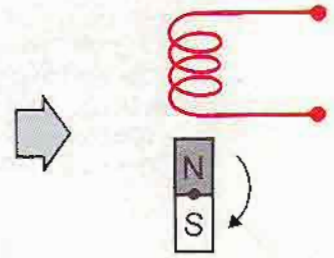


XV L'ALTERNATEUR

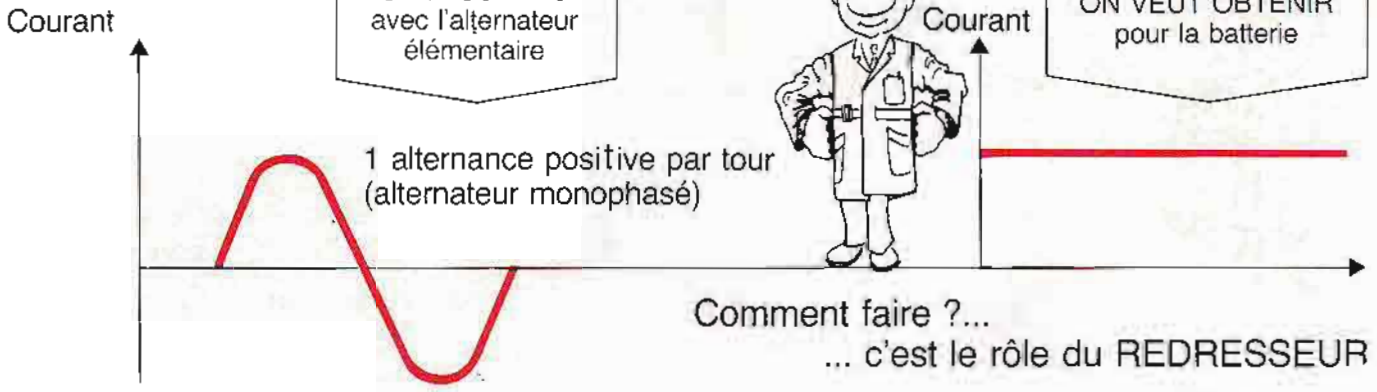
1 - L'ALTERNATEUR MONOPHASÉ ÉLÉMENTAIRE

Nous savons que l'alternateur est basé sur le principe d'un champ magnétique tournant devant un conducteur fixe
L'ALTERNATEUR ÉLÉMENTAIRE EST CONSTITUÉ D'UN BOBINAGE FIXE ET D'UN AIMANT TOURNANT



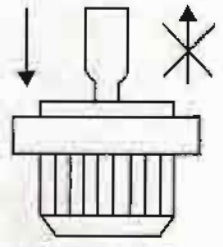
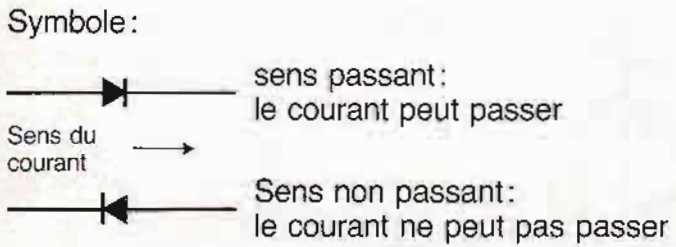
ON A OBTENU avec l'alternateur élémentaire

ON VEUT OBTENIR pour la batterie

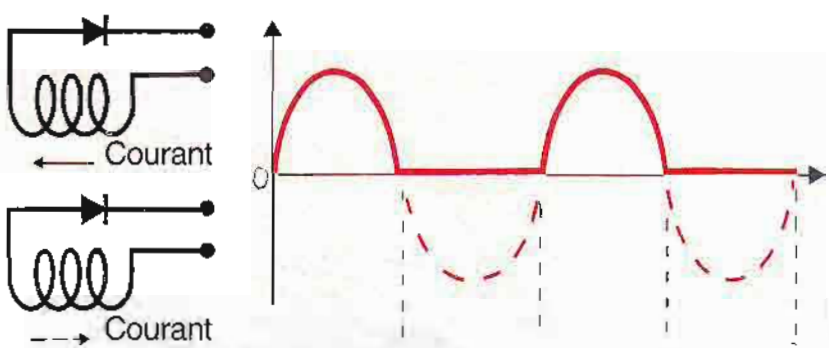


LE REDRESSEUR DE L'ALTERNATEUR ÉLÉMENTAIRE EST BASÉ SUR L'UTILISATION DE DIODES

DIODE: Élément électronique qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens.

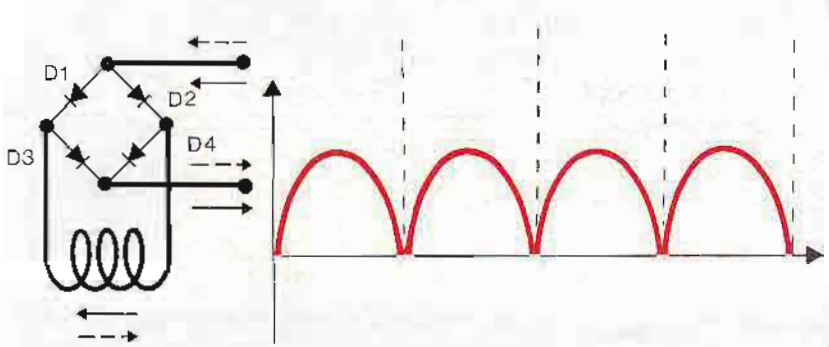


1^{er} MONTAGE: UTILISATION DE 1 DIODE



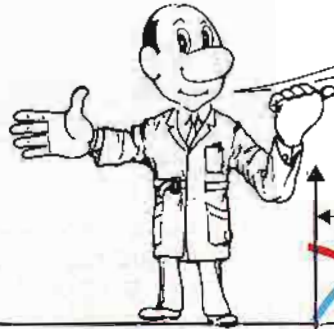
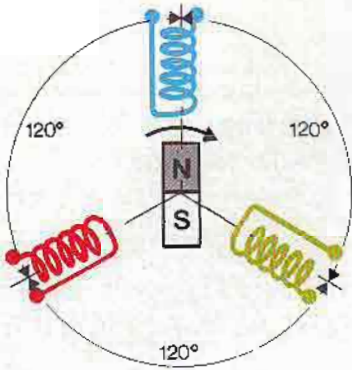
Si le courant délivré par le bobinage est dans le sens passant (—) de la diode, les alternances correspondantes sont récupérées aux bornes du circuit. Si le courant est dans le sens non passant (- - -) de la diode les alternances correspondantes ne sont pas récupérées aux bornes du circuit.

2^e MONTAGE: UTILISATION DE 4 DIODES « en pont »

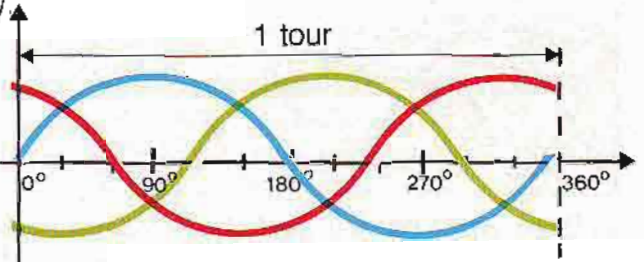


Si le courant délivré par le bobinage est dans le sens (—), il sort par la diode D3, et revient au bobinage par la diode D2. Si le courant est dans le sens inverse (- - -), il sort par la diode D4 et revient au bobinage par la diode D1. Ainsi le courant est toujours dans le même sens aux bornes du circuit: il est redressé puisque toutes les alternances sont récupérées et sont de même sens.

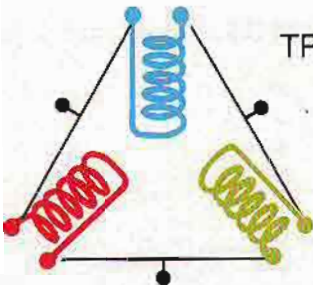
2 - L'ALTERNATEUR TRIPHASÉ ÉLÉMENTAIRE



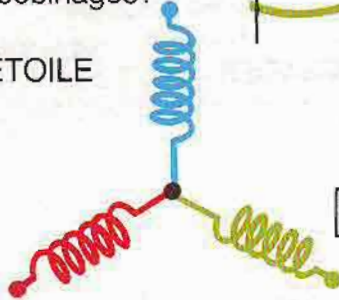
Il est constitué d'un aimant et de 3 bobinages répartis à 120°. Nous obtenons ainsi 6 alternances par tour de rotation de l'aimant



Il y a 2 types de branchement des bobinages :



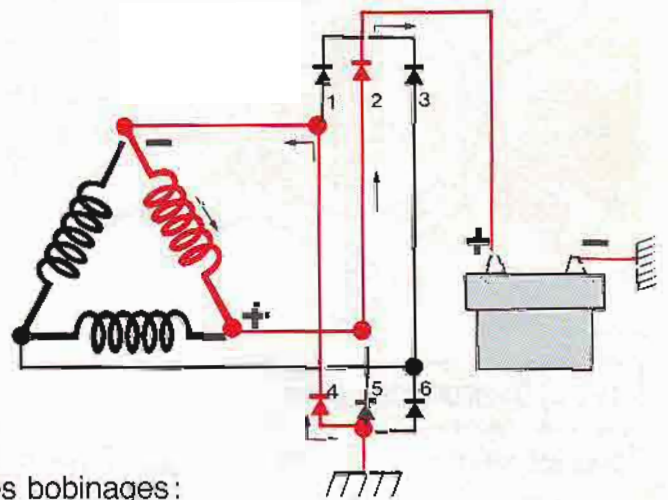
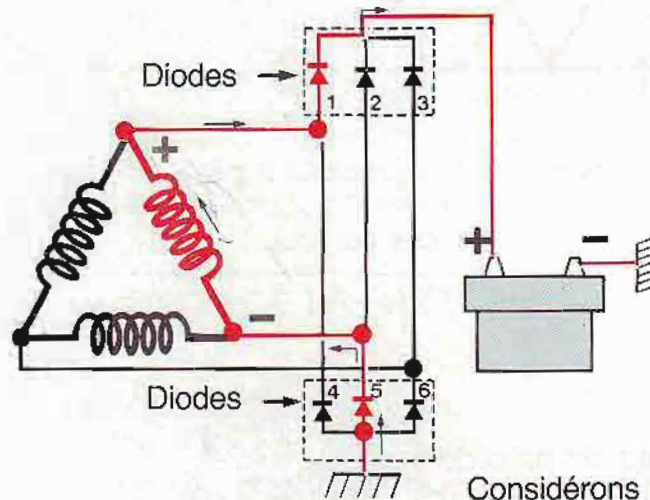
TRIANGLE et ÉTOILE



Représentation schématique



LE REDRESSEUR DE L'ALTERNATEUR TRIPHASÉ EST BASÉ SUR UN « PONT » DE 6 DIODES*

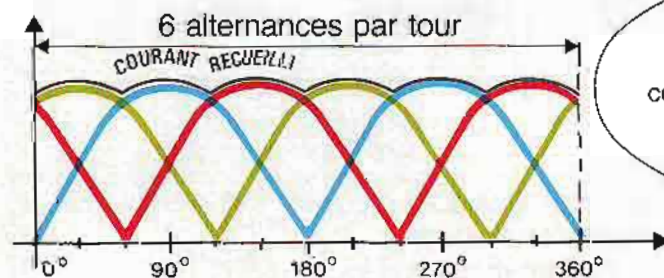


Considérons un des bobinages :

Quand la tension est dans le sens ci-dessus le courant sort par la diode 1, alimente la batterie et revient au bobinage par la masse et la diode 5.

Quand la tension s'inverse dans le bobinage le courant sort par la diode 2 et revient par la masse et la diode 4. Mais dans la batterie le sens de circulation n'a pas changé.

... le fonctionnement est analogue pour les deux autres bobinages.



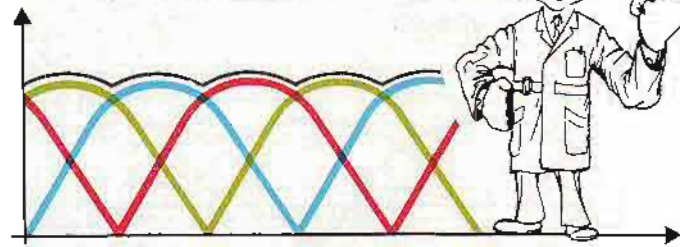
Nous avons récupéré 6 alternances positives par tour, mais le courant obtenu constitué par les crêtes des alternances est encore ondulé, surtout pour un faible régime de rotation



* Sur les alternateurs récents, le pont de 6 diodes est généralement d'une seule pièce.

3 - AMÉLIORATION DE L'ALTERNATEUR TRIPHASÉ ÉLÉMENTAIRE

Nous avons
2 possibilités pour obtenir
un courant moins
ondulé

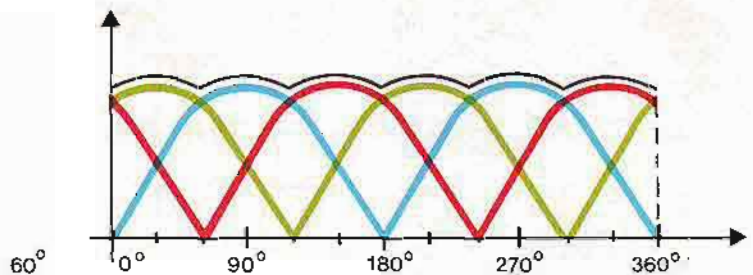
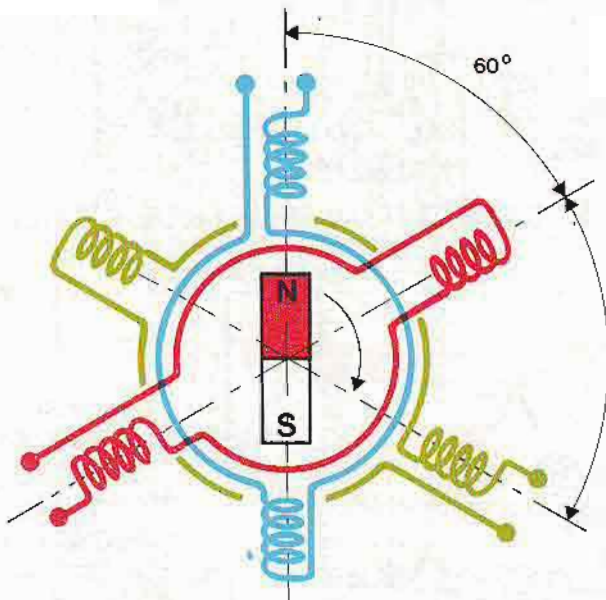


Faire tourner l'aimant plus vite; toutefois on sera limité par les très hauts régimes.

Augmenter le nombre des bobinages; toutefois on sera limité par l'encombrement de l'alternateur.

... Examinons ce que peut donner cette dernière solution.

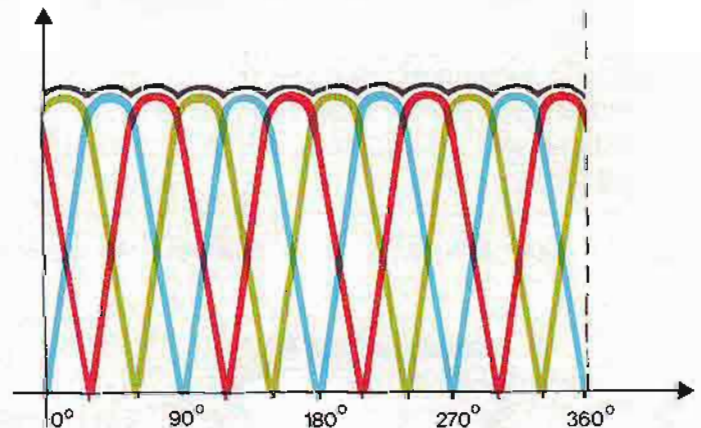
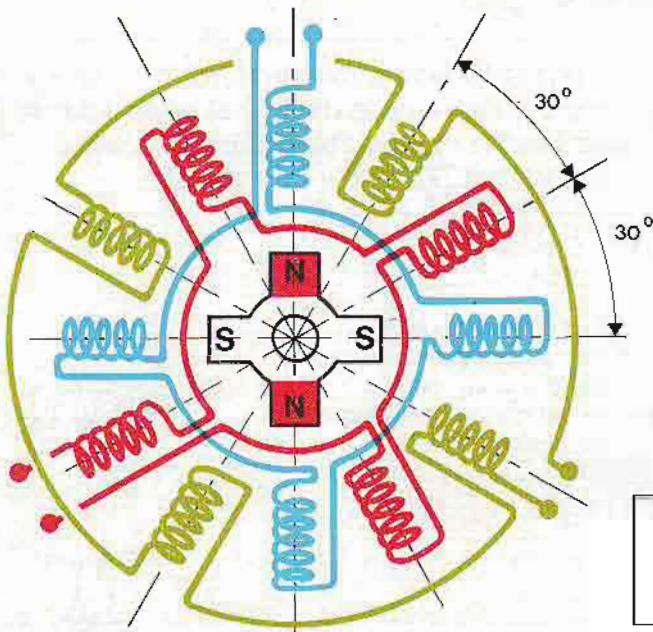
1^{re} AMÉLIORATION: 1 AIMANT, 6 BOBINAGES



Les 6 bobinages sont groupés 2 par 2 en série: leurs courants s'ajoutent 2 à 2, mais il n'y a toujours que 6 alternances par tour.

2^e AMÉLIORATION: 2 AIMANTS, 12 BOBINAGES

Tous les éléments sont multipliés par 2 par rapport au cas précédent

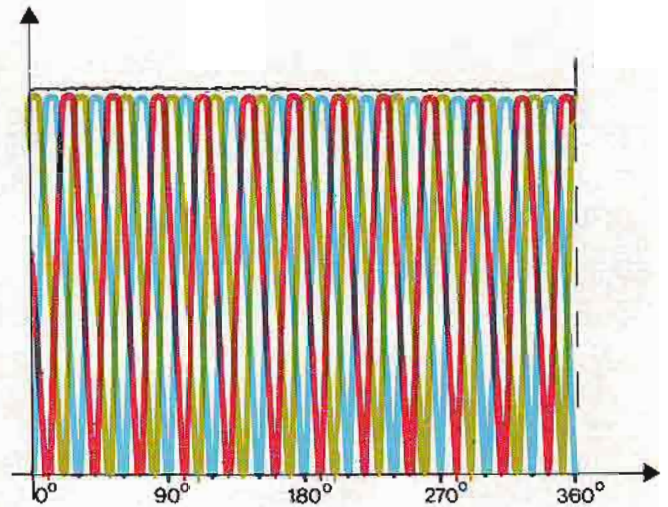
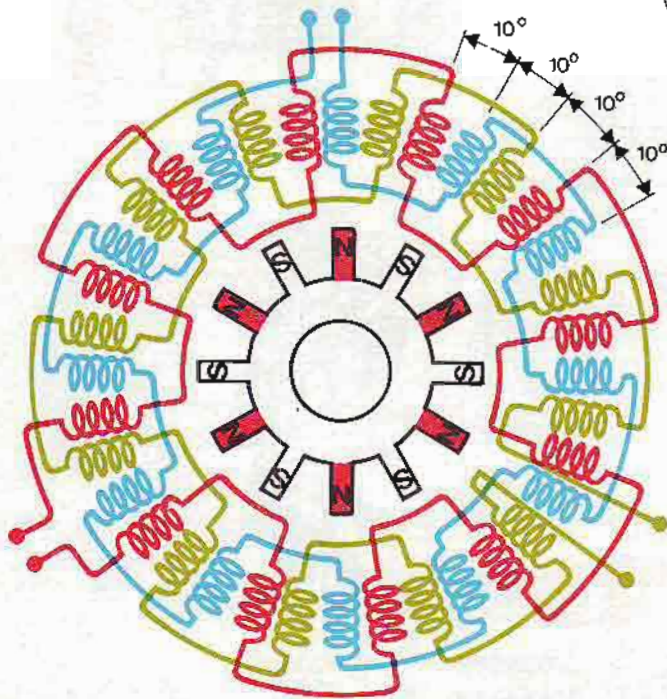


Les 12 bobinages sont groupés 4 par 4 en série: leurs courants s'ajoutent. Il y a 12 alternances par tour.

4 - RÉALISATION DE L'ALTERNATEUR TRIPHASÉ

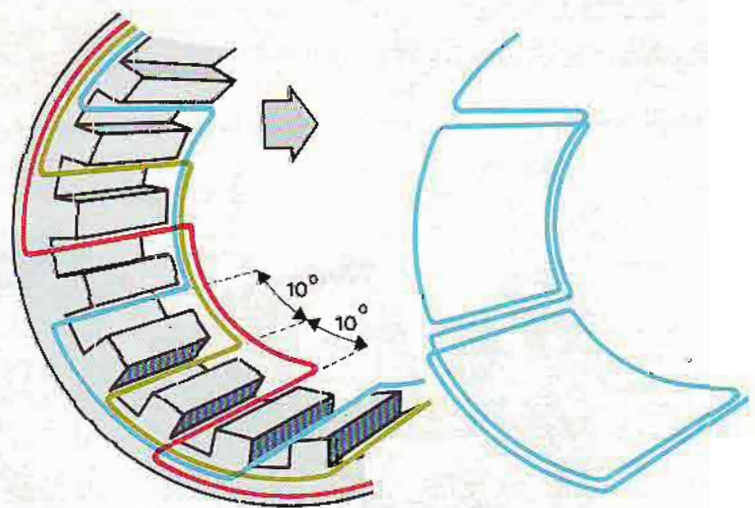
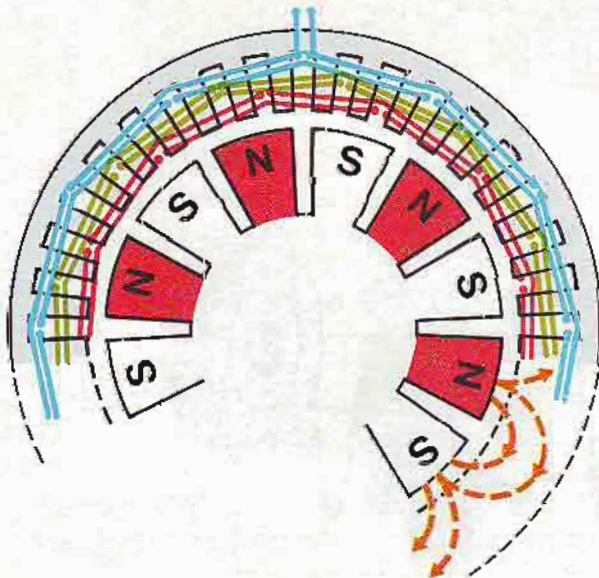


Le nombre des éléments est à nouveau multiplié par 3
 — 6 aimants
 — 36 bobinages



- Les bobinages sont en 3 groupes: chacun dispose de 12 bobinages en série.
- Chaque bobinage est enroulé en sens inverse de ses voisins afin que leurs courants s'ajoutent puisque si l'un est sous l'influence d'un pôle N, les autres sont sous celle d'un pôle S.
- Il en résulte un courant important et très peu ondulé.
- On a obtenu 36 alternances par tour.

RÉALISATION DE L'INDUIT OU STATOR

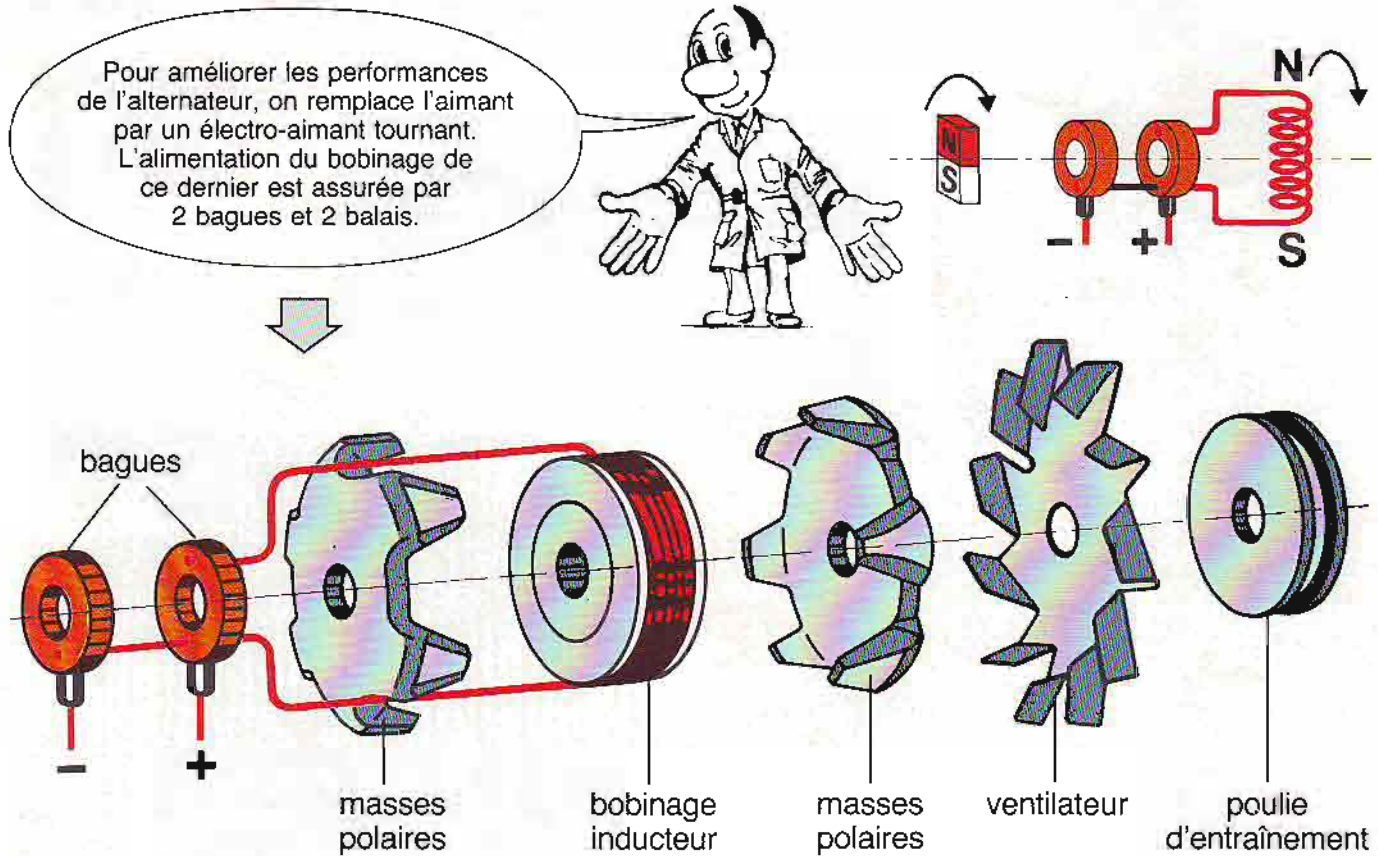


Enchevêtrement des 3 bobinages

Réalisation d'un bobinage

- L'ensemble des bobinages est porté par une carcasse en fer doux, feuilletée et se trouve en permanence sous l'influence des champs magnétiques des pôles.
- Chaque bobinage comporte plusieurs tours d'enroulement sur la carcasse et est décalé de 10° par rapport à ses voisins immédiats.

RÉALISATION DE L'INDUCTEUR OU ROTOR

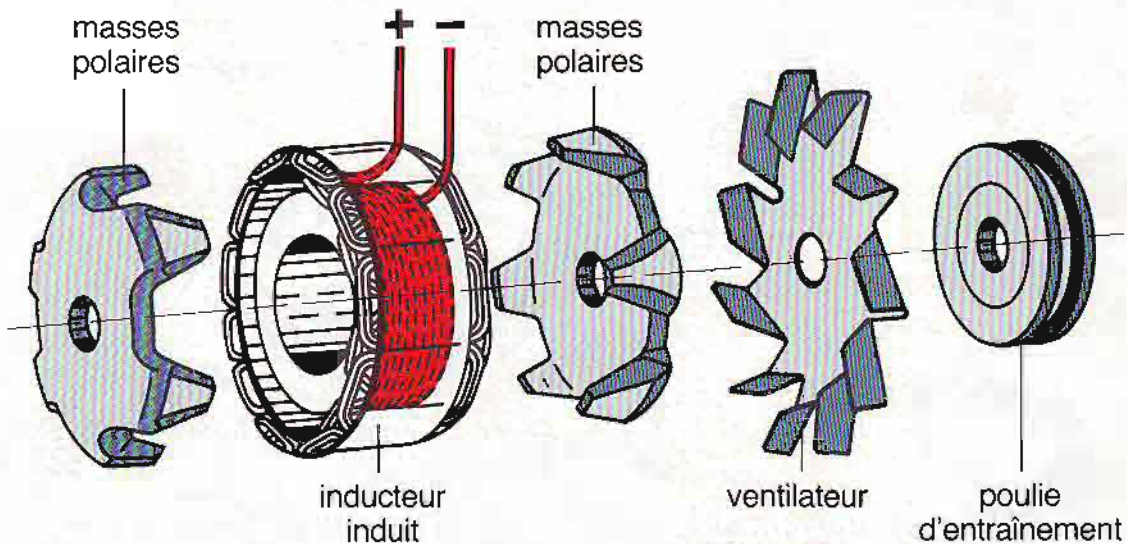


L'électro-aimant est réalisé à l'aide d'un bobinage et de deux masses polaires comportant 6 griffes chacune. Ces masses polaires enserrant le bobinage inducteur alimenté par la batterie.

NOTA: il est à remarquer que le rotor ne possède pas de rémanence: l'alternateur ne pourra pas débiter sans courant d'excitation.

L'ENSEMBLE ROTOR + STATOR EST ENFERMÉ DANS UNE CARCASSE EN ALUMINIUM

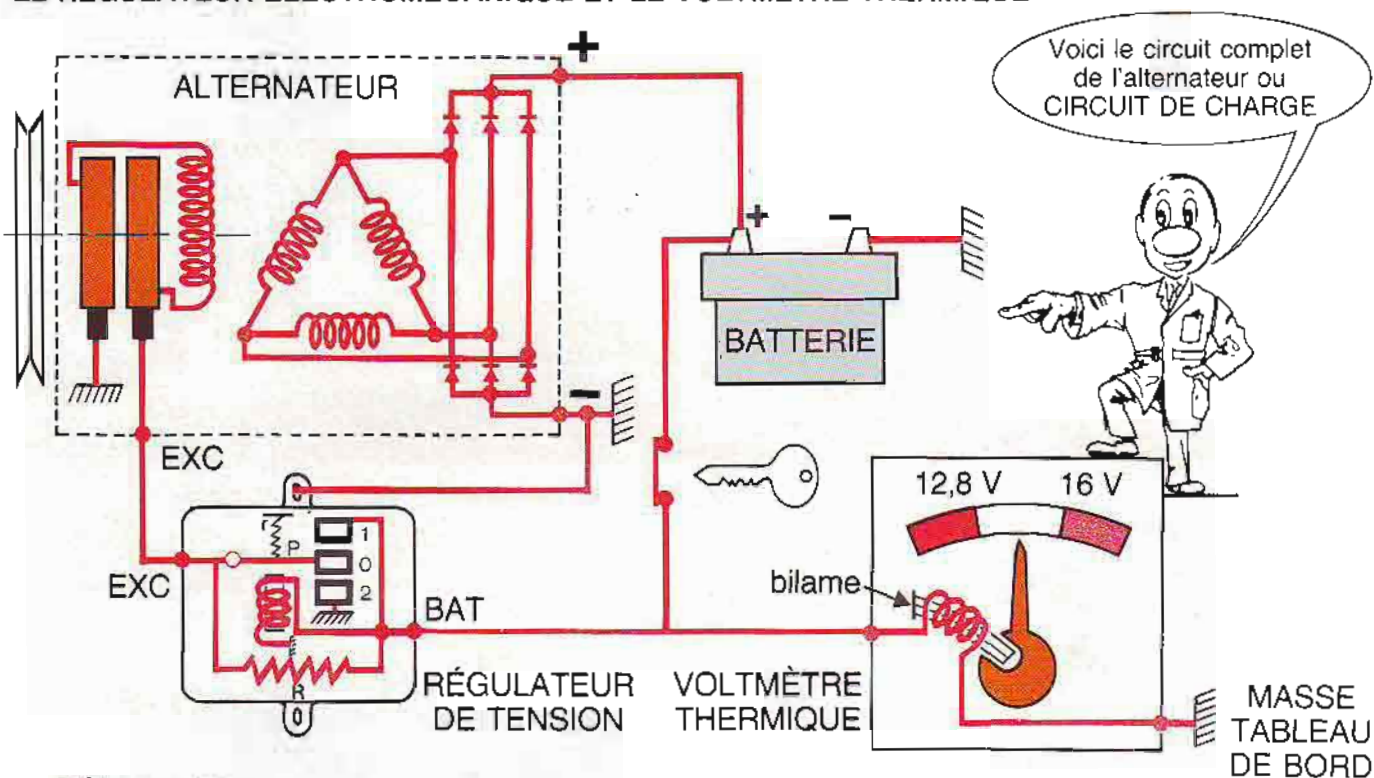
CAS PARTICULIER: ROTOR SANS BALAIS



Le bobinage inducteur, fixé à la carcasse, est supporté par elle, les masses polaires venant toujours l'enserrer de chaque côté.

5 - LA RÉGULATION ET LE CIRCUIT DE CHARGE

LE RÉGULATEUR ÉLECTROMÉCANIQUE ET LE VOLTMÈTRE THERMIQUE



LA RÉGULATION

Pourquoi ?

- Elle est indispensable : plus le rotor tourne vite, plus la tension débitée est élevée.
- Le stator est auto-limiteur d'intensité : au régime maxi du moteur, il est conçu pour être à saturation.

Comment ?

En agissant sur le circuit d'excitation à l'aide d'un REGULATEUR DE TENSION, lui-même commandé par la tension de la batterie.

LE RÉGULATEUR DE TENSION

- Il est en général à 2 étages : son fonctionnement se fait en 3 temps :
 - 1^{er} temps : la tension batterie est faible (inférieure à 13,8 V)
la palette P, attirée par le ressort r est en position (1)
la tension batterie alimente directement le circuit d'excitation
 - 2^e temps : la tension batterie augmente
le bobinage attire la palette P en position (O)
la tension batterie alimente le circuit d'excitation à travers la résistance R : il en résulte une tension d'excitation plus faible.
 - 3^e temps : la tension batterie augmente encore et dépasse 14,8 V
le bobinage attire la palette P en position (2)
le circuit d'excitation est coupé, la tension batterie chute et le cycle reprend.
- En fonctionnement, la palette vibrera entre les 3 positions 0, 1, 2 : c'est un régulateur vibrant.
- Pour étalonner l'appareil, le fabricant dispose généralement d'autres résistances en parallèle avec R.

LE VOLTMÈTRE THERMIQUE (voir principe du bilame p.67)

Il est placé sur le tableau de bord et indique la tension aux bornes de la batterie.
Il est composé d'un bilame réchauffé par un bobinage qui est alimenté par la batterie. Le bilame commande le déplacement de l'aiguille.

LE RÉGULATEUR ÉLECTRONIQUE ET LE TÉMOIN DE CHARGE

Pour comprendre son principe, il est nécessaire d'examiner, très simplement, 2 éléments électroniques : la diode ZENER et LE TRANSISTOR.



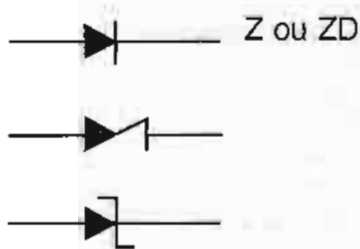
LA DIODE ZENER

Montée dans un sens, elle laisse passer le courant.

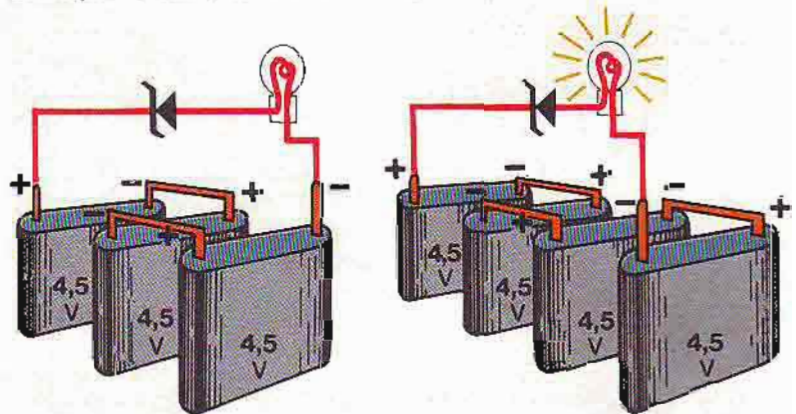
Montée dans l'autre sens :

- elle ne laisse pas passer le courant pour une tension faible
- si la tension augmente, à partir d'un certain seuil, elle laisse passer tout le courant : C'EST L'EFFET ZENER.

Symbole :



Exemple d'effet de Zener : Diode ayant un seuil de 15 V



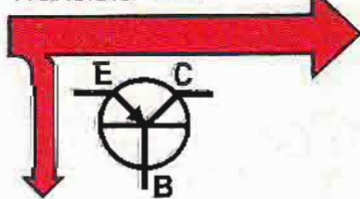
LE TRANSISTOR

C'est un élément électronique comportant 3 parties :

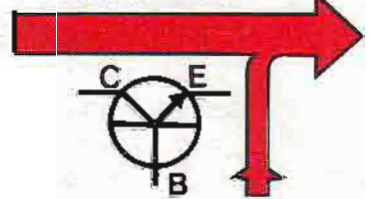
- LA BASE (B)
- L'ÉMETTEUR (E)
- LE COLLECTEUR (C)

Il existe 2 types de transistor
le transistor PNP (composé de 3 plaquettes : 2 positives P et une négative N)
le transistor NPN (composé de 3 plaquettes : 2 négatives N et une positive P)

Transistor PNP



Transistor NPN



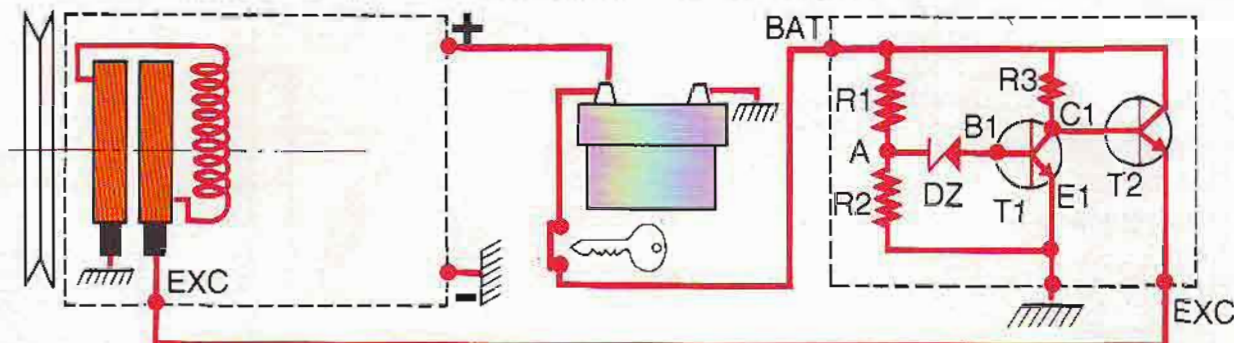
QUE FONT LES TRANSISTORS ?



Le transistor permet pour une faible différence de potentiel entre Emetteur et Base (cas du transistor PNP) ou entre Base et Emetteur (cas du transistor NPN) de commander un fort courant entre Emetteur et Collecteur, (PNP) ou entre Collecteur et Emetteur (NPN). Le fort courant entre Emetteur et Collecteur cessera, dès que cessera la faible différence de potentiel ou « tension de commande ».

- UN TRANSISTOR NE PEUT FONCTIONNER QU'EN TENSION CONTINUE FAIBLE
- IL SE COMPORTE COMME UN RELAIS

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU RÉGULATEUR ÉLECTRONIQUE



Il repose sur l'effet Zener (diode DZ) utilisé pour commander 2 transistors :

- un transistor de commande T1
- un transistor de puissance T2

Les résistances R1 et R2 définissent la tension faisant fonctionner le régulateur

Deux cas de figure sont à considérer:

La tension batterie est trop faible :

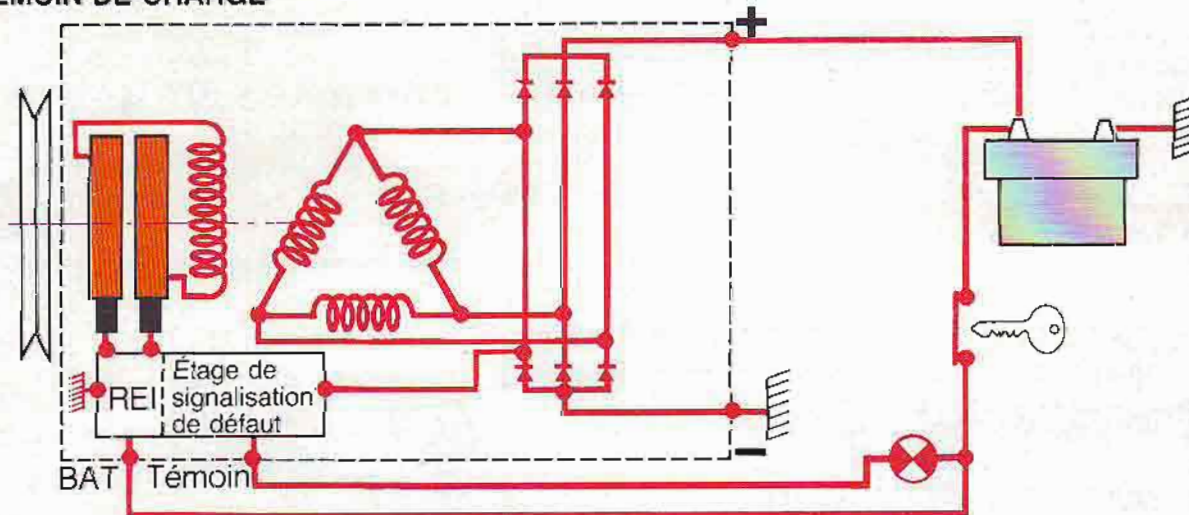
- La tension au point A est trop faible et la diode DZ n'est pas passante (seuil d'effet Zener non atteint).
- La tension à la base du transistor T1 est nulle et T1 est bloqué.
- De ce fait, le point C1 est à une tension suffisante pour rendre le transistor T2 passant.
- L'excitation est alors maximale et l'alternateur charge la batterie.

La tension batterie est trop forte :

- Au point A, la tension de seuil de la diode DZ est dépassée.
- La base de T1 est positive et T1 devient passant.
- La tension en C1 devient faible et est insuffisante pour commander T2 qui est alors bloqué.
- L'excitation se trouve coupée et l'alternateur ne charge plus la batterie.
- ... et le cycle recommence

Ce type de régulateur est généralement intégré à l'alternateur, d'où l'appellation de « REI » : Régulateur Electronique Incorporé.

LE TÉMOIN DE CHARGE



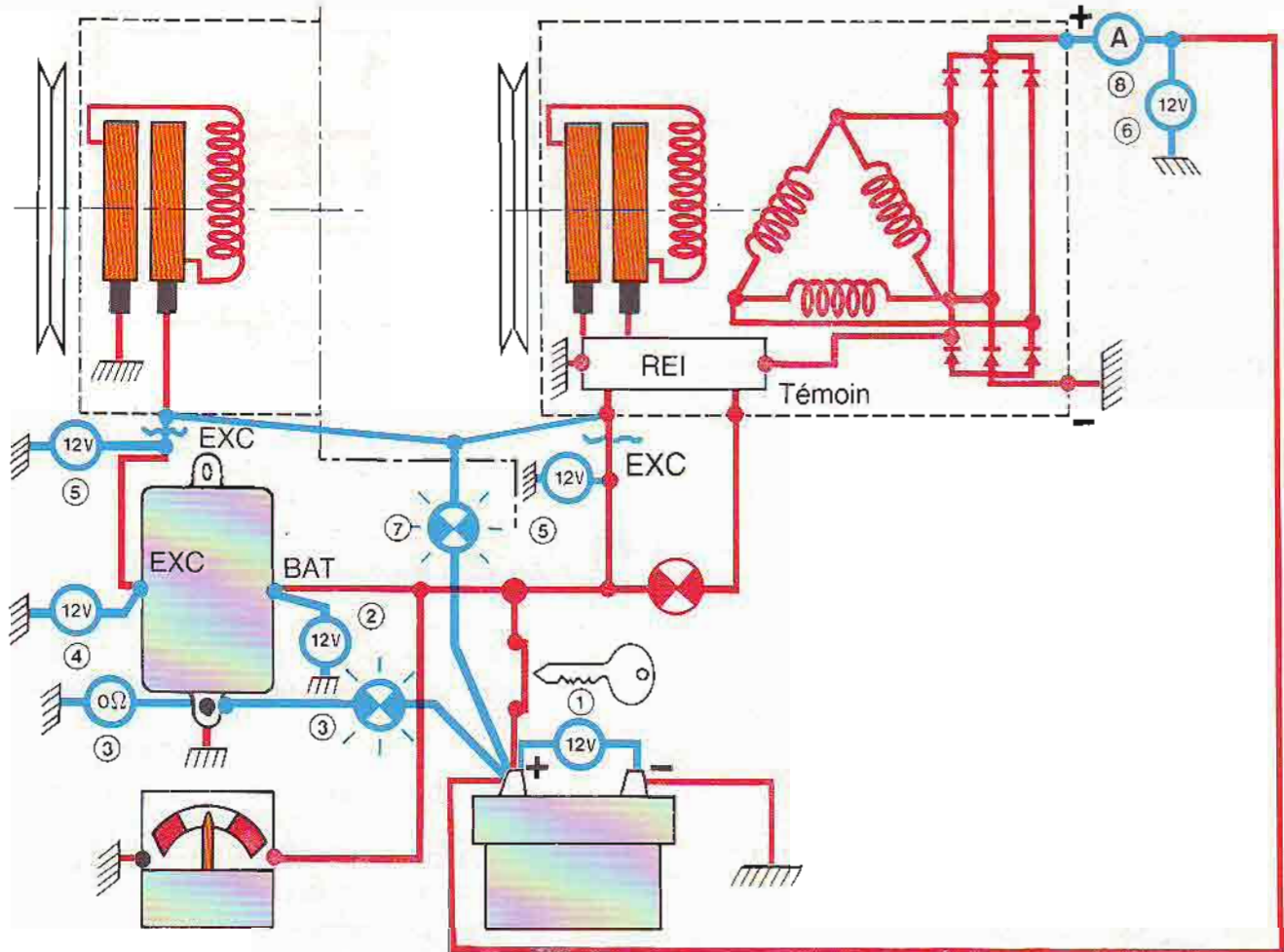
— La mise à la masse du témoin de charge est faite par l'étage « signalisation de défaut » qui est incorporé au régulateur électronique.

— Ce dernier est commandé par une des 3 phases de l'alternateur :

- alternateur arrêté, le témoin est allumé
- alternateur tournant, mais avec défaut, le témoin est allumé.

NOTA : Il existe des montages avec régulateur électronique extérieur à l'alternateur, le contrôle du circuit de charge étant effectué par un voltmètre thermique.

6 - LES CONTRÔLES DU CIRCUIT DE CHARGE (externes à l'alternateur)



CONTRÔLES PRÉLIMINAIRES

- COURROIE : état et tension
- CIRCUIT DE CHARGE : examen du câblage

CONTRÔLES, MOTEUR À L'ARRÊT, AVEC CONTACT

- BATTERIE : tension ————— ① Le défaut peut être dû à la batterie
- RÉGULATEUR EXTÉRIEUR
 - arrivée du + à la borne BAT ————— ②
 - mise à la masse ————— ③
 - sortie du + à la borne EXC ————— ④ incorrecte : régulateur défectueux
- ALTERNATEUR
 - arrivée du + à la borne EXC ————— ⑤
 - liaison avec + BAT ————— ⑥
 - Contrôle du circuit d'excitation ————— ⑦ après débranchement de l'excitation

CONTRÔLES MOTEUR TOURNANT

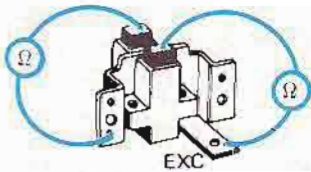
- BATTERIE : tension au ralenti et à l'accélération — ①
 - $13,8 \text{ V} < U < 14,8 \text{ V} \rightarrow$ alternateur et régulateur bons en tension
 - $U > 14,8 \text{ V} \rightarrow$ régulateur défectueux
 - $U < 13,8 \text{ V} \rightarrow$ alternateur et régulateur mauvais en tension
- ALTERNATEUR : débit ————— ⑧
 - à 800 tr/mn : débit mini 10 A
 - à 2 500 tr/mn son débit doit augmenter au fur et à mesure qu'on augmente le nombre des consommateurs branchés.

7 - LES CONTRÔLES INTERNES DE L'ALTERNATEUR

Ils sont à effectuer à 4 niveaux :
— LES BALAIS et PORTE-BALAIS
— LE ROTOR
— LE STATOR
— LES DIODES
on utilise un ohmmètre et une lampe témoin



LES BALAIS ET PORTE-BALAIS

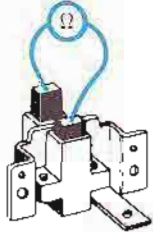


CONTRÔLES DE CONTINUITÉ

- entre le balai positif et la borne d'excitation
- entre le balai négatif et la masse du porte-balais

Dans les 2 cas

- si $R = 0$: bon
- Si $R \neq 0$: mauvais

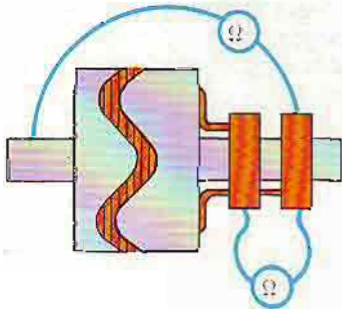


CONTRÔLE DE L'ISOLEMENT DES BALAIS

- Si $R = \infty$: bon
- Si $R \neq \infty$: mauvais

CONTRÔLE DU COULISSEMENT ET DE L'ÉTAT DES BALAIS

LE ROTOR



CONTRÔLE DE L'ISOLEMENT ENTRE BOBINAGE ET MASSE

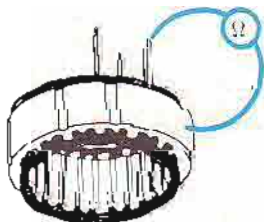
- Si $R = \infty$: bon
- Si $R \neq \infty$: mauvais

CONTRÔLE DE LA RÉSISTANCE DU BOBINAGE

- Si $R = 5 \pm 2 \Omega$: bon
- Si R est faible : mauvais (court-circuit)
- Si R est grand : mauvais (coupure)

CONTRÔLE DE L'ÉTAT DES BAGUES

LE STATOR



CONTRÔLE DE L'ISOLEMENT ENTRE CHAQUE BOBINAGE ET LA CARCASSE

- Si $R = \infty$: bon
- Si $R \neq \infty$: mauvais

CONTRÔLE VISUEL DE L'ÉTAT DES BOBINAGES :

un court-circuit même partiel fait apparaître une couleur et une odeur très caractéristiques.

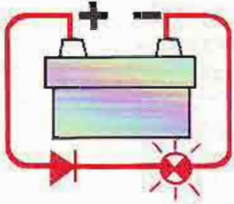
LES DIODES

Correctes: elles ne laissent passer le courant que dans un sens

Coupées: elles arrêtent le courant dans les 2 sens

En court-circuit: elles laissent passer le courant dans les 2 sens

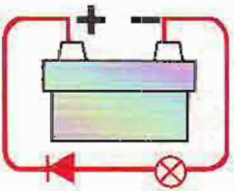
Diode débranchée:



— Le contrôle s'effectue avec une lampe témoin et une batterie

— Si une diode est coupée:

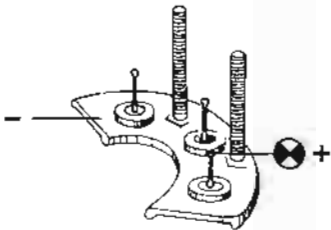
- la lampe ne s'allume pas quel que soit le branchement (ou $R = \infty$)
- le débit de l'alternateur chutera d'environ 8 A



— Si une diode est en court-circuit:

- la lampe s'allume quel que soit le branchement (ou $R > 0$)
- le débit de l'alternateur est limité à 10 A et de plus l'alternateur «grogne»

Diodes branchées:



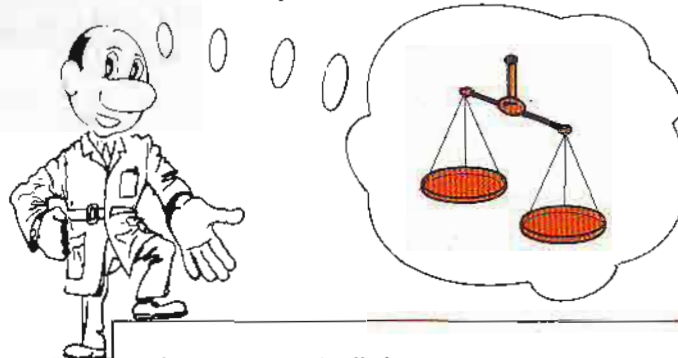
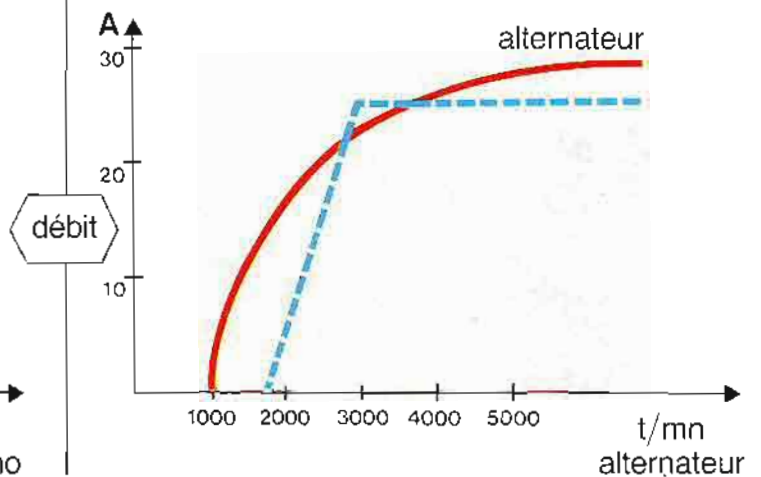
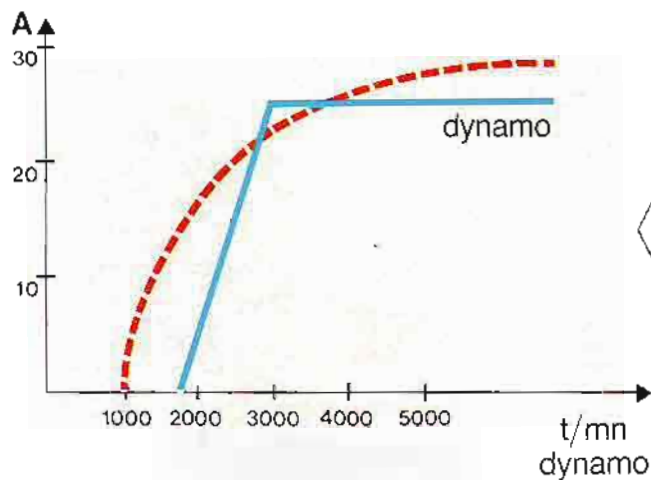
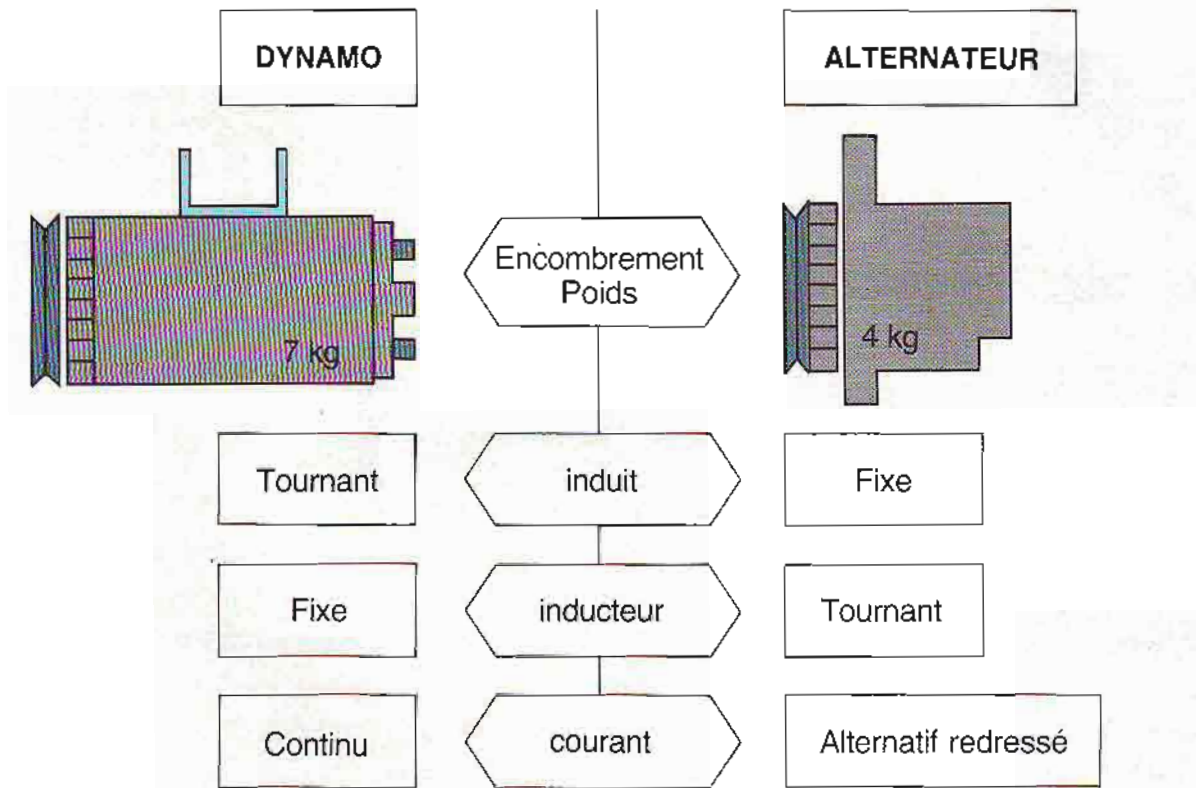
Brancher la lampe témoin entre une diode et le porte-diode:

- Si la lampe s'allume dans les 2 sens, une ou plusieurs diodes sont en court-circuit
- Si la lampe ne s'allume pas, les 3 diodes sont coupées (on ne peut pas, dans ce cas, déceler 1 ou 2 diodes coupées).

8 - LES PRÉCAUTIONS LORS DES MANIPULATIONS

- Ne jamais mettre à la masse la borne excitation du régulateur ou de l'alternateur
- Ne jamais débrancher la batterie ou le régulateur quand l'alternateur tourne
- Ne jamais déposer l'alternateur sans avoir débranché la batterie
- Ne jamais intervertir les fils du régulateur (les cosses sont généralement différentes)
- Ne jamais faire fonctionner le régulateur sans sa liaison avec la masse.

8 - COMPARAISON ENTRE DYNAMO ET ALTERNATEUR



Avantages de l'alternateur

- il débite, le moteur étant au ralenti
- sa vitesse maxi est plus élevée
- le courant passant par les balais est faible (meilleure fiabilité)
- sens de rotation indifférent sur le plan électrique.