester constante, quel que soit le nombre de celles qui sont allumées, et cela sans qu'il soit nécessaire de remplacer celles qui sont éteintes par des résistances, lesquelles diminueraient le rendement du système.

Voyons à présent comment ces conditions sont réalisées et quels sont les avantages qui en découlent.

L'appareil de réglage est montré par la figure 2, qui en détaille la structure interne. Celle-ci comporte comme parties essentielles : l'appareil de couplage *C* et le moteur de réglage *R*.

Le premier consiste en un électro-aimant en forme de cloche, portant deux bobines séparées, l'une de fil fin, qui est toujours branchée aux bornes de la dynamo, et l'autre de gros fil, qui est parcourue par le courant de charge.

La tension aux bornes de la dynamo a atteint, à ce moment, la valeur de la tension de la batterie.

La liaison entre dynamo et batterie se fait ainsi sans production d'étincelles.

La vitesse du train continuant à croître, le courant de charge commence à circuler dans la batterie. Il parcourt la deuxième bobine *b* de l'appareil de couplage, agit dans le même sens que le courant de la bobine *a* et assure ainsi la liaison entre dynamo et batterie établie auparavant.

En même temps, dès que le courant de la dynamo prend naissance, le moteur de réglage *R* entre en action. Il insère automatiquement la résistance de shunt de la dynamo et règle ainsi le courant fourni par celle-ci. A cet effet, une petite roue dentée calée sur l'axe du moteur est en prise avec une roue plus grande, laquelle est solidaire du levier *H* du rhéostat d'excitation de la dynamo.

Par suite de la rotation de l'induit, qui se fait lentement lorsque l'appareil est réglé, le levier *H* glisse sur les contacts de la résistance disposés en cercle. Ces mouvements sont amortis par un disque en aluminium calé sur l'axe du moteur et qui est soumis au champ d'un électro-aimant.

Les électros du moteur portent trois enroulements d'excitation séparés. Ceux-ci sont marqués I, II, III dans le schéma de la figure 3.

Aussi longtemps qu'aucune lampe n'est allumée, l'enroulement I, parcouru par le courant de la dynamo, et l'enroulement III, soumis à la tension de la batterie, agissent simultanément. Si l'on allume des lampes, la bobine III est remplacée par la bobine II, qui est parcourue par le courant d'éclairage, de sorte qu'alors ce sont les enroulements I et II qui agissent simultanément.

Sous l'influence de I, le levier *H* est déplacé dans le sens d'une augmentation de la résistance insérée dans le circuit d'excitation de la dynamo ; sous l'influence de II ou III, au contraire, dans le sens d'une réduction de cette résistance.

Dans les deux cas, aussi bien lorsqu'aucune lampe n'est insérée que lorsque plusieurs sont allumées, le levier *H* se fixe dans une certaine position sous l'influence de deux des enroulements d'excitation du moteur. Ces deux enroulements travaillent en sens contraire l'un de l'autre, de telle façon que l'excitation de la dynamo est affaiblie aussitôt que l'influence de son courant dans la bobine I est prépondérante, par suite d'un accroissement de la vitesse du train.

Au fur et à mesure de l'accroissement de vitesse du train, le levier *H* se déplace sur les contacts de la résistance d'excitation *E*, jusqu'à ce que l'action de la bobine I corresponde à l'action, soit de la bobine II, soit de la bobine III, et la compense exactement.

L'état d'équilibre est ainsi atteint et le moteur s'arrête, jusqu'à ce que, par suite d'une diminution de la vitesse du train, cet équilibre entre les bobines magnétisantes soit de nouveau rompu.

Sous l'influence actuellement prépondérante, soit de la bobine II, soit de la bobine III, le moteur entraîne le levier *H* sur la résistance de réglage, de manière à renforcer l'excitation de la dynamo jusqu'à ce que le courant traversant la bobine I ait de nouveau atteint sa valeur primitive et que l'équilibre soit rétabli entre la bobine I et la bobine antagoniste.

Le mécanisme ci-dessus règle ainsi le courant de la dynamo et par conséquent le courant de charge de telle façon que, à toutes les vitesses du train, la bobine I exerce une action qui équilibre exactement l'action, soit de la bobine III, soit de la bobine II. On arrive dans le premier cas, la bobine III étant branchée aux bornes de la batterie, à maintenir constant le courant de charge, dans le second cas, la bobine II étant parcourue par le courant d'éclairage, à maintenir un courant de charge dont l'intensité est dans un certain rapport avec le courant d'éclairage. En outre, l'augmentation ou la diminution du courant de charge est réglée en faisant varier graduellement l'action de la bobine II parcourue par le courant d'éclairage, au moyen de l'accroissement ou de la diminution d'une ré-

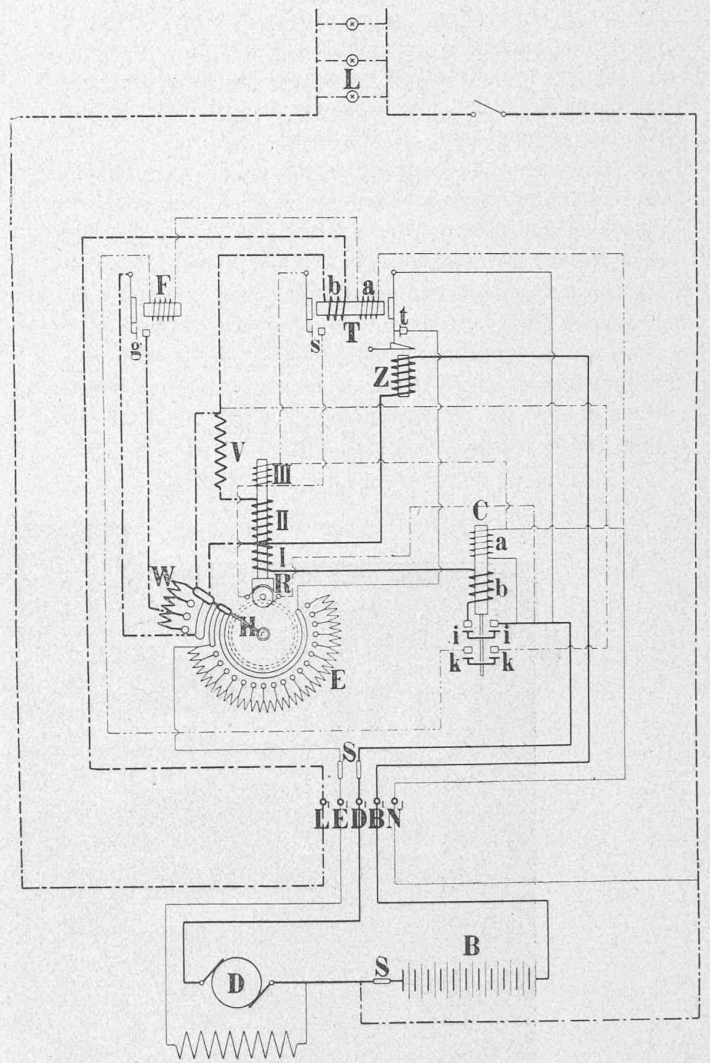


Fig. 3. — Schéma des connexions.

sistance *W* mise en parallèle avec cette bobine II. A cet effet, les contacts de cette résistance *W* sont arrangés de telle manière qu'ils soient parcourus par le levier *H*, respectivement lors du premier ou du dernier mouvement de celui-ci, ce qui produit, soit une augmentation, soit une diminution progressive de la résistance *W*.

C'est à atteindre un but analogue que servent les deux électros *F* et *T*, qui mettent soit partiellement, soit totalement les bobines II et III hors d'action et permettent la mise au point de l'appareil de réglage pour un courant de charge très faible ou nul. En plus des organes jusqu'ici dénommés, se trouvent encore dans la caisse de l'appareil de réglage : deux coupe-circuits fusibles pour le circuit principal et le circuit d'excitation de la dynamo, de même qu'un dispositif pour l'interruption automatique du circuit d'excitation de la dynamo. Le but de ces appareils, de même que le mode d'action commun aux autres parties du mécanisme de réglage déjà énumérées, se comprendra par le mode de fonctionnement du système exposé ci-après :

Pendant l'arrêt du train, la liaison entre la dynamo *D* et la batterie *B* est interrompue par l'appareil de couplage



en *ii* (fig. 3). Les lampes reçoivent leur courant de la batterie d'accumulateurs. Pendant l'arrêt précédent du train, sous l'influence de la bobine II des électros du moteur, parcourue par le courant d'éclairage, le levier *H* s'est placé dans la position extrême, représentée sur la figure 4, pour laquelle la résistance de shunt et la bobine II insérée dans le circuit d'éclairage, ainsi que la résistance *V* intercalée avant les lampes, sont mises en court-circuit. Le courant d'éclairage n'exerce ainsi, en premier lieu, aucune influence magnétisante sur les électros du moteur *R* et les lampes sont reliées sans résistance intermédiaire aux bornes de la batterie.

Le relais *T*, sous l'influence de la bobine *b* parcourue par le courant d'éclairage, a attiré son armature, de sorte que le contact *s* est fermé et la bobine III des électros du moteur ainsi mise hors d'action.

Le train se met-il en mouvement, dès que la vitesse de rotation de la dynamo a atteint une valeur suffisante, il naît aux bornes de celle-ci une différence de potentiel qui atteint bientôt la valeur de la tension existant aux bornes de la batterie. A ce moment l'action magnétisante de la bobine *a* de l'appareil de couplage *C*, qui est toujours en dérivation aux bornes de la dynamo, suffit pour attirer vers le haut le noyau et fermer ainsi le circuit reliant dynamo et batterie. La vitesse du train a alors atteint 25 kilomètres à l'heure.

Lors de l'accroissement de cette vitesse, la tension aux bornes de la génératrice augmente, de sorte qu'un courant commence à passer dans la batterie. Ce courant parcourt la bobine *b* de l'appareil *C* et agit dans le même sens que le courant de la bobine *a*, assurant ainsi la liaison entre dynamo et batterie, liaison effectuée par cette bobine *a*. En outre, le courant de charge parcourt la bobine magnétisante I des électros du moteur et provoque ainsi le déplacement du levier *H* de sa position extrême vers les premiers contacts de la résistance *W*. Au lieu du court-circuit, une partie de la résistance *W* est maintenant en parallèle avec la bobine II et la résistance *V*. Une fraction du courant d'éclairage passe par la bobine II et cette fraction est telle que son action magnétisante équilibre celle de la bobine I, parcourue par le courant de la dynamo, de sorte que le levier reste dans la position qu'il vient d'occuper jusqu'à ce que, par suite d'un accroissement de vitesse du train, l'action du courant de la dynamo dans la bobine I prédomine et provoque la rotation du levier *H* vers le second contact de la résistance *W*. De ce fait, la répartition du courant d'éclairage se modifie de nouveau dans les deux embranchements placés en parallèle, de sorte que la partie parcourant la bobine II et la résistance *V* devient plus grande et équilibre, pendant quelques instants, le courant de la dynamo passant dans la bobine I. Le levier *H* s'arrête donc aussi quelques instants dans cette seconde position, jusqu'à ce que le courant de la dynamo soit suffisant pour continuer à le déplacer. De cette manière, le levier *H*, pendant le premier développement du courant de charge, glisse lentement sur les contacts de la résistance *W* seulement, ce qui fait que la partie de la résistance *W* mise en parallèle avec la bobine II et sa résistance *V* augmente continuellement et devient finalement infinie lorsque

le levier *H* a quitté les contacts de *W*. Il en résulte que la résistance placée devant les lampes et formée par deux circuits en parallèle, d'une part la bobine II et la résistance *V*, et, d'autre part, la partie insérée de la résistance *W*, augmente graduellement et automatiquement, de sorte que les valeurs successives de cette résistance sont, à chaque instant, proportionnelles aux valeurs croissantes du courant de charge. La chute ohmique due au passage du courant d'éclairage invariable à travers ces diverses combinaisons de résistance correspond ainsi, à chaque instant, à l'élévation de tension aux bornes de la batterie, résultant d'abord de la diminution progressive du courant de décharge et ensuite de l'accroissement du courant de charge.

La mise en circuit et l'accroissement du courant d'éclairage s'accomplissent donc à l'aide de ce mécanisme sans qu'il en résulte aucune oscillation de l'intensité lumineuse des lampes, et bien qu'une seule et même batterie soit reliée en même temps aux lampes et à la dynamo.

Dans la suite, lors de l'accroissement de la vitesse du train, le levier *H* quitte les contacts de la résistance *W* et tout le courant d'éclairage passe par la bobine II. La mise en place du levier s'accomplit sous l'influence simultanée et antagoniste des bobines I et II, qui sont parcourues respectivement par le courant de la dynamo et le courant d'éclairage. L'arrêt du levier correspond, aux différentes vitesses du train, à une valeur du courant de charge qui est dans un rapport constant avec l'intensité du courant d'éclairage. Un changement de cette position du levier ne se produira que si le nombre des lampes allumées est modifié, c'est-à-dire si le courant d'éclairage augmente ou diminue.

C'est ainsi que l'on réalise plusieurs avantages importants pour le fonctionnement du système. La chute de tension due au passage du courant d'éclairage dans la résistance *V* insérée avant les lampes est toujours compensée par l'élévation de tension provoquée aux bornes de la batterie par le courant de charge, de sorte que, avec le système ci-dessus, des lampes peuvent à volonté être allumées ou éteintes, sans qu'il soit nécessaire de les remplacer par une résistance équivalente pour maintenir constante la tension aux bornes des autres lampes. Pour la même raison, lorsqu'une lampe brûle, il ne se produit aucune surélévation de tension dans le réseau. En même temps, le fonctionnement est le plus économique est ainsi atteint, puisqu'on évite tout gaspillage d'énergie dans les résistances remplaçant les lampes éteintes. Le rapport entre les nombres de spires des deux bobines I et II est choisi tel que l'intensité du courant de charge parcourant la batterie n'atteigne pas, même dans les cas extrêmes, une valeur dangereuse pour les éléments.

Avec la disposition précédente, il est fourni aux accumulateurs, pendant la durée de l'éclairage, un courant dont l'intensité est indépendante de la vitesse du train et ne varie qu'avec le nombre des lampes allumées, cette intensité ne pouvant en aucune circonstance atteindre une valeur préjudiciable à la conservation de la batterie.

Par contre, il est fréquent, particulièrement dans les express qui parcourent de grands espaces sans s'arrêter,

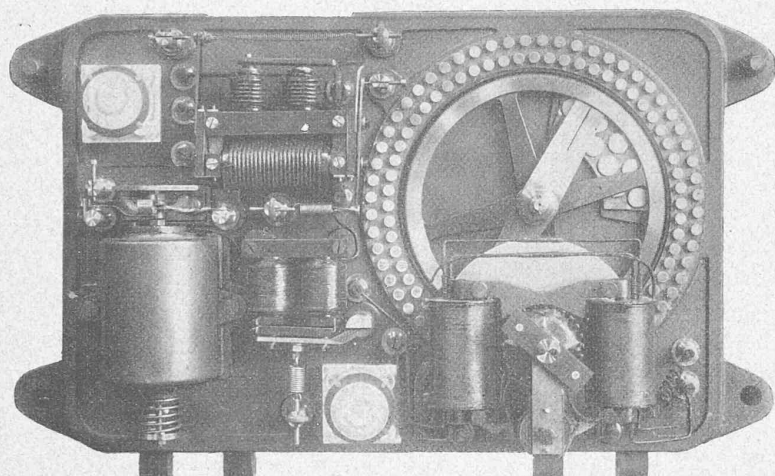


Fig. 4. — Vue de devant de la boîte à appareils (dernière exécution).

que la batterie s'approche de l'état de charge complète. Alors, sous l'influence de l'accroissement de tension de la batterie, l'électro-aimant  $F$  attire son armature et insère, par la fermeture du contact  $g$ , une partie de la résistance  $W$  en parallèle avec la bobine II. Celle-ci n'est donc alors plus parcourue par la totalité du courant d'éclairage, mais seulement par une partie de celui-ci, de sorte qu'un courant dans la bobine I de l'intensité du courant d'éclairage suffit pour compenser l'action magnétisante de la bobine II. De cette manière, le levier  $H$  se meut jusqu'à une position stable correspondant à ces données. Le courant d'éclairage, fourni directement par la dynamo aux lampes, passe alors librement par la bobine I et les accumulateurs ne reçoivent plus de courant de charge. De ce fait la tension aux bornes de la batterie diminue d'une quantité correspondant à la surélévation de tension produite précédemment par le courant de charge. Cette modification n'est cependant pas sensible aux lampes, attendu que, par l'insertion de la résistance  $W$ , l'ensemble des résistances placées devant les lampes a subi une diminution correspondante. De cette façon l'élévation de tension produite aux bornes des accumulateurs pendant la première période de la charge n'est pas sensible aux lampes et en même temps une surcharge régulière de la batterie ne peut pas avoir lieu. Si la tension de la batterie baisse par suite du courant qu'elle fournit pendant les arrêts, l'électro-aimant  $F$  abandonne son armature et ouvre le contact  $g$  de la résistance  $W$ ; lors du prochain départ, la batterie se recharge et la résistance placée devant les lampes augmente graduellement.

Si la vitesse du train diminue, le moteur, sous l'influence magnétisante constante du courant d'éclairage, ramène immédiatement le levier  $H$  à des positions qui correspondent à des résistances plus faibles du circuit d'excitation de la dynamo, jusqu'à ce que ce levier soit arrivé aux contacts de la résistance  $W$ . A ce moment, cette résistance  $W$  est mise en parallèle avec la bobine II et la résistance  $V$ , et les mêmes manœuvres que lors de la mise en marche du train se répètent en sens inverse, notamment une diminution lente et graduelle du

courant de charge et une diminution correspondante de la résistance intercalée avant les lampes.

Le courant de charge est complètement nul quand le levier a de nouveau atteint, à la fin de sa course, sa position initiale. Dans l'appareil de couplage  $C$  il ne se manifeste à ce moment que l'action magnétisante de la bobine  $a$ , qui suffit justement à maintenir soulevé le noyau de l'appareil. La tension de la dynamo a de nouveau atteint une valeur égale à celle de la batterie. L'instant d'après, par suite d'une diminution ultérieure de la vitesse du train, la tension de la dynamo baisse encore et le noyau de l'appareil  $C$  tombe, de sorte que la connexion entre dynamo et batterie est interrompue. Cette interruption, ainsi

que la diminution du courant de charge, s'effectuent sans aucune modification appréciable de l'intensité lumineuse.

Pendant la durée de l'éclairage, un courant de charge est donc fourni à la batterie aussitôt qu'elle ne se trouve plus à l'état de pleine charge, tandis que, simultanément, les lampes sont alimentées directement par la dynamo. Le courant de charge est maintenu constant, indépendamment de la vitesse du train, et son intensité, qui reste constamment inférieure au maximum admissible, n'est modifiée que lorsque le nombre des lampes allumées est changé. D'ailleurs, son intensité dépend du rapport réciproque entre la bobine des électros du moteur parcourue par le courant d'éclairage et celle parcourue par le courant de charge, elle peut ainsi être appropriée très simplement aux conditions de fonctionnement les plus diverses (trains express, voitures-postes, etc.) en faisant en sorte que l'effet de la bobine des électros du moteur, parcourue par le courant d'éclairage, soit toujours convenablement réglé par la mise en parallèle avec la bobine précitée d'une partie de la résistance  $W$ .

Si la charge complète de la batterie est atteinte, le courant de charge s'annule automatiquement. Toutes les combinaisons de connexions nécessaires pour son réglage se font automatiquement, sans exercer aucune influence sensible sur l'intensité lumineuse des lampes.

Si toutes les lampes sont hors circuit, le courant d'éclairage disparaît et, avec lui, l'action de la bobine  $b$  sur le noyau de l'appareil  $T$ . L'armature de cet appareil reste cependant attirée sous l'influence de la bobine  $a$ .

Dès que le train atteint la station suivante, le circuit dans lequel se trouve la bobine  $a$  est interrompu par l'appareil  $C$ , de sorte que l'armature de l'électro  $T$  devient libre et le contact  $s$  s'ouvre. La bobine III de l'électro du moteur  $R$  est ainsi mise en action; au départ suivant, sous l'influence de cette bobine, placée en dérivation aux bornes de la batterie, et de la bobine I parcourue par le courant de charge, le moteur règle ce courant de charge de manière à ce qu'il reste constant, indépendamment de la vitesse du train, après la période d'éclairage. Ce système se prépare ainsi automatiquement à la charge des accumulateurs et pendant la journée, durant la marche



du train, la batterie est chargée avec un courant dont l'intensité est automatiquement maintenue à sa valeur normale par l'appareil de réglage, et cela quelle que soit la vitesse du train.

Avant chaque arrêt, la liaison entre dynamo et batterie est interrompue par l'appareil de couplage *C* et rétablie de nouveau lors du départ suivant. Lorsque la charge complète de la batterie est atteinte, l'élévation de tension à la fin de la charge suffit pour provoquer l'attraction du noyau de l'électro-aimant *T* par l'effet de la bobine *a* connectée aux bornes de la batterie. Le contact en *s* est fermé et l'action de la bobine III des électros du moteur est supprimée. Par suite, sous l'influence de la bobine magnétisante *I*, parcourue par le courant de charge et agissant maintenant seule, le moteur ramène le champ de la dynamo à des valeurs plus faibles, jusqu'à ce que le courant de charge ait tout à fait disparu.

La dynamo ne fournit ainsi plus d'énergie et, au prochain arrêt, le circuit de la bobine *a* de l'électro *T* sera interrompu par l'appareil de couplage *C* au contact désigné par *K* sur le schéma ; lors du prochain départ la bobine III des électros du moteur sera de nouveau insérée et l'électro-moteur ramènera le courant de charge à son intensité normale, dans le cas où, pendant l'arrêt, une prise de courant a été faite à la batterie.

Grâce au système de réglage qui vient d'être décrit, la charge de la batterie est réglée comme dans une installation fixe, puisqu'elle se fait à courant constant et que le courant de charge cesse automatiquement dès que la pleine charge de la batterie est atteinte. Après chaque utilisation de la batterie l'appareil de réglage se prépare automatiquement à une nouvelle charge.

Une surcharge de certaines parties du système est exclue en fonctionnement normal, par suite du réglage automatique agissant d'une manière extrêmement sûre et exacte. Cependant, pour protéger l'appareil dans tous les cas contre la génération de courants trop intenses, des coupe-circuits fusibles *S* sont insérés dans le circuit principal et le circuit d'excitation de la dynamo, de même que dans le circuit de la batterie. Le système est pourvu en outre d'un dispositif spécial de sécurité, qui empêche que, lors d'un dérangement du mécanisme de réglage par suite d'une interruption dans le circuit de la batterie, due par exemple au bris d'une lamelle de connexion entre deux éléments, la tension de la dynamo n'atteigne une valeur préjudiciable aux lampes. A cet effet il est prévu, dans le circuit d'excitation de la dynamo, un mécanisme d'interruption qui est commandé par une deuxième armature de l'électro-aimant *T* et interrompt le circuit d'excitation de la dynamo en *t*, aussitôt que le courant traversant la bobine *b* de l'électro-aimant *T* dépasse une certaine valeur.

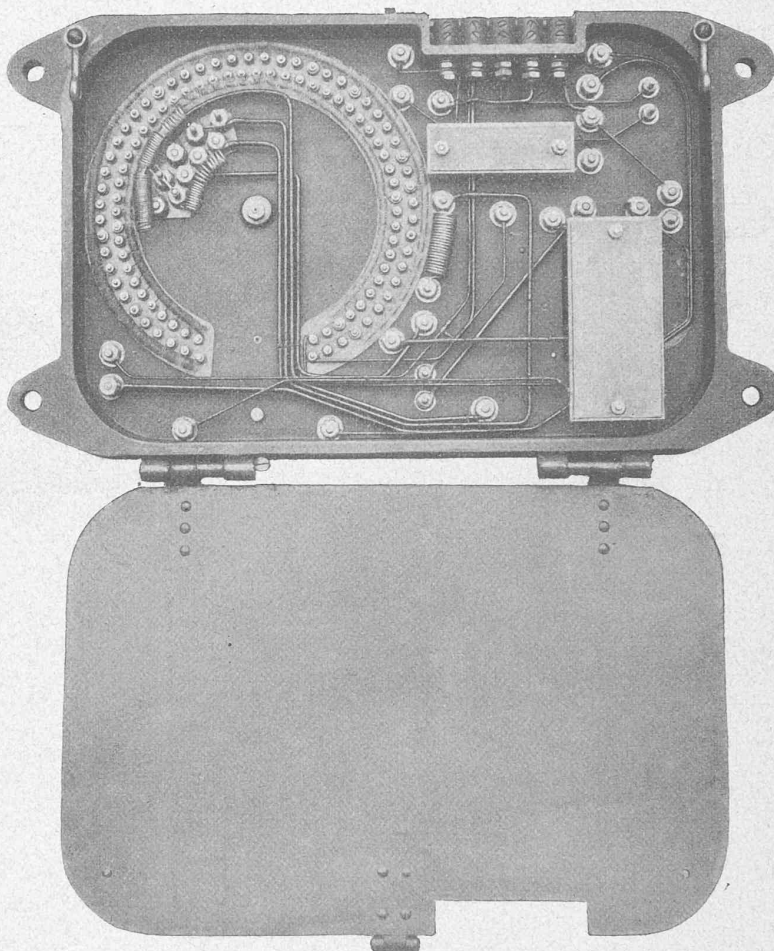


Fig. 5. — Vue de derrière de la boîte à appareils.

Cette armature *t* est arrêtée dans sa nouvelle position par un loquet, et elle y reste jusqu'à ce que l'interruption dans le circuit de la batterie soit supprimée, car alors le courant fourni par la batterie aux lampes peut exciter un électro-aimant *Z* qui se trouve dans le circuit de la batterie et qui fait cesser l'arrêt.

Les résultats obtenus avec le premier équipement d'essai du système d'éclairage des trains, pour ce qui concerne le réglage de la tension et du courant de charge, sont représentés par la figure 7.

Pour ces mesures, on s'est servi d'un voltmètre enregistreur, 0—60 volts, de MM. Elliott Bros, de Londres, et d'un ampèremètre thermique de Hartmann et Braun, de Francfort s/M.

La voiture était accrochée à un train express de la ligne Zurich-Coire. Le voltmètre enregistreur avait été disposé mobile sur des rouleaux, dont l'axe reposait sur des supports à billes, et était retenu par trois freins à frottement, de façon à empêcher les oscillations de la voiture de se transmettre à l'aiguille de l'instrument. Pour obtenir une plus grande mobilité et pour faciliter la mise au point dans les courbes, on avait établi des ressorts qui se tendaient sous l'effet de la force centrifuge et replaçaient ensuite l'instrument dans sa position normale. La vitesse



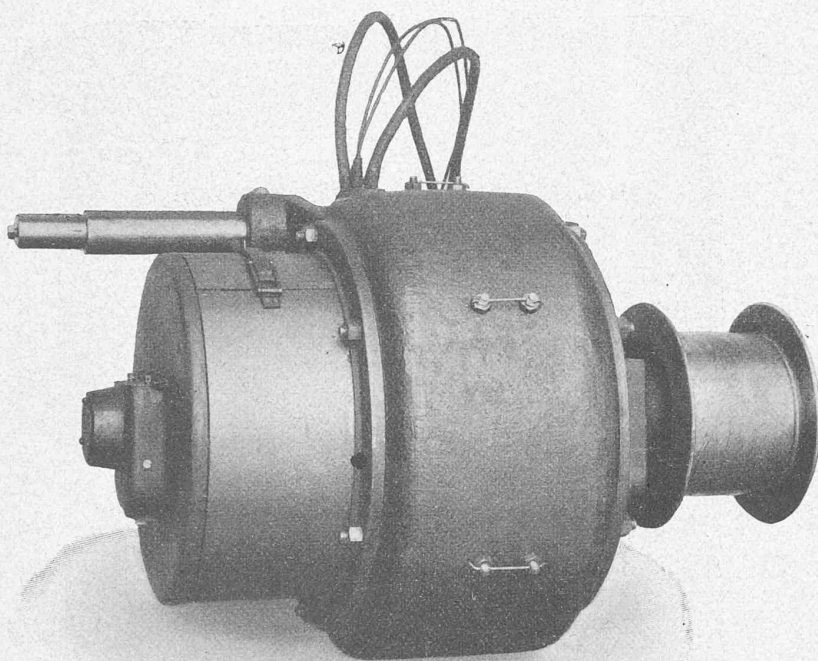


Fig. 6. — Dynamo à courant continu pour l'éclairage électrique des trains (pour 500 bougies).

du papier de l'instrument pouvait être variée à volonté de 6<sup>e</sup> par minute à 6<sup>e</sup> par heure. Les lectures à l'ampèremètre ont été faites toutes les dix secondes. En même temps était indiqué sur le papier, au moyen d'un enregistreur de temps électromagnétique, le point se rapportant à la lecture, ce qui permettait de reporter plus tard sur le même diagramme l'intensité du courant. La vitesse du train était notée sur le ruban enregistreur d'un indicateur de vitesse système Close. A gauche, au haut de la figure 7, est donnée la notation des quatre grandeurs considérées dans le diagramme et dont l'échelle et les corrections sont données. Le temps est indiqué en partant de l'angle inférieur, toujours de droite à gauche. Sur le parcours *A E* l'équipement fonctionnait avec lampes en circuit : on mesurait en même temps la tension des lampes, l'intensité du courant d'éclairage et l'intensité du courant de la dynamo. La première est représentée sur le diagramme en trait continu, la dernière est pointillée. La ligne la plus mince en trait continu, parallèle à l'axe des abscisses, représente l'intensité constante du courant d'éclairage. La vitesse de marche en kilomètre par heure est représentée par la ligne **■ . . . ■ . . . ■ . . .**.

*F G* représente la tension d'éclairage quand la batterie travaille seule sur le circuit d'éclairage ; on peut constater par là l'influence qu'ont sur le voltmètre les secousses qui ne peuvent être complètement évitées. Pour obtenir ce diagramme, on avait enlevé les coupe-circuits des dynamos. Le parcours *H I* montre comment se comporte la tension de la dynamo à la charge de la batterie, sans consommation de lumière ; il a été pris avec une faible vitesse de papier sur le trajet Weesen-Zurich. Les points

importants du diagramme sont marqués par des majuscules. Ils ont la signification suivante :

Point *A*. Mise en marche du train.

Point *B*. Intercalation de la dynamo à une vitesse d'environ 18 km. par heure et accroissement progressif du courant de la dynamo.

Point *C*. Interruption de la charge. Le courant en surplus de la consommation pour l'éclairage représente en partie le courant d'excitation, le restant est du courant de charge, qui est maintenu par suite de l'inertie du mécanisme de réglage.

*D*. Vitesse maximum atteinte durant les essais, 78 km. à l'heure.

*E F*. Mise hors circuit de la dynamo. Mesure de la tension aux lampes avec batterie seule.

*G H*. Commutation du voltmètre sur la tension de la dynamo et changement de vitesse du papier. Les points dans la courbe montrent les endroits où la charge a été interrompue. Aussitôt que la tension, après le dégagement des bulles de gaz, s'abaisse un peu, le relais interrupteur de charge *T* abandonne son armature et la charge re-

prend et dure jusqu'à ce que la tension de 45,3 volts ou 2,5 volts par élément soit atteinte, après quoi elle est interrompue. De cette façon la batterie n'est chargée complètement qu'à 2,5 volts par élément, sans que l'acide qui la remplit se concentre par un fort dégagement de gaz.

Point *I*. Terme du trajet d'essai.

L'équipement d'essai est monté sur un wagon des Chemins de fer fédéraux suisses, représenté par la figure 1, et alimente l'installation d'éclairage de 100 bougies environ. La batterie employée a 18 éléments, d'une capacité de 90—100 ampères-heures, avec une décharge de 10 heures. La chute de tension de cette dernière comporte 5 % ou 1,8 volts à 10 ampères.

Si l'on examine les résultats des essais, on constatera que les variations les plus fortes de la tension des lampes ne dépassent pas  $\pm 0,4$  volts, et que l'intensité du courant de la dynamo reste constante à  $\pm 5$  ampères près, pour toute vitesse de marche ; ce résultat est encore largement surpassé par la nouvelle exécution des appareils de réglage, avec laquelle on a réussi à limiter à  $\pm 0,3$  volts les variations subites de tension et celles du débit de la dynamo à  $\pm 2,5$  ampères.

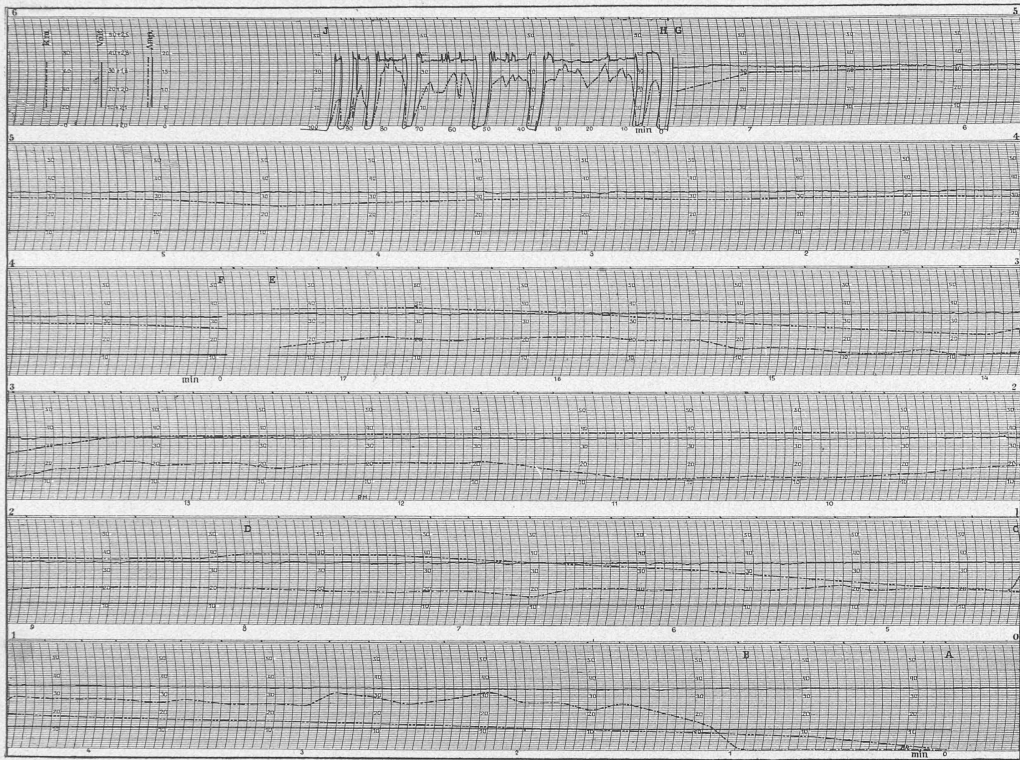


Fig. 7. — Diagrammes d'essais d'éclairage électrique des trains d'après le système Aichele.  
(Voir la légende à gauche en haut de la figure).