

Cette analyse a commencé quand on m'a confié un régulateur Selectronic en panne (I.G. Motos, l'institut Gériatrique des motos). La panne a été très rapidement trouvée et corrigée, je ne m'attendais pas à des suites d'une telle ampleur et je comptais simplement m'en arrêter là, sans analyse plus profonde !

## 1 Régulateur N°1 Selectronic en panne, pour Dynamo 6V 60W LUCAS

### 1.1 extrait du catalogue Selectronic, mai 2012

Accueil / Régulateur de dynamo version 6V avec + au chassis

 <p>Réf. 3800-6PM</p>	<p><b>Régulateur de dynamo version 6V avec + au chassis</b></p> <p>Pour toute moto classique</p> <p>S'intègre directement dans le boîtier LUCAS d'origine</p>	<p><b>14,90 €</b></p> <p>En Stock : 77</p> <p>Garantie 1 an</p> <p>Quantité : 1</p> <p>Envoyer</p> <p>Imprimer</p> <p>Envoyer</p> <p>Ajouter à mes envies</p>
--	---	---

En décembre, il en reste 61 et le prix monte à 15,90. En janvier 2013, il en reste 60 et le prix a baissé à 12,72 en mai 2013 il en reste 52 à 15,90 ; en janvier 2014 il en reste 36 à 16,50€ ; fin septembre 2014 il en reste 16 à 17,90€. Le dernier régulateur a été en vente jusqu'au 15/01/2016. Depuis, il a disparu du catalogue, enfin !

Vous êtes ici : Accueil Selectronic.fr / Régulateur de dynamo version 6V avec + au chassis

 <p><b>Selectronic</b></p> <p>Ressources :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notice Régulateur de dynamo version 6V avec + au chassis.</li> </ul>	<p>SELECTRONIC</p> <p><b>Régulateur de dynamo version 6V avec + au chassis</b></p> <p>Pour toute moto classique</p> <p>S'intègre directement dans le boîtier LUCAS d'origine</p>	<p><b>17,95 €</b></p> <p>1 Ajouter</p> <p>Réf. 3800-6PM</p> <p>Disponibilité internet</p> <p>Arrivage en cours , expédition prévue dans + 2 semaines</p> <p>Réserver : Commandez aujourd'hui, ce produit vous sera réservé et expédié dans + 2 semaines.</p> <p>Etre alerté : Si vous voulez être alerté par email de la disponibilité de ce produit, <a href="#">cliquez-ici</a></p> <p>Disponibilité magasins</p> <p>Lille : non disponible</p> <p>Paris : non disponible</p> <p>Droit de retour : 14 jours</p>
---	--	---

Le dernier régulateur

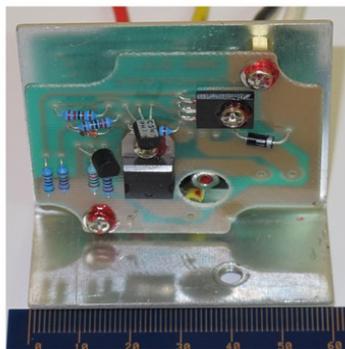
Bien que la base du régulateur ressemble à une adaptation sur une embase de MCR2 Lucas, Selectronic ne spécifie pas le type du régulateur ni la dynamo, ni les courants max utilisables (lien entre dynamo et excitation : on augmente la tension en mettant le fil d'excitation à la masse ou à la batterie, il y a deux possibilités incompatibles) « pour **toute** moto classique » qu'ils disaient!

On m'a confié ce régulateur en panne, pour réparation et avis

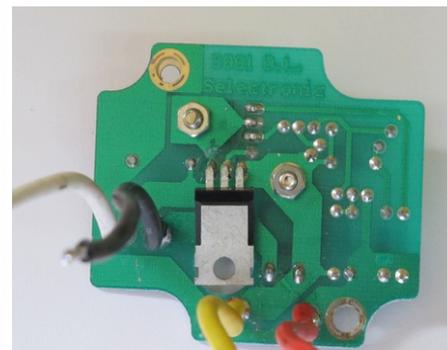
## 1.2 Vue générale



Vue extérieure, radiateur



vue extérieure PCB face composants



Vue PCB face pistes

## 1.3 Fonction

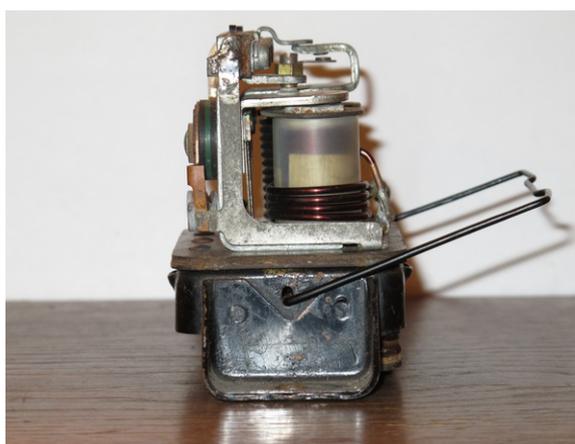
C'est un régulateur pour dynamo 40 ou 60W de moto anglaise (positif à la masse)

L'application typique est la dynamo E3L 6V 60W, dont j'ai fini par trouver les caractéristiques (docs de J Gardner et de B Hancock). Débit dans la charge 8,5A à 7,85V (7V environ au niveau batterie), courant d'excitation : 2,8A max.

Il se peut que le régulateur soit prévu pour d'autres dynamos ou d'autres courants, Selectronic est silencieux à ce sujet. Elle peut aussi réguler la dynamo E3H ou E3N (40W)

La question du remplacement d'un régulateur électromagnétique ne se pose pas pour moi. Le régulateur Lucas vibre à 100Hz avec seulement une résistance d'une cinquantaine d'ohms pour étouffer l'étincelle (mais elle subsiste toujours un peu et use le contact) La vibration à 100Hz use mécaniquement les contacts et les axes (ce sont ici des axes virtuels : c'est le point milieu de la flexion d'un ressort, comme les vieilles pendules) et il ne faut plus espérer aujourd'hui un fonctionnement fiable et de longue durée : 100Hz, ça fait quand même un million de vibrations en moins de trois heures, mais ce n'était quand même pas fait pour durer cinquante ans !

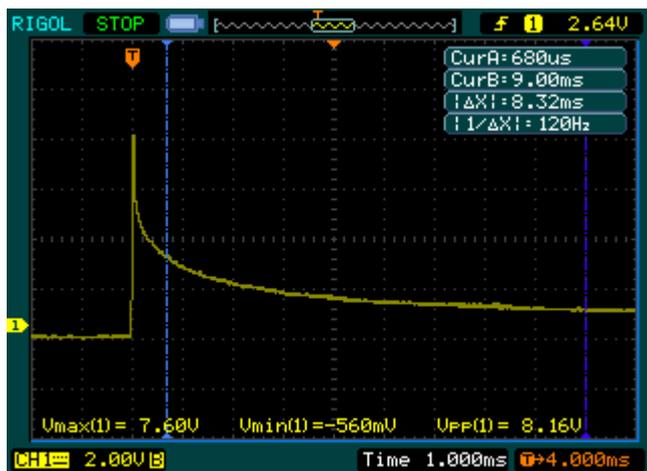
Par contre le régulateur était sérieusement construit, et les réglages ne se font pas par torsion de lamelles (ce qui garantit que, dès la première intervention, les contacts ne sont plus à plat et en accélère donc l'usure) mais par vis et écrou/contre-écrou, du sérieux, quoi. Le problème le plus important est qu'on ne trouve plus de contacts de remplacement. Autre problème d'usure : la présence d'une compensation de tension en fonction de la température par des bilames, ce qui est une très bonne chose pour la batterie qui ne doit pas être chargée à la même tension par temps froid ou chaud, mais amène à une fatigue mécanique par fissures entre les deux métaux après « un certain temps ». De plus ce régulateur limite le courant de sortie dynamo.



Régulateur électromécanique Lucas

Remplacer par un régulateur électronique, OK, mais encore faut-il que le régulateur électronique soit bien conçu et bien fait.

Le régulateur MCR2 permet un fonctionnement à « haute » fréquence » (100Hz) car la constante de temps de l'inducteur est faible (moins d'une milliseconde) la commande par le Selectronic avec une seule diode 1N4001 en roue libre donne un temps de récupération de la bobine de plus de 150ms (fonctionnement à moins de 8Hz), ce qui cause une amplitude du courant d'excitation plus importante donc de l'ondulation de courant (ripple current), mauvaise pour la batterie.

avec résistance 55 ohms. TC=680 $\mu$ s

avec une diode 1N4001. TC=150ms

## 1.4 Composition du Selectronic

### 1.4.1 circuit imprimé

Simple face doré epoxy avec VEB (vernis Epargne Brasure)

ref 3801 D.L. Selectronic = **bien fabriqué**. Certaines distances d'isolement entre pistes cuivre sont un peu faibles alors qu'il n'y a aucun problème de place sur ce PCB, mais ces distances d'isolement sont recouvertes par le VEB = OK tant que le VEB n'est pas abîmé. Plages de brasures dorées = OK (parce que la quantité de brasure déposée est suffisante pour diluer à un niveau acceptable les intermétalliques or-étain) PCB = Printed Circuit Board = circuit imprimé. Un PCB double face aurait éventuellement permis une meilleure tenue des composants traversants, mais pas absolument indispensable.

Le circuit est nettoyé des restes de flux de brasure après brasage des résistances et petites diodes, puis on observe clairement l'intervention d'une seconde étape de fabrication (fils, TIP41), pas de nettoyage du flux à cette étape. Pas de protection générale par vernis.

### 1.4.2 Branchements

Rouge = + batterie = chassis (connexion E : Earth)

Noir = - batterie (connexion A : ammeter) relié à la batterie via l'ampèremètre

Blanc = excitation (connexion F : Field)

Jaune = sortie dynamo (connexion D : dynamo)

Une diode relie les fils jaune et noir, empêchant la circulation du courant de la batterie vers la dynamo, la transformant en moteur ou la grillant. Tout le courant de charge batterie passe par elle.

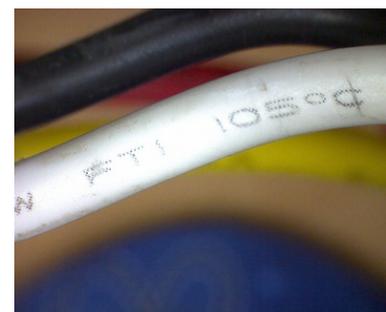
### 1.4.3 Fils, passage des fils

Sortie par fils diam isolant 3mm fil 16AWG = 1,29mm diam 1,31 mm<sup>2</sup>, tenue 105°C

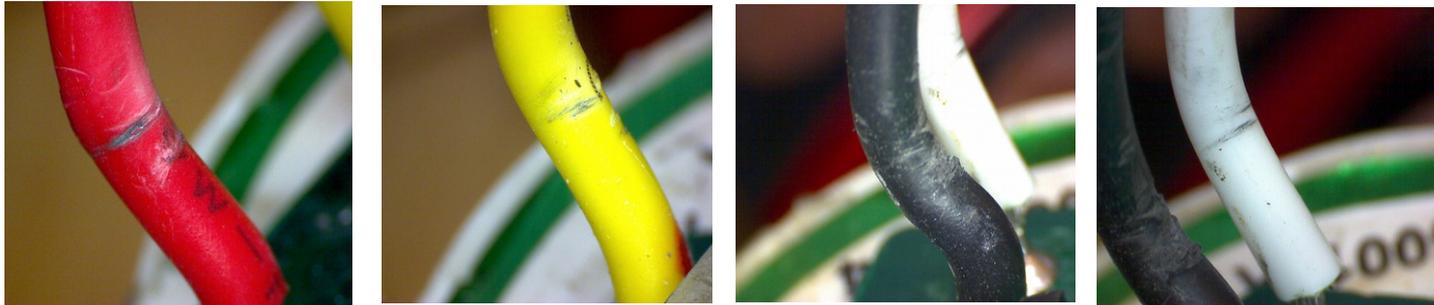
fil de bonne qualité, enregistré Underwriter's Laboratories, peut-être en PER (polyéthylène réticulé)?, fil qui tient une température supérieure au PVC, et autorise donc une densité de courant plus élevée (norme NF 15-100 par exemple).

Fil cuivre avec couche de métal de finition, brillant, propre, mais de brasabilité difficile. Passage des fils directement dans trous diam 4mm du radiateur, SANS collage ou fixation

**NON CONFORME**



TOUS les fils sont marqués et légèrement entaillés (**NON CONFORME**) par le passage dans le trou du radiateur peu ébavuré sur une face et **NON EBAVURE** sur l'autre face, heureusement c'est le coté intérieur où le fil bouge le moins, mais qui correspond à l'attaque la plus forte de l'isolant. Comme les fils ne sont pas positionnés par un passage dans le trou (trop petit), leur position est aléatoire sur la pastille du PCB, et le trou du radiateur est à 8mm ce qui amène le fil à toucher fortement le radiateur.



Le courant principal dynamo, 10A, circule par ce circuit, de la dynamo fil jaune à la batterie fil noir.

Mais alors le fil, avec sa section de 1,31 mm<sup>2</sup>, serait légèrement sous-dimensionné, sans gravité vu sa longueur.

**RECOMMANDATION = fixer ou coller ces fils à la traversée,**

l'idéal est de passer par des passe-fils ou des points de colle. Il est nécessaire de repercer les trous et de placer les gros fils dedans, au moins pour en assurer le centrage et limiter l'angle (et le forçage) du fil entre PCB et radiateur.

On voit :

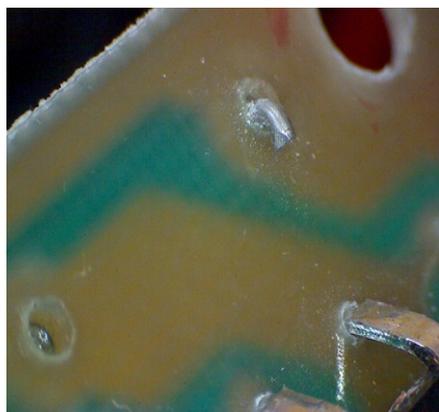
- Brasures correctes sauf gros fils
- brasure au plomb (illégal à la vente depuis 2006 : le petit marquage RoHS)



Flux de brasure nettoyé sur l'ensemble du PCB sauf pour les éléments rapportés (gros fils et transistor TIP41) ce qui peut entraîner des problèmes de corrosion à long terme et des fuites de courant sensibles à l'humidité, pose problème si circuit à haute impédance. **NON CONFORME**, mais sans doute pas trop grave ici.

Aucun fil ne traverse le circuit imprimé (diamètre fil plus gros que le diamètre du trou) la tenue est plus faible en traction exercée sur le fil, et il n'y a pas d'arrêt du fil à la traversée du radiateur. Un effort de traction agit en arrachage de la piste cuivre. **NON CONFORME !!!**

Le fil rouge est **très mal brasé** : pas de mouillage du fil et excès de brasure qui sort du trou faisant penser à un fil, longueur de brasure très faible (le fil s'arrête à la surface du PCB) Un coup de fer à souder fait fondre cet excès et prouve que c'est bien de la brasure, **NON CONFORME**.

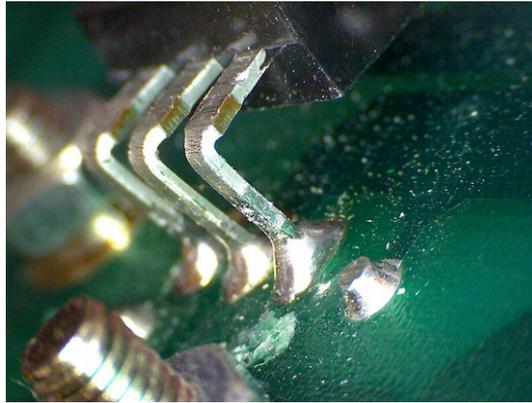


Dégueulis de brasure, qui n'est même

pas réussie de l'autre côté !



Les brasures des fils sont à REFAIRE et agrandir les trous pour que le fil traverse, même brasé sur le dessus. Cela permet un alignement des fils avec les trous dans le radiateur, et donc évite le forçage.



Le transistor vissé au radiateur est cambré avec un rayon trop faible et a créé des fissures dans l'électrode **NON CONFORME**

les broche qui ont survécu au montage pourront rompre ultérieurement en vibrations !

#### 1.4.4 Composants

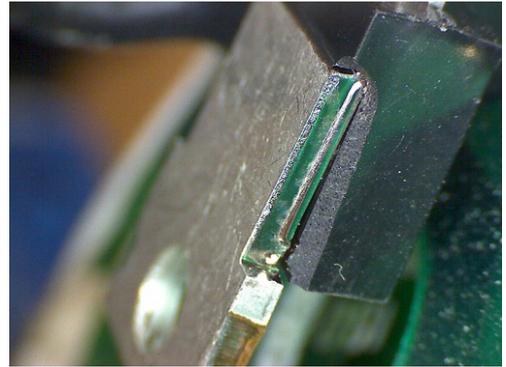
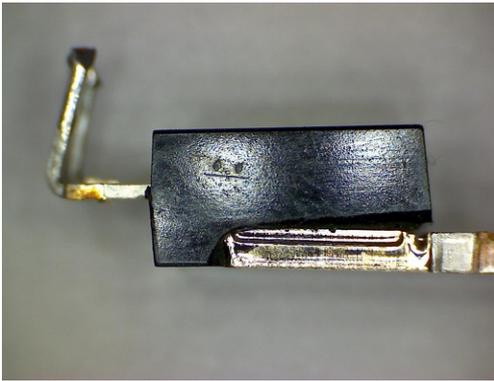
- datés 3 = 2003 ou 1993
- Résistances : TOUTES en tolérance 1% = **OK** mais certainement pas nécessaire pour toutes (à voir lors de l'analyse du schéma, si j'ai besoin de la faire) la puissance utilisable est plus faible pour le même volume, il faudrait reprendre les calculs de puissance (s'ils ont jamais été faits)
- STPS1545 = diode Shottky ST Semiconductor 45V, 15A, 175°C, **sans radiateur**
- BD136 transistor de puissance Philips PNP, 45V, 1,5A, 10W, 150°C, sans radiateur
- deux C547 (= BC547) transistor NPN, 60V, 100mA, 0,5W Philips
- composant de puissance sur radiateur : TIP41C Fairchild NPN, 60V, 6A, 65W, brasé coté pistes du circuit imprimé
- une diode 1N4007 1A 1000V en absorption de surtension sur l'excitation. Habituellement cette diode supporte la totalité du courant de retour de la bobine (ici l'excitation) je m'attends donc au plus à un courant de 1A moyen : Ok même pour courant pointe légèrement supérieur.

La diode Shottky STPS1545 permet de passer 15A sur radiateur infini, et de tenir 175°C (mais à courant nul) le montage sans radiateur ne le permet pas pendant plus de quelques dizaines de secondes, calcul ou mesure à faire en fonction des paramètres dynamo.

Les composants actifs sont de grandes marques : **OK**

**Le TIP41 est mal monté et s'est détruit !**

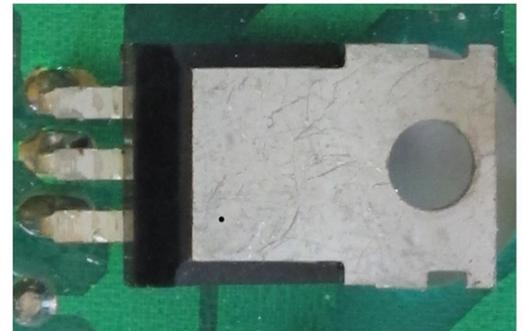
Montage hyperstatique sans flexibilité des broches par le montage raide, aggravé par l'absence d'arrondi au coude des broches, rayon inférieur à deux fois l'épaisseur = **NON CONFORME**, on comprend maintenant pourquoi. Les broches du transistor sont brasées sur le PCB, et le boîtier est fixé sur le radiateur. Comme il est brasé coté pistes du circuit, il est placé approximativement avant l'assemblage du radiateur, et on serre (serrage par l'intermédiaire d'un canon isolant nylon, à plasticité importante. Angle anormal, inférieur à 90°. La raideur des broches, l'effet des vibrations et surtout de la température ont aggravé un effet de levier et a décollé l'époxy de la semelle cuivre du transistor et fait partir les coins du boîtier epoxy (on ne devrait pas voir le coté de la semelle cuivre, à la verticale de l'époxy).



Transistor extrait par coupure des broches, donc sans action sur les broches

En fait, la destruction du transistor aurait été déjà visible dès le retrait du radiateur, éventuellement par examen attentif par la tranche : détail de la photo « PCB coté pistes », j'ai perdu cinq minutes

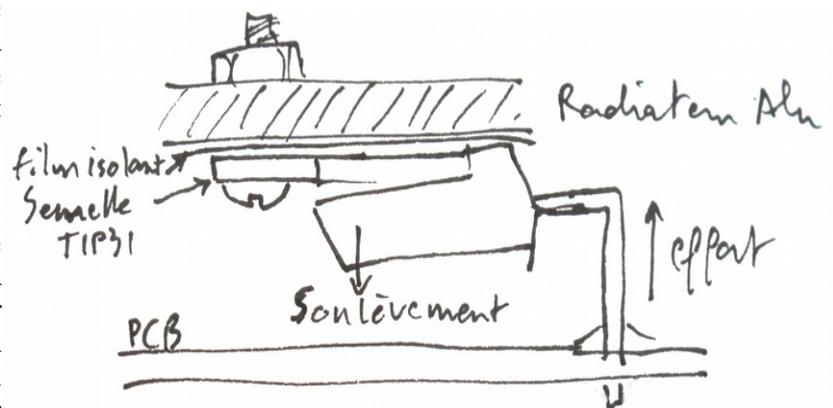
on voit la différence de couleur et d'aspect : noir intense et brillant pour l'époxy normal et l'aspect gris de la cassure en chanfrein



### 1.4.5 Explication des efforts :

l'effort existe dans ce sens car le transistor a été brasé avec la partie « verticale » de la broche un peu trop longue. La position de la brasure coté PCB permet (malheureusement) un point d'appui correct à l'effort et la longueur est juste assez courte pour éviter un flambage.

Il est possible que, dans le cas où la branche « verticale » est plus courte que nécessaire, on ait seulement un soulèvement du transistor lorsqu'on serre la vis, avec déformation de la semelle, au détriment de la conduction thermique semelle-radiateur, le transistor chauffe alors plus que prévu



Dans ce montage, les effets destructeurs de cette conception sont en plus très dépendant du degré de serrage de la vis, puisque qu'il y a une déformation plus ou moins élastique due au film isolant silicone et au canon isolant en nylon sous la vis.

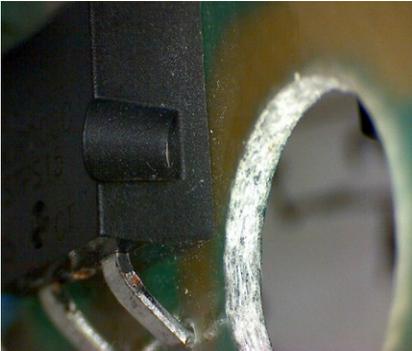
De plus la brasure de ce transistor est placée au pire endroit du PCB : exactement dans l'axe des deux vis de fixation du PCB au radiateur !

Puisqu'il est évident que ce n'est pas un quelconque rapport électrique avec reste du régulateur qui a détruit le transistor j'ai remplacé sans crainte le transistor. Le montage fonctionne à nouveau !

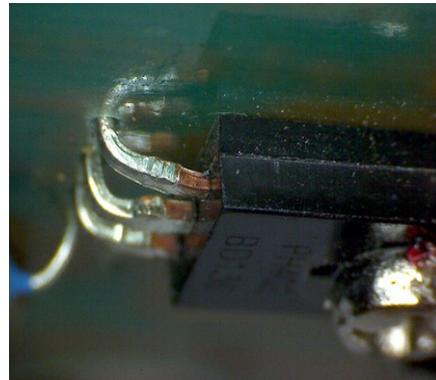
### 1.4.6 Montage des autres composants

Diode STPS1545 : le cambrage des broches ne respecte pas la distance minimale en sortant du boîtier, avant tout cambrage **NON CONFORME** risque de pénétration d'humidité et corrosion interne.

De plus le montage sans radiateur ne permet pas de passer les 15A (ils sont spécifiés par le fabricant uniquement sur un radiateur de dimensions correctes)



diode



BD136

#### BD136

Une des broches est cambrée trop près du boîtier, on voit un liseré noir à la sortie du boîtier, indiquant une séparation cuivre-époxy, il serait souhaitable de le changer.

Un exemple de montage plus tolérant du transistor. Ce transistor est d'occasion ce qui explique certaines formes irrégulières. Ce transistor, un TIP31A que j'avais sous la main, permet au régulateur de fonctionner à nouveau, et de vérifier l'hypothèse du défaut unique.



## 1.5 Mesures électriques

Tension de régulation (mesurée sur alimentation variable, mais pas sur dynamo) = 8,26V. C'est en tous cas cohérent avec des valeurs que j'ai déjà relevé sur des régulateurs de volant magnétique à diode Zener, mais doit quand même faire bouillir la batterie! et pas être bien bon à long terme. En 12V automobile et moto, on limite la tension à 14,4V soit 7,2V en « 6V ». Mesure de la tension de Zener de référence juste pour avoir une idée : 5,48 V.

Le comportement du régulateur ne montre pas de plage linéaire (ou alors sur quelques millivolts), ce qui valide la relative insensibilité aux caractéristiques de chaque transistor individuel : on peut mettre à peu près n'importe quel type qui tient.

Pour respecter le courant max du TIP41 (sans connaître le vrai besoin puisque je n'ai pas encore de dynamo sous la main, je considère en attendant, qu'il faut au moins être capable de tenir les 6A du TIP41), j'ai finalement adopté un MJE3055 NPN, 100V, 15A, 90W, parce qu'il était disponible dans un tiroir. Le brochage est différent du TIP41, ce qui oblige à passer par des fils de liaison (c'est aussi la modif recommandée), mais a l'avantage de séparer mécaniquement le transistor du PCB.

**RECOMMANDATION démonter le transistor TIP41. monter des fils de liaison entre le transistor et le PCB** (après vérification de son état bien entendu et en raccourcissant les broches à 5mm environ car on n'est pas sensé braser jusqu'au corps du transistor, le fil peut être réduit à 1mm de diamètre si la liaison fait 2cm).

## 1.6 Conclusions sur l'assemblage du régulateur

Sans préjuger du schéma (non encore reconstitué) on peut dire que les composants sont de bonne qualité, plutôt surspécifiés (comme ça on n'a pas à se fatiguer à calculer à chaque composant, on prend tout en précision ou en puissance au dessus du besoin) mais ce n'est pas grave, juste plus cher que le juste nécessaire.

Le circuit imprimé est bien fabriqué, nettoyé et brasé.

Par contre la qualité de conception mécanique est **mauvaise** (plusieurs points non conformes à la norme IPC610, classe **jouets**), le procédé de montage de ce qui est ajouté au circuit imprimé (gros fils et transistor TIP41) est **mauvais**. Cette panne en est la conséquence directe et se reproduit certainement sur de nombreux exemplaires.

Il faut, à mon avis :

- changer le montage du transistor TIP41 en mettant des fils de liaison, voire le transistor lui-même, en cas de suspicion de stress ;
- coller les traversées de fil dans le radiateur, ou mettre des passe-fils ;
- repercer les trous et refaire les brasures des fils de sortie.

Et le régulateur deviendra très beaucoup plus fiable !

## 1.7 Régulateur 1, le retour

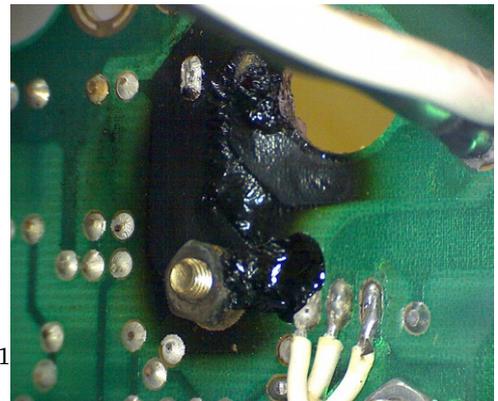
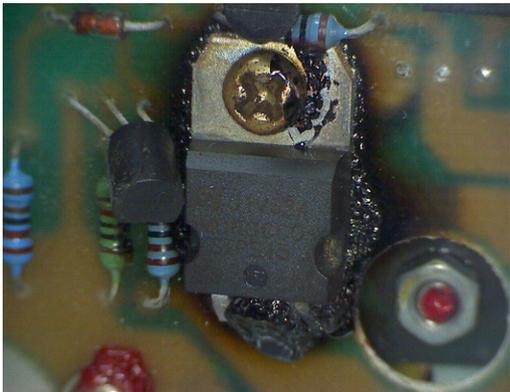
(complété fin mai 2012)

Ce régulateur m'est revenu, pour nouvelle panne totale, après montage sur une anglaise, car ce régulateur peut fonctionner sur toute dynamo positif à la masse et inducteur branché dans le sens où, en mettant la borne F à la masse, on ne sort pas de courant et en la mettant à la batterie, on a le courant max.

Le proprio de la Sunbeam a voulu rouler en phares, bien que n'y étant pas légalement obligé (il a toujours une copie du décret sur lui, au cas où la maréchaussée ne connaîtrait pas ce décret) Cette utilisation plein phares a eu lieu avant que j'ai fini par comprendre que le montage de la diode était incapable de résister à l'usage, lors des essais sur le régulateur N°2

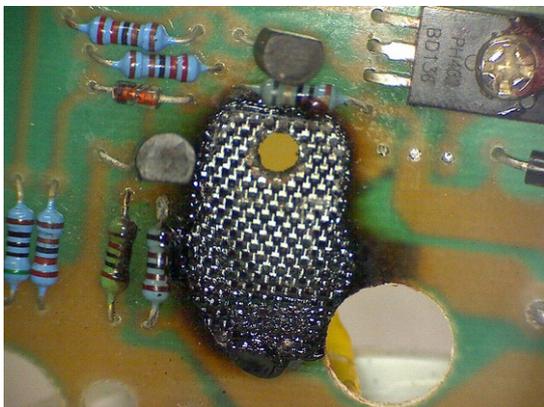
Le résultat est impressionnant !

**La Cata !**

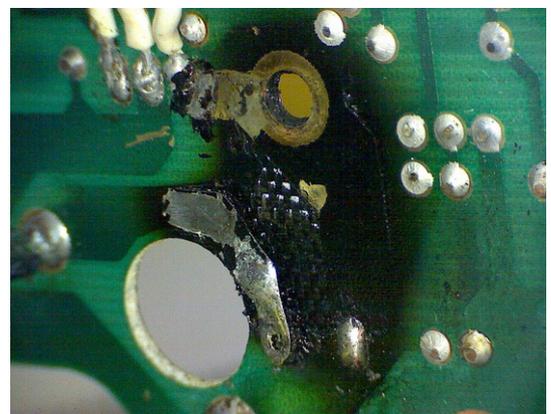


La diode D1

l'autre face du PCB



diode retirée , face composants



pistes cuivre soulevée du PCB, migration de brasure sous le VEB brûlé

Destruction impressionnante et visible à l'oeil nu ! L'odeur caractéristique « d'électronique » brûlée est bien présente. Mais c'est uniquement l'époxy du PCB qui a ainsi coulé et charbonné, le boîtier de la diode n'est même pas déformé. Les deux pistes cuivre de la diode se sont séparées du PCB (évidemment, il n'y a plus d'époxy) et de la brasure a migré sous le VEB qui lui a bien charbonné. Ceci signifie que la température a dépassé 183°C (dans le cas d'une brasure eutectique étain-plomb) voire 205-210° si c'était une brasure « sans plomb ». On parle ici de la température de l'époxy, alors que la source chaude est la puce de la diode, à des températures supérieures. De toutes façons la diode n'aurait jamais dû dépasser 175°C !!

Evidemment la diode est détruite, résistance instable de 0,1 à 10 ohms dans les deux sens.

Eventuellement cela pourrait être une solution pour faire de la fibre look carbone (mais en fibre de verre et non carbone, et avec un procédé non contrôlé)

**La diode est donc bien incapable de fonctionner à 8,5A avec son montage d'origine Selectronic**, et c'est même assez destructif. L'état final de cette diode est un court-circuit, et la batterie se décharge maintenant dans le rotor de la dynamo. Etonnamment, la résistance électrique du PCB reste supérieure à 2000 Mohms et n'est pas mesurable au multimètre. Puisque la diode NE DOIT PAS ETRE MONTEE SUR LE PCB, mais solidement vissée au radiateur (avec isolant silicone bien sûr), cette partie du PCB n'est plus utilisée, et on pourrait théoriquement réutiliser le circuit. Il vaudrait mieux quand même, pour éviter que la trame en fibre de verre ne serve d'éponge, utiliser en ambiance labo et non l'extérieur. Je ne fournis évidemment aucune garantie pour la réutilisation de ce circuit, l'échauffement énorme a fait dépasser les températures max des autres composants, il peut juste servir de montage test, avec extincteur et multimètres à portée de main.

J'ai reçu ce régulateur pour une première panne, facile à trouver mais je ne m'attendais absolument pas à cette inadaptation à la dynamo 60W, c'est pourquoi j'ai laissé partir ce régulateur, une fois la première panne réparée, je ne pensais pas non plus qu'il pouvait n'avoir jamais été correctement réglé, ni que l'aspect thermique ait été à ce point négligé.

Je reviens donc sur mon premier jugement :

**Selectronic fournit un matériel incapable de fonctionner** dans son état de livraison pour les **dynamos 60W Lucas, la 40W doit atteindre le même résultat, peut-être en un peu plus longtemps**.

Il n'ont clairement pas testé le montage à courant max ou sur dynamo E3L, deux cas qui ont amené une destruction de la diode lorsque je les ai essayés (à courant max, en moins de 2 minutes et diode en circuit ouvert; sur dynamo: courant variant selon le régime, rondelle en court-circuit à temps partiel selon vibrations, état final de la diode en court-circuit avec destruction du PCB). Pas de marge de fonctionnement, ce qui baisse sérieusement la fiabilité finale. La conception ne permet pas l'usage avec la dynamo E3L en phares allumés, ce qui est pourtant **facilement** corrigé.

De plus, la diode détruite peut se comporter comme un conjoncteur de dynamo bloqué et **met en danger le rotor** (la batterie se décharge dedans ! Il semble qu'ici le court-circuit instable à l'intérieur de la diode ait épargné la dynamo.

## 2 Régulateur N°2

Reçu en état de marche  
Même modèle que précédent

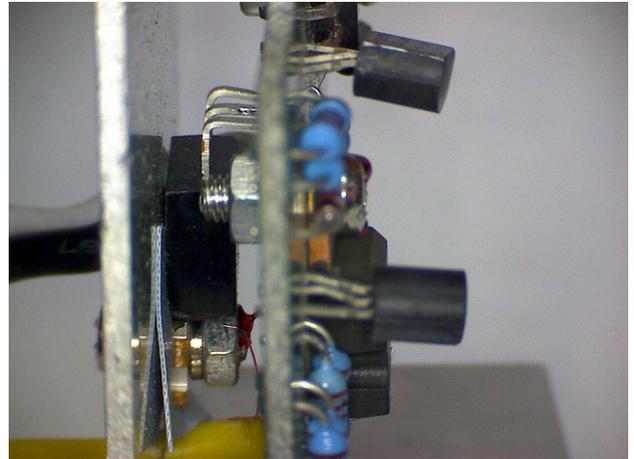
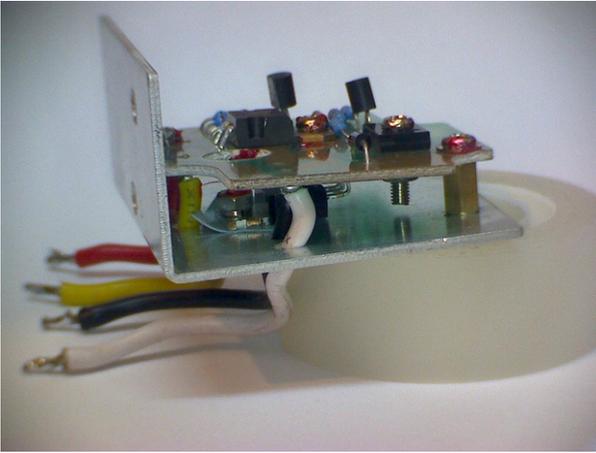
### 2.1 Mesures, valeurs des composants

Résistances absolument identiques (il n'y a donc pas d'ajustement en fonction de la tension de la diode Zener qui, elle, est différente). On a donc bien une tension de fonctionnement différente.

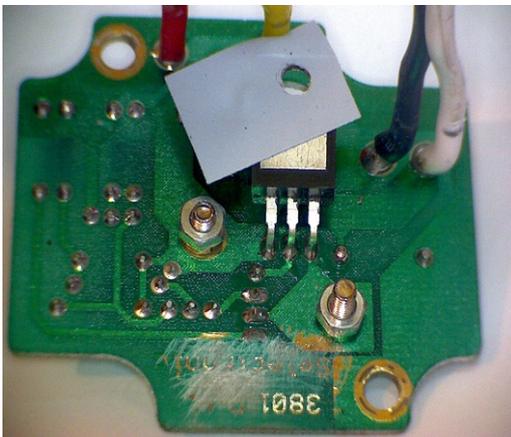
tension de régulation = 8,77V (régulateur #01 = 8.26V)  
tension Zener = 5,79V (régulateur #01 = 5,48V)

## 2.2 Observations

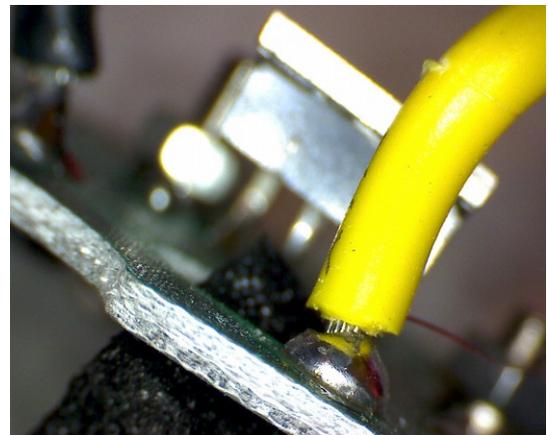
- Les broches du TIP ne présentent pas un rayon de courbure trop important, OK
- Le film isolant silicone est placé de biais sous le TIP41, n'assurant pas correctement le transfert thermique ni l'isolation électrique, NOK
- Seul un fil est traversant : le jaune, sortie dynamo, brasures non correctes, NOK
- Le PCB est placé de travers, suite aux efforts exercés par les fils et le TIP41, mais il a résisté



on voit le non-parallélisme du PCB et du radiateur, suite au forçage lors du montage du transistor et des fils. on voit le forçage du fil, car non enfilé dans son trou, dans l'axe rayon de courbure du TIP41 presque correct, film isolant mal placé

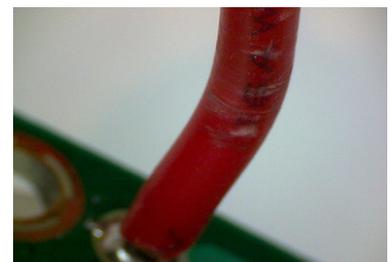


mauvais positionnement du film isolant  
grattage inexplicable du PCB



brasure inacceptable :  
pas de mouillage d'un gros fil, non traversant

Fils blessés au passage du radiateur



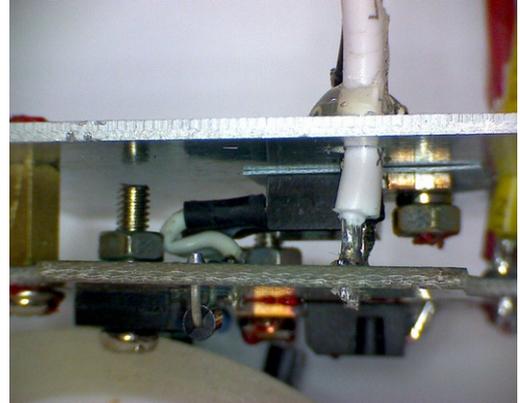
## 2.3 Remise en conformité

Il a été simplement remis en conformité avec les recommandations déjà citées, des fils pour relier le TIP41, pour augmenter sa fiabilité

Régulateur remis en conformité (fiabilisé)

La brasabilité difficile du fil a provoqué une légère fusion de l'isolant, acceptable.

On voit le montage à fils du TIP41, son isolant bien placé et les fils traversants brasés correctement et collés au radiateur



## 2.4 Essais électriques

Pas de changement de la tension de régulation évidemment.

Essai en charge de 9A (la dynamo est prévue pour 8,5A) : comme prévu (§ 1.3.4 composants et comme calculé en §3.2.1), la diode D1 s'est détruite, **elle n'a tenu qu'une minute et demi.**

**Aucune marge, ce qui est inadmissible**

D1 remplacée par une MBR1545 à 1,3€ chez Selectronic, dont les deux diodes ont été mises en parallèle soit 5A par diode sur les 30A possibles. La diode est montée sur le radiateur principal dont la température monte à 35-40° sous 9A, très acceptable, et **Maintenant le régulateur est fiable** sous tous ses aspects.

Après ajustement par résistance en parallèle sur R3, la tension de conjection est de 7,2V au régulateur

Le régulateur est monté sur une Sunbeam S8 de 1952, dynamo Lucas 6V 60W, et a tenu des heures de route par température extérieure de 30°C, c'est nettement mieux que le montage Selectronic d'origine, et ne m'inspire plus de crainte pour la suite (puisque l'on a dépassé suffisamment la constante de temps, et que les températures atteintes sont correctes : 70°C max au radiateur), je le considère donc comme qualifié depuis plus de 3 ans. A suivre de près, bien sûr.



## 3 Régulateur N°3

Juste reçu de Selectronic et réceptionné chez l'ami Roland d'I.G. motos, donc hors de ma base. La diode D1 était en circuit ouvert (résistance infinie dans les deux sens) Il a été fiabilisé sur place et réglé à 7,3V.

Monté sur BSA 350 de 1954



Le régulateur fonctionne.

Cette dynamo présente une particularité : avant une certaine « mise en chauffe » de l'ordre de 5 minutes, la dynamo ne charge plus au-delà d'un certain régime (env 2000rpm), pendant cette phase de chauffe, la dynamo génère des étincelles importantes sur l'un des balais, après quoi le fonctionnement devient normal. On peut aussi constater un niveau de vibration relativement important si on place un buis sur le charbon (faux-rond de 6/100). Le rotor avait pourtant été refait (ou est-ce le client qui est refait?).

## 4 Régulateur N°4

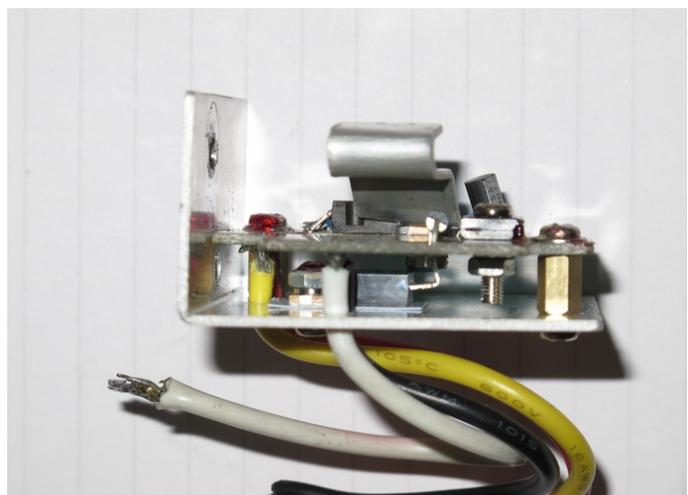
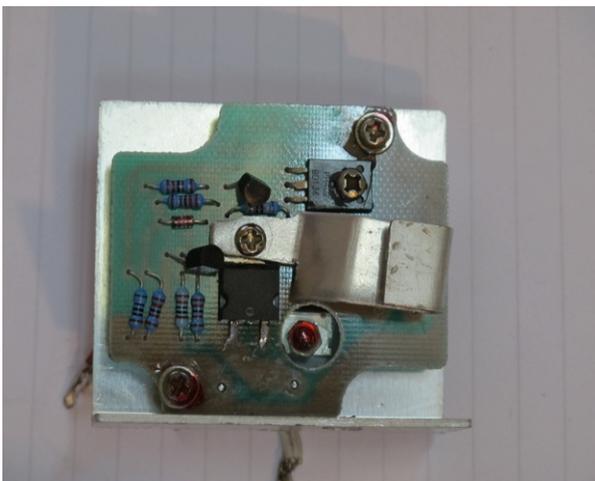
Ce numéro n'est pas encore attribué, j'ai gravé en fait un N°5 avant d'avoir le 4 entre les mains.

## 5 Régulateur N°5

Tensions relevées :  $V_z = 5,71V$   $V_{reg} = 8,85V$

Fiabilisé et réglé à 7,3V de sortie

## 6 Régulateur N°6 (Fred)



Ce régulateur m'a été adressé par un membre de la BSAmicale avec les indications suivantes :

*De fred A zibuth27, Jeu 27 Déc 2012 - 13:42*

Salut , tu es dans quel coin ?

le regule est actuellement monté sur une embase de Lucas mcr 2 , m'étant aperçu qu'un des composants chauffait durement j'y ai "greffé" un petit radiateur fait d'une chute d'aluminium **Point 1** ... surement pas dans la règle d'un art que je ne maîtrise pas .

Du fait le régule a tenu le coup pendant environ 450 km

au bout de 400 km 1 induit ancien cramé + ampoules brûlées (comme chromées a l'intérieur **Point 2**)

au bout de 50 km 1 induit neuf cramé et le regule était toujours vivant !

échaudé de 2 fois 80 euros d'induit , j'ai simplement remplacé le sélétronic par un vieux mcr 2 en bon état , j'ai fait plus de 1000 km depuis , et ça marche nickel avec les performances que l'on connaît pour ces vieux bouzins , j'ai 3 Anglaises , les 3 avec des mcr 2 , ils marchent tous correctement .

J'avais acheté ce selectronic en attendant de retrouver un mcr 2 potable ..... il a été a l'origine d'un cauchemar électrique pas possible , je suis bon mécanicien mais mes connaissances en électricité sont basiques et ne m'ont pas permis de mettre en doute cette électronique qui pourtant était la seule cause de mon tracas .Pour l'heure les vieux régul a contact sont suffisant pour mon usage , je roule en ballade diurne en veilleuses , si je rentre un peu tard j'ai suffisamment de pêche pour faire un bout de route de nuit sans galère ....ce sont des motos de loisir , pour aller au taf

Enfin quelqu'un pour qui aller au taf est un loisir !

**Point 3** : les mesures ont été faites aux bornes de la batterie

la moto est une M20 de 1943

**point 4** :le cablage est très récent (2 ans ) fil cuivre souple en 2.5 et 1.5 pour les petits circuits (feu ar , veilleuse ) , connecteur type "bullet" tous neufs , cosse laiton soudées a l'étain pour les liaisons a la batterie ou au cadre, il semble au dessus de tout soupçon dans confection et son état de vieillissement ....

**point 5** :batterie 10Ah Huitric, **point 6** : puissance éclairage 45W et 20W en veilleuse, **point 7** : allumage magnéto,

**point 8** : batterie chargé avant le départ

**point 9** : l'ampéremètre est celui de la moto , gradué + 10 5 0 -5 -10 , il se baladait toujours vers +6 ou 7 sans lumière , 5 ou 6 9n veilleuse , 3 ou 4 en code phare

**point 10** : en comparaison aujourd'hui avec la même moto avec regul MCR2 : +2 ou 3 sans lumière / 1 ou 2 en veilleuse / et en code phare 0 ou 1 .... ça patate nettement moins !!!

**point 11** : Le voltmètre que j'ai utilisé n'ai pas sur la moto mais un voltmètre a affichage digital de marque AOP multipreci que j'ai scotché sur le réservoir afin de lire le voltage en roulant pour essayé de comprendre mes misères : dans toutes les conditions de régime moteur , avec ou sans phare , a chaud ou a froid , jamais au dessus de 8 volts , toujours entre 7.5 et 7.9 volts , une seule fois pendant quelques secondes 8.2 ....

**point 12** : j'ai a chaque fois décelé la panne par lecture sur l'ampéremètre d'origine placé sur le phare et dont l'aiguille ne bougeait plus du zéro (,,) de suite après constat sur l'ampéremètre , plus un poil de charge , phare a la baisse , voltmètre qui plonge en dessous de 6 volts en permanence même moteur accéléré

**point 13** : 1 er rotor brûlé en veilleuse , 2 eme rotor brûlé en veilleuse après un essai en code pendant 5 minutes

- rotor a l'aspect surchauffé odeur de cramé au démontage de la dynamo = vernis bobinage cramé + bleuissement des parties en acier + etain fondu au niveau du collecteur (même chose sur les 2)

**point 14** : je me suis rendu compte de la surchauffe de D1 en ouvrant le capot du boîtier : odeur de chaud pas nette , et palpation digitale accréditant le fait que ça chauffait dure ! , la même palpation avec le mini radia alu m'a paru satisfaisante ..... chaud mais loin d'être brûlant . tout cela a été constaté en veilleuse .



**Point 15** : ça c'est le rotor tout neuf après 50 bornes avec selectronic ,dont 5 minutes en codes ....là ou les fils du bobinage sont soudé au collecteur l'étain a fondu et c'est centrifugé dans le cul de la dynamo

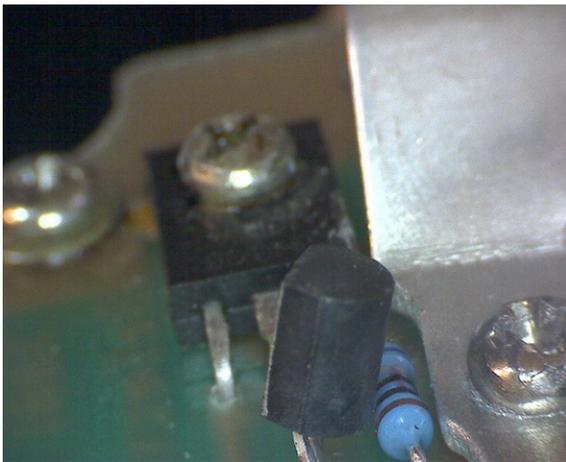
**Point 16** : Non , pas de baisse de niveau d'électrolyte , elle est du type avec mise a l'air libre sur chaque bouchon , donc la moindre sortie d'electrolyte se repère de suite par des gouttelette sur le dessus de la batterie , et a l'interieur du capotage qui recouvre les bouchons et les bornes

## 6.1 Mes observations

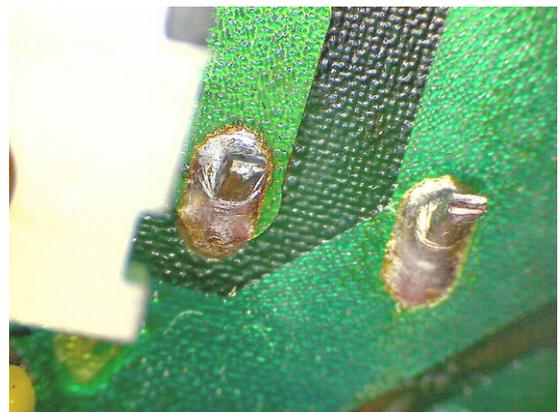
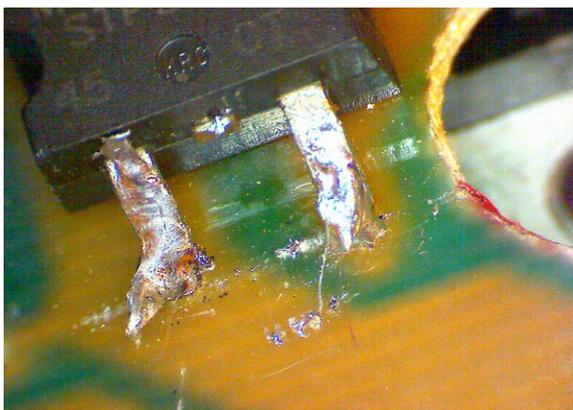
Le circuit imprimé est parallèle au radiateur et les fils sont droits. Ils sont légèrement endommagés (donc sans conséquences pour le défaut). Le transistor TIP41 est monté sans fils, il a résisté.

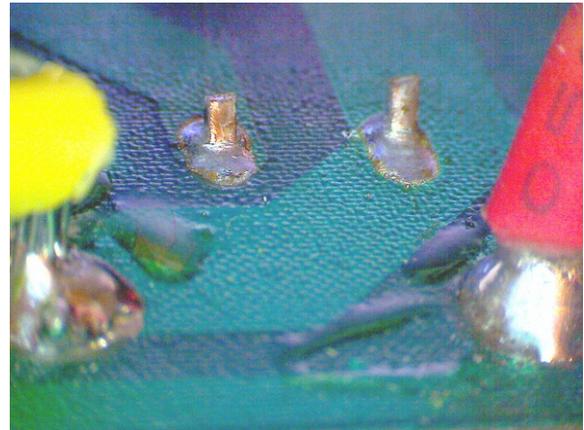
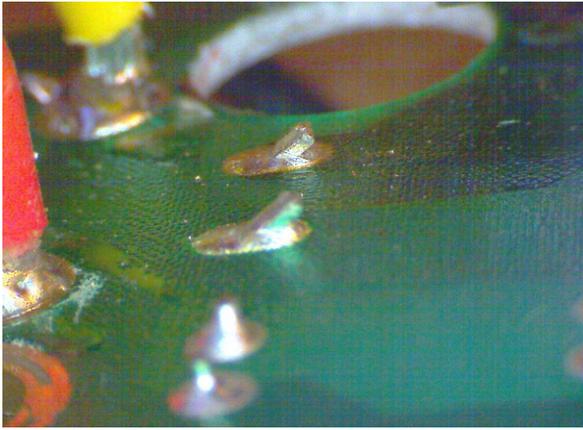
La diode Schottky D1 est montée avec un radiateur rajouté par le propriétaire : c'est déjà thermiquement mieux que le montage d'origine. Pour mieux faire, le radiateur devrait être placé sous la diode, et sous la totalité de la semelle (le point chaud se trouve approximativement au milieu du boîtier en époxy noir mais sur la semelle cuivre). En tout état de cause, cela a pour résultat d'avoir permis à la diode de survivre (au prix de deux rotors, quand même !).

Le radiateur ne touche heureusement pas la résistance proche (au-dessus sur la photo) et il n'y a donc pas de risque de court-circuit si rien ne bouge (la tranche de cet alu est coupante par endroits). Pas de traces visible de court-circuit de ce radiateur avec un conducteur sous tension ou à la masse (boîtier par exemple)



La diode D1 présente des restes de brasure sur le dessus du PCB. A l'examen attentif, il n'y a pas de traces de fer à souder sur la surface du PCB, c'est donc de la brasure refondue (par la température des électrodes de la diode) ayant migré par mouillage (et non par capillarité, puisqu'on n'est pas dans un espace serré) de l'électrode. On voit bien les traces de refusion et le plissage concentrique de la brasure sur l'autre face du PCB accompagné d'une perte substantielle de matière (normal, la brasure est passée de l'autre coté). On peut aussi constater un léger changement de couleur de l'époxy sous la diode et un début de soulèvement de piste.



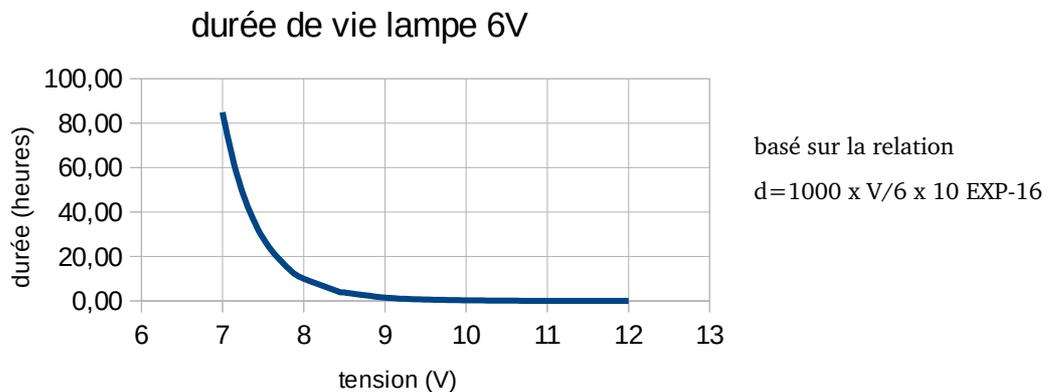


## 6.2 Réponses aux points de Fred et analyses

réponse au **point 16**, petite erreur : l'ébullition d'une batterie est plus discrète. L'ébullition ne sort pas de liquide mais normalement uniquement du gaz. L'électrolyte n'arrive pas au niveau des événements. J'ai essayé avec une batterie Tashima, l'ébullition même un peu prolongée ne fait sortir aucun liquide du tuyau de mise à l'air. De plus il faut attendre longtemps : pour décomposer neuf gramme d'eau, il faut 26 Ah de surcharge (96500 coulombs). Ces neuf grammes sont répartis entre tous les éléments, c'est donc peu visible, mais on a quand même sorti des dizaines de litres de gaz.

Fred a observé les lampes chromées (**point 2**) : c'est l'aspect classique d'une lampe survoltée, ce qui réduit considérablement la durée de vie. Les lampes ont été grillées en 400km soit 10 heures à 40km/h de moyenne, ce qui indique bien une tension de l'ordre de 8V.

Attention, c'est la tension **aux bornes de la lampe**, après les résistances de contact du connecteur, la résistance des cablages et des interrupteurs. Cette tension est évidemment inférieure à la tension de régulation qui existe seulement aux bornes mêmes du régulateur (ou sur la batterie si elle n'absorbe aucun courant et si toute charge électrique est éteinte).



**Points 9,10 et 12** : on ne voit jamais le courant devenir négatif, et quand le rotor est grillé, il reste à zéro, alors que la batterie se décharge (**point 12**). On en déduit qu'il est inséré dans la connexion de sortie de dynamo (entre régulateur et point étoile, position 1) et indique donc le courant dynamo (hors courant inducteur).

Montage bizarre ...

**point 10** : en régulateur d'origine Fred lit 3A sans lumière, 2A en veilleuse 1A en code/phare. On a le même rapport avec le régulateur Selectronic (**point 9**) : le courant diminue avec l'augmentation de la charge électrique. Ceci indique que l'ampèremètre est plutôt branché entre le point étoile et la batterie (position 3), **en contradiction** avec le **point 12**.

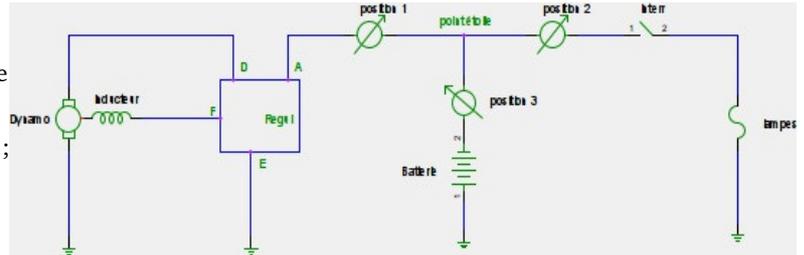
« point étoile » = point commun de la sortie dynamo, de la batterie, des charges électriques

positions possibles de l'ampèremètre

pos 1 : jamais de courant de décharge

pos 2 : jamais de courant de charge, courant augmente avec le nombre de lampes

pos 3 : indique charge et décharge de batterie. A haut régime ; sans lampes tout le courant passe dans la batterie, avec lampes, plus les lampes consomment, moins, la batterie charge.



La position 3 est le montage normal,

les autres sont des variantes plutôt utilisées par des recâblages « sauvages »

**points 7 & 10** : Selectronic en phare=4A, Lucas en phare=1A, c'est bien cohérent avec une surtension du Selectronic. Le Lucas « patate nettement moins »

**point 11** : le voltmètre AOIP est presque de l'âge de la moto ! (la moitié en fait, mais c'est vieux surtout si sa dernière calibration date de sa fabrication) On pourrait légitimement douter de sa calibration aujourd'hui. Le problème de la précision des mesures est que les phénomènes en jeu sont très sensibles à la tension, à quelques millivolts près (durée de vie en puissance 16)

**point 4** : câblage refait avec des bonnes sections (environ 4A/mm<sup>2</sup>) avec des câbles bien aérés, c'est bon et sans doute meilleur que le câblage d'origine. Il reste que la technologie Lucas des « connecteurs » de sortie du régulateur est loin d'être parfaite, surtout pour l'évolution de la résistance de contact. Je ne connais pas non plus l'état du support de lampe ni du commutateur d'éclairage.

**point 8** : batterie chargée avant le départ. Très bien, on se pose moins de questions.

Le régulateur Lucas régule à 7V sur la batterie donc les lampes consommeront 57,6W et 4,11A. Le **point 10** indique que la différence de courant entre lampes ON et lampes OFF est de 2A (2,5A – 0,5A), ceci pour confirmer sa non-précision.

## 6.3 Bilan électrique

### 6.3.1 Fonctionnement normal :

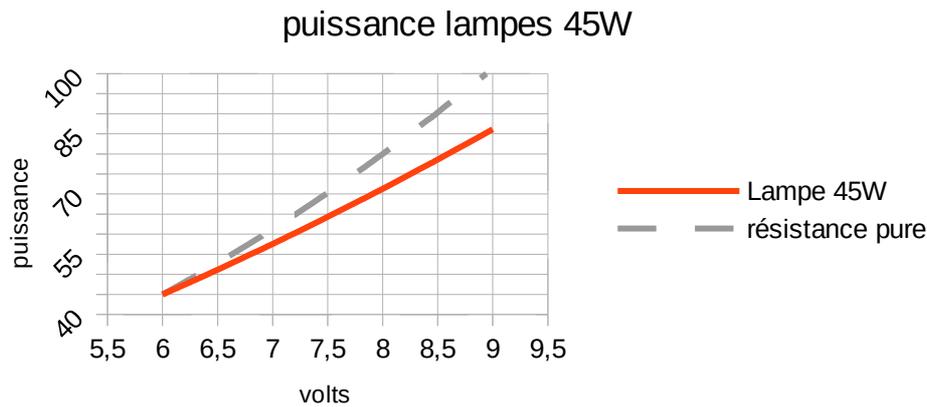
Le fonctionnement normal est celui piloté par le régulateur Lucas MCR2.

Remarque sur les valeurs lues sur l'ampèremètre : ces ampèremètres ne sont pas (du tout) réputés pour leur exactitude, on ne peut se fier qu'au zéro (quand la machine est éteinte), et à leur ordre de grandeur. Une problème supplémentaire de cette mesure c'est que le rapport de courant quand on passe de phare à veilleuse devrait être 2,25, on le voit ici à 1,3 (cas MCR2) ou 1,2 (cas Selectronic), la différence phare-rien est moins significative faisant plus appel au fonctionnement électrochimique. Cela pourrait être aussi le signe d'une résistance parasite cachée quelque part dans le circuit. Je vais considérer deux cas, ampèremètre exact et ampèremètre affichant la moitié du vrai courant (dit ampèremètre faux).

Fred a mis des lampes de consommation électrique de 45W nominaux, c'est la valeur faciale des lampes sous 6V. Sous 6V elles consomment 6,5A 45W, sous 7V ce sera 8,25A 57,6W, sous 8,4V ce sera 78W et 9,28A.

La charge électrique est composée d'une partie non-ohmique (les lampes et la surcharge batterie) et d'une partie ohmique (l'inducteur et la batterie au-delà de sa ddp interne).

Pour les lampes (supposées ici en techno filament, non halogènes), on va considérer au départ comme quasi-nulle la sommes des résistances (câbles, connecteurs et interrupteurs), ce qui les fait fonctionner en légère surcharge 7V soit 16 % en tension. La surcharge de courant devient 9 % à 8,25A. La surcharge en puissance est de 25 %. La durée de vie devient 200 heures à plein régime permanent.



Le courant des lampes est en puissance 1,6 de la tension et l'éclairage en puissance 3,4.

L'inducteur consomme 2,18A max soit 15,3W, la moyenne, compte tenu du rapport cyclique, se situe plutôt vers 10W. Il se comporte pour la consommation comme une résistance pure.

Coté batterie, il semblerait que sa consommation selon l'ampèremètre soit 1A (ampèremètre correct) et 2A (ampèremètre faux), le seul état précis de cet ampèremètre est le zéro ampères, qu'on obtient quand le rotor est grillé.

A 7V on a donc 45W de lampes plus 10W dans l'inducteur et 7 ou 14W dans la batterie soit 62 ou 69W environ.

Le débit total demandé au rotor est donc de 8,85 (62W) ou 9,85A (69W 7V) pour un rotor prévu pour débiter 40W + 15,3W max = 55,3W

C'est déjà bien chaud !

**Avec des lampes de 45W, Fred impose une surcharge de 55 %**, ce qui est presque tolérable pour la dynamo surtout si la température extérieure est basse et si la dynamo est bien ventilée.

### 6.3.2 Fonctionnement avec Selectronic à 8,45V :

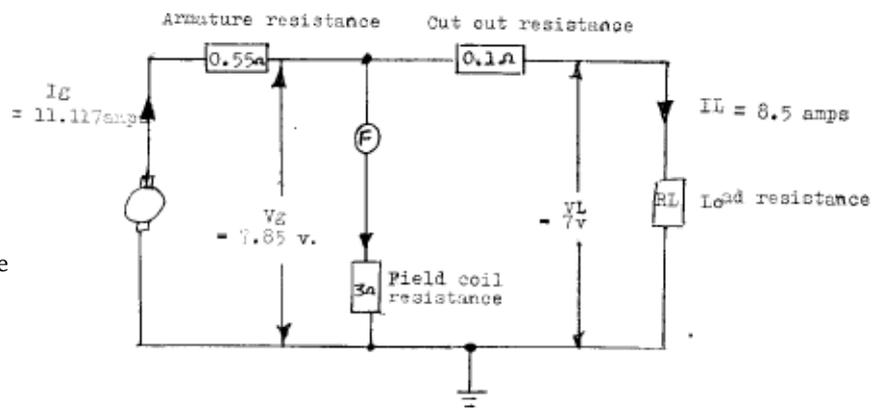
La tension de 8,45V est celle que j'ai mesuré sur mon banc, avec une charge de 2A environ de la sortie A, on peut estimer que la tension batterie sera proche de 8,3 V pour un câblage parfait, mettons 8V pour se rapprocher des valeurs du vieux voltmètre de Fred.. En se basant sur les valeurs de fonctionnement données par John Gardner (nominal tension batterie = 7V, tension inducteur = 7,85V, résistance régulateur=0,1ohm, et les valeurs de résistances de Lucas), on peut calculer le mode de fonctionnement anormal de la dynamo de Fred.

Souce John Gardner : valeurs pour une E3L.

La puissance de 60W est donnée à 7V à la batterie

E3N : la résistance rotor peut passer à 0,5ohms et le courant est bien sûr diminué à 5,7A.

**Constatation principale :** le système fonctionne à 7V batterie et 7,85V sortie dynamo ( $V_z$ ).



La surtension est de 33 %. La puissance lampes passe alors à 71,3W (au lieu de 40W normaux) et le courant lampes passe à 8,9A.

Il faut ajouter la surconsommation de la batterie (déjà chargée), je prends les « mesures » de l'ampèremètre de Fred à cette surtension, 7A 56,7W ou 14A 113W (ampèremètre faux). Ce courant est en plus dépendant de la température

de la batterie et de ses changements.

La tension d'inducteur passe à 8,1V (Vz) et son courant passe (ohmiquement) à 2,53A, la puissance dissipée dans l'inducteur devient 20,5W ( le rapport cyclique se rapproche ici de l'unité) au lieu de 10W.

La puissance délivrée par le rotor est maintenant de 148W (204W si ampèremètre faux) au lieu des 50W normaux.

Le régulateur Sélectronic, avec sa diode Zener de tension trop forte (et pas de réglage de Sélectronic) impose une surtension dont l'effet est important, surtout en courant de surcharge de batterie (phénomène relativement linéaire qui s'exerce dès que la tension dépasse la tension de pleine charge). Selon les **points 9 et 10** en toute bonne logique, c'est bien lampes éteintes que le courant est max si la batterie surcharge (en position 1 ou 3 de l'ampèremètre).

**Rien que cette surtension due à Selectronic, impose une surcharge d'au moins 300 % en puissance débitée, c'est une explication suffisante à la destruction du rotor**

**Remarque** : selon la dynamo, la conception peut limiter toute seule le courant de sortie, par la réaction d'induit, c'est selon ... et d'autres dynamos ne se limitent que par la fonte du rotor.



le rotor détruit, de Fred

Le bleuissement du fer et la fusion des brasures indiquent une surchauffe importante

**Point 14** :Fred a rajouté un radiateur sur la diode Schottky D1 ce qui a ramené la résistance thermique de la diode à une vingtaine de °/W, comparés aux 45°/W du montage d'origine Selectronic. Il se peut que cela ait entraîné la fusion observée de la brasure le long des broches de D1.

Mesures du montage de Fred sur la diode avec un courant de 10A produit par ma charge fictive : la température passe de 20° ambiante à 130° sur le boîtier. La diode sera hors zone autorisée si la température monte.

La brasure fondue a probablement été apportée lors des premiers essais de Fred (de durée brève sinon on aurait le tableau du régulateur N°1)

**Il vaut quand même mieux monter la diode D1 sur le radiateur du Selectronic et sa température restera normale.**

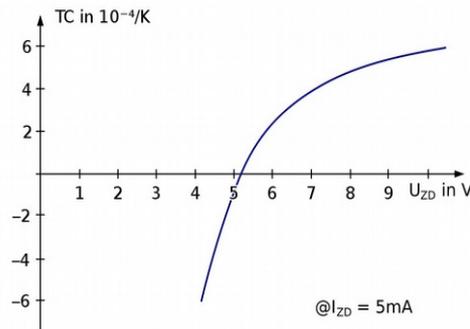
J'ai essayé le circuit imprimé en pire cas, les pistes du circuit imprimé fondent pour des courants supérieurs à 17A.

Le régulateur fonctionne électriquement avec des tensions trop fortes, problème déjà vu sur ces Selectronic. Tension Zener 5,72V tension de régulation = 8,89V dynamo ( 8,45V batterie) **ce qui correspond à 16,9V en équivalent batterie 12V** c'est **TRES** beaucoup trop !

Valeurs de tensions relevées sur les régulateurs Selectronic avant ajustement :

régulateur	zener	V dynamo	V batterie
Reg 1	5,48	8,26	7,76
Reg 2	5,79	9,27	8,77
Reg 3	N/A	N/A	N/A
Reg 5	5,71	8,85	8,35
Reg 6	5,72	8,89	8,45
Reg 7	5,70		
Reg 8	5,70		

Rappelons que la batterie au plomb a un coefficient de température de  $-2\text{mV}/^\circ$  (pour une batterie 2V) et les diodes Zener utilisées ont un coefficient de  $+0,1$  à  $0,2\text{mV}/^\circ$  : elles ont le comportement inverse de celui attendu (pourtant réalisé par les vieux régulateurs Lucas)



La tension de régulation dépend de la tension Zener dans un rapport constant, dépendant des résistances (les résistances livrées par Selectronic sont toutes les mêmes, avec une très faible tolérance)

Selectronic livre des régulateurs avec des tensions de référence internes (Zeners) de valeur différentes, et n'ajuste pas pour autant la tension de sortie : les valeurs nominales des résistances sont identiques dans tous les cas constatés.

De plus je n'ai pu faire les mesures moi-même ni estimer la calibrations des instruments utilisés.

## 6.4 Conclusions sur le régulateur N°6

Fred surcharge la dynamo avec des lampes de 45W, ce qui pour une tension normale de 7V fait déjà 58W (pour une dynamo de 40W). Ce n'est pas en soi une catastrophe.

Ce régulateur a été modifié pour sauver la diode D1 mais sa tension, la plus forte des régulateurs Selectronic essayés, n'a pas été corrigée et a causé des dommages importants :

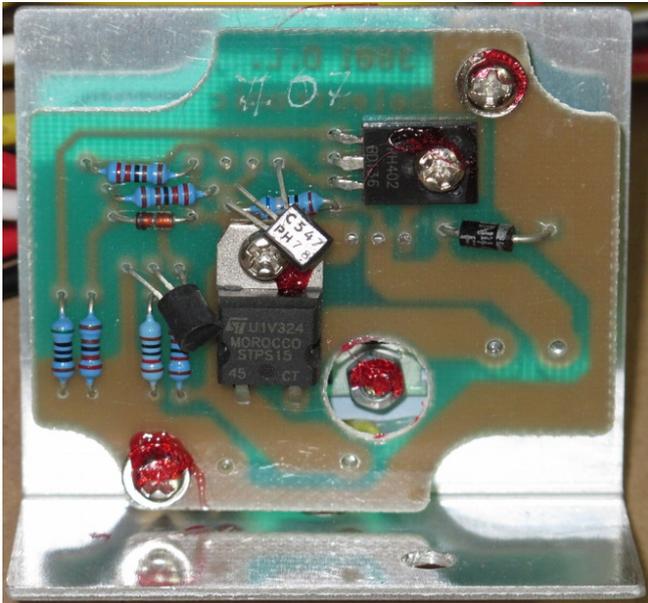
- lampes survoltées, de durée de vie très brève (10h)
- courant de charge considérable pour une batterie déjà chargée (et pour le rotor)
- rotor surchargé de 300 %, ce qui a détruit deux rotors

**Il FAUT régler la tension de sortie des régulateurs Selectronic et protéger la diode D1.**

Un fusible aurait protégé le rotor puisque Selectronic ne limite pas le courant !

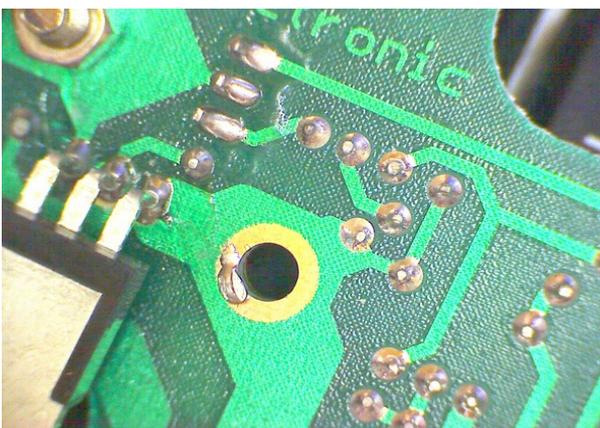
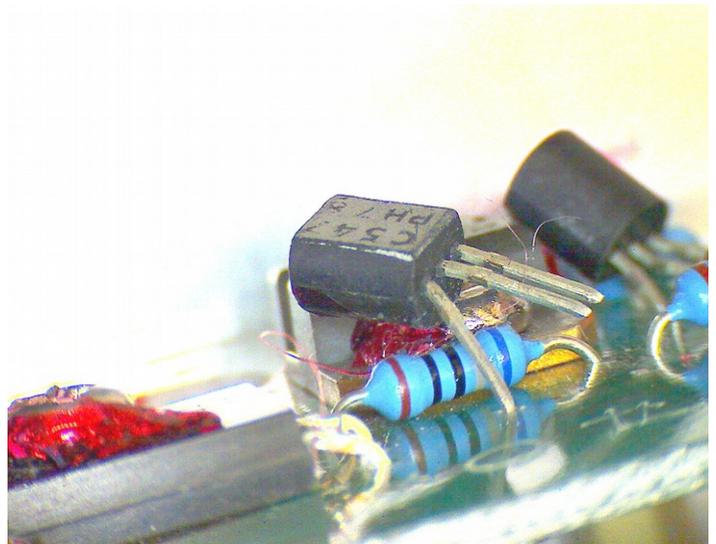
## 7 Régulateur N°7

Reçu HS : le transistor T1 a **deux broches coupées** au ras du PCB. Il ne risque pas de fonctionner !!  
tension Zener 5,70V



Les fils sont presque bien brasés. Le passage au travers du radiateur est presque correct. Mais les fils ne peuvent pas traverser le PCB, le trou est toujours trop petit.

Les broches présentent des plats en biseau coté transistor et un plat coté PCB : c'est un sabotage à la pince coupants !



La vis de fixation de la diode D1 n'était presque plus serrée !  
Normal : une grosse goutte de brasure se trouvait sous la rondelle.  
Même si elle avait été bien serrée, le fluage de la brasure (visiblement au plomb) se charge de desserrer cette vis.

## 8 Régulateur N°8

Tension Zener 5,70V

## 9 Régulateur N°9 (Yves)

Intervention par mail : ajustement de la tension et découverte de la broche NC sur la diode STPS1545, voir § suivant. Problème que je n'avais pas encore découvert, normal, j'ai toujours remplacé par des MBR1545.

## 10 La diode D1, nouvelle surprise !

En plus des problèmes cités, cette diode a causé un nouveau problème : certaines diodes livrées par Selectronic, pourtant bien marquées ST, ne sont pas conformes à la datasheet. La diode est en boîtier TO220 (STPS1545D, TO220AC pour ST), la semelle sort du boîtier sur 6,2 mm, et un trou permet la fixation sur un radiateur. La datasheet précise que les broches sont alors affectées à l'anode (A) et à la cathode (K), aucun branchement n'est prévu pour la semelle (habituellement, la semelle est pourtant connectée) donc on ne devrait pas s'en servir, ou on prend le risque que la prochaine livraison de ST n'ait pas cette connection interne.

La diode fournie par Selectronic possède le branchement du boîtier D<sup>2</sup>PAK (STPS1545G) dont la semelle très courte, déborde du boîtier de 1,27mm seulement et ne possède donc pas de trou de fixation. Ce boîtier est destiné à être brasé directement par sa semelle par refusion. La broche « gauche » est bien stipulée NC et on ne doit normalement pas la connecter. Mais la diode Selectronic n'est pas en D<sup>2</sup>PAK ! Sa référence exacte est STPS1545 avec un CT surgravé (en bas à droite du boîtier plastique), on trouve la datasheet (plus ancienne : 2002) mais là c'est une diode double ! Sur quel marché noir Selectronic a trouvé ces diodes, et sur combien de régulateurs sévissent-elles ? (il est vrai qu'on trouve maintenant beaucoup de contrefaçons sur le marché)

Cette série de diodes ne peut être utilisée que par la cosse 3mm livrée dans les kits d'isolement TO220. Mais le nylon du canon isolant est sujet au fluage classique du nylon à la suite de cyclages thermiques, avec pour conséquences : desserrage, échauffement locaux. Ce n'est pas la meilleure solution pour le long terme.

Je maintiens mon conseil de remplacer la diode par une MBR1545, en mettant les deux diodes en parallèle, en boîtier TO220 avec trou de fixation et connexion par brasures (et courant par diode moins élevé).



### STPS1545D/F/FP/R/G

#### POWER SCHOTTKY RECTIFIER

##### MAIN PRODUCT CHARACTERISTICS

$I_F(AV)$	15 A
$V_{RRM}$	45 V
$T_j(max)$	175 °C
$V_F(max)$	0.57 V

##### FEATURES AND BENEFITS

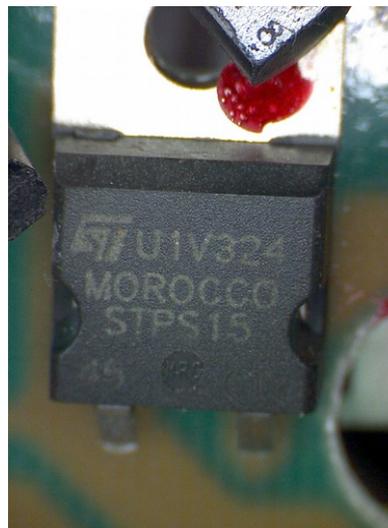
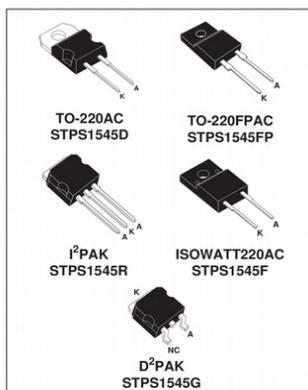
- VERY SMALL CONDUCTION LOSSES
- NEGLIGIBLE SWITCHING LOSSES
- EXTREMELY FAST SWITCHING
- INSULATED PACKAGE: ISOWATT220AC, TO-220FPAC  
Insulating voltage = 2000V DC  
Capacitance = 12pF
- AVALANCHE CAPABILITY SPECIFIED

##### DESCRIPTION

Single chip Schottky rectifier suited for Switch Mode Power Supply and high frequency DC to DC converters.

Packaged in TO-220AC, ISOWATT220AC, TO-220FPAC, I<sup>2</sup>PAK or D<sup>2</sup>PAK, this device is intended for use in low voltage, high frequency inverters, free wheeling and polarity protection applications.

ABSOLUTE RATINGS (limiting values)

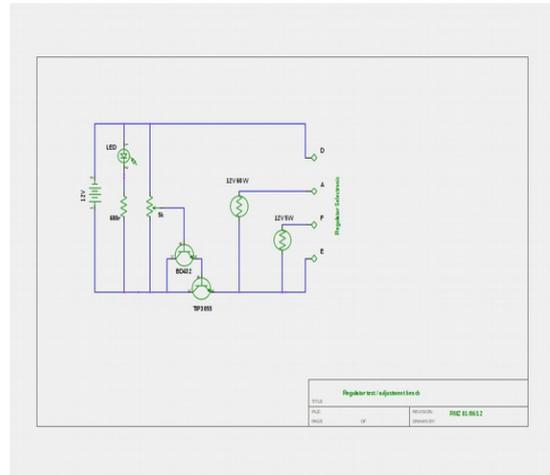
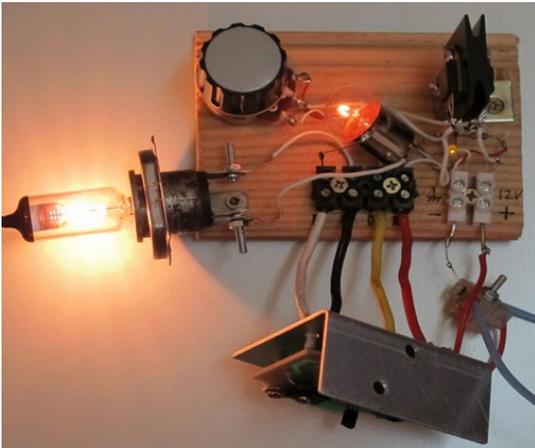


**J'espère que maintenant, j'ai vu toutes les pannes possibles avec ce régulateur !**



## 11 Banc de test / réglage

Le banc de test est fait par un montage simple, alimenté par une batterie ou une alimentation puissante (p. ex. deux alims de PC dont les sorties 5V sont en série, 10V suffisent).



Les transistors sont montés sur un petit radiateur. Les lampes servent de charge : la lampe de phare 60W sert à tester la diode D1 sous 5A (on peut facilement augmenter le courant en ajoutant une ou des lampes) ; la lampe 5W sert à la mesure du seuil de déclenchement de la tension dynamo. Vérification du régulateur : en montant depuis la masse la tension du potentiomètre, cette lampe s'éclaire proportionnellement à la tension du potentiomètre, puis s'éteint brusquement au passage de la tension de régulation. En ajustant les résistances R3 et R4 du régulateur, on peut ajuster cette tension de régulation.

Pour la meilleure précision et facilité de lecture, il faut mesurer en baissant la tension depuis son max et la dernière tension mesurée avant allumage de la lampe 5W est la bonne (car l'allumage de la lampe change un peu la tension transmise par le transistor, qui dans ce montage, n'a pas une impédance nulle). La tension se mesure entre A et E, avec une lampe 5 à 21W entre A et E pour faire conduire la diode Shottky D1 (la lampe 60W12V sert pour un essai à un courant réaliste)

## 12 Modification de l'électronique

### 12.1 La diode D1 : STPS1545

pour personnes qualifiées seulement, et à vos propres risques

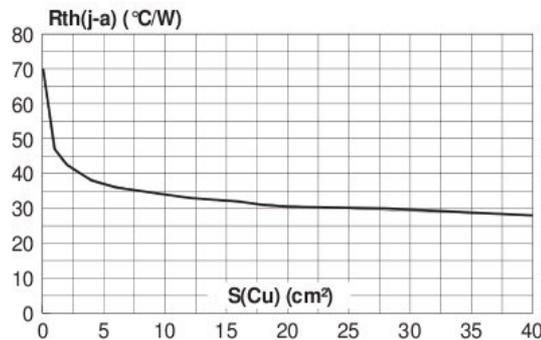
C'est la diode qui assure la fonction conjoncteur, elle relie le rotor à la batterie seulement si la tension est suffisante. Son rôle est fondamental, puisque même quand les dynamos n'avaient pas ou peu de régulation, cette fonction a toujours été assurée automatiquement, pas question d'avoir uniquement confiance dans le pilote.

Comme prévu (§ 1.3.4, composants), la diode D1 chauffe énormément : elle passe de 21° à 130°C (température extérieur boîtier) en une minute et demie sous 9A, je n'ai évidemment pas attendu d'aller à l'asymptote ! A ce courant, la tension directe est de 0,5V soit une dissipation de 4,5W, il faut encore rajouter 7,2°C pour la température jonction soit 137°C. La température atteinte risque de dégrader assez rapidement le PCB et la diode (qui a effectivement lâché à la fin des 90s d'essais à 9A ). La fiche STPS1545 montre que si la diode est placée sur un PCB (mais coté cuivre ! ) avec la surface de cuivre dessinée sous la diode (1,3cm<sup>2</sup>, voir la cassure de la courbe), la mauvaise transmission de chaleur donne une résistance thermique de l'ordre de 45°/W soit une élévation de température de 193° au-dessus de l'ambiante soit 218°C à 25°C ambiante, largement au-dessus des 175 autorisés, mais autorisés avec un courant nul. Rappelons aussi que la piste cuivre n'est en contact avec la semelle de la diode qu'à travers l'époxy (bien pire conducteur thermique que le cuivre) ou à travers la vis, pas franchement meilleur.

Selectronic a donc fait une impasse majeure dans la conception du régulateur qui ne peut fournir fiablement qu'une

partie de la puissance de la dynamo E3L.

**Fig. 10:** Thermal resistance junction to ambient versus copper surface under  $t_{\text{pb}}$  (epoxy printed circuit board FR4,  $\text{Cu}=35\mu\text{m}$ ) ( $\text{D}^2\text{PAK}$ ).



Doc STPS1545

Puisque la diode est montée coté époxy, on peut calculer avec une résistance thermique de  $50^\circ/\text{W}$ . A  $30^\circ\text{C}$  ambiante : la diode supporte 2,9W soit 6A, mais sans marge (et donc avec une durée de vie très réduite).

On peut en déduire que le régulateur Selectronic peut fonctionner (avec le montage d'origine de la diode D1) avec une dynamo 6V 36W, avec une espérance de vie réduite.

**Cette diode doit impérativement être montée sur un radiateur.**

En fait cette diode peut être montée sur le radiateur principal (alors avec interposition d'un film isolant électrique, conducteur thermique), en plus du transistor TIP41, qui dissipe 2 à 3W

J'ai utilisé la diode MBR1545 disponible chez Selectronic à 1,3€ qui comprend deux diodes 15A, leur mise en parallèle permet de les faire travailler à 5A par diode, cette mise en parallèle est autorisée, puisque par construction, les diodes sont faites dans le même morceau de silicium (mêmes tension directe et coefficients en température), le cas est fondamentalement différent des deux diodes Zener de régulation d'alternateur Lucas. Il **FAUT un radiateur**, le mieux est de monter la diode sur le radiateur principal mais l'assemblage et le passage des fils est alors plus complexe.

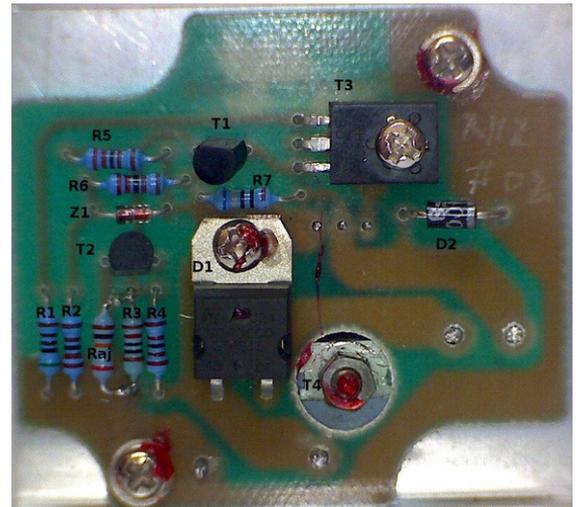
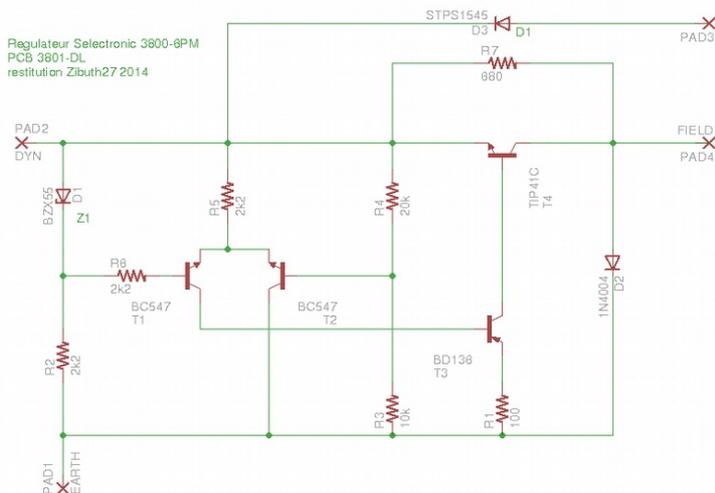
Le test a été fait avec un courant de 9A soit à peine au-dessus du courant max normal, difficilement trouvé sur internet, de 8,5A. De toutes façons, même à 8,5A la température de la diode, dans son montage d'origine, est trop élevée ( $191^\circ\text{C}$  au-dessus de l'ambiante). Cette limitation à 8,5A est toute théorique, rien n'empêche l'utilisateur de consommer plus, en mettant un phare additionnel, tout en klaxonnant et en freinant. La dynamo Lucas n'a pas de système de limitation de courant, seul le régulateur MXR1-MCR2 limite le courant, pas le régulateur Selectronic. **Ne pas dépasser 60W avec le régulateur Selectronic modifié, sauf de façon occasionnelle et non prolongée, et avec un fusible sur la sortie dynamo.**

Tel quel, le régulateur demande un réglage 0,5V au-dessus de la tension batterie ; dépendant de la température de la diode soit 7,7V et on aura une approximation la moins dommageable pour la batterie.

Le radiateur chauffe quand même en usage normal, il doit être de préférence dans le courant d'air de la machine, il ne faut pas le mettre dans un endroit fermé.

**Cette diode est fondamentale : un des modes vraisemblables de défaillance est le court-circuit interne (surtout en cas de surchauffe) et on a alors décharge à très fort courant de la batterie dans le rotor qui ne peut pas y résister longtemps!**

## 12.2 Reconstitution du schéma



Pour correspondre au texte, la diode STPS1545 est D1, la zener est Z1

## 12.3 Remarques sur la conception

Ce régulateur est de schéma presque classique : amplificateur différentiel + amplification de puissance, sans rétroaction (donc à gain très élevé), il asservit la tension dynamo en comparant une valeur de consigne (tension Zener) à une fraction (pont diviseur R3-R4) dans un amplificateur différentiel T1-T2. La tension de sortie suit cette valeur en soustrayant 0,2 à 0,5V selon le courant débité et la température de jonction de la diode, on est loin des 3% de variation demandés par Yuasa.

Dans le cas où la tension régulée est trop forte (selon la Zener livrée), il faut mettre la résistance d'ajustement en parallèle sur R3, dans le cas où elle est trop faible, la mettre sur R4. Il est préférable de monter une résistance fixe plutôt qu'un potentiomètre.

Les diodes Zener livrées présentent une grande variation, la tension de sortie est donc différente selon les régulateurs. C'est pourquoi je recommande l'ajustement par résistances soudées sur R3 ou R4.

## 12.4 La diode D2 : 1N4001

Elle sert à court-circuiter la tension inverse qui apparaît lors de la rupture du courant dans l'excitation, on met habituellement une diode qui supporterait le courant d'excitation.

Il s'agit pour cette diode, d'absorber l'énergie accumulée dans l'inductance de l'excitation. Dans le cas des dynamos Lucas, cette énergie est de  $\frac{1}{2} Li^2$  soit 12mJ à une fréquence dépendant du cyclage du régulateur (avec Lucas, c'est typiquement 100Hz, soit 1,2W si le Selectronic fait fonctionner l'inducteur à la même fréquence, avec une élévation de température interne de la diode de 60°C ; je n'ai pas mesuré dans la configuration Selectronic, et cela dépend de la tension de régulation). La 1N4001 pourrait suffire. Elle aurait intérêt à être remplacée par une Transil (TVS, TransZorb) à une tension de 25-45V (non dangereuses pour les isolants des bobinages) et qui ne ralentit pas le cycle de fonctionnement du régulateur la 1N4001 limite à environ 8Hz, une transil permet 1kHz, ce qui diminue d'autant l'ondulation de courant, dommageable pour la batterie.

## 12.5 le transistor T4 : TIP41

Il tient 6A et sera utilisé à 3A max, OK. La tension de saturation est de l'ordre de 1,5V sous 3A soit 4,5W à dissiper par le radiateur. La tension de saturation, plus forte que la chute de tension d'un contact (dans le cas du régulateur Lucas), fait que le régime doit être supérieur pour charger de la même façon que le MCR2. Il serait donc préférable, lors d'une future reconception, d'utiliser un transistor MOS à la place du transistor bipolaire TIP41.

Ce transistor sert à commander le courant dans l'inducteur : tant qu'on n'a pas atteint la tension max de régulation, le régulateur travaille en saturation (et l'inducteur en profite pour être remagnétisé). Au delà de cette tension max le régulateur commute sans arrêt de l'état conducteur à l'état isolé, à la manière de la lame vibrante

du régulateur électromécanique puisque sans courant dynamo, la tension batterie chute, ce qui relance le régulateur.

La commande de base est faite par une résistance de 100  $\Omega$ , ce qui est insuffisant si le transistor possède le gain minimum de la datasheet, T4 risque alors de chauffer, **encore une conception limite de Selectronic** : une simulation Spice permet de le voir immédiatement. Je ne préconise pas de changer uniquement cette résistance, cela implique trop de changements et vérifications du reste, je préfère étudier un Nouveau Régulateur..

Une résistance de 640  $\Omega$  shunte le transistor et permet l'amorçage de la dynamo.

## 12.6 La diode de référence Z1

C'est la valeur de cette diode Zener qui donne la tension de régulation à travers le pont de résistances R3-R4 (et de leurs tolérances).

Visiblement Selectronic ne sélectionne pas ces diodes car leur tension varie de 5,48V à 5,79 sur les régulateurs que j'ai vus, et la tension de régulation varie en conséquence (selon l'emplaire livré) de 7,76 à 8,45V, valeurs **TROP** fortes.

La valeur de la Zener devrait être de proche de 5,2V. Avec une Zener de 5,7V (valeur normalisée) la tension théorique de sortie batterie serait de 7,9V (trop forte), avec une Zener de 5,1V (la valeur normalisée inférieure) la tension batterie serait de 6,9V (trop faible) : il FAUT ajuster.

### 12.6.1 Remplacement de la Zener

La Zener livrée par Selectronic a une dispersion importante de la tension et Selectronic ne fait aucun tri. Elle sera avantageusement remplacée par une référence de tension LM336-5 de variation thermique de  $-0,2\text{mV}/^\circ\text{C}$ . Cette référence peut être ajustée jusqu'à 6V, donc dans la gamme nécessaire au régulateur. C'est un montage intéressant pour faire marcher ce régulateur. Le LM336-5 peut être amélioré par le LM236-5 ou encore mieux par le LM136-5 qui fonctionnent dans une plus grande gamme de température.

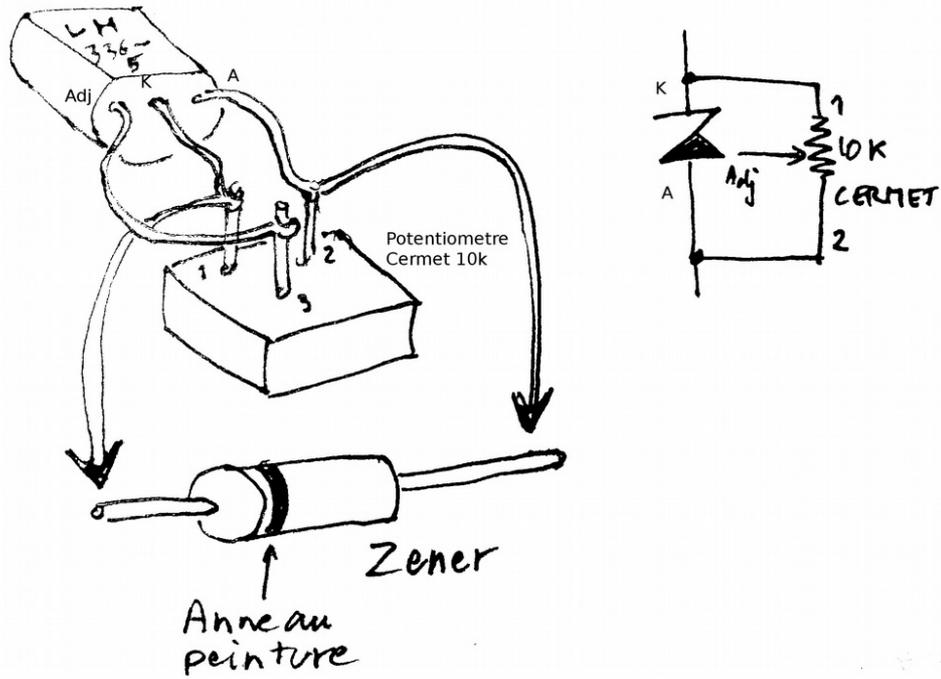
Le potentiomètre doit être de type Cermet (céramique-métal) pour fonctionner dans ces conditions difficiles et assurer la stabilité nécessaire (le rapport de résistances d'un potentiomètre est très stable), ne pas monter de résistance-talon externe.

Le schéma suivant montre le remplacement physique de la Zener (qui est évidemment démontée!)

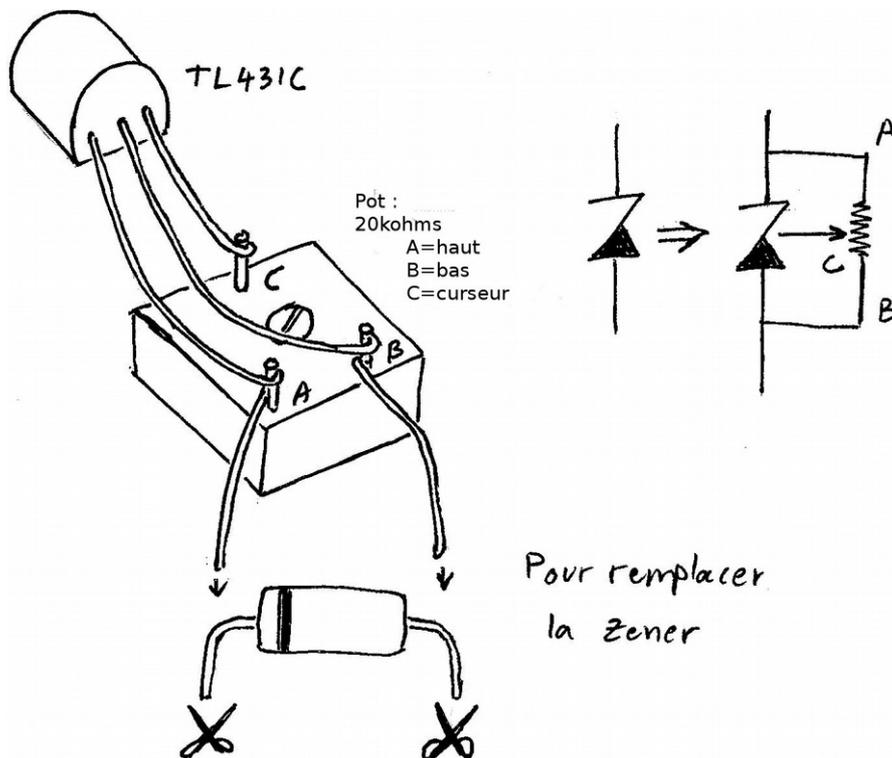
Utiliser de l'araldite (pas de superglue ici) pour fixer les composants et ajuster le potentiomètre pour la température de fonctionnement en mesurant la tension batterie à un régime suffisant, phares éteints, la batterie n'ayant pas vu de chargeur depuis plusieurs heures. Fixer le curseur du potentiomètre à l'araldite.

temp	Réglage (volts) $\pm 0,25\text{V}$
-20	7,76
-10	7,64
0	7,52
10	7,40
20	7,27
30	7,15
40	7,02
50	6,90

Avec un LM336-5



Avec un TL431



Je préconise toutefois de ne pas monter au-delà de 7,6V, pour ne pas réduire excessivement la durée de vie des lampes. La charge sera alors correcte jusqu'à -8°C.

## 12.7 Protections

Le régulateur MCR1 ou MCR2 Lucas possède une fonction de limitation de courant contrairement au Selectronic. Lorsqu'on utilise le Selectronic, **Il est important de protéger le rotor par un fusible** de valeur 7,5A

(pour une dynamo E3H ou N), disponible dans les valeurs des fusibles à lame. Cette valeur devrait être supportable par la dynamo, la surcharge étant alors de 30 %. Pour une E3L une valeur de fusible de 10A autoriserait une surcharge de 15 % .

Le fusible n'est pas nécessaire pour l'inducteur, car l'inducteur est prévu d'origine pour être connecté à la batterie 6V en pleine charge.

## 13 Conclusions

Le régulateur Selectronic 3800-6PM vendu sans information de dynamo ni de courants, semble avoir été fait pour des dynamos de 30 à 60 Watts, mais le résultat est une durée de vie prévisible très faible (pas de prise en compte des exigences thermiques de la diode Schottky) et des risques pour la batterie (tension de sortie non ajustée) ou pour le rotor (courant non limité, comme d'ailleurs nombre de régulateurs électroniques actuels). Il présente quelques défauts d'assemblage et de conception propres à baisser la fiabilité, voire à détruire la dynamo. Certains régulateurs arrivent même chez le client, déjà en panne. La conception peut pourtant être modifiée pour fonctionner à peu près correctement (dans une gamme de températures restreinte) avec la dynamo Lucas E3L = 6V 60W, ou autre dynamo positif à la masse et excitation vers le pôle batterie.

Modifications préconisées

- monter la diode D1 sur le radiateur avec isolations (film et canon) et rondelle élastique
- remplacer la diode D1 par une MBR1545 ou MBR20100
- si vous tenez à garder la diode, il faut en vérifier le branchement interne, sinon souder le fil sur la patte de refroidissement (attention à faire par un opérateur pro, ou très habile et soigneux)
- Monter le transistor T4 (TIP41) sur le radiateur, le relier par des fils avec gaine au circuit imprimé
- repercer les trous des fils de sortie pour qu'ils traversent le circuit imprimé
- immobiliser les fils au passage du radiateur (silicone car sinon on risque d'arracher la pastille du circuit si la colle résiste trop au démontage)
- Zener : si elle est bonne (voir tableau des tensions ci-dessus) la laisser, sinon la remplacer par une diode triée ou par le montage de référence variable ci-dessus
- mettre un fusible (impératif) sur la ligne dynamo : entre dynamo et régulateur ou juste à la sortie régulateur. Fusible 7,5A pour une E3N ou E3H, 10A pour une E3L, lorsque le fusible fond, c'est que vous tirez réellement plus que les capacités de la dynamo. Pas nécessaire sur la ligne excitation car la dynamo est elle-même capable de tenir la tension max de la batterie.

Le régulateur Selectronic est **catastrophique** tel quel. Il peut pourtant sembler fonctionner (si la diode Zener montée par Selectronic n'est par hasard pas trop éloignée de la valeur nécessaire) chez certains utilisateurs qui mettent leur batterie sur un chargeur d'entretien, lorsqu'ils remettent leur moto, et qui roulent peu ou sans phare, la catastrophe apparaît quand le régulateur voit passer un courant important, pourtant normal pour la dynamo. Mais après quelques modifications, on obtient un régulateur plus fiable, dans une gamme de température restreinte, avec une tension batterie correcte, pour finalement pas trop cher, et un peu d'huile de coude.

Il se trouve pourtant des gens pour dire « MOI, mon régulateur Selectronic fonctionne ! » Peut-être ceux dont la Zener ne donne qu'une tension faible et qui ne mettent pas de phares, et roulent et seulement après avoir (sur)chargé leur batterie avant le départ, pour un tout petit tour, bref des qui ont des quenelles dans les yeux

Mais tout ça ne vaut pas un bon régulateur, il y en a certainement des sérieux (voir sur le site un projet de régulateur qui, s'il n'est pas le meilleur, n'aura pas les défauts du Selectronic) en tous cas, je n'en ai pas vu qui prennent en compte la température ni la limitation de courant des vieux Lucas.

Zibuth27

D'autres études et réalisations (allumage de moto 1906 avec appareil photo jetable, passage en 12V et phare H4 de MagnétoFrance Aldyno, etc) sont décrites sur mon site : [www.hackerschicken.eu](http://www.hackerschicken.eu)

## Table des matières

1 Régulateur N°1 Selectronic en panne, pour Dynamo 6V 60W LUCAS.....	1
1.1 extrait du catalogue Selectronic, mai 2012.....	1
1.2 Vue générale.....	2
1.3 Fonction.....	2
1.4 Composition du Selectronic.....	3
1.4.1 circuit imprimé.....	3
1.4.2 Branchements.....	3
1.4.3 Fils, passage des fils.....	3
1.4.4 Composants.....	5
1.4.5 Explication des efforts :.....	6
1.4.6 Montage des autres composants.....	7
1.5 Mesures électriques.....	7
1.6 Conclusions sur l'assemblage du régulateur.....	7
1.7 Régulateur 1, le retour.....	8
2 Régulateur N°2.....	9
2.1 Mesures, valeurs des composants.....	9
2.2 Observations.....	10
2.3 Remise en conformité.....	11
2.4 Essais électriques.....	11
3 Régulateur N°3.....	11
4 Régulateur N°4.....	12
5 Régulateur N°5.....	12
6 Régulateur N°6 (Fred).....	12
6.1 Mes observations.....	14
6.2 Réponses aux points de Fred et analyses.....	15
6.3 Bilan électrique.....	16
6.3.1 Fonctionnement normal :.....	16
6.3.2 Fonctionnement avec Selectronic à 8,45V :.....	17
6.4 Conclusions sur le régulateur N°6.....	19
7 Régulateur N°7.....	20
8 Régulateur N°8.....	21
9 Régulateur N°9 (Yves).....	21
10 La diode D1, nouvelle surprise !.....	21
11 Banc de test / réglage.....	22
12 Modification de l'électronique.....	22
12.1 La diode D1 : STPS1545.....	22
12.2 Reconstitution du schéma.....	24
12.3 Remarques sur la conception.....	24
12.4 La diode D2 : 1N4001.....	24
12.5 le transistor T4 : TIP41.....	24
12.6 La diode de référence Z1.....	25
12.6.1 Remplacement de la Zener.....	25
12.7 Protections.....	26
13 Conclusions.....	27