

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 décembre 2010 (23.12.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/146264 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 11/04 (2006.01) **H02K 19/16** (2006.01)

(FR). **LIBIN, Frédéric** [FR/FR]; 80, rue des Prés Morus,
F-62155 Merlimont (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2010/051015

(74) Mandataire : **MARTIN, Joaquim**; Valeo Equipements
Electriques Moteur, 2, rue André Boulle, F-94046 Creteil
Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
27 mai 2010 (27.05.2010)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0953962 15 juin 2009 (15.06.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
**VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
MOTEUR** [FR/FR]; 2, rue André Boulle, F-94046
Creteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **TUNZINI,
Marc** [FR/FR]; 32, rue des Missionnaires, F-78000
Versailles (FR). **TAUVRON, Fabrice** [FR/FR]; 9, rue
Emile Lécivain, F-91200 Athis-Mons (FR).
SEIDENBINDER, Régis [FR/FR]; 40bis, rue des
Fusillés, F-94600 Choisy le Roi (FR). **DOS SANTOS,
Victor** [FR/FR]; 8, rue De Puebla, F-71200 Le Creusot

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : ALTERNATORS FOR AUTOMOBILES PROVIDED WITH IMPROVED VOLTAGE-RECTIFYING MEANS

(54) Titre : ALTERNATEURS POUR VEHICULE AUTOMOBILE EQUIPES DE MOYENS PERFECTIONNES DE
REDRESSEMENT DE TENSION

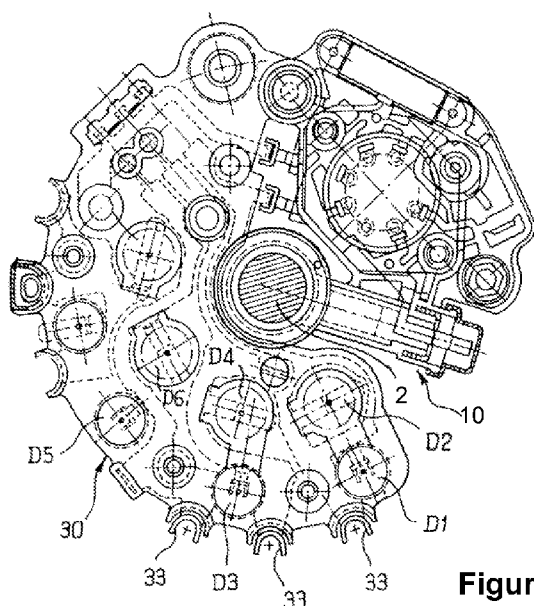


Figure 3

(57) Abstract : The automobile alternator of the present invention includes a stator, a rotor, and voltage-rectifying means in the form of diodes for rectifying AC voltages, supplied by phase belts of the stator, into DC voltage. According to the invention, the voltage rectifying means includes at least one Super Barrier Rectifier (SBR) low loss diode (D1 to D6). In a specific embodiment, at least half of the set of rectifying diodes of the alternator are SBR ones and define a rectifying half-bridge. Preferably, however, the SBR diodes form the entirety of the rectifying bridge. A reduction in the Joule losses of the alternator can be achieved by excising at least one electrical conductor by means of a slot of the stator, as compared to a comparable power alternator including PN diodes.

(57) Abrégé : L'alternateur pour véhicule automobile selon l'invention comprend un stator, un rotor et des moyens de redressement de tension sous forme de diodes pour redresser en une tension continue des tensions alternatives délivrées par des bobinages de phase du stator. Conformément à l'invention, les moyens de redressement de tension comprennent au moins une diode à faible perte (D1 à D6) du type SBR pour « Super Barrier Rectifier » en terminologie anglaise. Selon une forme de réalisation particulière, au moins

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g))*

une moitié de l'ensemble des diodes de redressement de l'alternateur sont de type SBR et forment un demi-pont de redressement. De préférence cependant, les diodes de type SBR forment l'ensemble du pont de redressement. Une réduction des pertes Joule de l'alternateur peut être obtenue en supprimant au moins un conducteur électrique par encoche du stator, comparativement à un alternateur de puissance comparable équipé de diodes de type PN.

**ALTERNATEURS POUR VEHICULE AUTOMOBILE EQUIPES DE MOYENS
PERFECTIONNES DE REDRESSEMENT DE TENSION**

5

La présente invention concerne d'une façon générale les alternateurs notamment pour véhicule automobile. Plus particulièrement, l'invention concerne un alternateur comportant des moyens sous forme de diodes pour redresser des tensions alternatives délivrées par des bobinages statoriques de l'alternateur en une tension continue destinée à alimenter le réseau électrique du véhicule.

Les alternateurs actuels pour véhicule automobile sont généralement équipés de diodes de redressement de puissance à jonction PN. Un inconvénient des diodes de type PN est la chute de tension relativement importante existant entre leurs électrodes d'anode et de cathode lorsque la diode est en conduction directe. Cette chute de tension est de l'ordre de 0,6 V à faible courant (quelques Ampères) et augmente sensiblement jusqu'à 1 V et au-delà lorsque le courant atteint et dépasse la centaine d'Ampères. Cela entraîne une réduction sensible de la puissance délivrable en sortie par l'alternateur et un échauffement important des diodes qui demandent consécutivement des moyens de refroidissement qui peuvent s'avérer encombrants.

Par ailleurs, il est connu des diodes de technologie Schottky qui présentent une chute de tension en conduction directe inférieure à celle des diodes PN, à savoir, une chute de tension de l'ordre de 0,4 V pour les faibles courants. Cependant, ce type de diode présente l'inconvénient, d'une part, d'un risque d'emballement thermique principalement dû à un courant de

conduction inverse qui augmente très fortement avec la température et, d'autre part, d'une faible résistance au phénomène d'avalanche.

Dans le contexte du développement durable et de la réduction de la consommation énergétique des véhicules automobiles, il est souhaitable de proposer des perfectionnements aux alternateurs existants de manière à les rendre plus performants en termes de rendement et de puissance massique.

L'invention concerne un alternateur pour véhicule automobile. L'alternateur comprend un stator, un rotor et des moyens de redressement de tension sous forme de diodes pour redresser en une tension continue des tensions alternatives délivrées par des bobinages de phase du stator.

Conformément à l'invention, les moyens de redressement de tension de l'alternateur comprennent au moins une diode à faible perte du type SBR pour « Super Barrier Rectifier » en terminologie anglaise.

Selon une autre caractéristique de l'invention, au moins une moitié de l'ensemble des diodes de redressement de l'alternateur sont de type SBR et forment un demi-pont de redressement.

Selon une forme de réalisation particulière, l'alternateur est de type triphasé et comporte au moins trois diodes de type SBR pour un même demi-pont de redressement. De préférence, l'alternateur comporte au moins six diodes de type SBR pour l'ensemble du pont de redressement.

Selon une autre forme de réalisation particulière, l'alternateur est de type quintaphasé et comporte au moins cinq diodes de type SBR pour un même demi-pont de redressement. De préférence, l'alternateur comporte au moins dix diodes de type SBR pour l'ensemble du pont de redressement.

Selon encore une autre forme de réalisation particulière, l'alternateur est de type hexaphasé et comporte au moins six diodes de type SBR pour un même demi-pont de redressement. De préférence, l'alternateur comporte au moins douze diodes de type SBR pour l'ensemble du pont de redressement.

5

Selon une caractéristique particulière, une réduction des pertes Joule de l'alternateur est obtenue dans l'alternateur selon l'invention en supprimant au moins un conducteur électrique par encoche du stator, comparativement à un alternateur de puissance comparable équipé de diodes de type PN.

10

Selon un autre aspect, l'invention concerne également un véhicule, notamment un véhicule automobile, qui est équipé d'un alternateur tel que décrit brièvement ci-dessus.

15

D'autres aspects, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée suivante d'une forme de réalisation particulière de celle-ci, donnée à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

20

la figure 1 est une demi-vue en coupe d'un alternateur selon l'invention;

la figure 2 est une vue axiale qui représente le corps de stator de l'alternateur de la figure 1;

25

la figure 3 est une vue arrière de l'alternateur dans laquelle sont visibles les moyens de redressement de tension de celui-ci;

la figure 4 montrent des courbes de tension / courant pour deux types de diodes; et

30

la figure 5 montrent des courbes de courant / vitesse pour deux alternateurs selon la technique antérieure et pour l'alternateur selon l'invention dans la forme de réalisation particulière décrite ici.

- 5 On décrira d'abord en référence à la figure 1 la structure générale d'un alternateur pour véhicule automobile.

 L'alternateur comporte, en allant de gauche à droite de la figure 1, c'est-à-dire d'avant en arrière, une poulie d'entraînement 1 solidaire de l'extrémité avant d'un arbre 2, dont l'extrémité arrière porte des bagues collectrices (non référencées) appartenant à un collecteur 3. L'axe de l'arbre 2
10 constitue l'axe de rotation de la machine.

 Centralement l'arbre 2 porte à fixation le rotor 4 doté d'un bobinage d'excitation 5, dont les extrémités sont reliées par des liaisons au collecteur 3.

 Le rotor 4 est ici un rotor à griffes de type Lundell et comporte deux
15 roues polaires avant et arrière 6,7. Chaque roue 6,7 comporte une flasque perpendiculaire à l'axe de l'arbre 2. A la périphérie externe des flasques sont ménagées de manière des dents s'étendant axialement. De manière classique, les dents ont une forme trapézoïdale et sont dotées de chanfreins.

 Les dents de l'une des roues sont décalées angulairement par rapport
20 aux dents de l'autre roue et sont dirigées vers l'autre roue de manière à obtenir une imbrication des dents d'une roue à l'autre et cela pour la formation de pôles magnétiques Nord (N) et Sud (S) alternés.

 Les roues polaires 6,7 portent chacune respectivement un ventilateur avant 8 et un ventilateur arrière 9. Ces ventilateurs 8,9 s'étendent au
25 voisinage respectivement d'un palier avant 13 et d'un palier arrière 14 et permettent de refroidir les enroulements du stator 12 et le bobinage 5 ainsi que le porte-balais 10 avec son régulateur et le dispositif de redressement 11.

De manière connue, les paliers 13,14 sont reliés entre eux, ici à l'aide de vis ou en variante de tirants non visibles, pour former un carter ou support destiné à être monté sur une partie fixe du véhicule. Les paliers 13,14 portent
5 chacun centralement un roulement à billes 15,16 pour supporter à rotation les extrémités avant et arrière de l'arbre 2 traversant les paliers pour porter la poulie 1 et les bagues du collecteur 3.

Lorsque le bobinage 5 est alimenté par un courant d'excitation, le rotor 4 est magnétisé et définit alors des paires de pôles magnétiques, chaque roue
10 polaire comportant alors respectivement n pôles Nord et n pôles Sud constitués par les dents.

Le bobinage 5 est alimenté à travers les bagues collectrices du collecteur 3, chacune des bagues étant en contact avec un balai (non référencé) porté par un porte-balais 10.

15 Le porte-balais 10 sert également de support à un régulateur de tension (non visible) relié électriquement aux balais. Le régulateur est relié à un dispositif de redressement de tension 11 sous la forme d'un pont de diodes (dont deux diodes D5 et D6 seulement sont visibles à la figure 1) lui-même relié à des sorties d'un bobinage de phase. Le bobinage de phase est logé
20 dans des encoches d'un stator 12 de l'alternateur. Des chignons 104 de ce bobinage de phase sont apparents à la figure 1.

Comme représenté à la figure 2, le stator 12 comporte un corps annulaire 120 cylindrique coaxial avec le rotor 4. Le stator 12 est formé d'un paquet de tôles empilées axialement. Le corps annulaire 120 est délimité
25 radialement par une face cylindrique extérieure 121 et par une face cylindrique intérieure 122, et il est délimité axialement par une face annulaire radiale avant 123 et par une face annulaire radiale arrière non visible.

Le corps annulaire 120 comporte une pluralité d'encoches 124 qui s'étendent axialement de manière débouchante dans les faces radiales avant 123 et arrière. Le corps annulaire 120 est ici du type semi-fermé, c'est-à-dire que chaque encoche 124 débouche aussi radialement dans la face
5 cylindrique intérieure 122 par l'intermédiaire d'une fente axiale 125 pour permettre le montage des fils du bobinage de phase qui forment de part et d'autre du corps annulaire 120 les chignons 104 visibles à la figure 1.

Dans cette forme de réalisation particulière, le bobinage de phase est de type triphasé et comporte un jeu de trois bobines de phase. Les sorties des
10 trois bobines de phase sont reliées à un pont de redressement triphasé formant le dispositif de redressement de tension 11.

En référence à la figure 3, le circuit de redressement de tension 11 comprend trois paires de diodes D1 et D2, D3 et D4, et D5 et D6.

Les diodes D1 à D6 sont reliées entre elles de manière à former un
15 pont de redressement triphasé et sont reliées à des conducteurs d'extrémité des bobines de phase par l'intermédiaire d'un connecteur, globalement désigné par la référence 30. Ce connecteur 30 comporte un corps en forme générale de plaque et en matériau isolant, surmoulé sur un ensemble de conducteurs plats non représentés.

Trois de ces conducteurs plats, destinés à la connexion électrique avec
20 les conducteurs d'extrémité des bobines de phase, débordent radialement vers l'extérieur en étant aménagés à leurs extrémités libres sous forme de pince-fils 33 pour les conducteurs d'extrémité des bobines de phase. Le porte-balais 10 avec son régulateur apparaît également à la figure 3.

25 Dans cette forme de réalisation particulière, comme le montre la figure 1 à travers l'exemple des diodes D5 et D6, chacune des diodes côté négatif (D5 à la figure 1 mais aussi D3 et D1) présente un corps généralement

cylindrique CP monté à force dans le palier arrière 14 formant dissipateur négatif et chacune des diodes côté positif (D6 à la figure 1, mais aussi D4 et D2) présente un corps généralement cylindrique CP monté à force dans un support-dissipateur positif 60 fixé à l'extérieur et à distance du palier 14. Le

5 corps CP de chaque diode constitue une première borne de connexion de celle-ci, tandis que sa seconde borne de connexion est constituée par une queue Q s'étendant axialement à partir du corps CP.

Conformément à l'invention, les diodes D1 à D6 sont des diodes à

10 faibles pertes de type SBR (Marque Déposée). Des diodes de type SBR sont commercialisées par la société américaine Diodes Incorporated et sont décrites notamment dans les brevets US 6,448,160 B1 et US 6,331,455 B1.

Comme le montre les courbes de la figure 4, les diodes SBR (pour

15 « Super Barrier Rectifier » en terminologie anglaise) autorisent une faible chute de tension V_f en conduction directe, comparativement à la tension V_f d'une diode de type PN.

Ainsi, par exemple, pour un courant direct de 120 A, les courbes de la

20 figure 4 indiquent une tension $V_{f_{SBR}}$ de l'ordre 0,65 V pour une diode SBR et une tension $V_{f_{PN}}$ de l'ordre de 1 V pour une diode PN. Il est donc possible d'obtenir une réduction de l'ordre de 35 % de la dissipation thermique de la diode en conduction directe.

Par ailleurs, la diode SBR présente l'avantage par rapport à une diode

25 de type Schottky, qui elle aussi offre une faible chute de tension V_f en conduction directe, d'une très bonne stabilité thermique et d'une tension d'avalanche plus élevée en conduction inverse.

En référence à la figure 5, des courbes courant / vitesse $I=f(N)$ désignées C1 et C2 montrent l'évolution du courant de sortie I en fonction de la vitesse N pour des alternateurs A1 et A2 de 120 Ampère équipés de diodes PN et comprenant 9 et 8 conducteurs par encoche du stator, respectivement.

- 5 La courbe C3 montrent l'évolution du courant de sortie I en fonction de la vitesse N pour un alternateur A3 comparable à A2 et comprenant 8 conducteurs par encoche, mais dans lequel, conformément à l'invention, les diodes PN ont été remplacées par des diodes SBR.

- 10 Concernant les machines A1 et A2 de la technique antérieure, la réduction du nombre de conducteurs par encoche de 9 à 8 apporte un accroissement de 20 Ampères du courant de sortie I à 6000 tr / mn et une réduction de 15 Ampères du courant de sortie I à 1800 tr / mn.

- 15 Concernant la machine A3 selon l'invention, la courbe C3 obtenue avec cette machine A3 est similaire à celle qui serait obtenue avec une machine plus encombrante de 150 Ampères et 9 conducteurs par encoche.

- 20 L'alternateur selon l'invention délivre à compacité égale un courant de sortie plus élevé, avec une réduction des pertes de redressement qui est due à l'utilisation de diodes SBR et une réduction des pertes Joules qui est due à la diminution du nombre de conducteurs par encoche. En effet, en diminuant le nombre de conducteurs par encoche par exemple de 9 à 8, la résistance des enroulements du stator est consécutivement réduite et les pertes Joule décroissent de $(9^2 - 8^2) / 9^2 = 21 \%$.

- 25 Bien entendu, l'invention ne se limite pas à la forme de réalisation particulière qui vient d'être décrite. D'autres réalisations sont possibles selon les applications envisagées par l'homme du métier et restent dans la portée des revendications annexées. Ainsi, par exemple, dans certaines formes de réalisation de l'invention, une partie des diodes seulement pourra être de type SBR, le restant étant de type PN. Par exemple, un demi-pont de

redressement, formé de toutes les diodes d'une même polarité, pourra être de type SBR ou PN et l'autre demi-pont de redressement sera de l'autre type. Par ailleurs, on notera que l'invention bien applicable quel que soit le nombre de phases de la machine, trouve des applications particulièrement intéressantes dans les alternateurs pour véhicule automobile de type triphasé, 5 quintaphasé et hexaphasé.

REVENDICATIONS

- 5 1. Alternateur pour véhicule automobile, ledit alternateur
comprenant un stator, un rotor et des moyens de redressement de tension
sous forme de diodes pour redresser en une tension continue des tensions
alternatives délivrées par des bobinages de phase dudit stator, caractérisé en
ce que lesdits moyens de redressement de tension comprennent au moins
10 une diode à faible perte (D1 à D6) du type SBR pour « Super Barrier
Rectifier » en terminologie anglaise.
2. Alternateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au
moins une moitié de l'ensemble des diodes de redressement de l'alternateur
15 sont de type SBR et forment un demi-pont de redressement.
3. Alternateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que
ledit alternateur est de type triphasé et comporte au moins trois diodes de
type SBR pour un même demi-pont de redressement.
20
4. Alternateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit
alternateur comporte au moins six diodes de type SBR pour l'ensemble du
pont de redressement.
- 25 5. Alternateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que
ledit alternateur est de type quintaphasé et comporte au moins cinq diodes de
type SBR pour un même demi-pont de redressement.

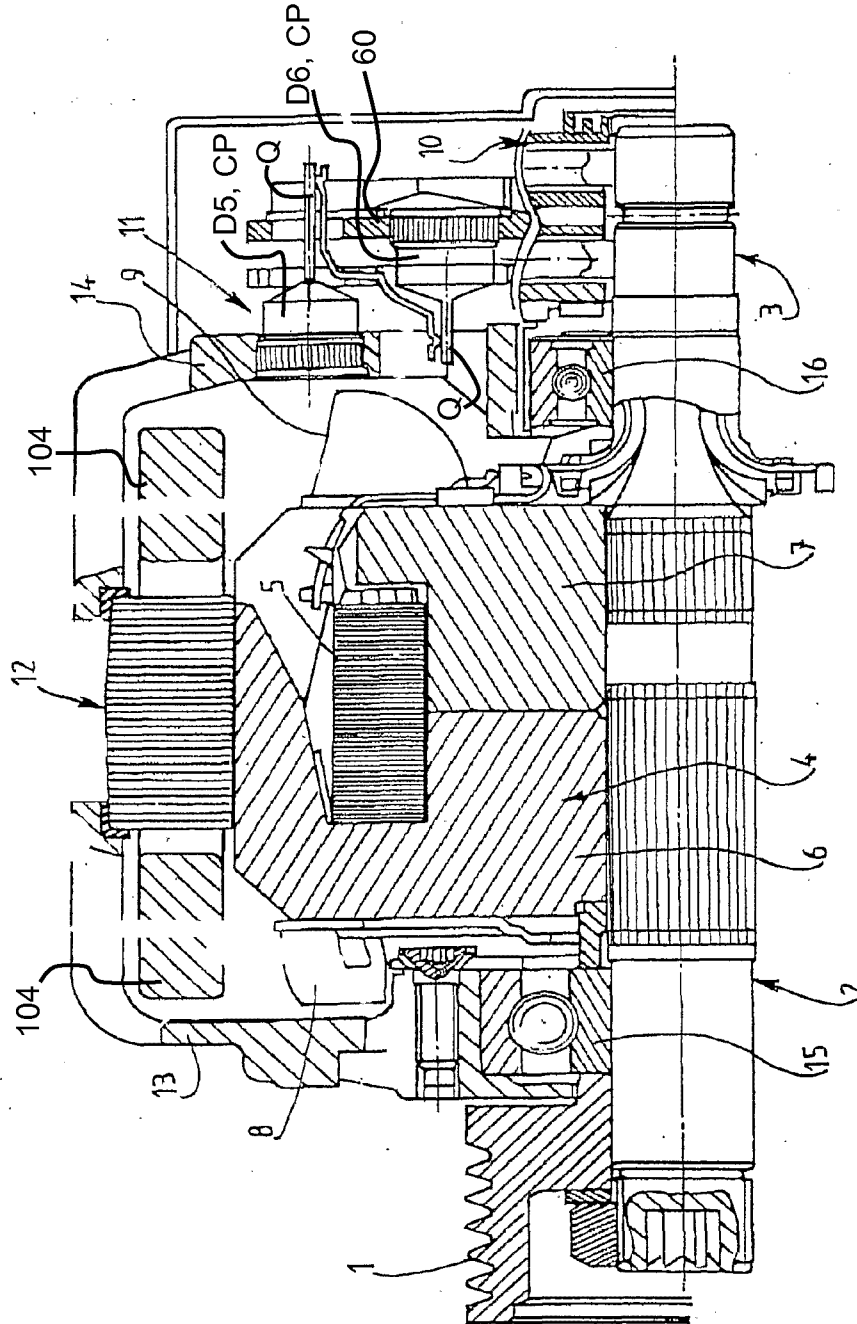
6. Alternateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit alternateur comporte au moins dix diodes de type SBR pour l'ensemble du pont de redressement.

5 7. Alternateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit alternateur est de type hexaphasé et comporte au moins six diodes de type SBR pour un même demi-pont de redressement.

10 8. Alternateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que ledit alternateur comporte au moins douze diodes de type SBR pour l'ensemble du pont de redressement.

9. Véhicule caractérisé en ce qu'il comporte un alternateur selon l'une quelconque des revendications précédentes 1 à 8.

15



2/3

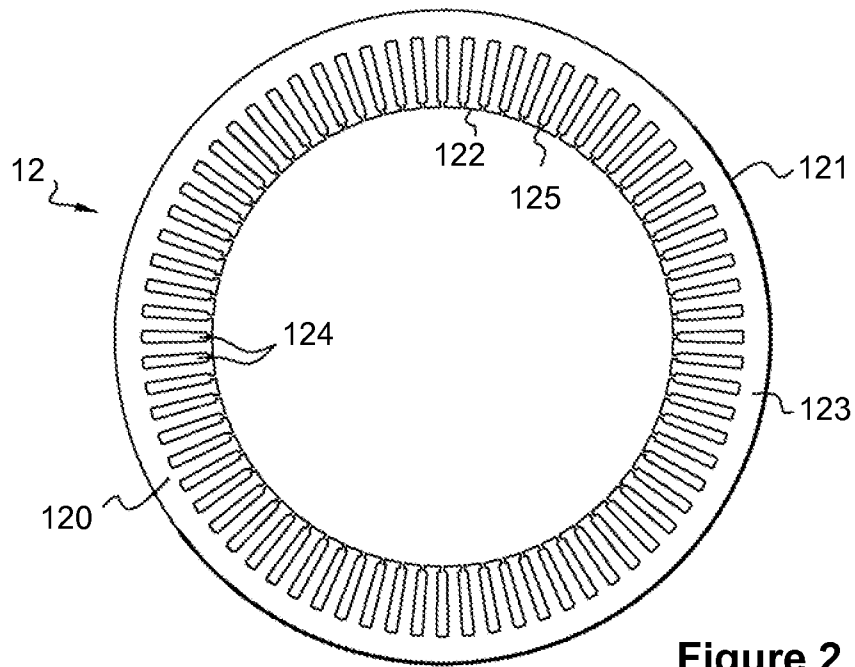


Figure 2

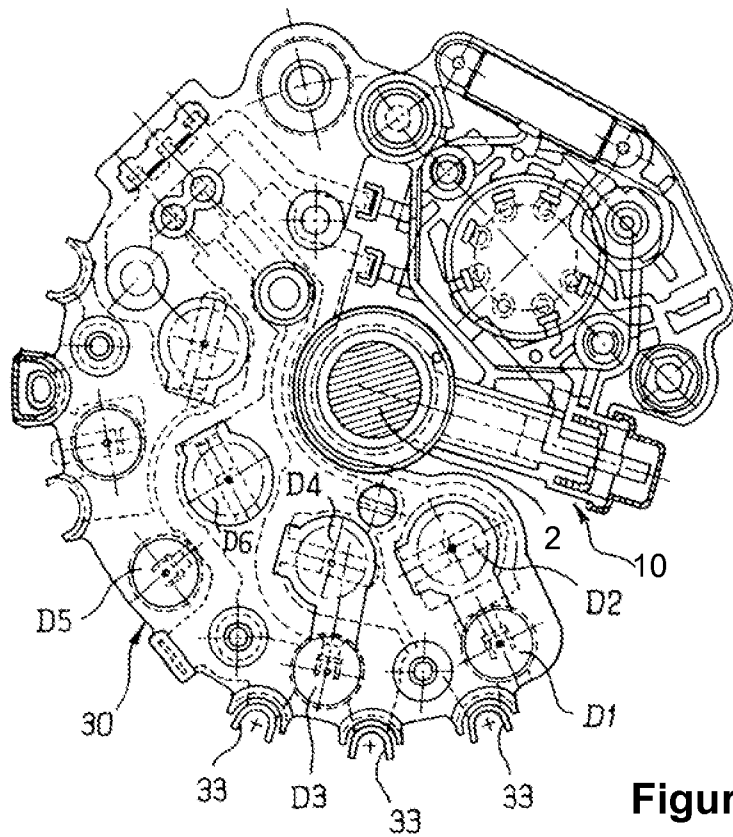


Figure 3

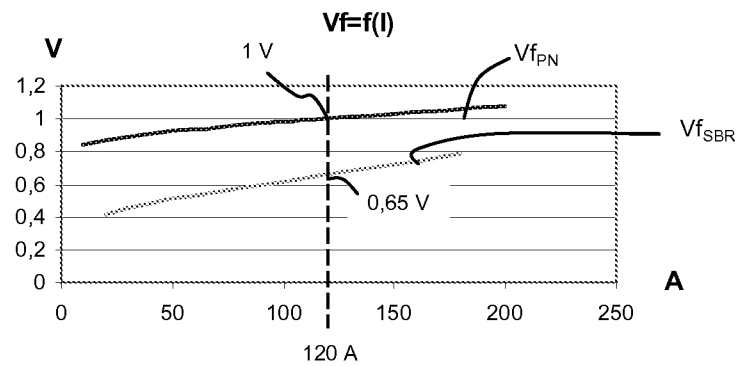


Figure 4

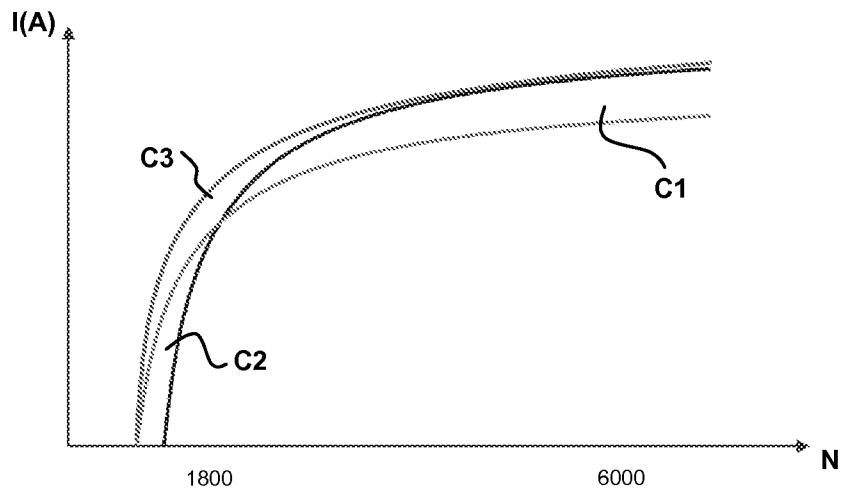


Figure 5