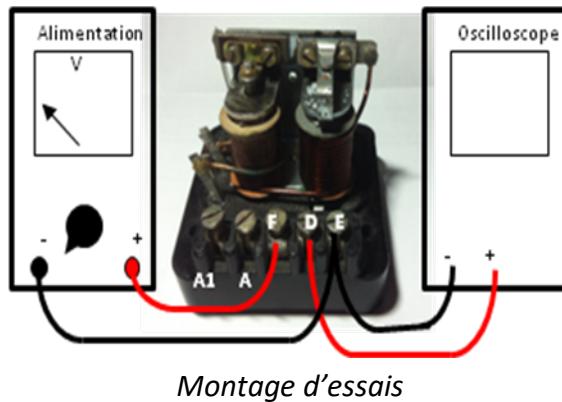


9 Visualisation du principe de charge

On réalise le montage suivant qui ne représente pas directement le fonctionnement du RB106 mais qui a l'avantage de visualiser avec un nombre réduit de matériel, le fonctionnement de la régulation.

Soit une alimentation à sortie variable de 0 à 20V connectée entre la borne F et la borne E.



Si l'on monte progressivement la tension de l'alimentation, on doit entendre le relais de Cut-out coller entre 9 et 12V. On observera dans un premier temps la fermeture du contact puis en continuant à augmenter la tension un "clac" qui signifiera le collage de la palette du relais sur le noyau en fer doux du relais. Ensuite en continuant d'augmenter la tension d'alimentation on "entendra une oscillation" produite par le relais de charge qui traduit la mise en régulation de la tension batterie. On observera que la fréquence varie en fonction du niveau de l'alimentation.

Si l'on prend une photo de l'écran de l'oscilloscope pour 2 tensions d'alimentation différentes (15V et 20V) on obtient les courbes suivantes :

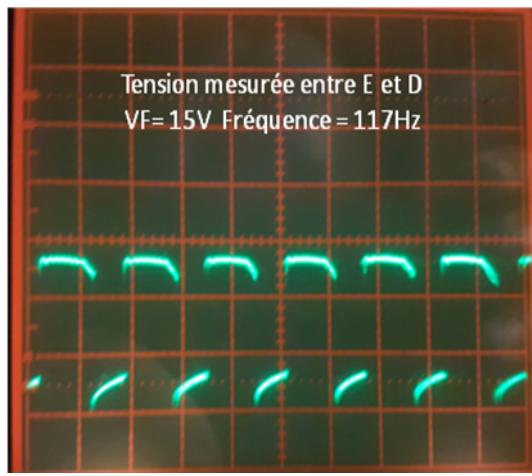


Figure 1 : Oscillations obtenues pour $V=15V$

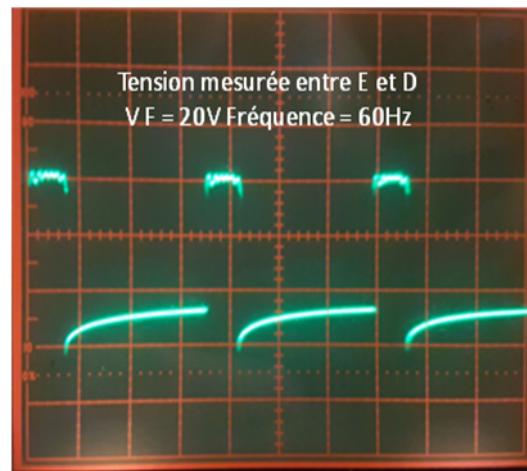


Figure 2 : Oscillations obtenues pour $V=18V$

Le palier haut de la tension est obtenu lorsque le contact du relais de régulation est fermé c'est-à-dire que l'on est à pleine charge. Le niveau bas est défini par un rapport de pont entre la résistance de 45Ω équivalente aux 2 bobinages en parallèle et la résistance de 65Ω .

À $V_F = 15V$ on peut constater que l'excitation de la dynamo dure environ 70% du temps (palier haut de la courbe) alors que pour $V_F = 20V$ celle-ci dure environ 20% du temps. Ceci traduit bien que dans les mêmes conditions d'utilisation sur le véhicule plus la tension en sortie de dynamo augmente plus il faut réduire le temps pendant lequel la tension de sortie

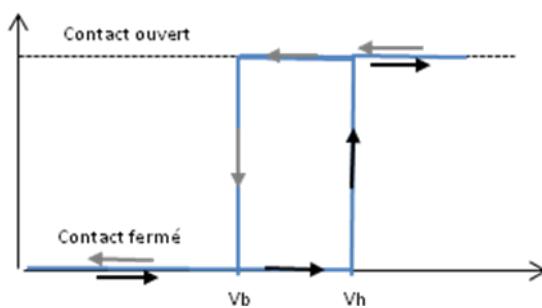
de la dynamo est appliquée sur l'enroulement d'excitation. On limite ainsi le courant de charge et par la même la tension aux bornes de la batterie.

10 . Analyse détaillée de la régulation

11.1 Détermination de la valeur de régulation de la tension batterie

Le principe de régulation consiste à contrôler en fonction des divers paramètres, le temps pendant lequel l'enroulement d'excitation doit être alimenté pour réguler la tension de la batterie. Ce régime d'oscillation est obtenu grâce à 2 seuils qui sont fournis par le montage. Un premier seuil V_h pour lequel le contact C_c s'ouvre, est fourni par la tension batterie alors que le seuil de fermeture du contact V_b est fourni par la tension batterie et par une image du courant de charge. En effet lorsque le contact C_c est fermé, le courant de charge traverse l'enroulement B_4 et le courant consommé par votre automobile circule dans B_5 . Ces 2 enroulements produisent une force magnétique qui vient s'ajouter à celle produite par l'enroulement B_3 . La force de rappel produite par la lame étant constante, la tension batterie à laquelle se refermera le contact C_c sera plus faible que celle pour laquelle le contact C_c s'est ouvert après le premier cycle de charge.

On peut traduire ce comportement, appelé un hystérésis, sur la courbe suivante :



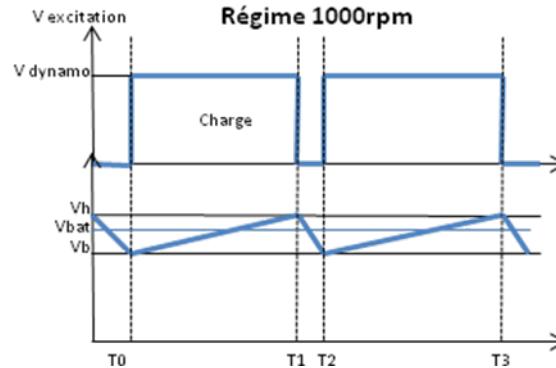
La tension V_h définit le niveau de tension d'alimentation de la bobine B_3 lorsque le contact C_c s'ouvre et la tension V_b la tension à laquelle le contact se referme. L'oscillation est contrôlée par le passage dans le temps de ces deux seuils. La tension de régulation s'établie à une valeur située entre V_h et V_b .

11.2 Principe de régulation de la tension batterie

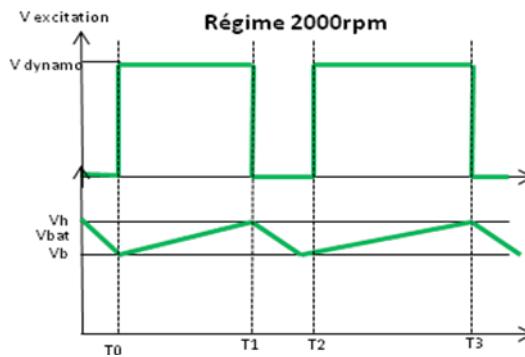
Moteur à l'arrêt le contact (C_i) du relais de Cut-out est ouvert ce qui isole la dynamo de la batterie comme on l'a vu plus haut. Le contact C_c du relais de régulation est quand à lui fermé connectant l'enroulement d'excitation à la sortie D de la dynamo. Une fois le moteur démarré, la tension de sortie de la dynamo augmente et atteint le seuil de collage du relais de Cut-out, le contact C_i connecte la batterie sur la sortie de la dynamo. Le contact du relais de régulation (C_c) étant fermé l'enroulement d'excitation est connecté à la sortie de la dynamo et la phase de recharge démarre. Lorsque la tension de la batterie atteint la valeur V_h du relais de régulation, le contact C_c s'ouvre, l'excitation se trouve connectée à la sortie de la dynamo au travers de la résistance R de 65Ω placée en parallèle sur le contact C_c et la charge s'interrompt. La batterie se décharge sous la consommation du véhicule et lorsque sa tension atteint le seuil V_b du relais, le contact C_c se ferme enclenchant un nouveau cycle de charge. Le cycle recommence et on obtient ainsi une oscillation du contact C_c dont la fréquence dépend d'un grand nombre de facteurs, état de charge de la batterie, régime moteur, consommation du véhicule et température de l'environnement.

Si l'on considère une situation toute théorique dans laquelle tous les paramètres qui fixent les conditions d'oscillations sont stables, on peut établir les graphiques pour 3 régimes moteur différents et en déduire les observations suivantes :

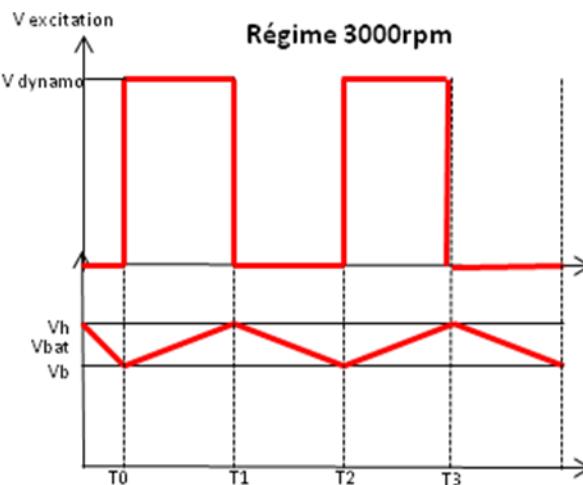
- Par exemple pour un régime moteur supposé faible 1000 rpm par exemple, le seuil V_b est franchi à T_0 , C_c se ferme, la sortie de la dynamo est connectée à l'enroulement d'excitation et le courant de charge fait monter la tension batterie jusqu'au seuil V_h où la charge s'interrompt. Avec la consommation du véhicule, la tension batterie diminue jusqu'à V_b , Le contact C_c se ferme et le cycle de recharge redémarre. On constate qu'à ce régime le temps de charge dure une bonne partie du cycle.



- A régime moteur moyen la tension de la dynamo est plus élevée qu'à 1000 rpm ; pour obtenir la valeur de régulation, la durée de charge doit diminuer par rapport à celle observée à 1000 rpm.



- A régime moteur élevé la tension délivrée par la dynamo augmente encore donc le temps de recharge doit être réduit pour obtenir une valeur de régulation correcte.



La valeur de la tension batterie est définie par l'écartement du contact C_c au repos et par le réglage de la force de rappel qui s'oppose aux mouvements de la palette du relais de régulation. En pratique il est inutile de travailler sur les deux réglages sous peine de perdre patience. Il faut régler l'écartement du contact suivant la valeur préconisée et se focaliser sur le réglage de la lame de rappel. Plus la force de rappel est importante plus le seuil V_h est élevé et plus la force magnétique produite par la bobine de commande du relais doit augmenter pour contrer la force de rappel. Le réglage de la force de rappel de la palette s'effectue par la

vis située derrière le relais de régulation et cette valeur détermine la valeur de régulation de la tension batterie. Suivant les conditions de roulage, la fréquence de fonctionnement varie sans arrêt en fonction de la consommation du véhicule, de l'état de la batterie, du régime moteur de la température bien que des compensations existent au niveau des lames de rappel.

Le principe de régulation marche dans un mode tout ou rien et ne permet pas une régulation fine de la tension batterie. Néanmoins la batterie fixe la tension car sa résistance interne est tellement faible que même avec un courant haché passant de 0 -20 Amp l'ondulation de tension au niveau de la batterie est très faible (non mesurable avec un multimètre standard).

12. Inversion des bornes A et A1

Alors que le RB106 a été conçu pour que les charges importantes de votre véhicule soient connectées sur A1 alors pourquoi vouloir absolument inverser A1 et A ? De nombreuses discussions ont lieu sur ce sujet et je vais apporter quelques éléments permettant de mieux comprendre cette démarche. Il est bon de rappeler que le réglage de la valeur de la tension batterie résulte d'un compromis entre les courants de charge de la batterie excessifs lorsque le véhicule consomme peu de puissance (conditions diurnes) et les courants de charge de la batterie insuffisants lorsque la consommation du véhicule est importante comme c'est le cas lorsque le chauffage et les phares sont utilisés. Ce compromis est lié au principe même de régulation utilisé dans le RB106. En effet on peut constater si l'on regarde le fonctionnement du relais de régulation que le seuil haut (Vh) est fonction de la tension de la batterie et que le seuil bas (Vb) est la résultante d'un effet combiné entre les valeurs de "tension de la batterie" et du "courant débité par la dynamo". Si on reprend l'équation donnée par A.HOLDEN dans sa bibliographie :

$$V_A = 16,6 - 0,03xTf - 0,143xI_{A1} - 0,095xI_A - 0,013x(I_{A1+} I_A)$$

- 16,6v est une tension typique en sortie de dynamo
- 0,03 est un coefficient de température en Volt/°C et Tf la température de fonctionnement
- 0,143 est la contribution de l'enroulement B5 en Volt/Amp et I_{A1} le courant de sortie de la borne A1
- 0,095 est la contribution de l'enroulement B4 en Volt/Amp et I_A le courant de sortie de la borne A
- 0,013 est la résistance équivalente des enroulements B4 et B5

En condition diurne :

@ $I_{A1} = 0$ A et $I_A = 3$ A et $Tf = 20^\circ\text{C}$ on obtient : $V_A = 15,67$ V

En condition nocturne :

@ $I_{A1} = 20$ A et I_A négligeable (courant de sortie maximal de la dynamo) et $Tf = 20^\circ\text{C}$ on obtient : $V_A = 12,88$ V

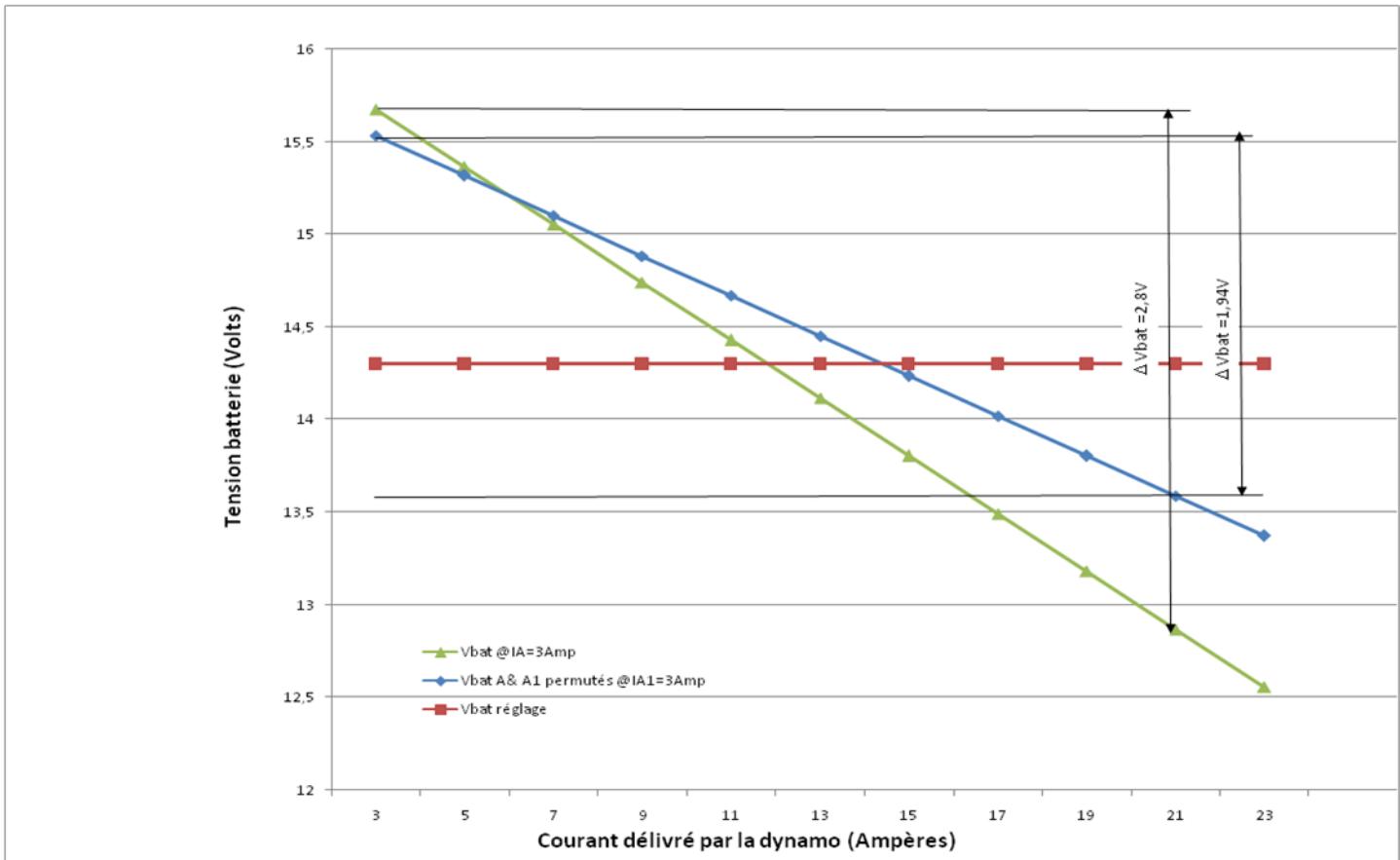
La variation de ΔV_A est de 2,8V.

Si maintenant on calcule V_A en condition diurne après inversion des sorties A et A1 la nouvelle valeur de V_A devient 15,53 V et en condition nocturne V_A devient 13,84 V soit un écart $\Delta V_A' = 1,7$ V.

On constate lorsque les sorties A et A1 sont inversées que la variation de la tension batterie est plus faible qu'avec le câblage nominal.

En conclusion lorsque les bornes A et A1 du régulateur sont inversées on constate que la variation de la tension batterie entre deux conditions de circulation extrêmes est plus faible. De plus en conditions de roulage nocturne la tension batterie est plus haute ce qui permet de gagner en puissance d'éclairage.

Si l'on s'intéresse à un cas de fonctionnement pratique à savoir un courant de charge de 3 ampères et un courant consommé sur la sortie A1 variable de 0 à 20 A soit une gamme de courant de sortie de la dynamo de 3 à 23A, on obtient pour les 2 configurations de câblage du RB106 les courbes suivantes :



Dans la configuration RB106 standard la courbe **rouge** indique la valeur typique de 14,3 volts correspondant au réglage de la tension batterie. Pour un RB106 standard, la courbe **verte** donne pour un courant délivré par la dynamo de 3 ampères, une valeur de tension batterie de 15,67V alors que pour un courant de 21 ampères celle-ci chute à 12,86 volts. Ceci signifie que la tension batterie varie d'une valeur ΔV_{bat} d'environ 2,8 volts sur toute la plage d'utilisation.

Pour le RB106 dont les bornes A1 et A2 sont inversées (courbe **bleue**), un courant de 3A donne une tension batterie de 15,5 V alors que celle-ci chute à 13,6V pour un courant de 21A. Dans ce cas l'écart ΔV_{bat} entre ces deux valeurs est de 1,94 volts sur toute la plage d'utilisation.

Le fait d'inverser A1 et A2 a donc pour effet de réduire la variation de la tension batterie sur la plage de 3 à 21A et de prolonger ainsi la durée de vie de la batterie. On constate également qu'en conditions nocturnes la tension de régulation de la batterie est plus élevée et procure un confort de conduite supplémentaire.

Si l'on s'intéresse au bilan des courants consommés en roulage nocturne :

- Courant consommé sur A1 :
 - 3A pour l'allumage et les accessoires
 - pour l'éclairage : 3,5 A pour l'éclairage plaque, feux de position et instruments du tableau de bord ainsi que 10 A pour les phares (120W)
- soit au total 18 A Max (avec la pluie).

Le courant total que peut délivrer la dynamo étant d'environ 20 A cela laisse une marge de 2 ampères pour recharger la batterie.

13. Conclusion

On peut constater suite à cette description que le RB106 bien que d'une constitution somme toute assez simple et économique, contient en fait plein d'astuces permettant de remplir sa mission de façon tout à fait satisfaisante. Néanmoins on peut relever quelques faiblesses dues à sa réalisation. Les oscillations permanentes du contact de régulation détériorent le métal et finissent par faire des criques qui fur et à mesure réduisent la qualité du contact. Celui-ci chauffant de plus en plus le phénomène s'aggrave dans le temps et conduit à des dégradations de performances. Les variations relativement importantes de la tension batterie dans la plage d'utilisation du véhicule ne permettent pas d'optimiser la durée de vie de la batterie. De plus beaucoup de paramètres (raideur des lames, variation de résistance des enroulements, dilatation des métaux.....) sont dépendants de la température malgré quelques compensations implantées. Ces remarques permettent tout de suite d'évaluer le gain que l'électronique peut apporter dans cette régulation. Si l'on imagine que les seuils haut et bas qui gèrent les oscillations du relais de régulation soient fixés par de l'électronique et que le relais soit remplacé par des composants actifs type diodes et transistors, les performances du système seraient nettement améliorées, auraient le mérite de ne plus demander aucun entretien et resteraient stables dans le temps. Les régulateurs intégrés aux alternateurs ont tous évolué dans ce sens et permettent de garantir de bonnes performances dans toutes des conditions d'utilisation.

Bibliographie : Articles de H.HOLDEN

- RB106 Test Machine
- True RB106 emulator
- Reparing RB106
- Historical dynamo regulator design
- Modification of the LUCAS RB106
- The lucas c40 dynamo & rb106 test machine.
- A simple RB106

Generator and control box tests Lucas

Generator section 4 LUCAS Technical service

Generator output control Section 5 LUCAS Technical service