

ÉLECTRICITÉ

Les principes de l'équipement électrique des voitures automobiles

par G. POUX, Ingénieur I. E. G.

Dans ce court article, nous indiquerons les différents systèmes employés sur les voitures automobiles pour obtenir l'éclairage électrique et nous en décrirons sommairement le fonctionnement. Nous donnerons le schéma général de l'équipement électrique et causerons ensuite des dispositifs de production d'énergie électrique (dynamos), du contacteur-disjoncteur, de la batterie d'accumulateurs, du démarreur

Nous ne nous occuperons pas des dispositifs d'allumage qui font éclater entre les pointes des bougies une étincelle et provoquent l'explosion dans les cylindres du moteur.

reliant cette dynamo au circuit d'utilisation en temps voulu, une batterie d'accumulateurs *B* emmagasinant l'énergie électrique lorsque la dynamo en fournit plus que les appareils en utilisent, ou, au contraire, en fournissant lorsque la dynamo n'en débite pas assez et enfin des appareils d'utilisation tels que démarreur *De*, Klaxon *K*, feu de position *f*, veilleuses *v*, phares *Ph...*, etc...

Tous les appareils sont reliés à la masse de la voiture, ce qui permet de n'utiliser qu'un seul fil, le retour du courant se faisant par le châssis.

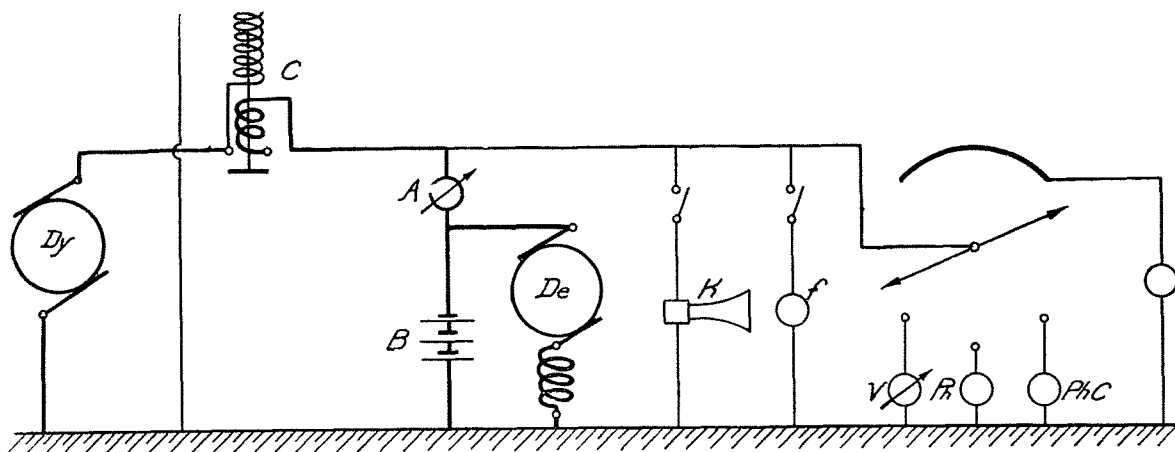


FIG. 1

LÉGENDE — Dy : Dynamo — C : Contacteur-disjoncteur — A : Ampèremètre. — B : Batterie d'accumulateurs. — De : Démarreur — K : Klaxon. — f : Feu de position. — v : Veilleuses — Ph : Phares — I : Lanterne AR — PhC : Phare code.

Dans certaines voitures anciennes ne possédant pas de démarreur électrique, il n'était pas installé de batterie d'accumulateurs : la dynamo débitait directement sur les lampes lorsque le moteur marchait ; ce dispositif avait le très gros inconvénient de ne pas permettre l'éclairage lors des arrêts du moteur.

Il est actuellement indispensable qu'une voiture à l'arrêt laisse ses feux de position en service. Il faut donc, dans ce cas, disposer d'une source d'énergie et c'est pour cela que toutes les voitures modernes possèdent une batterie d'accumulateurs. Lorsque le moteur marche la dynamo charge la batterie et lorsque le moteur est arrêté, la batterie sert à l'éclairage des veilleuses ; elle a, de plus, une influence régularisante très importante sur le voltage de la dynamo comme nous le verrons par la suite. Enfin, la présence de la batterie permet de faire démarrer le moteur à explosion au moyen d'un petit moteur électrique et d'éviter ainsi la mise en marche fastidieuse au moyen de la manivelle.

SCHÉMA GÉNÉRAL DE L'ÉQUIPEMENT.

Le schéma de montage de presque toutes les voitures dérive du schéma de principe ci-dessus.

Comme on le voit, tout équipement comprend une dynamo *Dy*, fournissant l'énergie électrique, un contacteur-disjoncteur *C*

DYNAMOS.

La dynamo devant charger la batterie d'accumulateurs, doit fournir un courant compris entre 0 et 10 ampères environ lorsqu'elle est reliée à la batterie par le contacteur-disjoncteur ; la tension à ses bornes qui est la tension de la batterie est alors à peu près constante. Or la vitesse des moteurs d'automobiles peut varier facilement de 500 tours par minute dans la marche au ralenti à 3.000 tours par minute dans la marche aux fortes vitesses. Les dynamos seront donc des dynamos spéciales débitant un courant à peu près constant, malgré la variation de vitesse dans le rapport de 1 à 6.

Nous allons étudier les différents systèmes de dynamos :

DYNAMO A VITESSE CONSTANTE.

Au début de l'application de l'électricité aux automobiles, on a employé des dynamos ordinaires accouplées au moteur au moyen d'embrayage à force centrifuge. Ces embrayages étaient réglés pour la vitesse de régime de la dynamo et lorsque la vitesse du moteur à explosions devenait supérieure à cette vitesse, les masselottes en s'écartant faisaient patiner l'embrayage. De ce fait, la dynamo ne tournait jamais plus vite que la vitesse pour laquelle elle était prévue. On avait ainsi une dynamo à tension constante.

Ce système était d'une réalisation mécanique compliquée et délicate; de plus, l'embrayage s'usait beaucoup et fonctionnait rarement d'une façon satisfaisante, aussi ce dispositif est-il aujourd'hui complètement abandonné.

DYNAMO A VITESSE VARIABLE.

Ces dynamos sont directement accouplées au moteur à explosions et par suite leur vitesse varie dans le rapport de 1 à 6. Nous verrons ci-dessous les quatre principaux dispositifs permettant d'obtenir malgré cette énorme variation de vitesse une tension sensiblement constante.

a) RÉGULATEUR CENTRIFUGE Au début également de l'électricité automobile, certaines dynamos shunt ont été installées avec un régulateur centrifuge manœuvrant leur rhéostat d'excitation, si la vitesse augmentait, le régulateur introduisait une résistance additionnelle dans le circuit d'excitation et inversement si la vitesse diminuait le régulateur supprimait une partie de cette résistance. On obtenait ainsi une tension constante, mais les dispositifs étaient compliqués, chers, se déréglaient souvent et, actuellement, ce système est abandonné.

b) RÉGULATEUR A CONTACTS VIBRANTS Comme précédemment, on employait une dynamo shunt montée suivant le schéma de la figure 2

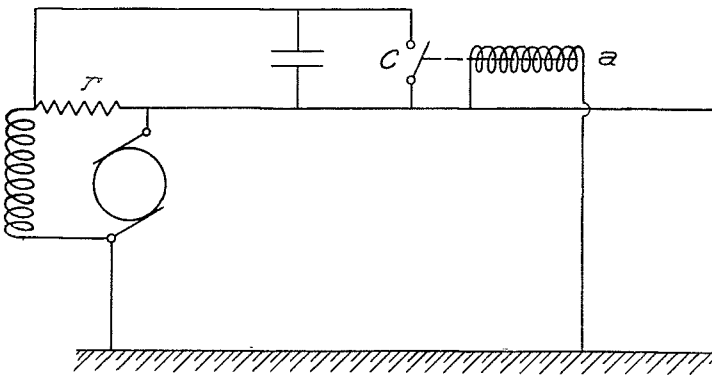


Fig 2

Une résistance r fixe était montée en série avec l'enroulement d'excitation. Cette résistance pouvait être court-circuitée par un petit contact c dont l'armature a était soumise à la tension de la dynamo.

Tant que cette tension est inférieure à la tension de réglage le contact est fermé; la tension de la dynamo est, par suite, maximum. Si cette tension dépasse la tension de réglage, le contact s'ouvre, la résistance r est introduite dans le circuit d'excitation, ce qui fait diminuer la tension, mais aussitôt la tension devient trop faible, l'armature a est de nouveau lâchée, ce qui fait augmenter l'excitation et fait relever la tension; pratiquement le contact vibrant c vibre toujours et la tension de la dynamo, malgré les petites oscillations permanentes qu'elle subit, est pratiquement constante. Pour diminuer l'usure du contact c , on met à ses bornes un petit condensateur. Le système de réglage est, on le voit, analogue à un régulateur Tirill.

Ce système a donné d'assez bons résultats, mais il était tout de même délicat, se déréglaient parfois et est, à l'heure actuelle, à peu près abandonné.

c) DYNAMO ANTI-COMPOUND : Cette dynamo comprend un circuit d'excitation shunt et un circuit d'excitation série bobiné en sens inverse du circuit principal shunt. Le flux résultant dans l'induit est donc la différence entre le flux shunt et le flux série; si, par suite d'une augmentation de vitesse la tension de la dynamo augmente, le courant débité augmente également, le flux pro-

venant de l'inducteur série augmente aussi et il en résulte une diminution du flux principal; de ce fait, la tension de la dynamo diminue ce qui limite l'augmentation du courant débité.

Cette dynamo n'est pas une dynamo à tension constante, mais on arrive à maintenir le courant débité dans des limites acceptables et, pratiquement, ce système est assez employé pour la charge des batteries d'automobiles.

Certaines dynamos comportent un deuxième enroulement série traversé par le courant alimentant les phares. Cet enroulement est monté dans le même sens que l'inducteur shunt, de sorte que lorsque les phares sont alimentés, l'excitation de la dynamo est plus forte et le surcroît de courant demandé par les phares est fourni non par la batterie, mais par la dynamo.

d) DYNAMO A TROIS BALAIS · Cette dynamo est montée suivant le schéma de la figure 3.

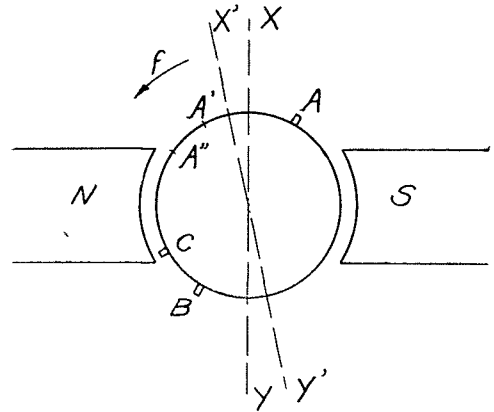


Fig 3

Nous avons représenté sur ces figures en XY la ligne neutre théorique.

Le sens de rotation est le sens de la flèche f et les balais principaux sont calés en A et B, en arrière de la ligne neutre. Un troisième balai auxiliaire C est calé à peu près comme l'indique la figure; entre les balais A et C est monté l'enroulement d'excitation shunt.

Pour comprendre le fonctionnement de cette dynamo, supposons que le moteur tourne à une certaine vitesse, que la dynamo donne une certaine tension et qu'un certain courant traverse la dynamo pour charger la batterie. Si, pour une raison quelconque, la vitesse augmente, la tension de la dynamo ainsi que le courant vont avoir tendance à augmenter; mais le courant, en traversant l'induit, donne naissance à deux flux: un flux antagoniste et un flux transversal. Le flux antagoniste diminue simplement un peu le flux total et par suite s'oppose légèrement à l'augmentation de l'intensité; quant au flux transversal, il renforce le flux sous les cornes polaires de sortie et l'affaiblit sous les cornes polaires d'entrée; il en résulte une torsion du champ magnétique dans l'induit et la ligne neutre XY perpendiculaire à la direction du champ magnétique tourne d'un certain angle dans le sens de la flèche f et prend une nouvelle position X'Y'.

Or, considérons les points A' et A'' symétriques de A par rapport aux lignes neutres XY et X'Y'; la tension aux bornes de l'enroulement d'excitation, égale à la tension entre les balais C et A, est aussi égale à la tension entre le balai C et un balai que l'on mettrait en A' — ou en A'' — point symétrique de A par rapport à la ligne neutre XY — ou X'Y'.

Par suite de l'augmentation de vitesse, ayant entraîné une augmentation du courant débité, la ligne neutre a tourné de XY jusqu'en X'Y' et la tension aux bornes de l'enroulement d'excitation a diminué puisque tout s'est passé au point de vue excitation comme si le balai A avait passé de A' en A''.

Il résulte de ce fait une tendance à une baisse de tension de la dynamo et par suite, une limitation du courant débité. On obtient même avec ces machines une diminution de l'intensité débitée pour les vitesses les plus grandes. C'est pour cela que cette dynamo est souvent appelée *dynamo à intensité limitée*.

Naturellement, il faut supposer que la dynamo charge une batterie d'accumulateurs ; si, en effet, il n'y avait pas de courant débité, la dynamo fonctionnerait comme une dynamo shunt ordinaire et la tension à ses bornes pourrait devenir très élevée.

Ce système est très répandu et presque toutes les voitures actuelles sont équipées avec des dynamos de ce genre.

BATTERIES D'ACCUMULATEURS.

Comme nous l'avons vu, les batteries d'accumulateurs sont indispensables pour permettre la marche des feux de position lorsque la voiture est arrêtée. Elles servent également au démarrage électrique du moteur. Enfin, sur les voitures très récentes, la magnéto est remplacée par un allumage genre Delco qui est alimenté en courant primaire par la batterie.

Les batteries doivent être extrêmement robustes pour résister aux chocs et aux vibrations qu'elles subissent. Elles sont généralement constituées par un bac isolant en matière moulée contenant les trois ou les six éléments. De la sorte la batterie forme un seul bloc très compact et bien rigide.

On emploie généralement des accumulateurs au plomb qui ont l'avantage de ne pas être très encombrants et surtout ont une résistance intérieure très faible, ce qui permet un démarrage énergique du moteur. Les accumulateurs au fer-nickel, bien que présentant l'avantage d'une solidité plus élevée, ne sont généralement pas employés. En effet, pour une capacité déterminée, ils ont un poids et un encombrement plus forts, mais surtout leur résistance intérieure est assez élevée et à égalité de capacité, le démarrage avec éléments fer-nickel est beaucoup moins énergique que le démarrage avec éléments au plomb.

Les batteries d'accumulateurs sont constituées soit de trois, soit de six éléments et par suite elle donnent soit six, soit douze volts. Les Américains emploient habituellement trois éléments, les Français emploient indifféremment trois ou six éléments, on ne sait pas trop pourquoi. On ne peut actuellement dégager de tendance pour l'avenir, étant donné que les deux systèmes semblent équivalents. Il serait très désirable que les commissions de normalisation prennent cette question en mains et décident l'adoption d'un des deux systèmes. Peut-être aurait-on, de ce fait, une réduction sur le prix des accessoires automobiles qui sont souvent vendus trop chers.

Au point de vue capacité, les batteries sont généralement prévues pour alimenter les phares et la lanterne arrière pendant 5 à 7 heures, ce qui conduit à adopter pour les batteries de 6 volts, les capacités approximatives suivantes :

45 ampères-heures pour voitures de	5 CV ;
60	10 CV ;
90	15 CV.

CONTACTEUR-DISJONCTEUR

Le contacteur-disjoncteur est un organe intercalé sur le circuit de la dynamo et qui met celle-ci en communication avec la batterie dès que sa tension est suffisante. Inversement dès que la tension de la dynamo est insuffisante, le contacteur-disjoncteur coupe le circuit.

Cet appareil est essentiellement constitué par un contact commandé par un électro sur lequel sont deux bobinages distincts. Le premier bobinage, en fil fin, est soumis à la tension de la

dynamo : il est, en effet, monté entre la borne de la dynamo et la masse de la voiture. Le deuxième bobinage, en gros fil, est traversé par le courant de la dynamo.

Si la tension de la dynamo est suffisante, le bobinage fil fin attire son armature. Immédiatement le courant de charge passe dans l'enroulement gros fil et renforce le flux provenant de la bobine fil fin.

Si la vitesse diminue, la tension de la dynamo va diminuer aussi légèrement et le courant de charge va diminuer aussi ; si la vitesse diminue encore, le courant de charge passe par 0 et change de sens. La batterie renvoie alors du courant à la dynamo ; mais aussitôt, le flux provenant de l'enroulement gros fil s'inverse et par suite se retranche du flux provenant de l'enroulement fil fin. Le contact est libéré et le circuit est coupé. L'enroulement gros fil agit donc pour maintenir le contact fermé toutes les fois qu'il y a un courant de charge et fait ouvrir le circuit dès qu'il y a un courant de décharge.

Ces appareils sont peu coûteux, extrêmement robustes et actuellement bien au point. Ils sont pratiquement indé réglables et utilisés sur toutes les voitures.

DÉMARREURS

L'appareil de démarrage est, soit séparé, soit combiné avec la dynamo.

Lorsque le démarreur est séparé, il est constitué par un petit moteur série développant au démarrage un couple énergique. L'intensité absorbée est, par suite, très élevée, mais comme elle est utilisée pendant très peu de temps, une demi-seconde pour un moteur chaud, cinq secondes pour un moteur froid, la batterie n'en souffre pas. Le moteur, d'ailleurs, n'est pas dimensionné pour un service permanent.

Généralement, le démarreur est muni d'un « bendix ». Ce petit appareil est essentiellement constitué par une vis clavetée sur le bout d'arbre du moteur, l'écrou de cette vis est un petit engrenage qui peut attaquer une grande roue clavetée sur le volant du moteur.

Lorsque le moteur démarre, le pignon par suite de son inertie, se visse, il avance donc et arrive à engrener avec la roue dentée, presque aussitôt le moteur démarre et tourne de lui-même. A ce moment-là, la roue dentée donne au pignon une vitesse plus grande que celle qui lui est donnée par le démarreur. Par suite, le pignon se dévisse et retourne en arrière en désengrenant. A ce moment-là, l'automobiliste coupe le circuit du démarreur.

On peut également combiner le démarreur à la dynamo et on a alors un « dynastart ». Cette machine possède deux enroulements : l'enroulement gros fil servant au démarrage du moteur et l'enroulement fil fin constituant la dynamo de charge. Dans ce cas-là, le moteur est attaqué d'une façon permanente soit directement, soit plus généralement par l'intermédiaire d'une réduction par engrenages.

On a ainsi une machine grosse et compliquée et il semble qu'actuellement la tendance est d'équiper les voitures avec deux machines séparées.

Dans les deux cas, l'intensité du courant est très élevée au démarrage et le circuit est monté suivant la figure 1 pour que ce courant ne passe pas par l'ampèremètre de bord.

Nous avons indiqué ci-dessus les principes de fonctionnement d'un équipement de voiture automobile et avons décrit les diverses dynamos employées actuellement. Nous pensons que ces quelques notions élémentaires permettront aux nombreux automobilistes qui n'ont pas pris la peine d'étudier le fonctionnement des appareils électriques de leur voiture, d'en comprendre le fonctionnement et se tirer rapidement d'embarras si une panne survient.