

# REGULATEUR ELECTRONIQUE DE TENSION

## pour le contrôle de l'excitation de dynamos 12 V

(cette réalisation fait suite aux articles publiés dans La Vie de l'Auto n<sup>os</sup> 934, 935, 1118)

### Deux objectifs :

1. Le premier objectif était d'utiliser l'électronique pour contrôler automatiquement et sans risque de dérèglages ultérieurs l'excitation de deux dynamos très dissemblables :

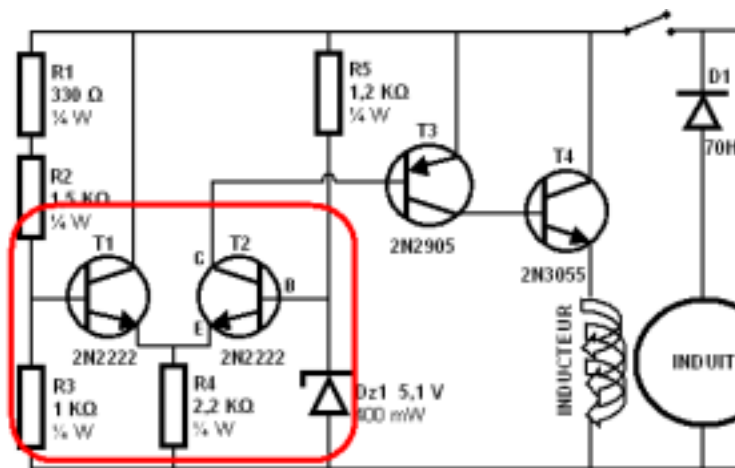
- une 6 volts d'origine mais fonctionnant en 12 v, équipant une 5HP Citroën 1925,
- une dynamo 12 volts de forte puissance, installée sur une Jeep 1943, «ex-radio».

2. Le second objectif visait à conserver au mieux les caractéristiques d'encombrement et l'aspect visuel du régulateur équipant la Jeep.

**Note importante :** ce montage concerne les dynamos à excitation séparée. En l'occurrence, le 3<sup>ème</sup> balai (auto-excitation) de la dynamo de la Citroën a été supprimé, et la bobine inductrice n'est maintenant alimentée que par la borne « EXCitation » située à l'extérieur de cet appareil.

### Problème :

Après les courriers émis par plusieurs lecteurs et les intéressants échanges d'idées y faisant suite, il s'avère que quelques composants de l'excellent schéma publié sous la plume de Thierry Piou ne résistent pas, quelquefois, aux contraintes engendrées par certains types de dynamos. En particulier, lors de brutales montées en régime suivies d'un retour immédiat au ralenti, on observe le claquage du transistor référencé «T2» (2N2222) sur le schéma paru dans le n° 1118 de LVA. (*Photo 1*)



Les transistors T1/T2 constituent un amplificateur différentiel.

Ce type de montage tend à rendre égal le potentiel des bases des transistors T1 et T2.

Le potentiel de la base de T2 est rendu constant par la présence de la diode Zener, c'est à dire que cette base ne subit pas les variations de tension de la batterie. Grâce au diviseur de tension constitué par l'ensemble [R1, R2, R3], pour une tension de charge de 14,4 volts, le potentiel de la base de T1 est proche de 5,1 volts.

Si la tension aux bornes de R3 diminue (la tension « batterie » diminue) le potentiel de la base de T1 diminue, le potentiel des émetteurs de T1/T2 va diminuer, la tension base-émetteur de T2 augmente, et, par conséquent, le potentiel du collecteur de ce dernier va diminuer entraînant une augmentation du courant dans T3/T4, et donc dans l'inducteur de la dynamo.

La tension de charge de la batterie va alors augmenter et le potentiel de la base de T1 également de façon à tendre vers les fameux 5,1 V de la diode zéner qui sert de référence de tension, puis le cycle recommence. Le phénomène inverse se produit lorsque la tension de batterie devient trop élevée (moteur à plein régime par exemple).

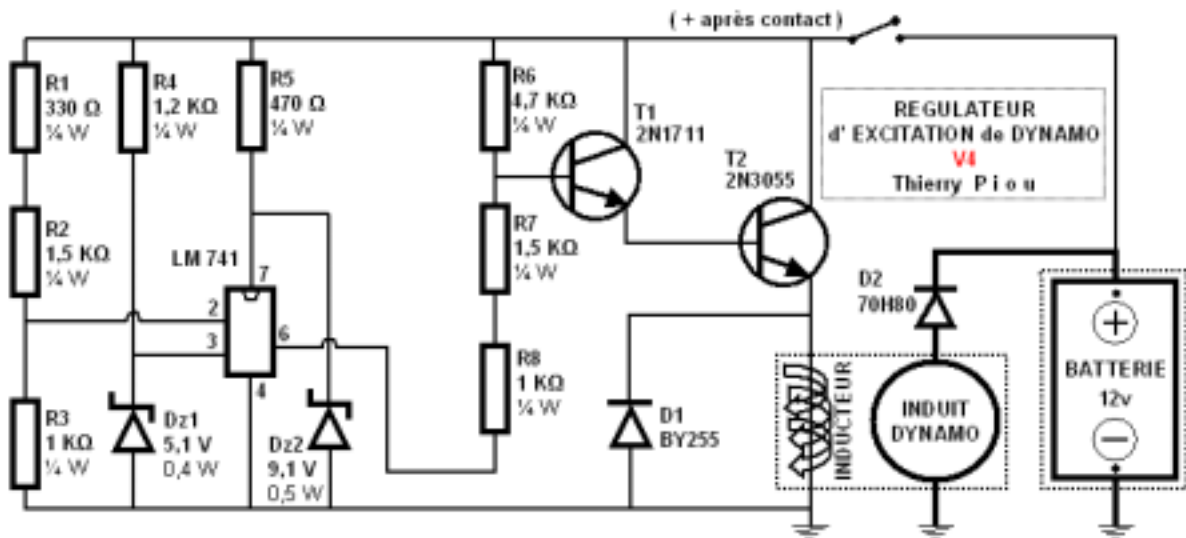
Mais il s'avère que T2 se montre très vulnérable aux phénomènes de self-induction occasionnés par les bobinages de certains types de dynamos.

## Solution :

Plutôt que de travailler en mode de pilotage continu (asservissement constant et continu de l'excitation de la dynamo par la tension relevée aux bornes de celle-ci), il a été envisagé de travailler en mode tout ou rien, comme le fait un régulateur électromécanique classique à palettes et électro-aimants.

Dans ce but, un circuit intégré remplace l'amplificateur différentiel constitué par le couple de transistors T1 et T2 (2N2222) et la diode zéner Dz1 du schéma du n°1118.

Le schéma modifié utilisant un circuit intégré (LM741) se présente ainsi : *(Photo 2)*



## Avantages :

Simplification du circuit de commande, gain de place, fiabilité accrue envers les anciens T1 et T2 (2N2222) des montages précédents, dont les caractéristiques pouvaient varier sensiblement selon leur provenance et qu'il pouvait être ardu d'appairer avec précision. Ce montage, conçu pour être confronté à d'importants phénomènes de self-induction inhérents à la technologie des dynamos, assure efficacement la protection des composants par rapport aux schémas précédemment publiés.

## Principe de fonctionnement :

Le cœur de ce montage est constitué par un amplificateur opérationnel qui n'est ni plus ni moins qu'un amplificateur différentiel optimisé contenant environ 30 transistors et... «tout ce qu'il faut autour». Cet amplificateur opérationnel fonctionne en comparateur (tout ou rien). Lorsque la tension (*[\\*voir note en fin de texte](#)*) aux bornes de R3 (broche 2 du Circuit Intégré) est inférieure à la tension de référence délivrée à la broche 3 du CI par la diode zener Dz1(5,1volts), la tension fournie par la broche 6 du CI au transistor T1 est voisine de 9 volts. Par contre, si la tension aux bornes de R3 augmente et dépasse la tension de référence de la zener, alors la broche 6 ne délivre plus rien à T1. L'ensemble [R5.Dz2] permet de stabiliser l'alimentation du CI alors que D1 protège d'éventuelles surtensions issues de la self-induction à la borne de l'inducteur de la dynamo, sécurisant ainsi le transistor T2.

## Réalisation :

Un prototype a été réalisé selon la méthode du «câblage en l'air», de façon à pouvoir être modifié très facilement lors des mises au point. (*Photo 3*)



Cette étape a vu naître une parfaite collaboration entre le concepteur (Thierry) et le « réalisateur – expérimentateur » (Alain). Après une série de plusieurs essais, mesures, composants grillés, déceptions, puis d'améliorations du modèle, il fut décidé de passer à la réalisation finale, le prototype apportant alors entière satisfaction.

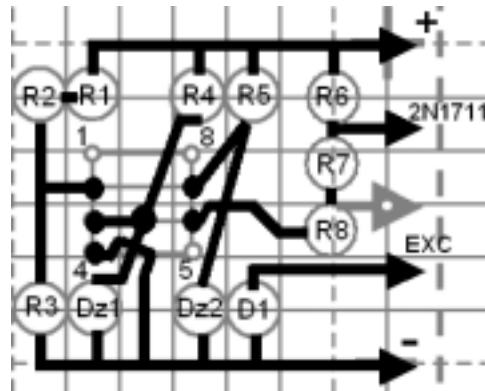
Tout d'abord, un régulateur électro-mécanique hors d'usage a été tronçonné à la disqureuse, et la coupe aplanie à la lime, au ras des rivets de fixation des pattes DYN, BAT, EXC qui sont conservées. (*Photo 4*)



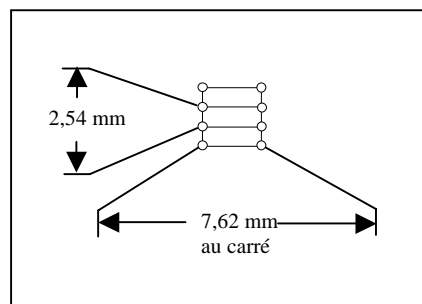
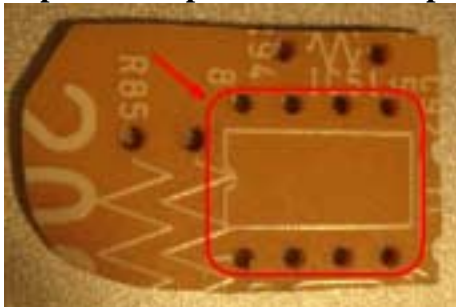
Un trait de scie à métaux pratiqué dans le radiateur sur lequel est fixé le transistor de puissance 2N3055 permet l'insertion d'une plaquette époxy supportant les composants.

Prendre soin d'isoler ce radiateur de la masse en plaçant un morceau d'époxy entre « bâti » et radiateur. Penser aussi à isoler les vis de fixation du transistor !

Percer un trou de diamètre 8,2mm dans le radiateur, pour y enfoncer (sans trop forcer!) le transistor 2N1711. (Photo 5) (Photo 6)



Les composants (résistances, diodes, support du CI) seront mis en place (par exemple, comme sur ce plan en vue de dessus) sur une plaquette d'époxy de 4x3cm. (nota : il serait judicieux de fabriquer un gabarit de perçage pour les pattes du support du circuit intégré, en prélevant un bout de circuit imprimé de récupération sur lequel était implanté -ou prévu- un tel composant). (Photo 7) (Photo 8)



sinon ...

Ensuite, glisser la plaquette époxy dans la fente du radiateur, connecter les transistors au circuit. (Photo 9) (Photo 10)



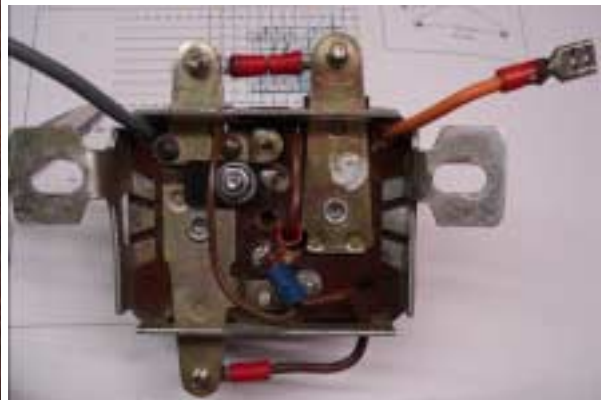
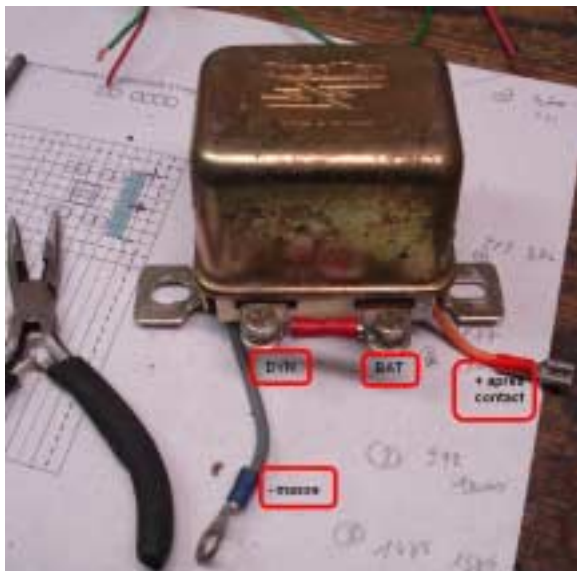
Il faut maintenant positionner une diode de puissance (70H80) en sortie de la dynamo, pour éviter le retour du courant de la batterie vers la dynamo. *(Photo 11)*



Cette diode doit pouvoir supporter des courants de 40 à 50 ampères (cela dépend du type et de la puissance de la génératrice) et des tensions inverses de l'ordre de 400 à 500 volts.

Attention ! la diode est fixée directement sur le radiateur qui devient (quand la dynamo fonctionne) positif par rapport à la masse. Bien vérifier la fixation du radiateur sur la borne de sortie de la dynamo, et l'absence de contact avec le corps de celle-ci, ou avec tout autre élément métallique environnant.

Réaliser une liaison entre les bornes DYN et BAT du bâti du régulateur, permettant de connecter directement la sortie dynamo sur la batterie (la diode 70H80 évitant le retour de batterie vers la dynamo), et câbler l'alimentation du circuit par une prise de masse et un + après contact (par exemple, borne + de la bobine d'allumage). *(Photo 12) (Photo 13)*



Les transistors émettant des calories, il peut s'avérer judicieux de percer quelques trous d'aération dans le capot du régulateur, à la base de sa face inférieure, et aussi en position haute (mais à l'abri des projections de boue ou d'eau pouvant être envoyées par les pales du ventilateur du véhicule). *(Photo 14)*



### Variantes de montage suggérées :

- Pour « lisser » le signal issu de l'amplificateur opérationnel, et pour limiter les pointes de courant, un condensateur de  $1 \mu F$  peut être ajouté entre la jonction R7.R8 et le + , ainsi qu'un condensateur de  $100 \mu F$  environ aux bornes de D1 (ou, ce qui revient au même, entre excitation et masse).

- Pour adapter le montage aux différents types de dynamos asservies, la valeur de R6 peut être abaissée à 2,7 k ohms, que l'on complètera alors par une résistance ajustable de 2,2 k ohms (de très bonne qualité) montée en série avec R6.

### Résultats :

**Totale satisfaction !**

comme en atteste le tableau suivant : *(Photo 15)*

	à l'arrêt	début de charge	en charge
U bat	11,99 v	12,45 v	13,25 v
U exc	9,24 v	10,11 v	10,64 v
Broche 6	9,09 v	9,08 v	8 à 9 v
Broche 2	4,15 v	4,42 v	4,70 v
Broche 3	4,70 v	4,74 v	4,74 v
Broche 7	9,51v	9,54 v	9,17 v

## Nomenclature :

Toutes les résistances seront de puissance 1/4 de watt, à couche de carbone.

R <sub>1</sub> = 330 Ω	orange, orange, marron	
R <sub>2</sub> = 1,5 kΩ	marron, vert, rouge	(* voir note «tension de sortie» ci-dessous)
R <sub>3</sub> = 1 kΩ	marron, noir, rouge	
R <sub>4</sub> = 1,2 kΩ	marron, rouge, rouge	
R <sub>5</sub> = 470 Ω	jaune, violet, marron	
R <sub>6</sub> = 4,7kΩ	jaune, violet, rouge	(** voir, plus haut, «variantes suggérées»)
R <sub>7</sub> = 1,5 kΩ	marron, vert, rouge	
R <sub>8</sub> = 1 kΩ	marron, noir, rouge	

CI = amplificateur opérationnel LM741 en boîtier dip 8 broches  
un support « tulipe » 8 broches pour ce circuit intégré

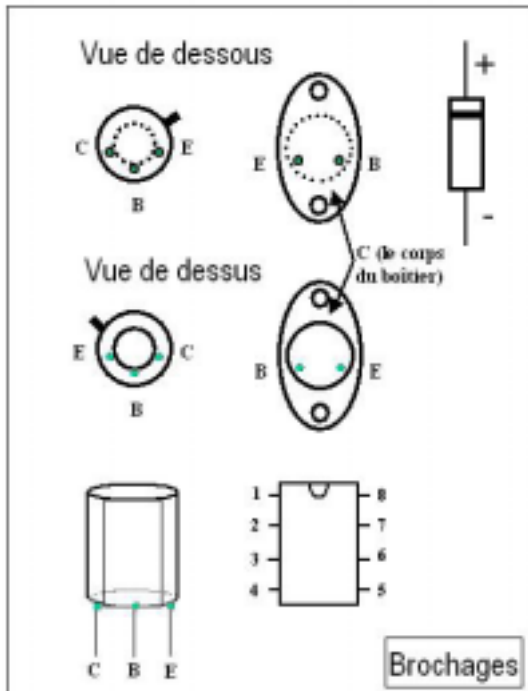
Dz<sub>1</sub> = diode Zener stabilisatrice 5,1 V 400 mW  
Dz<sub>2</sub> = diode Zener stabilisatrice 9,1 V 500 mW  
D<sub>1</sub> = BY255 ou équivalent  
D<sub>2</sub> = 70H80 ou équivalent

T<sub>1</sub> = 2N1711  
T<sub>2</sub> = 2N3055

un radiateur pour T2 (cotes approximatives : long = 6cm, larg = 4cm, haut = 2cm)  
environ 10 cm<sup>2</sup> d'époxy

et une once de patience et de doigté.

**\* Note sur la tension de sortie**  
(cf. principe de fonctionnement)



(Photo 16)

*Le régulateur a été conçu pour que la dynamo délivre une tension théorique de charge de la batterie limitée à 14,43 volts.*

*Ce montage tend à rendre égales les tensions présentes aux entrées 2 et 3 du circuit intégré. Celle de la broche 3 est fixe, contrôlée par la diode zener. Celle de la broche 2 varie en fonction de la tension de charge, et est déterminée par le diviseur de tension constitué par les résistances [R1R2R3] selon la formule :*

$$U_{bat} = V_z \times \left[ \frac{R1+R2}{R3} + 1 \right]$$

*dans laquelle V<sub>z</sub> est la tension de référence fournie par la diode Zener Dz1*

$$\text{Soit : } 5,1 \times \left[ \frac{330+1500}{1000} + 1 \right] = 14,43$$

*Au besoin, on pourrait être amené à remplacer la résistance R2 par un potentiomètre permettant d'ajuster la tension à la broche 2 du CI, donc de régler -dans une plage de valeurs restreinte- la tension maximale de charge de la batterie.*