

Circuit de charge Terrot 500

I.G. Motos a reçu une Terrot 500 RGST des fifties, pour remise en route. J'ai pris en charge le circuit de charge.



Fig 1

Dynamo Magneto-France ALDYNO type OC + permutateur-conjoncteur ALDYNO

Mesures préliminaires

- Diamètre 85 mm
- longueur 150 mm environ
- soit un volume de 0,85 litres
- diamètre rotor 57mm
- rotor 21 pôles
- diamètre collecteur 40,2mm
- résistance inducteur 2,30 Ω , mesurée au milliohmètre
- fil inducteur 0,95 mm = AWG 19, cuivre 0.912mm, 0.653 mm², 26,40 Ω /km
- résistance induit 5 m Ω
- rapport moteur/dynamo : multiplication 22/15 soit 1,46
- l'isolement porte-balai DYN vers la masse est d'une vingtaine de k Ω seulement
- autres isollements OK (>2M Ω)
- rotor : avec 4,7 μ F 1 %, fréquence de résonance = 2,381 kHz, soit 950 μ H
- stator : avec 23,2 nF, f=1,064 kHz, soit 5mH
- le compteur afficherait moins de 9000km ???

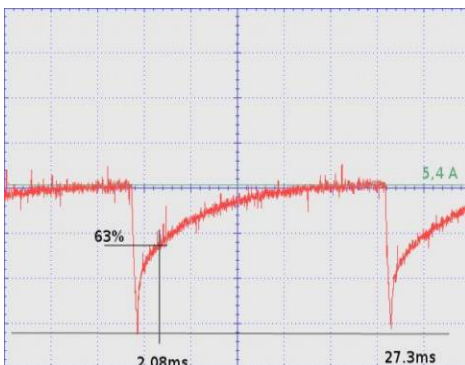


Fig 2

mesure graphique de l'inductance du bobinage d'excitation
 $f_{\text{PWM}} = 33.62\text{Hz}$, période= 27,3ms
amplitude max= 5,4A,
63% de cette amplitude (constante de temps) = 2,08ms
donc impédance $L=rt = 4,8\text{mH}$ ce qui corrobore bien la mesure par
fréquence de résonance (5mH), après mise en parallèle d'un
condensateur étalon

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Etat

La dynamo paraît sérieusement fabriquée.

Mais elle avait été bidouillée (presque massacrée), la borne de l'inducteur (fabrication compliquée : vis laiton creuse, tête meulée et fil de l'inducteur passant à l'intérieur et soudé à l'extrémité extérieure) était cassée, et le fil coupé à ras de la bobine. L'autre fil de l'inducteur était inséré (-mal-) dans une cosse et un fil d'un charbon d'induit vaguement pincé sous une rondelle, au lieu d'être soudé dans une cosse. Le troisième balai est grossièrement retaillé à la main, flotte dans son puits, et n'appuie pas perpendiculairement sur le collecteur.

La dynamo est reliée à un permutateur, placé sur le cadre à l'avant, sous le réservoir. Le conjointeur est aussi bidouillé, la butée est tordue et fendue, et les contacts du conjointeur interne sont très abîmés.



Fig 3



Fig 4



Fig 5



Fig 6



Fig 7

fil d'inducteur vaguement croché dans la cosse



Fig 8

borne inducteur cassée, on voit la soudure du fil dynamo, en extrémité de la vis creuse

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Le rotor est en très bon état, une fois les traces de rouille brossées :

- collecteur sans aucun creusement
- billes parfaites, mais sans trace de lubrifiant (oublié lors du remontage par le superbidouilleur ?)

La bague fixe du roulement coté collecteur présente un creusement de marques des billes. En attendant la nécessité de la remplacer et la disponibilité de la pièce, elle sera laissée en place.

La résistance de fuite du porte-balai demande une inspection plus avancée : l'isolant a en partie disparu, et on observe de la corrosion (les parties sombres du plateau sont en fait en creux).



Fig 9



Fig 10



Fig 11

L'isolant est dans un triste état et sera remplacé par une feuille d'époxy-fibre de verre qui ne créera plus ce genre de problèmes. Il y a eu probablement accumulation de cambouis et d'humidité accompagnée de corrosion. Le porte-balai de gauche qui a vu la corrosion la plus importante, est en fait le troisième balai, et ne sera pas remonté

Il y a **trois balais** :

- deux balais strictement orthogonaux, un balai isolé, l'autre à la masse
- un balai plus petit (visiblement un balai grossièrement limé à la main) à 160° environ du balai de masse
- **le troisième balai est fixe**, non réglable

Le collecteur possède 21 lames

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Comme on se trouve en présence de quatre inducteurs, le rotor est évidemment bobiné avec la sortie de puissance principale à 90°, puisqu'il n'y a pas ici de balais à 180°.

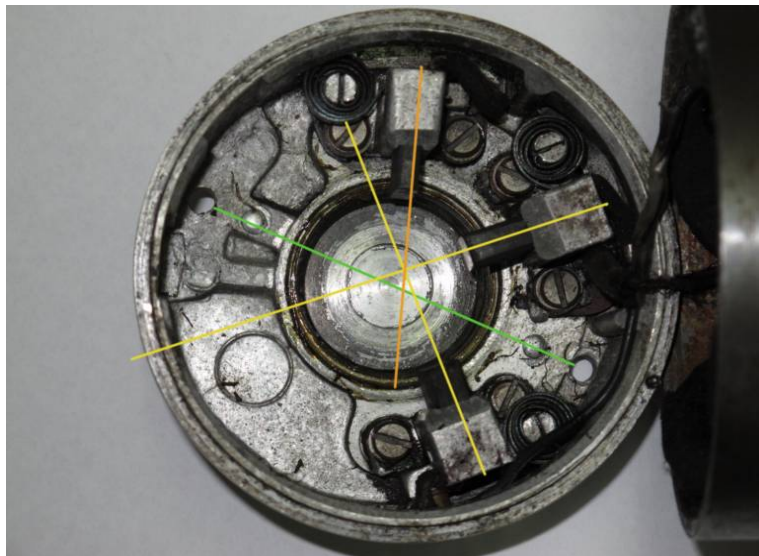


Fig 12
balai de puissance, marqué Paris-Rhône,
balai d'origine ?



Fig 13
troisième balai, grossièrement saboté par un
bidouilleur (ajusté à la disquette ?)

Fig 14
position des balais :
l'axe vert, entre les trous des tiges
traversantes, représente l'axe de la ligne
neutre magnétique
les axes jaunes sont les axes des balais de
puissance, et se coupent bien à angle droit,
mais compensent d'environ 5° la réaction
d'induit
l'axe orange du 3^{ème} balai est à environ 20°
de l'angle qui génère zéro Volt
les axes jaunes et orange se coupent au
même point, l'axe vert passe plus loin, à
cause de l'angle de la photo

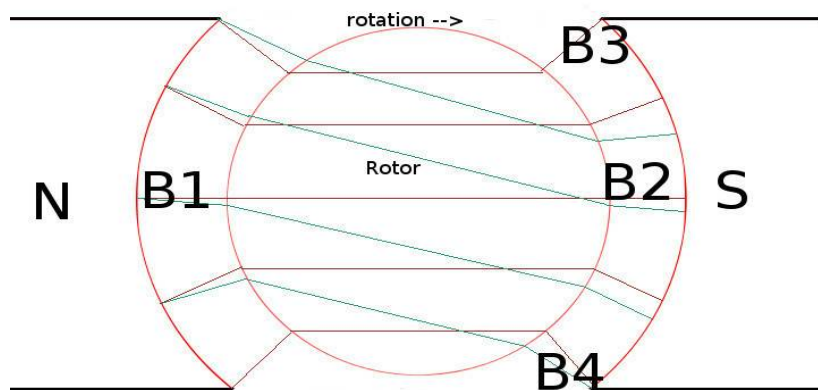


La réaction d'induit

La réaction d'induit (distorsion du champ qui fait tourner le champ magnétique de quelques degrés, ce qui entraîne que les maxi et mini ne se trouvent plus exactement calés au milieu, lors du passage de courants importants) est prise en compte ici, les balais principaux ne sont pas exactement dans l'axe du milieu des pièces polaires, par exemple l'axe des vis traversantes de fermeture (simplement parce qu'il y a là plus de place) si le bobinage est fait de sorte que la bobine dans l'axe N-S est connectée aux lames du collecteur dans l'axe des vis. La réaction d'induit est fonction du courant d'induit et non du régime de rotation.

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Fig 15



La figure représente une dynamo avec balais à 180°. Le champ est créé par les pièces polaires N & S. La répartition à l'arrêt du champ est en traits rouges. Les balais B1 (sortie +DYN) et B2 (la masse) prélèvent le courant. Ils sont dessinés dans l'axe du champ magnétique, mais sont placés dans l'endroit le plus accessible pour le constructeur, ce qui compte, c'est que les bobinages face aux pôles sont reliés aux lames du collecteur face aux balais. Ce courant crée un champ secondaire qui déplace le champ vers les lignes vertes. Le champ diminue vers l'extrémité du pôle en B3, et se concentre vers l'extrémité du pôle en B4. Le troisième balai (B3, relié à l'inducteur, et servant ici de « masse » variable à l'inducteur) est placé entre les balais principaux et voit une tension (donc crée un courant dans l'inducteur) en proportion de sa position, comprise entre les valeurs de la masse et de la sortie +DYN.

Lorsque le courant augmente, le champ est déformé selon les lignes vertes. Le balai B3 finit donc par sortir du champ et donc diminuer ou couper le courant de l'inducteur. Cette baisse du courant d'inducteur entraîne une baisse de la réaction d'induit, le courant finit par s'équilibrer à sa valeur de régulation, dès que le régime le permet.

Les dernières générations de dynamo à trois balais ont le troisième balai placé en B4. L'effet est alors inverse, le courant augmente avec la réaction d'induit (donc avec le courant débité). C'est alors une dynamo avec un inducteur à fort champ rémanent (aimant permanent) et le branchement de l'inducteur fait que le champ diminue avec le courant, ce qui est aussi une régulation.

La dynamo « régule » donc en fonction du courant tiré du rotor. Donc la tension du circuit dépend très étroitement du courant débité, lequel n'est pas vraiment toujours le même (avec de fortes conséquences sur la durée de vie de la batterie): courant de lampe différent d'une fabrication à l'autre, de l'usure de la lampe, de l'état et du vieillissement de la batterie, en bref, technologie des années 20 à 30 en auto, qui a duré jusqu'aux années 50 en moto, technologie à éviter ou modifier.

Il faut rajouter les effets de la distorsion de flux, dépendant du régime de rotation.

Pour vérifier la prise en compte de la réaction d'induit, j'ai utilisé le champ magnétique rémanent. Montage sur perceuse sans mesure précise de régime, c'est seulement la comparaison des tensions à même régime qui m'intéresse ici.

Sens de rotation **normal** (sens de la flèche)

tension DYN **U=6,3V**, tension **3^{ème} balai U=0,48V**

Sens de rotation **inverse** (sens opposé)

tension DYN **U=6,6V**, tension **3^{ème} balai U=0,31V**

Il y a donc bien prise en compte de la réaction d'induit puisque la tension est différente selon le sens de rotation, la tension en sens normal est même inférieure à la tension en sens inverse, elle sera à son max en sens normal lors de la présence effective de la réaction d'induit. Pour en déduire la tension max appliquée à la bobine d'inducteur, il faudrait savoir la tension max de la batterie que MagnetoFrance a acceptée, car il semble que les reproches adressés à cette technique soient une forte surcharge de la batterie. Je la situerais vers 7,5 à 8V5, mais cela reste mon approximation perso qui sera affinée par les mesures thermiques.

Le fonctionnement se rapproche d'un générateur à courant constant, mais pour l'étudier finement, il faudrait utiliser la dynamo en charge variable, avec son troisième balai pour mesurer l'effet de la réaction d'induit dans toutes les configurations. Cela dépasse largement le cadre que je me suis fixé : remettre en route et passer en 12V.

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Le conjoncteur-permutateur

Le conjoncteur est en bon état extérieur.



Fig 16



Fig 17

Mais à l'intérieur on voit le conjoncteur bidouillé :

- le fusible remplacé par une goupille fendue tordue sur elle-même
- le fil de la bobine shunt sans cosse, pincé sous un écrou
- réglage du jeu des contacts : butée fendue
- contacts HS
- oxydation généralisée
-

Résistance de la bobine shunt : 35 Ω

Il est équipé d'un permutateur

Fig 18

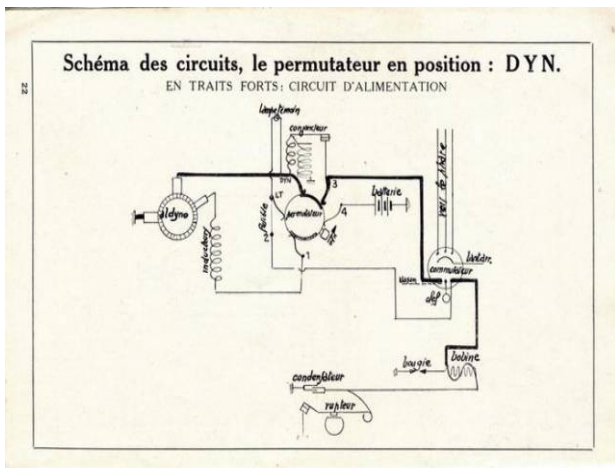
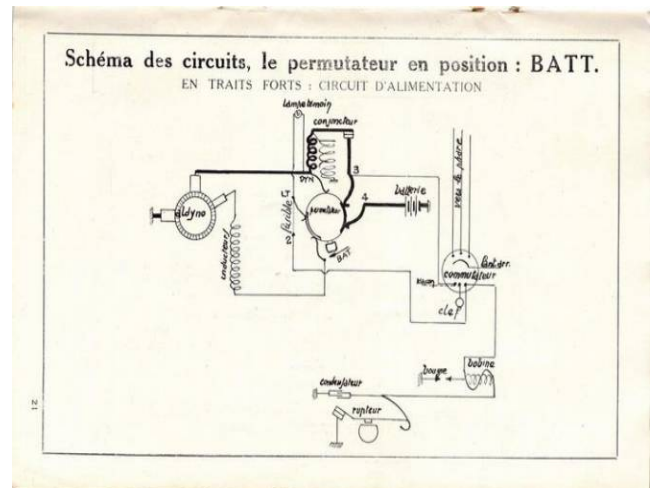


Fig 19



Fonctionnement du permutateur et de la dynamo (extraits du site Terrot.org)

Le permutateur en position DYN envoie directement le courant de dynamo sur le circuit d'allumage et il n'y a alors pas de courant circulant dans l'inducteur. Le courant d'allumage est donc généré par le champ rémanent seul. (le champ rémanent est fort par construction dans cette dynamo, on s'en servira)
Le permutateur en position BATT envoie le courant à travers le conjoncteur à la batterie et au circuit d'allumage

Le fusible

Le fusible a l'air de faire 3 à 5A selon la Toile. Il protège visiblement l'inducteur. L'inducteur a une résistance de 2,3 Ω , les 3A sont obtenus pour une tension inducteur de 6,9V, les 5A pour une tension de 11,5V. Il me semble donc évident que c'est un fusible 4A, qui peuvent être obtenus en cas d'inversion de polarité de la batterie (non protégée par le fonctionnement du conjoncteur). La valeur de 3A est trop près du fonctionnement normal. L'inversion de polarité de la dynamo est ici peu vraisemblable, en raison de la forte induction rémanente.

Le fil d'inducteur de 0,65mm² devrait largement supporter ces courants en ambiance ventilée (par la rotation du rotor).

Le fusible fond aussi lorsque la batterie est déconnectée et que le permutateur est en position BATT, la tension atteint alors 12V à 2000 rpm soit un courant de 4A (tiens, aussi) C'est sans doute **la fonction essentielle** de ce fusible, et aussi de protéger indirectement la bobine d'allumage, pourtant nettement moins chère et plus facile à remplacer.

Le fusible de **4A** correspond à une tension inducteur de 9,2V.

Rappelons qu'un fusible fond à son courant nominal au bout d'un temps très long, en principe infini (très supérieur à 1 heure !) Il fond d'autant plus vite que la surcharge est plus importante.

Conseil de réaimantation Magnéto-France

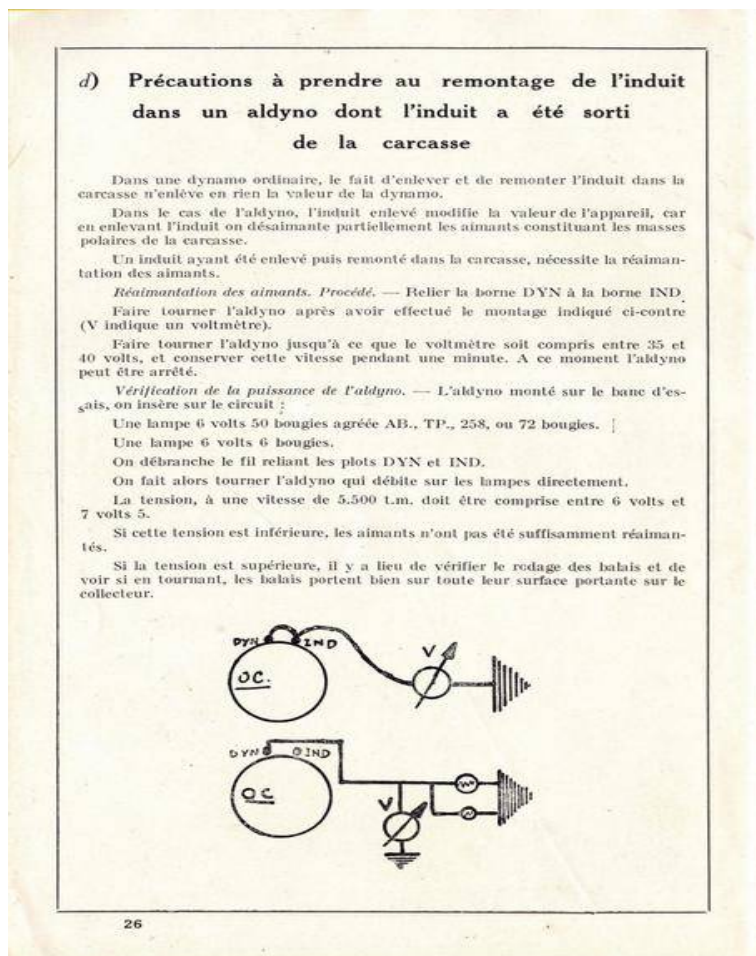


Fig 20

Précaution si on a sorti l'induit (réaimantation).

Extrait du site Terrot.org.

Je me pose des questions sur ce conseil de faire tourner la dynamo en auto-excitation jusqu'à ce que la tension atteigne **35 à 40 volts** !! qui se dissipent dans les 2,3 Ω de l'inducteur

Cela correspond selon la loi d'Ohm à un courant de 17,4A ! et à une puissance de **700W** ! (pour les pinailleurs : pas tout à fait compte tenu de la réaction d'induit et de la position angulaire du 3^{ème} balai)

A mon humble avis, on volatilise les fils bien avant la minute d'attente préconisée.

Il doit y avoir comme une erreur typographique : si on a 3,5 à 4,0V (ce qui me paraît plus normal) le courant devient 1,7A et la puissance 7W, et le régime serait un à deux millier de tours alors que les 40V sont atteints à au moins 10000 tours !

Rappelons que le champ rémanent est le même, une fois le champ coercitif retiré, même si le champ coercitif avait augmenté, en d'autres termes, dès qu'on a suffisamment réaimanté, il ne sert à rien de pousser plus loin.

Extrait du site Terrot.org

La réparation

La réparation a consisté à

- recréer une borne IND,
- refaire les connexions internes d'inducteur
- refaire les connexions des charbons,
- fixer par un point de colle les bobines d'inducteur qui bougent.
- Essayer la dynamo
- Fabriquer un régulateur
- Essayer l'ensemble dynamo-régulateur



Fig 21

réparations

Modification envisagée

L'impossibilité évidente de retrouver un permutateur en état, m'a fait prendre la décision de monter un régulateur électronique, fabriqué à la demande.

Le circuit n'utilisera plus le troisième balai (qu'on démontera pour diminuer les frottements inutiles), et l'inducteur sera monté en actif haut (inducteur à la masse = sortie zéro, inducteur au potentiel de la borne dynamo = sortie maxi)

La résistance de l'inducteur est de 2,30 Ω et consommera donc 16W s'il est relié en permanence à une source en 6V et 40W à la tension maxi de 9,6V (ça chauffe!).

Essais dynamo seule

Champ rémanent

La dynamo présente un champ rémanent important, bien supérieur à celui des dynamos deux balais Lucas, on peut parler de **dynamo à aimants permanents**, avec variation supplémentaire par inducteur. Sans excitation, la puissance disponible n'est pas anecdotique : quelques dizaines de Watts sont disponibles ! Le noyau magnétique est donc un acier plutôt que le fer doux de Lucas : ce n'est pas un jugement de qualité, mais un simple choix technologique de Magneto France et se retrouve certainement dans d'autres dynamos trois balais où le fonctionnement de l'allumage seul se fait sans courant inducteur. Il y a donc une puissance disponible en sortie relativement importante, même sans excitation de la bobine inductrice ce qui explique le fonctionnement du permutateur sans batterie.

Comme dit l'ami Roland, Aldyno signifiait peut-être **ALternateur-DYNAmO** puisqu'il y a un aimant comme dans un alternateur ?

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Premiers essais

J'ai utilisé dans un premier temps les moyens disponibles chez l'ami Roland d' I.G. Motos (Institut Gériatrique des motos), mais je ne disposais pas là-bas de tous mes moyens de mesure. La commande d'inducteur est donc faite par une batterie 6V avec un chargeur en compensation, ce montage ne permet pas une bonne stabilité de la tension d'excitation, il faut donc normaliser, par calcul, les valeurs lues.



Fig 22

Perceuse à colonne avec mesure de la vitesse, batterie d'excitation reliée à un chargeur, charge électrique par lampe H4 12V, mesures tension et courant dynamo par multimètres numériques. Pas d'inversion de sens.

Mesure en charge

Résultats normalisés à 7,80V inducteur (courant=3,4A), au régime **moteur** Terrot, soit un régime **dynamo** supérieur de 46 %

Rpm moteur	V induct	V Dyn	I Dyn	P dyn
477	7,80	2,88	4,87	37,95
545	7,80	3,54	5,58	43,53
614	7,80	4,13	5,85	45,61
682	7,80	4,56	6,15	48,01
750	7,80	5,18	6,58	51,35
818	7,80	5,67	6,91	53,90
886	7,80	6,28	7,31	57,01
955	7,80	6,85	7,69	59,96
1023	7,80	7,43	8,07	62,91
1091	7,80	7,98	8,34	65,07
1159	7,80	12,35	8,67	67,61
1227	7,80	9,11	8,96	69,87
1295	7,80	9,65	9,26	72,24
1364	7,80	10,19	9,51	74,16
1500	7,80	11,26	10,03	78,22
1636	7,80	9,89	10,62	82,85
1773	7,80	13,43	11,08	86,43
1909	7,80	14,41	11,57	90,24

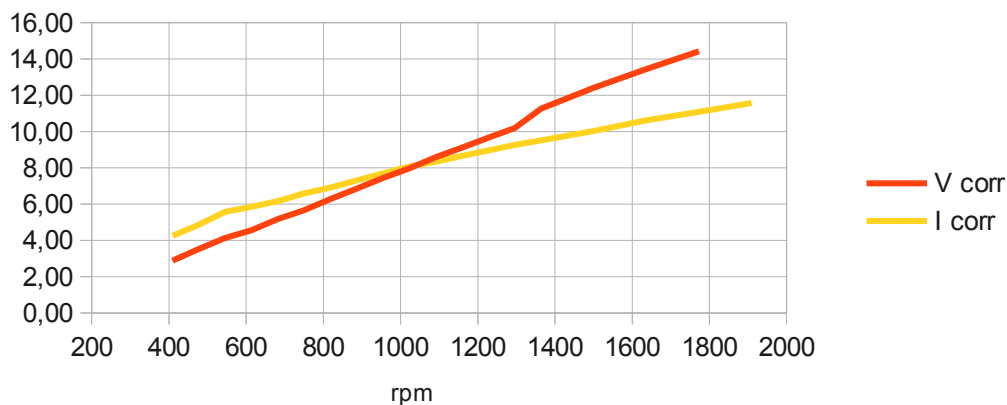


Fig 23

Courbe tension et courant sur charge lampe H4 12V code + phare connectés en parallèle

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

A l'issue de ces essais la température de la dynamo n'a pas atteint 45°. Mesures à confirmer avec un thermomètre et un thermocouple pour le bobinage, à mon prochain passage chez I.G. Motos ou sur mon banc.

On voit qu'il y a de la réserve de puissance à exploiter !

Les essais suivants ont été menés chez moi, avec des moyens plus importants et variés (banc à variateur avec mesure de vitesse, double sens, oscilloscope, multimètres numériques et analogiques, générateurs divers faits à la demande, informatique de développement de microcontrôleurs).

Courbe de saturation magnétique

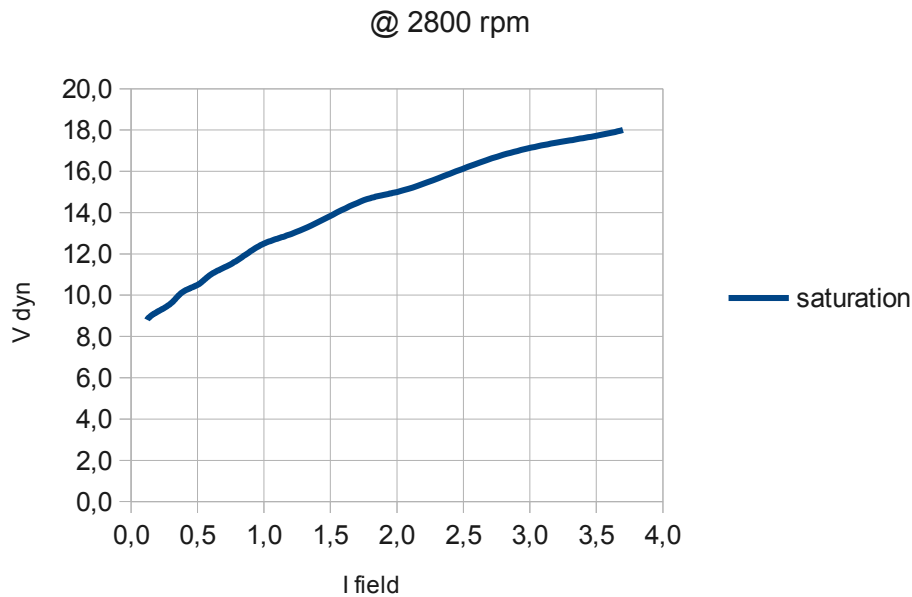


Fig 24

On n'est clairement pas encore saturé. On constate toujours l'importante tension disponible sans courant d'excitation, quand $I_{field}=0$ (par rapport à une dynamo 2 balais). On constate aussi la marge de tension pour charger une batterie 12V.

Passage en 12V

Le cas est fondamentalement différent de la dynamo deux balais : la tension de sortie est déjà trop forte sans excitation pour un circuit 6V. Cela ne fonctionnait que parce que le permutateur permettait de fonctionner sur dynamo seule, sans excitation, la charge est alors constituée par la bobine d'allumage qui consomme une bonne vingtaine de watts.

Mais après tout, puisqu'on refait la totale, quel est le comportement de la dynamo en 12V ?

Nous sommes dans le domaine de l'électrotechnique très basse tension, et les limitations sont surtout d'ordre thermique : quel est la température max admissible par les organes internes : fil émaillé, pièces polaires, charbons, roulements, ... ?

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Comme cela a déjà été analysé par tant d'autres avant moi, l'utilisation en 12V soulage le rotor : une lampe 60W consomme 10A en 6V, et 5A en 12V. L'idéal est de rebobiner le stator (beaucoup plus facile à rebobiner que le rotor) mais le stator actuel avec ses 2,3 Ω peut fonctionner jusqu'à une tension proche de 9 volts. Cette tension est fournie par le régulateur. Le régulateur peut être à fonctionnement « linéaire » (en fait dès qu'il y a un gain suffisant de l'amplificateur, on travaille en saturé-bloqué donc en oscillations), le plus simple, mais aussi par un fonctionnement en impulsions commandées.

Fig 25
Comportement sans courant inducteur

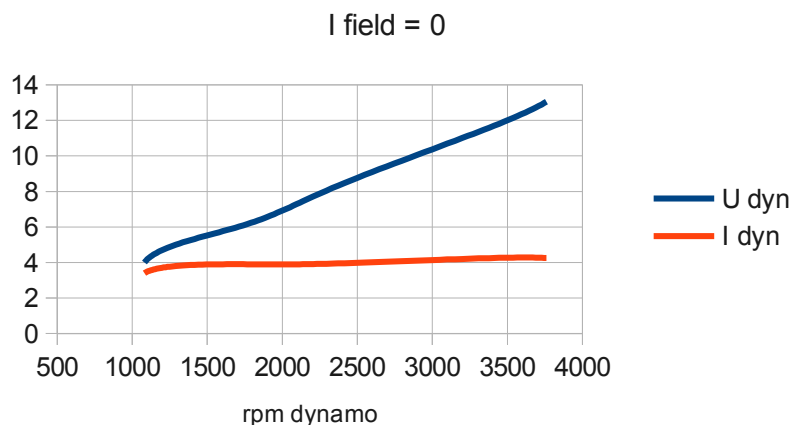
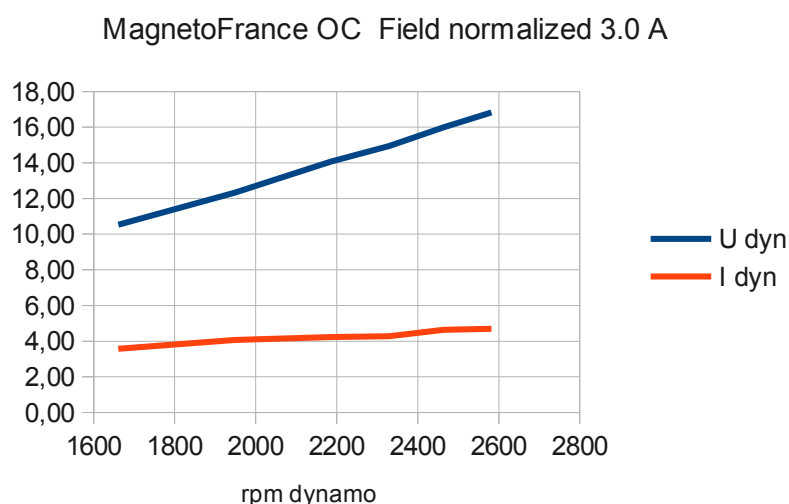


Fig 26
Comportement de la dynamo en « 12V » :

on arrive à 80W à un régime modéré !
La tension dépasse 14V à régime modéré, il faut donc songer à écrêter l'excès de tension



La charge batterie débute à moins de 2000rpm dynamo (si diode Schottky) soit moins de 1400 rpm dynamo montée sur la moto, c'est avantageusement comparable à la dynamo Lucas E3H qui, avec son régulateur d'origine, et en 6V, atteint son régime de conjonction vers 1200-1500rpm.

Régulateur

Comme il m'a paru évident qu'il n'existe pas sur le marché de régulateur adapté à ce cas,

- dynamo à aimant permanent,
- résistance inducteur de 2,3 Ω
- passage de 6V en 12V,
- fonction conjoncteur-disjoncteur intégrée,
- quantité restante de dynamos très faible, et appelée naturellement à se réduire,

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

Le régulateur fonctionne, en labo, avec les tensions de seuil mesurées suivantes :

- inducteur alimenté (par l'induit ou la batterie) jusqu'à 13,8V : courant continu dans l'inducteur et LED verte allumée en continu (mode linéaire)
- tension hachée (mode switching) au-delà, LED allumée en impulsions (semble faiblir)
- tension limitée (par mise en service d'une lampe 60W) au-delà de 14,2V, LED rouge allumée (mode écrêtage)

La LED verte (LED Gr) s'allume quand le régulateur envoie un courant d'excitation, La LED rouge (LED Red) s'allume lorsque la Super-Zener conduit.

Essais d'ensemble

L'essai en vraie grandeur montre que les deux LED s'allument ensemble avec un ralentissement perceptible quand IND est connecté, C'est donc qu'il y a des oscillations indésirables. Un condensateur de 2 μ F entre la tension d'entrée divisée (point commun de 10k Ω et de 5,1k Ω et de U1-U2) amortit correctement le système.

Le circuit de charge fonctionne maintenant avec une batterie de 12V, négatif à la masse.

Le régime de conjonction est atteint rapidement dès qu'on quitte le ralenti, avant 1500rpm (c'est une machine à carburateur des fifties, avec ralenti plus bas que nos machines à injection actuelles – à 800rpm -), ceci avec ou sans phares. Le voyant de charge est une simple lampe à incandescence 5W reliée entre la sortie DYN et la ligne +12V. La tension de 12,5V, sans éclairage, est atteinte à 1200rpm, avec une tension inducteur de 7,5V.

Une mesure de la température de peau de la dynamo est faite, batterie de 12V musclée par une batterie voiture en parallèle, et bobine d'allumage déconnectée (elle, on sait qu'elle chauffe dans ces cas, et c'est pas toujours bon !), on constate une élévation d'une soixantaine de degrés après une demi-heure dans cette situation (déconseillée, hors d'essais maîtrisés), il y a bien une quarantaine de watts à dissiper.

Les essais routiers de plusieurs heures se sont très bien passés, sans échauffement notable de la dynamo.

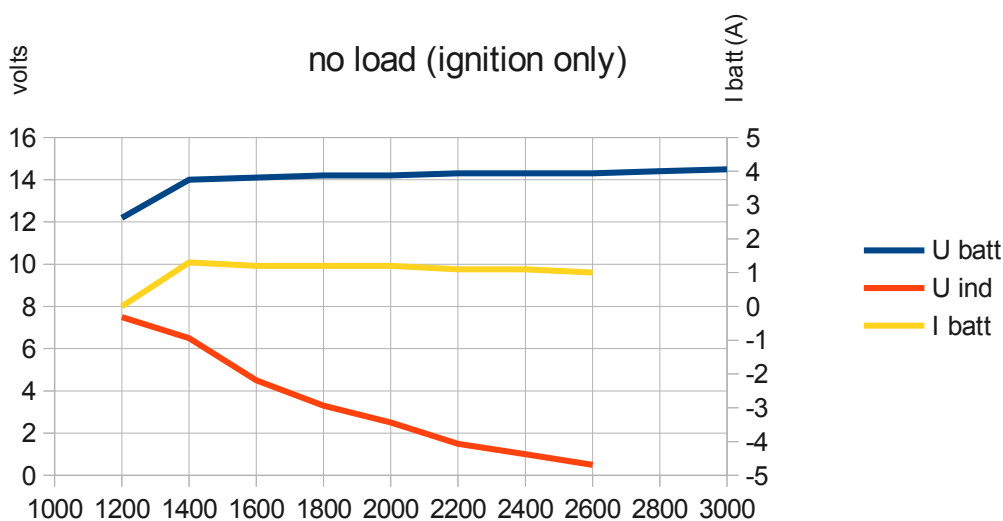


Fig 28

Sans charge (hors de l'allumage), conjonction à 1200rpm

Réparation dynamo et régulateur ALDYNO OC

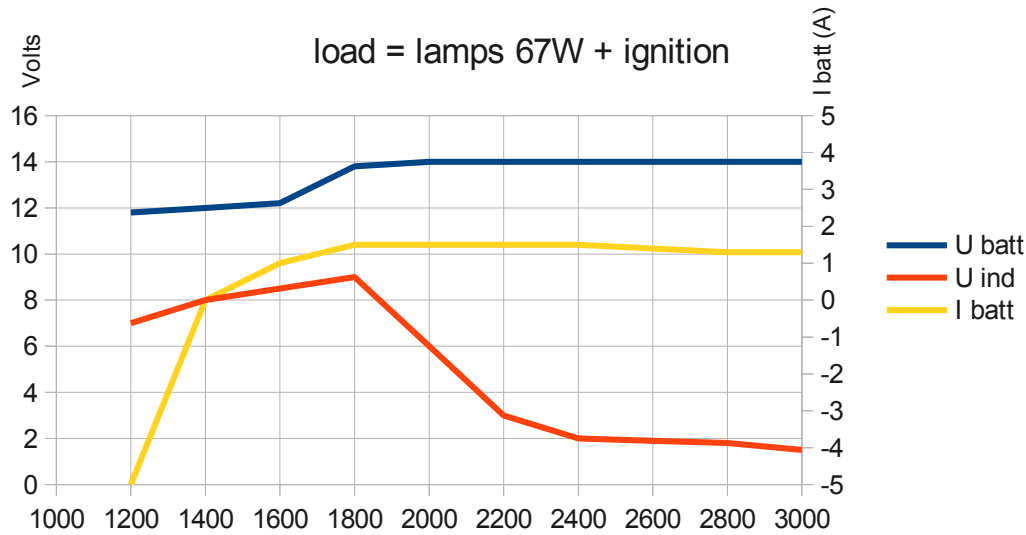


Fig 29

En charge 67W + allumage, conjonction à 1400rpm (la batterie ne décharge plus), phase linéaire jusqu'à 1800rpm, switching mode au-delà

(Pour les chercheurs de poux dans la tête : mesures faites sans attente complète des stabilisations électrochimiques, cela reste toutefois une évaluation réaliste du comportement du circuit de charge)

Conclusion

Après passage en deux balais et création d'un régulateur adapté, l'Aldyno type OC est donc maintenant réparée, et fonctionne en plus en 12V, avec phare H4 !

zibuth27@gmx.fr

disponible sur [www,hackerschicken.eu](http://www.hackerschicken.eu)

Table des matières

Mesures préliminaires.....	1
Etat.....	2
La réaction d'induit.....	4
Le conjoncteur-permutateur.....	6
Le fusible.....	7
Conseil de réaimantation Magnéto-France.....	7
La réparation.....	8
Modification envisagée.....	8
Essais dynamo seule.....	8
Mesure en charge	9
Courbe de saturation magnétique.....	10
Fig 24.....	10
Passage en 12V	10
Régulateur.....	11
Essais d'ensemble.....	13
Conclusion.....	15