



## Le circuit de charge moto

rafraîchissement des fondamentaux, évidemment connus de tous



des motos des essais : BSA 350 & 250 des fifties, au fond ma  
jeunette : BMW R1100 1997 180Mm

Le circuit de charge comprend une batterie, un redresseur (si alternateur), un régulateur et une source (dynamo ou alternateur) dans l'ordre inverse de la logique, quand nous parlons de motos anglaises indeed!

### La batterie

Toujours plomb-acide pour moto, quasiment pas d'exceptions. C'est un assemblage de cellules appelées « 2V » dont la tension est d'environ 2V par cellule. 3 éléments en série forment une batterie « 6V », 6 éléments en série forment une batterie « 12V »

La tension de 2V par cellule décrit une tension aux environs de 2V dans une cellule dont la tension varie en fonction de l'état de charge (voir la courbe de décharge d'une batterie plus loin), du courant débité, de la **TEMPERATURE**, et de la technologie (batterie de démarrage, batterie stationnaire, batterie de traction, batterie scellée, batterie au gel, métaux de l'alliage = plomb pur, avec du calcium, de l'antimoine, de l'étain, du sélénium).

La batterie des anciennes motos anglaises à positif à la masse est une batterie stationnaire et n'est pas apte à débiter sans conséquences, des courants de plusieurs fois sa capacité.

La capacité est donnée traditionnellement en ampère-heure Ah et correspond théoriquement à la décharge pendant une heure. On s'est vite aperçu que la capacité apparente de la batterie dépend fortement du courant de décharge et on normalise plutôt la mesure sur 20 heures de décharge. La mesure en ampères-heures provient de l'électrochimie (liée au nombre de coulombs transférés) et suppose donc que le courant est constant, ce qui n'est jamais le cas ; l'autre unité, originaire du monde de l'électricité est le Watt-heure Wh qu'on commence à voir sur les batteries Li-ion d'appareils photo. Le courant constant est aussi une autre fiction car l'utilisation majeure en moto anglaise est l'éclairage, et là, le courant varie fortement : une lampe froide consomme près de 15 fois plus de courant qu'à chaud, le temps de la montée en température, et le courant est très sensible à la tension. La seule consommation à « résistance » constante en moto anglaise « vintage » serait l'allumage batterie-bobine (Kettering ignition aux USA) quand il existe, car il y a souvent des magnétos.

Une batterie de démarrage affiche deux valeurs de courant : la capacité en Ah, et le courant max de démarrage pour une durée limitée à quelques dizaines de secondes, en A (p ex 60Ah / 610A)

La plupart des valeurs sont données pour température batterie et ambiante de 20 ou 25°C (parfois 27°C pour un chiffre plus rond en kelvins). Certains fabricants fournissent leur valeur de coefficient en température de la tension, elle peut être donnée sous forme de coefficient linéaire (de l'ordre de -0,003 V/°C) mais la réalité n'est pas si linéaire, et un segment de droite n'est qu'une approximation, dans une plage donnée de températures.



## Exigences de la batterie

Ce sont les exigences des fabricants, qui devraient (??) être respectées pas les circuits de charge.

### Exigences de tension

- La tension doit être adaptée à la température, tout écart réduit sa durée de vie. L'idéal est une compensation automatique en fonction de la température de la batterie.  
Tension par élément =  $0,00004T^2 - 0,006T + 2,510$
- Pour ne pas sulfater, la batterie doit être en mode cyclage ( $V > 7V$  /  $V > 14V$  à  $20^\circ$ )
- La tension dépend légèrement de la technologie (au repos) : classique=12,7V, AGM=12,8V, Gel=12,85V
- Les batteries au Gel ne doivent surtout pas atteindre la tension d'ébullition, d'où une tension de régulateur plus faible et donc une utilisation hors capacité max.
- La sous-charge entraîne la sulfatation de la batterie.
- La surcharge entraîne une corrosion : les plaques positives tombent en particules au fond, malgré le sac de retenue, et finissent par détruire l'élément par court-circuit partiel ou violent
- La surcharge à haute température entraîne des risques d'explosion par emballement thermique.
- La tolérance de tension est étroite de 1 à 3 % selon qu'on s'accorde une dégradation plus ou moins rapide, théoriquement 0 %.
- Toute batterie au plomb, même au gel, « évapore » de l'eau par électrolyse même avant que la charge de 100 % soit atteinte. La consommation est de 1 gramme d'eau par 0,111 Farad (2,97Ah) de surcharge.
- Le seul moyen d'éviter partiellement la stratification (concentration différente en haut et en bas des éléments, qui entraîne une corrosion en bas et une sulfatation en haut des plaques) est de surcharger légèrement, de 5 à 10 % et de créer ainsi des bulles qui homogénéisent l'électrolyte.
- Une surcharge un peu plus forte apporte une égalisation des charges des éléments (les éléments chargés vont tendre à maintenir leur tension, les éléments déchargés se chargeront alors).
- Déstratification par ébullition légère ( $>14,34V$ )
- égalisation demandée par le fabricant à intervalles réguliers (récepteurs débranchés, la tension étant notablement plus élevée, jusqu'à 16V)
- une batterie au plomb utilisée seulement en floating ne se charge pas à fond, et finit par sulfater
- la tension doit être limitée pour rester compatible avec une durée de vie acceptable des lampes à incandescence.

### Exigences de courant

- Le courant de charge devrait être maîtrisé (automatique par construction de l'alternateur, à intégrer dans le régulateur pour les dynamos)
- Le courant de charge ne doit pas être pulsé. Or le fonctionnement par commutation (le seul envisageable par Lucas) entraîne une ondulation du courant (ripple current) qui devrait rester inférieure à 5 % de la capacité de la batterie. Plus la fréquence de commutation est faible, plus l'ondulation est importante pour la même valeur moyenne de la tension (à cause de la constante de temps de l'inducteur).
- Les chargeurs bon marché ont une ondulation à 100 % du courant et sont à proscrire.

### Exigences d'entretien

- déstratification ( $14,34V/7,2V @20^\circ$ ) qui consomme un peu d'eau.
- Égalisation à intervalles réguliers : 16V, batterie déjà chargée, pas d'ondulation de courant (chargeur de base interdit), surveillance individuelle de la concentration d'acide pour chaque élément pour déterminer l'état de charge vrai.



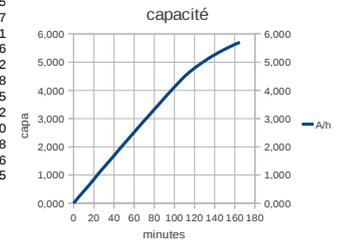
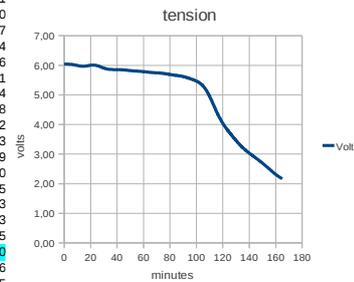
# 1 Le circuit de charge moto

v2.4

## Courbe de tension de décharge, mesurée sur une batterie moto neuve 6V 4Ah :

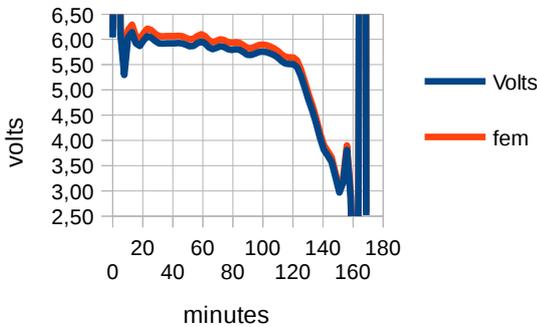
minutes	Volts	Amp	A/h	W/h	Prix A/h	Prix W/h
batterie plomb 6V Tashima 6N4						
R interne 0,100						
0	6,04	1,285	0,000	0,000	0,000	0,000
5	6,04	1,285	0,0214	1,294	36,884	6,107
10	6,04	1,285	0,0428	2,587	18,442	3,053
15	5,81	1,235	0,0634	3,783	12,456	2,089
20	6,16	1,310	0,0853	5,127	9,266	1,541
25	6,04	1,285	1,067	6,421	7,406	1,230
30	5,81	1,235	1,273	7,616	6,208	1,037
35	5,86	1,248	1,481	8,835	5,336	0,894
40	5,86	1,248	1,689	10,055	4,679	0,786
45	5,86	1,248	1,896	11,274	4,166	0,701
50	5,81	1,235	2,102	12,469	3,758	0,634
55	5,81	1,235	2,308	13,664	3,423	0,578
60	5,81	1,235	2,514	14,859	3,142	0,532
65	5,75	1,223	2,718	16,031	2,907	0,493
70	5,75	1,223	2,922	17,202	2,704	0,459
75	5,75	1,223	3,125	18,373	2,528	0,430
80	5,69	1,210	3,327	19,520	2,374	0,405
85	5,63	1,198	3,527	20,644	2,240	0,383
90	5,69	1,210	3,728	21,791	2,119	0,363
95	5,51	1,173	3,924	22,869	2,013	0,345
100	5,51	1,173	4,119	23,946	1,918	0,330
105	5,39	1,148	4,311	24,978	1,833	0,316
110	5,10	1,085	4,492	25,901	1,759	0,305
115	4,34	0,923	4,646	26,569	1,701	0,297
120	3,99	0,848	4,787	27,133	1,650	0,291
125	3,69	0,786	4,918	27,617	1,606	0,286
130	3,52	0,749	5,043	28,056	1,567	0,282
135	3,11	0,661	5,153	28,399	1,533	0,278
140	3,05	0,649	5,261	28,728	1,502	0,275
145	2,87	0,611	5,363	29,021	1,473	0,272
150	2,70	0,574	5,459	29,279	1,447	0,270
155	2,52	0,537	5,548	29,505	1,424	0,268
160	2,29	0,487	5,629	29,690	1,403	0,266
165	2,17	0,462	5,706	29,857	1,384	0,265

date 02/04/12  
 Ratio 0,0586  
 ddp vide 6,51  
 R-> 4,7000  
 Prix 7,9  
 utiliser avant



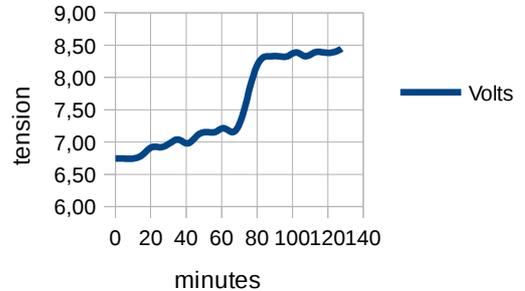
### décharge Tashima 6N4

C/3



### charge Tashima 6N4

C/2



### courbe charge-décharge type

sur une moto, le régulateur et le pilote n'utilisent pas normalement un densimètre en roulant, c'est donc la courbe Volts per cell qui m'intéresse.  
 On déduit de cette courbe que la tension de floating correspond à 80% de charge environ pour une batterie 6V,  
 multiplier les valeurs par 3  
 pour une batterie 12V  
 multiplier les valeurs par 6

OPERATION AND CONSTRUCTION DOE-HDBK-1084-95 Lead-Acid Storage Batteries

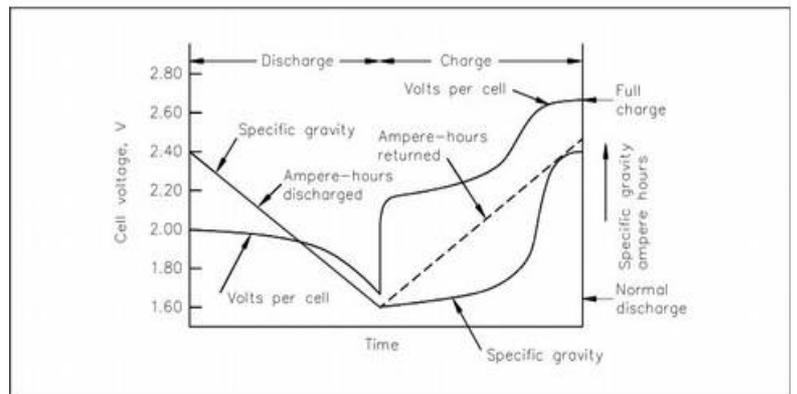


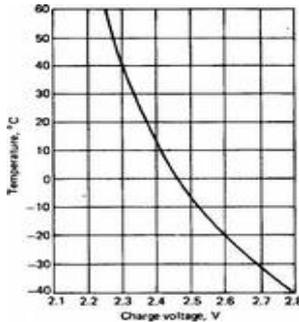
Figure 8. Changes in voltage and specific gravity during charge and discharge.





### Coefficient de température

Le coefficient de température dépend de la concentration d'acide (donc de l'état de charge) doc: Powersonic pour batterie VRLA 12V 4,5Ah le coefficient de température correspondant est -0,006V/°C



Une autre courbe, correspondant à un seul état de charge un peu au dessus du floating le coefficient thermique linéarisé entre 20 et 40° est de -0,0314,5

Table with 3 columns: AMBIENT TEMPERATURE, CHARGE VOLTAGE PER CELL (Cyclic Use, Float Use). Rows show temperature ranges from -4°F to 122°F and corresponding voltage ranges.

Figure 23: Temperature Compensated Charge Voltage

### Fiche technique de batterie

Fiche Yuasa – impossible d'avoir ce niveau de qualité de doc chez les autres fabricants que j'ai essayés : Exide Bosch, ... la tension floating est la tension sans courant sortant de la batterie. Les valeurs s'extrapolent à tous les membres de la famille NP, batterie étanche à réabsorption de gaz (VRLA). la tension cyclage correspond à l'usage moto : charges/décharges et demande une précision de 3% soit ±0,072V/élément ce qui donne en batterie 6V ±0,21V = 7,47Vmax et 7,04Vmin le régulateur Selectronic avec ses 8,26 et 8,77V mesurés est hors spec Yuasa, même avec une Schottky dynamo-batterie, le régulateur Lucas avec son 7,8V typique est hors spec aussi le coefficient de température est de -0,004V/°C (en accord avec Wikipedia USA) par élément en utilisation cyclage soit 7,02V à 40°C et 7,5V à 0°C les régulateurs Lucas et pire encore Selectronic sont donc hors specification ce qui conduit à une diminution de la durée de vie quant à utiliser une batterie de 1950, y'en a plus en état de marche !

#### Gamme NP - Batteries plomb sans entretien NP4-12

Technical specifications table for NP4-12 batteries, including sections for SPECIFICATIONS, DIMENSIONS, TYPE DE BORNES, PLAGE DE TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT, WISDAGE, MATERIAU DU SAC, TENSION DE CHARGE, COEFFICIENT DE CORRECTION, COURANT DE CHARGE, and SECURITE.

#### Fiche Technique

Technical data sheet for Yuasa NP4-12 battery, featuring a product image, terminal diagram, and various certification logos (UL, ISO 9001, EN 18001, etc.) and the Yuasa logo.





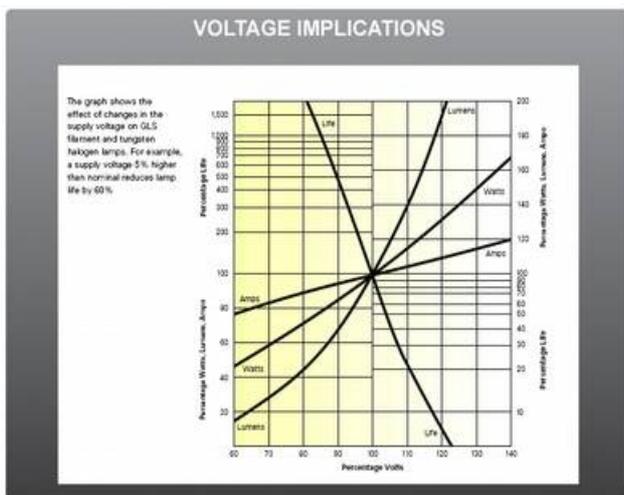
Pour la batterie Tashima essayée, on voit la tension passer (mesure à 23°C) de 6,04 à 5,51V quand la batterie, toujours branchée sur la même résistance de charge (4,7 ohms) passe de charge complète à la décharge maximale utilisable. Notez qu'on mesure la tension avec une résistance de charge (c'est bien le terme consacré : une résistance de charge décharge la batterie !), la valeur de la tension à vide (force électromotrice de la source pure : fem) se mesure sans aucun débit depuis un certain temps (une demi-heure p ex, après avoir déconnecté la charge), la mesure est fastidieuse, et pendant la décharge, j'ai simplement calculé la fem, diminuée de la chute de potentiel due à la résistance interne (exprimée par la bonne vieille loi d'Ohm  $U=R \times I$ ). Cette décharge où on a vidé les 4 Ah de la capacité, ne doit pas normalement aller au-delà, car la tension baisse alors très rapidement, et car on se trouve dans la zone de sulfatage et de corrosion interne, j'ai donc sacrifié ici une partie de la durée de vie de la batterie (mais à moins de 8€ la batterie, c'est supportable). Le fabricant a choisi d'arrêter la décharge nominale à 4Ah (soit 1.85V par élément), alors qu'on voit qu'on pourrait toujours en tirer un peu plus, mais au prix de dégâts internes (j'ai poussé ici jusqu'à 5,7Ah). De plus, il ne faut pas oublier que la durée de vie dépend directement du taux de décharge : plus on décharge profondément, moins la batterie supporte de cycles charge/décharge. On a donc intérêt à monter la plus grosse batterie possible qui rentre dans le logement, elle durera plus longtemps. L'influence de la température est très importante au moins pour les batteries moto de type simple (comme à l'antique) sans chimie élaborée (calcium, antimoine, etc) qu'on veut charger au mieux.

Dans la vieille anglaise étudiée (BSA 350 monocylindre 1954) la batterie prévue est une 6V 12Ah et la dynamo débite 60W, le courant de charge atteint donc 10A @6V soit C/1,5 max, c'est du lourd.

## l'éclairage

L'éclairage est le plus gros consommateur électrique à bord. C'est lui qui a imposé la présence de batteries à l'époque où il n'y avait pas de démarreur.

Les lampes à incandescence sont TRES sensibles à la surtension (durée de vie inversement proportionnelle à la puissance 16 de la tension = un surtension de 16% réduit la durée de vie à 10% de la normale. La lampe supporte mal les tensions de charges que la batterie devrait normalement avoir en basse température, on a préféré favoriser la survie des lampes.



Courbes de la Lighting Industries Federation

courant, efficacité lumineuse durée de vie en fonction de la tension appliquée à une lampe à incandescence ce n'est PAS de l'obsolescence programmée comme le voudraient les journaux, mais un simple compromis technique nécessaire

Les lampes à LED, de par leur fonctionnement nécessitant un générateur de courant, sont devenues insensibles à la tension batterie.



## Le régulateur

Le régulateur est un organe électrique ou électronique qui va adapter le fonctionnement du générateur au besoin électrique : tension d'éclairage, et charge de la batterie.

Il est adapté au circuit (positif ou négatif à la masse) et à la source de courant (dynamo ou alternateur) ainsi qu'à la polarité de l'excitation du générateur (courant max si excitation à la masse ou à la batterie) Certains incorporent le redressement dans le cas des alternateurs ou volants magnétiques.

Ils sont (relativement) interchangeables (après analyse du circuit).

On propose souvent de la sous-merde aux malheureux possesseurs de motos anciennes.

Parfois, des utilisateurs sont contents de leur régulateur, même mal conçu et non fiable (voir papier sur l'infâme régulateur Selectronic de **durée de vie en utilisation nominale de 90 secondes**) voir détails dans <http://www.hackerschicken.eu/www/electric/pannes-selectronic.pdf>

ou le Wassel décrit plus bas, avec une chance sur 4 que l'Indien de Wassell ait monté les deux bilames à l'endroit, de toutes façons, il est mal fabriqué !

Ces utilisateurs, soit ont une batterie neuve (par an) et roulent par an une heure de jour, sans éclairage (autorisé pour les motos très anciennes), soit ont de la merde dans les yeux

voir le site <http://www.motos-anglaises.com/phpBB3/viewtopic.php?t=27493> et les deux commentaires suivants, sans commentaire !

je ne connais pas le Selectronic , mais j'ai monté un Wassel WW10221P sur ma 6T équipée d'une dynamo Lucas E3L et il fonctionne très bien depuis deux ans

[http://www.totalbikebits.com/wassell/or ... 21P\\_6v.pdf](http://www.totalbikebits.com/wassell/or...21P_6v.pdf)

J' ai monté un selectronic sur une Matchless G3,( qui roule peu),il y a plusieurs années et il marche toujours, alors que j' en ai grillé 2 en peu de temps sur ma B31

je les ai remplacer par un vendu par un pro Français, et depuis ras ( mais ce n' est pas le même prix)



## Régulateur de dynamo Lucas

Le régulateur d'origine de nombreuses motos des fifties est le MCR2 Lucas, adapté à la dynamo E3L (3 pouces de diamètre = 7.62cm) est un régulateur à deux bobines, de bonne facture :

- une bobine de régulation de tension
- une bobine pour empêcher la décharge de la batterie vers la dynamo (qui marcherait alors en moteur)
- **compensation en température de la tension et du courant** (ça ne se fait plus, alors que les batteries y sont toujours sensibles)

La bobine de régulation de tension est réglable sur plusieurs paramètres

- l'écartement du contact de régulation
- la raideur du ressort de rappel de la palette

Le ressort de réglage de la palette : la lame verticale juste à gauche de la bobine) est en fait un bilame métallique (comme dans les thermostats classiques) et introduit donc la compensation thermique voulue par Sir Lucas :

10°C	7,9V	min7,7	max 8,1
20°C	7,8V	min7,6	max 8,0
30°C	7,7V	min7,5	max 7,9
40°C	7,6V	min7,4	max 7,8

soit un coefficient de 0,01V/°C négatif, ce qui signifie qu'on compense la température en considérant que la batterie est déjà au moins un minimum chargée.

La bobine de réglage de tension comporte aussi 4 spires de gros fil (diamètre 2mm), traversées par le courant de charge, qui ont pour rôle la compensation de la résistance ohmique du câblage vers la batterie en changeant à cet effet la valeur du champ magnétique de la bobine. Les courants sont importants : en montage 6V ils sont les doubles de la même puissance en montage 12V.

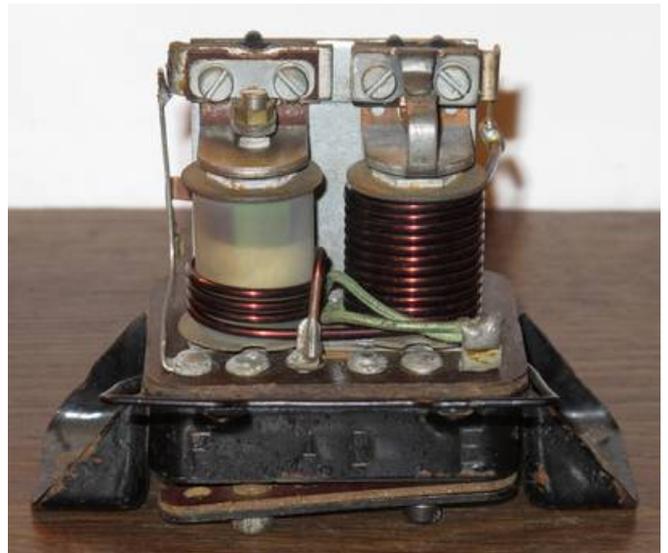
**Bonne qualité de fabrication et de réalisation !**

La qualité de conception (souvent confondue avec la qualité de fabrication) est assurée ici par une séparation des fonctions de réglage de jeu et de raideur de ressort, et permet au réglage de jeu de déplacer les contacts en assurant la planéité de contact. Les fabricants moins exigeants ne permettent de régler le jeu qu'en tordant les éléments du régulateur, inutile de dire qu'alors la planéité des contacts n'est plus du tout assurée. Certains bidouilleurs (parfois même des « professionnels ») rebrasent des contacts avec de la brasure étain-plomb (qui fond à 183°C) et s'étonnent ensuite de voir le contact s'envoler en fonctionnement intensif.

## Régulateur Wassell

certains ont cru trouver un régulateur miracle : le Wassell celui-ci est très mal fabriqué (mais se trouve encore en 2015), en comparaison du Lucas :

- rien n'est aligné
- les contacts sont approximativement mis à plat en tordant les pattes à la pince
- corrosion importante des lames ressort
- corrosion des brasures : « oubli » de nettoyer les traces de flux
- résistance mal fabriquée (lâchera après quelques cyclages thermiques, une pince de résistance est ouverte)
- compensation thermique faites par bilame (comme Lucas) mais dans mon exemplaire **les bilames sont montés à l'envers !** = compensation inverse = régulateur utilisable à une seule température !



Le réglage des contacts et du ressort se fait par vis et contre-écrou et non par torsion des éléments (régulateurs bas de gamme) Pas d'axe à tige et trou, mais axe virtuel à ressort (comme en horlogerie). Le système de contacts de sortie par fût et broche n'est pas, lui, à la hauteur



# 1 Le circuit de charge moto

v2.4



La résistance est faite par un fil bobiné sur un barreau (de stéatite?) avec un sertissage des électrodes. Le barreau ayant une dilatation différente du fil, les cyclages thermiques vont finir par détruire le contact par déformation des électrodes et/ou arcage du contact. La résistance Lucas utilise un ressort avec appui constant même en dilatation !





## diodes de roue libre

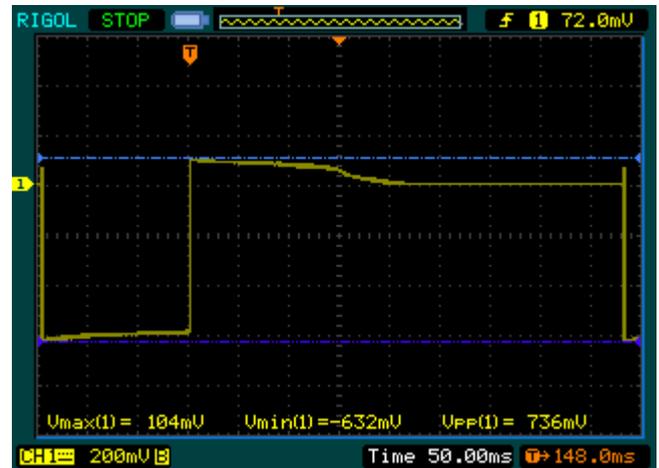
Lorsqu'on tente d'interrompre le courant qui circule dans une bobine, celui-ci ne s'arrête pas instantanément, il se transforme, avec le même courant de départ, en surtension (extra-courant de rupture) qui se dissipe dans les isolants et résistances. Dans les régulateurs électro-mécaniques (Lucas) cette surtension est absorbée par une résistance en et la lame vibre à une bonne centaine de Hertz



le temps de récupération d'un régulateur électromécanique avec résistance est de l'ordre de 1 ms, permettant une ondulation de courant acceptable

Les régulateurs électroniques utilisent quasiment tous une simple diode de récupération, qui change complètement le temps de récupération et vont dégrader rapidement la batterie

Avec une diode de récupération (cas de l'immense majorité des régulateurs électroniques), la récupération se fait en 150ms, ce qui entraîne une ondulation de courant de 100 %, intolérable par les fabricants de batteries



courant d'excitation d'une dynamo Lucas

La constante de temps (63 % du courant total) est de 32ms  
99,5 % du courant max sont atteints en 128ms (cas d'une diode de récupération) en 1ms (régulateur électromécanique) on atteint environ 5 % du courant max. On se rapproche des exigences batterie quand on n'utilise pas la diode, mais la résistance Lucas



## La dynamo

### Dynamo Lucas 6V 60W type E3xx

Constituée d'un inducteur fixe (Field coil) de 3,8 ohms et d'un induit tournant avec des balais pour prélever et redresser le courant. C'est une machine électrique parfaitement réversible qui fonctionne en moteur électrique si on lui fournit du courant, ce qui est parfois utile pour faire des essais. Machine de 3 pouces de diamètre = 76,2mm.

Une dynamo Lucas E3L :



Le chignon, à noter l'entrefer de 1mm et le décentrement de conception



le rotor



le porte-balais

J'ai enfin trouvé les caractéristiques électriques de la dynamo E3L dans un papier de J Gardner, révisé par Bill Hancock :

inducteur = 2,8 ohms

rotor (bobinage + balais) = 0,55 ohms

tension de sortie en charge 7,85V à 8,5A

Ces valeurs de résistance ne sont pas mesurables par un multimètre, même électronique (sauf quelques hauts de gamme).

Cette dynamo est donc prévue pour charger une batterie à 7V en sortie régulateur via une résistance du régulateur électromagnétique de 0,1 ohms (chute de tension 0,85V). Cela correspond à l'utilisation entre cyclage et floating, environ 70% de la capacité, mais à pleine charge, on assure la pleine charge, la surcharge même, quand l'éclairage est éteint.

Sans doute pour simplifier et réduire les coûts, Sir Lucas n'a monté qu'une seule bobine d'inducteur et a donc sacrifié à la belle symétrie habituelle, d'autant que l'axe de rotation du rotor n'est plus le centre de la dynamo, mais magnétiquement, c'est bien la même chose !

Le branchement électrique a suivi l'option du point chaud d'inducteur : une extrémité de l'inducteur est fixée à la masse, l'autre est reliée au régulateur. En partant de la masse, la tension de sortie dynamo augmente lorsque la tension du fil d'excitation monte, la valeur max apparaît lorsque l'excitation est reliée à la sortie dynamo (ou à la batterie).



## La dynamo 3 balais Magneto-France type OC « ALDYNO »

Montée sur Terrot 500



C'est une dynamo à 3 balais et 4 pôles d'inducteurs qu'on peut considérer comme une dynamo à aimant permanent (donc en fait un alternateur) puisque le champ magnétique rémanent y est important. Même sans courant d'excitation, la puissance de sortie atteint quelques dizaines de Watts. L'excitation permet de moduler dans une certaine mesure la puissance de sortie par diminution du champ des aimants, au prix, évidemment d'une démagnétisation des aimants, fallait bien même à cette époque fournir du boulot aux réparateurs. Un régulateur dédié a été conçu pour lui permettre de fonctionner en 12V avec lampe H4 .

### L'alternateur

L'alternateur produit du courant alternatif, rappel tautologique d'une vérité d'évidence ! Une particularité du courant alternatif, est qu'il est mesuré par sa tension efficace : la tension continue qui produit la même puissance thermique. La tension passe d'une crête à l'autre en suivant une forme de sinusoïde (pour le courant sinusoïdal évidemment ! car on peut trouver n'importe quelle forme de courant alternatif). Pour un courant sinusoïdal pur, la tension d'une crête à l'autre est de  $2 \times \sqrt{2} \times$  la tension, donc en 220V, la tension crête/crête est de 622V ! Chez Lucas et autres british, la tension efficace est appelée RMS (root mean square, racine de la moyenne du carré, formule de calcul de la tension, mais habituellement, nul n'est jamais assez fort pour ce calcul). Pour utiliser ce courant on peut l'utiliser en courant alternatif (éclairage Mobylette) mais s'il y a une batterie, le courant doit être redressé en courant « continu » : même polarité par rapport à la masse.

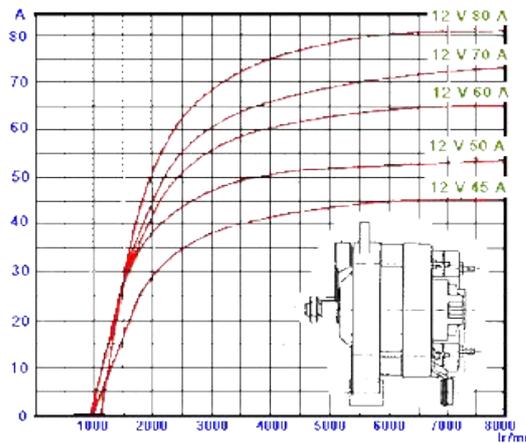
### alternateur type auto

qui est présent dans certaines motos de grosse cylindrée BMW, Goldwing, Guzzi, ...

C'est un électro-aimant rotatif inducteur, alimenté par des balais, à collecteur (bagues) lisse. La variation du courant dans cet inducteur, commandé par le régulateur, détermine la variation de la tension de sortie. La forme des pièces



polaires (« griffes ») détermine la forme d'onde du courant. Le stator qui voit passer tout le courant produit (40 à 80A sous 12V) est fixe, ne fatigue donc pas le collecteur et ses balais. Le redressement est assuré par des diodes silicium montées sous presse dans des radiateurs ventilés. Pour utiliser au mieux le volume et pour limiter l'ondulation résiduelle sur le circuit électrique, on utilise un montage en triphasé double alternance avec pont de six diodes. Contrairement à la dynamo, il n'y a plus besoin de limiteur de courant, la saturation magnétique de conception suffit à limiter le courant.



## Alternateur type moto

Généralement limités à 200W, on fait appel ici à des aimants rotatifs souvent placés dans une cloche (comme aussi les Mobylettes) ce qui les maintient de la force centrifuge, la tenue par collage ou sertissage des aimants est en effet difficile, compte tenu de leur coefficient de dilatation, différent des métaux usuels, et des vibrations.



Suzuki GSX400 1981



rotor en cloche, en bout d'arbre, qui tourne autour du stator

stator fixé sur le couvercle, à l'intérieur du rotor

Chez d'autres, comme Lucas, les aimants sont placés sur l'arbre moteur et le stator entoure le bloc d'aimants, la difficulté est d'assurer la tenue fiable des aimants en vibrations et température.

Le redressement est fait par un pont de diodes externe, au sélénium pour les premières vintage, au silicium et intégré dans le régulateur depuis la fin des seventies.

La technologie de régulation n'était pas au point au début de l'utilisation des alternateurs, la régulation s'est d'abord faite par l'utilisateur avec mise en service d'une ou plusieurs bobines par le commutateur de phare, avec des résultats peu efficaces. (air connu : Lucas, prince...)



## le régulateur d'alternateur

### Régulateur d'alternateur type auto

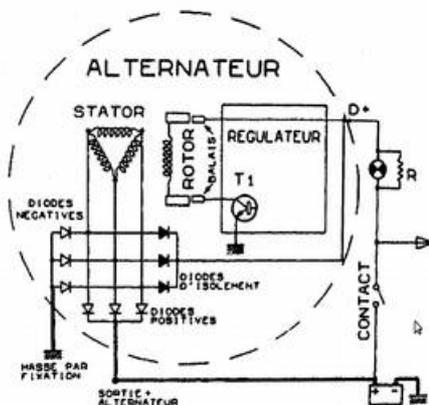
Il est intégré dans l'alternateur et réalisé dans un bloc moulé ou un circuit hybride placé en sortie de l'alternateur, dans le circuit de sortie d'air pulsé qui a traversé l'alternateur et s'est réchauffé en refroidissant les bobines et les diodes. La température du régulateur n'est donc plus liée à celle de la batterie, ce qui était le cas auparavant, le régulateur était monté au pied de la batterie. On limite généralement la tension à 14,4V (7,2V en équivalent 6V) on préfère donc ne plus les charger à 100%. L'introduction des alternateurs s'est accompagnée de la généralisation des batteries sans entretien (à réabsorption des gaz, ce qui limite grandement la recharge en eau distillée)

### Le voyant de charge

Le voyant de charge sert à indiquer le bon fonctionnement du circuit de charge.

Dans les circuits à dynamo le voyant de charge est relié entre la sortie dynamo et la batterie via le contact. Tant que le joncteur ne relie pas la sortie dynamo et la batterie, la lampe indique la non-charge de la batterie (mais elle est seulement visible si sa tension dépasse deux-trois volts (en circuit 6V), donc ne montre pas la totalité de la plage de non-charge.

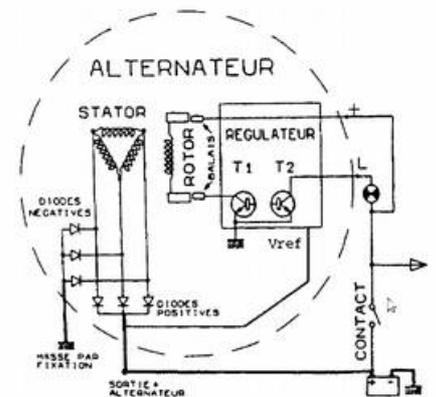
Cas des alternateurs « auto ».



Première génération : une seule borne auxiliaire et un trio de diodes internes supplémentaires

deuxième génération : deux bornes auxiliaires (une vers la batterie, l'autre vers la lampe-témoin), diodes de puissances seulement

extraits de doc académie Nancy-Metz



Dans la première génération de régulateurs, la lampe servait à faire circuler le courant dans le régulateur jusqu'à ce que l'alternateur prenne en charge le régulateur et devienne autonome. Le trio de diodes internes (faible puissance, environ 1A) permet :

- recopier la tension de sortie qu'aurait l'alternateur sans batterie et donc de matérialiser la non-charge de la batterie par la différence avec la tension de batterie-bobine
- voyant s'allumant proportionnellement à la différence tension de recopie – tension batterie
- fournir le courant nécessaire au régulateur (quelques milliampères)

La lampe joue donc un rôle important dans le fonctionnement du circuit de charge mais comme elle fonctionne toujours à une tension bien inférieure à sa tension nominale, on n'a pas à s'inquiéter de sa durée de vie, bien supérieure à celle de la voiture.

La deuxième génération n'a plus de trio de diodes (appelées aussi diodes d'isolement) et possède deux bornes auxiliaires, elle permet des indications plus poussées (au choix du constructeur) :



- voyant de charge à fonctionnement tout ou rien, sans phase proportionnelle (où une différence de tension inférieure à 4V est invisible alors qu'on ne charge pas encore), donc s'éteignant exactement à la tension de conjonction
- possibilité de s'allumer en cas de surtension, mais l'interprétation par le conducteur standard est périlleuse car il n'a pas souvent lu la totalité du manuel utilisateur, ou ne s'en souvient plus
- possibilité d'hystérésis et de mémorisation pour éviter l'allumage du voyant si la non-charge ne dure pas longtemps (forte utilisation électrique et bas régime comme ralenti au feu rouge avec dégivrages, climatisation et phares allumés)
- le courant du régulateur est fourni par la batterie via le contact
- la lampe témoin ne sert plus à alimenter le régulateur

Les alternateurs de moto qui utilisent des alternateurs « auto » ont les mêmes régulateurs et lampes-témoin.

### Régulateur d'alternateur type moto

#### *le redresseur :*

remplace une fonction du collecteur, au début, en cuivre/oxyde de cuivre puis en sélénium (polycristallins), la fiabilité n'était pas du tout au rendez-vous, il y avait de plus un courant de fuite non négligeable qui accélérât la décharge de la batterie. Depuis les seventies, le redresseur est définitivement réalisé en silicium monocristallin. La tension, si monophasée (Lucas), présente une ondulation résiduelle importante, une fois redressée.

#### *To regulate or not to regulate ? (Lucas, prince of Darkness, William Sh.,1599)*

Il était difficile de reconduire le montage à bobine vibrante, puisque cela conduit à faire passer un courant important par les contacts qui ne le supporteraient pas, très peu d'essais ont été tentés dans cette direction. Il a été au début remplacé par la commutations des bobines en fonction de la charge (éclairage ou jour, personne ne roulait de jour éclairage allumé, et aujourd'hui en France, les machines d'avant une certaine date, vers 1962, sont dispensées d'éclairage diurne, mais mieux vaut avoir sur soi la copie du décret, car la maréchaussée, bien que parfaitement au courant, taxe volontiers et arrête souvent, des fois qu'il y ait des pneus lisses) mais l'effet du régime, source même de la création de tension ( $E=k \cdot d\phi/dt$ ), ne peut être évité : la tension est directement proportionnelle au régime. Si on souhaite charger la batterie dès 1000 rpm (ou du moins ne pas décharger) on a 6V à 1000rpm et 30V à 5000rpm : la batterie explose ! Ou alors on choisit de charger peu et seulement au-delà d'un haut régime, c'est peut-être à cette époque et à ce choix qu'on doit le sobriquet « **Lucas, Prince des Ténèbres** ».

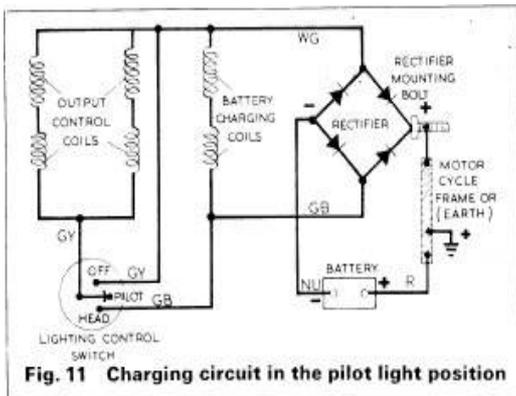
L'électronique n'étant pas développée – à prix abordable – à cette époque Lucas (comme d'autres) a utilisé d'abord la main du pilote, puis des diodes Zener : le courant est nul (c'est du silicium, et le courant de fuite se mesure en microampères) jusqu'à la tension d'avalanche où il devient limité seulement par le circuit externe, la zener fait donc un écrêtage de la tension et dissipe l'excès d'énergie en chaleur, le radiateur est donc conséquent.

Les alternateurs Lucas sont montés en monophasé : les aimants passent en même temps devant les pièces polaires homologues du stator, on peut donc mettre les bobines en parallèle. Ma connaissance est limitée à peu de modèles solidement imprégnés dans un moulage époxy, contrairement à de nombreuses nippones.

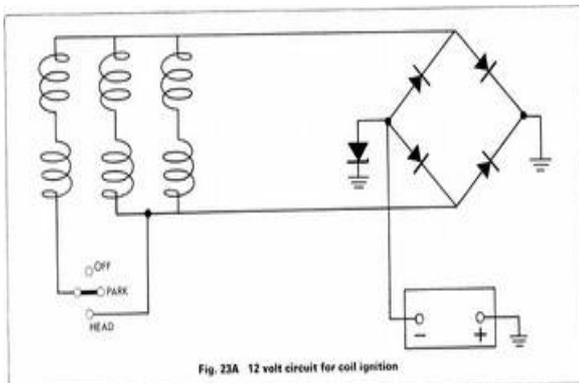


# 1 Le circuit de charge moto

v2.4



Premier type: un tiers de l'alternateur sert à charger la batterie, sans régulation. Deux tiers servent à l'éclairage



Deuxième type:

une diode Zener limite la tension (en s'échauffant), un tiers des bobines est ajouté en complément lors de l'éclairage, et on chauffe donc moins la Zener, de jour. Si l'allumage est assuré par magnéto, selon les versions, un tiers sert à la charge, deux tiers à l'éclairage. Redressement double alternance (full-wave)



# 1 Le circuit de charge moto

v2.4

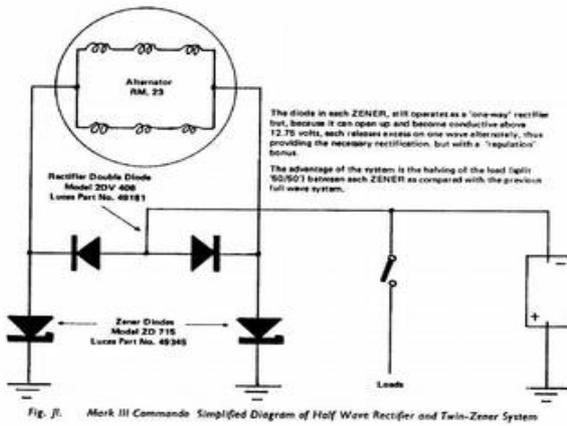


Fig. 71. Mark III Commando Simplified Diagram of Half Wave Rectifier and Twin-Zener System

Troisième type:  
deux diodes Zener, travaillant chacune la moitié du temps  
pas de nécessité d'apparier les zeners



## **Alternateur Lucas RM21**

12V 10A monophasé (2 fils)

Rotor + Stator (imprégné epoxy)

le rotor comprend les aimants et doit pouvoir les maintenir en place (sinon blocage immédiat du vilebrequin et destruction du stator !) en dépit du vieillissement, des cyclages thermiques et des chocs

c'est un pari technologiquement risqué, et on préfère, depuis, l'aimant placé dans une cloche, à l'extérieur des bobines





## Alternateur Alton

C'est un alternateur de 3 pouces de diamètre destiné à remplacer les dynamos Lucas

J'ai pu en observer un exemplaire en panne : NS MC5716

multiplicateur à engrenages

entrée 40 dents

rotor alternateur 20 dents

intermédiaire sans effet de réduction 24 dents en plastique armé ! Monté sur roulement aiguilles

Il y a donc multiplication par deux de la vitesse d'entrée

Vu le couple résistant mécanique du rotor même à vitesse zéro, dû aux aimants. Le pire moment est sans doute le démarrage de l'alternateur, avant que le rotor ait pris un élan suffisant (comme une courroie de distribution) .

Présence très importante de résidus de dents de l'intermédiaire dans la graisse !

Usure totale des dents de l'intermédiaire coté entraînement

filetage d'entraînement de 10mm, fortement marqué par vissages inappropriés ou de travers

Remontage temporaire de l'intermédiaire retourné pour entraîner le rotor et mesurer au scope

arbre rotor





## 1 Le circuit de charge moto

v2.4

entraînement



pignon intermédiaire



la conception avec un pignon intermédiaire en plastique même armé, a rendu cet alternateur peu fiable.  
Espérons qu'Alton a changé ce pignon depuis 2014, évidemment ça fera nettement plus de bruit



## 1 Le circuit de charge moto

v2.4

stator

12 bobines de fil 0,98mm  
AWG gauge 19 section 0,653mm<sup>2</sup>  
imprégnation partielle des bobines  
epoxy ou polyuréthane



signal électrique  
il y a 1/2 alternance par passage de  
résistance magnétique  
donc 12 alternances par tour arbre d'entrée



## Les Nippons

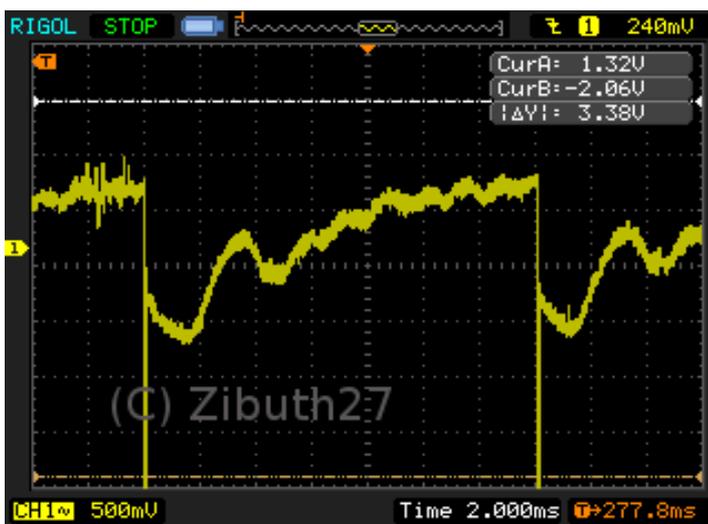
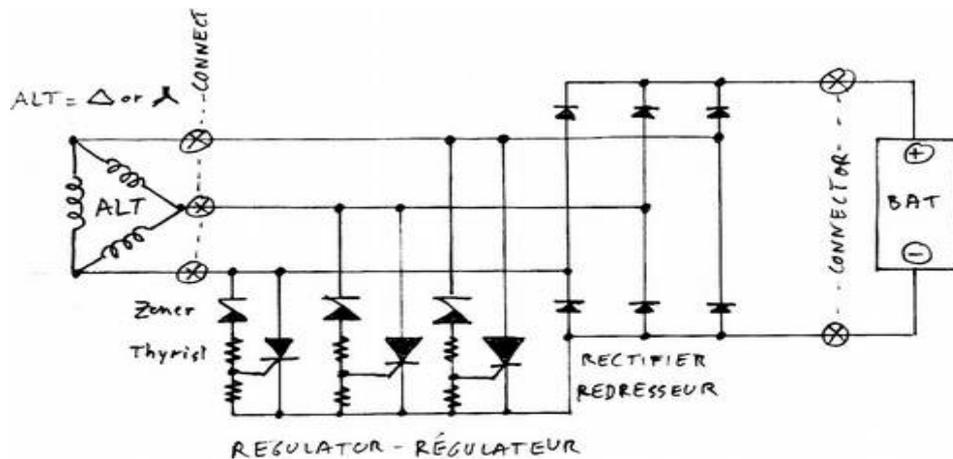
Les alternateurs nippons sont montés en triphasé.

Les Nippons, toujours attirés par la Chine, ont unanimement adopté dans les seventies le montage à thyristor. Le thyristor est un composant électronique qui réalise une fonction d'interrupteur de puissance à mémoire : un petit courant dans la grille déclenche le courant principal qui reste amorcé jusqu'à l'inversion de la tension ou l'annulation du courant, ça tombe bien, l'alternateur produit du courant alternatif qui éteint donc régulièrement le thyristor. Il est bien évident qu'on ne monte pas le thyristor coté batterie, il ne s'éteindra que batterie à zéro volt ou quand il aura fumé ! Le thyristor court-circuite donc la bobine de stator et la fait débiter en saturation, mais sous faible tension, ce qui constitue une puissance dissipée acceptable pour la bobine.

Le thyristor est amorcé par une diode Zener dès que la tension est trop forte et se désamorce à la demi-alternance suivante. Le redresseur est toujours dans le même boîtier que le régulateur. Ce montage est tellement universel qu'à part les connecteurs, qui se changent facilement, un redresseur-régulateur d'une marque fonctionne parfaitement et fiablement chez les autres marques surtout qu'en plus, les puissances des alternateurs sont voisines. Seul le nombre de thyristors/zeners varie : un à trois (trois est préférable)

Le montage à thyristor fait perdre la belle forme du courant de redressement double phase triphasé, car la forme n'est plus du tout sinusoïdale, au contraire de l'alternateur auto, du fait de la régulation par inducteur commandé.

schéma standard du redresseur-régulateur à la japonaise



Cas de l'alternateur triphasé Kawasaki W800 (250W)

On est loin des 70mV c/c autorisés et la fréquence moyenne dépasse les 50 Hz



## 1 Le circuit de charge moto

v2.4

la lecture de la tension dépend du voltmètre à cause de cette forme d'onde :

- multimètre analogique 14,0V (sérieux 14,35)
- multimètre de supermarket 14,26V (sérieux 14,32)



Les alternateurs nippons sont majoritairement (sauf les énormes Gold Wing et similaires) des volants magnétiques triphasés multi-bobines. Le rotor extérieur comprend les aimants, maintenus facilement (la force centrifuge y participe). Leur puissance atteint 250W au max. Les régulateurs sont à thyristors et produisent une assez forte ondulation de tension. Aujourd'hui, les thyristors se font progressivement remplacer par des MOS.

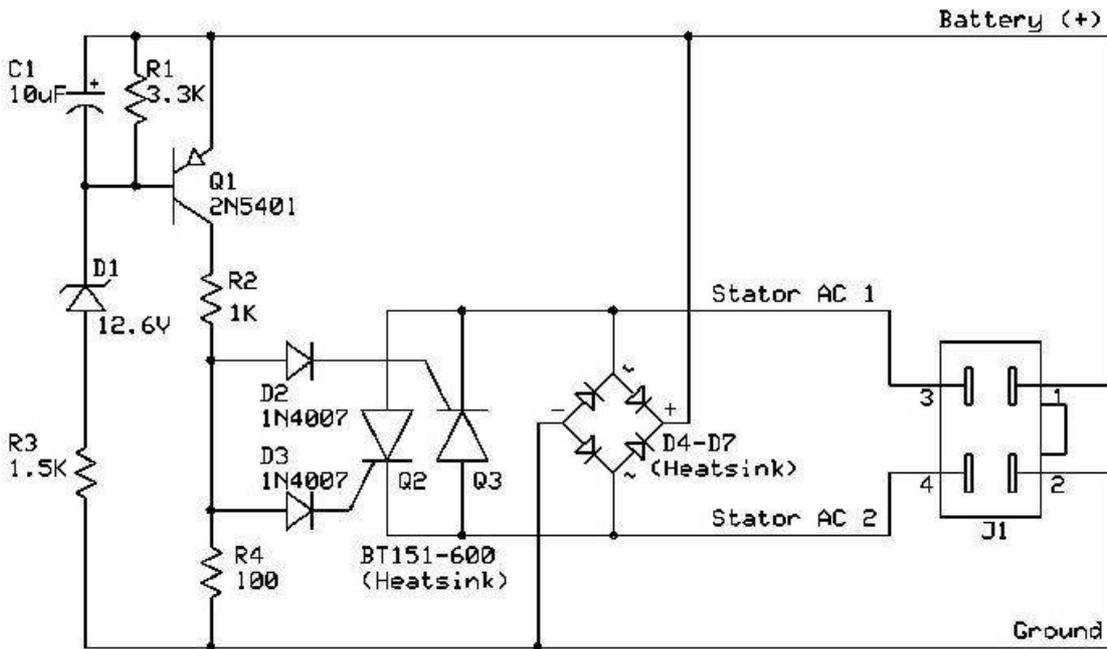


## Redresseur-régulateur monophasé

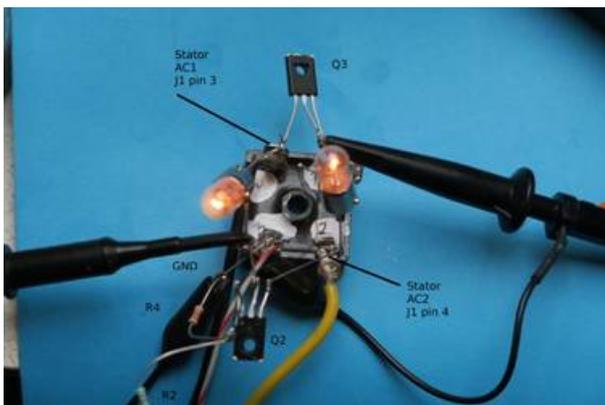
Dans le cas de volants (ou d'alternateurs) triphasés, le redressement/régulation utilise classiquement le montage de redressement à six diodes et un ou trois thyristors. Pour un alternateur monophasé on trouve plus difficilement des schémas.

Schemas trouvés sur instructables

<https://cdn.instructables.com/F1K/12EB/J7ARFSLO/F1K12EBJ7ARFSLO.LARGE.jpg>



La partie la plus difficile à comprendre (et la plus controversée) est la commande des thyristors D2/D3, Q2/Q3, D4 à D7. J'ai donc réalisé une maquette et l'ai testée.



Partie thyristors

C'est un schéma dont je ne connais pas l'origine, et qui semble souvent reproduit sur le Net.

La partie gauche comprend une zener et un transistor de commutation Q1. C'est un comparateur de tension : dès que la tension batterie atteint une tension déterminée par la zener, Q1 devient conducteur et son collecteur est voisin de la tension batterie. Un diviseur de tension commande le groupe de thyristors.



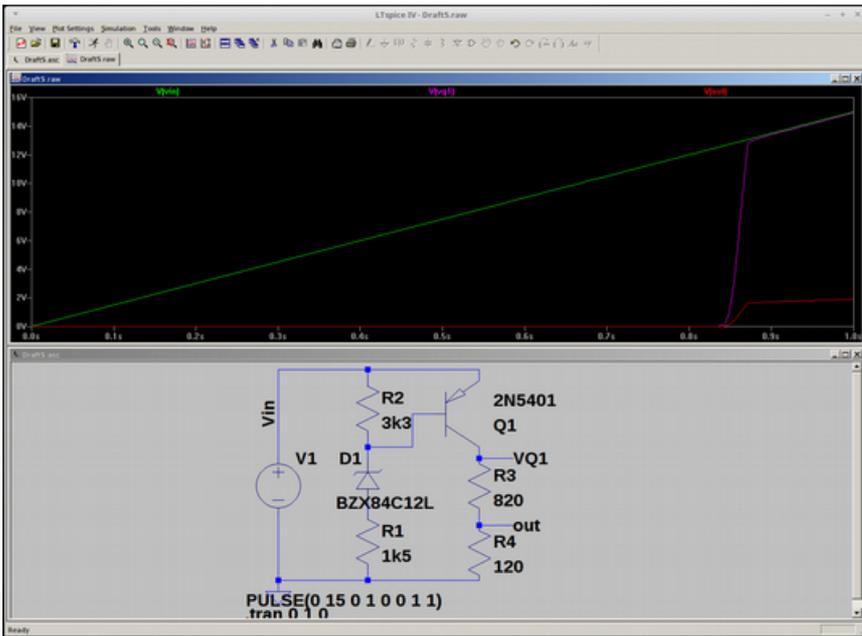
# 1 Le circuit de charge moto

v2.4

Les valeurs d'origine donnent une commutation à 13V et une tension appliquée à D2/D3 de 1,27V, valeur théorique **insuffisante**, **si commutation il y a, elle ne peut être garantie pour tout thyristor à toutes températures !** Les thyristors BT151 demandent en effet une tension grille de 0,6 à 1,5V + 0,6V (diode) soit 1,56V minimum. Ça peut tout juste tomber en marche et encore, avec certains composants.

Avec les valeurs suivantes R2=820Ω et R4=120Ω, zener 12,0V, la commutation se fait toujours à 13V et la tension appliquée à D2/D3 est de 1,75V, suffisante pour faire commuter fiablement.

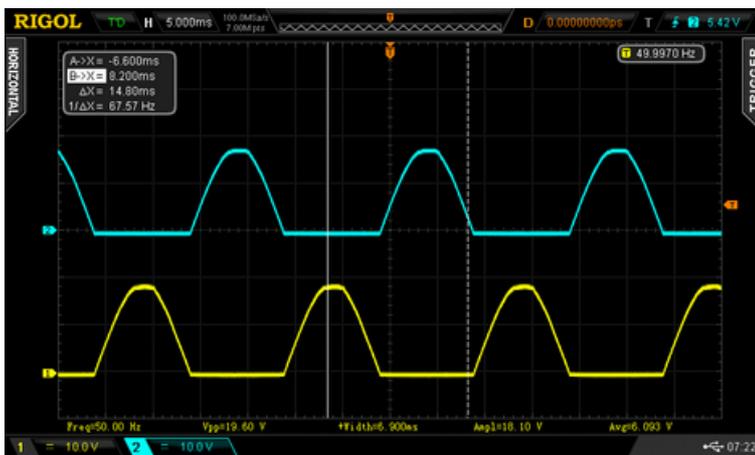
Il serait utile de modifier le schéma pour pouvoir ajuster la tension du comparateur, ou trouver la bonne zener !.



simulation Ltspice du comparateur

ce schéma dépend de la précision de la tension de zener, souvent de 5%, alors que la batterie demande 3%, avec en plus une compensation en température.

Une mesure du bloc de thyristors-redresseur demande une tension "batterie" de Q1 de 4V mini pour faire conduire Q3 et 11V pour faire conduire les deux thyristors (avec R2=820 et R4=120).



tensions sur les anodes  
source (remplaçant le volant) :  
transfo 8V 2,5VA

avec VQ1 = 0V





## Conclusions

Les régulateurs de motos ne respectent pas toutes les spécifications des fabricants de batteries et diminuent en fait leur durée de vie. Les régulateurs électromécaniques sont sujets à un vieillissement rapide et nécessitent leur remplacement par de l'électronique, mais prenaient en compte la température et la résistance du circuit. Un régulateur de remplacement, courant en France, fait par Selectronic, utilise des composants de qualité mais la conception et certaines phases de fabrication amènent une fiabilité exécrationnelle (nombreuses plaintes sur internet, et durée de vie constatée de 2 minutes au courant max) La correction est pourtant facile et ne coûte pratiquement rien, il est nécessaire d'ajuster plus finement leur tension (pas vraiment besoin de charger à 100% puisqu'il n'y a pas de démarreur électrique) et de modifier son schéma. Un autre fourni par Wassell est très mal fabriqué et ne peut pas fonctionner correctement (compensations à l'envers). Les régulateurs électroniques produisent une ondulation résiduelle de 100 %, intolérable. Les régulateurs à la japonaise dépassent les exigences batterie en ondulation mais seraient peut-être les moins mauvais actuellement. Triste tableau !

Zibuth27, juin 2012, dec 2017

Au 15/08/2018, ce papier a été téléchargé 4750 fois au cours des douze derniers mois





## Table des matières

Le circuit de charge moto.....	1
La batterie.....	1
Exigences de la batterie.....	2
Exigences de tension.....	2
Exigences de courant.....	2
Exigences d'entretien.....	2
Courbe de tension de décharge.....	3
Coefficient de température.....	4
Fiche technique de batterie.....	4
l'éclairage.....	5
Le régulateur.....	6
Régulateur de dynamo Lucas.....	7
régulateur Wassell.....	7
diodes de roue libre.....	9
La dynamo.....	10
Dynamo Lucas 6V 60W type E3xx.....	10
La dynamo 3 balais Magneto-France type OC « ALDYNO ».....	11
L'alternateur.....	11
alternateur type auto.....	11
Alternateur type moto.....	12
le régulateur d'alternateur.....	13
Régulateur d'alternateur type auto.....	13
Le voyant de charge.....	13
Régulateur d'alternateur type moto.....	14
le redresseur :.....	14
To regulate or not to regulate ? (Lucas, prince of Darkness, William Sh.,1599).....	14
Alternateur Lucas RM21.....	16
Alternateur Alton.....	17
Les Nippons.....	20
Redresseur-régulateur monophasé.....	22
Conclusions.....	25