

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①1 N° de publication : **3 078 595**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **18 51886**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **H 02 K 3/12 (2018.01), H 02 K 1/16**

①2

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE A BOBINAGE FRACTIONNE.

②2 Date de dépôt : 05.03.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 06.09.19 Bulletin 19/36.

④5 Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 14.02.20 Bulletin 20/07.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS  
ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions  
simplifiée — FR.

⑦2 Inventeur(s) : LEGRANGER JEROME, FARAH  
PHILIPPE-SIAD et FRATILA RADU.

⑦3 Titulaire(s) : VALEO EQUIPEMENTS  
ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions  
simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : VALEO EQUIPEMENTS  
ELECTRIQUES MOTEUR Société par actions  
simplifiée.

FR 3 078 595 - B1



## MACHINE ÉLECTRIQUE TOURNANTE À BOBINAGE FRACTIONNÉ

La présente invention porte sur une machine électrique tournante. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse avec les machines électriques à basse tension, c'est-à-dire avec les machines électriques fonctionnant à une tension inférieure à 60 Volts. La machine électrique est destinée à être utilisée dans un véhicule automobile, notamment de type hybride.

De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un stator et un rotor solidaire d'un arbre. Le rotor pourra être solidaire d'un arbre menant et/ou mené et pourra appartenir à une machine électrique tournante sous la forme d'un alternateur, d'un moteur électrique, ou d'une machine réversible pouvant fonctionner dans les deux modes.

Le rotor comporte un corps formé par un empilage de feuilles de tôles maintenues sous forme de paquet au moyen d'un système de fixation adapté. Le rotor comporte des pôles formés par exemple par des aimants permanents logés dans des cavités ménagées dans le corps.

Le stator est monté dans un carter configuré pour porter à rotation l'arbre par l'intermédiaire de roulements. Le stator comporte un corps muni d'une pluralité de dents définissant des encoches, et un bobinage inséré dans les encoches du stator. Le bobinage est obtenu par exemple à partir de fils continus recouverts d'émail ou à partir d'éléments conducteurs en forme d'épingles reliées entre elles par soudage. Alternativement, les phases de la machine sont formées à partir de bobines individuelles enroulées chacune autour d'une dent statorique.

Afin d'assurer la commande de la machine électrique tournante, un module de contrôle, qui interagit avec le calculateur moteur, pilote le passage du courant à l'intérieur de bras de pont reliés aux différentes phases de la machine. Ces bras de pont intègrent des éléments redresseurs prenant généralement la forme de transistors MOS. La commande des bras de pont est effectuée notamment en fonction de la température du stator, de la position et de la vitesse du rotor, ainsi que de paramètres de fonctionnement

du moteur thermique fournis par le calculateur moteur. Les bras de pont peuvent fonctionner en mode onduleur ou en mode redresseur de tension.

Classiquement, la puissance d'une machine électrique basse tension alimentée par la batterie d'un véhicule automobile est de l'ordre de 15kW à 30kW. Afin d'augmenter cette puissance, il est connu de redimensionner les bras de pont pour pouvoir supporter l'augmentation de l'intensité du courant circulant dans la machine. Cela pose toutefois des problèmes de coûts liés au développement de modules spécifiques ainsi que des problèmes d'intégration du bloc électronique du fait de leur encombrement important.

10 L'invention vise à remédier efficacement à ces inconvénients en proposant une machine électrique tournante pour véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte:

- un rotor ayant un nombre de paires de pôles pair,  
- un stator comportant un corps muni d'encoches et un bobinage triphasé  
15 inséré dans lesdites encoches dudit corps de stator, ledit bobinage triphasé comprenant:

- au moins un premier groupe de portions de phases et un deuxième groupe de portions de phases associés à un premier ensemble d'au moins trois bras de pont, et

20 - au moins un troisième groupe de portions de phases et un quatrième groupe de portions de phases associés à un deuxième ensemble d'au moins trois bras de pont.

L'invention permet ainsi, en utilisant deux onduleurs au lieu d'un seul et en fractionnant le bobinage en plusieurs groupes de portions de phases, de faciliter l'intégration du système en autorisant l'utilisation de bras de pont standards. En outre, cela facilite la fabrication et la maintenance de la machine électrique. L'invention limite également les pertes magnétiques et le bruit acoustique tout en minimisant les ondulations de couple de la machine électrique, et ce sans avoir à modifier la configuration du rotor du fait de la faible présence d'harmoniques. L'invention permet également de réaliser une machine électrique compacte.

Selon une réalisation, chaque groupe de portions de phases comporte dans au moins une même encoche deux conducteurs appartenant à des phases différentes.

5 Selon une réalisation, chaque groupe de portions de phases comporte au moins deux conducteurs appartenant à une même phase dans au moins deux encoches adjacentes.

Selon une réalisation, le nombre d'encoches par pôle et par phase est strictement supérieur à 1 et inférieur ou égal à 3.

10 Selon une réalisation, le nombre d'encoches par pôle et par phase est égal à 2.5.

Selon une réalisation, suivant une circonférence du stator, il existe une alternance entre un groupe de portions de phases du premier ensemble de bras de pont et un groupe de portions de phases du deuxième ensemble de bras de pont.

15 Selon une réalisation, pour un stator triphasé comportant quatre groupes de portions de phases, les groupes de portions de phases associés à un même ensemble de bras de pont sont diamétralement opposés l'un par rapport à l'autre.

20 Selon une réalisation, le rotor comporte un nombre de paires de pôles sélectionné parmi: 4, 6, 8, 10, ou 12.

Selon une réalisation, le bobinage est du type à épingles comportant une section de forme sensiblement rectangulaire. Par "sensiblement", on entend le fait que le rectangle pourra présenter des coins arrondis pour éviter de blesser les fils lors de l'insertion dans les encoches du stator.

25 Selon une réalisation, le rotor est un rotor à aimants permanents, un rotor bobiné, ou un rotor mixte.

Selon une réalisation, ladite machine électrique tournante présente une tension de fonctionnement inférieure à 60 Volts.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

5 La figure 1 montre une vue en perspective partielle d'un quart de stator utilisé dans une machine électrique tournante selon la présente invention;

La figure 2 est une représentation schématique des différents groupes de portions de phases du bobinage triphasé fractionné selon la présente invention;

10 La figure 3 est une représentation schématique de la connexion des différents groupes de portions de phases du bobinage selon l'invention avec deux ensembles de bras de pont correspondants;

Les figures 4a et 4b sont des représentations graphiques du niveau des harmoniques obtenues respectivement avec un bobinage de type concentré standard et un bobinage triphasé fractionné selon l'invention ;

15 La figure 5 est une représentation graphique des ondulations en couple obtenue avec une machine électrique tournante selon l'invention;

La figure 6 illustre la disposition, suivant une circonférence du stator, des groupes de portions de phases associés à deux ensembles de bras de pont distincts;

20 La figure 7 est une vue en coupe longitudinale d'une machine électrique tournante selon l'invention.

Les éléments identiques, similaires, ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.

25 La figure 1 montre une portion de stator bobiné 10 d'une machine électrique tournante selon l'invention. Le stator 10 est destiné à entourer un rotor 11 visible en figure 7 avec présence d'un entrefer entre la périphérie externe du rotor 11 et la périphérie interne du stator 10. Le rotor 11 comporte un nombre de paires de pôles pair. Le nombre de paires de pôles est avantageusement sélectionné parmi: 4, 6, 8, 10, ou 12.

Le stator 10 est destiné à être fixé sur un carter (non représenté) configuré pour porter à rotation l'arbre du rotor 11 via des roulements à billes et/ou à aiguilles. Avantageusement, la machine électrique tournante est de type synchrone et présente une puissance comprise entre 25 et 30 kW.

5 Plus précisément, le stator 10 comporte un corps 13 et un bobinage 14 polyphasé, notamment triphasé, inséré à l'intérieur d'encoches  $E_i$  du corps 13. Le corps de stator 13 consiste en un empilement axial de tôles planes maintenues ensemble à l'aide d'un système de fixation adapté comprenant par exemple des rivets 15. Le corps de stator 13 comporte des dents 16  
10 réparties angulairement de manière régulière sur une périphérie interne d'une culasse 17. Ces dents 16 délimitent les encoches  $E_i$  ( $i$  étant un nombre entier), de telle façon que chaque encoche  $E_i$  est délimitée par deux dents 16 successives. Les encoches  $E_i$  débouchent axialement dans les faces d'extrémité axiales du corps de stator 13. Les encoches  $E_i$  sont également  
15 ouvertes radialement vers l'intérieur du corps de stator 13. Le stator 10 pourra être muni de pieds de dent 18 du côté des extrémités libres des dents 16. Chaque pied de dent 18 s'étend circonférentiellement de part et d'autre d'une dent 16 correspondante.

Dans l'exemple représenté, le bobinage 14 est réalisé à partir de  
20 conducteurs 20 constitués par des épingles globalement en forme de U. Généralement, on insère des branches axiales de conducteurs 20 à l'intérieur des encoches  $E_i$ . L'empilage radial des branches à l'intérieur des encoches  $E_i$  comporte une couche externe de conducteurs 20 et une couche interne de conducteurs 20. Autrement dit, le stator 10 comporte deux  
25 conducteurs 20 par encoche  $E_i$ . Les extrémités libres des conducteurs 20 sont reliées électriquement entre elles notamment par soudage, notamment de type laser. Les conducteurs 20 présentent ici une section de forme sensiblement rectangulaire pour optimiser le remplissage des encoches, mais pourrait en variante présenter une section de forme ronde.

30 En variante, le bobinage 14 pourra être obtenu à partir de fils conducteurs continu formant des ondulations à l'intérieur des encoches du stator 10. Dans tous les cas, les conducteurs 20 sont avantageusement réalisés en cuivre recouvert d'une couche d'émail, ou éventuellement en aluminium.

Comme on peut le voir sur les figures 2 et 3, le bobinage 14 comporte avantageusement trois phases U, V, W fragmentées en plusieurs groupes G1, G2, G3, G4 de portions de phases associés à deux ensembles de bras de pont distincts 21.1 et 21.2. Sur la figure 2, le terme "+" correspond à l'entrée du courant et au terme "-" correspondant à la sortie du courant dans les phases.

Chaque ensemble 21.1, 21.2 comporte de façon classique trois bras de pont 24, soit un bras de pont 24 par phase. Un bras de pont est formé de deux interrupteurs commandés I1 et I2 pour connecter sélectivement la phase correspondante U, V, W au potentiel positif B+ d'alimentation de la machine ou à la masse. Les bras de pont 24 connectés aux phases sont commandés par un module de contrôle. Chaque interrupteur I1, I2 pourra être constitué par un transistor de puissance, par exemple de type MOS, associé de préférence à une diode de roue libre.

Avantageusement, tel que cela est montré sur la figure 3, un premier groupe G1 de portions de phases U, V, W et un deuxième groupe G2 de portions de phases U, V, W sont associés à l'ensemble 21.1. Un troisième groupe G3 de portions de phases U, V, W et un quatrième groupe G4 de portions de phases U, V, W sont associés à l'ensemble 21.2. Une portion de phase correspond à une partie de bobinage d'une phase donnée U, V, W s'étendant sur une partie de la circonférence du corps de stator 13.

En l'occurrence, pour les groupes G1 et G2 connectés au premier ensemble de bras de pont 21.1, la portion de la phase U du premier groupe G1 est connectée en série avec la portion de la phase U du deuxième groupe G2. La portion de la phase V du premier groupe G1 est connectée en série avec la portion de la phase V du deuxième groupe G2. La portion de la phase W du premier groupe G1 est connectée en série avec la portion de la phase W du deuxième groupe G2.

Pour les groupes G3 et G4 connectés au deuxième ensemble de bras de pont 21.2, la portion de la phase U du troisième groupe G3 est connectée en série avec la portion de la phase U du quatrième groupe G4. La portion de la phase V du troisième groupe G3 est connectée en série avec la portion de la phase V du quatrième groupe G4. La portion de la phase W du troisième

groupe G3 est connectée en série avec la portion de la phase W du quatrième groupe G4.

Les phases U, V, W sont couplées avantageusement en étoile. Les points neutres N des deux ensembles de bras de pont 21.1, 21.2 sont de  
5 préférence séparés afin d'éviter toute recirculation d'harmoniques entre les deux ensembles 21.1, 21.2. En variante, les points neutres N pourraient toutefois être confondus.

Comme on peut le voir sur la figure 2, chaque groupe G1, G2, G3, G4 de  
10 portions de phases U, V, W comporte, dans au moins une même encoche E<sub>i</sub>, deux conducteurs 20 appartenant à des phases différentes. Ainsi, dans chaque groupe G1, G2, G3, G4, les encoches E1, E2, et E9 contiennent des conducteurs 20 associés respectivement à la phase U et à la phase W; les encoches E4, E11, et E12 contiennent des conducteurs 20 associés respectivement à la phase V et à la phase W; les encoches E6, E7, et E14  
15 contiennent des conducteurs 20 associés respectivement à la phase U et à la phase V.

En outre, chaque groupe G1, G2, G3, G4 de portions de phases U, V, W comporte au moins deux conducteurs 20 appartenant à une même phase dans au moins deux encoches adjacentes, c'est-à-dire deux encoches E<sub>i</sub>  
20 disposées l'une à côté de l'autre et séparées par une dent 16 commune.

Dans l'exemple représenté, des conducteurs 20 associés à la phase U sont ainsi disposés dans les encoches E1, E2, E6, E7, E8, E9 et E15. Des conducteurs 20 associés à la phase V sont disposés dans les encoches E4, E5, E6, E7, et E11, E12, E13, E14. Des conducteurs 20 associés à la phase  
25 W sont disposés dans les encoches E1, E2, E3, E4, E9, E10, E11, et E12.

Suivant une circonférence du stator 10, il existe une alternance entre un groupe de portions de phases du premier ensemble de bras de pont 21.1 et un groupe de portions de phases du deuxième ensemble de bras de pont 21.2. Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 6, pour un stator 10 triphasé  
30 comportant quatre groupes G1, G2; G3, G4 de portions de phases, les groupes de portions de phases associés à un même ensemble de bras de pont 21.1, 21.2 sont diamétralement opposés l'un par rapport à l'autre. Les

groupes de portions de phase G1 et G2 associés au premier ensemble 21.1 sont diamétralement opposés l'un par rapport à l'autre et les groupes de portions de phase G3 et G4 associés au deuxième ensemble 21.2 sont diamétralement opposés l'un par rapport à l'autre.

- 5 Avantageusement, le nombre d'encoches par pôle et par phase (paramètre dit "spp" pour "slot per pole per phase" en terminologie anglaise) est strictement supérieur à 1 et inférieur ou égal à 3 et de préférence égal à 2.5.

Suivant un mode de réalisation préférentiel non limitatif, la machine comporte un stator 10 triphasé à 60 encoches et une polarité de 4 paires de pôles au rotor 11. Le motif élémentaire de 15 encoches pour chaque groupe G1, G2, G3, et G4 est répété 4 fois. On est alors dans une configuration de 2.5 encoches par pôle et par phase. Les circuits statoriques alimentés par les ensembles de bras de pont distincts 21.1, 21.2 sont de préférence distants d'une paire de pôles.

- 15 La figure 4a met en évidence qu'une configuration classique de stator 10 muni d'un bobinage concentré, c'est-à-dire formé à partir de bobines enroulées autour des dents 16 du stator 10, à 4 paires de pôles, et 0.5 encoche par pôle et par phase génère des sous-harmonique SH qui engendre des pertes magnétiques importantes. Tel que cela est montré sur  
20 la figure 4b, la configuration selon l'invention permet de supprimer les sous-harmoniques générées par le bobinage 14 et de limiter le nombre total des harmoniques ainsi que leur amplitude.

En outre, comme on peut le voir sur la figure 5, l'ondulation de couple Ond\_C de la machine électrique selon l'invention est faible. On rappelle que cette  
25 ondulation est définie par la différence entre le couple maximal et le couple minimal divisé par le couple moyen. Cette ondulation de couple Ond\_C est inférieure ou égale à 5% et ce, sans avoir à modifier la configuration du rotor 11.

Le stator 10 pourra être utilisé avec tout type de rotor 11, notamment un rotor  
30 11 à aimants permanents, un rotor 11 bobiné, ou un rotor 11 mixte comportant des pôles formés par une bobine et au moins un aimant associé.

De façon connue en soi, les aimants pourront être réalisés en ferrite ou en terre rare selon les applications et la puissance recherchée de la machine. Le rotor 11 pourra être à concentration de flux, c'est-à-dire que les faces latérales en vis-à-vis des aimants situés dans deux cavités consécutives sont  
5 de même polarité.

On a représenté sur la figure 7 un exemple non limitatif d'implantation du stator 10 selon l'invention à l'intérieur d'un alternateur 22 compact et polyphasé, notamment pour véhicule automobile. L'alternateur 22 est apte à transformer de l'énergie mécanique en énergie électrique et pourra être  
10 réversible. Un tel alternateur 22 réversible, appelé alerno-démarrreur, permet de transformer de l'énergie électrique en énergie mécanique notamment pour démarrer le moteur thermique du véhicule.

Cet alternateur 22 comporte un carter 23 et, à l'intérieur de celui-ci, un rotor à griffes 11 monté sur un arbre 25 et le stator 10 qui entoure le rotor 11 tout en étant séparé de ce dernier par un entrefer. L'axe X suivant lequel s'étend  
15 l'arbre 25 forme l'axe de la machine électrique.

Le carter 23 comporte des paliers avant 27 et arrière 28 portant le stator. Les paliers 27, 28 sont de forme creuse et portent chacun centralement un roulement à billes pour le montage à rotation de l'arbre 25.

20 Plus précisément, le rotor 11 comporte deux roues polaires 30, 31 présentant chacune un flasque 32 d'orientation transversale pourvu à sa périphérie externe de griffes 33 par exemple de forme trapézoïdale et d'orientation axiale. Les griffes 33 d'une roue 30, 31 sont dirigées axialement vers le flasque 32 de l'autre roue 30, 31. Une griffe 33 d'une roue polaire 30, 31  
25 pénètre ainsi dans l'espace existant entre deux griffes 33 voisines de l'autre roue polaire 30, 31, de sorte que les griffes 33 des roues polaires 30, 31 sont imbriquées les unes par rapport aux autres.

Un noyau cylindrique 35 est intercalé axialement entre les flasques 32 des roues 30, 31. En l'occurrence, le noyau 35 consiste en deux demi-noyaux appartenant chacun à l'un des flasques 32. Ce noyau 35 porte à sa  
30 périphérie externe une bobine d'excitation 36 bobinée autour d'un isolant 37 intercalé radialement entre le noyau 35 et la bobine 36.

Du côté de son extrémité avant, l'arbre 25 porte une poulie 39 appartenant à un dispositif de transmission de mouvements à au moins une courroie, ou à chaîne, entre l'alternateur 22 et le moteur thermique du véhicule automobile.

5 Le palier arrière 28 porte un porte-balais 40 muni de balais 41 destinés à venir frotter contre des bagues 42 d'un collecteur 43 pour assurer l'alimentation du bobinage du rotor 11.

Le stator 10 pourra également être intégré à l'intérieur d'autres types de machines électriques, notamment celles fonctionnant en mode moteur uniquement.

10 Bien entendu, la description qui précède a été donnée à titre d'exemple uniquement et ne limite pas le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les différents éléments par tous autres équivalents.

15 En outre, les différentes caractéristiques, variantes, et/ou formes de réalisation de la présente invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons, dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.

## REVENDEICATIONS

1. Machine électrique tournante pour véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte:

- un rotor (11) ayant un nombre de paires de pôles pair,
- 5 - un stator (10) comportant un corps (13) muni d'encoches (Ei) et un bobinage (14) triphasé inséré dans lesdites encoches (Ei) dudit corps de stator (13), ledit bobinage (14) triphasé comprenant:
  - au moins un premier groupe (G1) de portions de phases (U, V, W) et un deuxième groupe (G2) de portions de phases (U, V, W) associés à
  - 10 un premier ensemble d'au moins trois bras de pont (21.1), et
    - au moins un troisième groupe (G3) de portions de phases (U, V, W) et un quatrième groupe (G4) de portions de phases (U, V, W) associés à un deuxième ensemble d'au moins trois bras de pont (21.2).

2. Machine électrique tournante selon la revendication 1, caractérisée en ce que, chaque groupe (G1, G2, G3, G4) de portions de phases (U, V, W) comporte dans au moins une même encoche (Ei) deux conducteurs (20) appartenant à des phases (U, V, W) différentes.

3. Machine électrique tournante selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que chaque groupe (G1, G2, G3, G4) de portions de phases (U, V, W) comporte au moins deux conducteurs (20) appartenant à une même phase (U, V, W) dans au moins deux encoches (Ei) adjacentes.

4. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que, le nombre d'encoches (Ei) par pôle et par phase (U, V, W) est strictement supérieur à 1 et inférieur ou égal à 3.

5. Machine électrique tournante selon la revendication 4, caractérisée en ce que le nombre d'encoches (Ei) par pôle et par phase (U, V, W) est égal à 2.5.

6. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que, suivant une circonférence du stator (10), il existe une alternance entre un groupe de portions de phases

(G1, G2) du premier ensemble de bras de pont (21.1) et un groupe de portions de phases (G3, G4) du deuxième ensemble de bras de pont (21.2).

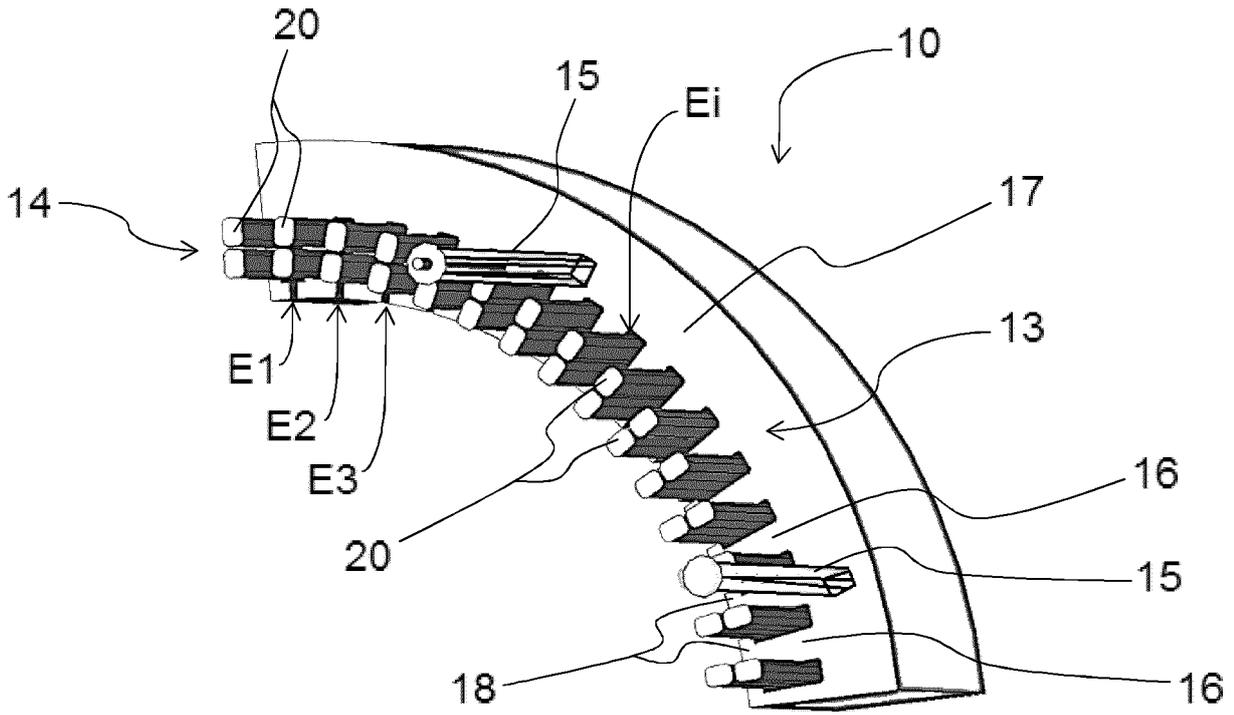
5 7. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que, pour un stator (10) triphasé comportant quatre groupes de portions de phases (G1, G2, G3, G4), les groupes de portions de phases associés à un même ensemble de bras de pont (21.1, 21.2) sont diamétralement opposés l'un par rapport à l'autre.

10 8. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le rotor (11) comporte un nombre de paires de pôles sélectionné parmi: 4, 6, 8, 10, ou 12.

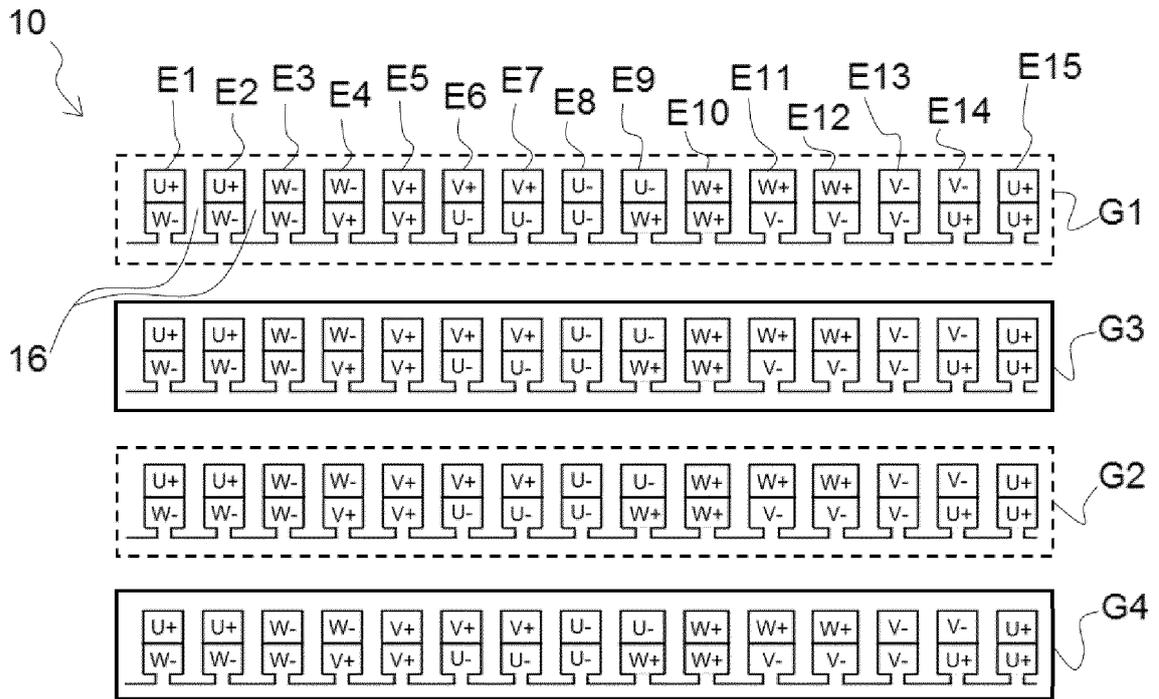
9. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le bobinage (14) est du type à épingles comportant une section de forme sensiblement rectangulaire.

15 10. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que le rotor (11) est un rotor à aimants permanents, un rotor bobiné, ou un rotor mixte.

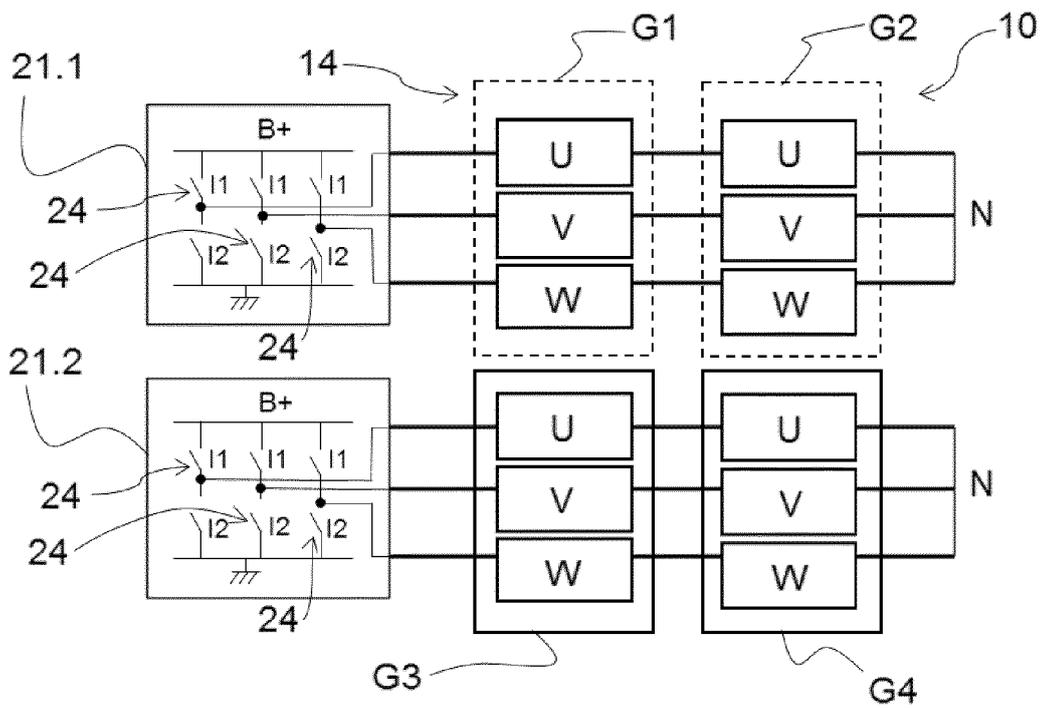
11. Machine électrique tournante selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'elle présente une tension de fonctionnement inférieure à 60 Volts.



**Fig. 1**

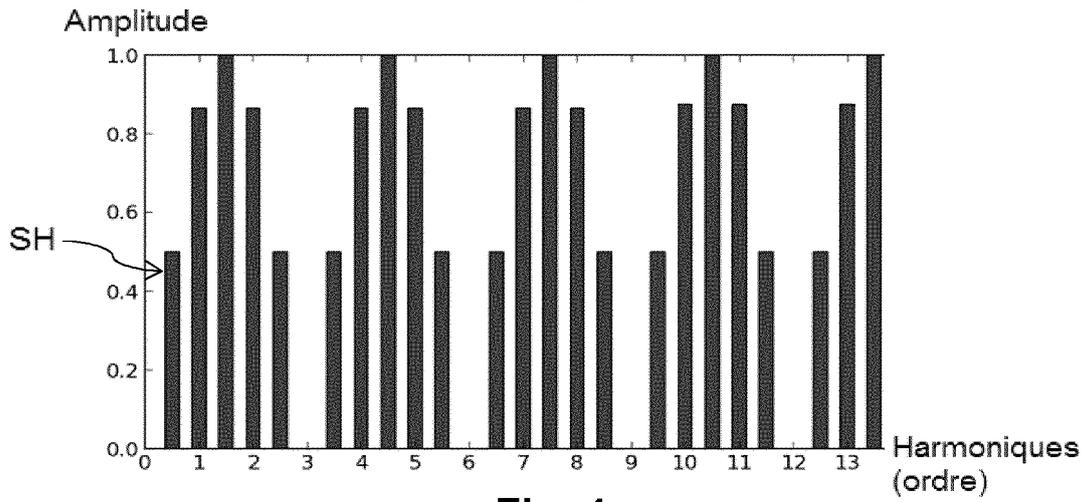


**Fig. 2**

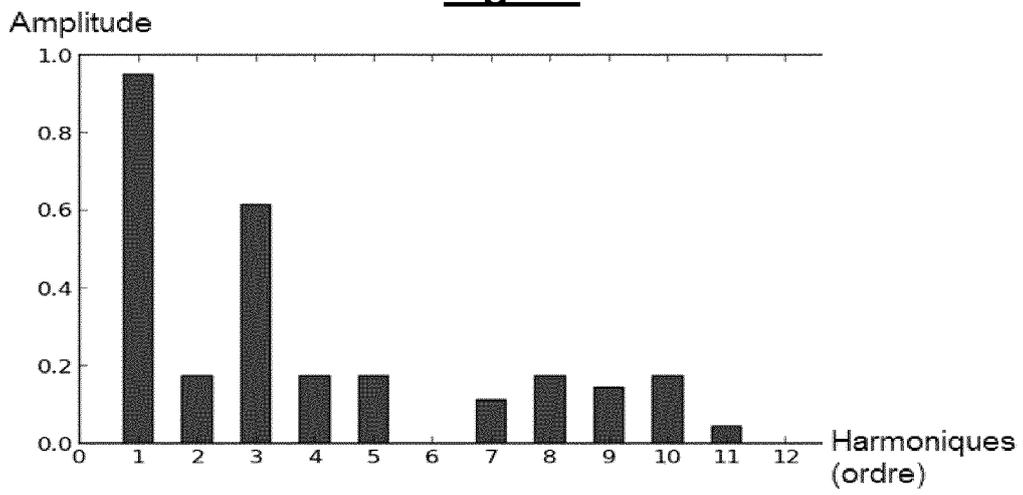


**Fig. 3**

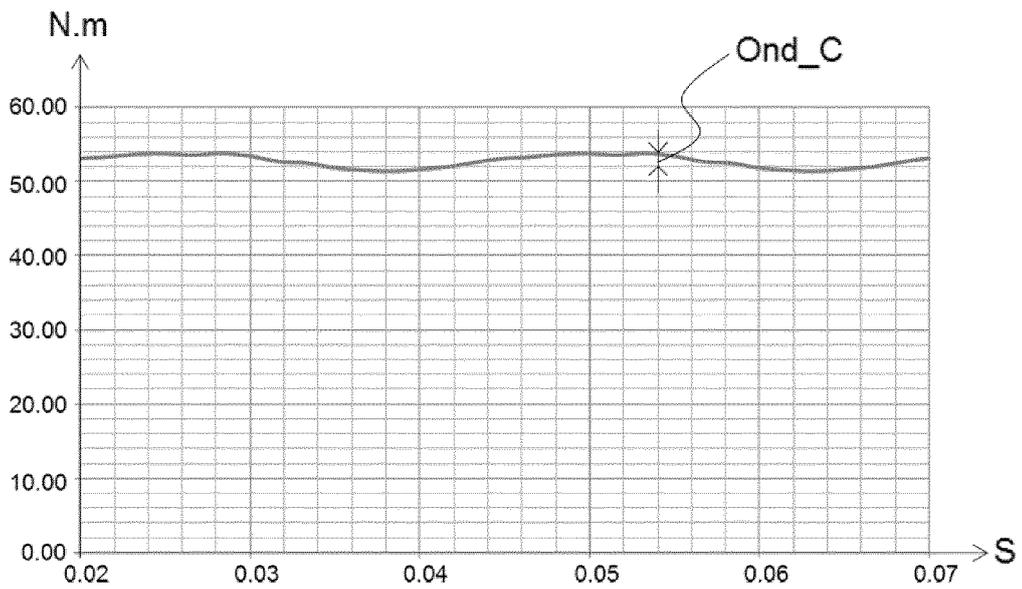
3/4



**Fig. 4a**

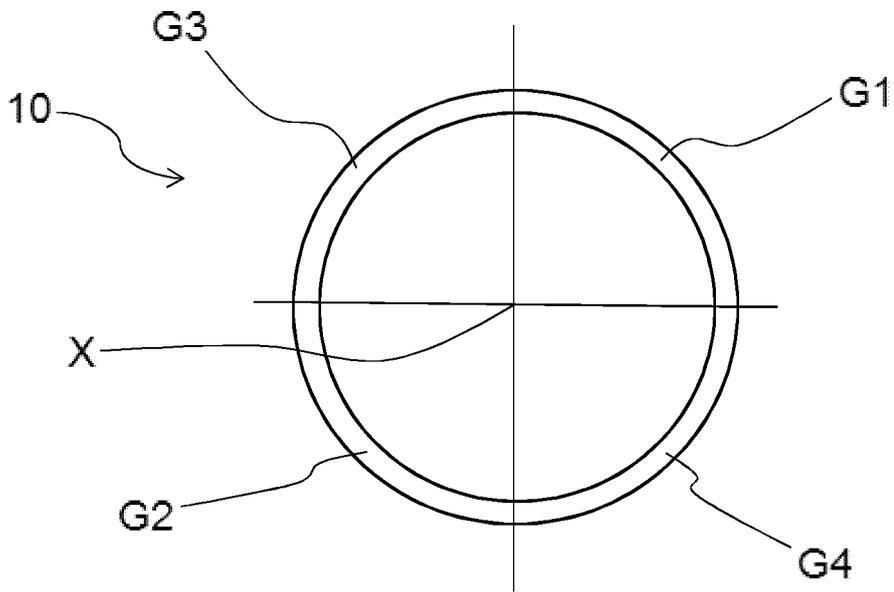


**Fig. 4b**

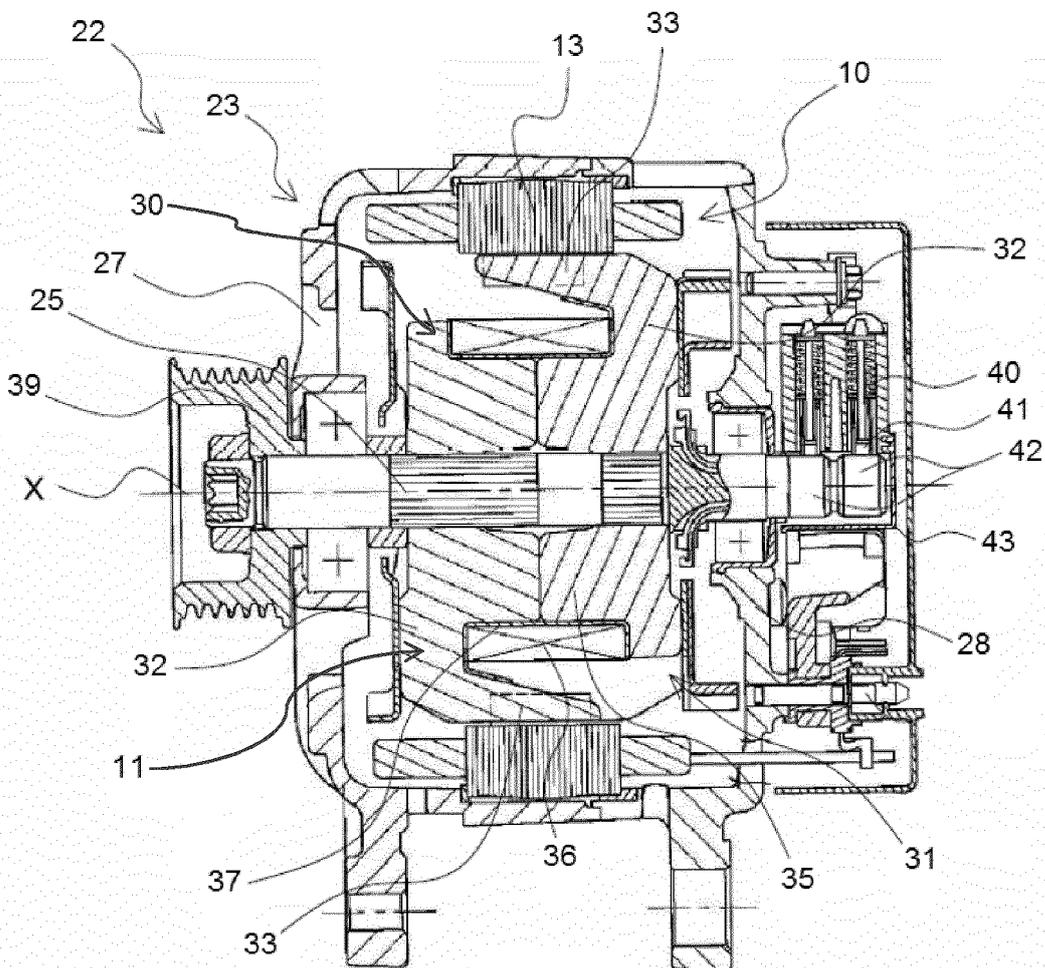


**Fig. 5**

4/4



**Fig. 6**



**Fig. 7**

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 4 550 267 A (VAIDYA JAYANT G [US])  
29 octobre 1985 (1985-10-29)

DE 10 2016 111212 A1 (FANUC CORP [JP])  
29 décembre 2016 (2016-12-29)

DE 10 2016 105549 A1 (AISIN SEIKI [JP])  
29 septembre 2016 (2016-09-29)

DE 32 02 958 A1 (SIEMENS AG [DE])  
11 août 1983 (1983-08-11)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT