

Auteur ou collectivité : Compagnie électromécanique

Auteur : Compagnie électromécanique

Titre : Eclairage électrique des trains système Brown-Boveri : [catalogue] 451 F, juillet 1914

Adresse : (S.l.) : (s.n.), 1914

Collation : 1 vol. (18 p. + 1 pl.). 29 cm

Cote : CNAM-MUSEE EN0.4-COM

Sujet(s) : Éclairage électrique ; Train ; Catalogues commerciaux

Date de mise en ligne : 06/12/2016

Langue : Français

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?M14301>

# ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES TRAINS

Système BROWN-BOVERI

COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE  
LE BOURGET (Seine)

451 F

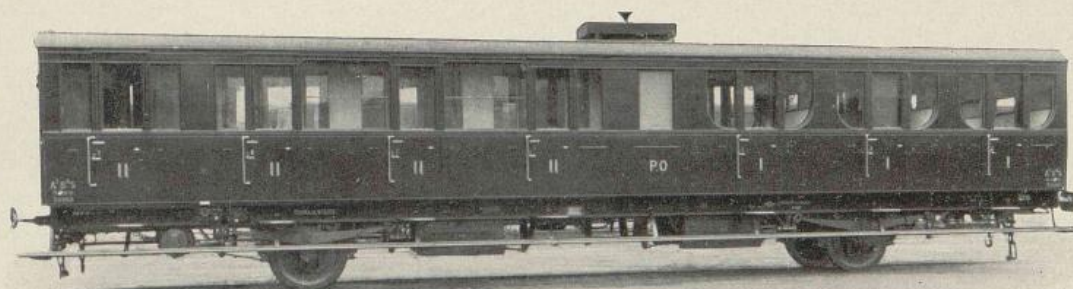






# ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES TRAINS

Systeme BROWN-BOVERI



COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE  
LE BOURGET (Seine)

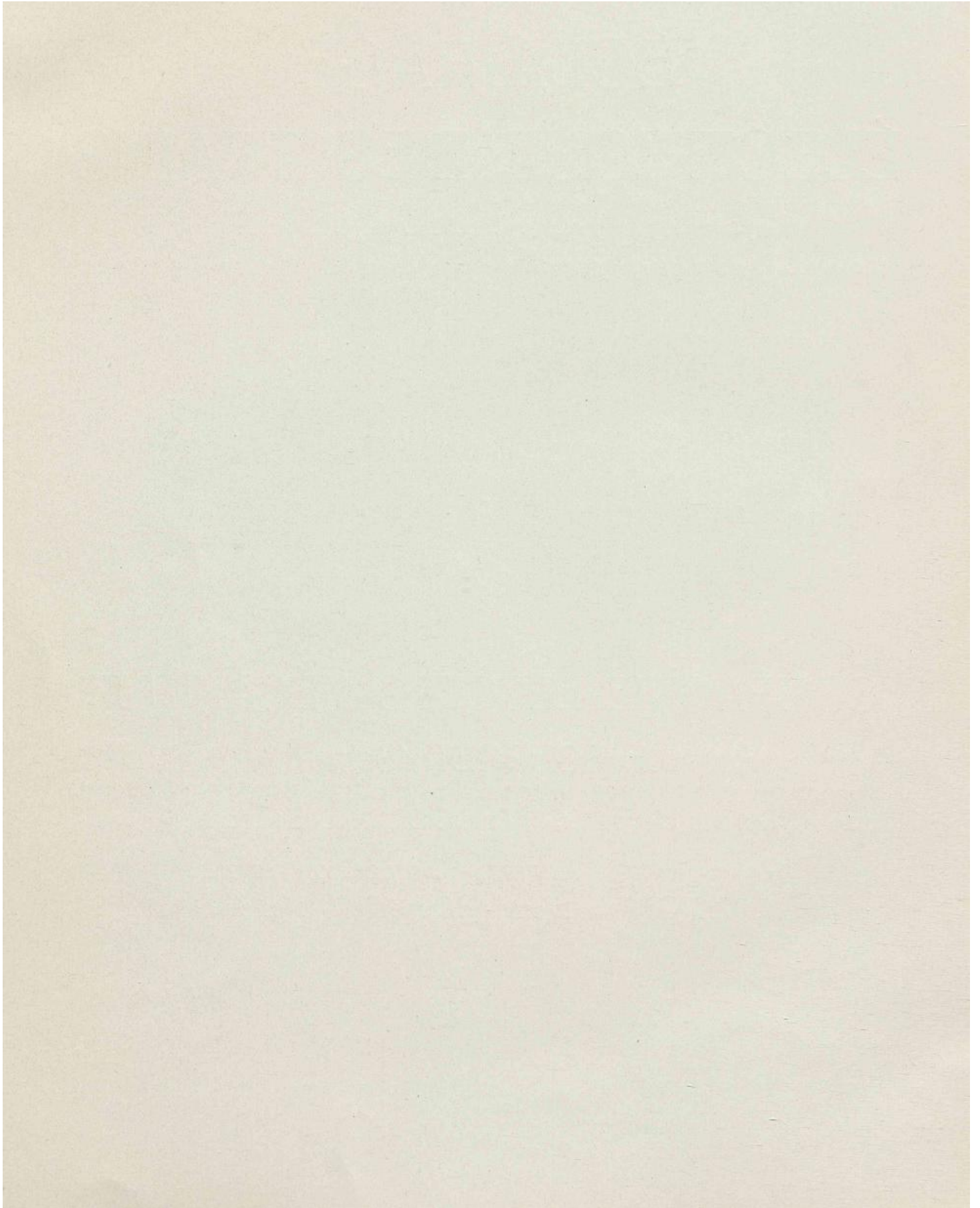
Bureau de vente à Paris: 94, Rue St-Lazare

Agences: { Angers - Bordeaux - Lille  
Lyon - Marseille - Nancy

COMPAGNIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE  
12, Rue Portalis  
PARIS VIII<sup>e</sup>

451 F

Juillet 1914





# L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES TRAINS

## Système BROWN-BOVERI.

### Généralités.

Dès 1902, la Société Anonyme Brown, Boveri & Cie. a livré sur le marché des équipements électriques pour l'éclairage des voitures à voyageurs, wagons-restaurants, wagons-poste, fourgons à bagages, locomotives, etc. aussi bien sur les grandes lignes que sur les lignes à voie étroite.

Aujourd'hui, elle a plus de 5000 équipements en service.

Un tel équipement se compose d'une dynamo shunt à courant continu, d'une batterie d'accumulateurs et d'un régulateur.

La dynamo est suspendue à un axe fixé au bogie de la voiture ou au châssis et est entraînée par un essieu porteur au moyen d'une courroie.

L'appareil de réglage est enfermé dans une boîte fixée dans la voiture à une des parois.

La batterie est enfermée dans une caisse spéciale placée sur le côté de la voiture dans le sens de la longueur.

Cet équipement est généralement employé pour l'éclairage d'une seule voiture, mais il peut aussi servir à l'éclairage de plusieurs voitures reliées électriquement entre elles.

### Caractéristiques du système.

1<sup>o</sup> Le système est entièrement automatique.

Depuis le repos jusqu'à la vitesse maxima, la tension du circuit d'éclairage est complètement indépendante du sens de marche, de la vitesse de la voiture et de l'intensité du courant d'éclairage.



A chaque renversement du sens de marche, les balais de la dynamo se placent d'eux-mêmes dans la position voulue pour débiter du courant. L'appareil de réglage assure automatiquement le couplage en parallèle de la dynamo sur la batterie et règle automatiquement la tension de la dynamo.

La vitesse de la dynamo n'est pas modifiée par un procédé artificiel comme par exemple le glissement de la courroie qui entraîne une rapide usure de cette dernière.

Il n'y a ni interrupteur à force centrifuge, ni autre système mécanique nécessitant une mise au point, sujet à un dérèglement et à des frottements.

2<sup>o</sup> L'équipement ne comprend qu'une dynamo shunt normale, une batterie et un appareil de réglage unique fermé.

3<sup>o</sup> L'éclairage n'est fourni par la batterie que pendant l'arrêt ou aux vitesses réduites (au-dessous de 25 km ou même moins).

4<sup>o</sup> La dynamo est mise en circuit à la vitesse minima qui lui fait atteindre exactement la tension convenable et non à peu près, comme cela a lieu avec les appareils centrifuges dont le fonctionnement ne dépend pas de la tension.

5<sup>o</sup> Pendant la marche, aussitôt que cette vitesse minima est dépassée, l'éclairage est assuré exclusivement par la dynamo. Même si les coupe-circuits de la batterie ont fondu ou si la batterie est avariée, l'éclairage est maintenu pendant la marche par la dynamo.

6<sup>o</sup> Dès que la vitesse minima est dépassée, que l'éclairage soit en fonction ou non, la dynamo commence à charger la batterie, si celle-ci ne l'est déjà pas complètement.

7<sup>o</sup> La charge de la batterie ne se fait ni à courant constant, ni à tension constante, mais avec un courant qui diminue progressivement depuis un maximum jusqu'à une valeur à peu près nulle quand la batterie est complètement chargée.

Il ne se produit ainsi aucun à-coup nuisible et on évite les grandes résistances toujours nécessaires pour une charge à tension ou à courant constant.



La batterie est très ménagée ; elle reste presque toujours complètement chargée sans jamais subir de surcharge et sa charge est obtenue avec le courant le plus convenable et sans à-coups.

8<sup>o</sup> La mise en parallèle, la charge et l'éclairage sont indépendants de la température, parce que l'on emploie avec avantage pour l'appareil de réglage des matériaux ayant un faible coefficient de température et parce que tout le réglage s'effectue électriquement.

9<sup>o</sup> Le rendement total est très élevé, car l'installation ne comprend qu'une dynamo normale à excitation shunt avec réglage par le champ et une batterie d'accumulateurs unique fonctionnant toutes deux dans des conditions favorables et ne comporte presque pas de résistances.

## Construction.

### I. Connexions.

La figure 1 montre schématiquement les connexions entre la dynamo, la batterie, les lampes et l'appareil de réglage.

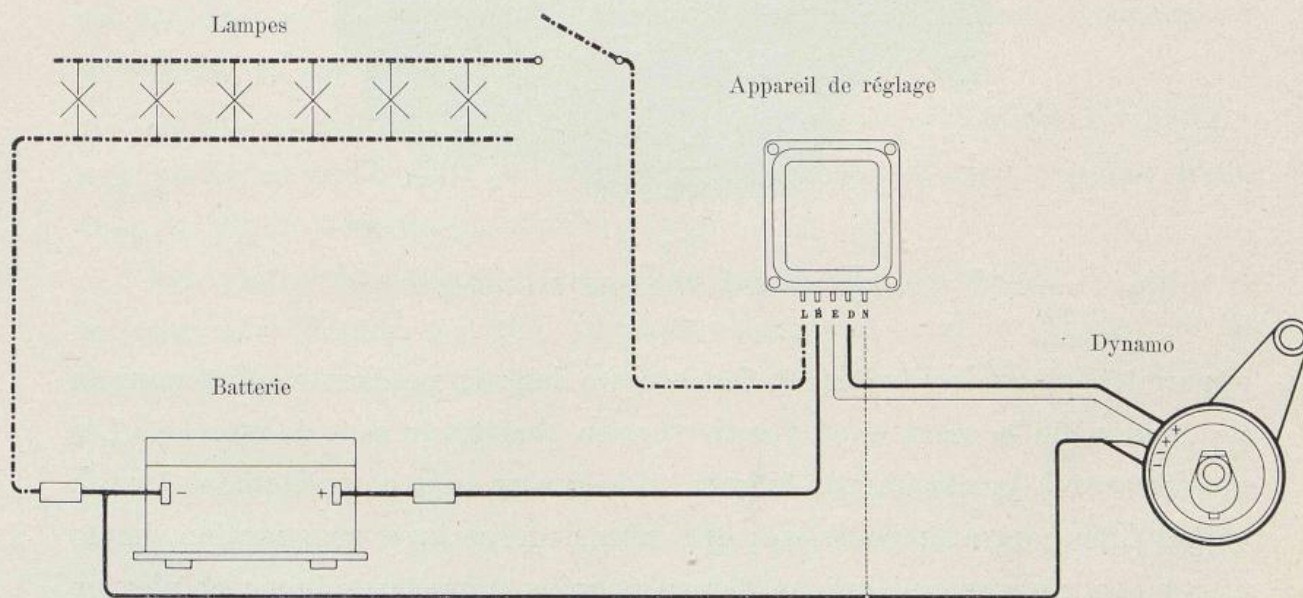


Fig. 1.

Disposition des connexions reliant la dynamo, la batterie, l'appareil régulateur et les lampes.



## II. La dynamo.

La dynamo (fig. 2) est une machine shunt normale, d'une construction moderne et des plus simples (voir croquis pages 16—18). Elle est suspendue au bogie de la voiture ou au châssis. La tension de la courroie de transmission généralement employée pour la commande de la dynamo est obtenue soit par le propre poids de la machine, soit par des ressorts. Comme la dynamo doit fournir automatiquement du courant dans les deux sens, un

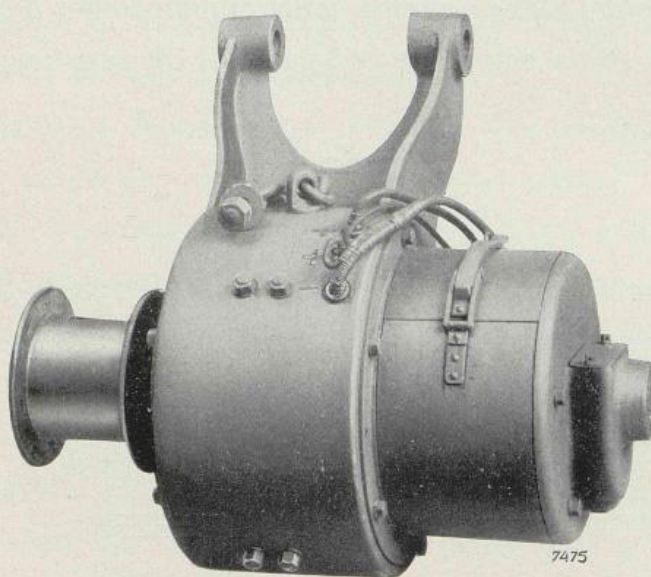


Fig 2.

Dynamo pour l'éclairage des trains.

appareil déplace les balais et les amène dans la position voulue pour la production du courant sitôt que la voiture change de sens de marche. Les paliers sont à graissage par bagues. La dynamo est complètement fermée et protégée contre la poussière; elle forme, grâce à sa construction simple et robuste, un appareil qui ne demande qu'un entretien minime et n'exige que des réparations insignifiantes, comme le prouvent les 5000 installations actuellement en service.



### III. La batterie d'accumulateurs.

Le rôle de la batterie d'accumulateurs est de pourvoir à l'éclairage de la voiture pendant l'arrêt de celle-ci. Sa capacité dépend par conséquent en première ligne de la durée de cet arrêt; elle est généralement choisie de manière à ce que la batterie puisse à elle seule pourvoir à l'éclairage total pendant 7 à 10 heures. La tension adoptée détermine le nombre d'éléments; ils sont réunis en groupes montés dans des caisses en bois que l'on peut introduire dans des caissons placés sur le côté de la voiture.

### IV. Fonctionnement de l'appareil de réglage.

L'appareil régulateur a pour but, en premier lieu, de régler la tension de la dynamo, tension qui dépend de la vitesse, de telle manière que d'une part la batterie se charge et d'autre part le circuit des lampes soit alimenté. Lors du démarrage du train, dans un sens ou dans l'autre, la dynamo s'excite grâce au déplacement automatique des balais. La tension de la dynamo augmente graduellement avec la vitesse; lorsque la tension de la batterie est atteinte, un interrupteur automatique C (fig. 11) couple la dynamo sur la batterie et sur le circuit des lampes.

La vitesse augmentant, la tension de la dynamo continuerait aussi à augmenter, ce qu'il faut éviter. A cet effet, une résistance est introduite dans le circuit d'excitation en dérivation.

Les spires de cette résistance sont désignées dans la fig. 11 par G.: la mise en circuit se fait automatiquement par un régulateur R au moyen d'un secteur de contact A qui se déplace en roulant sur un certain nombre de plots correspondant aux diverses fractions de la résistance. Le premier contact provoque la fermeture de l'interrupteur par l'intermédiaire de l'électro-aimant P et les contacts suivants réalisent l'introduction des résistances dans le circuit. Le secteur de contact est mis en mouvement par une bobine O mobile dans le champ magnétique du régulateur R. Ce champ magnétique est produit en premier lieu par un enroulement  $M_1$  en



dérivation aux bornes de la dynamo. Il est renforcé par un enroulement  $M_{II}$  traversé par le courant de la batterie et agissant dans le même sens que  $M_I$ . Un troisième enroulement  $M_{III}$ , traversé par le courant d'éclairage, agit en sens inverse de  $M_I$  et  $M_{II}$ . Le champ magnétique résultant de la combinaison des effets de  $M_I$  et  $M_{II}$  ou de  $M_I$  et  $M_{III}$  produit sur la bobine mobile  $O$  un couple de rotation contre-balancé par un ressort  $F$  agissant en sens contraire et dimensionné de telle sorte qu'il exerce un effort de traction constant.

Pour se rendre compte clairement comment ce couple mécanique maintient en équilibre le couple électrique agissant sur la bobine mobile, et comment le maintien de cet équilibre est utilisé pour le réglage et spécialement pour la variation des résistances à insérer dans le circuit de l'excitation, le plus simple est de considérer différents cas de fonctionnement.

Les exigences auxquelles doit répondre un système d'éclairage de train varient beaucoup selon qu'il s'agit d'un train à marche lente ou rapide, et d'un service de jour ou d'un service de nuit. Les deux cas extrêmes sont les suivants :

1<sup>er</sup> cas. — Train express marchant à grande vitesse avec peu d'arrêts et de jour et par suite ne consommant qu'une quantité de lumière très faible.

2<sup>ème</sup> cas. — Train à vitesse lente avec beaucoup d'arrêts, marchant la nuit et consommant par conséquent une grande quantité de lumière.

Dans le premier cas, la dynamo, après avoir complètement chargé la batterie, ne doit plus fournir aucun courant, les fonctions du régulateur sont, par conséquent, d'empêcher toute nouvelle introduction du courant dans la batterie, ce qui serait nuisible pour cette dernière, puisqu'elle est complètement chargée.

La dynamo ne doit donc produire que peu d'énergie électrique et cela malgré des conditions particulièrement défavorables puisque, en raison du petit nombre d'arrêts, elle fonctionne longtemps et que de plus elle tourne très rapidement par suite de la grande vitesse du train.



Dans le deuxième cas, la dynamo doit non seulement maintenir la batterie en charge, mais elle doit pourvoir à l'alimentation des lampes pendant la marche. La machine doit, par conséquent, produire beaucoup d'énergie électrique, puisqu'il faut absolument éviter que la batterie se décharge à l'excès, ce dont elle souffrirait autant que d'une surcharge anormale.

La production d'énergie électrique a donc lieu dans les conditions les plus défavorables, puisque la dynamo ne fonctionne que pendant un temps très court vu le grand nombre d'arrêts et que sa vitesse de rotation est petite à cause de la faible vitesse du train.

#### **Train express marchant pendant le jour.**

Dans le premier cas l'appareil régulateur fonctionne de la façon suivante:

Dès que la vitesse croissante de la dynamo devient suffisante pour que celle-ci produise une certaine tension, il s'exerce sur la bobine mobile O un couple de torsion qui fait tout d'abord avancer d'un cran le secteur à roulement. De ce fait le courant passe par le solénoïde P, provoque le déplacement de l'armature et couple ainsi la batterie en parallèle avec la dynamo.

A ce moment un courant, dépendant de la différence de tension entre la dynamo et la batterie, traverse l'enroulement  $M_{II}$  de l'appareil régulateur, ce qui a pour effet d'en renforcer le champ. Cette augmentation du champ, alors que le couple de torsion du ressort est resté constant, provoque un déplacement de la bobine mobile dont le résultat est d'introduire des résistances dans le circuit d'excitation et de réduire la tension de la dynamo D, ainsi que le champ produit par l'enroulement  $M_I$  du régulateur, et l'intensité du courant traversant la bobine O.

Il se produit alors à la dynamo une certaine tension provoquant à travers les enroulements  $M_I$ , O et  $M_{II}$  des courants qui équilibrent le moment constant du ressort. L'appareil de réglage fonctionne de façon à ce que par modification des résistances dans le circuit en dérivation, cet équilibre soit rétabli aussitôt que survient une variation dans la vitesse du train.



Le courant de charge et la tension de la dynamo sont donc indépendants de la vitesse du train.

A mesure que la charge de la batterie augmente, la tension augmente également tandis que le courant de charge décroît. La dynamo est donc quelque peu déchargée et sa tension aux bornes croît. Le courant de l'enroulement  $M_{II}$  décroît donc, tandis que les courants passant en  $M_I$  et  $O$  augmentent; l'action de ces deux derniers étant prédominante, le couple de torsion électromagnétique de la bobine se trouve renforcé et celle-ci provoque l'insertion d'autant de résistances qu'il est nécessaire pour rétablir l'équilibre entre le couple électromagnétique et celui constant du ressort en diminuant ainsi un peu la tension de la dynamo.

La tension de la dynamo augmente donc graduellement pendant la charge, mais seulement autant qu'il est nécessaire pour neutraliser l'amoin- drissement du champ magnétique résultant de la décroissance du courant de charge.

Le régulateur rend ainsi possible la charge avec tension croissante et courant décroissant.

Quand la tension de la dynamo et de la batterie ont atteint une certaine valeur correspondant à la charge complète de la batterie, l'aimant  $U$  attire son armature et une résistance se trouve mise en parallèle avec l'enroule- ment de cet aimant et avec la résistance qui le précède.

De ce fait, la résistance dans le circuit de  $M_I$  et de  $O$  diminue; le courant traversant la bobine mobile augmente en même temps que le champ pro- venant de l'enroulement  $M_I$  et l'état d'équilibre de la bobine mobile  $O$  est détruit; elle tourne par conséquent dans le sens où elle ajoute des résistances et fait diminuer la tension de la dynamo. La résistance en dérivation par rapport à l'aimant  $U$  est dimensionnée de telle manière que la tension qui en résulte pour la dynamo corresponde à la tension de la batterie au repos, par conséquent cette dernière ne reçoit ni ne débite du courant. Cet état se maintient indépendamment de la vitesse du train, car les variations de



tension de la dynamo qui résulteraient des variations de vitesse du train sont toujours compensées par l'adjonction ou la suppression de résistances.

### **Train lent marchant la nuit.**

Deuxième cas. — Supposons dans ce cas que l'interrupteur S du circuit de la lumière soit fermé, c'est-à-dire que les lampes soient allumées. Pendant l'arrêt dans une station, les lampes sont alimentées directement par la batterie. Puisque le circuit de la lumière est fermé, l'aimant Q a soulevé son armature et a établi d'une part le contact avec T et réalisé d'autre part un pont en K. Le courant fourni par la batterie passe, par conséquent, par le pont K, par C et par Q pour aller aux lampes, tandis que l'enroulement  $M_{II}$  d'une part et l'enroulement  $M_{III}$  d'autre part du régulateur, ainsi que la résistance (en série avec  $M_{III}$ ) J sont en dérivation et ne sont traversés que par des courants insignifiants. Lorsque le train se met en mouvement, la tension de la dynamo augmente et lorsqu'elle a atteint une certaine valeur, elle provoque, comme dans le premier cas, le fonctionnement de l'électro-aimant P de sorte que la dynamo et la batterie se trouvent couplées en parallèle. En même temps, l'enroulement  $M_{III}$  ainsi que la résistance J sont introduits dans le circuit d'éclairage de façon à ce que la tension de la dynamo augmente et que cette dernière puisse assurer l'alimentation des lampes en ne mettant plus la batterie à contribution. Cette élévation de tension est calculée de telle manière que la dynamo produise encore, outre le courant des lampes, du courant pour compenser la perte d'énergie subie par la batterie pendant l'arrêt du train dans la station. L'enroulement  $M_{III}$  utilisé pour cette augmentation de la tension de la dynamo affaiblit le champ produit par l'enroulement  $M_I$ , la bobine mobile tourne par conséquent dans un sens tel que des résistances en dérivation soient mises hors circuit et la dynamo se trouve ainsi disposée pour produire une tension plus élevée. Mais en même temps, il faut que la tension aux bornes des lampes reste constante et on arrive à ce résultat grâce à la résistance en série J qui provoque une chute de tension.



L'enroulement  $M_{III}$  et la résistance en série  $J$  donnent la possibilité très appréciable de pouvoir allumer ou éteindre à volonté les lampes, par groupes ou en totalité sans aucune complication et sans pour cela modifier d'une façon sensible la tension aux bornes des lampes; l'affaiblissement du champ par l'enroulement  $M_{III}$  est proportionnel à l'intensité du courant, c'est-à-dire proportionnel au nombre de lampes en circuit, par conséquent l'augmentation de la tension de la dynamo provoquée par le roulement du secteur à contact  $A$  est aussi proportionnelle au nombre de lampes en circuit. Enfin, en troisième lieu, la chute de tension dans la résistance en série  $J$  est proportionnelle à l'intensité du courant, c'est-à-dire proportionnelle au nombre des lampes, ce qui fait que la tension aux lampes reste constante, quel que soit le nombre de lampes allumées.

L'éclairage continue à se faire ainsi qu'il vient d'être décrit, soit par la batterie (pendant les arrêts) ou directement par la dynamo (pendant la marche) tant que c'est nécessaire. Pour que le fonctionnement reste bon, il va sans dire qu'il est nécessaire que la dynamo puisse fournir du courant, c'est-à-dire que la vitesse minima du train doit rester supérieure à une certaine limite. Mais la dynamo est construite de telle manière qu'elle peut fournir sa pleine tension à une vitesse du train de 25 km à l'heure, ou même moins si cela est nécessaire; or, cette vitesse est toujours dépassée même par les chemins de fer d'intérêt local.

Comme les dynamos sont en outre dimensionnées de manière à pouvoir fournir un courant 2 à 2,5 fois plus intense que le courant nécessaire pour l'éclairage, elles sont toujours capables de charger la batterie et l'expérience de plusieurs années a prouvé que même à la fin d'un service de nuit des plus défavorables, les batteries se trouvent toujours en bon état de charge.

Lorsque l'éclairage est interrompu, l'enroulement  $M_{III}$  et l'électro-aimant  $Q$  ne jouent plus aucun rôle et nous retombons dans les conditions du premier cas décrit plus haut.

Nous devons insister particulièrement sur le fait très important que dans



le système d'éclairage des trains Brown, Boveri & Cie., le fonctionnement du régulateur est si précis qu'il permet l'éclairage sans avoir recours à la batterie d'accumulateurs. Cet avantage est très intéressant si, par exemple, pendant la marche, un coupe-circuit fusible de la batterie vient à fondre. Pendant l'arrêt dans les stations, il est naturellement nécessaire de se servir alors de lampes de secours, mais durant la marche, l'éclairage électrique continue à fonctionner d'une manière normale. Avec presque tous les autres systèmes d'éclairage des trains, au contraire, si un accident survient à la batterie, l'éclairage électrique est complètement hors de service.

Les figures 3 et 4 indiquent la façon dont se recharge une batterie complètement déchargée et cela pendant un trajet avec ou sans consommation de lumière.

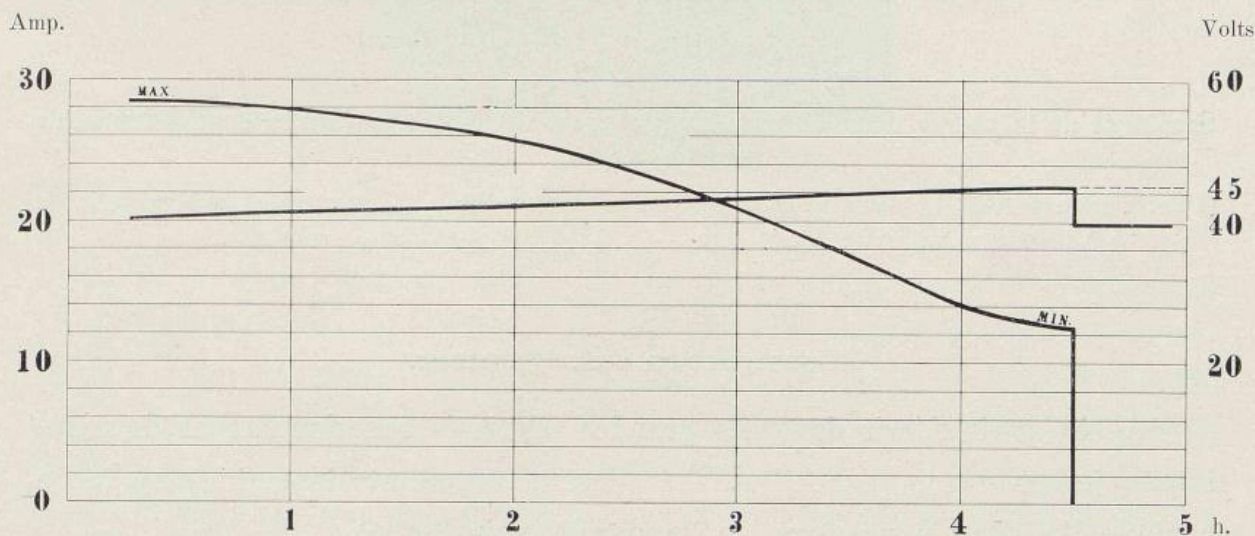


Fig. 3.

**Graphique de la charge d'une batterie complètement déchargée, l'éclairage ne fonctionnant pas** (d'après les résultats obtenus avec une dynamo de 45 volts, 25 ampères et une batterie de 18 éléments, 105 ampères-heure, régime de décharge en 10 heures).



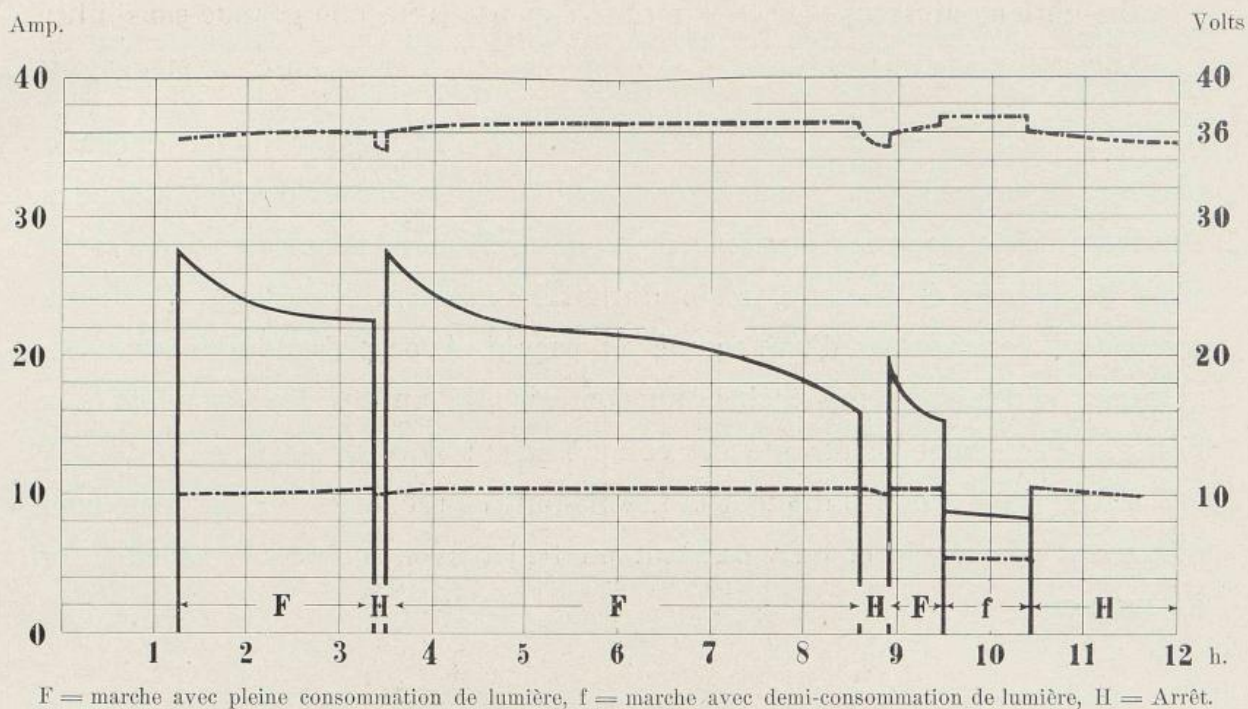


Fig. 4.

### Graphique de la charge d'une batterie complètement déchargée pendant le fonctionnement de l'éclairage

(d'après les résultats obtenus avec une dynamo de 45 volts, 25 ampères et une batterie de 18 éléments, 105 ampères-heure, régime de décharge en 10 heures).

### Construction du régulateur.

Après avoir décrit dans ses grandes lignes le fonctionnement du régulateur, jetons un coup d'oeil sur sa construction dont dépend d'une façon capitale l'utilisation pratique de l'appareil (voir fig. 5).

Comme innovation importante, nous signalerons tout d'abord le réglage des résistances en dérivation au moyen du secteur de contact à roulement A (visible à gauche et à droite sur la fig. 5). Les extrémités de chaque résistance sont fixées aux pièces de contact rangées les unes à la suite des autres et tournées en forme de gorge triangulaire, ce qui permet le centrage du secteur de contact roulant à l'intérieur.

On obtient ainsi une grande mobilité et par suite une grande sensibilité de l'appareil sans que la force nécessaire pour le mettre en mouvement soit trop élevée.

Pour éviter toute oxydation, les pièces de contact sont en argent; l'expérience de plusieurs années a confirmé la bonne tenue des contacts et la

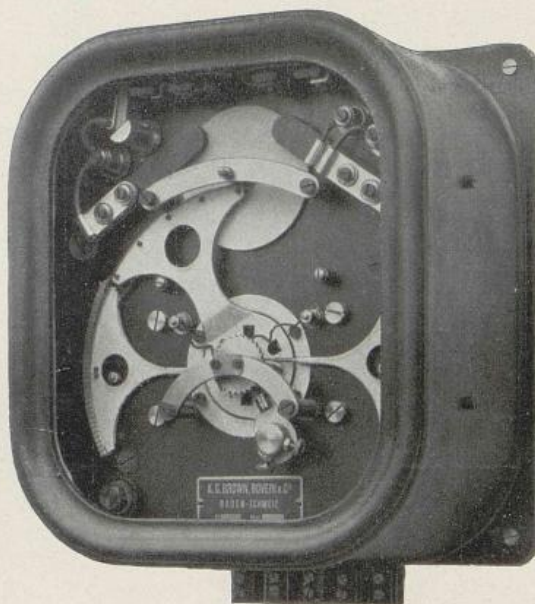


Fig. 5. Appareil de réglage.

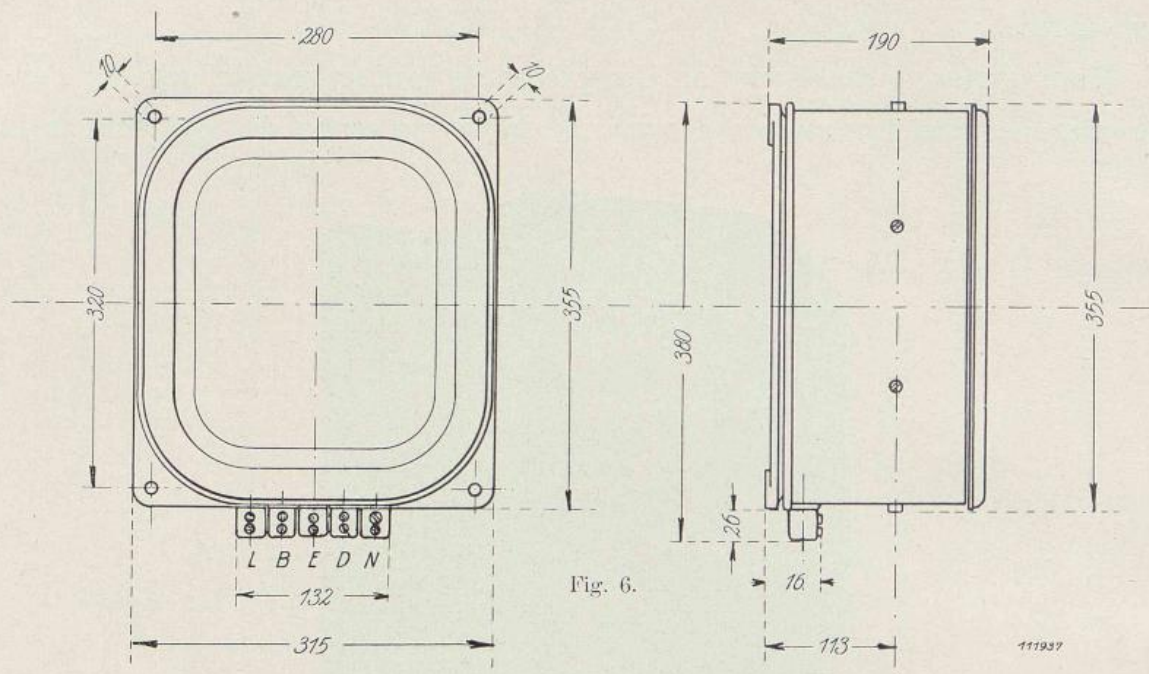
parfaite résistance à l'usure de cette construction. Le disque visible en haut de la fig. 5 sert d'amortisseur. Le régulateur comportant tous les détails mentionnés dans le schéma (page 16) n'occupe qu'une place très minime, comme le montre le croquis de la page 16. Il peut être logé à l'intérieur de la voiture.

Le raccordement des différents circuits au régulateur se fait au moyen de 5 bornes facilement accessibles. Si l'appareil ne fonctionne pas d'une manière satisfaisante, le personnel du train n'est pas obligé d'en rechercher la cause; il n'a qu'à enlever le régulateur et à le remplacer par un autre, comme cela se fait généralement pour les appareils de mesure, compteurs, etc....

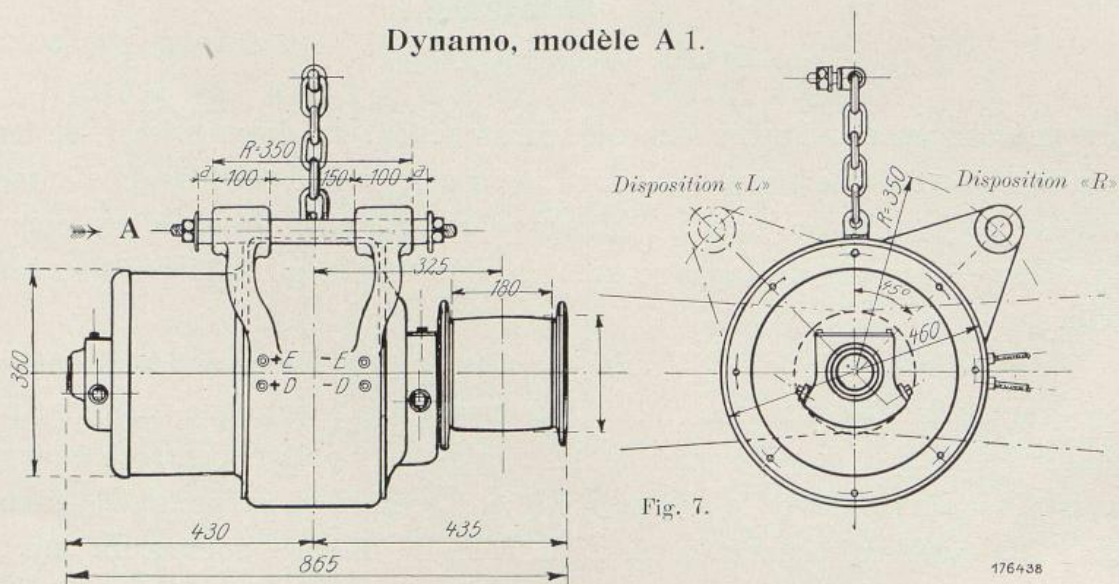


## Principales dimensions.

### Appareil de réglage.



### Dynamo, modèle A 1.



La dimension  $a$  doit être indiquée par le client.

Vue suivant A.

Poids, y compris la chaîne et l'arbre de suspension: environ 260 kgs.



### Dynamo, modèle B.

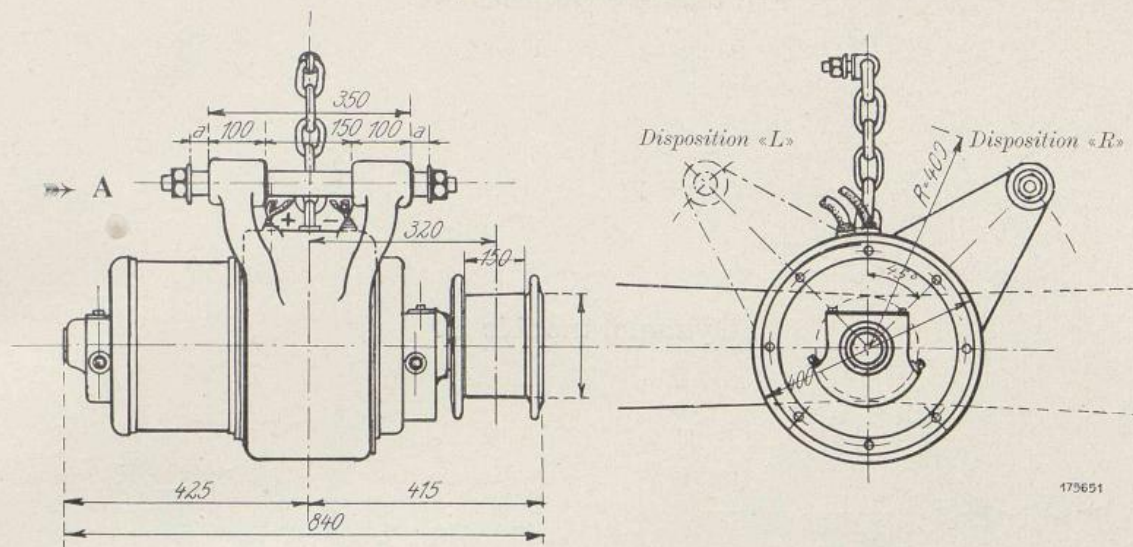


Fig. 8.

La dimension  $a$  doit être indiquée par le client.

Vue suivant A.

Poids, y compris la chaîne et l'arbre de suspension : environ 200 kgs.

### Dynamo, modèle C.

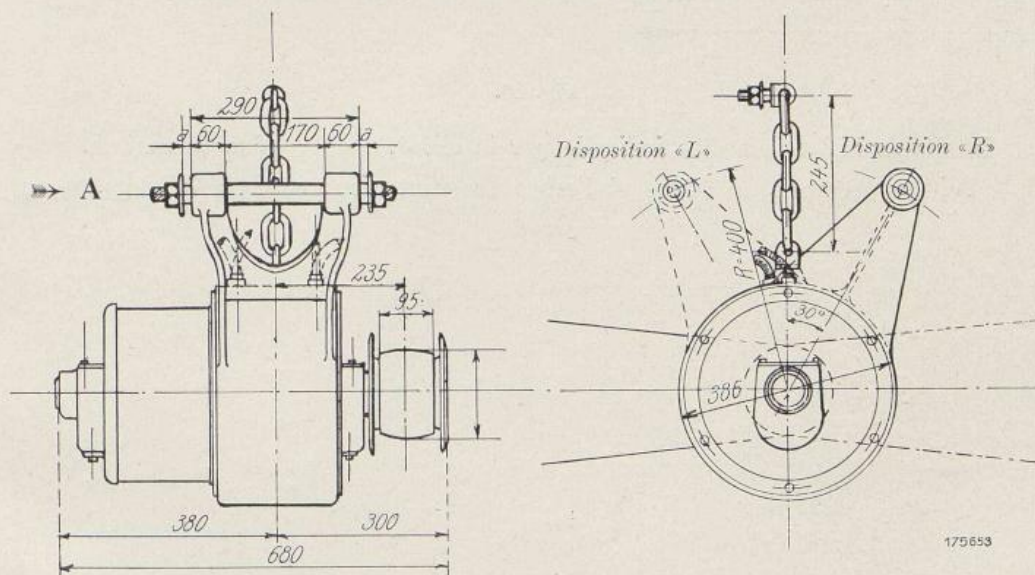


Fig. 9.

La dimension  $a$  doit être indiquée par le client.

Vue suivant A.

Poids, y compris la chaîne et l'arbre de suspension : environ 147 kgs.



Fig. 10.

La dimension  $a$  doit être indiquée par le client. Vue suivant A

Poids, y compris la chaîne et l'arbre de suspension: environ 102 kgs.

### Légende.

- |     |                                     |
|-----|-------------------------------------|
| A = | Secteur de contact                  |
| B = | Batterie                            |
| C = | Interrupteur de couplage            |
| D = | Dynamo                              |
| E = | Inducteur de la dynamo              |
| F = | Ressort de la bobine mobile         |
| G = | Résistances de l'excitation         |
| H = | Résistances de réduction            |
| J = | Résistances de compensation         |
| K = | Interrupteur de court-circuit       |
| L = | Lampes                              |
| M = | Enroulement inducteur du régulateur |
| N = | Bobine mobile                       |
| P = | Electro-aimant de couplage          |
| Q = | Rechts de lumière                   |
| R = | Régulateur                          |
| S = | Interrupteur de lumière             |
| T = | Contact réducteur de tension        |
| U = | Rechts lumineux de charge           |
- Bornes de connexions de l'appareil de réglage.*
- |   |                    |
|---|--------------------|
| B | = à la batterie B  |
| E | = à l'excitation E |
| D | = à la dynamo D    |
| L | = aux lampes L     |
| N | = au pôle négatif  |
- I Tension de la dynamo  
 II Courant de charge  
 III Courant de lumière

### Bornes de connexions de l'appareil de réglage.

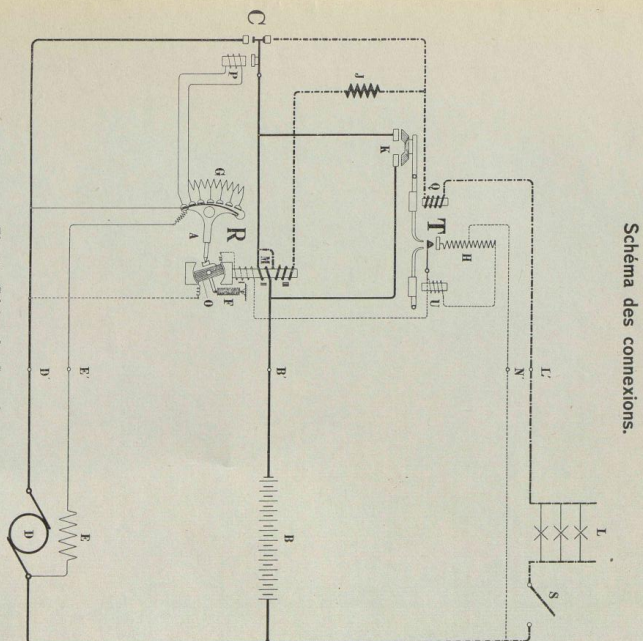


Fig. 11. Schéma des Connexions.



