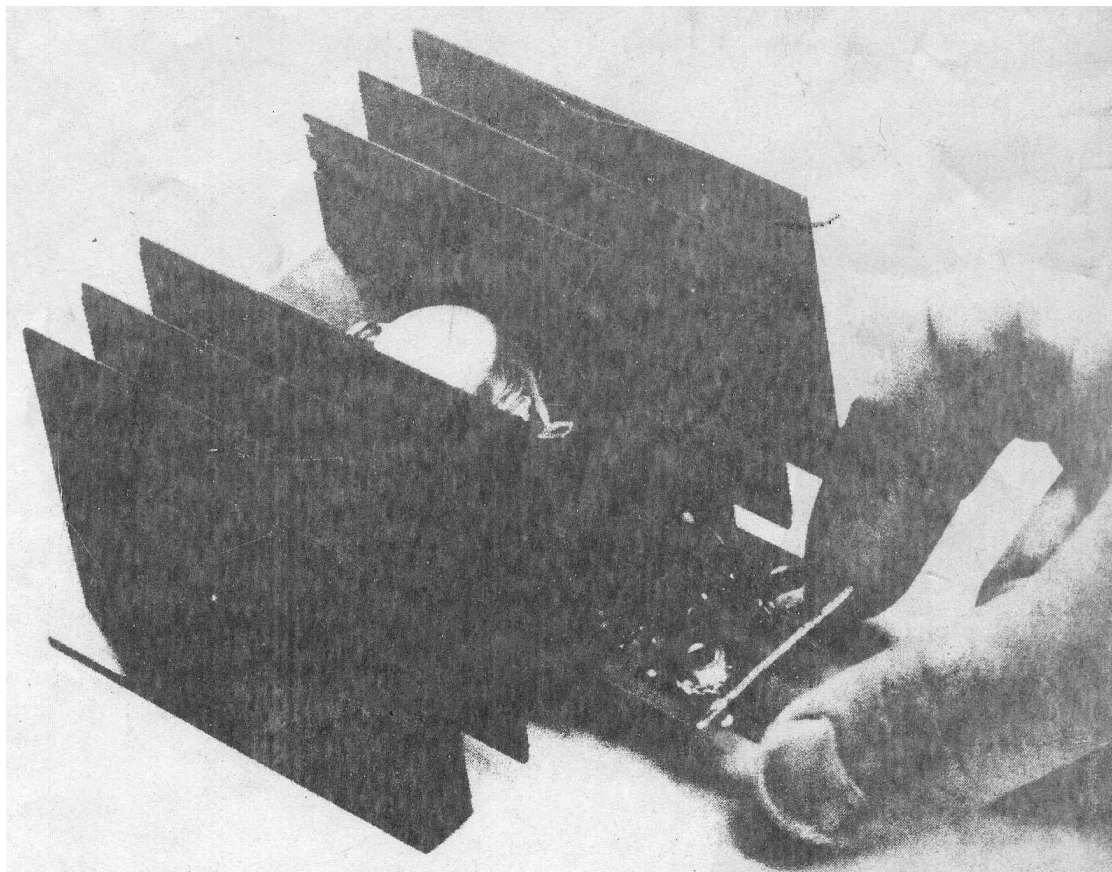


UN ALLUMAGE ÉLECTRONIQUE A TRANSISTORS

pour moteur à essence



L'ALLUMAGE par énergie selfique actuellement utilisé sur presque tous les véhicules dans sa version mécanique est aujourd'hui à peu près satisfaisant. mais il présente un certain nombre d'imperfections auxquelles l'insertion d'un montage électronique permet de pallier. Ces imperfections sont dues principalement à la nécessité d'interrompre des courants importants sur charge selfique, à une cadence élevée avec un

rupteur mécanique. Le problème a été partiellement résolu par un choix judicieux de la matière des contacts et par l'utilisation d'un condensateur en parallèle sur le rupteur. Cette protection du rupteur n'est cependant pas parfaite et un petit arc électrique se produit au moment de la séparation des vis platinées. Cet arc élève la température du métal et amène la fusion et la volatilisation d'une parcelle de métal qui se

transporte de la partie positive vers la partie négative. Le point de réglage de l'allumage dérive et il est nécessaire de procéder périodiquement à un nouveau réglage ou à l'échange des vis platinées. Ce phénomène est accentué par une usure mécanique de l'ensemble et par suite les performances du véhicule diminuent. L'utilisation d'un rupteur mécanique est aussi un inconvénient au moment du démarrage du moteur. Compte tenu

de l'ionisation qui apparaît entre les contacts, l'ouverture complète n'est pas instantané, elle s'accompagne d'une variation de résistance. L'évolution de cette résistance est dûment liée au régime de rotation du moteur. A très régime (démarrage et ralenti) la qualité de l'allumage se dégrade et provoque des instabilités, une baisse de rendement ainsi qu'une augmentation des polluants à l'échauffement.

L'utilisation d'un dispositif électronique permet de supprimer tous ces inconvénients par suite d'une indépendance des paramètres du transistor avec la vitesse de rotation du moteur. L'exposé qui suit permet, d'une part, de bien comprendre les précautions nécessaires à l'utilisation d'un transistor à la place des vis platiniées, et d'autre part de réaliser un allumage transistorisé très simple et économique. Ce montage peut être placé sur un véhicule

automobile sans aucune modification de l'équipement existant. Les principaux éléments d'un allumage par batterie sont représentés sur la figure 1. La batterie (E) fournit l'énergie au dispositif et le rupteur (R) entraîné par l'arbre à cames permet alternativement le passage et l'interruption du courant dans le primaire de la bobine (B). A chaque interruption du courant il apparaît au secondaire de la bobine une tension élevée, répartie à l'aide du distri-

buteur (D) sur la bougie correspondant au cylindre en compression. Une étincelle éclate entre les électrodes de la bougie et provoque un point chaud dans le cylindre. L'inflammation se propage ensuite dans la chambre de combustion. Le condensateur (C) protège le rupteur contre les étincelles dues à l'extra courant de rupture. Le rupteur et le distributeur couplés par l'arbre à cames, font partie d'une même pièce, l'allumeur. Cet allumeur

comporte, de plus, un système centrifuge de modification de l'avance du point d'allumage en fonction du régime du moteur, ainsi qu'un dispositif d'avance en fonction de la dépression-admission, c'est-à-dire, suivant la charge du véhicule. En fait, cette avance du point d'allumage par rapport au passage du piston à son point mort haut, est nécessaire, compte tenu de la faible vitesse de propagation du point de flamme dans le cylindre.

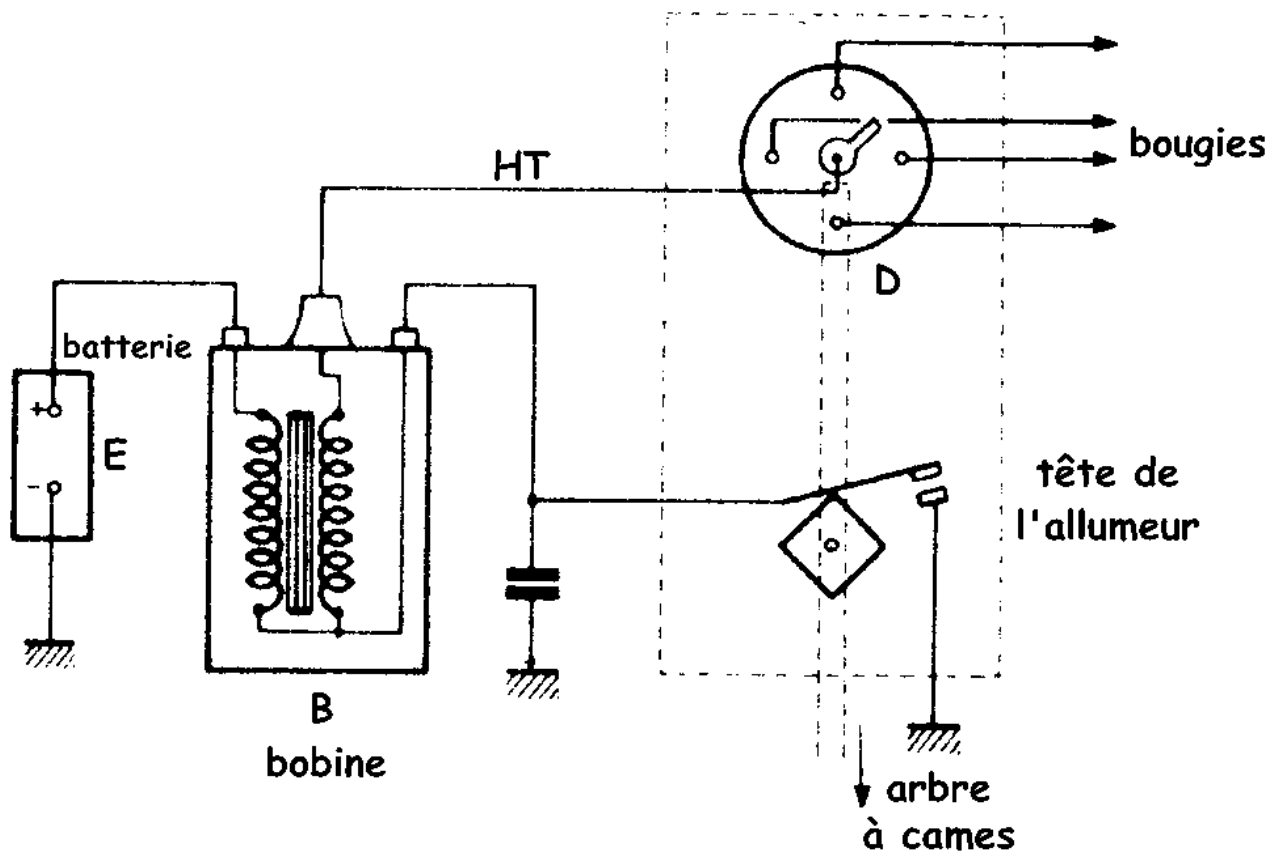


Fig. 1. - Principe

DESCRIPTION DU
FONCTIONNEMENT
DE L'ALLUMAGE
MÉCANIQUE
(fig. 2 et 3)

Pour l'explication détaillée du fonctionnement, nous utiliserons le schéma de la figure 2. Les différents chronogrammes sont représentés

sur la figure 3. Lorsque le rupteur (R) se ferme, le courant s'établit dans le primaire de la bobine avec une constante de temps suivant la loi :

$$I_p(t) = E/R (1 - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

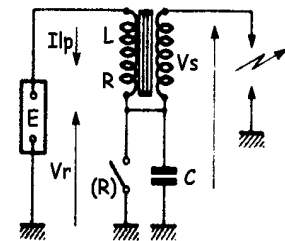


Fig. 2

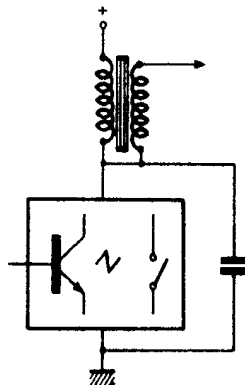


Fig. 4

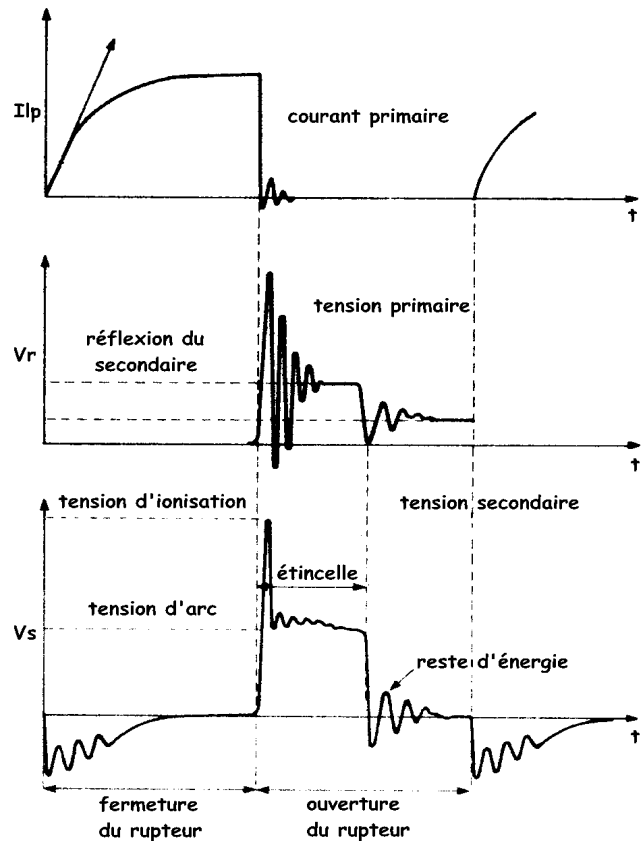


Fig. 3. - Oscillogrammes d'une bobine classique

L et R sont respectivement l'inductance et la résistance de la bobine. Supposons, qu'avant l'ouverture du rupteur, le courant dans la bobine soit arrivé à sa valeur maximale, cette hypothèse revient à admettre que le temps de fermeture du rupteur est au moins égal à trois constantes de temps, ce qui est vérifié

aux faibles régimes du moteur. A cet instant, l'énergie emmagasinée dans la bobine est maximale et a pour valeur:

$$E = 1/2 L (E/R)^2 = 1/2 L I_{2 \text{ max}}^2 \quad (2)$$

L'ouverture du rupteur provoque une surtension $U = -L di/dt$ freinée par

la charge de la capacité (C). Une haute tension apparaît au secondaire et l'étincelle éclate entre les électrodes de la bougie. La tension tombe ensuite à la valeur déterminée par l'ionisation. L'énergie stockée dans le primaire de la bobine est alors consommée dans l'étincelle. A la disparition de l'étincelle, le reste de

l'énergie est dissipé dans le primaire en régime oscillant. Pour les bobines d'allumage habituelles, le rapport de transformation est d'environ 100. Pour un écart des pointes de la bougie de 0,5 mm. la tension au secondaire est de l'ordre de 20 kV pour une surtension aux bornes du rupteur de l'ordre de 200 à 300 V.

**ALLUMAGE
TRANSISTORISÉ
LE TRANSISTOR
UTILISÉ COMME
INTERRUPTEUR (fig.4)**

Pour résoudre les problèmes posés par la commutation des forts courants dans la bobine, à fréquence élevée, il suffit d'utiliser un transistor comme interrupteur. La bobine d'allumage est placée dans le collecteur du transistor et la commande du courant de la bobine se fait en agissant sur la base. La commande peut s'effectuer à l'aide d'un capteur électronique ou du rupteur mécanique, mais, de toutes façons, il est nécessaire d'ajouter un transistor de commande, utilisé, soit comme

amplificateur, soit comme étage de mise en forme. Avec le transistor, la commutation du courant est plus rapide et ne présente pas de phénomène de rebond. Il est ainsi possible d'envisager la réalisation d'un allumage fonctionnant avec des courants de bobine plus importants.

**PROTECTION DU
TRANSISTOR (fig. 5)**

L'utilisation d'un interrupteur électronique améliore les performances de l'allumage, mais cet avantage ne doit pas faire oublier les limites de fonctionnement du transistor. Lorsque le rupteur s'ouvre, la tension oscillante qui apparaît aux bornes du primaire de

la bobine présente des alternances négatives très importantes, de l'ordre de 100 V. Ces tensions négatives ne sont pas admissibles par un transistor et il est nécessaire de placer une diode polarisée en inverse entre collecteur et émetteur. Cette diode est conductrice à chaque alternance négative.

Lorsque le transistor se bloque, la surtension aux bornes du primaire dépend de la résistance apparente du circuit c'est-à-dire, de la valeur de la charge existant aux bornes du secondaire (résistance d'étincelle). Plus l'écartement entre les électrodes de la bougie est grand et plus la tension est importante. Si l'étincelle n'existe pas

(Fil de bougie déconnecté) la tension collecteur-émetteur peut atteindre des valeurs de l'ordre de 800 V. Il faut donc limiter la tension sur le collecteur du transistor à une valeur inférieure à la tension de claquage du transistor. Pour cela, on choisit une diode Zener (Dz), dont la tension de coude est inférieure à la tension de claquage du transistor. Cette diode étant connectée entre le collecteur et la base, dès que la tension collecteur atteint la tension de coude de la diode zener, elle conduit, injecte un courant dans la base du transistor qui devient à nouveau conducteur. La tension est ainsi limitée par la diode zener.

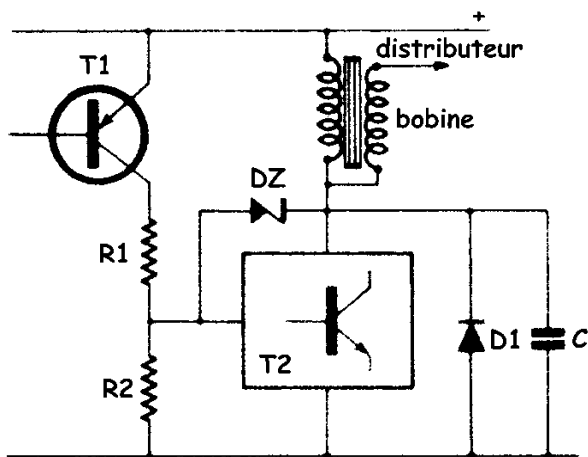
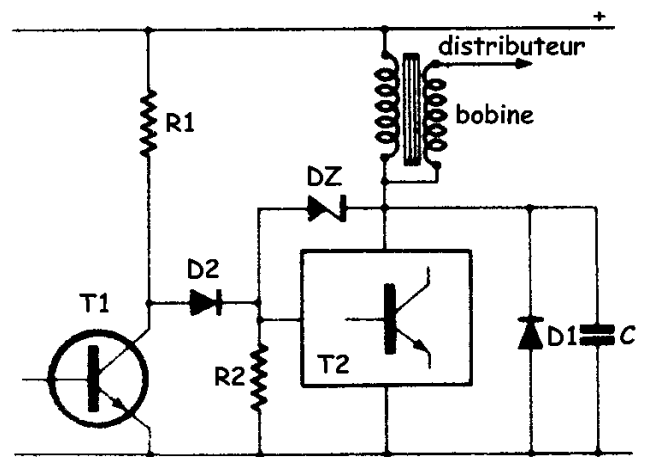


Fig. 5. - a) Commande par transistor PNP.



- b) Commande par transistor NPN.

APPLICATIONS ALLUMAGE TRANSISTORISÉ

Bien que le circuit de la figure 6 corresponde au montage le plus simple qu'il soit possible d'intercaler entre les vis platinées et la bobine d'allumage, il améliore les performances du moteur. L'utilisation d'un transistor (T2) à grand gain du type Darlington (TIP662) permet de limiter la de la résistance R1 ainsi sa puissance dissipée. D'autre part, ce transistor dont la tension d'avalanche est supérieure à 400V et dont le courant de collecteur peut atteindre 10A, a été spécialement développé par la société Texas-Instruments pour la commande des bobines d'allumage. La

diode intégrée dans le boîtier de ce transistor est capable de dissiper en conduction la même puissance que le transistor.

Il est donc possible d'inverser par erreur les fils d'alimentation aux bornes de l'ensemble bobine et transistor, sans dommage pour ce dernier. La protection du reste du montage contre l'inversion possible de tension est assurée par la diode D1. Les vis platinées commandent directement le transistor T1 utilisé comme étage inverseur. Grâce à la résistance R1, il circule à travers le rupteur un courant d'une centaine de milliampère, ce qui empêche l'encrassement des contacts. L'ensemble est monté sur une plaquette de circuits

imprimés dont les dimensions permettent de la glisser dans les rainures d'un radiateur, spécialement prévu pour ce type de montage (fig. 7,8 et 11). L'ensemble réalisé est très compact et peut être facilement logé dans le compartiment moteur d'une voiture. Les modifications de câblage à effectuer sur le véhicule sont très simples et schématisées sur la Figure 10. Les tracés en pointillés représentent les anciennes connexions et les tracés en traits gras les nouvelles, connexions à établir. Il est préférable lorsque cela est possible de connecter la masse du montage directement au pôle négatif de la batterie. Cette modification rendue possible par l'électronique permet d'éviter la chute

de tension dans la tôle de la carrosserie, et par suite de compenser la tension de saturation du transistor. Le transistor est monté sur le radiateur, et doit être isolé de celui-ci à l'aide d'une plaquette isolante en mica. De plus, il est préférable d'isoler aussi le boîtier du transistor de façon à protéger un opérateur d'un contact malencontreux avec la haute tension. Compte tenu des variations importantes de température qui peuvent se produire dans le compartiment moteur, il est important d'utiliser des composants de bonne qualité, si possible choisis dans la gamme de température 40°C à 125°C.

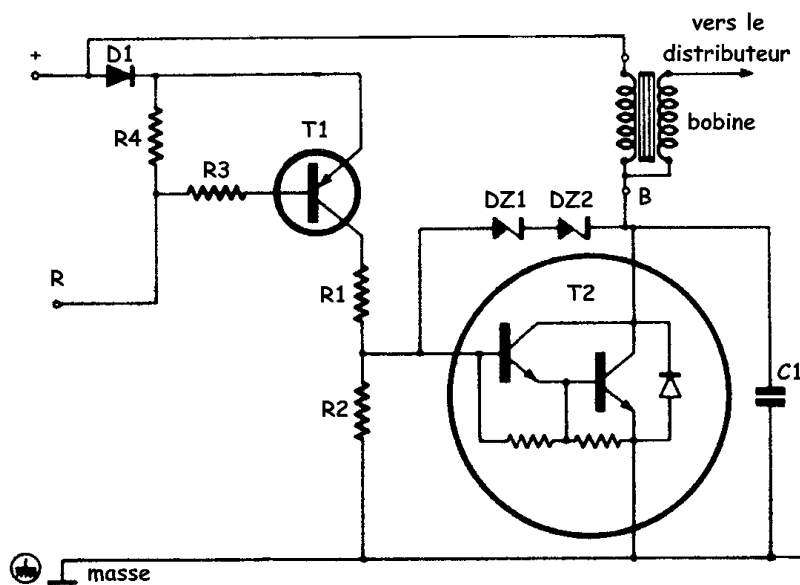


Fig. 6. - Allumage transistorisé simplifié.

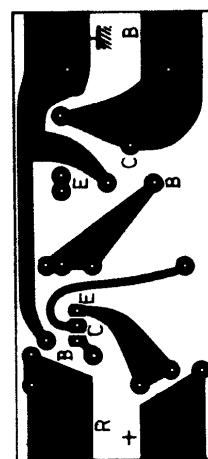


Fig. 7a. - Allumage transistorisé, (circuit imprimé et implantation).

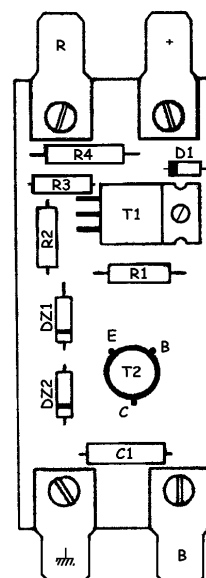


Fig. 7b.

C1 : 0.22mf 400 V
DZ1 : DZ2 : 1S3180A
R1 : 68 R 4 W
R2 : 100 R

R3 : 1 K
R4 : 68 R 4 W
D1 : 1N4003
T1 : TIP32 Texas
T2 : TIP662 Texas

ALLUMAGE À DURÉE CONSTANTE

La figure 11 représente un montage un peu plus compliqué. Ce montage a l'avantage sur le précédent de fournir une étincelle plus énergétique pour des régimes de rotation élevés. Dans le cas de l'utilisation directe des vis platinées, la durée d'établissement du courant dans la bobine est d'environ la moitié de l'intervalle de temps qui sépare deux allumages. Pour un moteur fonctionnant à des

régimes de rotation élevés, ce temps est insuffisant pour permettre au courant dans la bobine d'atteindre sa valeur maximale. En effet, le temps de fermeture des vis platinées est du même ordre de grandeur que le temps de montée du courant. Les transistors T3 et T4 du montage de la figure 11 constituent un monostable délivrant une impulsion de durée fixe, destinée au blocage du transistor de puissance T2. La durée de l'impulsion est réglée à une valeur minimale de

500 micros-secondes correspondant à la durée maximale de l'étincelle. De cette façon le temps d'établissement du courant dans la bobine est largement augmenté et par suite l'énergie disponible à chaque allumage est plus élevée. D'autre part, les capacités de filtrage C1, C3 et C4, et l'alimentation par une tension de 6V du monostable avec une diode zener rendent le montage insensible aux variations de la tension de la batterie et aux rebondissements

qui se produisent au niveau des vis platinées.

Pour le montage mécanique, la même technique est utilisée, mais cette fois avec deux plaques de circuits imprimés. Pour une bonne protection de l'ensemble contre les vibrations mécaniques, il est possible de l'enrober dans une résine souple. Les sorties sont alors effectuées soit sur cosses, soit à l'aide de fils comme pour le montage précédent.

J-C PERRIN

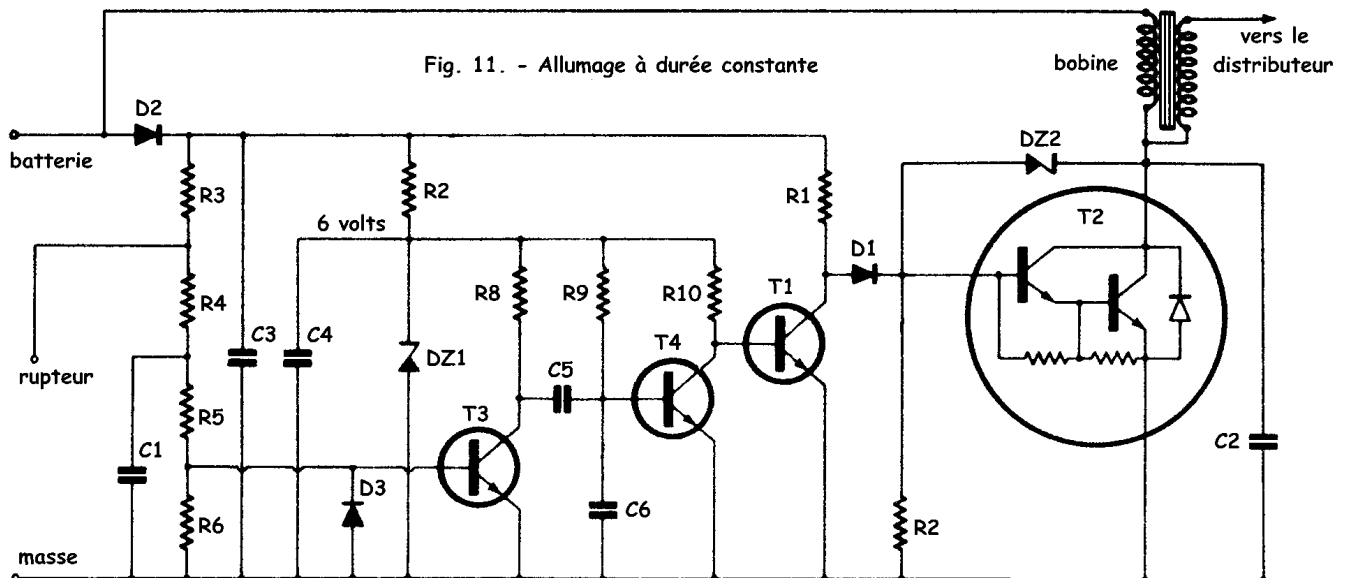


Fig. 11a.

C1 : 1mf 25 V papier

C2 : 0.22mf 400 V papier ou 2 x 0,1mf

C3 : 1mf 25 V polarisé

C4 : 1mf 25 V polarisé

C5 : 0.22mf 25 V papier ou 2 x 0,1mf

C6 : 10nf 25 V papier

DZ1 : Zener 6 volts 1W

DZ2 : Zener 350 volts 1 W (2x Zener 180v 1W)

D1 : 1N4003

D2 : 1N4003

D3 : 1N4003

R1 : 68 R 3 W

R2 : 100 R 1/4 W

R3 : 100 R 3 W

R4 : 1 K 1/4 W

R5 : 1 K 1/4 W

R6 : 1 K 1/4 W

R7 : 100 R 3 W

R8 : 470 R 1/4 W

R9 : 2,7 K 1/4 W

R10 : 470 R 1/4 W

T1 : 2N2219A Texas

T2 : TIP662 Texas

T3 : 2N2222A Texas

T4 : 2N2222A Texas

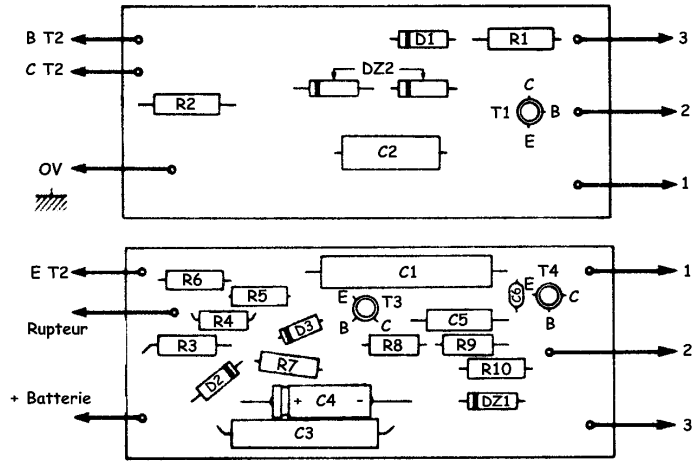
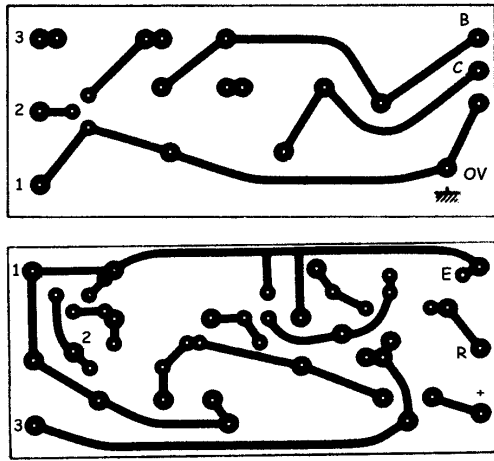


Fig. 12. - Allumage à durée constante. Circuit imprimé et implantation.

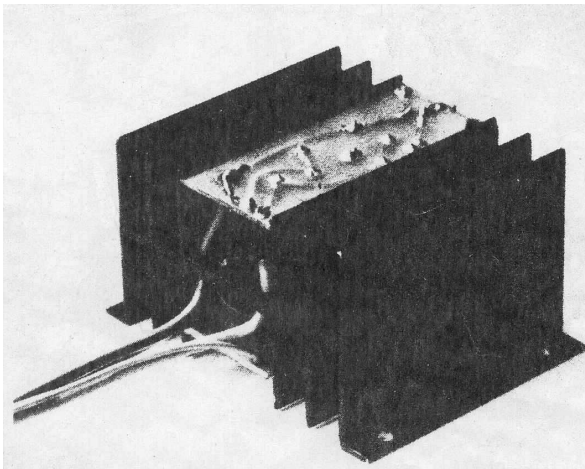


Fig. 13. - Allumage à durée constante.

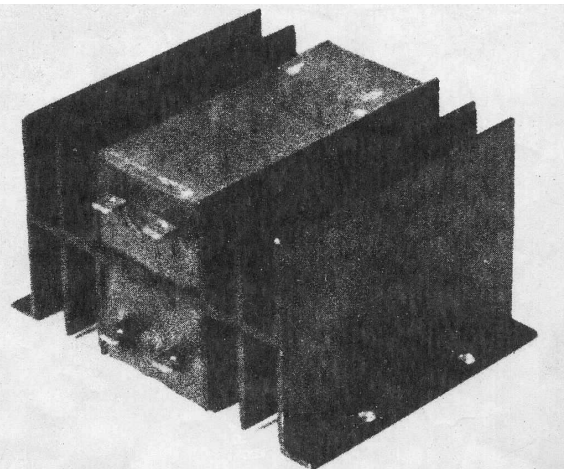


Fig. 14. - Circuit complet avec enrobage.

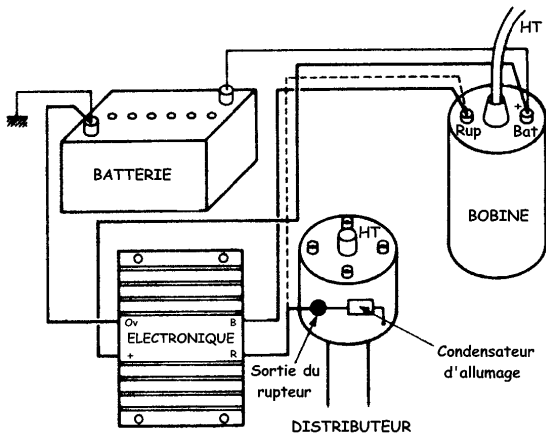


Fig. 9. et 10. - Positionnement de la plaque sur le radiateur. Installation du bloc électronique

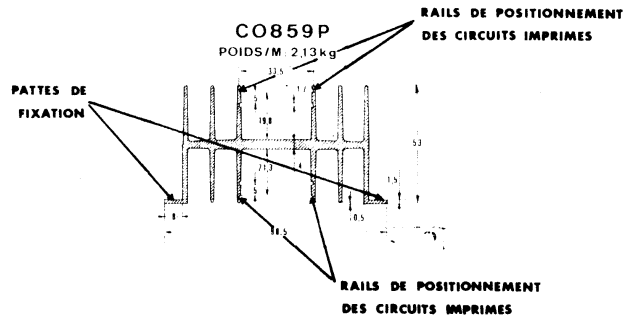


Fig. 8. - Radiateur utilisé SEEM référence (CO859P) en 75 mm de long.

**VERSION RÉDUITE
POUR MOTO**

La partie électronique est identique au schéma de la figure

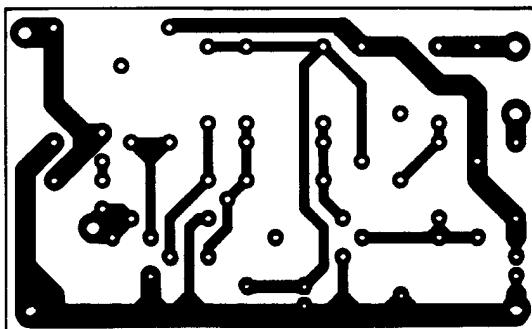
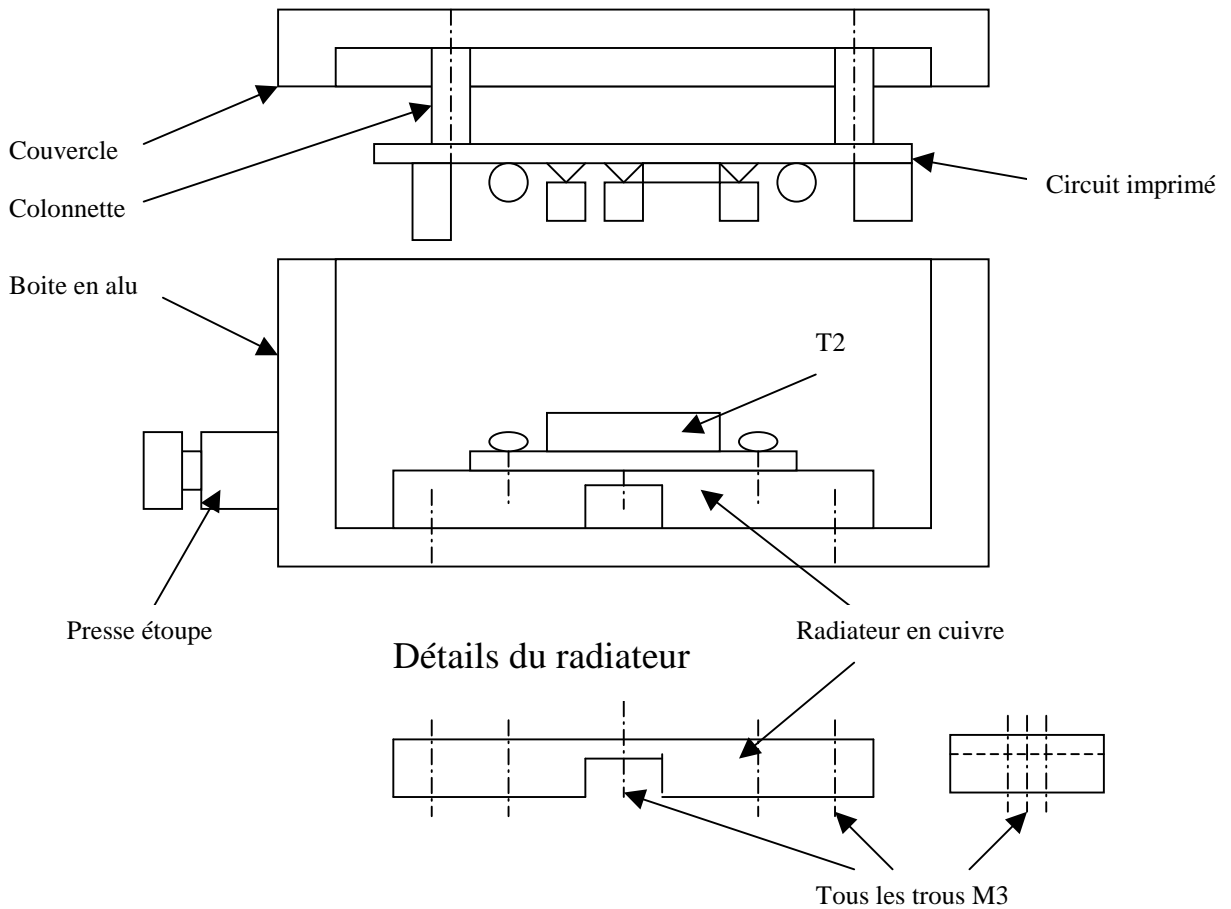
11, mais le circuit imprimé a été réimplanté pour réduire la surface de la carte, afin de pouvoir loger cette carte dans un

boîtier étanche en aluminium. Ce boîtier permet de servir de radiateur pour le transistor de commande de la bobine.

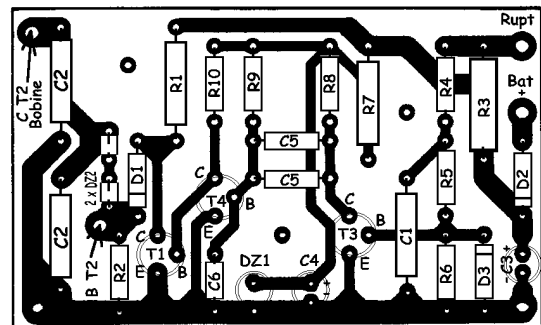
La sortie de câble se fait par un presse étoupe.

Fédérico LA MOTO

Montage dans le boîtier



Circuit nouvelle version MOTO face sur cuivre



Implantation composants version MOTO