

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 728 737

②1 N° d'enregistrement national : **94 15824**

⑤1 Int Cl[®] : H 02 K 3/48

CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 27.12.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 28.06.96 Bulletin 96/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS
ELECTRIQUES MOTEUR SOCIETE ANONYME —
FR.

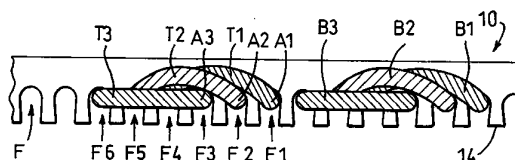
⑦2 Inventeur(s) : PERRIER PIERRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : VALEO MANAGEMENT SERVICES.

⑤4 **STATOR DE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE TRIPHASEE, ET ALTERNATEUR DE VEHICULE
COMPORTANT UN TEL STATOR.**

⑤7 L'invention propose un stator (10) de machine électrique tournante triphasée du type comportant un corps de forme annulaire cylindrique comportant une série d'encoches (F) axiales débouchantes ouvertes dans la paroi cylindrique interne (14) du corps et dont chacune reçoit une série de fils conducteurs appartenant à une bobine (B1, B2, B3) d'un enroulement statorique à trois bobines associées aux trois phases, caractérisé en ce que les bobines (B1, B2, B3) sont agencées selon un motif régulier dans lequel elles s'emboîtent parfaitement les unes dans les autres et occupent la totalité des encoches (F).



FR 2 728 737 - A1



La présente invention concerne un stator de machine électrique tournante triphasée.

L'invention concerne plus particulièrement un stator d'un alternateur équipant un véhicule automobile.

5 L'invention concerne un stator de machine électrique tournante du type comportant une série d'encoches axiales débouchantes ouvertes dans la paroi cylindrique interne du corps et dont chacune reçoit une série de fils conducteurs appartenant à une bobine d'un enroulement
10 statorique à trois bobines associées à trois phases, du type dans lequel les trois bobines associées aux trois phases électriques sont chacune du type ondulé comportant des brins axiaux reliés entre eux par des brins transversaux en forme de boucles constituant des têtes de bobine,
15 du type dans lequel les trois bobines sont agencées dans les encoches en couches concentriques, et du type dans lequel chaque bobine comporte au moins un brin d'entrée et au moins un brin de sortie qui se prolongent axialement vers l'extérieur du corps au-delà d'une face annulaire
20 d'extrémité axiale du corps du stator.

Pour effectuer le bobinage à grande cadence des stators de machines électriques tournantes, et notamment des alternateur d'automobile, on procède à une mise en place mécanique des fils dans les encoches de corps du
25 stator.

Cette mise en place peut s'effectuer par insertions séparées et successives des bobines associées à chacune des trois phases.

30 Il est également possible d'effectuer une insertion simultanée des trois bobines.

Chaque bobine ou phase est positionnée radialement à l'intérieur de la précédente soit au fur et à mesure de l'insertion, lorsque les phases sont mises en place successivement, soit préalablement à l'insertion lorsque
35 celle-ci est simultanée pour toutes les phases, et on

obtient un empilement concentrique des trois phases, radialement vers l'intérieur, dans les encoches selon un arrangement en trois couches concentriques.

5 Cet agencement connu rend particulièrement difficile l'insertion mécanique des brins axiaux des trois bobines et rend notamment incomplet le remplissage des encoches du stator comme cela est expliqué en détail par la suite.

10 La présente invention a pour but de proposer une nouvelle conception d'un stator de machine électrique tournante triphasée qui permet d'obtenir un meilleur remplissage des encoches axiales grâce à un meilleur agencement et un meilleur positionnement relatif des bobines.

15 Dans ce but, l'invention propose un stator du type mentionné précédemment caractérisé en ce que, en considérant une extrémité axiale du stator et six encoches successives,

20 - la première encoche reçoit les brins axiaux de la première bobine, située radialement la plus à l'extérieur, qui se prolongent par des brins transversaux qui s'étendent en direction d'une quatrième encoche ;

25 - la deuxième encoche reçoit les brins axiaux de la deuxième bobine, située radialement entre la première bobine et la troisième bobine située radialement la plus à l'intérieur, qui se prolongent par des brins transversaux qui s'étendent en direction d'une cinquième encoche ; et

30 - la troisième encoche reçoit les brins axiaux de la troisième bobine qui se prolongent par des brins transversaux qui s'étendent en direction d'une sixième encoche,

35 les quatrième, cinquième et sixième encoches étant agencées successivement à la suite de la troisième encoche, ce motif d'agencement se répétant angulairement de manière régulière.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

5 - les brins transversaux sont tous inclinés, sensiblement selon un même angle et dans le même sens, par rapport à une direction perpendiculaire à l'axe du stator;

 - les brins transversaux d'au moins les première et deuxième bobines sont incurvés radialement vers l'extérieur dans leurs parties centrales ;

10 - les raccordements électriques des brins d'entrée et de sortie de la bobine intermédiaire sont inversés pour rétablir un déphasage électrique régulier à 120° entre les trois phases.

15 L'invention propose également un alternateur de véhicule automobile caractérisé en ce que son stator est réalisé conformément aux enseignements de l'invention.

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

20 - La figure 1 est une vue schématique en perspective illustrant la forme générale d'une bobine d'un enroulement statorique selon l'état de la technique ;

 - la figure 2 est une vue schématique en élévation et en développée des têtes des trois bobines concentriques destinées à constituer l'enroulement statorique à trois
25 couches concentriques d'un alternateur triphasé selon l'état de la technique ;

 - la figure 3 est une vue similaire à celle de la figure 2 illustrant le chevauchement des têtes de bobines
30 après insertion dans les encoches du stator ;

 - la figure 4 est un schéma en section axiale illustrant la déformation des têtes de bobines du stator selon l'état de la technique ;

35 - la figure 5 est une vue schématique en perspective, similaire à celle de la figure 1, qui illustre la

forme d'une bobine appartenant à un stator réalisé conformément aux enseignements de l'invention, avant son insertion dans les encoches du stator ;

5 - la figure 6 est une vue de détail en développé illustrant la forme modifiée de chaque bobine du type ondulé ;

 - la figure 7 est une vue schématique développée illustrant la superposition des trois bobines selon l'invention ;

10 - la figure 8 est une vue schématique développée similaire à celle de la figure 2 illustrant l'agencement respectif des bobines selon l'invention avant leur insertion dans les encoches ;

15 - la figure 9 est une vue similaire à celle de la figure 8 illustrant les bobines après leur insertion dans les encoches du stator ; et

 - la figure 10 est une vue de détail en perspective illustrant l'agencement des trois bobines à l'une des extrémités axiales du stator.

20 On a représenté sur la figure 1 une bobine B du type ondulé qui présente une forme générale de tambour cylindrique et qui est constituée par des brins axiaux A qui sont destinés à être reçus dans des encoches d'un stator, comme cela sera expliqué par la suite, et des brins transversaux T en forme de boucles qui s'étendent
25 selon une direction sensiblement perpendiculaire à l'axe de la bobine, et donc à l'axe du stator, et qui sont situés axialement à l'extérieur du corps du stator au-delà des faces annulaires d'extrémité de ce dernier.

30 La bobine B comporte au moins un brin d'entrée E et un brin de sortie S destinés à permettre le raccordement électrique de la bobine.

 Une bobine B peut bien entendu comporter une succession de parcours identiques et/ou comporter

éventuellement plusieurs brins ou fils enroulés en parallèle.

La vue développée de la figure 2 illustre de manière schématique trois bobines B1, B2 et B3 dont chacune est associée à l'une des phases d'un enroulement statorique d'un alternateur triphasé, qui sont agencées en couches successives décalées les unes par rapport aux autres et qui sont destinées à être reçues dans des encoches du corps du stator comme cela sera décrit par la suite.

Au sens de l'invention, la première couche B1 est celle située radialement le plus à l'extérieur, la seconde couche B2 est la couche intermédiaire et la couche B3 est la couche située radialement la plus à l'intérieur.

En se reportant aux figures 9 et 10, on peut voir un stator 10 dont le corps 12 est constitué par un empilage axial de tôles découpées qui délimitent des encoches ou fentes axiales F qui sont par exemple au nombre de 36 réparties régulièrement autour de l'axe du stator et qui débouchent toutes radialement vers l'intérieur dans la surface cylindrique concave interne 14 du corps 12 du stator.

La conception du corps 12 du stator 10 est la même dans le cas de l'état de la technique et dans le cas de la mise en oeuvre selon l'invention.

Selon l'état de la technique illustrée aux figures 2 à 4, on réalise un empilement concentriques des phases B1 à B3 dans les encoches F selon un arrangement qui est schématisé aux figures 2 et 3.

Sur ces figures, on comprend que la première phase B1 mise en place arbitrairement peut occuper sans contrainte le fond des encoches correspondantes. Les deux phases suivantes B2 et B3 rencontrent ensuite les faisceaux des phases B1 et/ou B2 précédemment mises en place. Sous la pression du travail mécanique nécessaire à

la mise en place, certains espaces vides peuvent être partiellement occupés par la déformation des têtes de bobines qui se trouvent en face de ces emplacements dans des encoches. Cependant, on doit déformer deux faisceaux pour tenter d'occuper certains espaces, et cela avec un faisceau de la phase intermédiaire B2 qui ne peut pas être déplacé.

C'est pourquoi, après déformations, on obtient, dans le meilleur des cas, un arrangement sensiblement selon la figure 3.

On voit sur cette figure que les têtes de bobines constituées par les brins transversaux correspondants sont fortement déformées dans leur enchevêtrement et qu'à certains endroits il est pratiquement impossible aux faisceaux d'occuper le fond des encoches.

Sans entrer dans le détail, on comprend aisément que dans ces conditions, même au prix d'importants efforts de déformation dans la direction radiale, accompagnés de déformations axiales s'opposant aux précédentes, il faut prévoir des encoches de section bien plus grande que celles du volume de fils de cuivre qu'elles reçoivent.

Ceci est nécessaire pour laisser à la dernière phase à mettre en place B3 un espace suffisant pour que les têtes de bobines correspondantes ne se trouvent pas en saillie à l'intérieur de l'alésage.

En conséquence, les faisceaux de la dernière phase mise en place B3 occupent la partie de l'encoche située près de l'alésage interne 14 sans pouvoir occuper la partie la plus profonde de l'encoche, d'où un très mauvais coefficient de remplissage des encoches associées à cette phase.

Une façon de remédier à ce problème consiste à prévoir des déformations importantes des têtes de bobines, celles-ci étant différentes d'une phase à l'autre suivant l'ordre de mise en place de ces mêmes phases, comme cela

est par exemple illustré dans la coupe transversale de la figure 4.

L'inconvénient majeur d'une telle solution faisant appel à des déformations importantes des brins transversaux T1, T2 et éventuellement T3 constituant les têtes de bobines, est qu'il est nécessaire d'assurer une déformation différente pour chaque phase, cette déformation devant être effectuée après chaque insertion et compliquant ainsi donc de manière importante le procédé d'insertion.

L'insertion simultanée de toutes les phases n'est pratiquement pas envisageable.

Par ailleurs, cette façon de procéder nécessite de disposer d'une largeur radiale trop importante du corps du stator des alternateurs actuellement utilisés pour équiper les véhicules automobiles.

Comme cela a été expliqué précédemment, la difficulté de remplissage des encoches est liée aux difficultés d'interpénétration des têtes de bobines, et ceci du fait du croisement des faisceaux aller avec les faisceaux retour alors que les uns et les autres partent et aboutissent aux mêmes niveaux dans leurs encoches respectives (cas d'un bobinage à un seul faisceau par encoche).

La présente invention a pour but de proposer un nouvel agencement permettant de remédier à ces inconvénients.

Chaque bobine B, comme cela est illustré sur la figure 5, afin de faciliter son insertion, peut présenter une allure générale en forme de tambour légèrement tronconique.

Par soucis de simplification, les entrées et sorties de la bobine ne sont pas représentées à la figure 5.

Soit directement lors de la formation initiale de chaque bobine, soit par une opération complémentaire, on donne aux têtes de bobines une forme sensiblement trapézoïdale tel que cela est représenté aux figures 6 et 7.

A cet effet, les brins transversaux T d'une bobine B, pour une même extrémité axiale du bobinage, sont tous inclinés par rapport à l'horizontale, en considérant les figures 6 et 7, c'est-à-dire par rapport à la direction perpendiculaire à l'axe du bobinage et du stator.

Chaque bobine ainsi réalisée est alors placée sur ou sous la bobine précédente en un empilement radial successif de toutes les bobines comme cela est illustré aux figures 7 à 9.

Cet empilement peut être réalisé par insertion dans les encoches F bobine après bobine, ou préalablement à une insertion simultanée des trois bobines.

Conformément à l'invention, l'empilement radial en couches successives est effectué avec un décalage angulaire tel que toutes les autres bobines soient régulièrement intercalées dans l'espace compris entre les faisceaux aller et retour de la première bobine utilisée.

La figure 7 représente schématiquement et en développée le résultat ainsi obtenu.

On voit sur cette figure que les têtes de bobines sont regroupées par paquets, séparées par des vides, au contraire de ce qui est habituellement recherché, à savoir une répartition régulière tout autour du stator des têtes de bobines.

On voit également sur la figure 7 que la forme trapézoïdale initialement prévue lors de la formation des bobines permet un rangement régulier des têtes de bobines.

On remarque également sur la figure 7 que, pour une même tête de bobine, il n'y a plus qu'un seul type de croisement, c'est-à-dire deux faisceaux aller croisant

deux faisceaux retour, tandis que selon la conception classique, chaque faisceau aller croise, ou chevauche, un faisceau aller et un faisceau retour.

Les conditions de chevauchement sont donc particulièrement simplifiées dans le cas de l'agencement selon l'invention.

Ceci est particulièrement apparent en considérant la figure 8 sur laquelle on comprend très bien que, conformément à l'invention, sous la contrainte d'efforts mécaniques de déformations appropriées, chaque faisceau peut aller se longer en fond d'encoche comme cela est illustré sur les figures 9 et 10.

Afin d'explicitier plus en détail l'agencement, on a désigné par les références F1 à F6 six encoches successives du corps 12 du stator 10 en considérant une face axiale d'extrémité 13 du stator.

Les brins axiaux A1 de la première bobine B1 située radialement la plus à l'extérieur sont reçus dans le fond de la première encoche F1 et se prolongent par des brins transversaux T1 en direction de la quatrième encoche F4 dans laquelle les brins axiaux correspondants qui prolongent les brins transversaux T1 s'étendent axialement dans le fond de cette quatrième encoche.

Les brins axiaux A2 de la deuxième bobine B2, ou bobine intermédiaire, s'étendent axialement dans le fond de la deuxième encoche F2 et se prolongent par des brins transversaux T2 en direction de la cinquième encoche F5 dans laquelle ils se prolongent par des brins axiaux qui sont reçus dans le fond de cette cinquième encoche.

Enfin, les brins axiaux A3 de la troisième bobine B3 sont reçus dans le fond de la troisième encoche F3 et se prolongent par des brins transversaux T3 en direction de la sixième encoche F6 qui reçoit des brins axiaux prolongeant les brins transversaux T3 et qui sont reçus dans le fond de cette sixième encoche.

Ainsi, on comprend que la première bobine B1 mise en place se loge sans problème dans le fond des encoches F1 et F4.

5 Pour la suivante, alors que la mise en place en fond de l'encoche F5 se fait sans problème grâce à la forme trapézoïdale visible sur la figure 7, la mise en place au fond de l'encoche F2 est accomplie en effectuant une déformation radiale vers l'extérieur en arc de cercle de la tête de la bobine B1 qui aboutit aux encoches F1 et
10 F4.

Cette déformation en arc de cercle peut être réalisée préalablement à la mise en place dans les encoches ou s'effectuer pendant la mise en place sous l'action des efforts (exercés de bas en haut sur la
15 figure) mécaniques.

Sous réserve de la réalisation de cette déformation radiale en arc de cercle, rien ne s'oppose à ce que le faisceau de cette bobine puisse se loger en fond de l'encoche F2.

20 Il en est de même avec la dernière bobine B3 pour laquelle l'un des faisceaux peut facilement se loger en fond d'encoche F6, l'autre faisceau pouvant parfaitement se loger en fond d'encoche F3, après déformation radiale en arc de cercle, pour les mêmes raisons que la bobine
25 précédente, de la tête de la bobine B2.

On remarquera qu'en théorie la dernière bobine B3 à être mise en place n'a pas besoin d'être déformée.

Elle pourra toutefois l'être au même titre que les bobines B1 et B2, en particulier si les déformations sont
30 réalisées de manière aisée préalablement à la mise en place dans les encoches, toutes les bobines étant alors réalisées de manière identique.

La forme sensiblement tronconique des bobines illustrées sur la figure 5 rend possible leur emboîtement,

même lorsque les déformations en arc de cercle ont été réalisées préalablement à l'insertion.

Grâce à l'agencement selon l'invention, on obtient un arrangement géométrique et mécanique satisfaisant.

5 Toutefois, du point de vue électrique, et dans le cas d'un alternateur triphasé, la bobine intermédiaire B2 n'est électriquement déphasée que de 60° par rapport aux autres bobines alors qu'il est nécessaire qu'elle soit déphasée électriquement de 120° .

10 Ceci peut être corrigé très aisément en inversant simplement les entrées et sorties de la bobine intermédiaire B2 ce qui équivaut à un déphasage relatif de 180° .

 On retrouve ainsi un système triphasé avec un décalage électrique normal et régulier de 120° entre les
15 trois phases.

 Grâce à l'invention, il est possible de réaliser, notamment sous la forme automatisée, un bobinage d'un stator triphasé faisant appel à des bobines identiques s'emboîtant parfaitement les unes des autres. Cette
20 disposition particulière permet à toutes les bobines d'occuper la totalité des encoches.

 Cette disposition est donc particulièrement avantageuse en ce qu'elle permet d'améliorer considérablement le taux de remplissage des encoches par rapport à
25 l'agencement selon l'état de la technique.

 Par ailleurs, la disposition selon l'invention procure un avantage supplémentaire en ce que le nombre de déformations nécessaires pour la mise en place des bobines est au moins réduit de moitié par rapport à l'état de la
30 technique, ce qui signifie que l'énergie totale à fournir pour les déformations et l'insertion est réduite, le procédé de mise en place étant ainsi plus économique.

REVENDICATIONS

1. Stator (10) de machine électrique tournante triphasée du type comportant un corps (12) de forme annulaire cylindrique comportant une série d'encoches (F) axiales débouchantes ouvertes dans la paroi cylindrique interne (14) du corps (12) et dont chacune reçoit une série de fils conducteurs appartenant à une bobine (B1, B2, B3) d'un enroulement statorique à trois bobines associées aux trois phases, du type dans lequel les trois bobines (B1, B2, B3) associées aux trois phases électriques sont chacune du type ondulé comportant des brins axiaux (A) reliés entre eux par des brins transversaux (T) en forme de boucles constituant des têtes de bobines, du type dans lesquels les trois bobines (B1, B2, B3) sont agencées dans les encoches (F) en couches concentriques, et du type dans lequel chaque bobine (B1, B2, B3) comporte au moins un brin d'entrée (E1, E2, E3) et au moins un brin de sortie (S1, S2, S3) qui se prolongent axialement vers l'extérieur du corps au-delà d'une face annulaire d'extrémité axiale du corps (12) du stator (10), caractérisé en ce que en considérant une extrémité axiale annulaire (13) du stator (10) et six encoches successives (F1 - F6),
- 25 - la première encoche (F1) reçoit les brins axiaux (A1) de la première bobine (B1), située radialement la plus à l'extérieur, qui se prolongent par des brins transversaux (T1) qui s'étendent en direction d'une quatrième encoche (F4) ;
- 30 - la deuxième encoche (F2) reçoit les brins axiaux (A2) de la deuxième bobine (B2), située radialement entre la première bobine (B1) et la troisième bobine (B3) située radialement la plus à l'intérieur, qui se prolongent par des brins transversaux (T3) qui s'étendent en direction
- 35 d'une cinquième encoche (F5) ; et

- la troisième encoche (F3) reçoit les brins axiaux (A3) de la troisième bobine (B3) qui se prolongent par des brins transversaux (T3) qui s'étendent en direction d'une sixième encoche (F6) ;

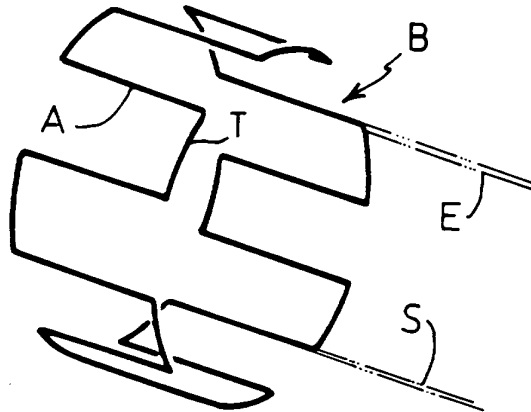
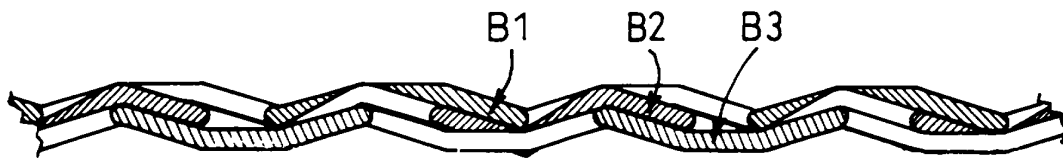
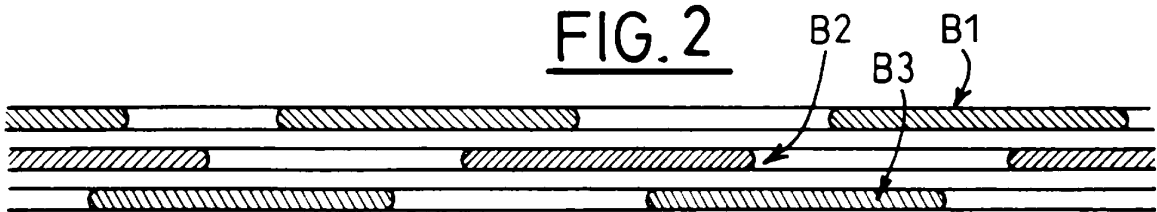
5 les quatrième, cinquième et sixième encoches (F4 - F6) étant agencées successivement à la suite de la troisième encoche (F3), ce motif d'agencement se répétant angulairement de manière régulière.

10 2. Stator selon la revendication 1, caractérisé en ce que les brins transversaux (T1, T2, T3) sont tous inclinés sensiblement selon un même angle et dans le même sens, par rapport à une direction perpendiculaire à l'axe du stator (10).

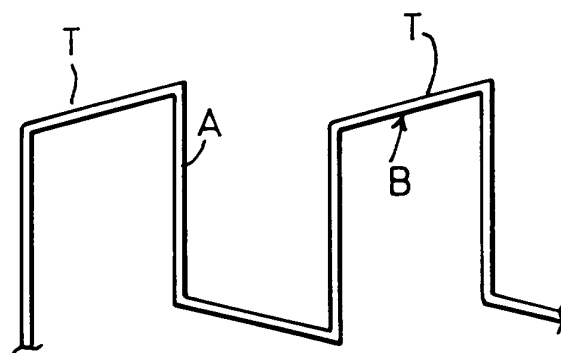
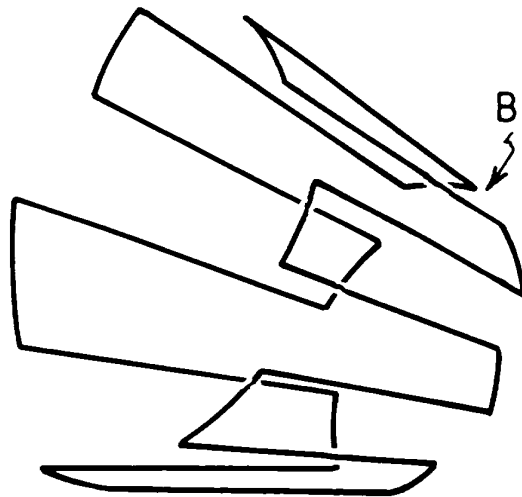
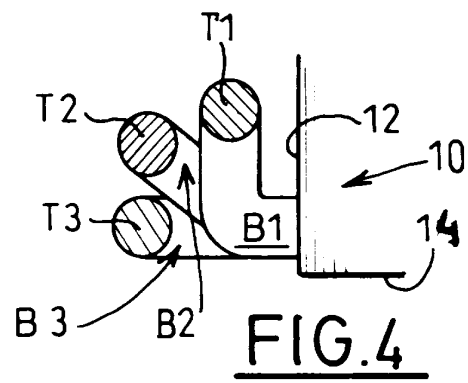
15 3. Stator selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les brins transversaux (T1, T2) d'au moins les première et deuxième bobines (B1, B2) sont incurvés radialement vers l'extérieur dans leurs parties centrales.

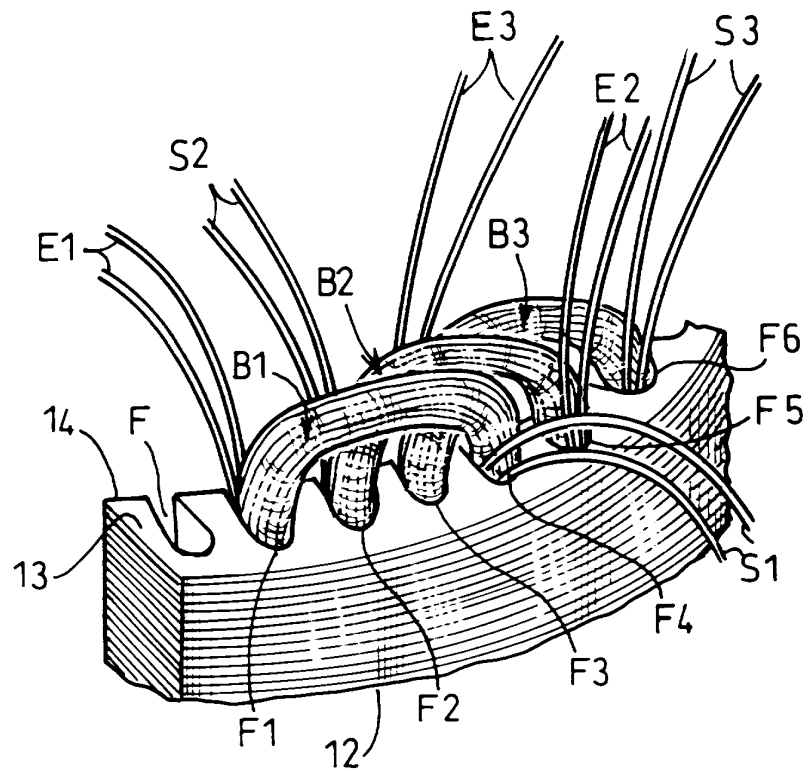
20 4. Stator caractérisé en ce que les raccordements électriques des brins d'entrée (E2) et de sortie (F2) de la bobine intermédiaire (B2) sont inversés pour rétablir un déphasage électrique régulier à 120° entre les trois phases.

25 5. Alternateur de véhicule automobile caractérisé en ce que son stator est réalisé conformément à l'une quelconque des revendications 1 à 4.

FIG. 1FIG. 2FIG. 3

2 / 4



FIG.10

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 509201
FR 9415824

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US-A-4 918 347 (TAKABA YOSUKE) 17 Avril 1990	1
Y	* colonne 4, ligne 28 - ligne 39; figures 1,5 *	2,3

Y	BE-A-687 152 (PHILIPS) 20 Mars 1967 * figure 5 *	2

Y	US-A-2 404 129 (M FLATLAND) 16 Juillet 1946 * figure 1 *	3

A	US-A-3 175 143 (G.H.RAWCLIFFE) 23 Mars 1965 * colonne 1, ligne 36 - ligne 51 *	4

A	EP-A-0 274 969 (EQUIP ELECTR MOTEUR) 20 Juillet 1988 * figures 2,4 *	2,3,5

		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		H02K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
22 Septembre 1995		Zoukas, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant		