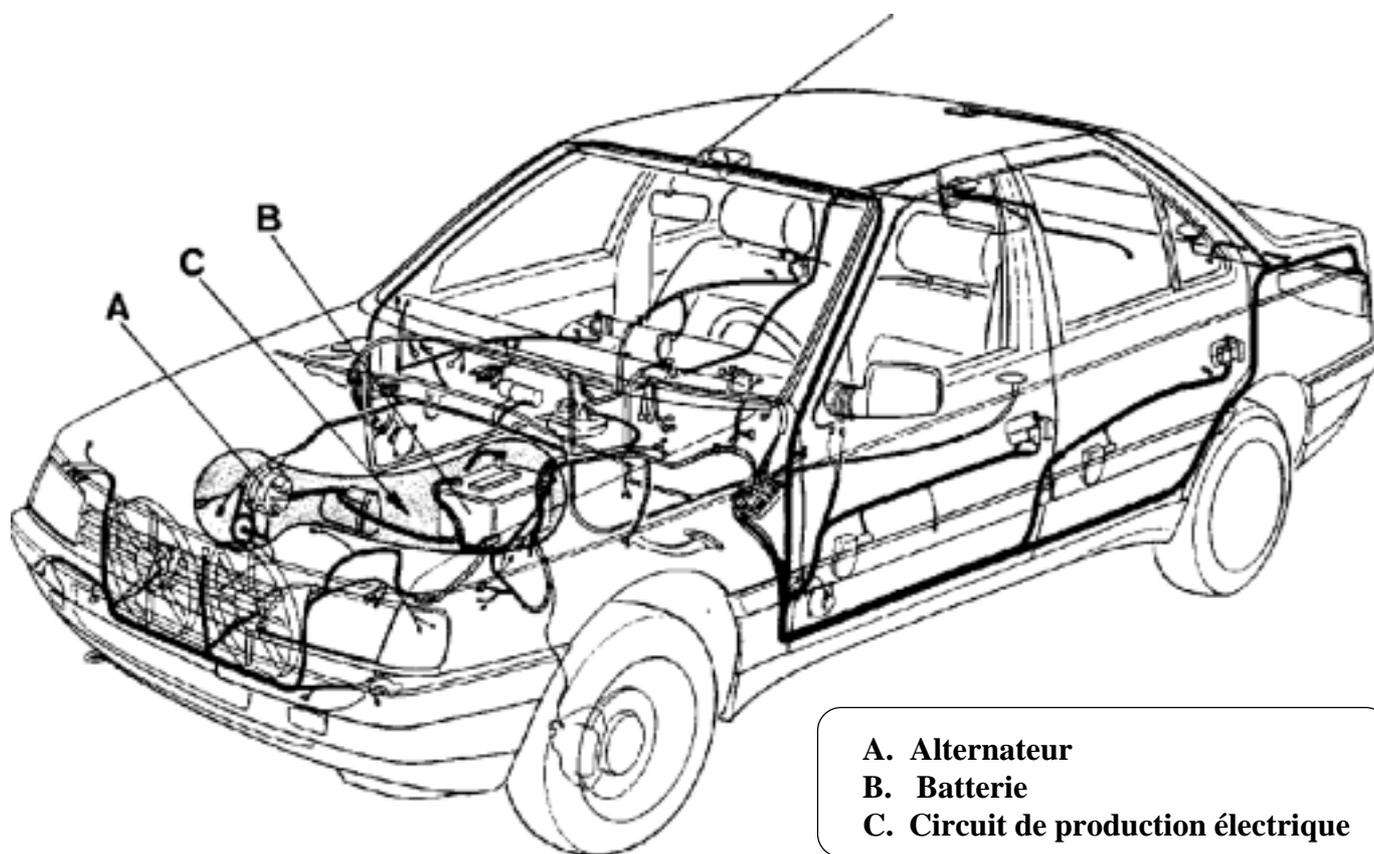


LE CIRCUIT DE CHARGE

PROBLÈME POSÉ

Les véhicules automobiles modernes sont maintenant équipés de circuits électriques et électroniques aussi variés que nombreux. Il est donc nécessaire de disposer d'une source d'énergie électrique embarquée et autonome, mais également d'un dispositif de production de courant faisant face à la consommation permanente d'électricité. Fonction dévolue autrefois à une DYNAMO, ce travail est à présent confié à un ALTERNATEUR, qui présente de nombreux avantages : plus léger, moins encombrant, il est surtout bien plus performant. Quant à la batterie, bien qu'ayant évolué au fil du temps, elle reste le maillon faible du système.

MISE EN SITUATION

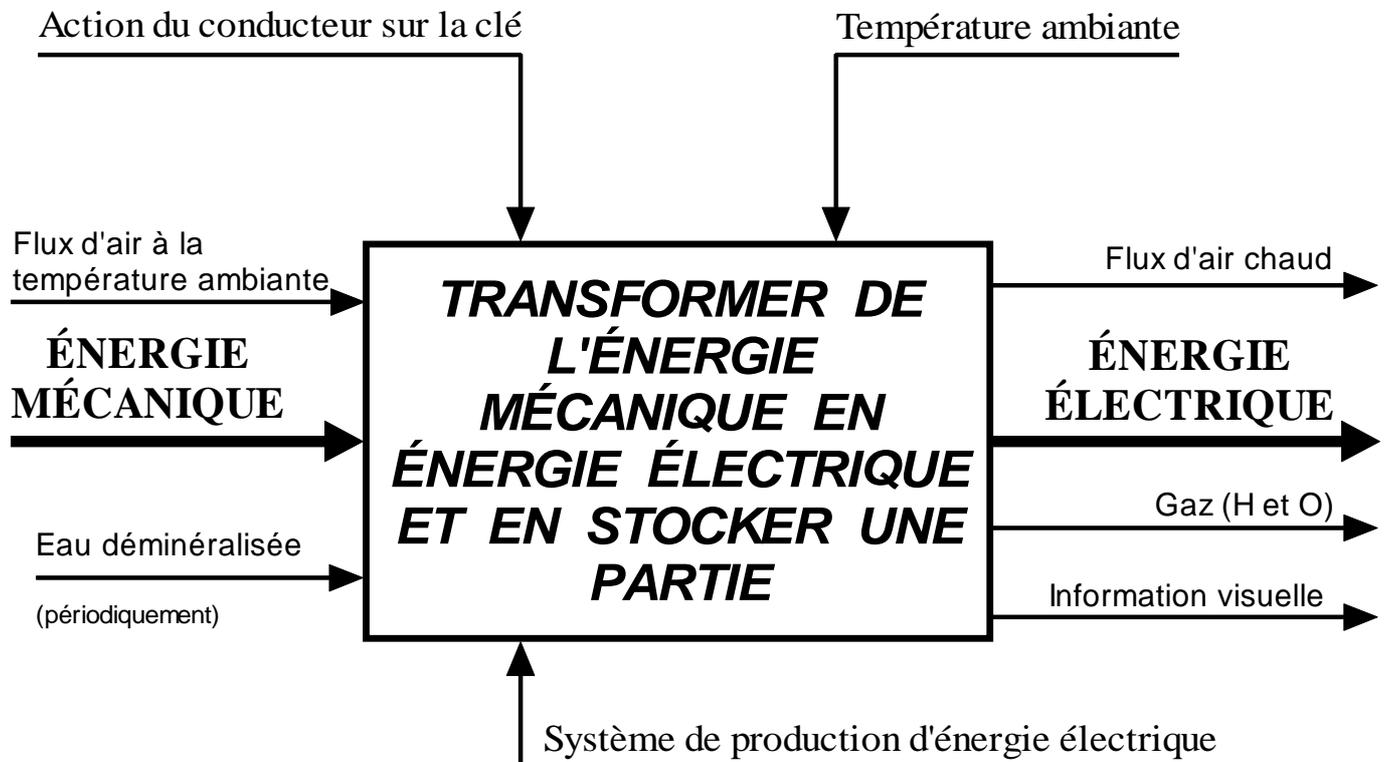


- A. Alternateur
- B. Batterie
- C. Circuit de production électrique

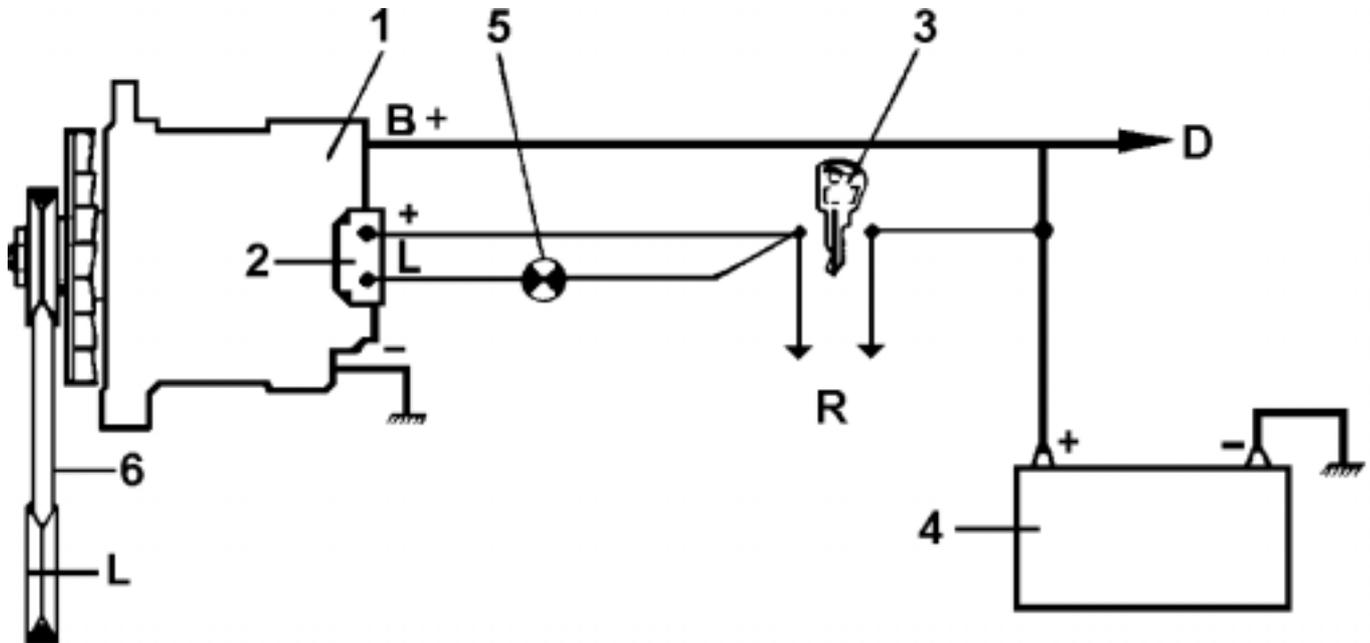
FINALITE DU SYSTEME

Disposer, à la demande, d'une énergie électrique B.T. continue, variant de quelques millijoules à quelques milliers de Joules sous une tension allant de 12,5 à 14,5 Volts environ.

FONCTION GLOBALE



COMPOSITION DU CIRCUIT DE CHARGE



- | | | |
|------------------------------------|--|----------------------|
| 1. <i>Alternateur</i> | 2. <i>Régulateur électronique de tension</i> | |
| 3. <i>Clé de contact</i> | 4. <i>Batterie</i> | |
| 5. <i>Lampe témoin de contrôle</i> | 6. <i>Courroie d'entraînement</i> | |
| D. <i>Démarrreur</i> | L. <i>Liaison mécanique</i> | R. <i>Récepteurs</i> |

LES COMPOSANTS ET LEURS FONCTIONS

Partie opérative

La batterie : *Elle permet de stocker l'énergie Basse Tension.*

L'alternateur : *Il transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.*

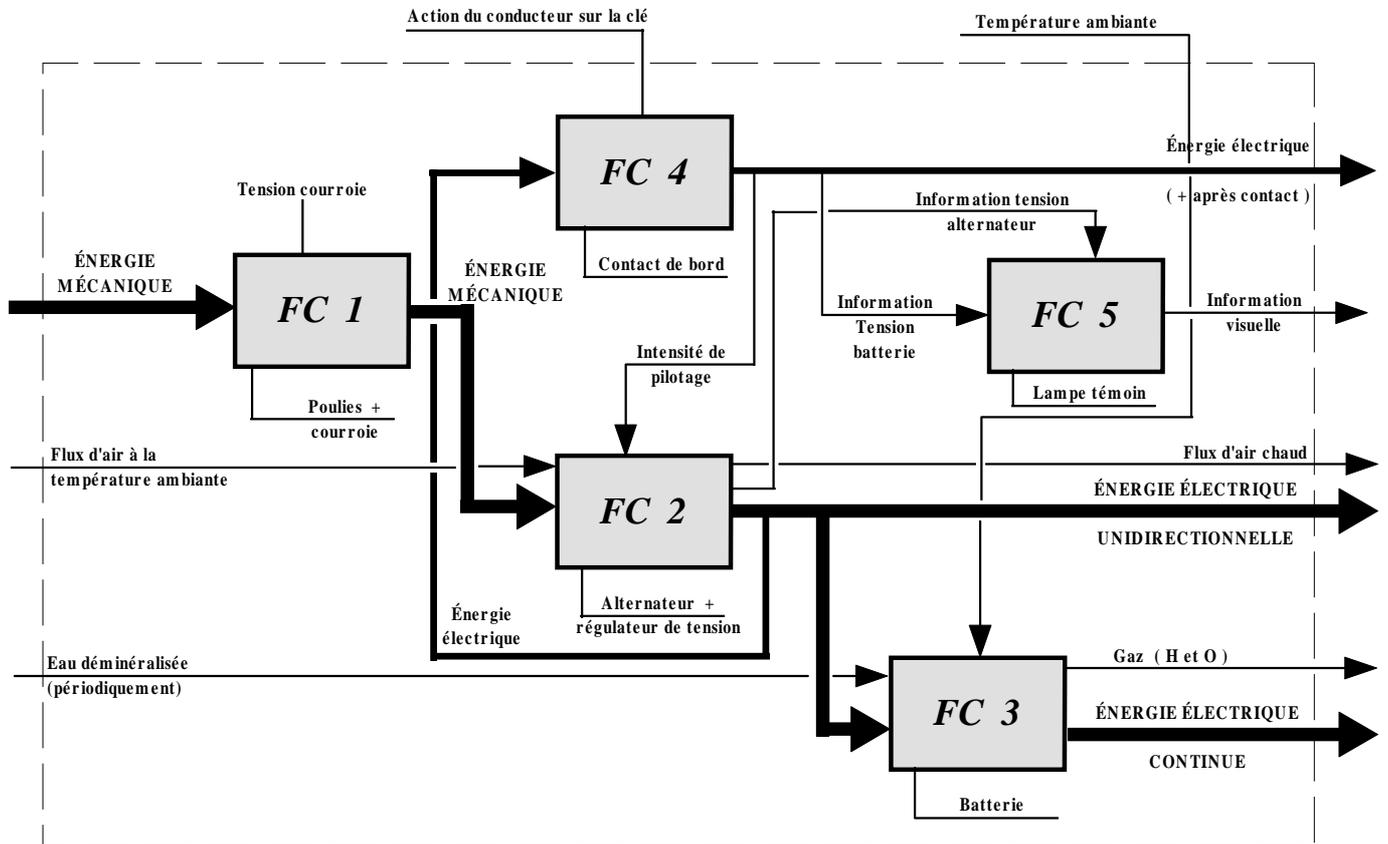
Partie commande

Le contacteur à clé : *Interrompt ou établit le circuit électrique de charge.*

Le régulateur de tension : *Il limite la tension à une valeur acceptable par la batterie (maxi 14,5 Volts).*

Les voyants : *Information visuelle témoignant de la charge ou de la non-charge.*

FONCTIONS COMPOSANTES ET LEURS RELATIONS



La fonction globale du système est réalisée par les fonctions composantes suivantes:

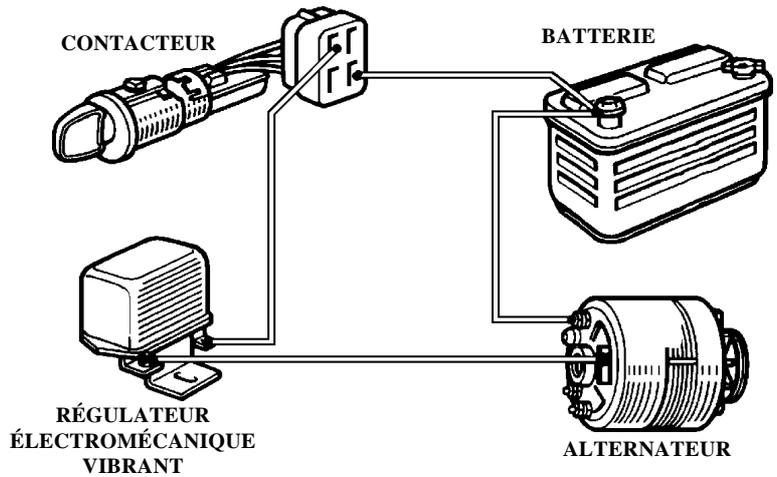
- FC 1:** *Entraîner l'alternateur et adapter sa fréquence de rotation à celle du moteur.*
- FC 2:** *Transformer de l'énergie mécanique en énergie électrique unidirectionnelle sous une tension régulée entre 13,5 et 14,5 Volts.*
- FC 3:** *Stocker et restituer une partie de l'énergie électrique produite.*
- FC 4:** *Alimenter l'alternateur en intensité de pilotage.*
- FC 5:** *Informé le conducteur du bon fonctionnement du système.*

L' ALTERNATEUR

MISE EN SITUATION

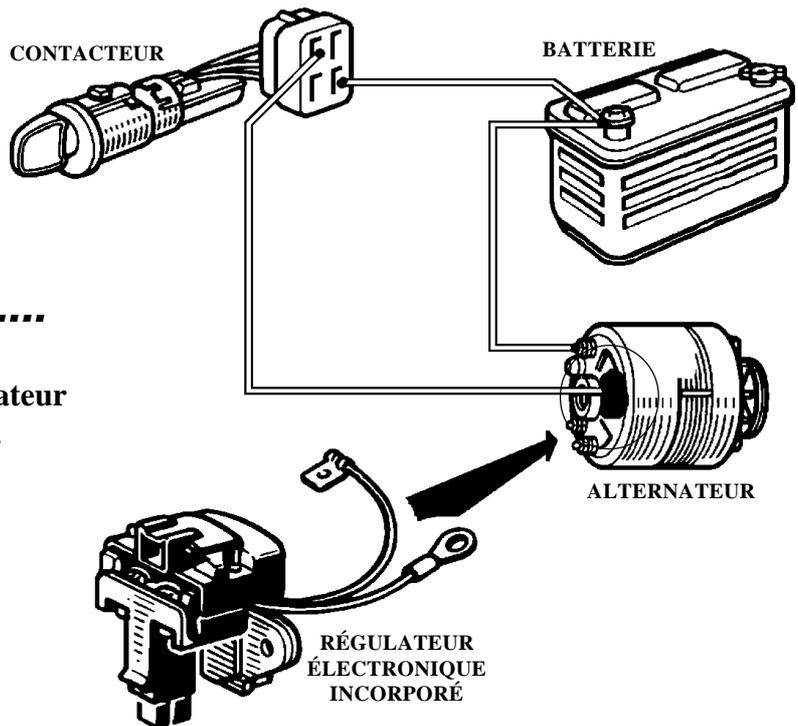
ANCIEN SYSTÈME ...

Ce circuit de charge possédait un **régulateur électromécanique** vibrant externe à l'alternateur.

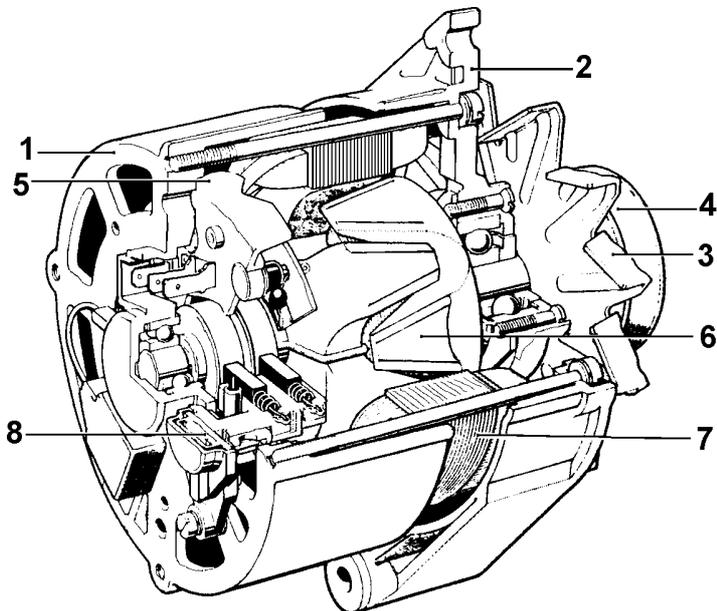


SYSTÈME ACTUEL

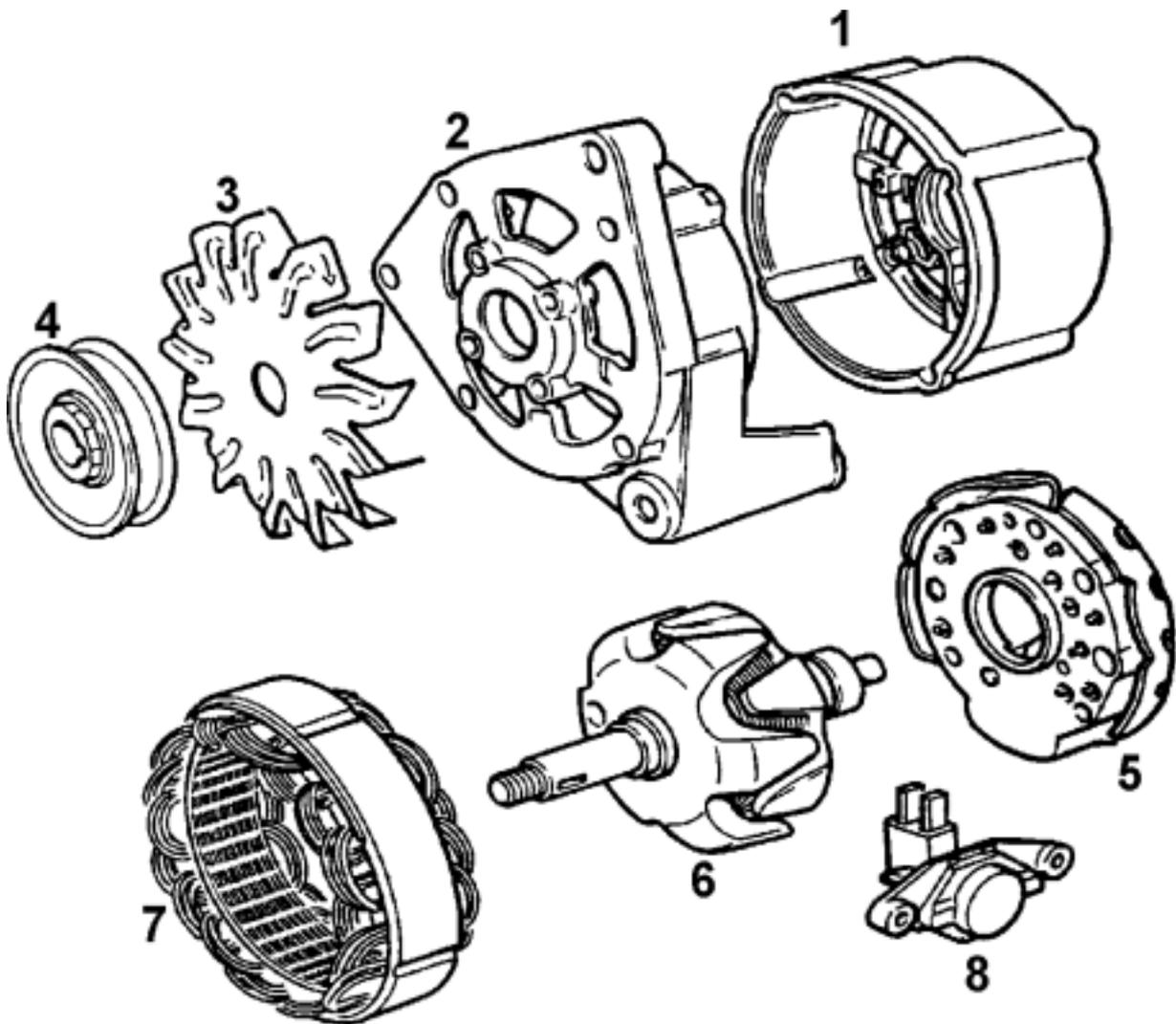
Ce circuit de charge possède un **régulateur électronique** incorporé à l'alternateur.



CONSTITUTION DE L'ALTERNATEUR



1. *Flasque arrière*
2. *Flasque avant*
3. *Ventilateur*
4. *Poulie d'entraînement*
5. *Pont de diode (redresseur)*
6. *Rotor*
7. *Stator*
8. *Régulateur électronique de tension*



PRINCIPE DE PRODUCTION D'UNE F.E.M.

Toute variation de flux magnétique à travers un circuit électrique fermé donne naissance à un courant induit. L'existence du courant coïncide avec celle de la variation de flux.

Si le circuit est ouvert, il y a une force électromotrice induite e à ses bornes, qui a pour expression:

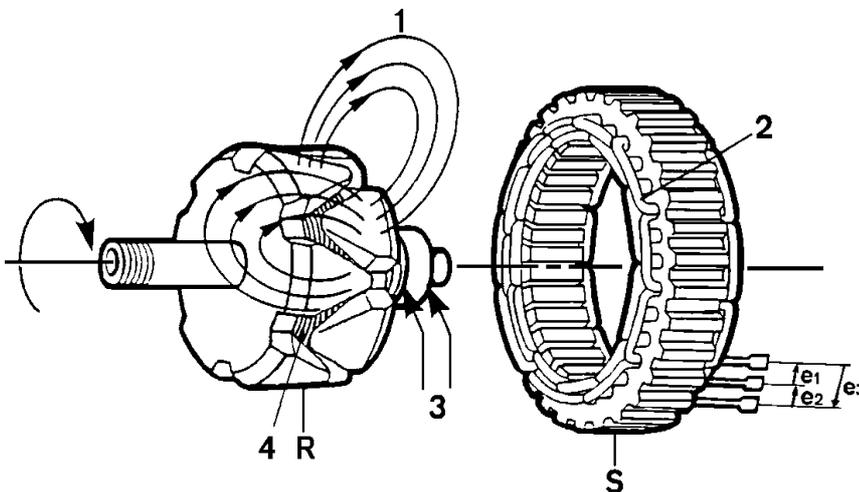
$$e_{\text{moy}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

La forme algébrique de la f.e.m. est négative car le sens du courant induit est tel, que les effets qu'il produit s'opposent à la cause qui lui a donné naissance.

e_{moy} = valeur moyenne de la f.e.m. induite en volts (V)

$\Delta \Phi$ = variation de flux magnétique en Webers (Wb)

Δt = variation du temps en secondes



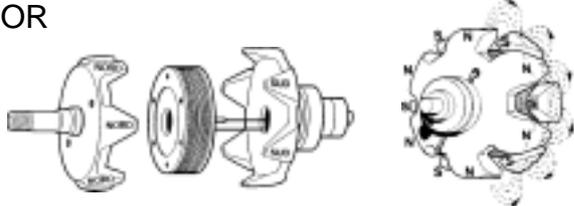
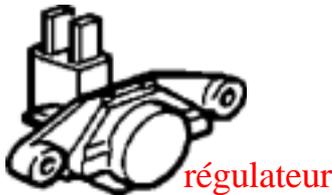
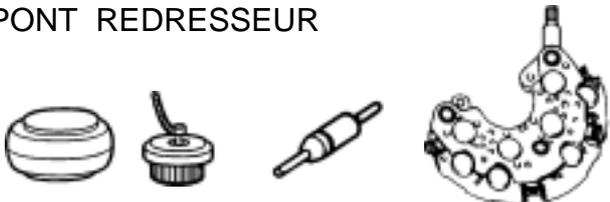
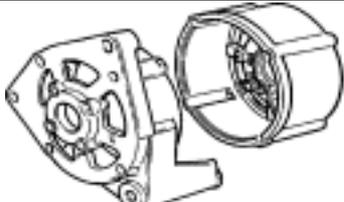
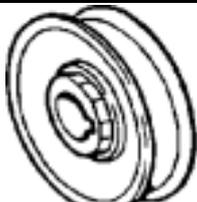
- 1. Lignes de force du champ magnétique
- 2. Enroulements du stator
- 3. Alimentation du bobinage inducteur
- 4. Bobinage inducteur
- R. Rotor
- S. Stator

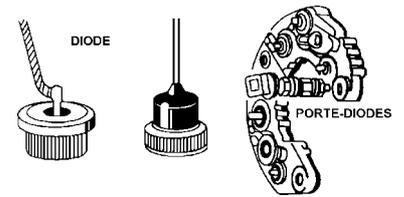
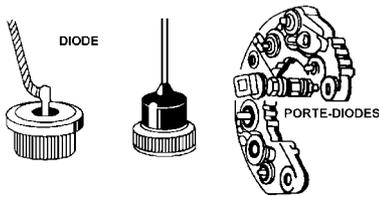
e_1 e_2 e_3 . forces électromotrices induites en sortie de phases.

Transformer une énergie mécanique en énergie électrique alternative

Cette fonction est réalisé par le rotor et le stator de l'alternateur. L'inducteur, alimenté en courant continu et mis en rotation, crée un champ magnétique tournant qui induit dans les trois faisceaux enroulements du stator les forces électromotrices e_1 , e_2 et e_3 .

LES ÉLÉMENTS DE L'ALTERNATEUR

<p>ROTOR</p> 	<p>Il peut tourner jusqu'à 14000 tr/mn. Grâce au rapport de démultiplication des poulies, il tourne à plus de 1000 tr/mn quand le moteur est au ralenti, ce qui permet à l'alternateur de débiter suffisamment. L'enroulement du rotor fournit le Champ Magnétique nécessaire au fonctionnement de l'alternateur.</p>
<p>STATOR</p> 	<p>Constitué d'enroulements électriques, il fut d'abord MONOPHASÉ pour devenir TRIPHASÉ sur tous les alternateurs</p>
<p>CHARBONS</p>  <p style="text-align: right;">régulateur</p>	<p>Ils frottent sur les bagues du collecteur afin de fournir un courant d'excitation au rotor. Ils s'usent et constitue la principale cause de panne. Le régulateur incorporé pilote l'excitation des charbons donc le champ magnétique. But: limiter la tension en ligne à environ 14 V.</p>
<p>PONT REDRESSEUR</p> 	<p>Constitué d'un nombre de diodes variable, il sert à transformer le courant alternatif en courant continu.</p>
<p>FLASQUES</p> 	<p>Ils supportent l'axe du rotor par deux roulements.</p>
<p>POULIE</p> 	<p>Elle reçoit l'énergie mécanique (mouvement rotatif) en provenance du moteur.</p>
<p>VENTILATEUR</p> 	<p>Il permet le refroidissement de l'alternateur et tout particulièrement des diodes.</p>



LE REDRESSEMENT

PROBLEME POSE

L'alternateur est un **générateur électrodynamique** de courant qui, comme son nom l'indique, produit du **COURANT ALTERNATIF**.

S'il est vrai qu'un certain nombre de consommateurs sont des "**résistances pures**" et pourraient donc fonctionner avec ce courant alternatif (ex: ampoules d'éclairage), un grand nombre d'autres éléments comme les **boîtiers électroniques**, les moteurs électriques, le système d'allumage et tout particulièrement **la batterie** sont obligés de fonctionner avec du courant continu car ils sont **polarisés**.

De ce fait, il faut redresser le courant produit par les enroulements statoriques.

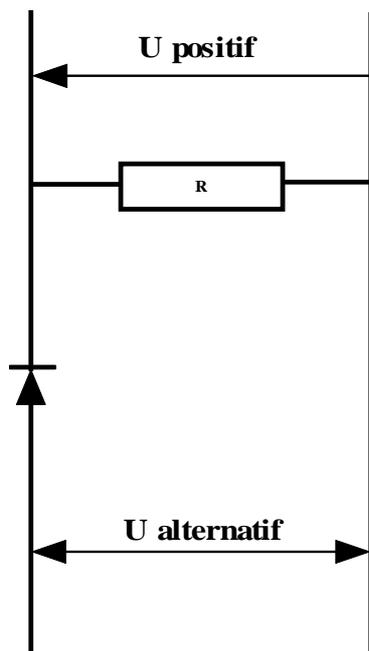
SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

L'élément de base permettant d'effectuer cette opération est : **LA DIODE**.

RAPPEL : une diode laisse passer le courant dans un sens et le bloque dans l'autre sens.

MONOPHASÉ à 1 DIODE

Montage



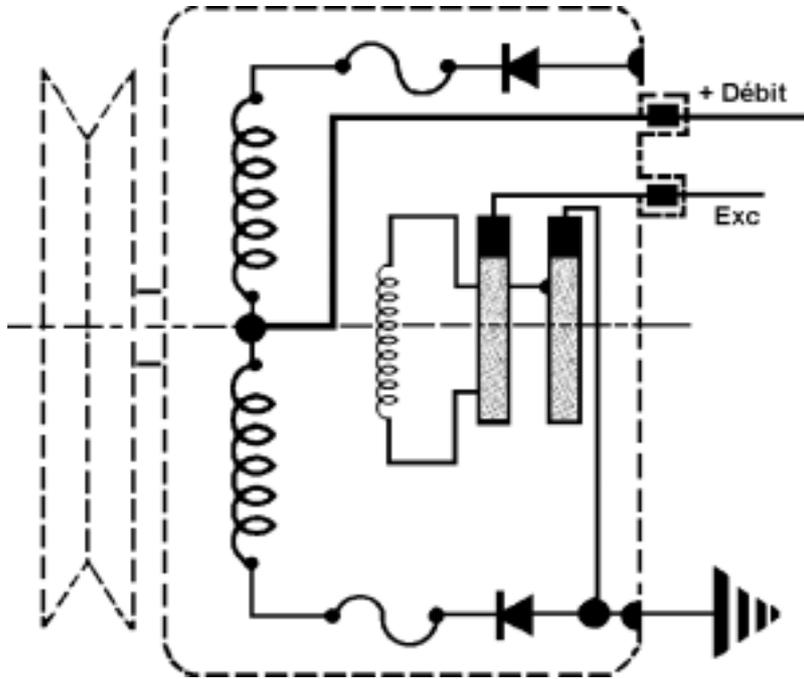
Résultat



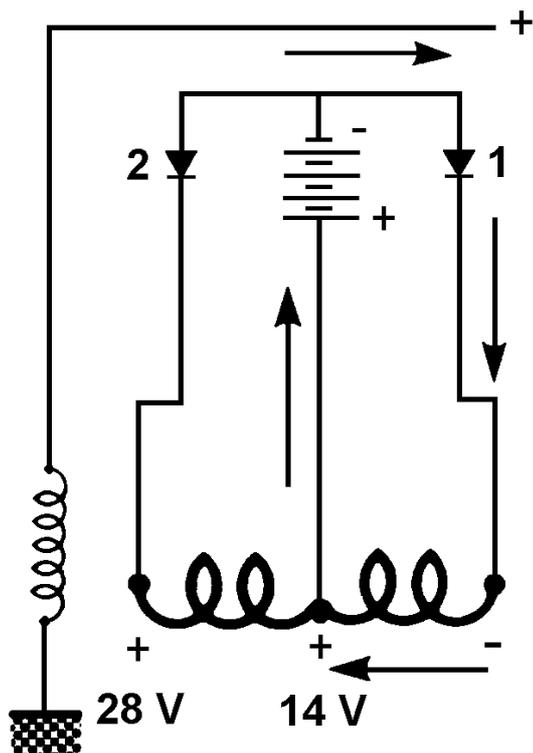
Conclusion :

Ce montage très simple permet de ne conserver que les alternances positives. La tension est discontinue et irrégulière.

MONOPHASÉ à 2 DIODES



Montage



Résultat

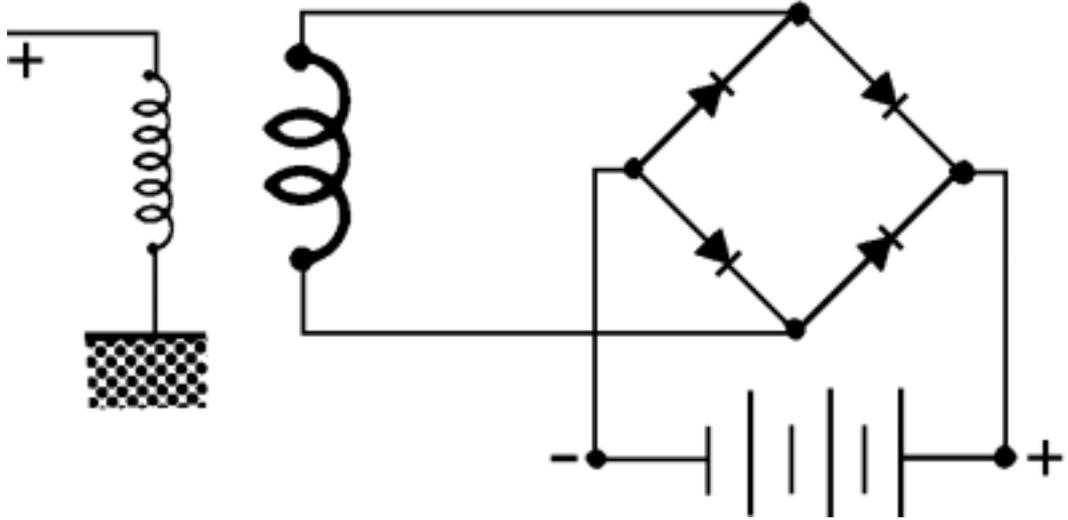


Conclusion :

2 bobinages et 2 diodes permettent maintenant de disposer en permanence de courant positif.

MONOPHASÉ à 4 DIODES

Montage



Résultat

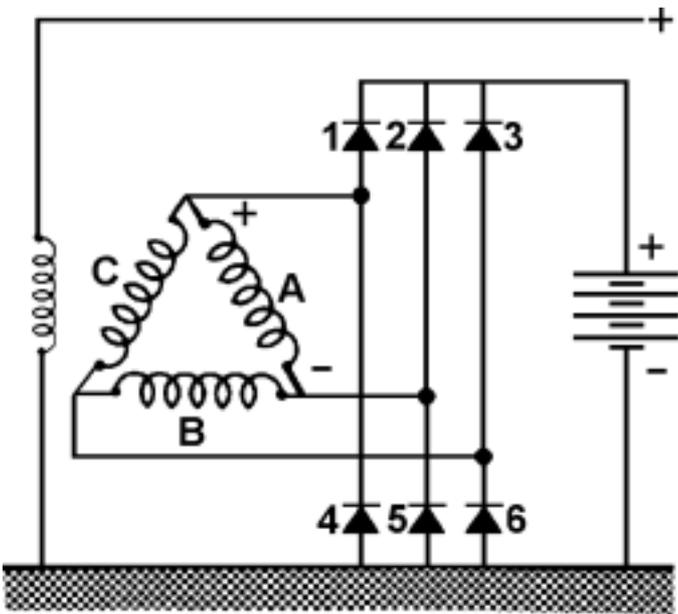


Conclusion :

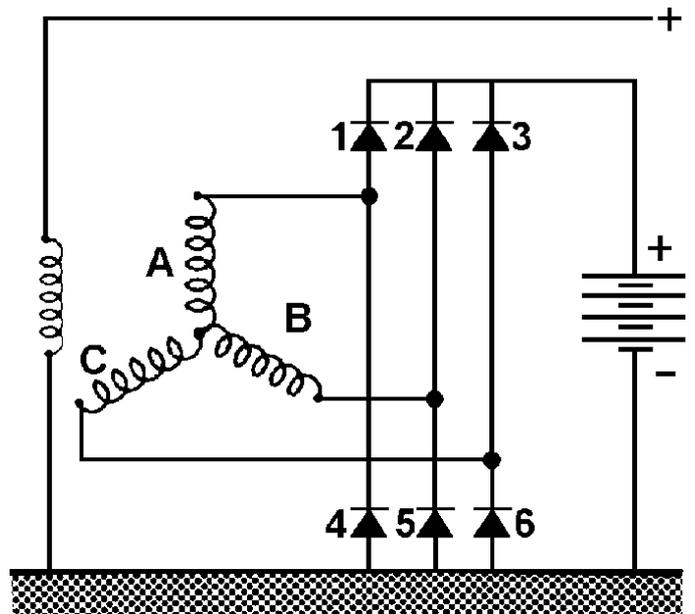
1 bobinage et 4 diodes permettent également d'obtenir en permanence du courant positif par redressement de l'alternance négative. Ce montage est un PONT DE GRAËTZ.

TRIPHASÉ à 6 DIODES

Montage Triangle



Montage Etoile



Résultat



LA REGULATION DES ALTERNATEURS

POURQUOI ?

Elle est indispensable car *plus l'alternateur tourne vite, plus il débite d'électricité.*

CONDITIONS de FONCTIONNEMENT

- Quand N augmente, l'intensité augmente mais le stator est *auto-limiteur d'intensité*. En effet, il est conçu pour être à saturation, quels que soient *le régime du moteur* et les *besoins des différents consommateurs*.
- Si la tension de la batterie est *supérieure* à la tension de l'alternateur (ex: *ralenti ou moteur arrêté contact mis*), les *diodes du pont redresseur* empêche la batterie de *se décharger* dans l'alternateur.

Mais

- Quand N *augmente*, la tension augmente de façon trop importante.

DONC, IL FAUT RÉGULER LA TENSION.

COMMENT ?

Il suffit de faire varier l'intensité circulant dans le *circuit d'excitation (ROTOR)*.

OBSERVATIONS

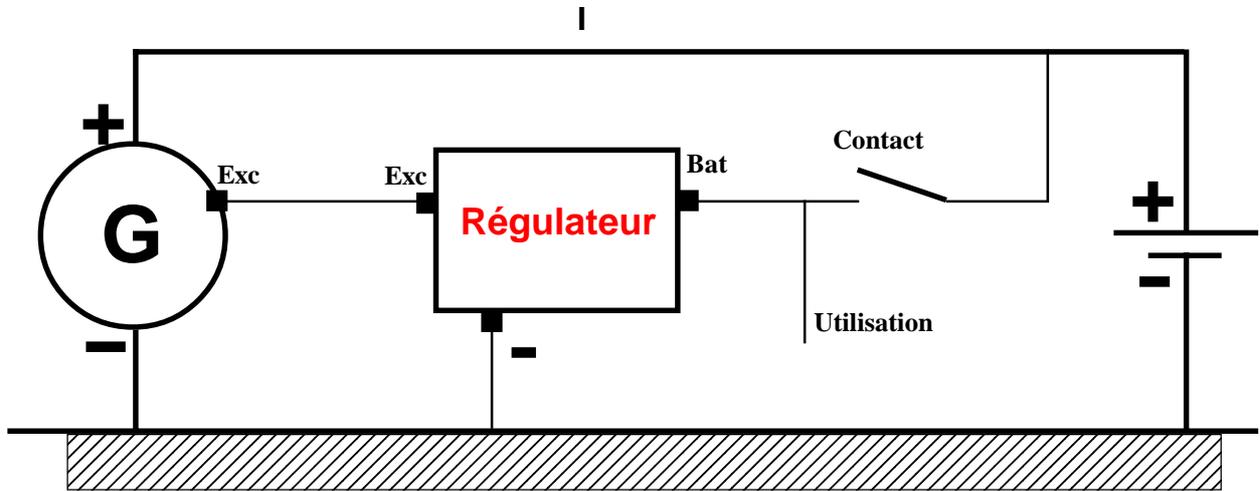
- Pour recharger la batterie, l'alternateur devra avoir une *tension de réglage supérieure* à la batterie, mais pas trop importante pour ne pas avoir *une surcharge* de celle-ci, sinon il y aurait : *évaporation de l'eau contenue dans la batterie*.
- La puissance de l'alternateur dépend de *la batterie* (*puissance de démarrage nécessaire*), et du nombre de *consommateurs* montés sur le véhicule. Variable entre 350 et 1000 Watt .

DIFFERENTS TYPES

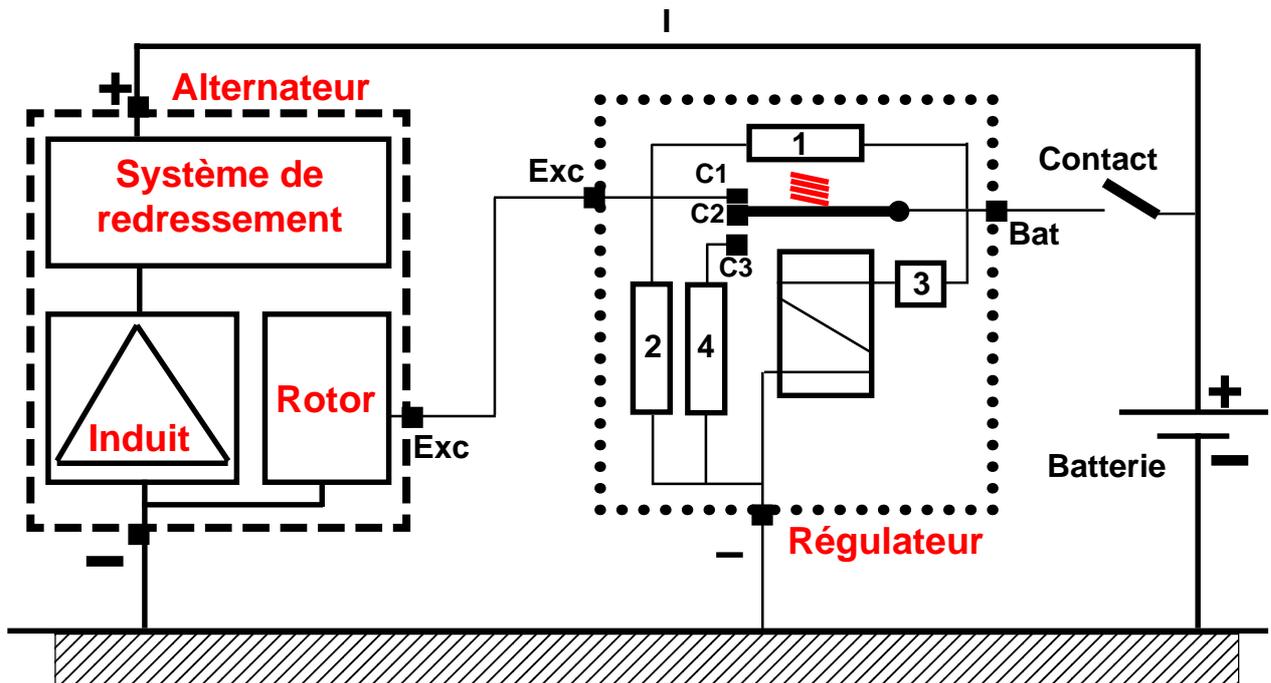
- Régulateur de tension *ÉLECTROMÉCANIQUE* (1 ou 2 étages). Système abandonné.
- Régulateur de tension *ÉLECTRONIQUE* (système "TOUT ou RIEN").

RÉGULATEUR DE TENSION ÉLECTROMÉCANIQUE

MISE EN SITUATION



DESCRIPTION

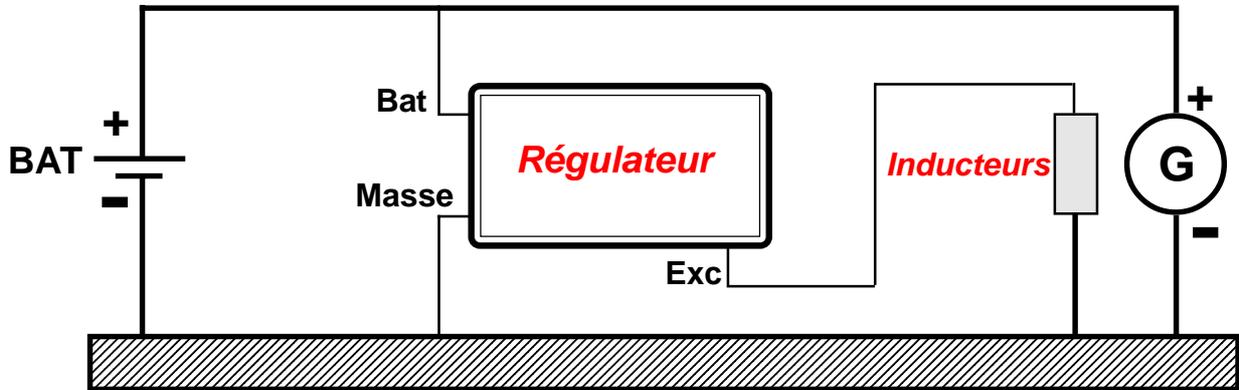


Légende :

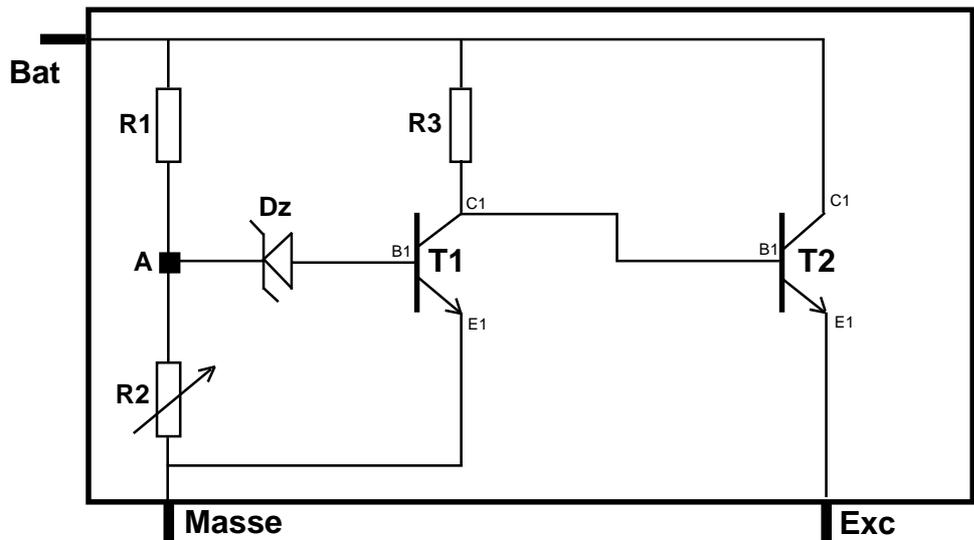
- 1 : Résistance de réglage
- 2 : Résistance de protection (absorption)
- 3 : Résistance de compensation thermique
- 4 : Résistance limitatrice (évite court-circuit quand C2 et C3 sont en contact)

RÉGULATEUR DE TENSION ÉLECTRONIQUE

MISE EN SITUATION



DESCRIPTION



Légende

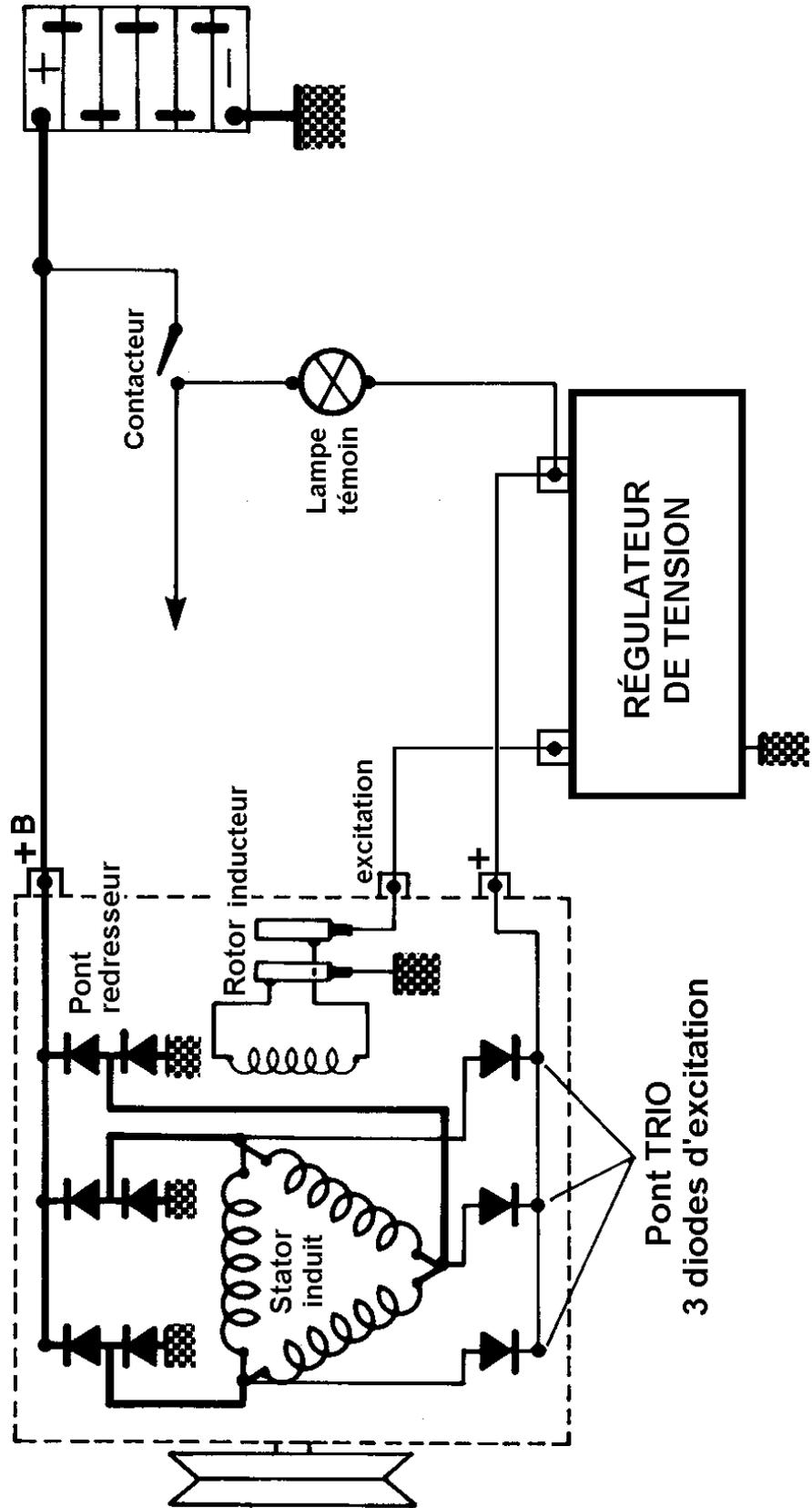
- R1-R2 : Pont diviseur de tension.
- Dz : Diode Zener 9V
- T1 : Transistor de commande
- T2 : Transistor de puissance
- R3 : Résistance limitatrice

FONCTIONNEMENT

La tension batterie est trop faible.	La tension batterie est trop forte.
<p><i>Si U_{bat} est faible \Rightarrow U_A est faible \Rightarrow D_z est bloquée \Rightarrow T_1 est bloquée</i></p> <p><i>Si T_1 est bloqué \Rightarrow U_{c1} est suffisant pour alimenter B_2 \Rightarrow T_2 est passant</i></p> <p><i>DONC EXCITATION MAXI: l'alternateur débite.</i></p>	<p><i>Si U_{bat} est élevée \Rightarrow U_A est suffisante pour débloquer D_z \Rightarrow T_1 est passant</i></p> <p><i>Si T_1 est passant \Rightarrow $U_{c1} = 0$ Volt \Rightarrow B_2 non alimentée \Rightarrow T_2 est bloqué</i></p> <p><i>DONC EXCITATION NULLE: l'alternateur ne débite pas.</i></p>

REDRESSEMENT DU COURANT

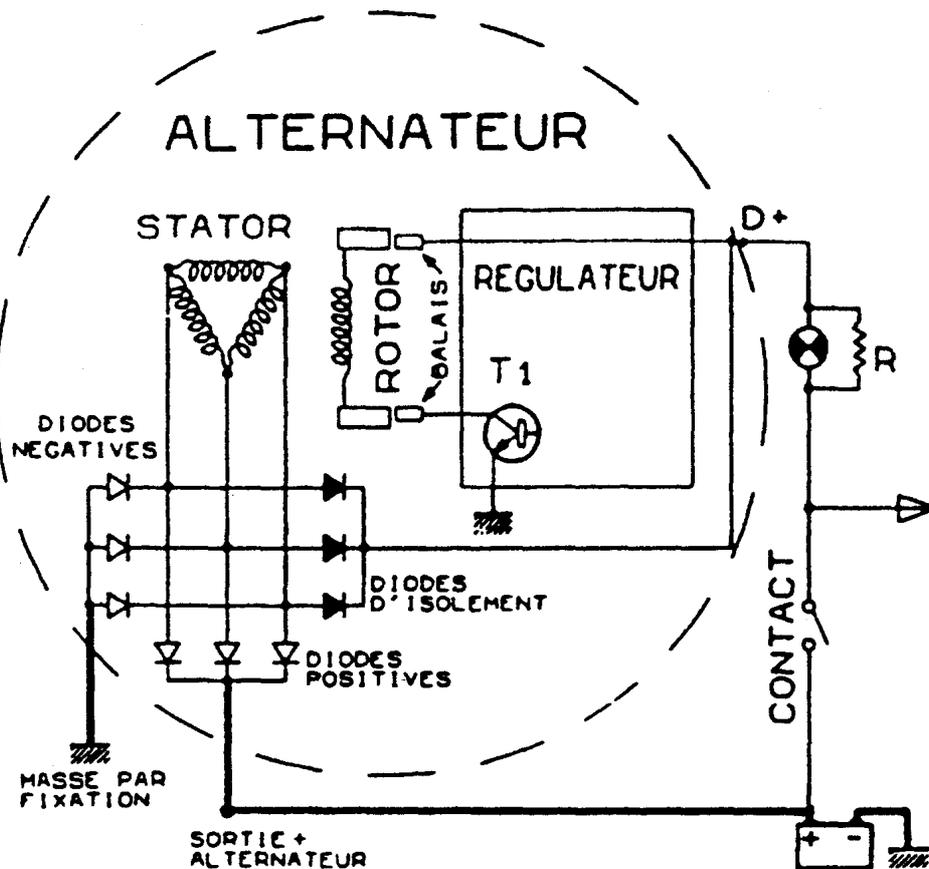
MONTAGE à 9 DIODES -



NOTES COMPLÉMENTAIRES ALTERNATEUR

- Il existe 2 types d'alternateurs qui se différencie par leur circuit d'excitation:
- >>> l'alternateur à diodes d'isolement ou diodes trio, modèle le plus répandu.
 - >>> l'alternateur sans diodes d'isolement, principalement sur véhicules Renault.

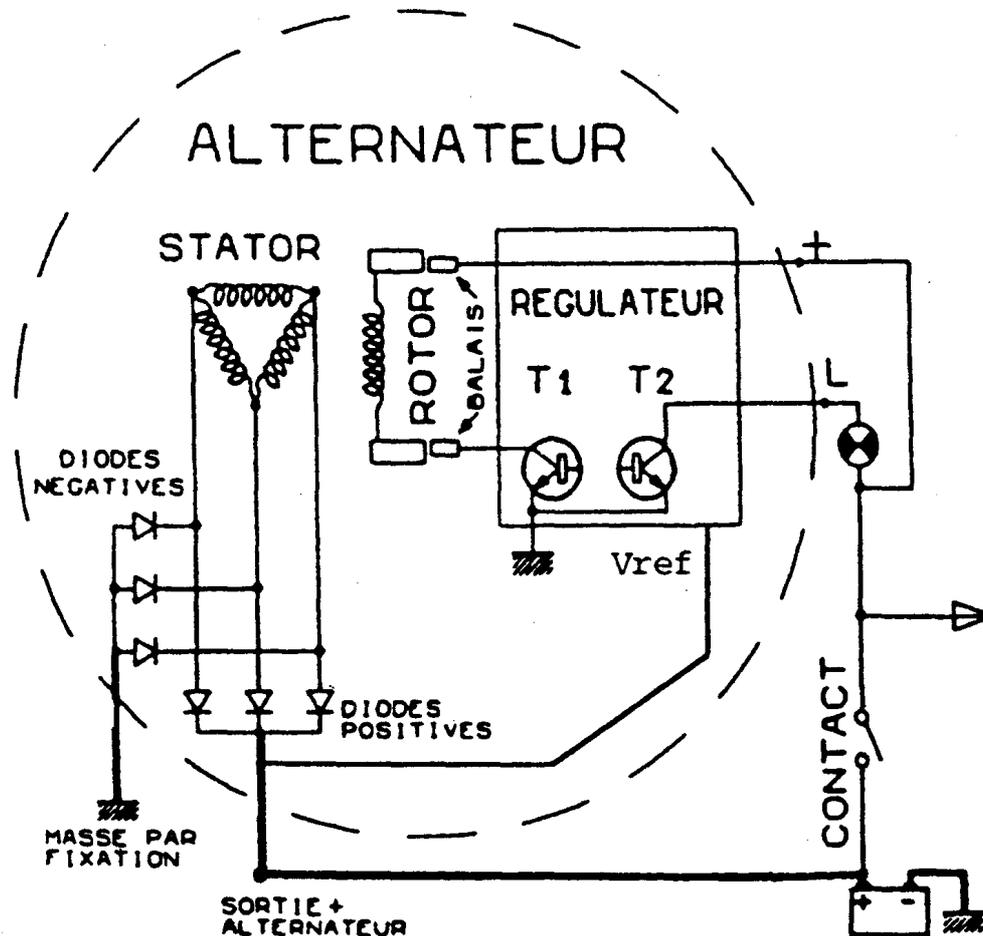
Alternateur à diodes d'isolement à régulateur monofonction



Une seule entrée (D+) sur le régulateur. Cette entrée est reliée au + APC à travers le témoin de charge (avec en général une résistance en parallèle) et fournit le courant d'amorçage au rotor. Les diodes d'isolement, reliées à D+ en interne, délivrent la tension de référence et le courant du rotor dès que l'alternateur tourne. Leur tension étant à peu de choses près la même que celles des diodes positives reliées au + batterie, le témoin de charge, ayant la même tension de chaque côté, s'éteint.

Particularité: à partir du moment où l'alternateur est amorçé, la liaison externe sur D+ n'intervient plus du tout dans le fonctionnement, sauf un court-circuit à la masse, qui désamorcerait l'alternateur.

Alternateur sans diodes d'isolement à régulateur monofonction



Deux connexions (+) sur le régulateur:

- >>> une entrée (+) qui fournit le courant d'excitation au rotor.
- >>> une sortie L qui commande le témoin de charge.

Particularité: la liaison externe au (+) régulateur est critique pour le bon fonctionnement de l'alternateur.:

- s'il y a chute de tension sur cette connexion, le régulateur compense et on obtient une surtension sur la batterie. Le MI 200 Exxotest indique dans ce cas un défaut d'excitation "E". Si la surtension est causée par le régulateur, il indique défaut de régulation "R".
- la sortie "L" ne sert qu'à commander le témoin de charge, sans influencer le fonctionnement de l'alternateur.