Guide de l'utilisateur MT-4002V

Circuits de Charge, Démarrage et Pré-Post chauffage

EXXOTEST® EDUCATION

Document n° 00221847-v5

1. DOSSIER RESSOURCE 4

1.1. LES DEMARREURS 4

1.1.1. Types de moteurs rencontrés 6

1.1.2. Le solénoïde ou contacteur électromagnétique 7

1.1.3. Protection du démarreur 9

1.1.4. Le réducteur de vitesse 9

1.1.5. Problèmes rencontrés avec les démarreurs 10

1.2. LES ALTERNATEURS 12

1.2.1. Composants du système, rôle des éléments 12

1.2.2. La transformation d'énergie mécanique en énergie électrique 13

1.2.3. Transformation du courant alternatif en continu 15

1.2.4. La régulation de la tension de charge 15

1.3. LE PRECHAUFFAGE 21

2. DOSSIER D'UTILISATION 23

2.1. NOTICE D'INSTRUCTIONS 23

2.2. DESCRIPTIF DE LA MAQUETTE 26

2.2.1. Vue générale 26

2.2.2. Les faces avant de la maquette MT- 4002V 28

2.2.3. Démarrage de la maquette MT- 4002V 34

3. DOSSIER PEDAGOGIQUE 36

3.1. LE PRECHAUFFAGE 36

3.2. LE DEMARREUR 37

3.3. LES CONSOMMATEURS 42

3.4. L'ALTERNATEUR 44

DECLARATION DE CONFORMITE 51

VISITEZ NOTRE SITE *WWW.EXXOTEST.COM* !! 52

1. DOSSIER RESSOURCE

Ce dossier ressource a pour but de définir les fonctions des organes rencontrés sur la maquette MT-4002V ou RV, alternateurs, démarreurs et consommateurs, c'est aussi un dossier technique décrivant les caractéristiques de ces actionneurs. Il se veut général et ouvert à un ensemble de technologies que l'on peut retrouver en série sur les automobiles.

1.1. LES DEMARREURS

Pour le démarrage, le moteur à combustion interne doit être entraîné par un système annexe, car aucune source d'énergie interne ne lui permet de se lancer seul. Le système d'entraînement doit donc faire tourner le moteur pour permettre l'admission des gaz, la compression, à un régime d'environ 400 tr/min ce qui garantit des pressions et températures de fin de compression correctes pour un bon démarrage.

Les démarreurs de moteurs à combustion interne sont majoritairement des moteurs électriques tant que la taille du moteur n'impose pas des puissances de démarrage trop importantes. Les démarreurs ont tous le même principe de fonctionnement, mais diffèrent quelque peu dans leur construction.

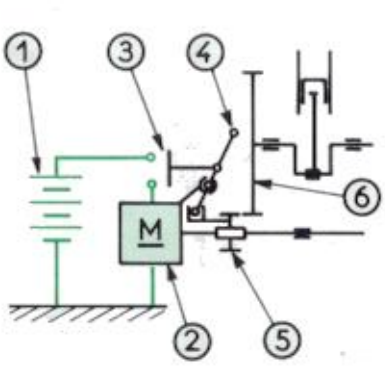
Effectivement les progrès réalisés dans le traitement des matériaux permettent de simplifier la construction de nombreux produits aujourd'hui. Les démarreurs n'échappent pas à la règle et on peut voir depuis quelques années des démarreurs d'une dizaine de centimètres de diamètre montés sur des moteurs six cylindres de trois litres de cylindrée, et ce pour des longueurs souvent inférieures à celles rencontrées jusque-là.

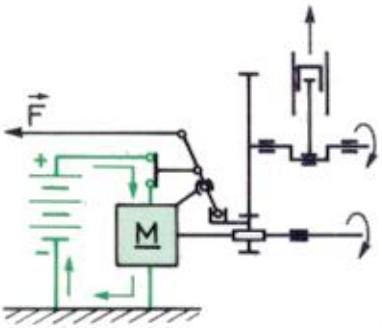
Pour cela les démarreurs comportent des moteurs beaucoup plus rapides dont la vitesse de sortie est réduite par un train épicycloïdal. Il est possible de trouver des moteurs à aimant permanent ce qui réduit l'encombrement, simplifie la conception, allège l'ensemble, simplifie la maintenance et améliore la fiabilité.
Ordres de grandeurs pour le démarreur d'un moteur de 800 à 1600 cm^3 :

Intensité nominale sous 10 V :	90 A
Puissance sous 10 V :	900 W
Pic d'intensité au lancement :	500 A
Masse du démarreur :	2.9 Kg

Les démarreurs sont constitués de trois sous ensembles détaillés dans les pages suivantes, il s'agit du **moteur**, du **solénoïde** et du **lanceur**.

Schéma cinématique d'un démarreur :





Démarreur au repos

1 : batterie.

2 : moteur du démarreur

3 : contacteur de puissance du solénoïde.

F : commande du solénoïde.

phase de démarrage

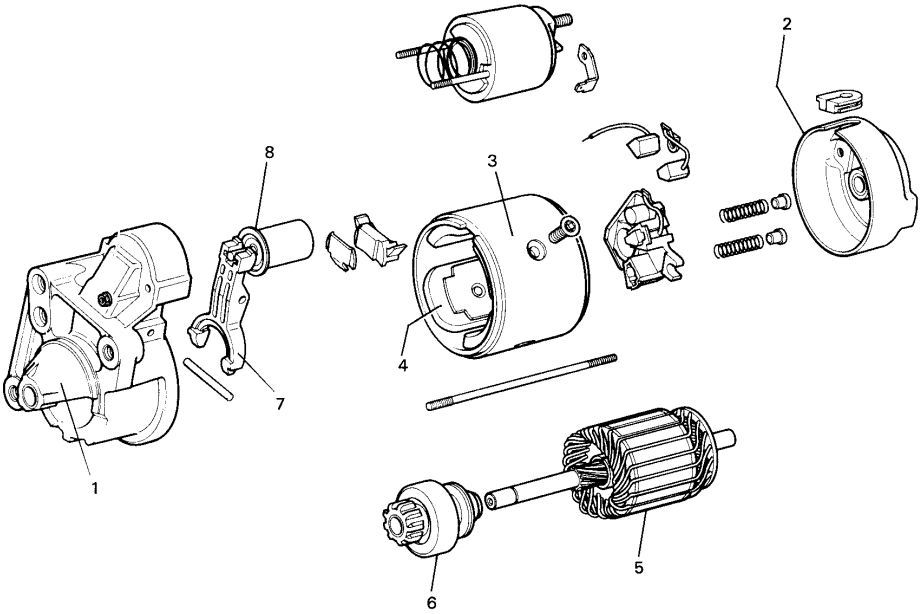
4 : fourchette du lanceur.

5 : pignon de démarreur.

6 : volant moteur.

Composition d'un démarreur

Démarreur en vue éclatée :



1 : nez de démarreur.

2 : flasque arrière.

3 : carcasse du stator.

4 : inducteur (aimant ou bobinage).

5 : induit.

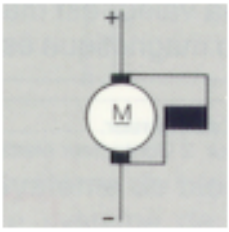
6 : lanceur à roue libre.

7 : fourchette.

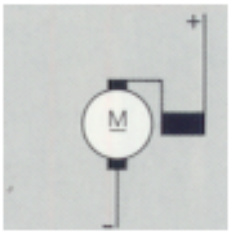
8 : noyau de solénoïde.

1.1.1. Types de moteurs rencontrés

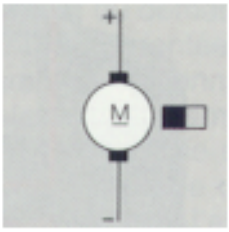
Symboles



Moteur à excitation shunt (parallèle).



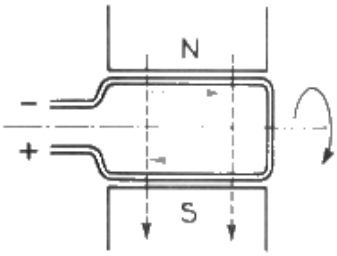
Moteur à excitation série.



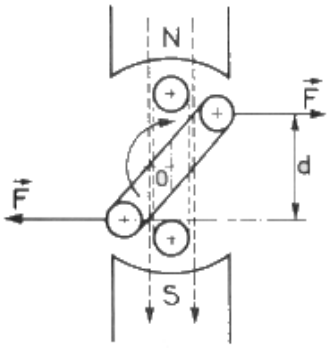
Moteur à aimants permanents.

Principe de base du moteur électrique :

Sur ce schéma le rotor du moteur électrique est représenté par un fil alimenté par ses bornes, le stator est matérialisé par l'aimant dont on distingue les pôles nord et sud.



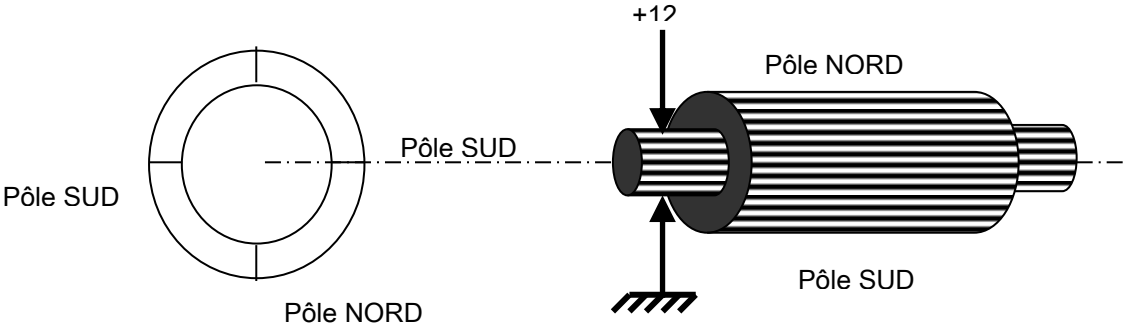
Autour de ce fil sous tension se crée un champ magnétique. Celui-ci est opposé au champ du stator par construction (orientation des charbons par rapport au stator) d'où l'apparition d'un couple entre la boucle induite et le stator.



Le moteur à aimant permanent

C'est le plus simple des moteurs électriques. Effectivement celui-ci n'a que son rotor d'alimenté, le stator étant constitué d'aimants permanents. Il ne diffère dans sa conception que par son stator.

STATOR : ROTOR :



Les avantages de ce type de démarreurs sont un encombrement réduit, une réduction de poids de l'ordre de 40% par rapport à un démarreur classique, et une puissance de démarrage souvent supérieure.

Le moteur à excitation shunt ou parallèle

Celui-ci se distingue par son stator qui comporte des enroulements d'excitation dans le stator, et ceux-ci sont câblés en parallèle avec l'induit.
Le montage en parallèle de l'inducteur permet d'augmenter l'intensité, donc la puissance du démarreur, ce type de démarreur sera utilisé pour des moteurs qui nécessitent une grande puissance au démarrage.

Le moteur à excitation série

Il comporte des enroulements inducteurs qui sont montés en série avec les enroulements d'induit. Celui-ci délivre un couple élevé des les basses vitesses qui diminue rapidement lorsque le régime augmente, ce qui réunit de bonnes caractéristiques pour un moteur de démarreur.

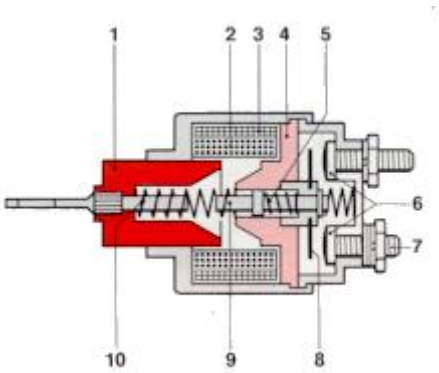
1.1.2. Le solénoïde ou contacteur électromagnétique

Le solénoïde est un relais. Il a une première fonction qui est de commander le circuit de puissance du démarreur

grâce à un courant de commande faible.

C'est aussi un électro-aimant qui a pour fonction d'engager le pignon de démarreur sur la roue dentée du volant moteur. Il comporte deux enroulements qui fonctionnent ensemble uniquement en phase d'appel. Seul celui de maintien sera actif pendant le démarrage.
Cette solution a pour but de laisser un maximum des capacités de la batterie au moteur du démarreur (tous les systèmes électriques, à l'exception de l'injection et de l'allumage, sont aussi coupés).

Constitution du solénoïde :



1 : noyau plongeur
2 : enroulement d'appel
3 : enroulement d'appel et de maintien
4 : noyau magnétique
5 : ressorts de contact
6 : contacts
7 : connexions de puissance
8 : pont de contact

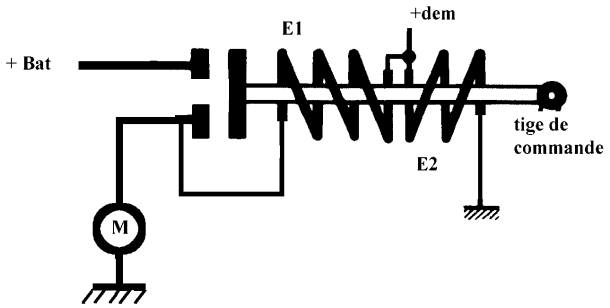
Fonctionnement du solénoïde :

Soit la modélisation suivante du solénoïde :

Position repos :

E1 : enroulement d'appel

E2 : enroulement de maintien



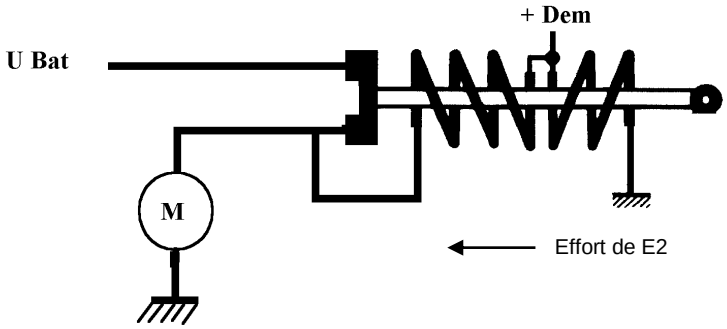
Une action sur la commande de démarrage alimente les deux enroulements. E1 trouve sa masse par le moteur, et E2 est directement à la masse. Le noyau de solénoïde se trouve attiré vers la gauche, le moteur est alimenté.

Remarque : E1 et E2 ne sont pas enroulés dans le même sens mais leur alimentation est opposée, ils exercent bien deux forces dans le même sens et fonctionnent tous deux en appel.

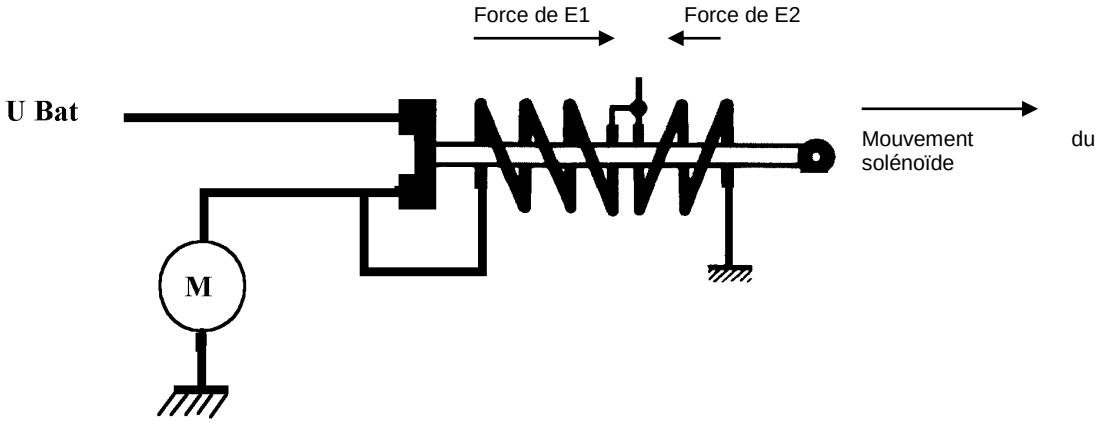
De plus, E1 possède un nombre de spires supérieur à E2, sous la même intensité il exercera une force supérieure à E2.

Position démarrage :

Dans cette position l'enroulement E1 n'est plus actif car il est connecté sur le + batterie et le (+) démarrage, seul E2 est actif, c'est l'enroulement de maintien.



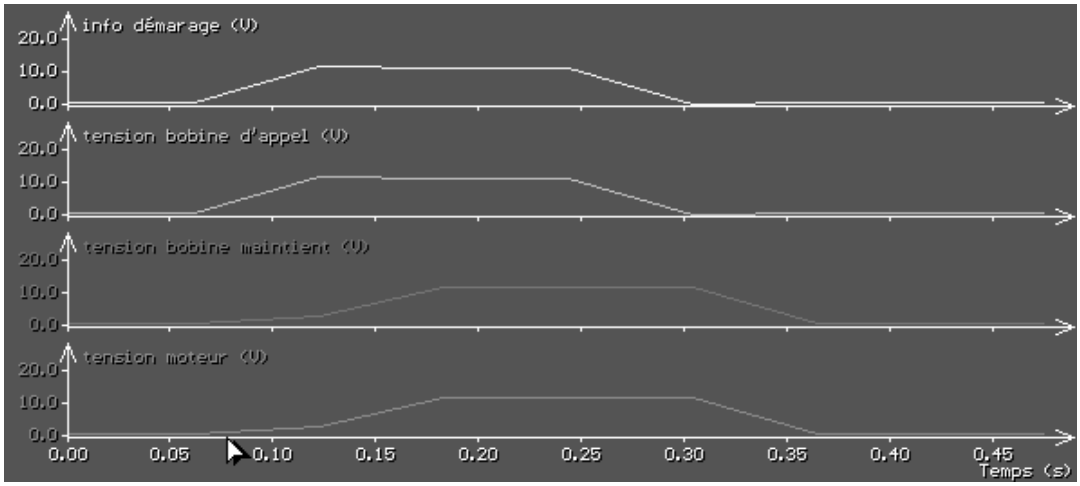
Le moteur démarre, le conducteur relâche la position démarrage, le démarreur s'arrête.



Position en cours de relâchement :

Pendant un très court instant les deux enroulements montés en série, trouvent une alimentation par la borne gauche de E1 et une masse sur la borne droite de E2. Ces deux enroulements opposés travaillent alors en sens contraire. L'enroulement E1 étant plus long que l'enroulement E2, celui-ci attire le noyau du solénoïde vers la droite, à l'aide des ressorts de rappel, assurant ainsi le retour du lanceur et la mise hors tension du moteur.

Graphes des tensions du démarreur sur la maquette MT-4002 :

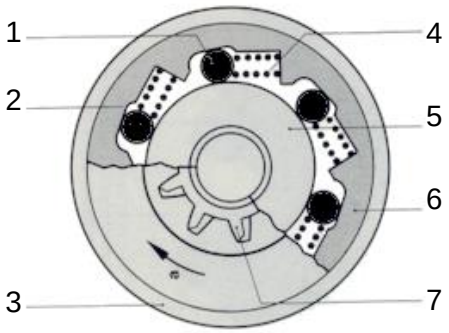


Remarques importantes :

La mise sous tension des différentes bobines n'est pas instantanée, notamment pour la bobine d'appel qui est en série avec le moteur lorsque le relais n'est pas collé.
Ces relevés proviennent de la maquette MT-4002, où le démarreur tourne sans charge. Les chutes de tensions rencontrées sur le véhicule ne sont donc pas visibles, et les temps de commutation sont très réduits.

1.1.3. Protection du démarreur

Le démarreur est pourvu d'une roue libre entre l'arbre de sortie et le pignon d'entraînement en vue de ne pas détériorer le rotor après le démarrage du moteur. Effectivement, le régime de démarrage moteur est de l'ordre de 400 tr/min, ceci correspond approximativement aux trois quarts du régime du démarreur. Lors de la montée en régime du moteur, le désengrènement du démarreur n'est pas instantané, et on pourrait voir se centrifuger le rotor si aucun dispositif ne le débrayait automatiquement.
Pour faire face à ce problème, le pignon est monté sur l'axe du rotor par l'intermédiaire d'une roue libre dont le rôle est d'empêcher le moteur d'entraîner le démarreur. Les roues libres les plus répandues sont les roues libres à rouleaux dont voici une coupe :

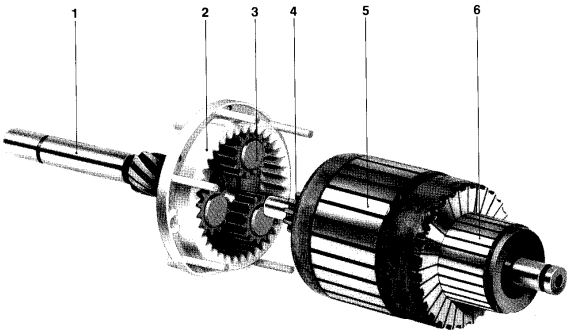


1 : galet
2 : bague de roue libre
3 : corps extérieur
4 : ressort
5 : queue de pignon
6 : rampe de travail
7 : pignon

1.1.4. Le réducteur de vitesse

Les réducteurs de vitesse montés dans les démarreurs sont des trains épicycloïdaux. Ceux-ci ont l'avantage de ne pas engendrer de forces axiales, et de sortir le mouvement sur le même axe que l'entrée. Le mouvement donné par le moteur arrive sur le pignon central, et l'axe de sortie est entraîné par le porte satellite, la roue planétaire est fixe par rapport au bâti.

Réducteur de vitesse par train épicycloïdal :



1 : arbre de sortie.
2 : planétaire.
3 : satellites.
4 : pignon solaire.
5 : induit.
6 : collecteur

1.1.5. Problèmes rencontrés avec les démarreurs

Les charbons usés

(véhicules à fort kilométrage, ayant surtout parcouru de petits trajets)

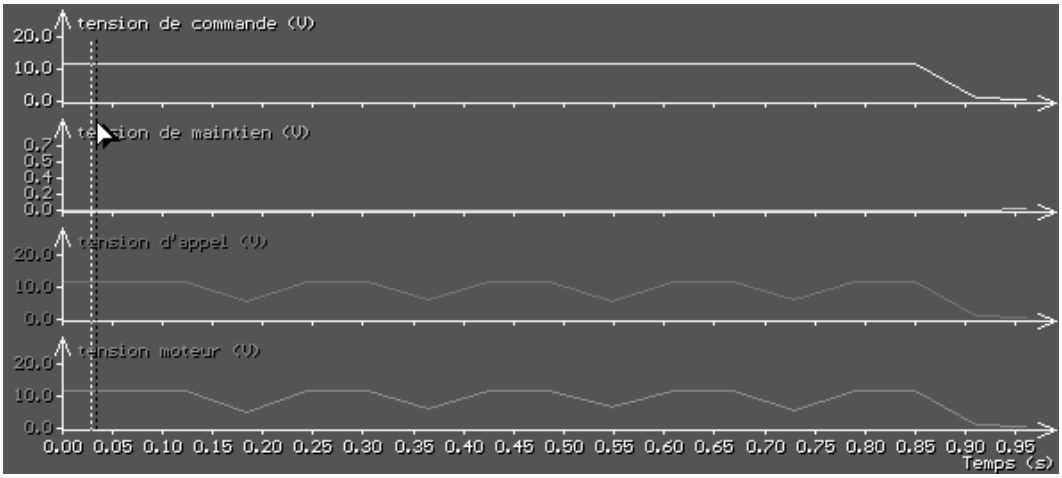
Avant cette panne, il est possible d'observer un manque de puissance du démarreur. Les charbons ont pour fonction de transmettre le courant au démarreur. Lorsqu'ils sont usés ils ne sont plus en contact franc avec le collecteur et le courant de démarrage crée une tension aux bornes de chaque charbon (tension soustraite de la tension rotor) ce qui provoque le manque de puissance. Quand le démarreur ne se lance plus, il est possible d'entendre claquer le solénoïde qui fonctionne avec son enroulement de maintien et partiellement avec l'autre, l'enroulement d'appel qui prend sa masse sur le rotor se trouvant isolé en partie.

Coupure de l'enroulement de maintien

(panne réalisable sur les MT-4002 en ouvrant le circuit en T, peu courant sur véhicule)

Sous le (+) de la commande de démarrage et la masse qu'il trouve sur le moteur c'est l'enroulement d'appel qui fait coller le solénoïde. Seulement lorsque celui-ci prend sa position « commuté » l'enroulement d'appel se trouve entre deux (+) ; son travail devient nul. Le solénoïde prend alors sa position repos, et repart dans l'autre sens sitôt que le contact s'ouvre. Il navigue jusqu'à ce que le conducteur cesse son action de démarrage.

Tensions des enroulements du démarreur avec une panne sur le maintien



Coupure de l'enroulement d'appel

Cette panne se caractérisera par une consommation de courant de l'ordre d'une dizaine d'ampères (consommation de l'enroulement de maintien) et par un démarreur qui ne se lance pas (l'enroulement d'appel ne peut pas vaincre les efforts des ressorts du solénoïde en vue de fermer le circuit de puissance).

Problèmes de moteur

Ils se caractérisent par des manques de puissance du moteur qui ne se lance pas. Il sera alors possible d'en savoir plus en mesurant l'intensité consommée :

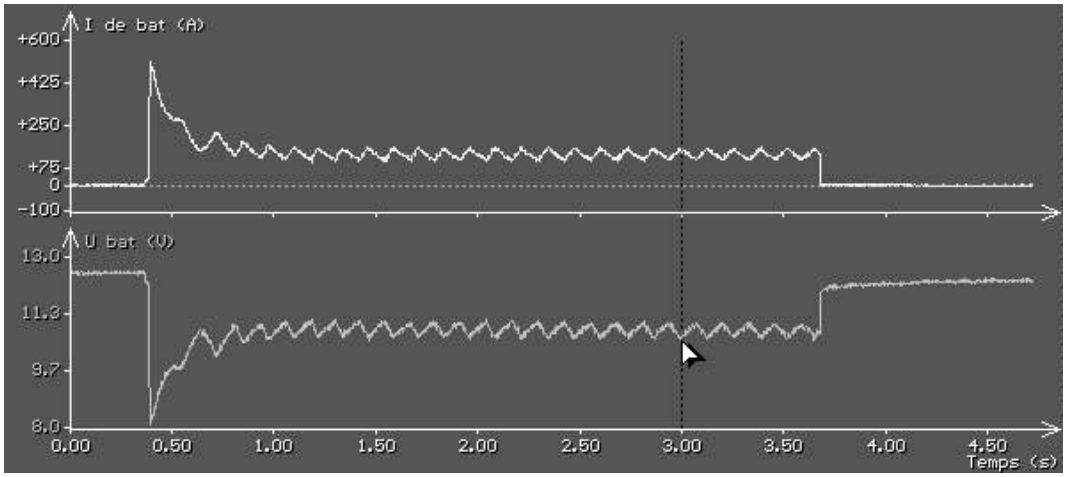
- Intensité trop forte : circuit à la masse.
- Intensité trop faible : circuit coupé ou partiellement coupé.

Attention cependant aux essais à vide :

- Un démarreur qui tourne à vide n'est pas forcément un démarreur qui peut délivrer une puissance mécanique.
- En mesure de tension, un potentiel n'est pas forcément une alimentation.

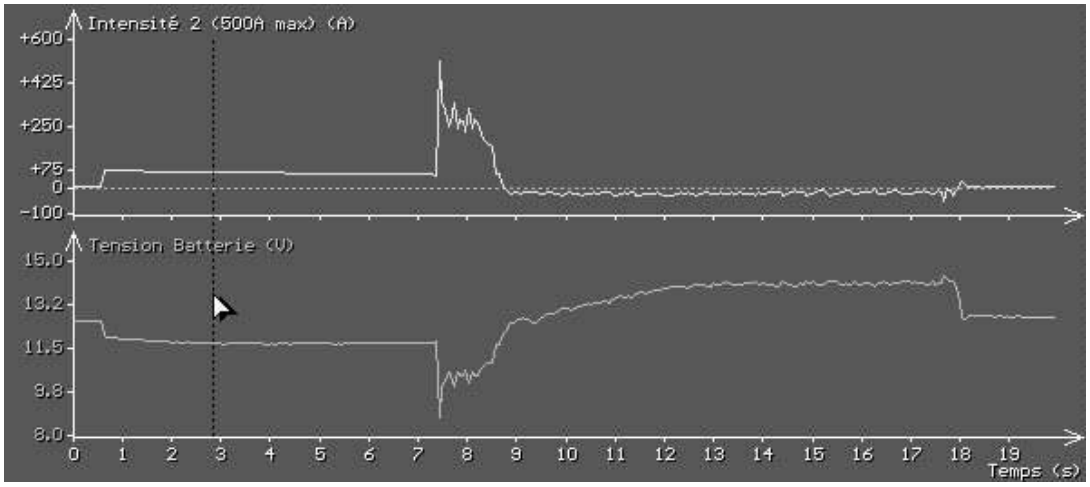
Intensité consommée par le démarreur

Ci-dessous les évolutions de la tension aux bornes du démarreur et de l'intensité qu'il consomme :



Les pics d'intensité ainsi que les baisses de tension correspondent à des phases particulièrement résistives pour le démarreur. Il est possible d'observer le lancement du moteur (premier pic) et les compressions de chaque cylindre (I moyen =120A). Pour relever cette allure sur un moteur essence il a été nécessaire de l'empêcher de démarrer (coupure d'allumage).

Le démarrage d'un moteur diesel est illustré par les courbes suivantes :



L'intensité positive indique un débit de courant par la batterie (intensité consommée par le démarreur) et devient négative lorsque l'alternateur charge.
Il est aisé sur ce graphe de visualiser l'intensité nécessaire à la préchauffe (celle-ci décroît petit à petit), et le courant de charge après démarrage (portion négative).
L'intensité moyenne absorbée, sans compter le pic atteint pour ce moteur, est d'une valeur d'environ 230 A.

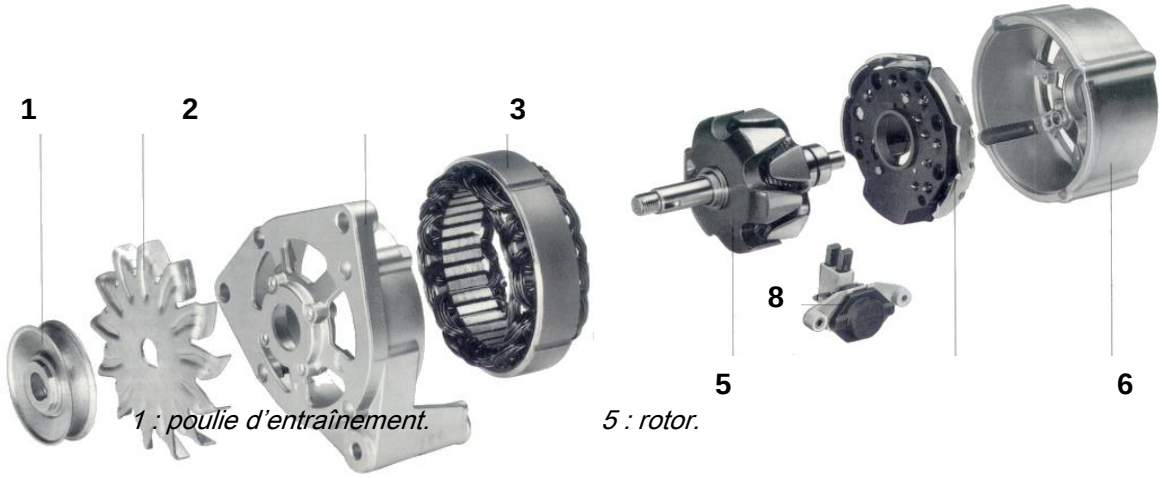
1.2. LES ALTERNATEURS

Tous les véhicules, du scooter au camion, possèdent aujourd'hui des systèmes électriques (démarrage, signalisation, injections, confort) qui nécessitent une unité de production d'électricité (alternateur) et une unité de stockage (batterie).
Le stockage du courant relatif à nos besoins est une illusion. Il ne permet pas de résoudre le problème de la production des besoins en électricité d'une voiture. C'est la raison d'être des alternateurs, qui sont chargés de transformer de l'énergie mécanique (provenant du moteur) en énergie électrique, exploitable par tous les systèmes du véhicule.

La batterie est uniquement un « tampon » qui fournit l'énergie nécessaire au démarrage et qui alimente tous les composants (de faible consommation) pendant que le moteur est arrêté.
Les alternateurs sont d'abord des générateurs de tensions alternatives basés sur le principe de l'induction électromagnétique. Le courant naît dans des boucles induites du stator lorsque celles-ci sont coupées par un champ magnétique créé par le rotor.
Le courant alternatif qui en résulte doit être redressé pour convenir à tous les composants du véhicule, c'est le rôle des diodes de redressement.
L'alternateur doit aussi fournir une tension de sortie constante indépendante de la demande des consommateurs et du régime moteur : c'est le rôle du régulateur de tension.
Ordre de grandeur pour un véhicule de gamme moyenne :

Tension de sortie :	13,5V
N alternateur / N moteur :	2
Intensité max débitée sous 13,5V :	de 60 à 100 A selon options.

1.2.1. Composants du système, rôle des éléments



1 : poulie d'entraînement. *5 : rotor.*

2 : ventilateur centrifuge. *6 : redresseur.*
3 : flasque AV. *7 : flasque AR.*
4 : stator. *8 : régulateur porte balais.*

1) La poulie doit transmettre la puissance mécanique au rotor et ajuster la vitesse de rotation de l'alternateur en fonction de celle du moteur. Le rapport de multiplication varie selon les montages de 2 à 3, ceci pour obtenir une vitesse de l'alternateur supérieure et ainsi permettre une production de courant suffisante à bas régime.

2) Le ventilateur permet une ventilation minimum de l'alternateur qui voit augmenter sa température lors de forts débits de courant. Sa particularité est d'être un ventilateur centrifuge (l'air entre par l'arrière et est centrifugé depuis le centre).

3) Le flasque avant constitue la carcasse de l'alternateur et supporte l'ensemble.

4) Le stator est la source même de courant. Celui-ci comporte généralement trois enroulements câblés en étoile ou en triangle qui, soumis au champ tournant du rotor, délivrent une tension alternative.

5) Le rotor a pour fonction de soumettre le stator à un champ magnétique tournant, il comporte un bobinage, dont la fonction est de créer une polarité. Celui-ci est entouré par deux flasques qui entourent le noyau polaire et dont les extrémités s'emboîtent alternativement formant ainsi une série de pôles autour du rotor.

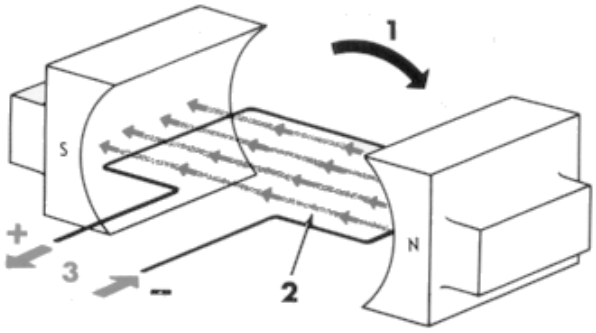
6) Le redresseur transforme le courant triphasé de sortie en courant continu (pont de diodes).

7) Le flasque arrière est un connecteur où sont reliées les sorties des bobinages du stator et les deux sorties de l'alternateur, il supporte les six diodes de redressement ainsi que les trois diodes d'excitation (pour les régulateurs monofonction).

8) Le régulateur porte balais fournit au rotor un courant d'excitation qui est fonction de la tension de sortie de l'alternateur, celui-ci fait varier le champ produit par le rotor en modulant le courant qui le traverse, il doit gérer l'allumage de la lampe témoin s'il s'agit d'un multifonctions.

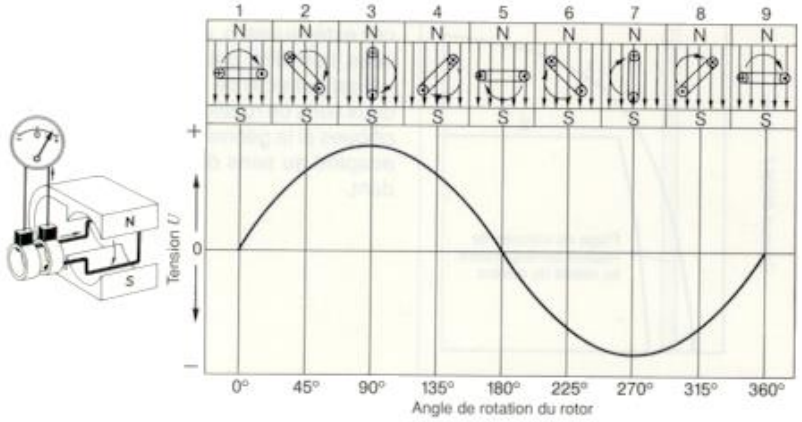
1.2.2. La transformation d'énergie mécanique en énergie électrique

Le principe de l'alternateur est basé sur le fait que le déplacement d'un conducteur par rapport à un champ magnétique fait apparaître une tension à ses bornes. Soit dans ce cas un conducteur tournant dans un champ magnétique :



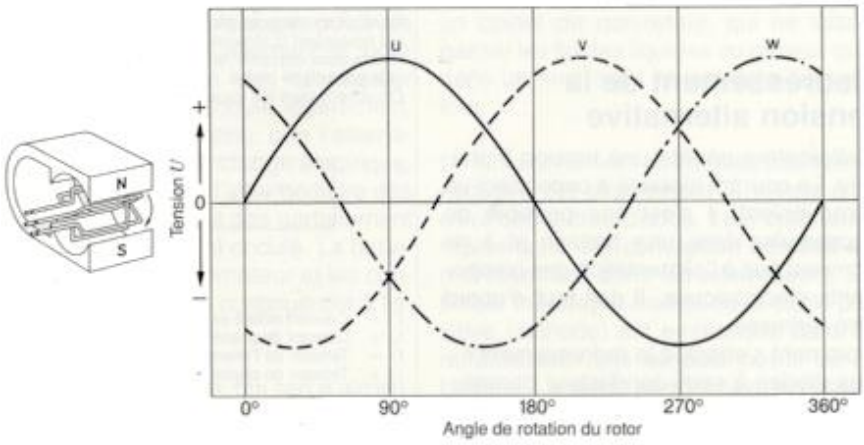
1 : rotation de la boucle.
2 : lignes de champ.
3 : tension induite.

Evolution de cette tension en fonction de la position du conducteur :



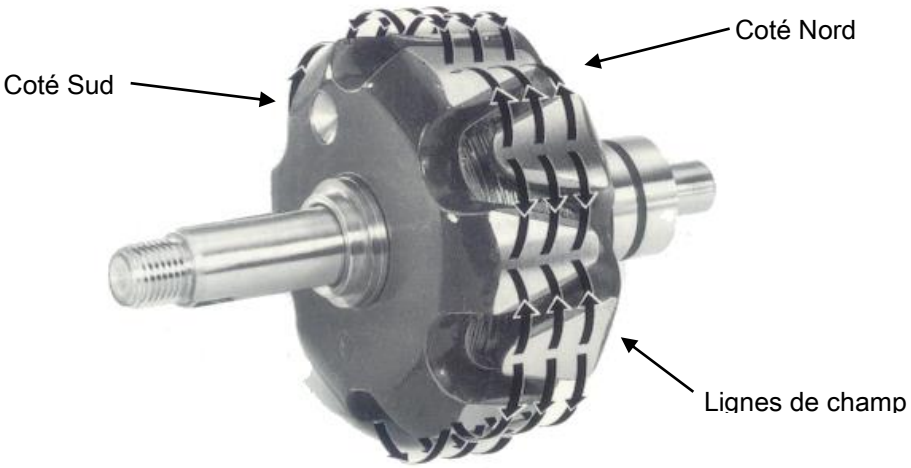
La position du conducteur sur la figure de gauche correspond au troisième cas de figure du tableau.

Soit maintenant trois conducteurs (u,v,w) tournant dans le même aimant mais décalés de 120° les uns par rapport aux autres :



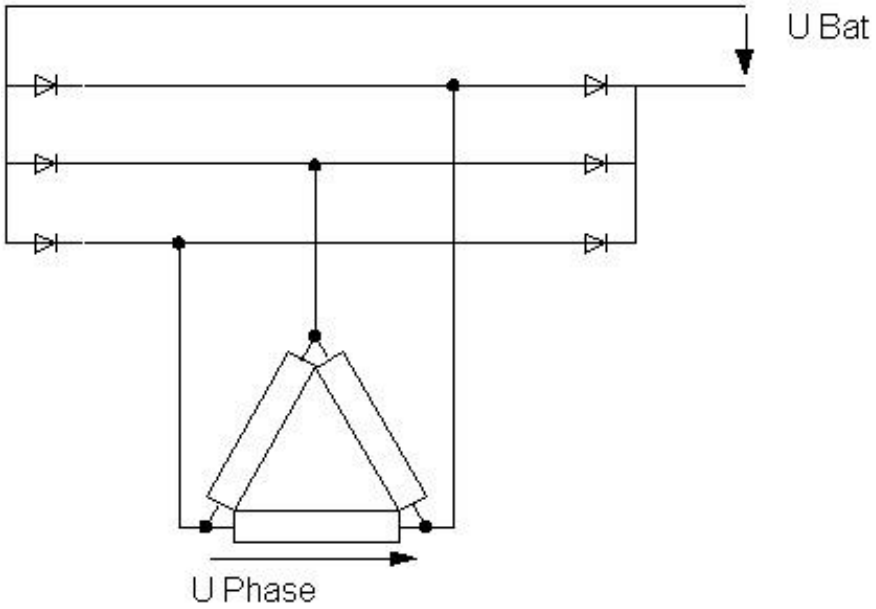
Le cycle défini à la figure précédente correspond à un enroulement triphasé tournant dans un aimant à deux pôles. Or le rotor d'un alternateur comporte de douze à seize pôles, ce qui multiplie d'autant le nombre d'alternances pour un tour.

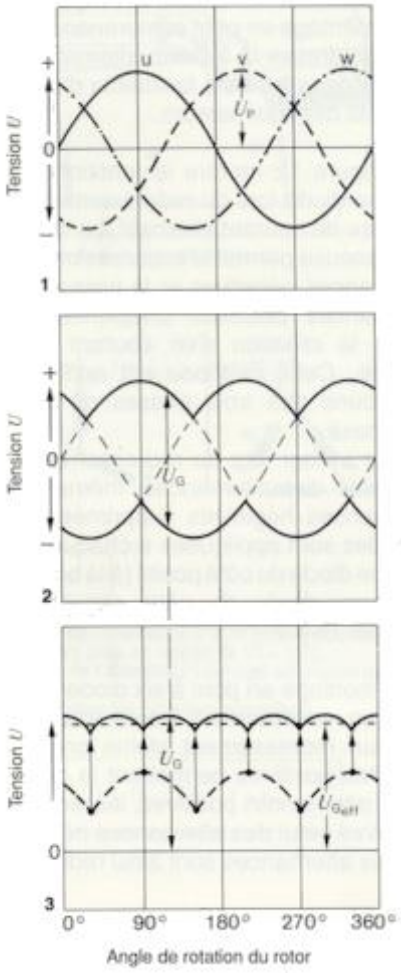
Détail des lignes de champ du rotor :



1.2.3. Transformation du courant alternatif en continu

Cette opération consiste à redresser les alternances négatives du courant triphasé. Le résultat obtenu n'est pas un courant parfaitement plat mais il est légèrement ondulé, la batterie absorbe ces ondulations et il devient parfaitement exploitable. Les schémas ci-dessous représentent le pont de diodes monté en sortie du stator et les transformations que subissent les ondulations négatives.





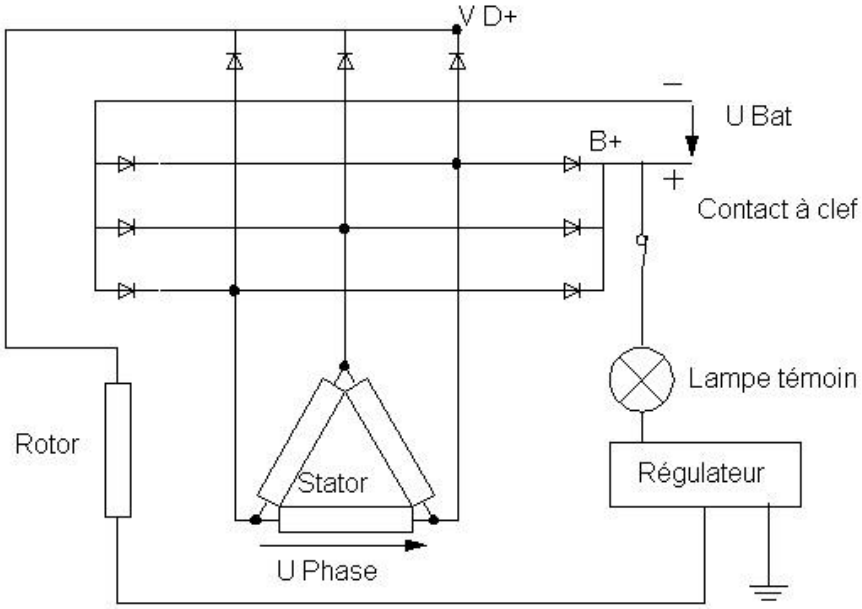
1.2.4. La régulation de la tension de charge

Le régulateur de l'alternateur asservit le courant débité par l'alternateur aux besoins des consommateurs en maintenant sa tension de sortie à une valeur de consigne. Pour cela il mesure la tension de sortie de l'alternateur et la compare à une valeur de référence.

Une consommation de courant induit une baisse de tension aux bornes de la batterie, et donc aux bornes de l'alternateur. Le régulateur commande alors le courant nécessaire à la conservation d'une tension correcte. Celui-ci régule la tension à laquelle est soumis le rotor. La sortie de l'alternateur est donc sous tension constante, ce qui garantit un courant débité égal au besoin.

Les régulateurs mécaniques ont été remplacé par les régulateurs électroniques qui présentent de nombreux avantages : fiabilité, insensibilité aux secousses, encombrement, usure, temps de réponse.

La régulation se fait par commande de la masse du rotor :



Le courant de rotor est prélevé en sortie de stator puis est redressé, celui-ci ne reçoit que les alternances positives puisqu'il n'y a pas de diodes négatives.

Principe de fonctionnement du régulateur électronique

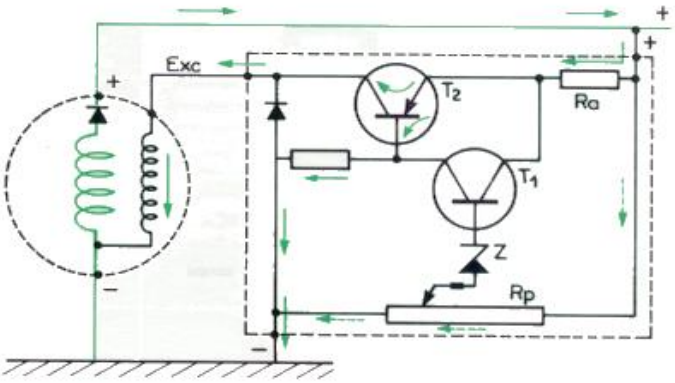
Les schémas ci-après indiquent le fonctionnement d'un régulateur simplifié élémentaire. Soit :

T1 un transistor PNP (passant quand la base est négative)

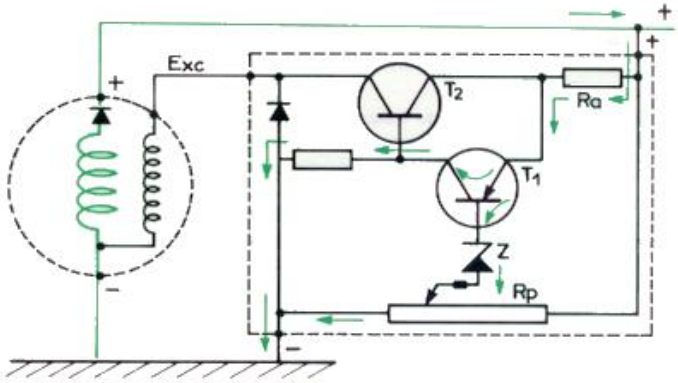
T2 un transistor PNP de puissance

Ra : la résistance d'entrée (protection contre les courts circuits)

Rp et Ra constituent un diviseur de tension dont le but est d'ajuster la tension de consigne à la tension Zener.



Régulateur passant



Régulateur bloqué

REGULATEUR PASSANT :

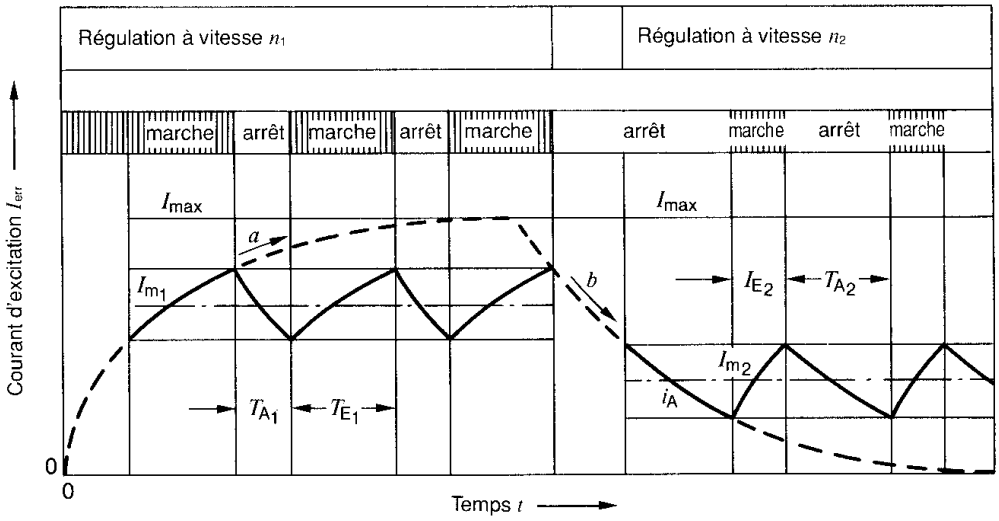
Dans cette configuration la tension batterie est en dessous du seuil correct, la diode Zener est bloquée, T1 est bloqué et la base de T2 est à la masse, T2 étant passant, le rotor est alimenté.

REGULATEUR BLOQUE :

Le seuil de tension est atteint, la diode Zener est conductrice en sens inverse, T1 est passant et la base de T2 est au (+), il est alors bloqué, l'excitation est nulle.

La tension d'excitation a une allure de tension hachée lorsque les conditions de fonctionnement sont dites normales (l'alternateur est en mesure de fournir tout le courant qui lui est demandé). Si cette tension d'excitation est constante, l'alternateur est excité plein champ et son débit est maximum. Cette phase peut se produire après démarrage (et surtout à bas régime) mais ne doit pas durer.

Allure du courant d'excitation, à deux vitesses différentes :

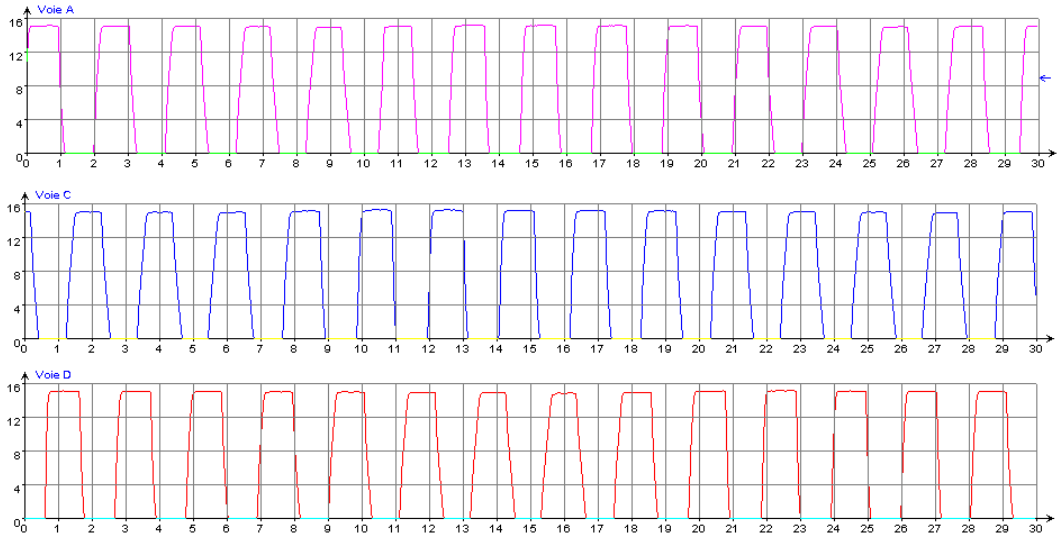


L'allure de cette intensité est due au fait que celle-ci traverse un bobinage et ne s'instaure pas instantanément. La montée en intensité est représentée par la courbe A, et la baisse d'intensité par la courbe B.

Imax est l'intensité maximum d'excitation, la courbe d'intensité maximum suit les pointillés.

Le tracé en trait fort correspond à une régulation de débit d'alternateur c'est l'intensité qui traverse le rotor. Celui-ci est représenté pour deux vitesses et il est possible d'observer que pour une même charge, à plus haut régime, le courant d'excitation baisse car le débit d'alternateur augmente avec la vitesse.

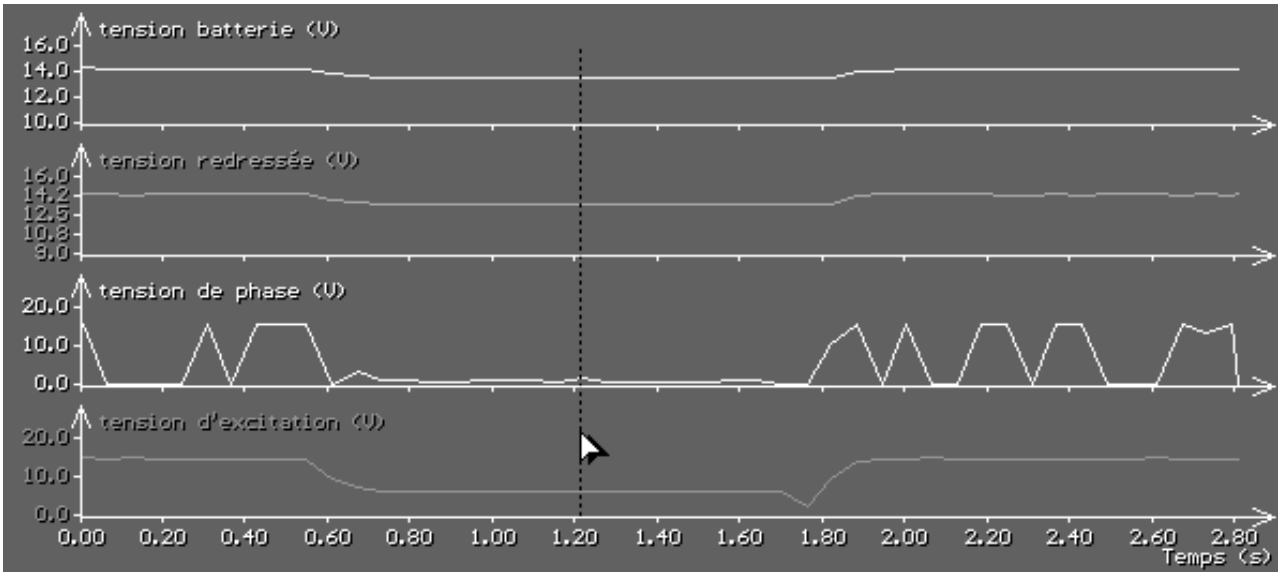
Allure des tensions des trois phases décalées de 120°:



Dans cette configuration l'alternateur est en fonctionnement normal, à charge moyennement élevée (débit de 20 à 30 ampères) :

- Tension batterie proche de 14 V
- Tension de phase oscillant autour de 14.2V (visualisation très nette de l'effet tampon de la batterie).

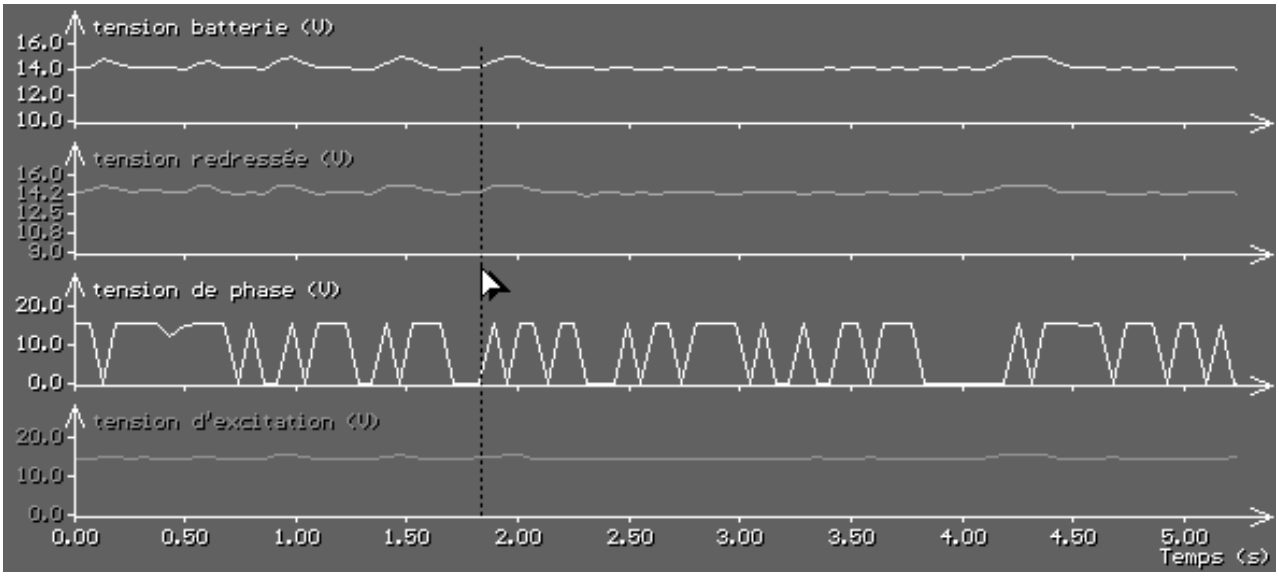
Ce graphe illustre une coupure du circuit d'excitation :



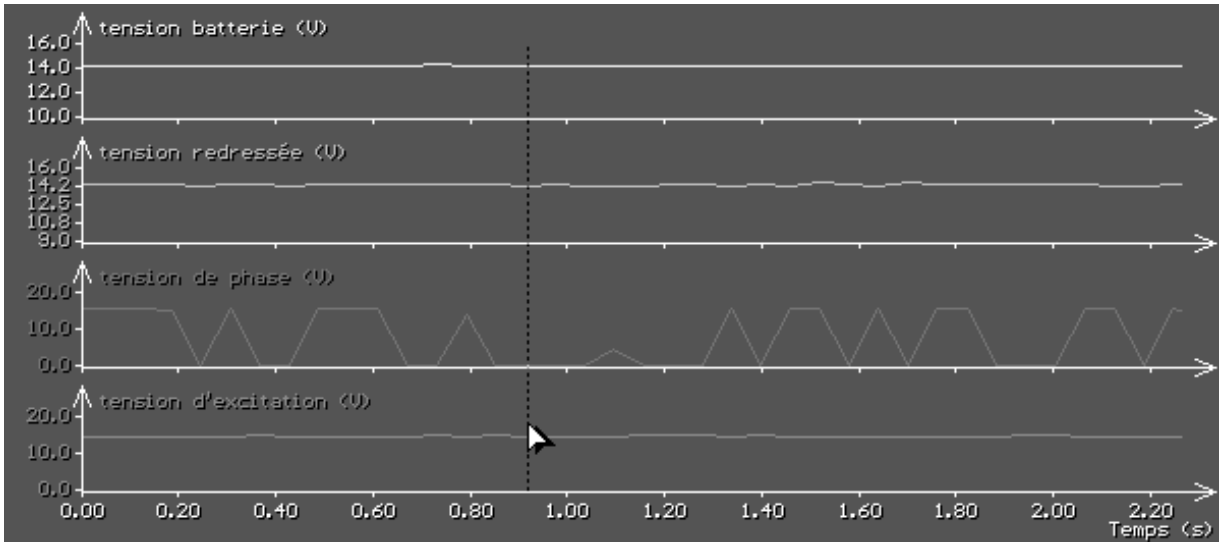
La tension chute progressivement dans le rotor (décharge d'une bobine), et la tension de phase devient nulle. Dans ce cas de fonctionnement la batterie se décharge car c'est elle qui devient le générateur du système.

<u>Exemple de mauvaise régulation</u> (pics de tension sur le rotor) :

Le régulateur est défaillant et la tension batterie enregistre des pics de tension à 15V. Si cela devenait permanent la batterie chargée sous 15 V se mettrait à bouillir (excitation plein champ de l'alternateur à l'aide du bouton poussoir du banc MT- 4002).

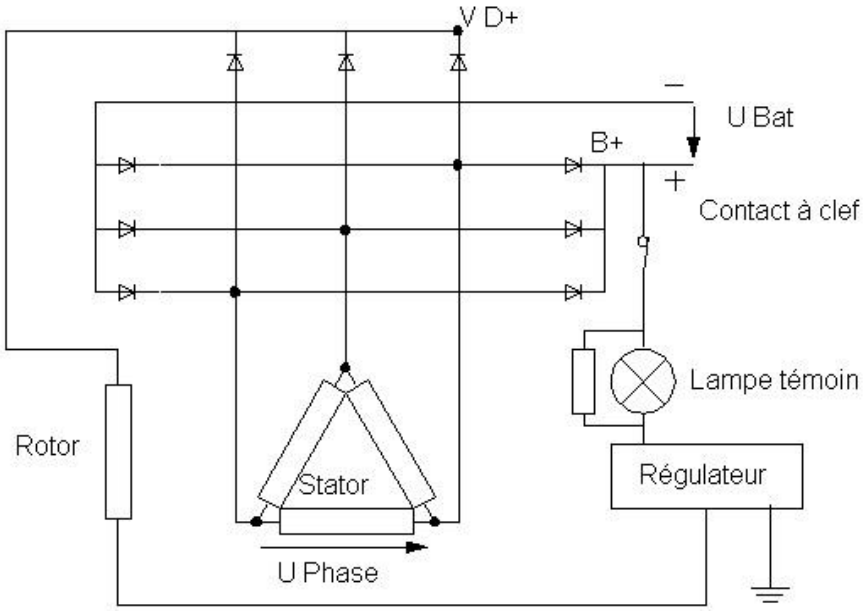


Cet écran illustre une phase manquante (diode coupée) :



Le signal de phase devient nul, le courant d'excitation augmente légèrement et la tension batterie ainsi que la tension redressée chutent très peu (il aurait fallut une forte charge ainsi qu'un temps de coupure de phase plus important pour le visualiser franchement).

Il est possible de rencontrer deux types de régulateurs électroniques : les régulateurs mono fonction sont les plus répandus, ils sont reconnaissables à leur câblage montré ci-dessous.



Montage du régulateur monofonction :

Sur ce type de montage, la lampe témoin s'allume lors d'une différence de potentiel entre V+ et B+ :

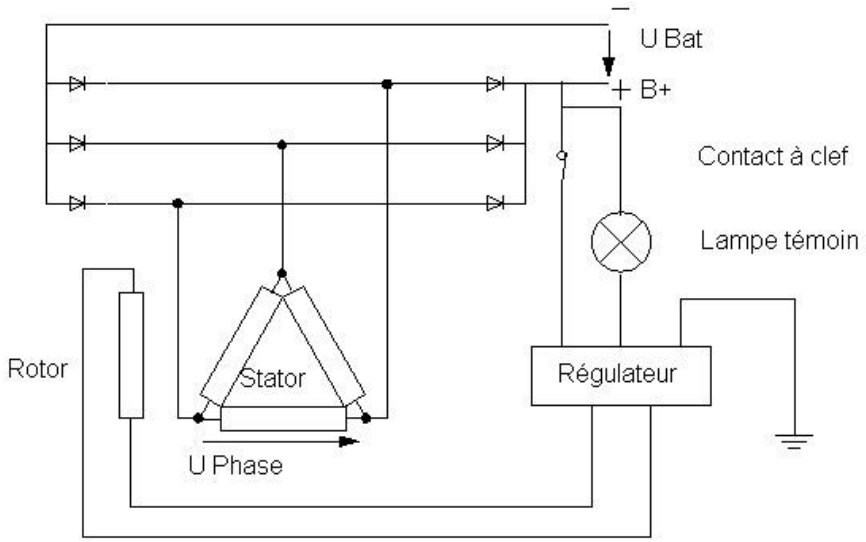
- lorsque l'alternateur ne tourne pas,
- si le rotor se met à la masse,
- si l'alternateur manque de débit.

La lampe témoin est dans la plupart des cas montée avec une résistance en parallèle, ceci garantit l'amorçage du rotor lors du démarrage.

Le montage multifonctions :

Il se caractérise par l'alimentation de son circuit d'excitation qui est alimenté par un (+) APC et non par un trio de diodes comme le monofonction. La lampe témoin est elle commandée par le régulateur.

Montage du régulateur multifonctions :



Dans ce cas le régulateur est soumis à un (+) après contact et gère l'alimentation du rotor ainsi que l'allumage de la lampe témoin.

1.3. LE PRECHAUFFAGE

Un moteur diesel est dit à allumage non commandé. Effectivement, la combustion est due à l'inflammation du jet de gasoil dans une atmosphère comprimée donc chaude. La température de fin de compression permet la combustion quand le moteur est en température. Au démarrage à froid, la vitesse de rotation et les températures

ne permettent pas une température favorable à la combustion, ce qui rend le démarrage impossible.

Le système de préchauffage a donc pour rôle de créer un point chaud dans la chambre de combustion, en face du jet de l'injecteur, afin de permettre la vaporisation, l'oxydation et la combustion des molécules de carburant.

La température nécessaire à l'inflammation du gasoil est d'environ 600°C et la température du crayon de la bougie dépend, d'une part des conditions initiales de la chauffe, et d'autre part du temps d'alimentation de la bougie. C'est le relais de préchauffage qui assure la gestion de ce temps.

Plusieurs types de gestion de ce temps de chauffage existent, les variantes sont les temps de préchauffage (avant démarrage) et les temps de post chauffage (après démarrage).

Les temps de post chauffage permettent une meilleure combustion après démarrage et correspondent ainsi aux normes de pollution en vigueur.

La bougie de préchauffage est avant tout une résistance. Ses caractéristiques courantes sont :

Tension de travail : 11.5V

Intensité absorbée à la mise sous tension : 30 à 35 A par bougie

Intensité stabilisée : 10 à 12 A par bougie

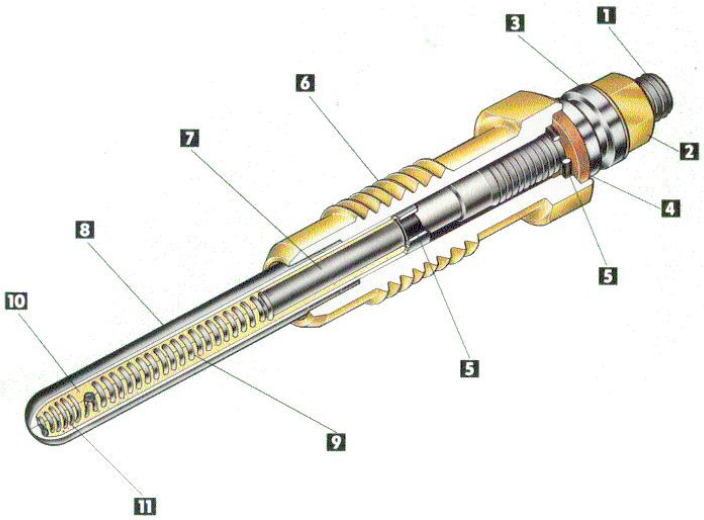
Température de fonctionnement : 950 à 1050°C en une dizaine de secondes.

Les bougies sont montées en parallèle, les seules variantes existantes sont qu'elles peuvent être câblées par groupes (deux groupes de deux pour un quatre cylindres, deux groupes de trois pour un six). Ceci permet de diminuer l'intensité qui alimente le groupe de bougies où encore de les commander en mode simultané (type post chauffage RENAULT).

Composition et fonctionnement d'une bougie de préchauffage :

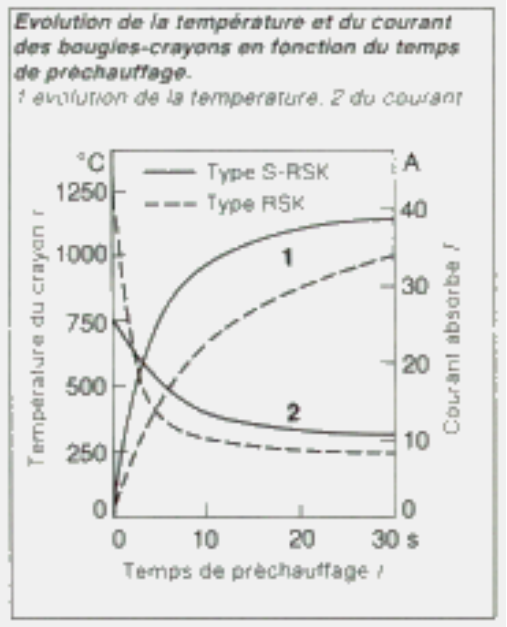
Vue en coupe de la bougie :

1 : borne d'alimentation (les bougies sont montées en parallèle et quelques fois par groupe de deux).
2 & 3 : écrou et arrêt du montage.
4 : isolant.
5 : sertissages isolants.
6 : corps fileté qui se visse dans la culasse.
7 : électrode.
8 : crayon (partie qui dépasse dans la chambre de combustion).
9 : résistance de contrôle.
10 : isolant.
11 : résistance de chauffage.



La bougie alimentée en borne 1 voit ses résistances 9 et 11 chauffer (celles-ci retrouvent la masse par le crayon 8 et le corps 6). La résistance 9 est dite de contrôle car sa résistance diminue fortement avec la température, ce qui permet de limiter l'intensité consommée par la bougie et ainsi de stabiliser sa température à une valeur donnée.

Exemple des caractéristiques intensité-température d'une bougie :



Le post chauffage :

Concernant le préchauffage, les systèmes de démarrage de moteurs diesel diffèrent peu selon les marques, si ce n'est le temps plus ou moins long selon qu'il s'agisse d'un moteur à injection directe ou indirecte et selon le type de bougies utilisées. Mais il existe une multitude de variantes relatives au post-chauffage.

Par exemple il est possible de retrouver chez FIAT un post chauffage dit super court de 10 à 20 secondes selon la température de fonctionnement.

Les bougies sont alimentées pendant 60 secondes après démarrage chez PSA.

RENAULT possède un système qui alimente les bougies deux par deux avec un courant haché et ce pendant 180 secondes.

Les temps de préchauffage :

Les systèmes ajustent les temps de chauffage selon divers paramètres :

Température moteur

Température d'air extérieur (ou sous capot)

Position du levier de charge

Anomalies des bougies de préchauffage :

Celles -ci ne chauffent plus : circuit d'alimentation coupé ou bougies « grillées ».

Attention lors du contrôle du circuit électrique : les fortes intensités de fonctionnement ne tolèrent pas de résistances dans le circuit d'alimentation (sous peine de voir chuter la tension aux bornes des bougies de plusieurs volts) !

Les bougies dont le crayon est rongé ou raccourci signifient généralement une consommation d'huile élevée (ne pas se contenter uniquement de changer les bougies).

2. DOSSIER D'UTILISATION

Ce dossier aidera les utilisateurs à mettre en œuvre et à visualiser toutes les fonctionnalités de la maquette MT-4002V ou MT- 4002RV.
La MT-4002V (ou RV) est un outil pédagogique très souple, qui associe théorie et pratique, et permet à l'enseignant d'adapter la maquette à toutes les circonstances et situations. Elle permet notamment de créer des pannes difficiles à réaliser sur véhicule, ce qui représente un sérieux gain de temps et élargit les exercices que l'on peut proposer sur les systèmes de charge et de démarrage.
La maquette est livrée avec l'outil de diagnostic professionnel MI250. Il s'agit d'un contrôleur de circuits de charge démarrage qui permet également l'étude du système.
Les besoins électriques sont simulés à l'aide de résistances (consommateurs) commandées par l'utilisateur sur la platine centrale. De plus la platine de pré-post chauffage type RENAULT qui équipe la maquette permet de créer une charge à la batterie et à l'alternateur, mais aussi d'en étudier le fonctionnement.

2.1. NOTICE D'INSTRUCTIONS

Environnement d'utilisation :

Les maquettes MT-4002V et 4002RV doivent être installées dans un endroit sec et à l'abri de la poussière, de la vapeur d'eau et des fumées de combustion.
Placer la maquette sur une table ou établi, capable de supporter 70kg.
La maquette nécessite un éclairage d'environ 400 à 500 Lux. Elle peut être placée dans une salle de TP, son fonctionnement ne dépasse pas les 70 décibels.

Mise en route de la maquette :

- Vérifier que le coupe-batterie soit ouvert, position horizontale (la poignée rouge peut être retirée)
- Garder la clé de contact en position contact coupé et raccorder la maquette au secteur 230V à l'aide du câble à l'arrière de la maquette.
- Placer ensuite le coupe-batterie en position fermée (la poignée rouge est verticale et ne peut pas être retirée), puis utiliser la clé de contact comme sur un véhicule : position contact, puis démarrage …

Etalonnage et entretien de la maquette :

Etalonnage : réglage d'usine.
Périodicité d'entretien : néant.
Nettoyage : utiliser un chiffon propre et doux avec du produit pour le nettoyage des vitres.
Si vous devez changer la batterie, mettre à la place une batterie équivalente (taille, puissance…). L'évacuation de la batterie usagée se fera par la filière de recyclage des batteries.

Nombre de postes, position de l'utilisateur :

La maquette MT-4002V est considérée comme un seul poste de travail.
L'utilisateur de la maquette se tient debout devant la maquette tout au long des manipulations.

Mode opératoire de consignation :

Mettre la clé de contact sur la position 0 (contact coupé).

Mettre le coupe-batterie en position circuit ouvert (position horizontale, la poignée rouge peut être retirée).

Débrancher le raccordement 230V et enrouler le câble d'alimentation dans la maquette.

Enlever la clé de contact et la poignée du coupe-batterie, les mettre dans une armoire fermant à clé.

Puis ranger la maquette MT-4002V dans une pièce fermée avec sur la face avant l'affichage d'un écriteau intitulé **Matériel Consigné'**.

Transport de la maquette MT- 4002V

Le transport de la maquette se fait après l'avoir éteinte et consignée (voir consignation).

Attention ne rien laisser sur la maquette.

Deux personnes au moins sont nécessaires au déplacement de la maquette (utiliser les poignées prévues à cet effet pour la porter).

Avertissements

Ne pas shunter le contacteur du capot arrière.

Ne pas toucher les bornes '+' et '–' du démarreur, de l'alternateur ou de la batterie avec une pièce métallique.

Ne pas inverser les polarités de la batterie.

Ne pas croiser les raccordements par fiche banane de la face avant.

Ne pas alimenter une borne des faces avant, de l'alternateur ou du démarreur directement depuis les bornes de la batterie.

Ne pas utiliser la maquette avec une batterie d'une capacité de plus de 40 Ah.

Ne pas connecter à la maquette d'autres batteries que celle prévue.

Ne pas raccorder la maquette à un autre circuit de charge / démarrage.

L'accès à l'intérieur de la maquette est réservé seulement à du personnel qualifié et autorisé.

Utilisation du MI250

Le MI250 est livré avec sa notice d'utilisation dont il convient de prendre connaissance avant toute manipulation. Celui -ci se met en œuvre relativement simplement : il comporte un shunt qui se branche en série sur le câble de masse de la batterie, et un cordon rouge à relier à la borne positive (+) à l'aide d'une pince.

Remarques

Les dommages dus aux mauvaises manipulations ne seront pas couverts par la garantie.

Lors d'une mise sous tension, les organes en mouvement restent immobiles.

Risques résiduels

ATTENTION 220V !

L'accès à l'intérieur du banc est réservé seulement à du personnel qualifié et autorisé

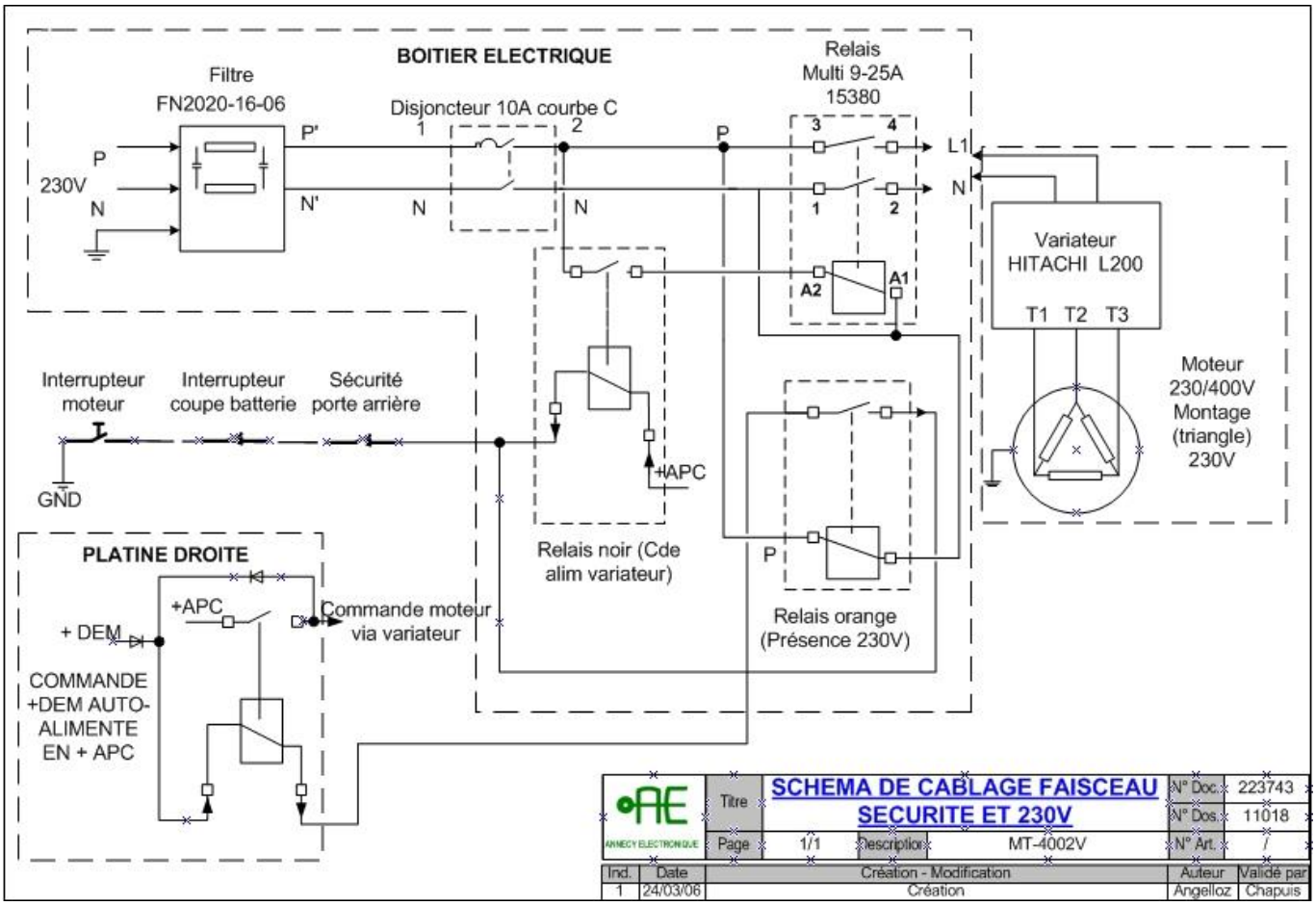
Art 18.II
(décret du 14 novembre 1988)

ANNECY ELECTRONIQUE
Z.A. les Marais - F74410 Saint-Jorioz

Sécurité et fiabilité des systèmes de commande

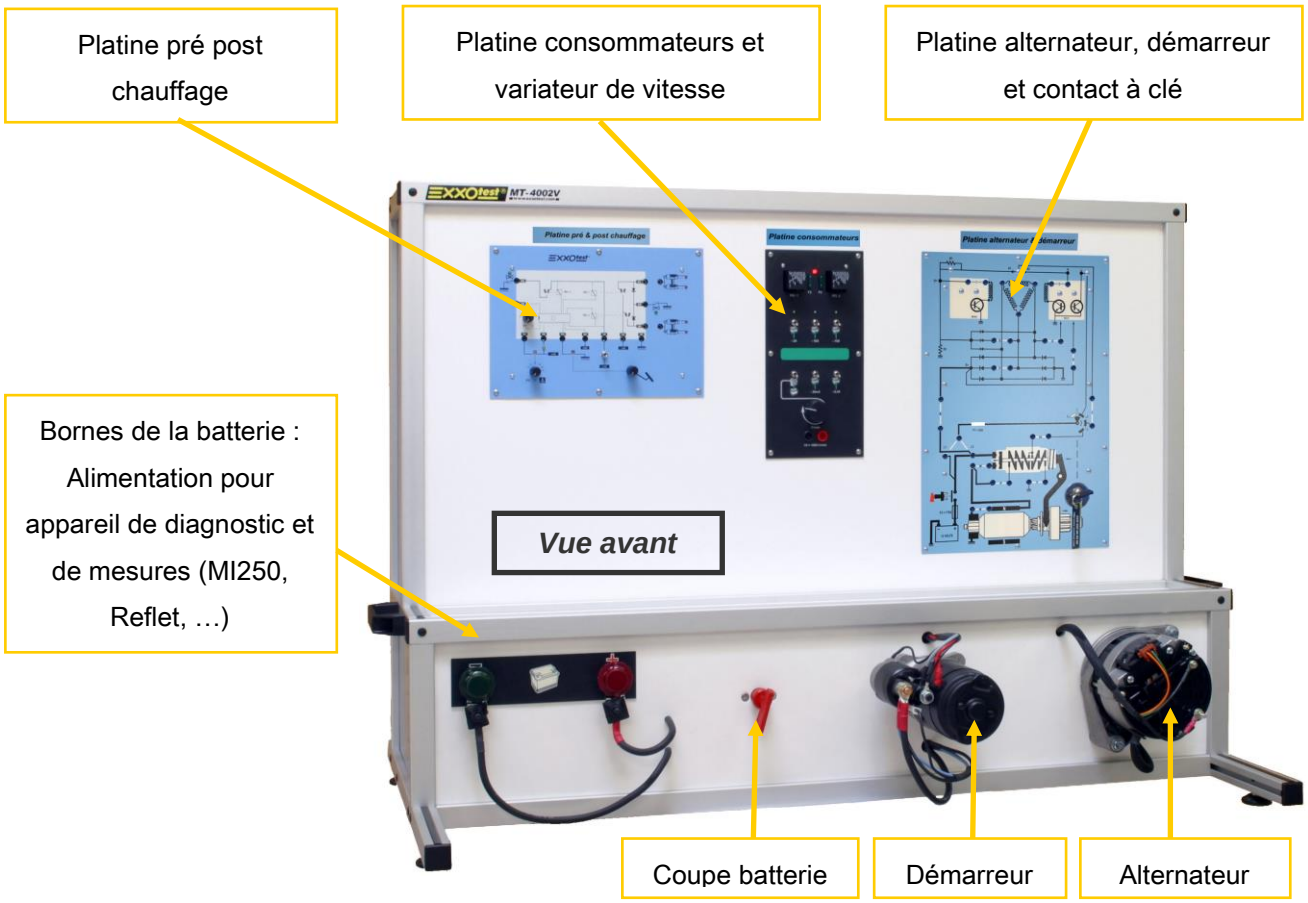
Mise en place d'un relais de surveillance sur la présence du 230V pour ne pas avoir de retour d'énergie.

Nouveau schéma complet de l'installation 230 V

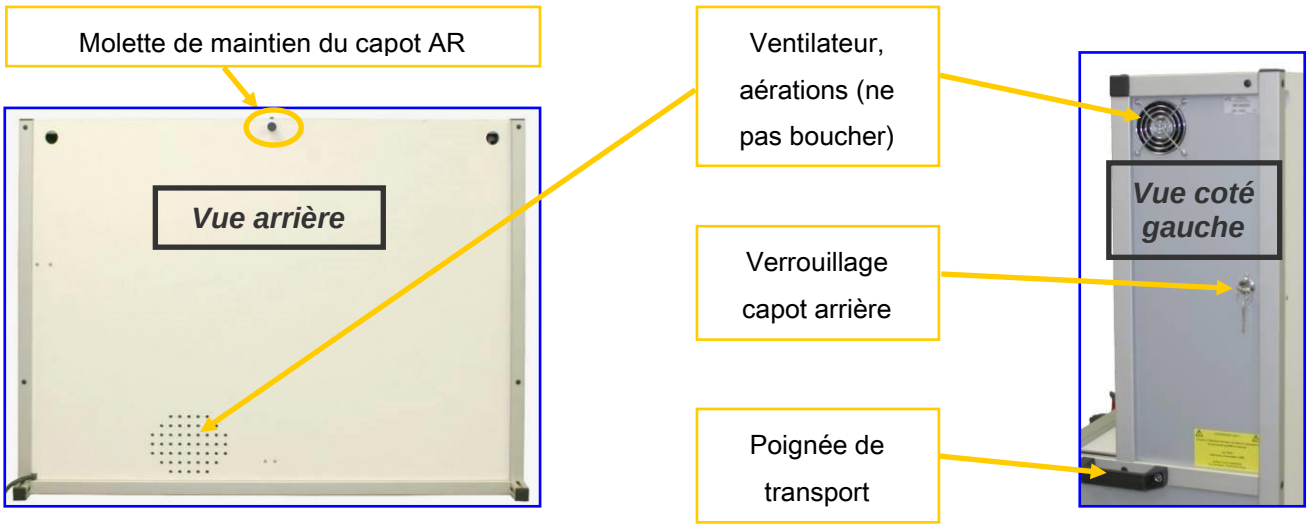


2.2. DESCRIPTIF DE LA MAQUETTE

2.2.1. Vue générale



Le contact met en service les consommateurs et le préchauffage, la mise en route lance le démarreur ainsi que le moteur électrique pour entraîner l'alternateur et représenter le fonctionnement réel.



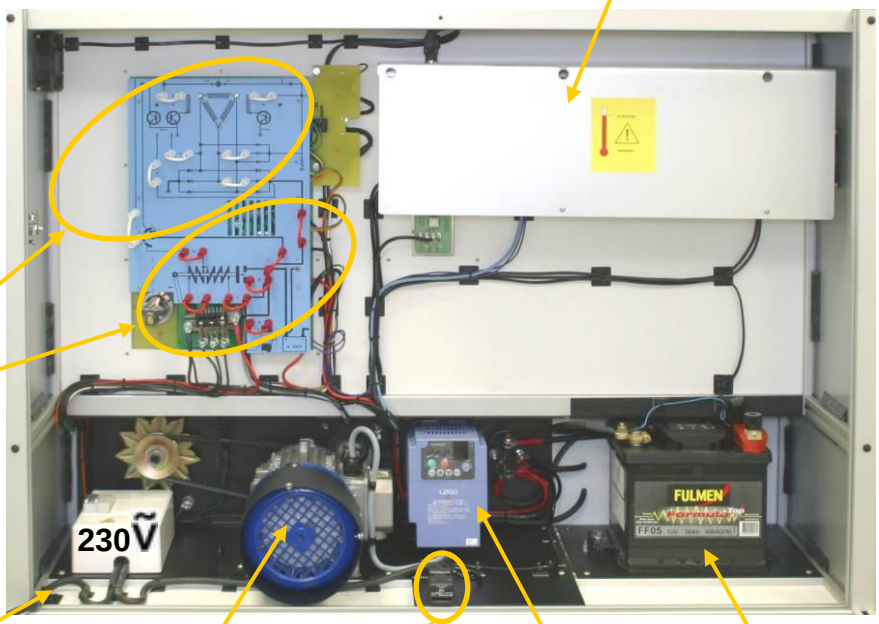
Le capot arrière enfermant la partie tournante se verrouille à l'aide d'une serrure. Un interrupteur de position s'assure de la présence de ce capot avant d'autoriser le démarrage du moteur électrique :

Capot arrière enlevé → Pas d'entrainement de l'alternateur

Seules les personnes autorisées peuvent ouvrir la maquette pour la préparation de TP (mise en place ou retrait des ponts) ou en cas d'opération de maintenance.

Capot des consommateurs

Attention dégagement de chaleur important !



Les ponts peuvent être câblés à l'avant ou à l'arrière de la maquette

Rallonge pour le raccordement au secteur 230V 50-60Hz avec prise de terre.

Moteur électrique

Contacteur de sécurité

Variateur de vitesse

Batterie 12V 45A

Attention :

- les fils blancs sont de petite section et correspondent au trait noir fin du schéma électrique de la maquette (partie supérieure)
- les fils rouges sont de grosses sections et correspondent au trait noir épais du schéma électrique de la maquette (partie inférieure)

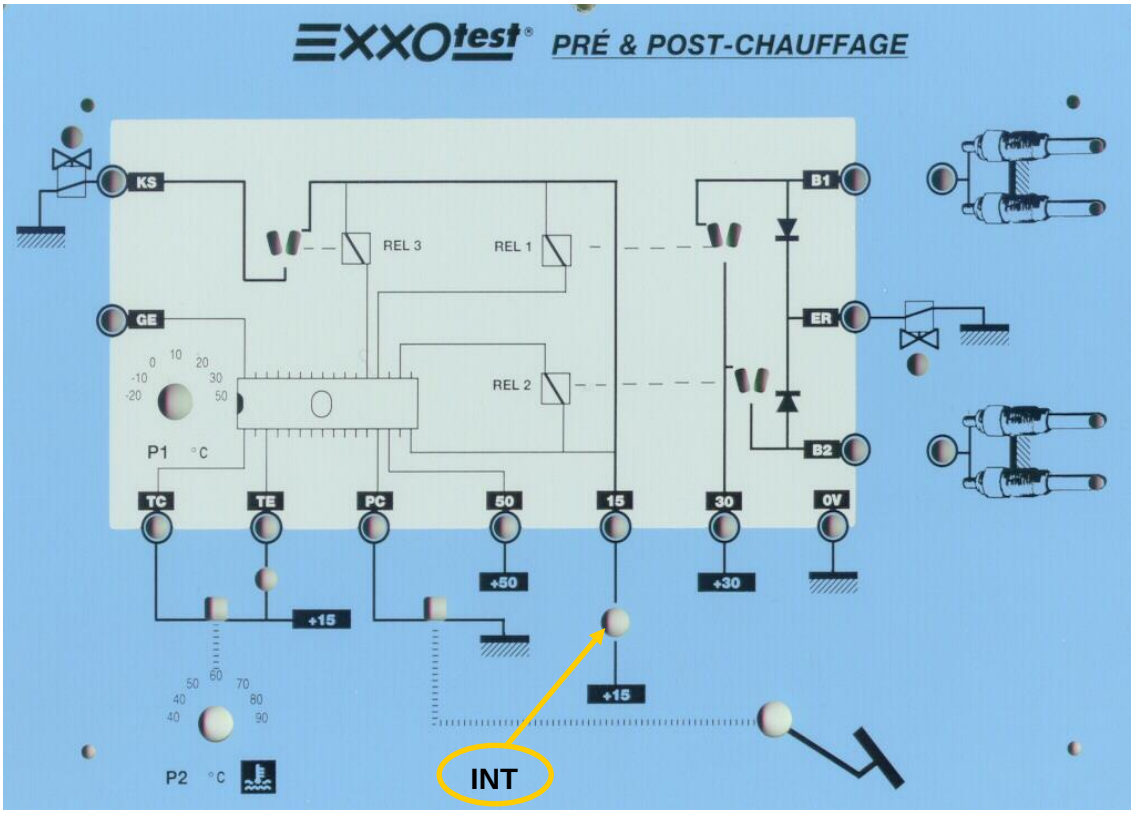
Il est très important de respecter ce montage et de toujours utiliser les bons cordons aux bons emplacements.

2.2.2. Les faces avant de la maquette MT- 4002V

La maquette propose trois parties distinctes : ces platines représentent les circuits des systèmes. Les bornes permettent la mesure aux différents points des circuits. Il est également possible de faire des pannes en retirant les cavaliers de jonction (qui peuvent être câblés devant comme derrière, voir page précédente).

La platine **pré-post chauffage**

Comme sur véhicule, le pré-post chauffage du banc se met en service après la mise du contact, puis du démarrage :



KS : commande d'avance de la pompe à injection
GE : borne d'interdiction de fonctionnement (climatisation, direction assistée électrique…)
TC : température d'eau moteur
TE : témoin de préchauffage
PC : contacteur de pleine charge
50 : commande de démarrage
15 : alim. après contact (+ APC)
30 : alim. avant contact (+ BAT)
0V : borne de masse

REL1 : relais de commande du groupe de bougies n°1
REL2 : relais de commande du groupe de bougies n°2
REL3 : relais de commande de l'électrovanne d'avance
B1 : groupe de deux bougies n°1
B2 : groupe de deux bougies n°2
ER : commande de l'électrovanne de ralenti
P1 : potentiomètre de température d'air
P2 : potentiomètre de température d'eau

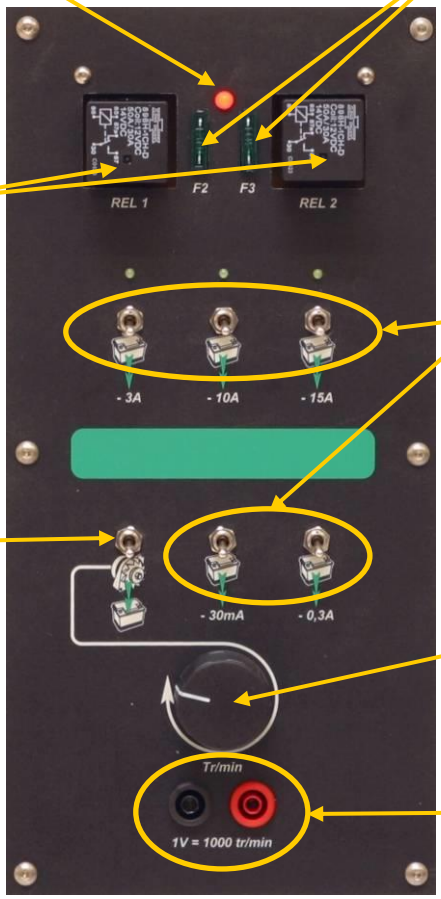
INT : Emplacement de l'interrupteur qui permet à l'utilisateur d'utiliser ou non la partie pré-post chauffage (interrupteur vers le haut : en fonction ; vers le bas : hors fonction)

La platine **consommateurs**

Témoin de présence tension batterie (maquette prête à fonctionner)

Fusibles de 30A pour la protection des consommateurs

Relais de commande des consommateurs



Interrupteur de mise en route des consommateurs
Vers le bas : éteint
Vers le haut : en fonction

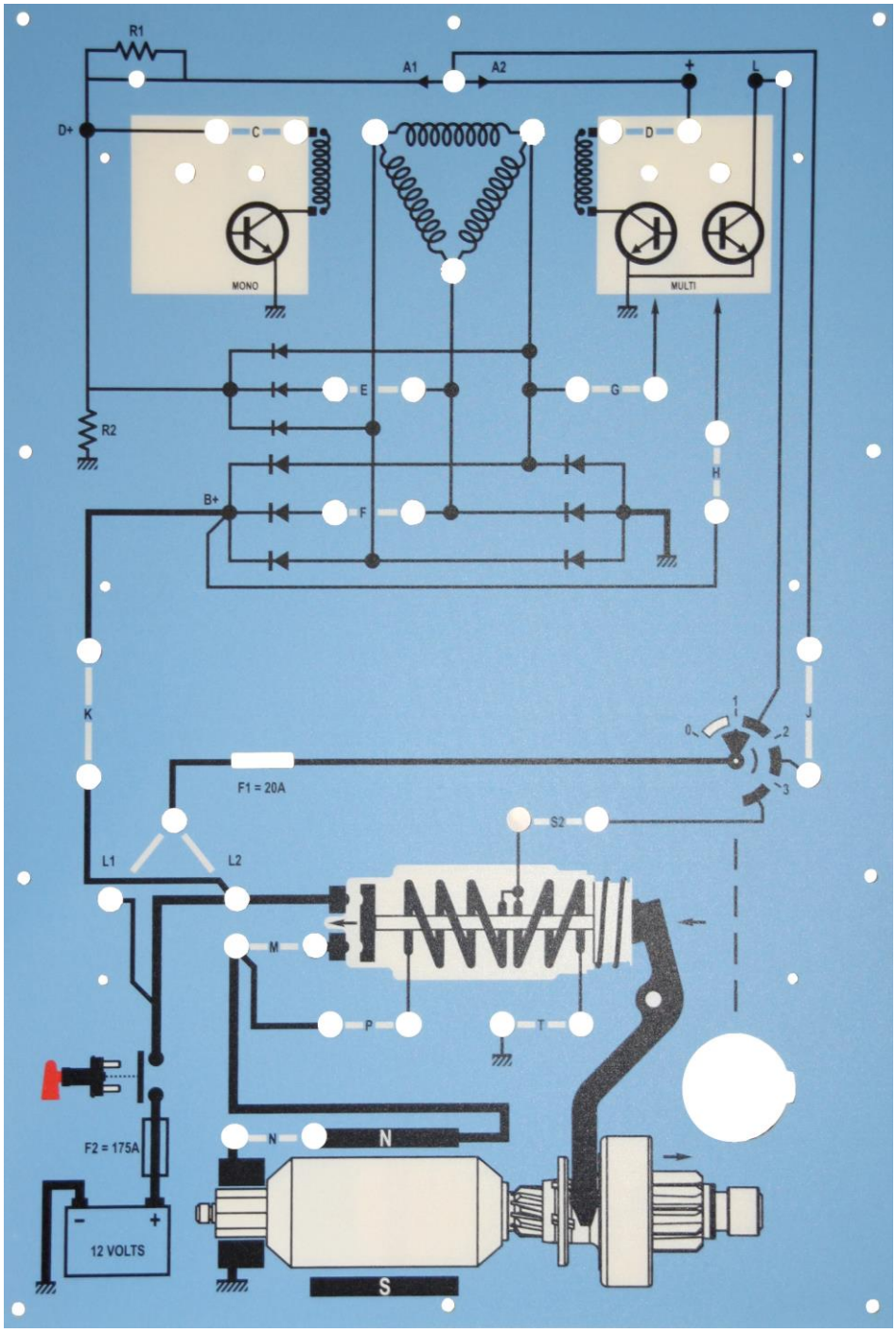
Interrupteur de mise en route de l'entrainement de l'alternateur (moteur électrique)
Vers le bas : coupé
Vers le haut : en fonction

Potentiomètre de variation de la vitesse d'entrainement de l'alternateur

Bornes pour la mesure de la vitesse d'entrainement de l'alternateur
(1 volt = 1000 tr/min)

La platine **alternateur** et **démarreur**

Schéma électrique 12v



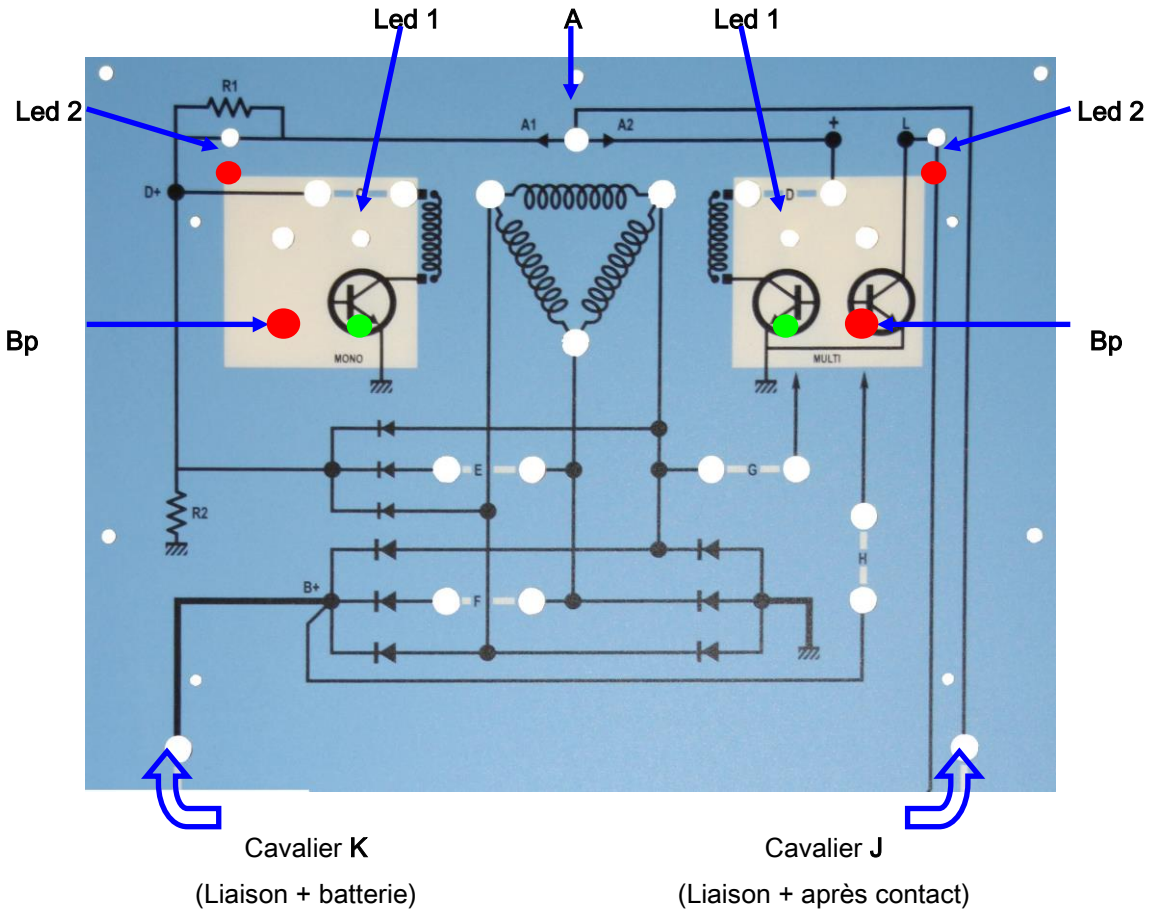
Attention :

- les fils blancs sont de petites sections et correspondent au trait noir fin du schéma électrique de la maquette (partie supérieure, repères **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **J**)
- les fils rouges sont de grosses sections et correspondent au trait noir épais du schéma électrique de la maquette (partie inférieure, repères **K**, **L1** ou **L2**, **S2**, **P**, **M**, **N**, **T**)

Il est très important de respecter ce montage et de toujours utiliser les bons cordons aux bons emplacements.

L'alternateur :

L'alternateur est en fonctionnement à partir du moment où l'utilisateur a commandé un démarrage par la clé de contact (voir chapitre suivant *« Démarrage de la maquette »*). Toutefois il est possible d'inhiber le fonctionnement de celui-ci grâce à l'interrupteur situé en bas à gauche de la platine centrale.



Légende des bornes de la platine :

- **Led 1 :** Indication du régulateur en service
- **Led 2 :** Témoins de charge (témoin batterie du tableau de bord)
- Le choix du type de régulateur se fait à l'aide du commutateur **A**, il met en service le régulateur monofonction en position **A1** ou le multifonction en position **A2**
- **Bp :** Ces boutons poussoir suppriment l'action du régulateur (excitation plein champ)

Ne pas tenir enfoncé plus de 10 secondes

B+ : Sortie de puissance de l'alternateur

C ou **D :** Coupure de l'excitation (rotor)

E : Coupure d'une diode d'excitation

F : Coupure d'une diode de puissance

G : Coupure du signal phase

H : Coupure du signal B+

J : Coupure de l'alimentation de l'excitation

K : Insertion d'une résistance (*0,3 ohm*) dans le circuit de puissance de l'alternateur (lorsque le cavalier est débranché)

R1 : résistance parallèle au témoin de charge

R2 : résistance de rappel à la masse

Sur l'alternateur les bornes sont repérées comme suit :

- Avec régulateur monofonction :

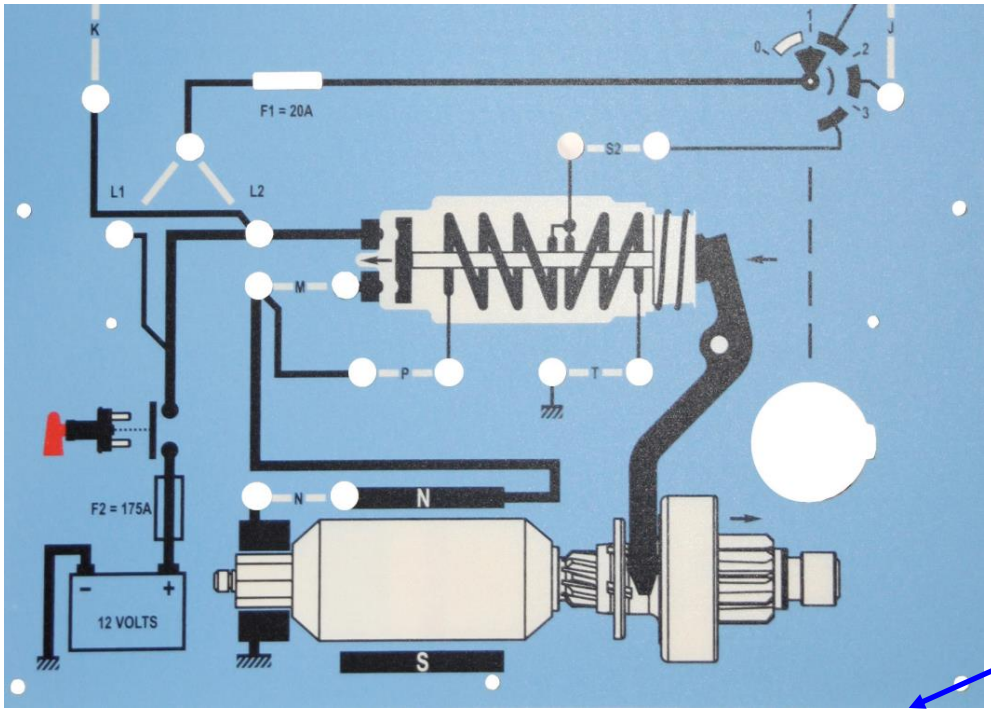
  Borne de sortie isolée ∅ 6 ou 8 sortie B+
  Borne non isolée ∅ 6 masse (facultative)
  Cosse mâle large fil orange, signal D+
  Cosse mâle fine fil vert non utilisée en mono-fonction

- Avec régulateur multi-fonctions :

  Borne de sortie isolée ∅ 6 ou 8 sortie B+
  Borne non isolée ∅ 6 masse (facultative)
  Cosse mâle large fil orange, signal L (lampe)
  Cosse mâle fine fil vert, signal + excitation

Le démarreur :

Il est commandé par le contacteur à clé, comme sur le véhicule.



Emplacement du contacteur de démarrage à clé (Neiman)

Légende des bornes de la platine :

- Tous les fils de cette partie ont une section de 2,75 mm² pour faire face à l'intensité qui les traverse (fils rouge). ***Ne pas utiliser de fils ayant une section inférieure.***
- **F1 :** Emplacement du fusible 20A pour la protection du solénoïde et du contacteur à clé.

Ne pas mettre de fusible supérieur.

L1 : Alimentation du contacteur à clé

L2 : Alimentation du contacteur à clé par le circuit de puissance

M : Coupure de la puissance en sortie de solénoïde

N : Coupure de la puissance du démarreur

P : coupure de l'enroulement d'appel

S2 : coupure de la commande de démarrage

T : coupure de l'enroulement de maintien

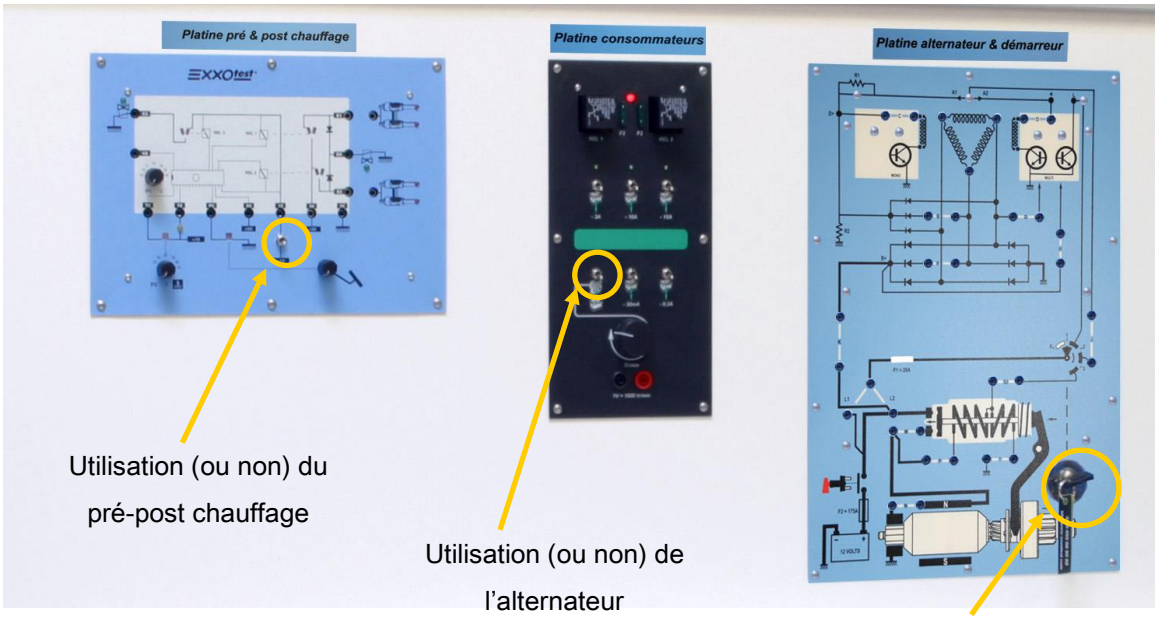
2.2.3. Démarrage de la maquette MT- 4002V

Pour une utilisation complète et normale de la maquette (étude des trois systèmes), il faut que :

- le capot arrière soit présent et verrouillé
- la maquette soit raccordée au secteur 230V
- la batterie soit en place et en état
- le coupe batterie soit fermé (position verticale, voyant rouge au centre éclairé)
- l'interrupteur +15 de la partie pré-post chauffage soit dirigé vers le haut (en fonction)
- l'interrupteur en bas à gauche de la platine centrale soit dirigé vers le haut (alternateur en fonction)
- le variateur de vitesse ne soit pas à zéro
  (dans ce cas l'alternateur n'est pas entrainé)
- les autres interrupteurs sont placés vers le bas (absence de consommateurs)

Avec l'ensemble de ces conditions réunies vous commandez la maquette à l'aide du contacteur à clé comme sur un véhicule diesel classique.

Pour une utilisation séparée ou progressive des systèmes il vous faut utiliser les interrupteurs prévus à cet effet ainsi que le contact à clé :



Utilisation (ou non) du pré-post chauffage

Utilisation (ou non) de l'alternateur

Contacteur à clé 3 positions : Stop, contact, démarreur.

3. DOSSIER PEDAGOGIQUE

Ce dossier pédagogique est un ensemble de travaux pratiques qui valident les connaissances acquises sur les sous systèmes de la maquette MT-4002V ou 4002RV et les connaissances de base en électricité comme la loi d'ohm, les calculs de puissance, ... Ces travaux pratiques seront aussi l'occasion de manipuler des outils de diagnostic réels, nécessaires à la maintenance tels que le MI250 ou encore multimètres, voltmètres et ampèremètres.

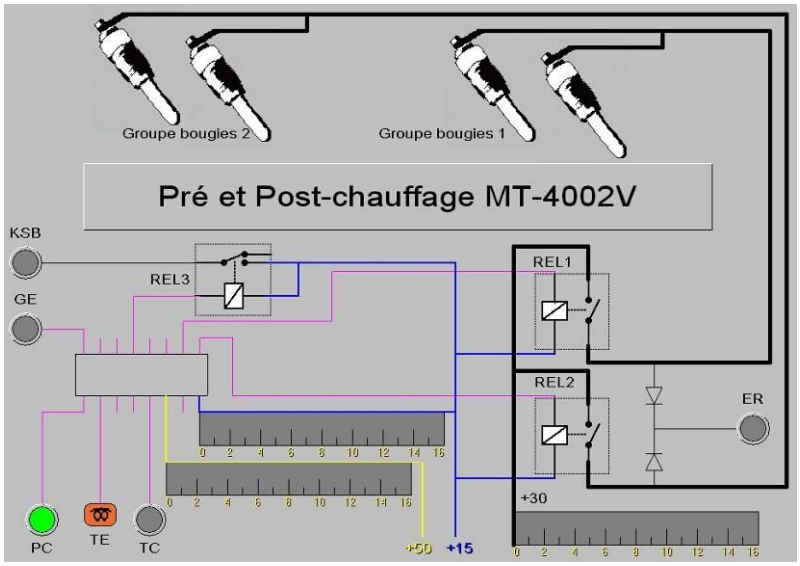
Matériel utilisé :

- la maquette MT-4002
- le MI 250 et sa notice
- un ohmmètre
- la chaîne d'acquisition REFLET

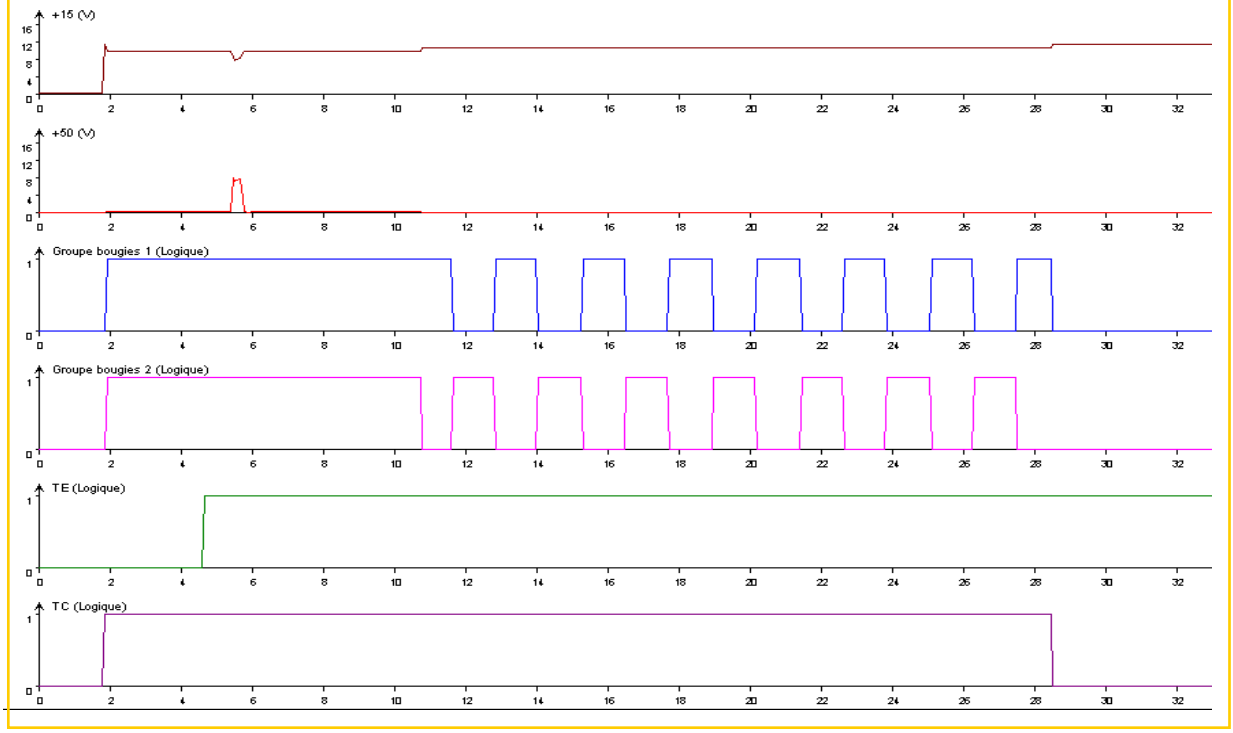
3.1. LE PRECHAUFFAGE

Le logiciel Reflet permet l'étude détaillée des différentes phases du pré-post chauffage.

Exemple d'écran d'acquisition :



Exemple de chronogramme

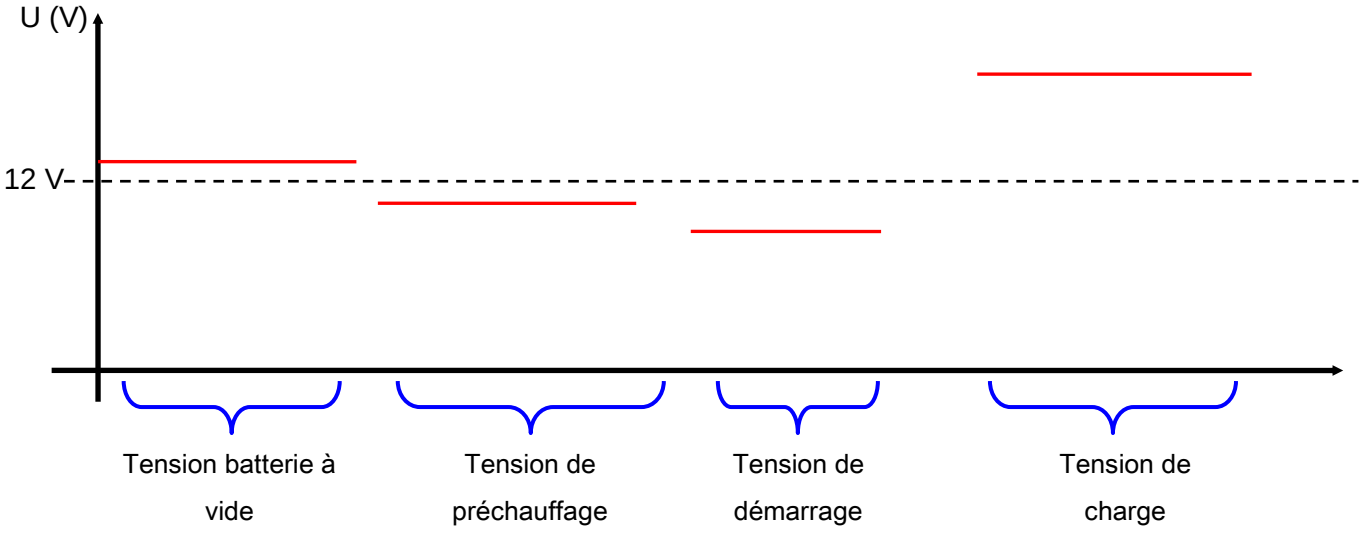


3.2. LE DEMARREUR

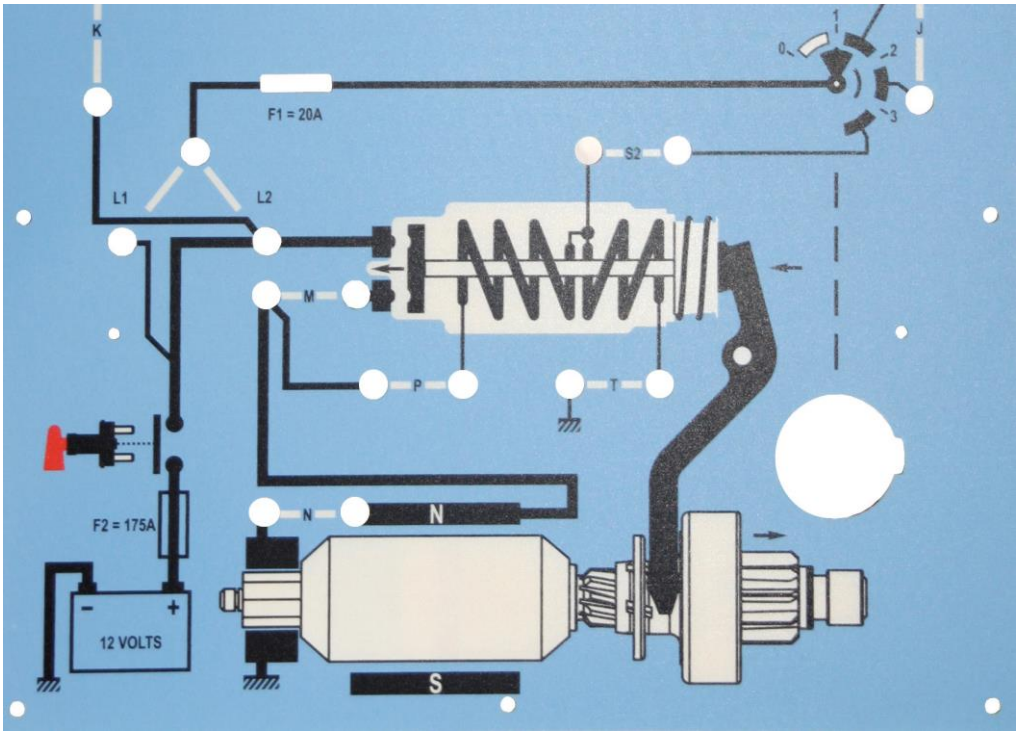
1) Relever les tensions de références :

U_{batt} = 12,26V ; $U_{préchauffage}$ = 11V ; $U_{démarrage}$ = 10V ; U_{charge} = 13,8V

Puis remplir le graphique suivant :



2) A l'aide du schéma de la maquette sur le démarreur, dessiner le solénoïde avec les bobines d'appel, de maintien, les alimentations et le contacteur de la partie puissance. Identifier les composants.



3) Calcul de l'intensité absorbée par le solénoïde lors de sa mise en route.

Quelle est la résistance du bobinage d'appel du solénoïde ?

R_{appel} = 0.6Ω

Quelle est la résistance du bobinage de maintien du solénoïde ?

$R_{maintien}$ = 1.6Ω

La loi d'Ohm serait la bienvenue pour calculer l'intensité connaissant la résistance et la tension. Indiquer les bonnes formules dans le tableau suivant :

Formule de la loi d'Ohm ?	Répondre par "Oui" ou par "Non"
I/R = U	non
I = RU	non
U = IR	oui
R = UI	non
U = RI	oui
U/R = I	oui

Avec la bonne formule, quelle est l'intensité absorbée par la bobine d'appel pour 12,44V ?

I_{appel} = 12,44 / 0,6 = 21 A

Quelle est l'intensité absorbée par la bobine de maintien pour la même tension ?

$I_{maintien}$ = 12,44 / 1,6 = 8 A

En conclusion quelle est l'intensité totale absorbée par le solénoïde pour 12,44V ?

$I_{solénoïde}$ = 29 A

4) Etude de la partie puissance du démarreur.

Quelle est la résistance globale du circuit puissance de démarrage ? Se brancher entre le fil des balais du démarreur et la masse ***(démarreur hors tension !)***.

$R_{puissance}$ = 0,3Ω

En appliquant la loi d'Ohm avec une tension de 11V, l'intensité absorbée par la partie puissance du démarreur est de :

$I_{puissance}$ = 36,7A* (moteur démarreur tournant).

* Intensité relevé sur la maquette MT-4002V (démarreur à vide), pour un véhicule essence $I_{puissance}$ se situe entre 110 à 150 A, pour un véhicule diesel $I_{puissance}$ = 250 à 300 A).

Utiliser le MI250 (voir notice de l'appareil) pour mesurer le courant d'appel du démarreur (courant à couple bloqué, beaucoup plus élevé sur véhicule).

Le courant d'appel est de : I 'phase démarrage' = 120 A

Remplir le tableau suivant :

Courant absorbé	*Etape 1 : le solénoïde se déplace*	*Etape 2 : le démarreur s'amorce*	*Etape 3 : démarreur et moteur sont entrainés*
Courant d'appel du solénoïde	21 A	-	-
Courant de maintien solénoïde	8 A	8 A	8 A
Courant d'appel du démarreur	-	120	-
Courant d'entrainement du moteur	-	-	37
Courant total	29	128 *	45 *

* Intensité relevé sur la maquette MT-4002V (démarreur à vide), pour un véhicule essence $I_{puissance}$ se situe entre 110 à 150 A, pour un véhicule diesel $I_{puissance}$ = 250 à 300 A).

5) Diagnostic du démarreur

Remplir les tableaux suivants :

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, T, (P retiré), N, M

Constatation sur le fonctionnement	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Appel du noyau non assuré	X
Maintien du noyau non assuré	
Circuit de puissance non alimenté, bon fonctionnement du solénoïde	
Le démarreur ne tourne pas	X
Rien à signaler	
Appel diminué du noyau	

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, T, (P retiré), N, M

Causes possibles	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Résistance trop élevée du circuit +50V : coupure, mauvais contact …	X
Inducteurs coupés	X
Mauvais contact des balais	X
Bobinage de maintien défectueux	
Résistance trop élevée du contacteur et des connexions (usure, corrosion)	X
Coupure de l'enroulement d'appel	X

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, (T retiré), N, M

Constatation sur le fonctionnement	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Appel du noyau non assuré	
Maintien du noyau non assuré	X
Circuit de puissance non alimenté, bon fonctionnement du solénoïde	
Pas de maintien du noyau du solénoïde	X
Rien à signaler	
Appel diminué ou inexistant du noyau	

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, (T retiré), N, M

Causes possibles	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Résistance trop élevée du circuit + 50V : coupure, mauvais contact.	
Inducteurs coupés	
Résistance trop élevée du contacteur et des connexions (usure, corrosion)	
Bobinage de maintien défectueux	X
Mauvais contact des balais	

*Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, T, N, (M retiré) **

Constatation sur le fonctionnement	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Appel du noyau non assuré	
Bon fonctionnement du solénoïde Circuit de puissance non alimenté	X
Solénoïde non piloté. Circuit de puissance non alimenté	
Pas de maintien du noyau du solénoïde	
Rien à signaler	
Appel diminué du noyau	

*Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, T, N, (M retiré) **

Causes possibles	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Connexions faisceau de puissance non reliés	X
Balais usés ne portent plus sur le collecteur	
Rupture de plot dans le contacteur de solénoïde	X
Connexions électriques mauvaises, section des câbles trop faible.	X
Induit coupé	
Mauvais contact des balais	

*** Attention : lors de cet essai le fusible 20A peut lâcher, c'est normal car on protège le solénoïde.**

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, T, M, (N retiré)

Constatation sur le fonctionnement	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Appel du noyau non assuré	X
Bon fonctionnement du solénoïde Circuit de puissance non alimenté	
Solénoïde non piloté. Circuit de puissance non alimenté	X
Pas de maintien du noyau du solénoïde	
Circuit de commande non alimenté	
Circuit de puissance non alimenté, mauvais fonctionnement du solénoïde	X
Le démarreur ne tourne pas	X
Rien à signaler	
Appel diminué du noyau	

Position des cavaliers (sur la partie démarreur) : S2, P, T, M, (N retiré)

Causes possibles	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
Résistance trop élevée du circuit +50V : coupure, mauvais contact.	
Balais usés ne portent plus sur le collecteur	X
Mauvaise masse (balais usés, coupure induit)	X
Inducteurs coupés	X
Bobinage de maintien défectueux	
Résistance trop élevée du contacteur et des connexions (usure, corrosion)	
Induit coupé	X
Mauvais contact des balais	X

3.3. LES CONSOMMATEURS

Ils sont tous sur la platine centrale, composés de relais et de résistances diverses, et sont protégés par des fusibles 30 A.

1) A l'aide du MI 250 (consulter sa notice), remplir le tableau suivant :

Position Interrupteur	*Quel relais est actionné ?*	*Indication du MI 250 (en A)*
Aucun consommateur (tous les inter. vers le bas)	aucun	I ≤ 0,03
Interrupteur – 30 mA actionné	aucun	0,1 ≤ I ≤ 0,3
Interrupteur – 0,3 A actionné	aucun	1 ≤ I ≤ 3
Interrupteur - 3 A actionné	aucun	3 ≤ I ≤ 10
Interrupteur - 10 A actionné	relais n°1	10 ≤ I ≤ 20 (pendant 0,5 s)
Interrupteur - 15 A actionné	relais n°2	20 ≤ I ≤ 30 (pendant 0,25 s)

Sans aucun consommateur, quelle est l'intensité absorbée :

Le MI250 indique une intensité absorbée inférieure à 0,03 A. On considère que cette intensité absorbée correspond à l'horloge et aux diverses mémoires.

Une formule permet de retrouver la puissance en W d'un consommateur en connaissant la tension et l'intensité absorbée. Indiquer les bonnes formules dans le tableau suivant :

Formule	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
P = (U.I) / R	
U = I.P	
P = U.I	X
I = U / P	
U = P / I	X

Avec cette formule, remplir le tableau suivant :

Intensité Absorbée (voir MI 250)	*Puissance (en W)*
I ≤ 0.03	P ≤ 0.375
0.1 ≤ I ≤ 0.3	1.25 ≤ P ≤ 3.75
1 ≤ I ≤ 3	12.5 ≤ P ≤ 37.5
3 ≤ I ≤ 10	37.5 ≤ P ≤ 125
10 ≤ I ≤ 20 (pendant 0.5s)	125≤ P ≤ 250
20 ≤ I ≤ 30 (pendant 0.25s)	250 ≤ P ≤ 375

2) Déterminer le temps de décharge de la batterie jusqu'à 50 %.

Soient les veilleuses d'un véhicule équipé d'une batterie de 30Ah, calculer la puissance en W des consommateurs :

4 ampoules de 5W + celle du tableau de bord (5W) + éclairage de plaque arrière (2 x 5W), donc une puissance totale de 7 x 5 = 35W.

Calculer l'intensité absorbée (I en ampères), pour une tension à vide de la batterie de 12,5V et une puissance consommée de 25W :

Calcul de l'intensité	*Cochez la (ou les) bonne(s) case(s)*
I = 35W x 12,5V = 437,5A	
I = 35W / 12,5V = 2,8A	X
I = 12,5V / 35W = 0,36A	

En fonction de l'intensité absorbée, la batterie se déchargera plus ou moins vite.

Si la batterie a une capacité de 30Ah, pour connaître la durée de décharge, il suffit de diviser 30Ah par l'intensité absorbée puis de diviser encore par deux pour avoir le temps de décharge de la batterie jusqu'a 50%.

Dans ce cas : (30 / 2,8) / 2 = 5,35 heures

En conclusion, oublier les veilleuses peut au bout de 5,35 heures vider la batterie de 50 % de sa capacité initiale.

Refaire le calcul si le conducteur du véhicule a oublié d'éteindre les feux de croisement :

Puissance absorbée par les feux de position = 35W

Puissance absorbée par les feux de croisement = 45 x 2 = 90W

Puissance absorbée totale = 125W

Intensité absorbée = 10A

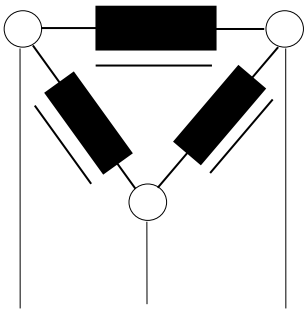
Durée de décharge de la batterie jusqu'a 50% = 1,5 heure

3.4. L'ALTERNATEUR

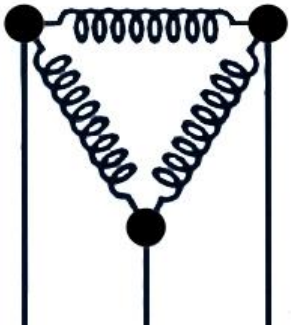
Avec la maquette pédagogique MT-4002V, il y a la possibilité de travailler sur deux différents types d'alternateur, le premier avec le régulateur "monofonction" (interrupteur en position "A1") et le deuxième avec le régulateur "multifonctions" (interrupteur en position "A2").

1) Etude de l'alternateur avec le régulateur "monofonction" (interrupteur est en position A1)

Faire le schéma du stator de la maquette MT-4002 :



OU



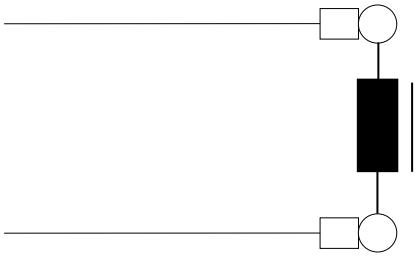
De quel type le couplage du stator est-il ? Remplir le tableau :

Différents types de couplage	*Cocher la bonne case*
Couplage en étoile	
Couplage en triangle	X

Quelle situation a le stator dans l'alternateur ? Remplir le tableau :

Différents types de position	*Cocher la bonne case*
Fixe à l'intérieur de l'alternateur	X
En mouvement dans l'alternateur	

Faire le schéma du rotor de la maquette MT-4002V :



OU

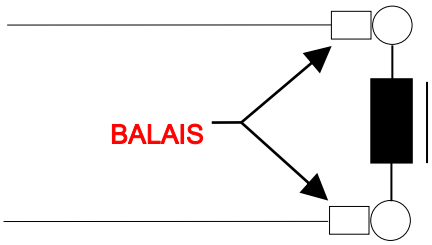
Quelle situation a le rotor dans l'alternateur ? Remplir le tableau :

Différents types de position	*Cocher la bonne case*
Fixe à l'intérieur de l'alternateur	
En mouvement dans l'alternateur	X

Dans un alternateur, quels sont les points de contact qui alimentent le bobinage du rotor ?

Les charbons ou balais assurent cette fonction.

Faire le schéma du rotor de la maquette MT-4002V avec les contacts d'alimentation :



Si le rotor tourne dans le stator sans alimentation (pas d'excitation), donc sans champ magnétique, le stator délivre-t-il du courant ?

Non

Par contre si le rotor est alimenté, le stator délivre-t-il du courant ?

Oui

Faut-il alimenter le rotor au départ pour que l'alternateur puisse débiter du courant ? Remplir le tableau :

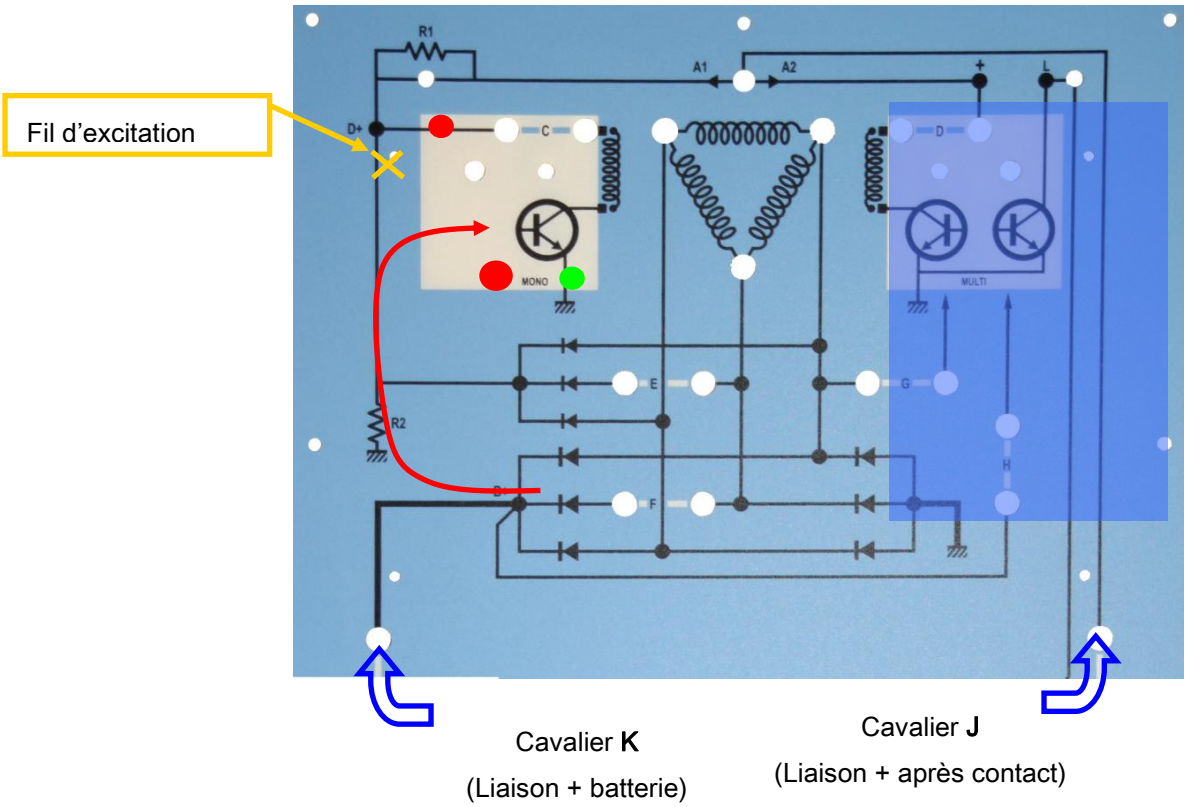
Il faut alimenter le rotor pour	*Cocher la (ou les) bonne(s) case(s)*
Chauffer le bobinage du rotor	
Amorcer le système	X
Piloter le rotor	
Alimenter le témoin de charge	

Moteur tournant, exciter plein champ le régulateur en appuyant sur le bouton poussoir, à l'aide de REFLET et d'un ampèremètre relever la tension UD+ et l'intensité absorbée par le régulateur. Avec ces deux mesures déterminer la résistance de ce régulateur :

R≈ 5Ω.

Une fois amorcé, débrancher le fil d'excitation de la cosse double de l'alternateur. Que se passe-t-il ?

Dans ce cas l'alternateur s'autoalimente, il fonctionne normalement.



Problème avec les diodes d'excitation :

Les trois diodes d'excitation, ou diodes d'isolement, vont lisser et redresser le courant sinusoïdal triphasé pour obtenir un courant continu qui, après stabilisation du régulateur, aura une tension (U_{D+}) comprise entre 13,8V et 14,1V.

Moteur tournant, remplir le tableau :

Tensions à relever	Les trois diodes d'excitation sont en bon état	Une diode d'excitation est défectueuse
U_{BATT}	≈14	≈14
U_{D+}	≈14	≈12

Lorsqu'une diode d'excitation est défectueuse, $U_{BATT} \neq U_{D+}$. De combien est la chute de tension entre U_{BATT} et U_{D+}?

De 2 à 3 volts.

Si U_{D+} est inférieur à U_{BATT}, comment va réagir le régulateur et que se passe-t-il au niveau de U_{BATT} ?

Remplir le tableau :

Réponses	*Cochez la (ou les) bonne(s) réponse(s)*
$U_{D+} < U_{BATT}$, le régulateur va conduire plein champ plus longtemps pour ramener $U_{D+} = U_{BATT}$	X
Le régulateur ne subit aucune modification	
$U_{D+} < U_{BATT}$, le régulateur va conduire plein champ moins longtemps pour ramener $U_{D+} = U_{BATT}$	
$U_{D+} < U_{BATT}$, le régulateur va conduire plein champ plus longtemps	

pour ramener $U_{D+} > U_{BATT}$	
Le témoin de charge va s'allumer	X
U_{BATT} va subir une surtension d'environ 2 à 3v	X
U_{BATT} va subir une surtension d'environ 4 à 9V	

En conclusion : une diode d'excitation défectueuse peut se contrôler en comparant U_{D+} et U_{BATT}.

Problème avec les diodes de puissance :

Les trois diodes de puissance, lissent et redressent le courant sinusoïdal triphasé pour avoir un courant continu, qui après stabilisation du régulateur sera de 13.8v < UBATT < 14.1v.

Les trois diodes de puissance lissent et redressent le courant sinusoïdal triphasé pour permettre à l'alternateur de fournir un courant continu qui, après stabilisation du régulateur, aura une tension (U_{D+}) comprise entre 13,8V et 14,1V.

Moteur tournant, remplir le tableau :

Tensions à relever	Les trois diodes de puissance sont en bon état	Une diode de puissance est défectueuse
U_{BATT}	≈14	≈14
U_{D+}	≈14	≈16

Lorsqu'une diode de puissance est défectueuse, $U_{BATT} \neq U_{D+}$. De combien est la chute de tension entre U_{BATT} et U_{D+} avec des consommateurs ?

De 3 à 4 volts.

En conclusion : une diode de puissance défectueuse peut se contrôler en comparant U_{D+} et U_{BATT}.

Relever, à l'aide de la chaîne d'acquisition REFLET, les renseignements demandés dans les tableaux suivants :

1er cas sans consommateur

Différentes phases	*Tension batterie (U_{BATT})*	*Témoin charge*	*Tension D+*	*Comparaison U_{BATT} / UD+ (<, >, ≈)*	*Justifier la réponse*
Contact position arrêt	*12,81*	*Eteint*	*0*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Contact position +APC	*12,71*	*Allumé*	*1,40*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Amorçage rotor	*12,67*	*Allumé*	*5,86*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Moteur tournant	*14,15*	*Eteint*	*14,36*	*UBATT ≈ UD+*	*Fonctionnement normal*

Moteur tournant 1 diode d'excitation défectueuse	*14,24*	*Allumé*	*12,20*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Moteur tournant 1 diode de puissance défectueuse	*14,08*	*Eteint*	*17,95*	*UBATT < UD+*	*UBATT < UD+*
Moteur tournant cavalier K retiré	*13,20*	*Eteint*	*14,50*	*UBATT < UD+*	*Résistance dans le circuit de puissance*
Moteur tournant cavalier C retiré	*13,20*	*Allumé*	*5,86*	*UBATT > UD+*	*Excitation du régulateur coupée*
Moteur tournant bouton poussoir appuyé	*17,50*	*Allumé*	*18,30*	*UBATT ≈ UD+*	*UD+ et UBATT supérieur à 14.1v*

2ème cas avec des consommateurs

Différentes phases	*Tension batterie (U_{BATT})*	*Témoin charge*	*Tension D+*	*Comparaison U_{BATT} / UD+ (<, >, ≈)*	*Justifier la réponse*
Contact position arrêt	*12,25*	*Allumé*	*0*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Contact position +APC	*12,22*	*Allumé*	*1,37*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Amorçage rotor	*12,21*	*Allumé*	*5,64*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Moteur tournant	*13,80*	*Eteint*	*14,05*	*UBATT ≈ UD+*	*Fonctionnement normal*
Moteur tournant 1 diode d'excitation défectueuse	*13,96*	*Allumé*	*12,84*	*UBATT > UD+*	*UBATT > UD+*
Moteur tournant 1 diode de puissance défectueuse	*13,30*	*Eteint*	*18,95*	*UBATT < UD+*	*UBATT < UD+*
Moteur tournant cavalier K retiré	*12,70*	*Eteint*	*14,42*	*UBATT < UD+*	*Résistance dans le circuit de puissance*
Moteur tournant cavalier C retiré	*12,30*	*Allumé*	*5.86*	*UBATT > UD+*	*Excitation du régulateur coupée*
Moteur tournant bouton poussoir appuyé	*16,5*	*Allumé*	*17,25*	*UBATT ≈ UD+*	*UD+ et UBATT supérieur à 14.1v*

2) Etude de l'alternateur avec le régulateur "multifonctions" (interrupteur est en position **A2**)

Si le régulateur choisi est bien en fonction sur la maquette, la Led verte doit être allumée.

Quelle est la particularité de ce régulateur par rapport au régulateur monofonction ?

Sur ce système, l'excitation du régulateur se fait par la borne "+", sur l'alternateur elle est repérée R+. Le témoin de charge est alimenté par un + accessoire.

Mesurer à l'aide de Reflet et d'un ampèremètre, la tension et l'intensité absorbée par le régulateur quand il conduit plein champ. En déduire la résistance du régulateur :

$$R \approx 6\Omega$$

Au niveau du cavalier G, quelle est la nature du signal envoyé dans le régulateur ?

Signal phase moteur tournant

Au niveau du cavalier H, quelle est la nature du signal envoyé dans le régulateur ?

Signal de référence

Conclusion : Contrairement au régulateur monofonction, le multifonction est alimenté par un + après contact et sa référence est faite par la sortie de puissance.

Relever, à l'aide de la chaîne d'acquisition REFLET, les renseignements demandés dans les tableaux suivants :

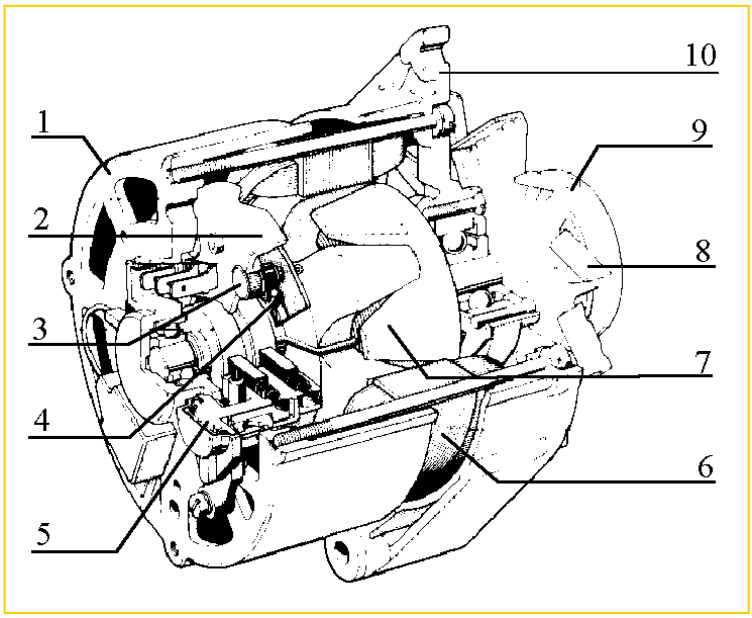
1er cas sans consommateur

Différentes phases	*Tension batterie (U_{BATT})*	*Tension R+*	*Comparaison U_{BATT} / UR+ (<, >, ≈)*	*Témoin charge*	*Justifier la réponse*
Contact position arrêt	*12,90*	*0*	*U_{BATT} > UR+*	*Eteint*	*Témoin éteint car le contact est coupé*
Contact position +APC	*12,70*	*12,40*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Témoin allumé car l'alternateur est à l'arrêt*
Amorçage rotor	*13,00*	*13,00*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Phase d'amorçage*
Moteur tournant	*14,50*	*14,50*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Fonctionnement normal*
Moteur tournant cavalier D retiré	*13,20*	*13,20*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Problème d'excitation*
Moteur tournant, bouton poussoir enfoncé	*> 15*	*> 15*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Le régulateur conduit plein champ*
Moteur tournant cavalier I retiré	*14,50*	*13,80*	*U_{BATT} > UR+*	*Eteint*	
Moteur tournant cavalier G retiré	*14,50*	*14,50*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Absence information moteur tournant*
Moteur tournant cavalier H retiré	*> 15*	*> 15*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Référence absente : le régulateur conduit plein champ*
Moteur tournant cavalier F retiré	*14,50*	*14,50*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Problème de puissance, contrôler UB+ > U_{BATT}*
Moteur tournant cavalier K retiré	*13,60*	*13,60*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Référence absente : le régulateur conduit plein champ*

2ème cas avec des consommateurs

Différentes phases	*Tension batterie (U_{BATT})*	*Tension R+*	*Comparaison U_{BATT} / UR+ (<, >, ≈)*	*Témoin charge*	*Justifier la réponse*
Contact position arrêt	*12,20*	*0*	*U_{BATT} > UR+*	*Eteint*	*Témoin éteint car le contact est coupé*
Contact position +APC	*12,10*	*11,90*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Témoin allumé car l'alternateur est à l'arrêt*
Amorçage rotor	*12,20*	*12,20*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Phase d'amorçage*
Moteur tournant	*14*	*14*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Fonctionnement normal*
Moteur tournant cavalier D retiré	*12,80*	*12,80*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Problème d'excitation*
Moteur tournant, bouton poussoir enfoncé	*> 15*	*> 15*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Le régulateur conduit plein champ*
Moteur tournant cavalier I retiré	*14,50*	*13,80*	*U_{BATT} > UR+*	*Eteint*	
Moteur tournant cavalier G retiré	*14,50*	*14,50*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Allumé*	*Absence information moteur tournant*
Moteur tournant cavalier H retiré	*> 15*	*> 15*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Référence absente : le régulateur conduit plein champ*
Moteur tournant cavalier F retiré	*13,90*	*13,90*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Problème de puissance, contrôler UB+ > U_{BATT}*
Moteur tournant cavalier K retiré	*12,90*	*12,90*	*U_{BATT} ≈ UR+*	*Eteint*	*Référence absente : le régulateur conduit plein champ*

3) Composants de l'alternateur à rotor à griffes :



Attribuer les numéros de légende aux bonnes définitions :

6 : stator à enroulement triphasé
1 : flasque côté bagues
7 : rotor à pôle à griffe
9 : poulie
3 : diode de puissance
2 : refroidisseur du redresseur
4 : diode d'excitation
5 : régulateur à transistors
8 : ventilateur
10 : flasque côté entraînement avec brides de fixation

DECLARATION CE DE CONFORMITE

Par cette déclaration de conformité dans le sens de la Directive sur la compatibilité électromagnétique 2004/108/CE, la société :

ANNECY ELECTRONIQUE S.A.S.
Parc Altaïs – 1, rue Callisto
F74650 CHAVANOD

Déclare que le produit suivant :

Marque	Modèle	Désignation
EXXOTEST	MT-4002V et MT-4002 RV	MAQUETTE DIDACTIQUE : Circuits de Charge, Démarrage et Pré-Post chauffage

I - a été fabriqué conformément aux exigences des directives européennes suivantes :

- Directive Basse tension 2006/95/CE du 12 décembre 2006
- Directive Machines Outils 98/37/CE du 22 juin 1998
- Directive Compatibilité Electromagnétique 2004/108/CE du 15 décembre 2004

et satisfait aux exigences de la norme suivante :

- NF EN 61326-1 de 07/1997 +A1 de 10/1998 +A2 de 09/2001
- Matériels électriques de mesures, de commande et de laboratoire, prescriptions relatives à la C.E.M.

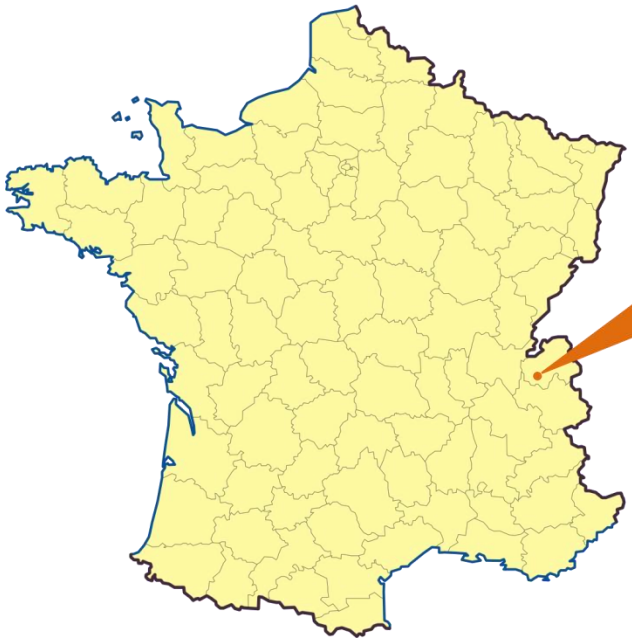
II - a été fabriqué conformément aux exigences des directives européennes dans la conception des EEE et dans la Gestion de leurs déchets DEEE dans l'U.E. :

- Directive 2002/96/CE du 27 janvier 2003 relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques
- Directive 2002/95/CE du 27 janvier 2003 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques.

Fait à Saint-Jorioz, le 24 juillet 2007

Le Président, Stéphane SORLIN

Latitude : 45° 53’ 49” / Longitude : 6° 4’ 57”



Visitez notre site *www.exxotest.com* !!

Ce dossier est disponible dans l’espace téléchargement.

Inscrivez-vous !

Notice Originale

Document n° 00221847-v5

ANNECY ELECTRONIQUE, créateur et fabricant de matériel : Exxotest et Navylec.
Parc Altaïs - 1 rue Callisto - F 74650 CHAVANOD - Tel : 33 (0)4 50 02 34 34 - Fax : 33 (0)4 50 68 58 93
S.A.S. au Capital de 276 000€ - RC ANNECY 80 B 243 - SIRET 320 140 619 00042 - APE 2651B - N° TVA FR 37 320 140 619
ISO 9001 : 2008 N° FQA 4000142 par L.R.Q.A.