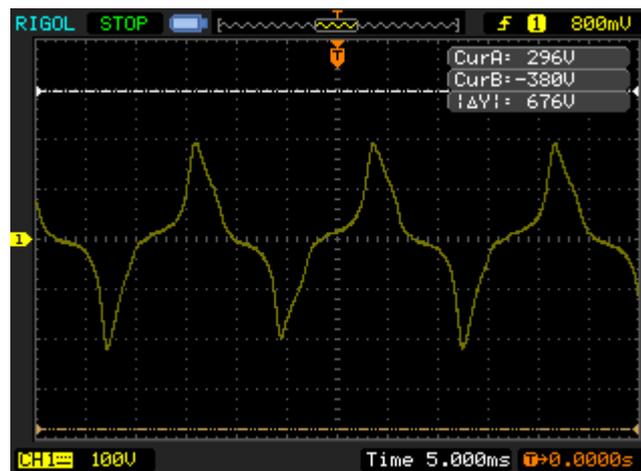


1. L'éclairage sur volant ou alternateur

La majorité des cyclomoteurs et des motos utilisent un volant magnétique comme source d'électricité, parfois assisté par une batterie. Ce volant est parfois appelé alternateur sur les motos modernes, alors que sa construction est clairement celle d'un volant : masse la plus dense reportée au plus loin de l'axe pour augmenter le moment d'inertie ; les constructions type Lucas (RM21/23) ou Alton avec leurs aimants au centre, n'ont qu'un faible effet de volant. L'éclairage sur volant magnétique (volant magnétique comme aime à dire IGM) est produit par des aimants tournants au plus près et à l'extérieur d'une bobine, ce qui facilite la fixation des aimants par la force centrifuge. C'est une variante d'alternateur à aimants permanents. La forme d'onde dépend de la répartition des champs magnétiques, donc de la forme des pièces polaires et Novi et autres, n'ayant pas les impératifs d'EdF, les formes sont guidées par des considérations économiques. La tension produite est très loin d'être une sinusoïde, aussi les valeurs ne se mesurent qu'avec un voltmètre « valeur efficace vraie » (true RMS = root mean square = racine carrée du carré des moyennes) qui est la transposition en chauffage et en tension continue de ce signal. La valeur lue par un voltmètre analogique ou multimètre de supermarché est, **dans ce cas, complètement fantaisiste**. De nombreux voltmètres « true RMS » peuvent quand même être trompés car le signal a un facteur de crête trop fort (ils spécifient souvent un facteur de crête de 3 max) ainsi que sa fréquence.

Forme d'onde :



tension volant magnétique
SP94TT Motobécane

La tension de sortie croît en fonction directe du régime (6V au ralenti à 1000 rpm montent à 60V à 10.000 rpm), affublée de coefficients divers dont la saturation éventuelle d'une partie du système magnétique affectée par le courant, ainsi que l'inductance, affectée, elle, par la fréquence (donc les tours/min).

Si le constructeur souhaite la simplicité et le bas coût, il va commander à l'industriel électricien un volant ou une dynamo, qui sorte un survoltage tolérable, moteur à fond, et un lumignon à peine visible au ralenti

On a aussi utilisé un écrêtage qui va empêcher la tension de monter trop haut, il est alors possible d'avoir un éclairage plus sérieux au ralenti, un écrêteur (souvent à diode Zener) absorbe l'excès d'énergie par son échauffement.

Dans le cas où une batterie est montée, la tension ne peut plus varier autant qu'avec des lampes seulement, et une régulation s'impose (sauf certaines motos anglaises qui se contentent de Zeners) ainsi qu'une fonction conjoncteur pour empêcher le retour de courant dans le volant/dynamo, la diode peut parfois suffire à cette fonction.

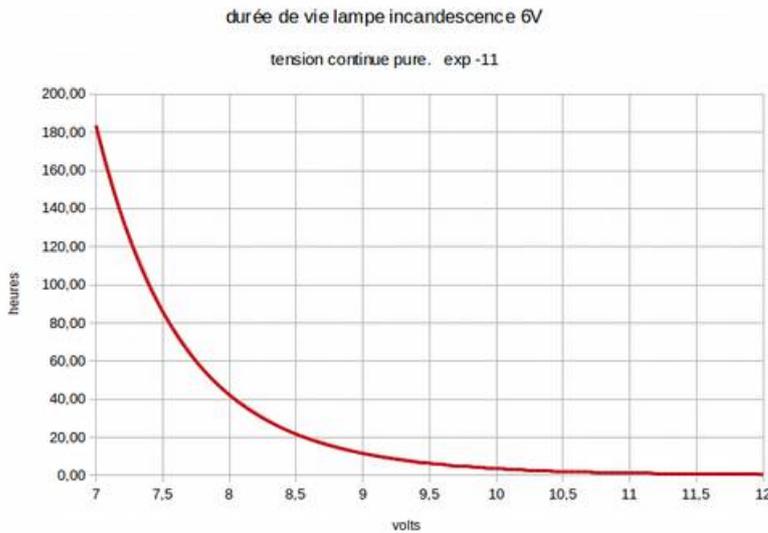
La forme d'onde change en fonction de la charge, voir plus bas l'alternateur Triumph RM21.

L'éclairage est l'utilisation majeure du volant ¹, hormis l'allumage, souvent muni d'un circuit spécifique.

1.1. La lampe

La lampe à incandescence a une durée de vie qui dépend de la tension appliquée et qui diminue rapidement lorsque la tension monte. La lampe se comporte comme une résistance chauffante qui fonctionne aussi bien en courant continu qu'alternatif. C'est la tension efficace qui entre en jeu et qui est la valeur d'une source donnant le même effet thermique (comme l'éclairage d'une lampe) qu'un courant continu.

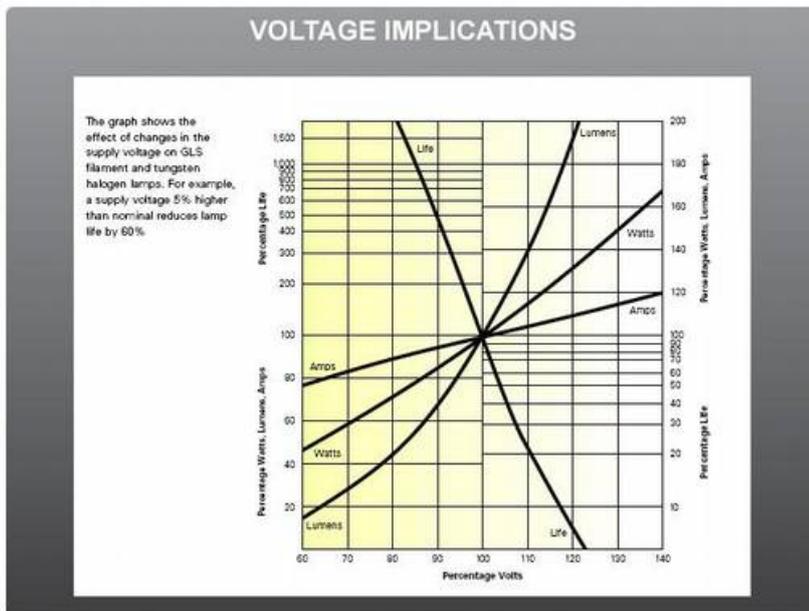
¹ Le volant peut être magnétique, maléfique, ou mirifique : dans l'ordre : un cas technique, une panne, ou qui rapporte beaucoup des sous au dépanneur



Il s'agit de courant continu pur, et il ne faut pas déduire de cette courbe que si la lampe est alimentée par un volant magnétique écrêté à 8,5V, sa durée de vie sera de 20 heures (cela sera seulement vrai sur batterie avec chargeur sans composante alternative). La forme d'onde d'un volant, particulièrement pourrie, montre de nombreux temps morts présentant une tension faible ou nulle. La Zener d'écrêtage, adaptée seulement à son volant, prend en compte cette réalité, et affiche une tension plus élevée (tension crête) pour un résultat plus correct.

1.2. Les journalistes

Il continuent leur théorie du complot sans trop comprendre, même lorsqu'on a pratiquement fait disparaître les lampes à incandescence



Une augmentation de 5 % réduit la durée de vie de 60 %, augmente la luminosité de 20 %, augmente la puissance de 10 % et améliore la température de couleur. Il a bien fallu choisir et standardiser au lieu de disperser les performances, et non colporter une théorie du complot! l'obsolescence programmée est à chercher ailleurs

Il a fallu en réalité définir un compromis entre puissance électrique, rendement lumineux, durée de vie et température de couleur. Les journalistes s'acharnent sur la durée de vie. Ils auraient peut-être été moins satisfaits d'avoir une lampe comme celle de Livermore clairement sous-alimentée, le filament rougeoyant à peine (dont ils oublient aussi de citer qu'on n'en connaît pas avec certitude la totalité de l'historique) mais seraient nettement moins satisfaits de la puissance d'éclairage ridicule, et du prix colossal de son l'électricité (son rendement en sous-tension est 25 fois moins élevé qu'à l'époque, déjà pas brillant)

2. La diode

La diode est un dispositif électronique qui laisse passer le courant dans un seul sens. Enfin presque ! Il laisse passer le courant, mais avec une certaine perte due à sa tension directe qui dépend de la technologie de la diode. Et dans l'autre sens, elle conduit aussi à partir d'une certaine tension (fuite, effet Zener, claquage ou avalanche).

La conduction dans le sens direct commence bien près de zéro volts, mais à un courant nul ! Lorsque le courant passe, la tension aux bornes de la diode se limite approximativement à une valeur dépendant de la technologie de la diode, voir mes mesures et l'abondante littérature.

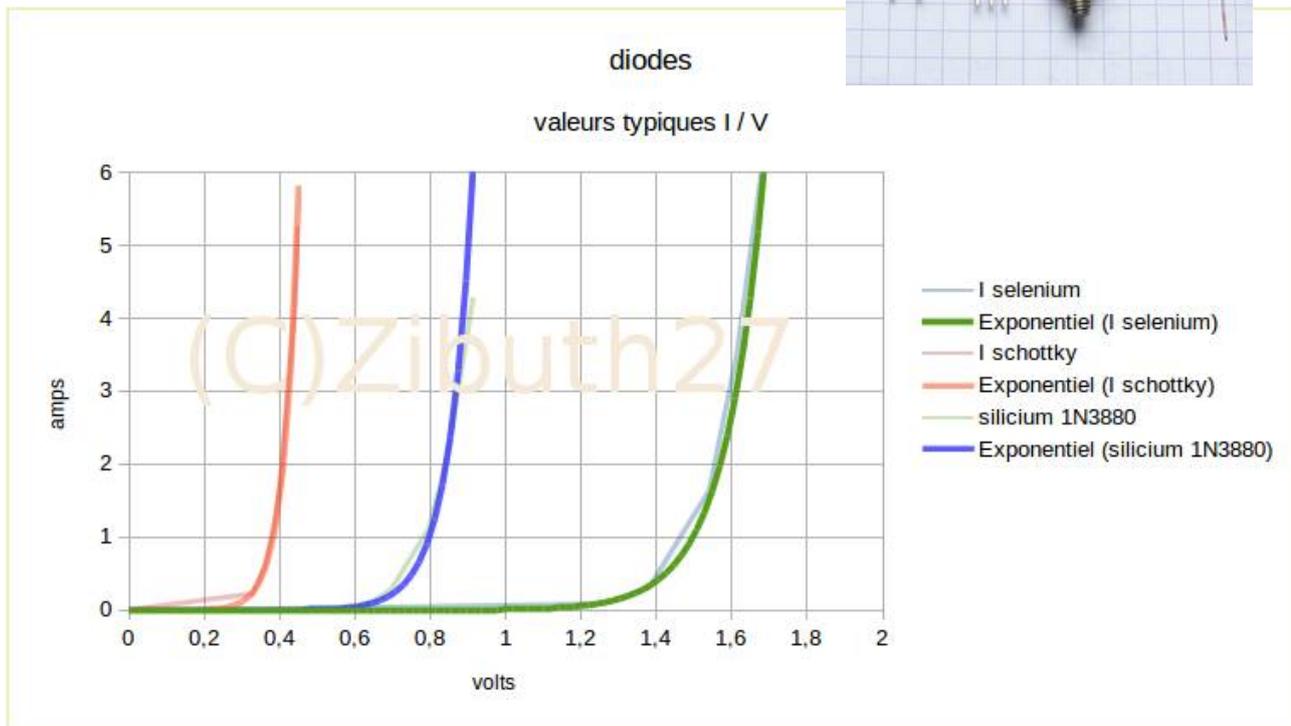
Il existe aussi une conduction dans le sens inverse : le courant de fuite, qui était important dans les anciennes technologies de diodes (oxyde de cuivre, sélénium), et devient négligeable dans les diodes silicium.

Les diodes les plus anciennes ont une tension directe assez importante, environ 1,6V pour un courant de 2 A dans le cas du sélénium, soit une perte de 3,2W par diode (6,4W pour un pont), les pertes sont donc du courant produit en pure perte par la dynamo, on a tout intérêt à les diminuer.

Les diodes actuelles au silicium, environ 0,9V à 2A perdent 1,8W par diode, 3,6W pour un pont.

Les diodes Schottky perdent le moins : à 2A on a 0,8W par diode, 1,6W pour un pont. Mais ces diodes ont une tension de claquage faible, et ne peuvent pas être utilisées sur des systèmes à grande dynamique ralenti/plein gaz.

quelques diodes silicium et Schottky de 0,05 à 20A



Tension directe (perte) de plusieurs technologies de diodes

2.1. La diode Lucas



Pont de diodes Lucas 2DS506

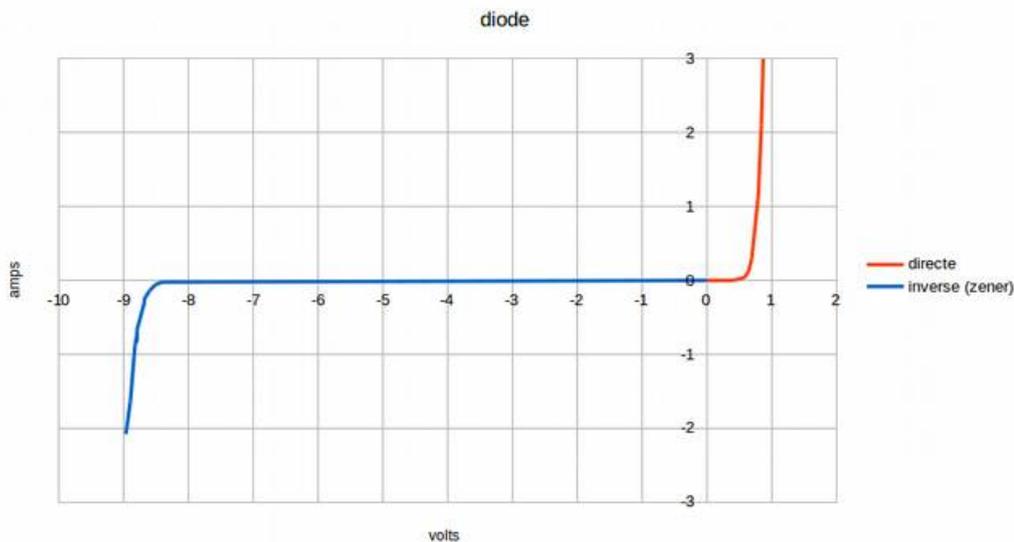


Les puces silicium sont logées dans les bossages des radiateurs

Souvent appelées à tort « diode sélénium » à cause de son montage sur ailettes. C'est en réalité un **pont de diodes Silicium** ! Il suffit de vérifier la tension directe avec un ohmmètre qui (par exemple sous 1mA) donne 0,5V.

2.2. La Zener

La diode Zener se comporte pratiquement comme une diode dont on se sert de la caractéristique de claquage inverse, en contrôlant la puissance dissipée dans ce claquage pour qu'il ne soit pas destructeur. En toute rigueur, et selon les tensions de claquage, il s'agit en réalité d'effet Zener ou d'effet d'avalanche. Toute diode est affectée d'un claquage (pas forcément destructif si on le maîtrise), l'utilisation « en diode » évite soigneusement d'entrer dans la zone de claquage, l'utilisation « en Zener » impose la limitation en puissance soit par une résistance ajoutée, soit par la résistance (ou l'impédance) de la source, dont la valeur est judicieusement maîtrisée.



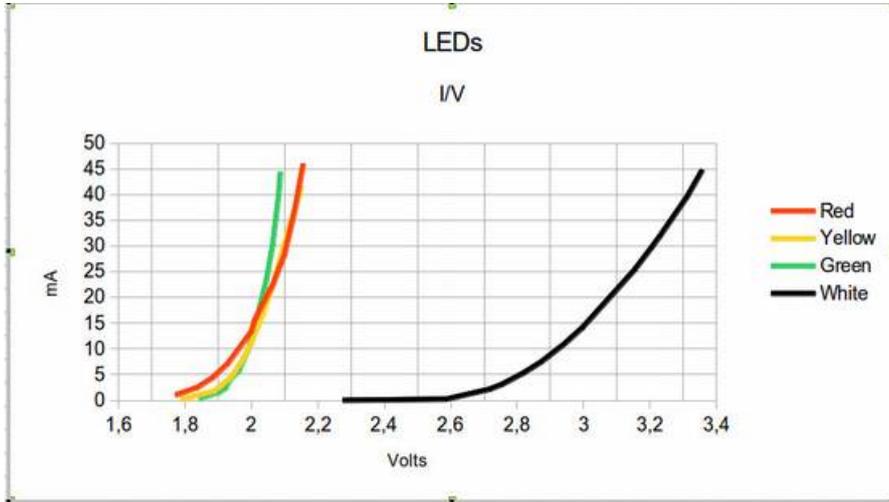
À droite, en rouge, la tension et le courant en sens direct, à gauche, en bleu la tension en mode Zener

2.3. les LEDs

On n'utilise pratiquement pas d'autres types de diodes, à part les LEDs.

La tension d'une LED dépend de sa couleur. **Les LED blanches sont en réalité des LED bleues**, avec des substances fluorescentes près de la puce. Electriquement, ça reste des bleues !

Les LEDs doivent être commandées en courant ou via une **résistance**. On ne monte jamais une LED directement sur une source de tension à basse impédance (pile ou batterie, sauf certaines productions de « lampes » de porte-clé à durée de vie très réduite)



Mesure de la tension directe de LEDs de couleurs différentes
oui, j'aurais dû mettre bleue/blanche

2.4. Diodes en parallèle

Lorsqu'on met deux diodes en parallèle, celle qui présente la tension la plus faible, même de quelques microvolts, va prendre la majorité du courant et s'échauffer plus que l'autre. Comme le coefficient de température du silicium est négatif (-2mV/K) sa tension va baisser et tendre à s'approprier la totalité du courant. Il n'existe pas de diodes identique, sauf des voisines du même wafer de fabrication, et qu'on garde à même température, exactement.

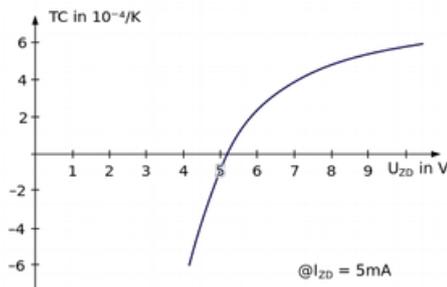
Pour les zeners l'affaire se corse.

Les seules diodes à effet Zener vrai, sont celles à tension zener inférieure à 5,5V, le coefficient de température est alors négatif et interdit la mise en parallèle.

Les diodes « zener » à tension supérieure font appel à un effet d'avalanche et le coefficient de température devient positif et autorise la mise en parallèle.

Pour nos machines avec certaines en 6V et d'autres en 12V, le principe de précaution demanderait qu'**on évite simplement de mettre des zeners en parallèle**

On peut être sûr que sur une machine 6V, seules des vraies zeners sont utilisées. Mais sur des machines 12V les deux peuvent exister puisque la conception est couramment faite avec des diodes 4 à 12V, faudrait analyser en détail et être sûr de ne pas avoir affaire à des diodes en série.



Coefficient de température fonction de la tension zener (wikipedia anglais seulement)

3. Mobylettes sans batterie

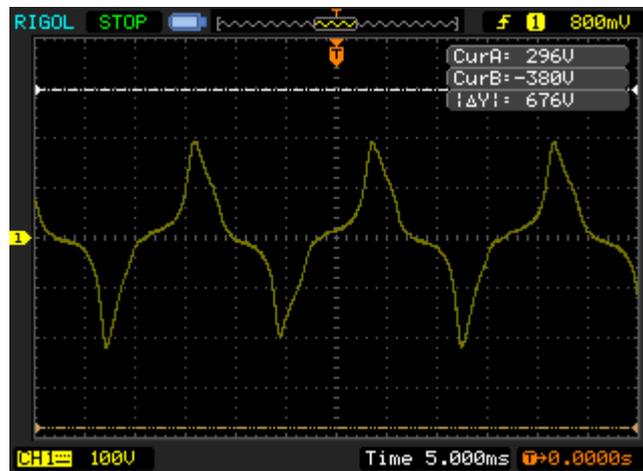
3.1. Tension à vide

Essais sur SP94TT

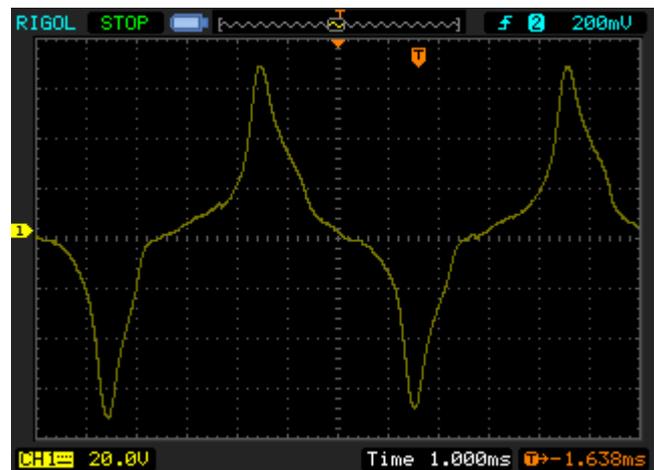


Elle est équipée d'une bobine d'éclairage à épaisseur fer de 12mm, soit une puissance de 15W

À 1700rpm
tension efficace 8,9 Vrms



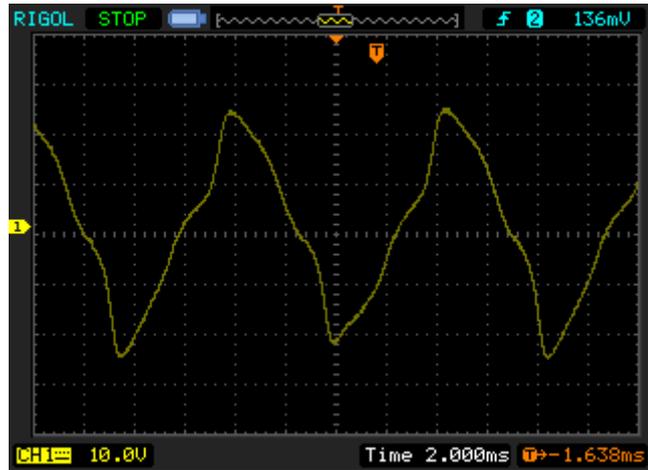
à 4870 rpm
tension efficace 34,9V rms
à 8000 rpm, la tension dépassera les 110V, c'est pourquoi Novi a préféré éteindre l'éclairage par un **court-circuit**, plutôt que risquer des claquages dans la bobine ou dans les doigts du pilote !



En charge avec une lampe 12V 21W

la tension efficace passe à 14,5Vrms

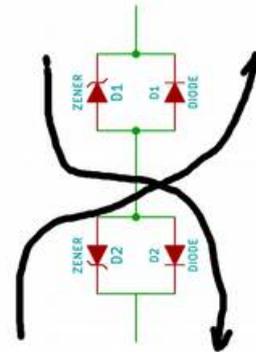
on peut observer qu'un des aimants est plus faible (ou l'entrefer est plus important ou déplacé) : la partie négative descend moins



La diode Zener sert à réguler la tension du circuit d'éclairage par sa fonction d'écrêtage, pour éviter la trop grande montée de tension, comme celle fournie habituellement par un volant magnétique. C'est alors une diode Zener double puisqu'elle doit permettre que les deux alternances montent jusqu'à la tension Zener. Une diode Zener comprend en fait une diode classique en parallèle et à l'envers sur une Zener « pure » (quand le courant circule dans la partie Zener, il ne circule pas dans la partie diode, et réciproquement) . La seule manière de connecter deux Zeners est de les mettre en série et d'en inverser une, sinon on obtient un magnifique écrêtage (se comporte comme deux diodes silicium ordinaires en antiparallèle, on se fiche alors que ce soient des zeners) à deux fois 0,9V !

Selon l'alternance, on voit que le courant circule toujours à travers une Zener ET une diode
 dans l'alternance positive le courant passe par Zener1 et Diode2
 dans l'alternance négative, le courant passe par Zener2 et Diode1

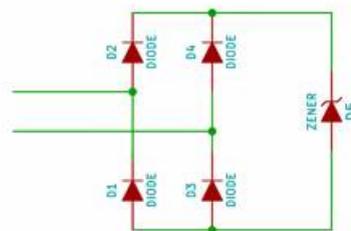
les diodes D1 et D2 sont comprises dans la puce des Zeners, simplement dessinées ici pour la clarté



C'est un régulateur shunt

On peut aussi bien, pour le même résultat, mettre un redresseur en pont (4 diodes) et une seule Zener, la Zener (unique) devra alors être simplement choisie à 0,9V plus bas.

dans l'alternance positive le courant passe par diode2 – zener - diode3
 dans l'alternance négative, le courant passe par diode1 – zener – diode4
 il y a chaque fois une diode supplémentaire



Aujourd'hui (2015) il n'existe plus de Zener de puissance, en dehors de quelques rares et très anciens stocks, car il n'y a plus de besoins de grandes séries de ces diodes (= **on ne les fabrique plus !**), on doit remplacer ces composants obsolètes des années 70 par de l'électronique plus élaborée .

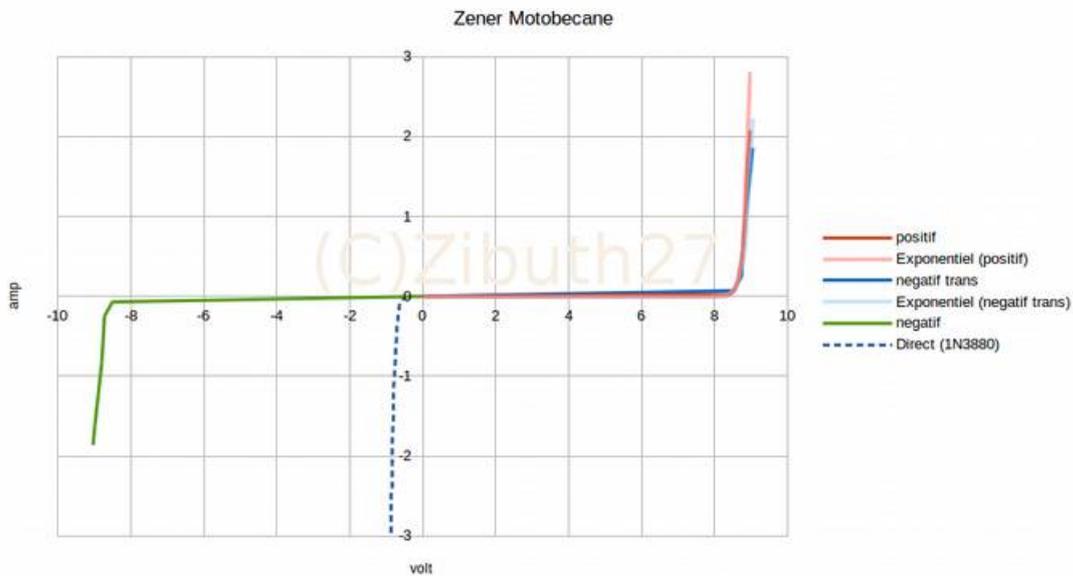
Les diodes zener doubles étaient très rares, même dans les années 70 : elles nécessitent un boîtier encore plus gros pour poser deux puces côte à côte. Le boîtier pour une puce fait un diamètre de l'enveloppe de la cavité de 14,3 mm (diamètre interne de la cavité 10,9 mm) et celui de la diode double de 19 mm.



zener simple



zener double Mobylette SP94TT



Tensions relevées sur la **diode double** Mobylette

La tension est donnée par la courbe en vert (pour l'alternance négative) et par la courbe en rouge (pour l'alternance positive). La résistance dynamique est de 0,16 ohms.

La courbe négative a été transposée et superposée à la courbe positive pour comparer la symétrie des diodes (courbe bleue négatif trans).

Une courbe typique de diode en sens direct a été rajoutée (bleu pointillé) ; une Zener unidirectionnelle aura une courbe totale constituée de rouge « positif » et bleu pointillé « direct ».



tension relevée sur la Mobylette avec la diode d'origine :
à 3700 rpm :
la tension efficace vraie (RMS)
est de 7,8V, lampes allumées

le volant délivre 2 alternances
par tour

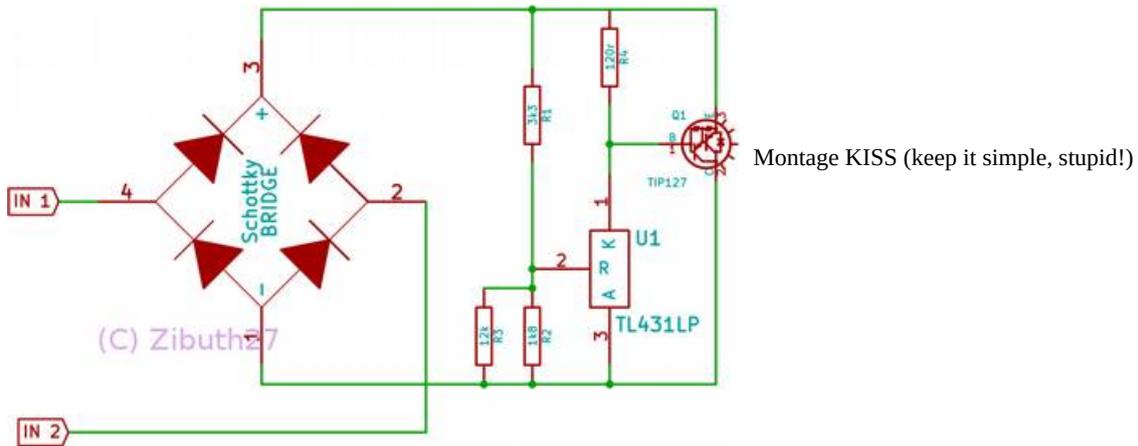
a) Courant dans la diode

Si le système électrique débite exactement la puissance des lampes, le courant Zener est nul. La Zener n'absorbe que l'excès de courant, donc à haut régime (et la Zener est alors bien ventilée) ou quand la lampe est morte (puisque Motobécane a choisi de court-circuiter le volant pour éteindre la lampe et peut-être aussi pour protéger la diode).

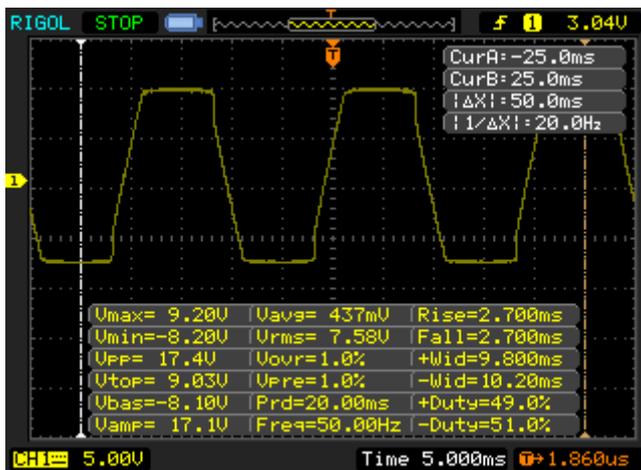
4. Remplacement de la diode double Mobylette

La diode double (gros boîtier avec écrou de 19 mm et cylindre affleurant le plat de l'écrou) n'est plus fabriquée depuis longtemps, il ne semble plus y avoir de stock. Comme il n'y a plus de besoin en électronique générale, pour ce genre de grosse Zener, il n'y a pas, non plus, d'équivalent.

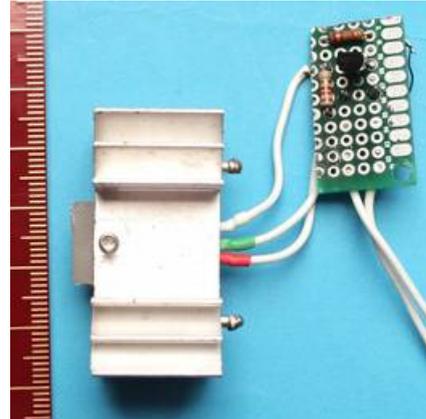
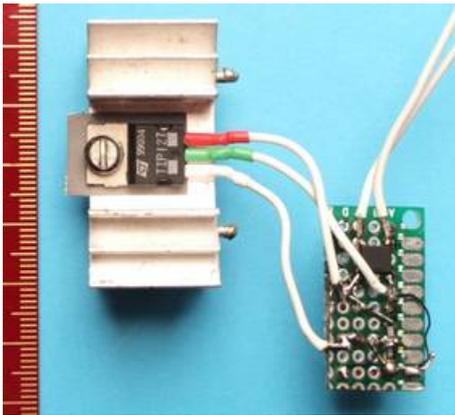
J'ai donc de concevoir une électronique très simple de remplacement : un régulateur shunt, on peut utiliser la bobine pour une sortie alternative référencée à la masse, ou les bornes du transistor pour un montage en continu flottant et filtrable (tension un poil différente) . La puissance ne dépend que du radiateur et de la puissance du pont de diodes, jusqu'à 60W (sur radiateur infini, on est loin en pratique d'y arriver).



le pont de diodes est un pont classique silicium 50V, Schottky
 Courant : volant 8W = 1,5A, volant 15W = 2A, volant 25W=5A
 le transistor TIP127 doit **impérativement** être monté sur un radiateur dissipant 10 à 5°/W ou au centre d'une plaque d'alu de 150 x 100 x 2, bien ventilée ou bénéficie alors du fait que lorsque la puissance augmente, c'est que la vitesse de l'engin augmente (donc la ventilation). Ça résiste moins bien aux emballement moteur au point fixe.
 La tension d'écrêtage entre IN1 et IN 2 est de 8,7V, symétrique positif et négatif.
 La tension en sortie du pont de diodes est de 7,82V
 La tension entre le collecteur de Q1 (« masse » virtuelle) et la base de Q1 est de 6,50V (à 1A superZener) la tension de référence du TL431 monté est donc de 2,516V (fourchette de tolérance 2,440 à 2,550)
 Si la tension de référence interne du TL431 diffère de cette valeur, il faut jouer sur la valeur de R3 pour obtenir les 7,82V en sortie de pont.
 Il n'y a pas besoin de diode en antiparallèle sur le transistor de puissance, toute commutation inductive parasite étant redressée. Si le Darlington monté en Q1 est un TIP127, il existe bien une diode en antiparallèle interne (mais inutile ici)



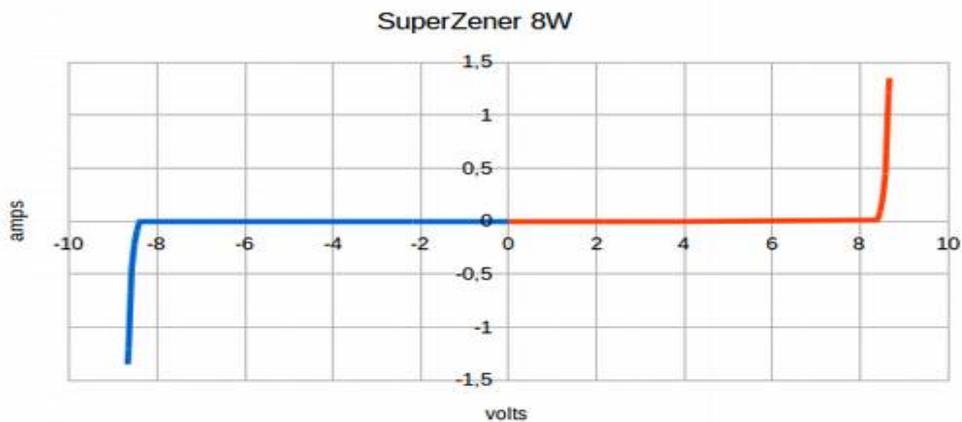
Essai sur transfo 50Hz



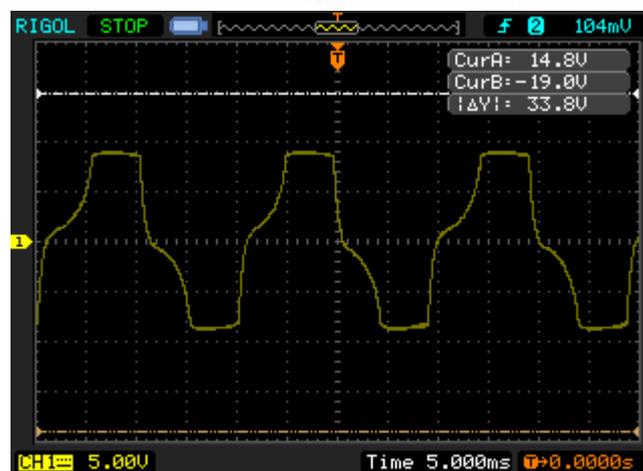
proto de superZener pour volant 8 à 15 W
on voit, photo de gauche, le petit pont de diodes 1,5A (SP360ILS) en boîtier « carré » 5 x 4,4 x 1.
Sa température croît seulement de 20°C en pleine charge

C'est la taille du radiateur et du pont de diodes qui détermine la puissance dissipable. Ici pour 8W (volant 8W, éclairage allumé, toutes lampes grillées, le pire cas) la température du transistor atteint 120°C, radiateur non ventilé, ce qui correspond à 135°C au niveau de la puce (max 150°C) : radiateur 12°/W.

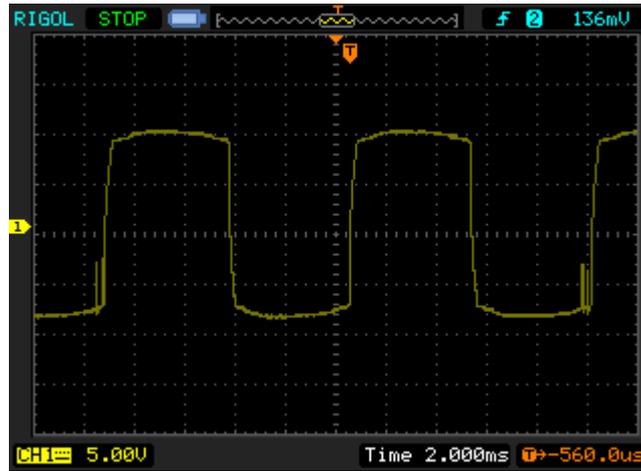
4.1. Mesure de la superZener de remplacement :



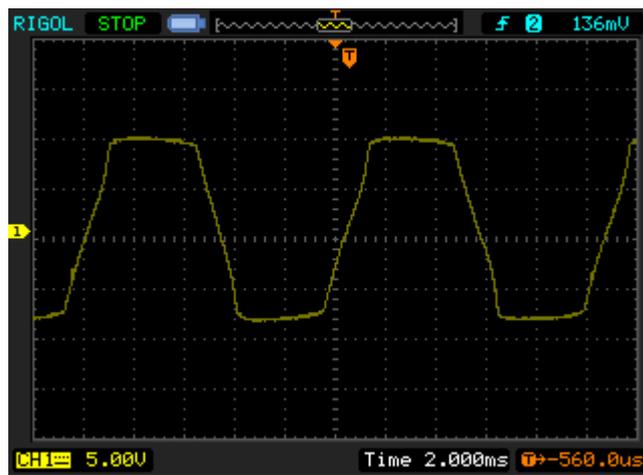
SuperZener à vide à 1500rpm



superZener à vide à 3000 rpm



superZener charge lampe 12V 21W à 3450rpm
tension efficace 7,64Vrms

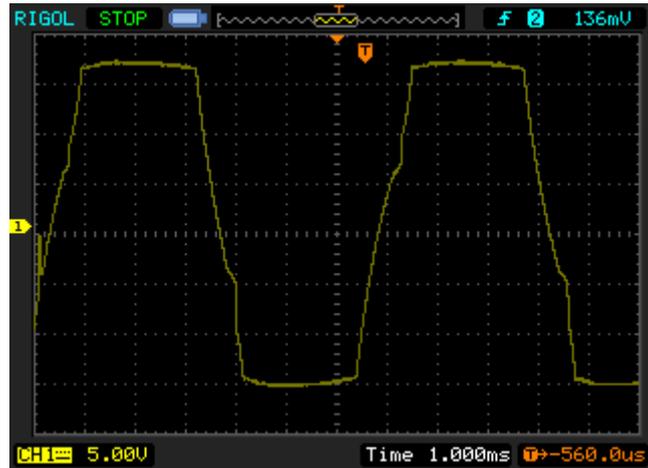


donc fonctionnement correct de la superZener !

IG Motos a souhaité essayer avec une lampe phare courante aujourd'hui, et en 12V . Il a donc été procédé à des essais avec une lampe 12V 10W à culot baïonnette de 15mm.

En changeant des valeurs dans le schéma, on obtient le résultat suivant

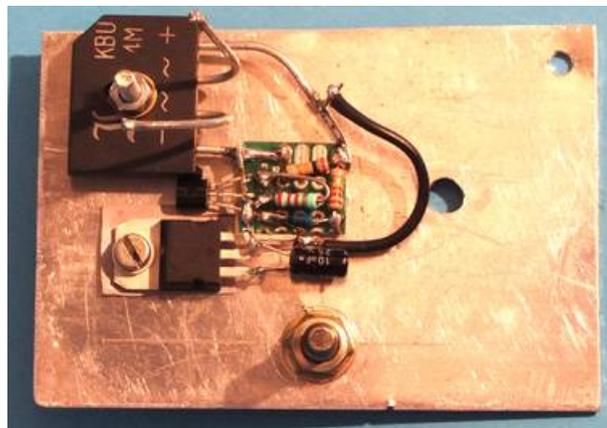
superZener modifiée, charge 12V 10W
tension efficace 13,95V, donc
la lampe fonctionne comme dans une voiture !



Ne reste plus à IGM qu'à réaliser l'adaptation au phare, en respectant le centrage du filament

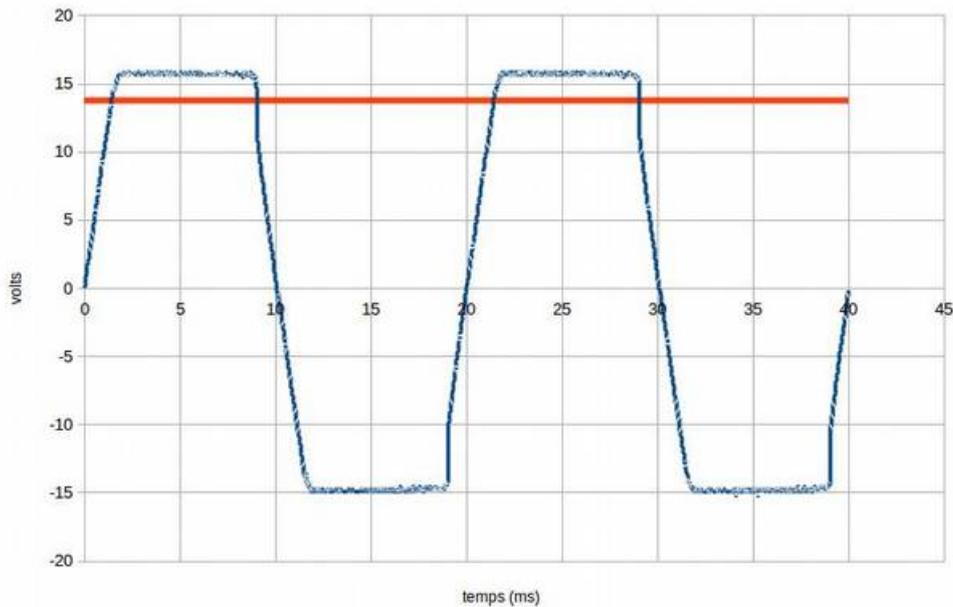
4.2. SuperZener 28W

superzener 28W 12V
avant enrobage



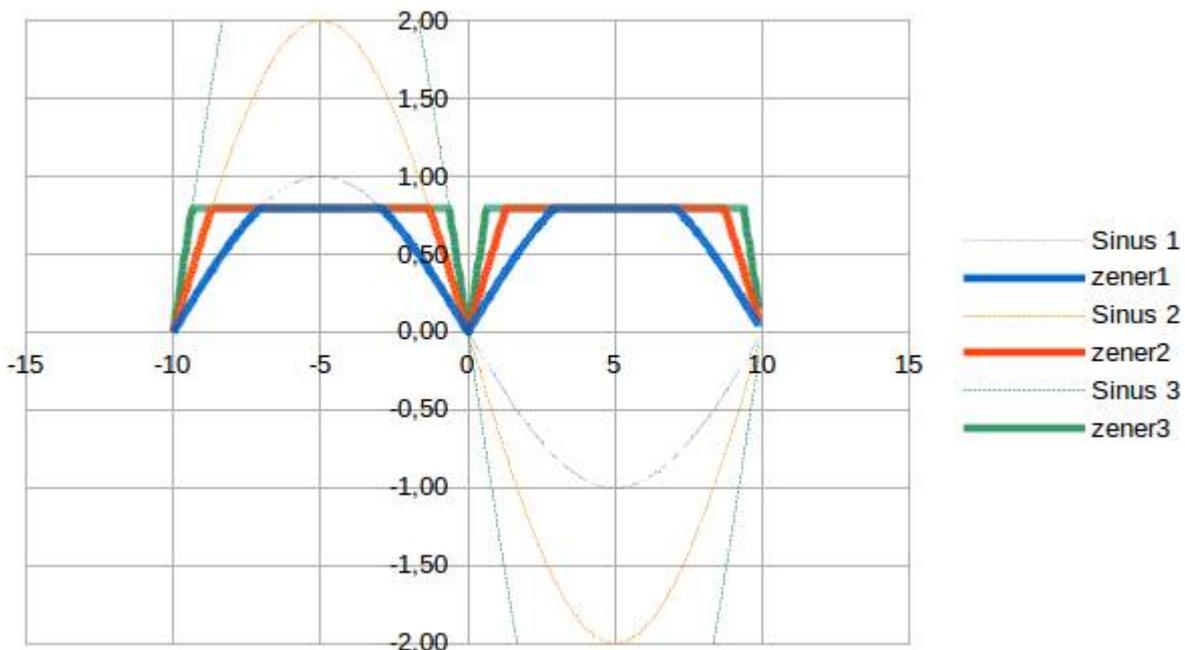
Pour les volants à épaisseur fer de 14mm, on fait passer la tension à 12V, on peut utiliser des lampes auto (tension efficace 13,8 Vrms).

Rouge = tension efficace



4.3. Effet de l'écrêtage zener et du régime

La tension efficace à 100 % de la tension zener est atteinte pour une tension d'entrée infinie qui va avoir une tension écrêtée à la tension Zener sans chute à zéro. On voit donc que, tant que le signal n'a pas une amplitude à vide très forte, comme le signal vert (zener3), il existe une part du signal qui diminue la tension efficace. Même écrêté par une (super)Zener, la tension efficace croît avec le régime, jusqu'au signal carré qui n'arrive normalement pas, le fabricant mettant rarement trop de cuivre dans ses bobines



L'effet en fonction du régime est l'inverse du montage à thyristor (p.16).

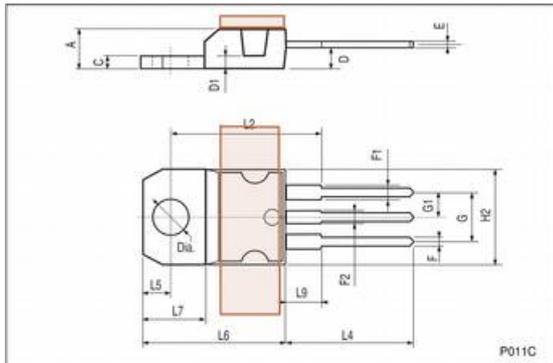
a) Indicateur pratique des circuits d'éclairage Novi/Motobécane :

En compilant les valeurs des innombrables combinaisons montées historiquement par Tobec, on peut estimer une règle simple de détermination de la puissance des bobines, je propose :

- volants 8W, épaisseur fer 8mm
- volants 15W, épaisseur fer 12mm
- volants 28W, épaisseur fer 14mm

b) Montage

Le transistor TIP127 doit être monté sur un radiateur et une bride doit le bloquer sur le radiateur. En effet, la semelle est en cuivre (étamé) et il faut que la partie qui chauffe (dans le bloc époxy) soit maintenue au contact du radiateur, or il est facile de déformer la semelle et là, le transistor peut facilement partir en emballement thermique. Si la semelle a été tordue une fois, il est illusoire de croire que la replaquer à plat récupérera le contact thermique. Il faut un film isolant silicone et un canon isolant pour la vis de la semelle et une bride rigide pour plaquer le corps, cette bride sera maintenue par des vis à 5mm du corps **ET** par une rondelle élastique : les rondelles éventail ne sont pas vraiment élastiques, les rondelles ondudflex ou les rondelles fendues le sont.

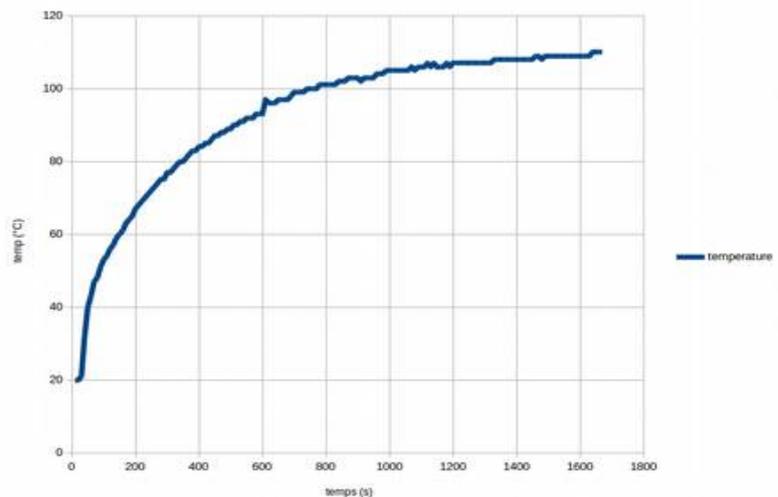


Il est conseillé de ne pas braser les broches de sorties bien droites sur un point rigide (idéal pour décalotter les transistors après quelques cycles thermiques!) mais de faire des angles de relaxation de contraintes (stress relief).

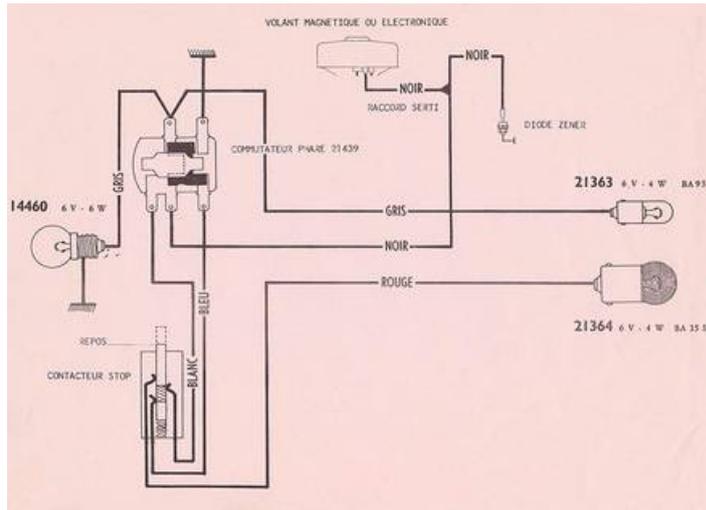
comportement thermique

sur radiateur aileté de test 40 x 40, ambiante 20°C
 à 1A le radiateur doit dissiper 8,6W et monte
 à 110°C, dt = 90°
 le résistance thermique du montage est donc de
 10°/W

il faut éviter qu'à haut régime (normalement avec ventilation due à la vitesse) la température du transistor de puissance monte à 150° en interne

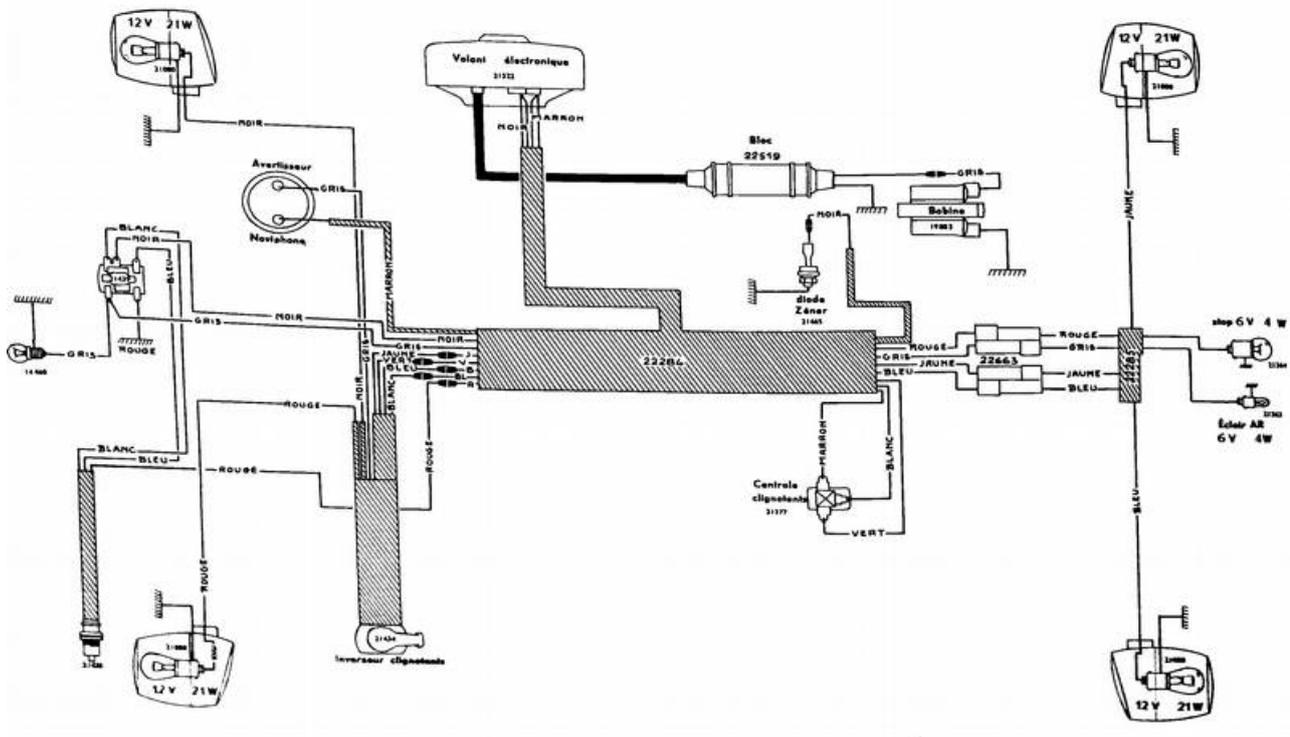


5. Schéma électrique de la Mobylette (sans batterie)



origine Fluky

Pour éteindre l'éclairage, on court-circuite le volant !!



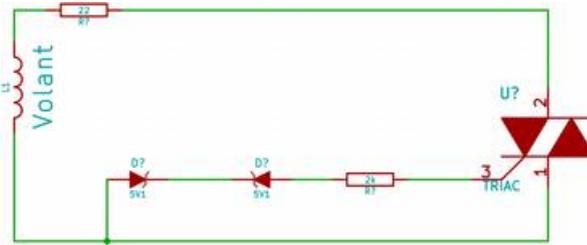
24

source Fluky

Il y a ici une bobine d'éclairage dans le volant magnétique, et une autre qui sert aux clignotants. Le circuit de clignotants utilise des lampes 12V.

6. Régulateur pour Mobylette

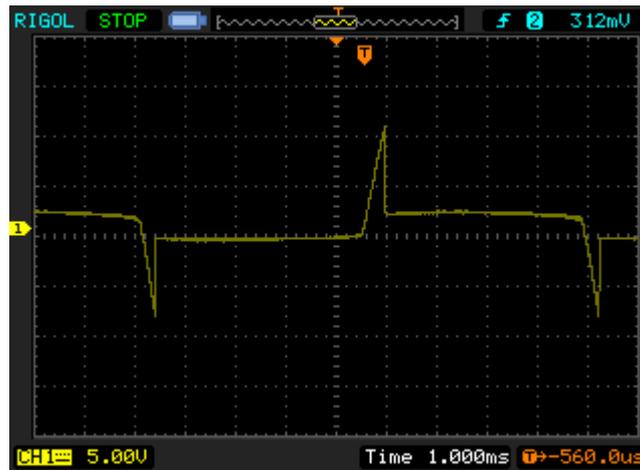
J'ai trouvé sur le Net un montage que de nombreux mobystes copient, qui n'hésitent pas à le qualifier de magique <http://www.motobecane-club-de-france.org/forum/viewtopic.php?t=14548> fil de 2012, encore référencé aujourd'hui.



la résistance représente l'impédance interne du volant, et sert pour la mesure à l'oscilloscope sans changer le comportement du triac.

C'est du « brute force » ! (appellation british²)

Voici la forme d'onde générée, dans les mêmes conditions que la superZener



Ce montage court-circuite le volant (qui s'en fiche, il est prévu pour, puisqu'on éteint les lampes chez Tobec en court-circuitant la bobine !) dès que la tension dépasse un certain seuil, par amorçage du triac.

On obtient 2,00 V efficaces seulement, c'est sûr qu'on ne grille plus les lampes ! (qui sont taillées pour 6V efficaces) et la tension efficace diminue, en plus, avec le régime

Le calcul par l'oscilloscope donne un résultat différent, la forme d'onde est trop différente du sinus pour lui et surtout pour les instruments dits « RMS ». Il a fallu ici un fichier .vcf du scope et une intégration numérique pour connaître la valeur efficace !

L'écroulement de tension à l'amorçage (trace bleue) est dû à l'impédance de source (augmentée de 22 Ω), donc après amorçage, et ne change rien à la valeur efficace du signal en jaune (avant amorçage)

Le seul problème est qu'ici nous sommes en monophasé, alors que le montage d'origine (motos japonaises) utilise un volant triphasé (voir §10.3) où deux autres phases conduisent encore. On peut aisément imaginer que si on place deux autres triangles identiques par polarité, la tension efficace va sérieusement grimper. Ce montage est à proscrire sur un volant monophasé, et je ne l'ai d'ailleurs jamais vu utilisé par un fabricant, seulement par des bricolos. Il faudrait de plus sélectionner les diodes Zener, ce qui en augmente le prix. On voit ici une différence entre alternance positives et négatives dues à la différence de tension des Zener.

6.1. Effet de l'écrêtage par thyristor et du régime

La tension efficace se trouve surtout dans le triangle, avant l'amorçage du thyristor. La pente dépend de la forme du signal, donc du régime. Pour un régime faible, la pente est faible, et il faut un certain temps avant que le thyristor ne déclenche, le triangle possède une certaine surface. Plus le régime augmente, plus la surface de ce triangle diminue ! C'est l'effet contraire de l'écrêtage par (super)Zener (p. 13).

² j'écris comme je veux, indeed !

7. Mobyettes avec batterie

La tension ne doit pas être en-dessous de la tension batterie (fonction conjoncteur ou cut-out). La fonction conjoncteur est assurée facilement par des diodes.

La tension ne doit pas être au-dessus de la tension de charge de la batterie, cet écrêtage pourrait être assuré par une diode Zener simple.

On ne tient plus compte du facteur de forme du signal, la charge survient seulement quand la tension est suffisante.

7.1. Motobécane 125LT

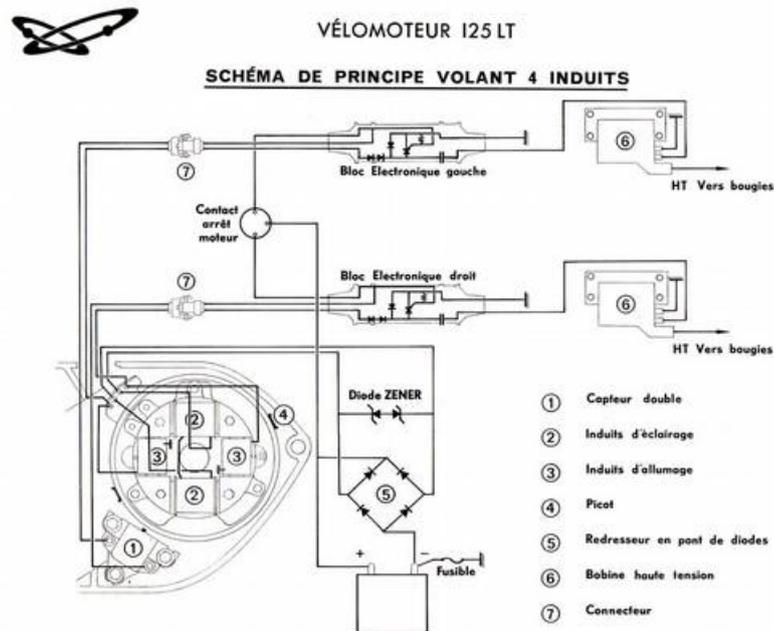
volant 6V 25W origine puis 42W
avec phare 25W

double Zener coté volant
pont redresseur vers batterie (et
après le pont)

source :

http://denistaavel.perso.sfr.fr/motob%C3%A9cane_125_lt3.htm

le montage de remplacement
double Zener Mobyette peut
servir tel quel, la sortie du pont
déjà installé (= la tension
batterie) sera 7,3V donc correcte



14

la Zener de la 125LT est placée sur un radiateur important
on distingue nettement le pont de diodes, placé au-dessus à droite

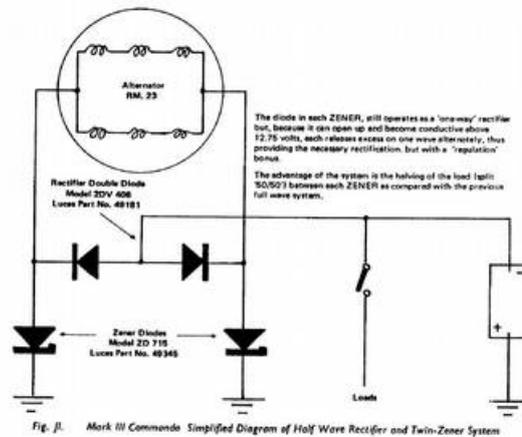
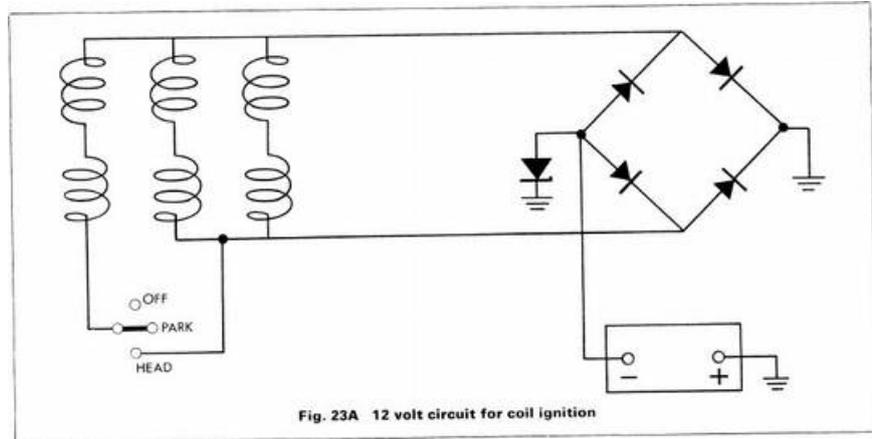


8. Motos anglaises

Les motos anglaises vintage des fifties-sixties utilisent des diodes lorsqu'elles sont passées à l'alternateur : diodes de redressement (pour avoir le courant continu pour une batterie) et une ou deux diodes Zener pour limiter la tension, mais pas de triac ou thyristor, qui existaient pourtant à cette époque.

Les alternateurs Lucas sont monophasés, même lorsqu'ils ont trois fils de sortie : le troisième fil est inséré dans le circuit quand l'éclairage est en fonction .

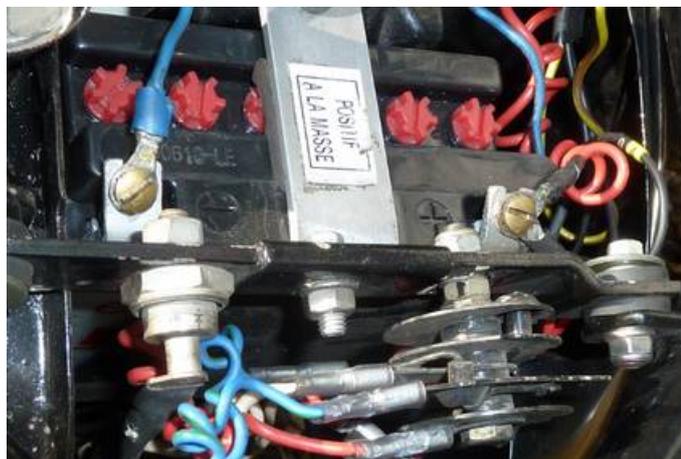
Montage à une Zener
identique à celui de la Mobylette,
à la puissance près



montage à deux Zeners
Les deux Zeners travaillent en alternance et n'ont donc pas besoin d'être appariées, le déséquilibre se traduira par une composante alternative plus importante

La tension Zener n'est pas la même dans le montage à une ou deux Zeners ; le montage à une Zener écrête juste à la tension batterie max ; le montage à deux Zeners utilise des diodes à la même tension batterie, plus basse de 0,9V.

Sur une Triumph Bonnie 6T :
Zener à gauche
et redresseur à diodes sélénium à droite
Nota : la diode n'est pas à son emplacement d'origine, et chauffe plus que prévu, elle a d'ailleurs lâché ultérieurement !

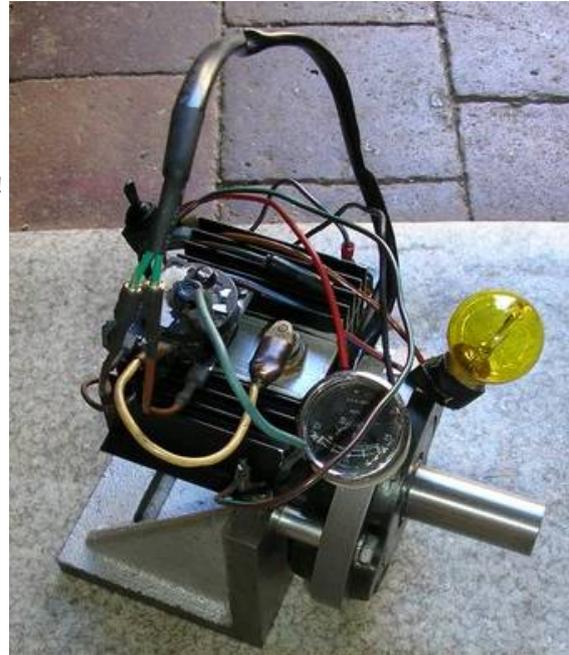
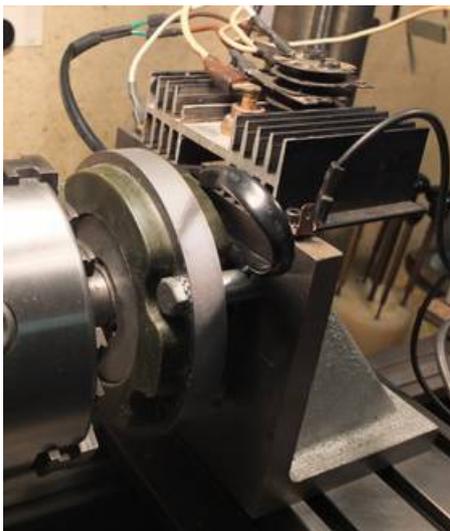


8.1. Alternateur Lucas RM21 sur anglaises

Un alternateur et son rotor à aimants ont été montés sur un tour dans les ateliers d'IGM (l'institut gériatrique des motos) chargé par une lampe 12V / 45W. La batterie n'est pas montée, la Zener entre en conduction vers 15V

alternateur RM21 d'origine Wassell
montage de mesure IGM placé sur un tour 2500rpm max

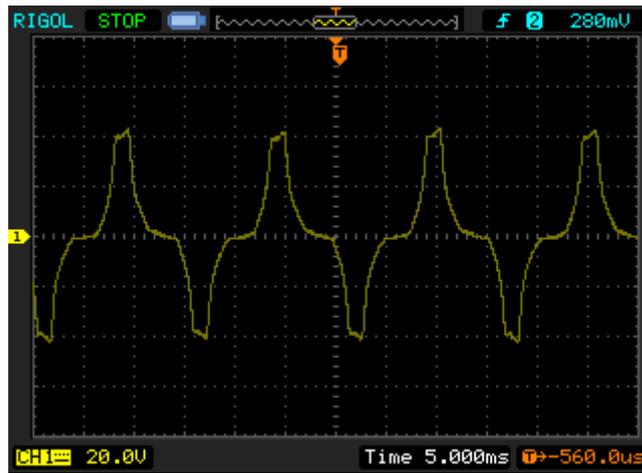
le signal monte à 80V crête à 2500 rpm, et fera donc 160V à 5000 rpm !
Le rotor est équipé de trois aimants complets (six demi-aimants). La fréquence de sortie est de trois fois la vitesse de rotation (en tours/s) de l'alternateur



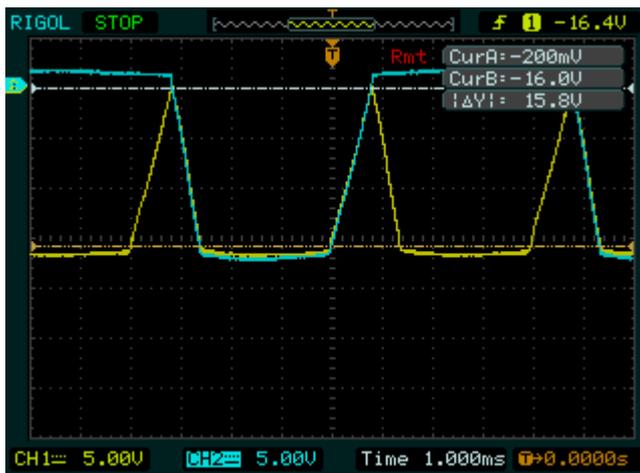
alternateur RM21 : deux fils
le rotor est Lucas, le stator est Wassell

Le rotor est équipé de trois aimants complets (six « demi-aimants »). La fréquence de sortie est de trois fois la « fréquence » de rotation (en tours/s) de l'alternateur





à 1250 rpm :
V crête = 43Vcc
V efficace = 20Vrms



tension de sortie à 2500rpm
l'index bleu à gauche indique le 0V (moto
anglaise, positif à la masse
en bleu la phase
en jaune la sortie redressée

8.2. diodes Lucas



la Zener Lucas

diodes Zener Lucas

mesures au banc IGM de deux Zeners **Lucas** différentes, et **extrapolation** de la datasheet **Selectronic** (3A max, à 6A elle aurait déjà fumé, et donc la batterie aussi !). A son courant max de 3A, la diode selectro (simulée ici) permettrait une tension batterie de 16,8V, très mauvaise pour la batterie. Et il est officiellement interdit de mettre deux zeners en parallèle, voir p 5 la ligne de base n'est pas représentative, jusqu'à 0,5A



La tension mesurée sur la zener est de 15,94V à 2500rpm. Le courant crête est donc supérieur à 6A, ce qui correspond déjà à une puissance de 95W. À régime max, la dissipation augmente encore !

La mesure en tension continue (facteur de forme =1) donne un seuil (à ,3A) de 14,17 ou 15,01V

on peut pour l'instant supposer que c'est une diode 14,5V \pm 2,9 %, mais il faudrait en mesurer de nombreuses autres. La résistance dynamique est de 0,135 Ω , bien meilleure que les diodes Selectronic (1,2 Ω).

Lucas spécifie qu'à un courant Zener de 2A, la tension doit être comprise entre 13,5V et 15,5 valeur centrale 14,5V tolérance 15,5 à 13,5/V, et qu'à 12,75V la Zener ne doit pas conduire du tout.

8.3. diode Selectronic

Selectronic vend encore des diodes (il reste encore de vieux stocks, car elles ne sont plus fabriquées) la présentation est tendencieuse et fait espérer au malheureux, qui n'a plus de solution, qu'il a enfin trouvé sa diode !

Sauf que, la zener est à $\pm 5\%$ alors que le fabricant de batterie demande 2 à 3 % (et un ajustement à la température, ce que seul Lucas faisait avec ses MCR2). Les tensions disponibles (Selectronic a tronqué la datasheet pour que les valeurs n'apparaissent pas) sont disponibles en 13, 14, 15V soit 14,25 à 14,7V pour la 14V

Il faut aussi rajouter l'augmentation de tension rajoutée par la résistance dynamique de la diode ($1,2\Omega$, mais indiquée à 0,88A seulement par la datasheet), ce qui fait que la tension montera fortement, grillant la batterie.

De plus la diode est capable de tenir 50W, alors qu'elle en verra plus quand les phares ne sont pas allumés. Le coefficient de température est normalement positif (tension zener supérieure à 5,5V) sauf si c'est fait en interne par deux diodes en série. On peut donc les paralléliser.

On voit nettement que son boîtier ne peut loger qu'une puce bien plus petite que la diode Lucas (qui remplit le diamètre possible au-dessus de l'écrou)

La diode selectro est spécifiée pour 3A max, alors qu'en l'absence d'éclairage, l'alternateur débitera jusqu'à 10A dans la diode, quand la tension de batterie aura monté.



On voit clairement que c'est une petite diode montée sur un gros écrou !

La diode Lucas, sur le même « écrou » de 19,5mm et d'une épaisseur de 5mm, utilise un cylindre de 14,3mm où se trouve la puce (hors bourrelet de fermeture)

la barre conductrice centrale fait 6,35mm et la cosse de sortie 9,52mm

Valable sur alternateur/volant de 50W !

comme ils le disent bien, mais ça n'existe pas en moto anglaise, ni en Mob française (négatif à la masse)

Alors pour qui cette diode ?

Si elle est bien faite d'une seule puce, son coefficient de température serait positif, autorisant sa mise en parallèle.

Selectronic a fini par fermer boutique vers 2016 et avait aussi produit un infâme régulateur pour dynamos des fifties, dont la durée de vie quand on l'utilisait à fond, n'excédait pas deux minutes (mauvaises conceptions thermiques, mécaniques et électronique, de plus, mal fabriqués <http://www.hackerschicken.eu/www/electric/pannes-selectronic.pdf>)

Mais j'ai vu des gens qui le trouvaient magnifique !! sans doute en chargeant à bloc la batterie avant de partir pour quelques kilomètres sans éclairage !³

³ Sans doute un utilisateur « objectif » parfois encensé sur le ouèbe

9. SuperZener pour motos anglaises (en cours de développement)

C'est un montage destiné à remplacer la Zener d'écrêtage des motos vintage britiches BSA, Triumph des sixties. Il peut remplacer la Zener unique ou chacune des deux Zeners du montage à double Zener

Choix et dimensionnements

Transistor de sortie Q1

Le transistor MOS est finalement à proscrire : il est très bon en commutation mais bien plus limité en mode linéaire. Une puce de 84A (IRF1010) est limitée à 10A si on maintient 15V à ses bornes, et ce, pendant 10 millisecondes seulement, pour un usage continu comme la superzener, les fabricants n'osent même plus publier le minable courant utilisable !

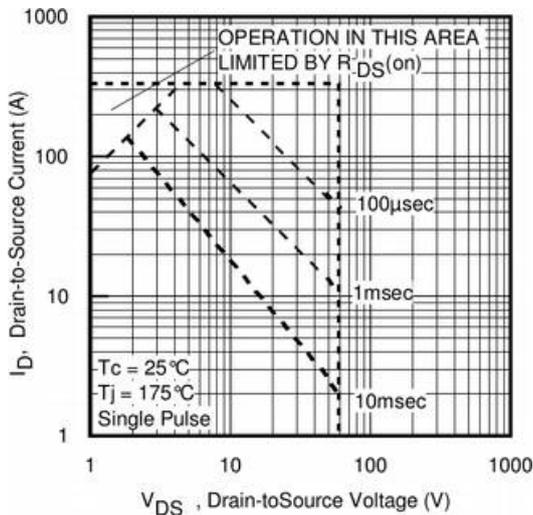


Fig 8. Maximum Safe Operating Area

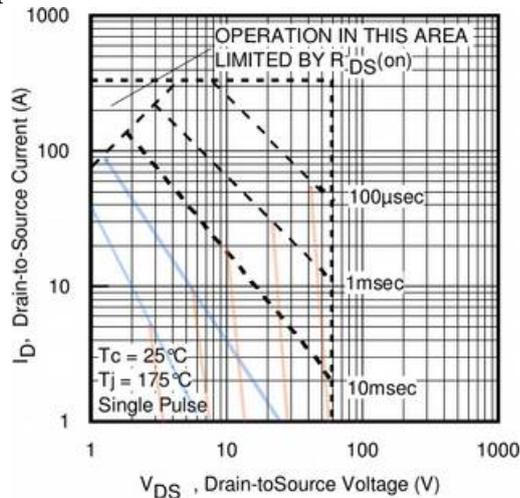


Fig 8. Maximum Safe Operating Area

En rajoutant la limite estimée de puissance pour une durée de 0,1s (trait bleu), à 10A la tension est limitée à 4V

Il y a (encore !) une limitation supplémentaire l'effet Spirito (doc NASA/TM-2010-216684), emballement thermique des porteurs mobiles du semi-conducteur) en orange sur la figure de droite.

Bref, la quasi-totalité des MOSFETs n'est bonne qu'en commutation.

De plus, la tension grille est trop variable pour un circuit simple (sans ampli opérationnel). Le plus adapté et le plus sûr reste le bon vieux transistor à jonction !

Il n'y a pas de transistor PNP, suffisamment puissant, à prix abordable. Ce sera donc un NPN : TIP35, monté sur un radiateur conséquent, avec boucles de relaxation de contraintes des broches, bridé entre le radiateur principal et un plus petit, destiné aussi à évacuer la chaleur du dessus du boîtier et à monter le transistor driver.

Il doit travailler dans sa zone de sécurité (SOA) soit 10A/20V à 25A/10V

Le gain à 20A est de 20

La tension de saturation à $I_b=1A$ et $I_c=20A$ est de 1,7V

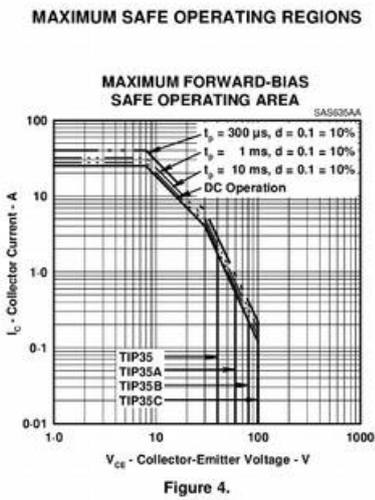


Figure 4.

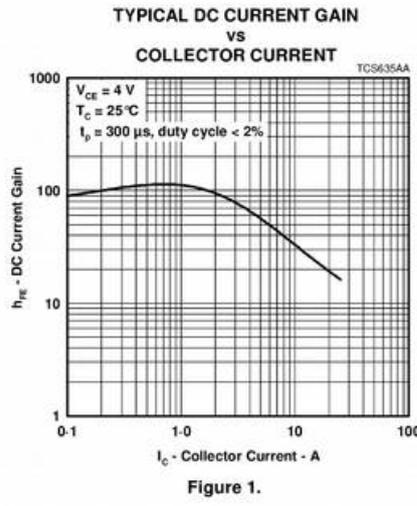


Figure 1.

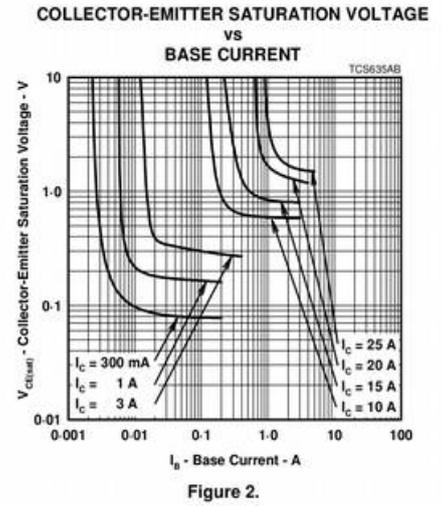
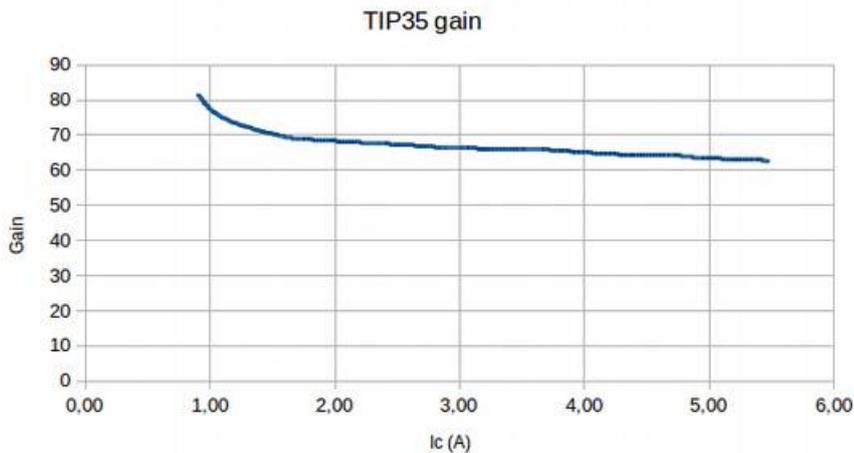


Figure 2.

La mesure d'un TIP35 réel sous, 5V Vce, donne :



J'estime donc que même à 20A, le gain sera supérieur à 50, valeur conservatrice, que je conserve.

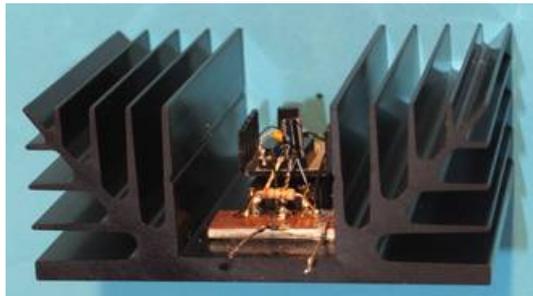
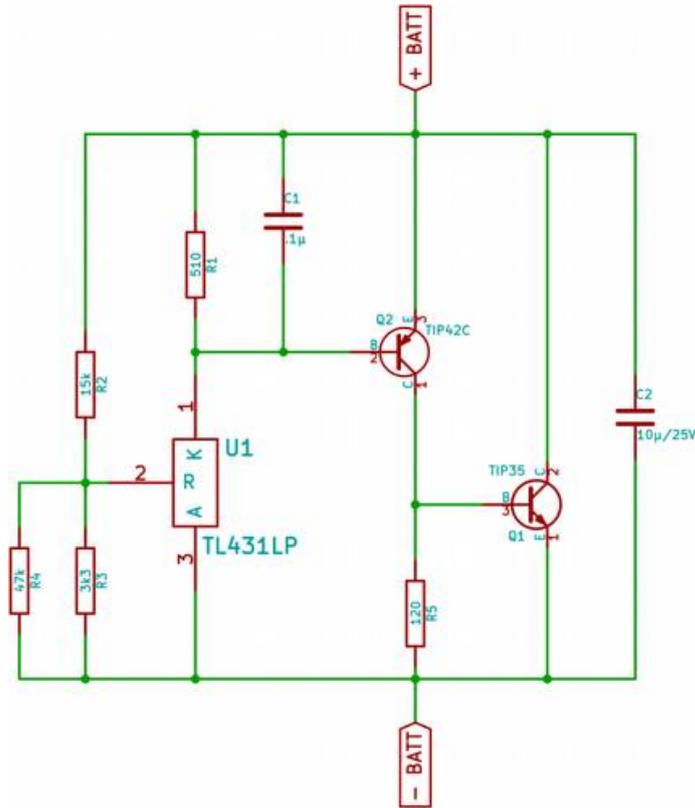
Il faut donc 0,4A à sa base pour absorber le courant max de la superZener.

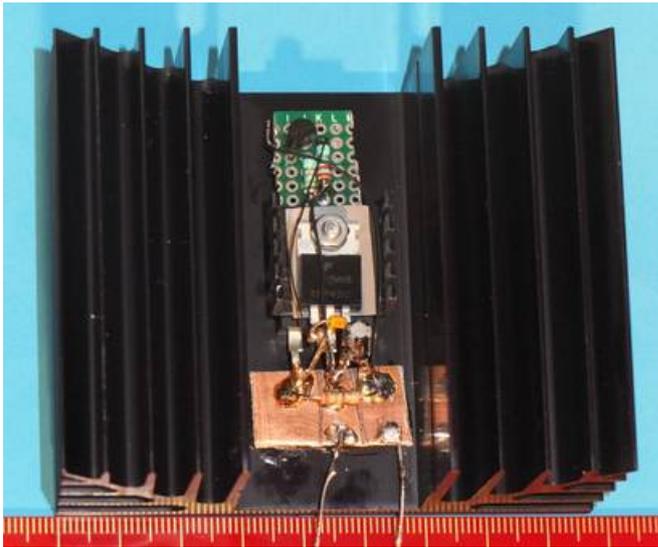
Ce transistor s'est malgré tout avéré trop faible et plusieurs m'ont explosé dans les mains. Il a fallu trouver en Chine un modèle sumo !

9.1. Transistor driver Q2

C'est un TIP42C qui fournira les 0,4 A à la base de Q1. A ce courant collecteur, son gain est supérieur à 150, son courant base sera de 3mA qui seront fournis par le TL431 (100mA max) dès que la tension batterie est trop forte.

9.2. Schéma de principe





L'électronique finale est plus complexe qu'à ce stade intermédiaire du proto, et il a fallu rajouter diverses sécurités notamment un ventilateur à commande par la température du transistor, car le montage éventuel sous la selle ou un essai au point fixe peut être mortel pour l'électronique

J'ai dû finir par modifier et monter un transistor FJL6920, un monstre de 1700V 20A et 200W, mais qui a quand même fini par lâcher avec un alternateur de 150W, quand IGM a oublié de laisser les phares allumés. Le prochain essai sera à charge partagée transistor/résistances.

10. Redresseur-Régulateur à la japonaise

10.1. Circuit Kawasaki W800 modèle 2015

Belle moto neuve au look rétro :
pas de plastique, tout métal
et chrome !



L'alternateur triphasé dispose de 18 bobines et d'une sortie 3 fils : montage en triangle ou en étoile sans fil de neutre. Il y a donc 6 bobines par phase, on en déduit qu'il y a trois aimants dans le volant (six demi-aimants). Les pôles homologues passent en même temps devant les 6 bobines de chaque phase. Le redresseur est double alternance : chaque alternance, positive ou négative, est transformée en tension positive.

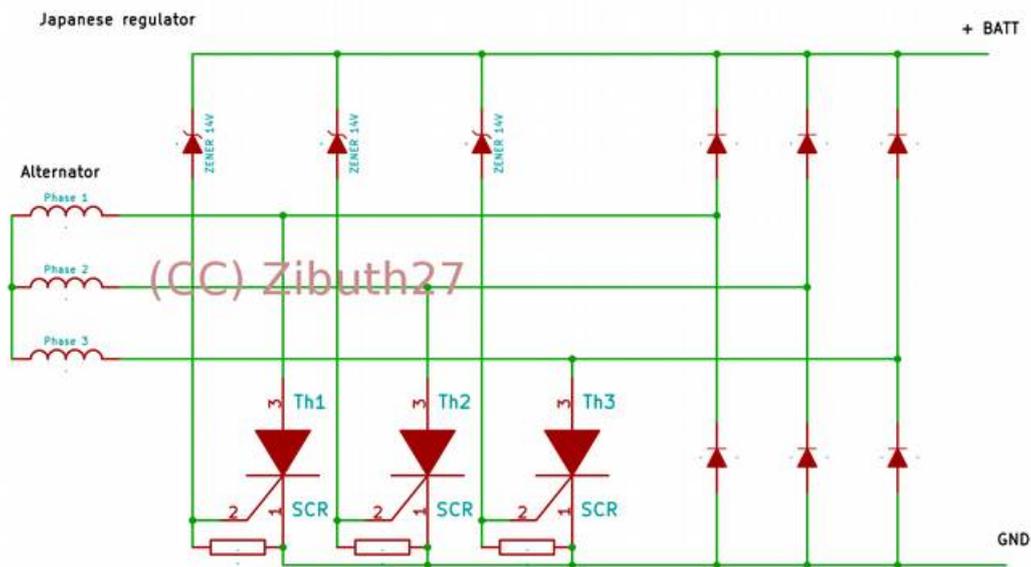


Le circuit électrique est alimenté par un alternateur (volant) triphasé de 252W avec régulation par thyristors.

10.2. Le thyristor

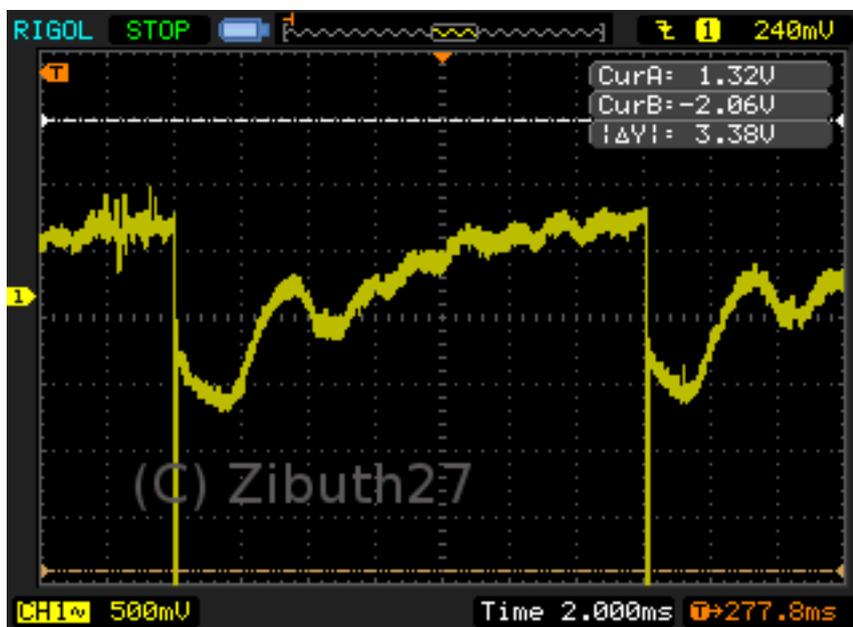
C'est aussi une **diode**, mais commandée (en britiche = SCR = Silicon Controlled Rectifier)
C'est pourquoi sa représentation est une diode avec une électrode de commande : la gâchette.
Son fonctionnement est simple : Si l'anode est positive, il suffit d'un petit courant dans la gâchette pour que la diode conduise « à fond », ce qui donne quand même un une tension de « saturation » un peu plus élevée qu'une diode pure (1,5 à 2V) Le thyristor se désamorce dès que son courant d'anode devient nul ; sur charge réactive (inductive ou capacitive), ce n'est plus exactement, au passage à zéro de la tension anodique.

10.3. Schéma de principe de la plupart des redresseurs-régulateurs à la japonaise



10.4. Analyse des signaux

Au ralenti, avec consommation phare + lampes de 70W en tout, on observe ce type de signal :



Montage à la japonaise :

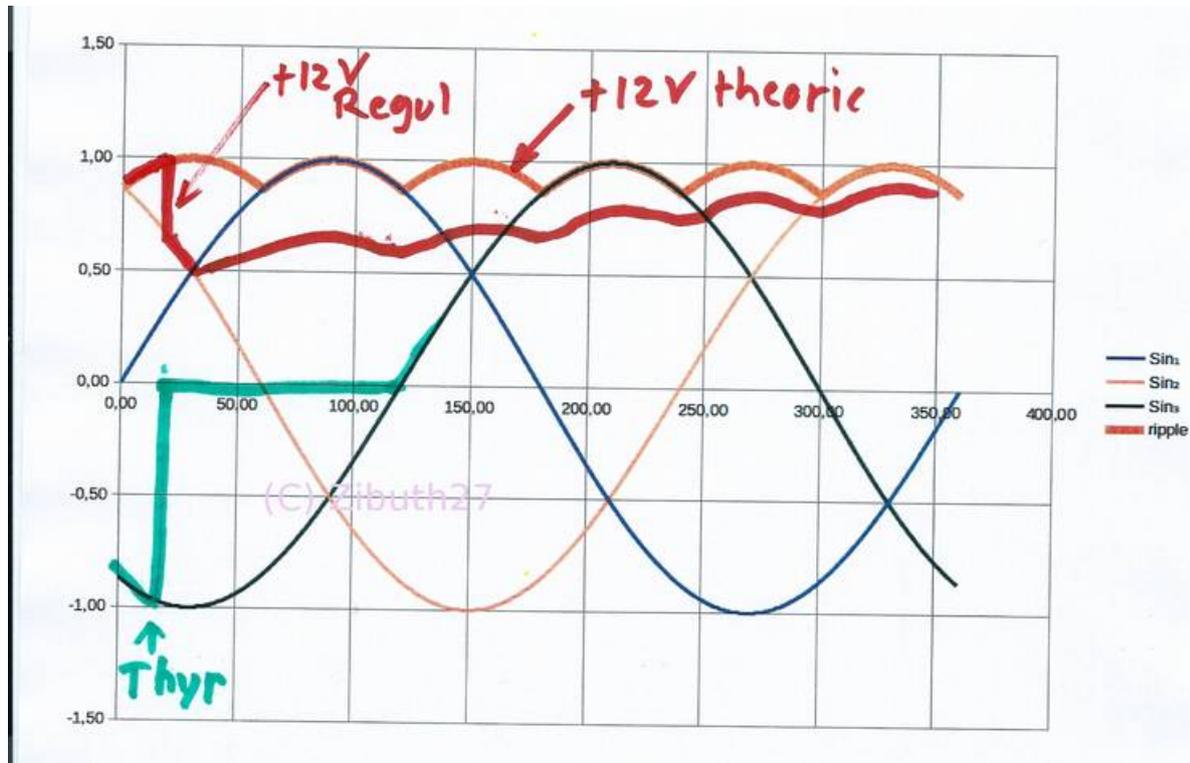
Le redresseur (3 phases double alternance) et le régulateur sont toujours dans le même boîtier, car le (ou les 3) thyristor court-circuite l'alternateur, obligatoirement en amont du redresseur, là où le courant s'inverse toutes les alternances. Un thyristor coté batterie ne se désamorçera jamais, et son courant n'étant pas limité par l'impédance de l'alternateur, il va griller en quelques fractions de seconde.

Les ondulations correspondent à la crête de tension de chaque phase, et comme le redressement est en double alternance, la partie négative de la phase devient positive, et double la fréquence apparente du signal. On voit que chaque crête dure 1,28ms. La moto étant au ralenti, environ 1200 rpm soit 50 ms, 36 crêtes durent 52ms, le régime est donc 1153 rpm ; les machines modernes, de par leur système anti-pollution, n'ont plus le beau ralenti à bas régime des anciens carburateurs !

La tension monte progressivement jusqu'à la tension de déclenchement du thyristor : écroulement de la tension qui perd brutalement 1,5V. À ce moment la phase, qui a généré cette dernière crête, se trouve en court-circuit (tension résiduelle de moins de 2V). Le court-circuit se libère lorsque le courant d'anode devient nul. Il s'agit ici d'un thyristor et non d'un triac (thyristor qui marche dans les deux sens) et on constate ici que, pendant qu'une phase (phase A) était en crête négative, le thyristor se déclenche et court-circuite la phase (pente descendante du signal = la batterie se décharge) puis la phase s'inverse et le thyristor se libère et les autres phases chargent partiellement la batterie puis la charge reprend avec toutes les phases.

L'ondulation efficace est d'environ 500 mVrms, ce qui est plus que les 1,5 % de U (0,225V), maximum recommandé par les fabricants de batteries.

Dans la représentation théorique simplifiée ci-dessous, le thyristor est déclenché à 27°, près du max négatif à 30°. la tension de la phase3 passe alors à « 0 » jusqu'au désamorçage du thyristor à 120°. La crête suivante ne remonte pas dans la réalité jusqu'au maximum, la puissance injectée par chaque crête est insuffisante pour cela, la remontée se fait par incréments (crête suivie de décharge partielle), à chaque alternance.



Beaucoup assimilent l'alternateur auto (à excitation séparée : grosse BMW, Honda Goldwing) qui sort bien du triphasé redressé double alternance, signal bien propre (ligne du haut = arcs de sinusoides, résiduelle AC à 13%) avec le signal d'alternateur japonais à aimant permanent. Ce signal japonais n'est pas propre !

11. Installations d'essais

Il faut quand même rassembler quelques moyens et compétences (du tour à l'oscilloscope, plusieurs ordinateurs et instruments de mesure), dont la connaissance encyclopédique du monde moto, et la pratique d'IGM pour mener à bien ce type d'essais. Photo des moyens réunis chez IGM pour pouvoir faire un minimum de mesures.



L'alternateur monté sur le tour.
Il faut impérativement
respecter les jeux, car
si ça frotte, ça arrache tout !



Table des matières

1. L'éclairage sur volant ou alternateur.....	1
1.1. La lampe.....	1
1.2. Les journalistes.....	2
2. La diode.....	3
2.1. La diode Lucas.....	4
.....	4
2.2. La Zener.....	4
2.3. les LEDs.....	5
2.4. Diodes en parallèle.....	5
3. Mobylettes sans batterie.....	6
3.1. Tension à vide.....	6
a) Courant dans la diode.....	9
4. Remplacement de la diode double Mobylette.....	9
4.1. Mesure de la superZener de remplacement :.....	10
4.2. SuperZener 28W.....	12
4.3. Effet de l'écrêtage zener et du régime.....	13
a) Indicateur pratique des circuits d'éclairage Novi/Motobécane :.....	13
b) Montage.....	14
5. Schéma électrique de la Mobylette (sans batterie).....	15
6. Régulateur pour Mobylette.....	16
6.1. Effet de l'écrêtage par thyristor et du régime.....	16
7. Mobylettes avec batterie.....	17
7.1. Motobécane 125LT.....	17
8. Motos anglaises.....	18
8.1. Alternateur Lucas RM21 sur anglaises.....	19
8.2. diodes Lucas.....	20
8.3. diode Selectronic.....	22
9. SuperZener pour motos anglaises (en cours de développement).....	23
9.1. Transistor driver Q2.....	24
9.2. Schéma de principe.....	25
10. Redresseur-Régulateur à la japonaise.....	27
10.1. Circuit Kawasaki W800 modèle 2015.....	27
10.2. Le thyristor.....	28
10.3. Schéma de principe de la plupart des redresseurs-régulateurs à la japonaise.....	28
10.4. Analyse des signaux.....	28
11. Installations d'essais.....	30