

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.11.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.05.24 Bulletin 24/21.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELEC-
TRIQUES MOTEUR SAS — FR.

72 Inventeur(s) : EL BARAKA Khadija et JUGOVIC Sve-
tislav.

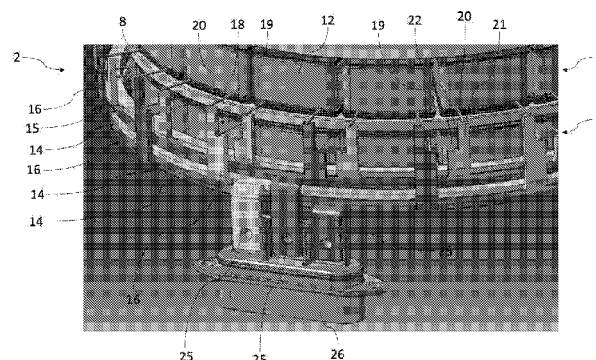
73 Titulaire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELEC-
TRIQUES MOTEUR SAS.

74 Mandataire(s) : VALEO EQUIPEMENTS ELEC-
TRIQUES MOTEUR - SCE PI.

54 Machine électrique tournante polyphasée à flux électromagnétique axial.

57 La machine électrique (2) tournante polyphasée à flux
électromagnétique axial comprenant :- un rotor intercalé
axialement entre des premier et deuxième stators (6, 7) à N
phases chacun, chaque stator comprenant un ensemble de
bobines (12) appartenant chacune à une des N phases, -
un interconnecteur comprenant N barres omnibus (14) an-
nulaires d'alimentation des N phases, au moins une des bo-
bines de chaque phase étant raccordée à une des barres
omnibus. Les barres omnibus sont communes aux premier
et deuxième stators.

Figure pour l'abrégé : figure 6



Description

Titre de l'invention : Machine électrique tournante polyphasée à flux électromagnétique axial

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne une machine électrique tournante polyphasée à flux électromagnétique axial. L'invention concerne également un module de transmission comprenant une machine électrique selon l'invention et un réducteur mécanique. Enfin, l'invention concerne un procédé de fabrication d'une machine électrique.

Arrière-plan technique

[0002] On connaît de l'art antérieur une machine électrique tournante polyphasée utilisée pour convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique afin, par exemple, d'entraîner un véhicule automobile. Classiquement, une machine électrique tournante est du type soit à flux électromagnétique axial, soit à flux électromagnétique radial. Par exemple, dans le cas d'une machine électrique à flux électromagnétique axial, la machine électrique comprend un rotor en forme générale de disque disposé entre deux stators également en forme générale de disque. Les stators ont un même nombre pré-déterminé de phases et chaque stator comprend un ensemble de bobines raccordées chacune à une des phases. La machine électrique comprend pour chaque stator un interconnecteur comprenant un jeu de barres omnibus destinées à alimenter en courant électrique les bobines du stator. Le nombre de barres omnibus de chaque interconnecteur correspond au nombre de phases du stator.

[0003] L'utilisation de deux interconnecteurs et donc de deux jeux de barres omnibus respectivement pour les deux stators présente l'inconvénient d'être encombrante, coûteuse et d'augmenter le poids de la machine électrique.

Résumé de l'invention

[0004] L'invention a ainsi notamment pour but de fournir une machine électrique qui soit moins encombrante, plus légère et moins coûteuse à fabriquer.

[0005] À cet effet, l'invention a pour objet une machine électrique tournante polyphasée à flux électromagnétique axial comprenant :

- un rotor intercalé axialement entre des premier et deuxième stators à N phases chacun, chaque stator comprenant un ensemble de bobines appartenant chacune à une des N phases,
 - un interconnecteur comprenant N barres omnibus annulaires d'alimentation des N phases, au moins une des bobines de chaque phase étant raccordée à une des barres omnibus,
- caractérisé en ce que les barres omnibus sont communes aux premier et deuxième

stators.

- [0006] Le fait de mettre en commun les barres omnibus, et donc l'interconnecteur, du premier et du deuxième stators permet de ne conserver qu'un seul jeu de barres omnibus, et donc un seul interconnecteur, afin de réduire l'encombrement de la machine électrique, ainsi que son poids et son coût de fabrication.
- [0007] Le nombre de phases de la machine électrique tournante est différent selon les modes de réalisation. Ce nombre de phases est par exemple égal à trois dans le cas d'une machine électrique tournante triphasée. Selon les modes de réalisation, le nombre de phases peut être supérieur à trois, par exemple égale à six, neuf ou douze.
- [0008] L'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou en combinaison.
- [0009] Avantageusement, la machine électrique tournante comprend en outre au moins un organe isolant électriquement d'entretoisement des barres omnibus de façon à maintenir un écartement axial prédéterminé entre les barres omnibus. Cet organe d'entretoisement permet, de manière simple, d'assurer le maintien d'un écartement axial prédéterminé entre les barres omnibus tout en les isolant électriquement entre elles. L'organe isolant électriquement d'entretoisement peut avoir des formes différentes selon les modes de réalisation. De préférence, cet organe d'entretoisement a une forme de peigne dont les dents, disposées entre les barres omnibus, permettent de maintenir l'écartement axial prédéterminé entre les barres omnibus.
- [0010] De manière avantageuse, chaque barre omnibus comprend des bornes de connexion communes à une des bobines du premier stator et à une des bobines du deuxième stator. L'utilisation d'une borne de connexion commune aux deux stators permet de réduire l'encombrement de la machine électrique tournante. De préférence, toutes les bornes de connexion de chaque barre omnibus sont communes à une des bobines du premier stator et à une des bobines du deuxième stator. On réduit ainsi encore l'encombrement de la machine électrique tournante.
- [0011] Avantageusement, les bornes de connexion comprennent un décrochement qui définit un premier niveau de liaison à une extrémité d'une des bobines du premier stator et un deuxième niveau de liaison à une extrémité d'une des bobines du deuxième stator. Ce décrochement permet notamment de faciliter la liaison de la borne de connexion aux extrémités des bobines du premier et du deuxième stators. Plus particulièrement, la présence de décrochement permet de faciliter la liaison de la borne de connexion à l'extrémité d'une des bobines du premier stator en évitant que celle-ci ne soit écrasée contre la borne de connexion, par exemple en lui permettant de s'étendre au moins en partie de l'espace formé par le décrochement. Le premier niveau de liaison et le deuxième niveau de liaison sont décalés axialement.
- [0012] De manière avantageuse, les extrémités des bobines sont disposées sur les côtés

axiaux des premier et deuxième stators qui sont en regard du rotor. Ainsi, on facilite la liaison au premier et au deuxième niveau de liaison entre une borne de connexion et l'extrémité d'une des bobines du premier stator et l'extrémité d'une des bobines du deuxième stator.

- [0013] Selon un mode de réalisation, les bornes de connexion et les extrémités des bobines de chaque stator sont solidaires au premier niveau de liaison et au deuxième niveau de liaison, notamment par soudage. On obtient ainsi de manière simple une liaison stable et sûre entre les bornes de connexion et les extrémités des bobines. En outre, le soudage présente de bonnes propriétés de résistance aux vibrations.
- [0014] Avantageusement, chaque barre omnibus comprend un anneau disposé autour du premier stator depuis lequel s'étendent, en direction du deuxième stator, les bornes de connexions. Cette configuration permet de réduire l'encombrement et facilite le procédé de fabrication de la machine électrique. On comprend notamment qu'aucune barre omnibus ne comprend un anneau disposé autour du deuxième stator, libérant ainsi de l'espace et allégeant la machine électrique.
- [0015] Selon un mode de réalisation, la machine électrique comprend en outre un premier boîtier et un deuxième boîtier, fixés entre eux, dans lesquels sont agencés les premier et deuxième stators, le rotor et l'interconnecteur, l'interconnecteur et le premier stator étant fixés sur le premier boîtier, le deuxième stator étant fixé sur le deuxième boîtier, le deuxième boîtier comprenant des ouvertures d'accès, chaque borne de connexion s'étendant à travers une des ouvertures d'accès. On facilite ainsi le procédé de fabrication de la machine électrique en permettant un accès aux bornes de connexion s'étendant à travers l'une des ouvertures d'accès lorsque les premier et deuxième boîtiers sont fixés entre eux. En particulier, il est possible de réaliser simplement la fixation, par exemple par soudage, entre une borne de connexion s'étendant à travers une ouverture d'accès et une extrémité de bobine du deuxième stator s'étendant également dans cette même ouverture d'accès, lorsque les deux boîtiers sont fixés entre eux, en manœuvrant les outils nécessaires à travers l'ouverture d'accès.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le deuxième boîtier comprend autant d'ouvertures d'accès que de bornes de connexion. On obtient ainsi un deuxième boîtier avec de bonnes propriétés de résistance mécanique puisque les ouvertures d'accès sont plus nombreuses mais de plus petites tailles et séparées de matière participant à la résistance mécanique du boîtier.
- [0017] Selon un autre mode de réalisation, le deuxième boîtier comprend moins d'ouvertures d'accès que de bornes de connexion. On obtient ainsi un deuxième boîtier léger puisque les ouvertures d'accès sont plus grandes pour accueillir plusieurs bornes de connexion, réduisant ainsi la quantité de matière totale utilisée pour former le deuxième boîtier.

- [0018] Avantageusement, le premier boîtier porte un connecteur relié à une borne d'alimentation de chaque barre omnibus, les bornes d'alimentation s'étendant dans une direction axiale opposée à la direction d'extension des bornes de connexion. Une telle configuration permet de réduire encore l'encombrement de la machine électrique.
- [0019] L'invention a également pour objet un module de transmission comprenant au moins une machine électrique telle que décrite précédemment et un réducteur mécanique fixé à la machine électrique.
- [0020] Avantageusement, le module de transmission comprend une machine électrique telle que décrite précédemment comprenant un premier boîtier et un deuxième boîtier, fixés entre eux, dans lesquels sont agencés les premier et deuxième stators, le rotor et l'interconnecteur, l'interconnecteur et le premier stator étant fixés sur le premier boîtier, le deuxième stator étant fixé sur le deuxième boîtier, le deuxième boîtier comprenant des ouvertures d'accès, chaque borne de connexion s'étendant à travers une des ouvertures d'accès, et dans lequel le réducteur mécanique comprend un carter fixé sur le deuxième boîtier, le carter et le deuxième boîtier définissant une chambre de fixation autour des ouvertures d'accès de manière à isoler toutes les ouvertures d'accès de l'extérieur du module de transmission. Cette configuration permet de profiter de l'avantage fourni par la présence des ouvertures d'accès tout en assurant de manière simple l'isolation de ces ouvertures d'accès de l'extérieur du module de transmission afin de garantir la sécurité d'utilisation du module de transmission.
- [0021] La chambre de fixation peut être défini par le deuxième boîtier et un couvercle fixé sur le deuxième boîtier. Le carter peut ne pas participer à la définition de la chambre de fixation.
- [0022] Enfin, l'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une machine électrique telle que décrite précédemment comprenant un premier boîtier et un deuxième boîtier, fixés entre eux, dans lesquels sont agencés les premier et deuxième stators, le rotor et l'interconnecteur, l'interconnecteur et le premier stator étant fixés sur le premier boîtier, le deuxième stator étant fixé sur le deuxième boîtier, le deuxième boîtier comprenant des ouvertures d'accès, chaque borne de connexion s'étendant à travers une des ouvertures d'accès, le procédé de fabrication comprenant les étapes suivantes :
- on agence le premier stator et les N barres omnibus dans le premier boîtier,
 - on agence le deuxième stator et le rotor dans le deuxième boîtier comportant les ouvertures d'accès aux bornes de connexion des barres omnibus et aux extrémités des bobines du deuxième stator,
 - on relie électriquement les bornes de connexion des barres omnibus aux extrémités des bobines du deuxième stator, par exemple par soudage.
- [0023] En variante, le rotor peut être agencé sur le premier boîtier.

[0024] Ce procédé permet de simplifier la fabrication de la machine électrique en facilitant la liaison entre les bornes de connexion des barres omnibus et les extrémités des bobines du deuxième stator. Notamment on comprend que les opérations réalisées pour effectuer cette liaison peuvent avoir lieu via les ouvertures d'accès.

Brève description des figures

[0025] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

[0026] [Fig.1] est une vue en perspective d'un module de transmission selon l'invention ;

[0027] [Fig.2] est une vue en perspective d'une machine électrique selon l'invention, comprise dans le module de transmission de la [Fig.1], pour laquelle les premier et deuxième boîtiers sont désolidarisés et à distance l'un de l'autre ;

[0028] [Fig.3] est une vue en perspective éclatée de la machine électrique de la [Fig.2] ;

[0029] [Fig.4] est une vue en perspective de barres omnibus d'un interconnecteur de la machine électrique de la [Fig.2] pour laquelle un corps de l'interconnecteur n'est pas représenté ;

[0030] [Fig.5] est une vue en perspective d'une partie de la machine électrique de la [Fig.2] ;
et

[0031] [Fig.6] est une vue en perspective d'une partie de la machine électrique de la [Fig.2] sur laquelle un premier boîtier et un deuxième boîtier de la machine électrique ainsi que le corps de l'interconnecteur ne sont pas représentés.

Description détaillée

[0032] La [Fig.1] représente un module de transmission 1 selon l'invention comprenant notamment une machine électrique 2 tournante polyphasée et un réducteur mécanique 3. Selon le présent mode de réalisation, le module de transmission 1 est destiné à être monté sur un véhicule (non représenté) afin de convertir de l'énergie électrique en énergie mécanique afin d'entraîner le véhicule. Le montage d'un tel module de transmission 1 sur un véhicule est connu en soi et ne sera pas décrit plus en détail ici. Le module de transmission 1 selon l'invention peut être utilisé pour d'autres applications que l'entraînement d'un véhicule.

[0033] Dans le cas présent, la conversion d'énergie électrique en énergie mécanique est réalisée par la machine électrique 2 tournante qui est donc utilisée ici en tant que moteur électrique. Selon d'autres modes de réalisation, la machine électrique 2 tournante selon l'invention peut être utilisée en tant que génératrice afin de convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique.

[0034] Selon le présent mode de réalisation, la machine électrique 2 comprend notamment un premier boîtier 4, un deuxième boîtier 5, un premier stator 6, un deuxième stator 7,

un rotor 8 et un interconnecteur 9.

[0035] Le rotor 8 a une forme générale de disque et comprend des aimants permanents 10 sur chacune de ses faces (figures 2 et 3). Le rotor 8 est mobile en rotation autour de l'axe A de la machine électrique 2. Le rotor 8 comprend en outre un arbre axial 11 destiné à transmettre le mouvement de rotation du rotor 8 au réducteur mécanique 3.

[0036] Les stators 6, 7 ont chacun une forme générale de disque (voir [Fig.3]). Les premier et deuxième stators 6, 7 ont un nombre N prédéterminé de phases chacun. Dans le présent mode de réalisation, les premier et deuxième stators 6, 7 sont triphasés, c'est-à-dire qu'ils ont trois phases chacun. Selon d'autres modes de réalisation, le nombre de phases peut être différent, par exemple de six, neuf ou douze. Chaque stator 6, 7 comprend un ensemble de bobines 12 appartenant chacune à une des trois phases.

[0037] Le rotor 8 est intercalé axialement entre le premier stator 6 et le deuxième stator 7. De manière classique, lorsque les trois phases des stators 6, 7 sont alimentées par un courant électrique alternatif, un champ électromagnétique à flux axial est généré et, en agissant sur les aimants permanents 10 du rotor 8, permet d'entraîner en rotation le rotor 8, et donc permet d'entraîner également en rotation axiale son arbre axial 11.

[0038] L'interconnecteur 9, aussi appelé élément d'interconnexion, permet le branchement des bobines 12 des stators 6, 7. Il comprend un corps 13 annulaire réalisé dans le cas présent en matière plastique surmoulé sur N barres omnibus 14 annulaires d'alimentation des N phases et sur une barre de neutre 15 annulaire. Dans le cas présent, l'interconnecteur 9 comprend donc trois barres omnibus 14 d'alimentation des trois phases. Dans présent mode de réalisation, les bobines 12 de chaque stator 6, 7 sont couplées électriquement en étoile par l'interconnecteur 9. Ainsi, chaque bobine 12 est raccordée soit à une des barres omnibus 14, soit à une autre bobine 12, soit à la barre de neutre 15. Selon un autre mode de réalisation, le couplage électrique des bobines de chaque stator 6, 7 est réalisé selon une autre configuration, par exemple, de façon connue, selon un couplage en triangle. Au moins une partie des bobines 12 peuvent être couplées en série. Dans tous les cas, au moins une des bobines 12 de chaque phase est raccordée à une des barres omnibus 14 d'alimentation des phases.

[0039] Chaque barre omnibus 14 comprend un anneau de même diamètre disposé, dans le cas présent, autour du premier stator 6. Chaque barre omnibus 14 comprend en outre des bornes de connexion 16 communes à une des bobines 12 du premier stator 6 et à une des bobines 12 du deuxième stator 7 ([Fig.6]). Ces bornes de connexion 16 s'étendent toutes axialement en saillie depuis un bord périphérique externe anneaux des barres omnibus en direction du deuxième stator 7 (voir figures 3, 4 et 6). De la même façon la barre de neutre 15 comprend un anneau, du même diamètre que ceux des barres omnibus 14, à partir duquel s'étendent axialement en saillie des bornes de connexion de neutre 22 communes à une des bobines 12 du premier stator 6 et à une

des bobines 12 du deuxième stator 7 (voir figures 3, 4 et 6).

[0040] L'interconnecteur 9 comprend en outre plusieurs organes isolants électriquement d'entretoisement 17 des barres omnibus 14 et de la barre de neutre 15 de façon à maintenir un écartement axial prédéterminé entre les barres omnibus 14 entre elles et avec la barre de neutre 15. Dans le cas présent, l'organe isolant électriquement d'entretoisement 17 a une forme de peigne dont les dents disposées entre les barres omnibus 14 et la barre de neutre 15 permettent de maintenir un écartement axial prédéterminé entre celles-ci ([Fig.4]). Selon le présent mode de réalisation, l'interconnecteur 9 comprend six organes d'entretoisement 17 répartis régulièrement angulairement. Ce nombre varie selon les modes de réalisation et est par exemple compris entre un et vingt, de préférence entre trois et neuf. Il peut être réalisé en tout matériau lui permettant de remplir à la fois sa fonction d'entretoisement et d'isolation électrique. Par exemple, il est réalisé en matière plastique.

[0041] Selon l'invention, la machine électrique 2 comprend un unique interconnecteur 9, commun aux deux stators 6, 7. Autrement dit, les barres omnibus 14 de l'interconnecteur 9 sont communes aux premier et deuxième stators 6, 7. Cela permet avantageusement de réduire le poids, le coûts de fabrication et l'encombrement de la machine électrique 2.

[0042] Dans le cas présent, toutes les bornes de connexion 16 des barres omnibus 14 comprennent un décrochement 18 qui définit un premier niveau de liaison à une extrémité 19 d'une des bobines 12 du premier stator 6 et un deuxième niveau de liaison à une extrémité 20 d'une des bobines 12 du deuxième stator 7. Les bornes de connexion 16 ont ainsi une extrémité libre en forme de L. Alternativement, on pourrait prévoir que les bornes de connexion 16 ne présentent pas de décrochement et aient, par exemple, une forme générale rectangulaire. Alternativement encore, on peut prévoir que les bornes de connexion 16 comprennent un orifice traversant définissant un premier niveau de liaison avec une extrémité d'une des bobines 12 du premier stator 6.

[0043] Dans le cas présent, chaque barre omnibus 14 comprend six bornes de connexion 16 réparties régulièrement angulairement. Le nombre de bornes de connexion 16 par barre omnibus 14 varie selon les modes de réalisation et peut être inférieur ou supérieur à six. Par ailleurs, le couplage électrique étant ici réalisé selon une configuration en étoile, la barre de neutre 15 comprend dix-huit bornes de connexion de neutre 21 réparties régulièrement angulairement, soit une borne de connexion de neutre 21 pour chaque borne de connexion 16 des barres omnibus 14. Les bornes de connexion de neutre 21 ont la même forme que les bornes de connexion 16 des barre omnibus 14, elles comprennent donc un décrochement 22 qui définit également un premier niveau de liaison à une extrémité 19 d'une des bobines 12 du premier stator 6 et un deuxième niveau de liaison à une extrémité 20 d'une des bobines 12 du deuxième stator 7

(figures 4, 5 et 6). La [Fig.6] montre que les extrémités 19, 20 des bobines 12 sont disposées sur les côtés axiaux des premier et deuxième stators 6, 7 qui sont en regard du rotor 8. Cela permet de réduire l'encombrement de la machine électrique 2 en permettant notamment d'utiliser des bornes de connexion 16 des barres omnibus 14 et des bornes de connexion de neutre 21 de petites dimensions.

- [0044] Les bornes de connexion 16 et les extrémités 19, 20 des bobines 12 de chaque stator 6, 7 sont solidaires au premier niveau de liaison et au deuxième niveau de liaison. La solidarisation est par exemple effectuée par soudage avec ou sans apport de matière, par exemple par soudage électrique ou laser, ou tout autre moyen permettant une communication électrique entre les bornes de connexion 16 et les extrémités des bobines 12 de chaque stator 6, 7. Selon des variantes de réalisation, la solidarisation est obtenue autrement, par exemple au moyen d'un organe de clipsage.
- [0045] Les barres omnibus 14 comprennent en outre chacune une borne d'alimentation 25 reliée à un connecteur électrique 26 pour une alimentation en courant électrique alternatif. Chaque borne d'alimentation 25 s'étend axialement depuis un bord périphérique de l'anneau d'une des barres omnibus 14 dans une direction axiale opposée à la direction d'extension des bornes 16 de connexion. Les trois bornes d'alimentation 25 sont adjacentes afin d'optimiser l'encombrement et la taille du connecteur électrique 26 ([Fig.6]). Le connecteur électrique 26 est porté par le premier boîtier 4 et s'étend axialement depuis une face d'extrémité de celui-ci de façon à limiter l'encombrement radial de la machine électrique 2 (figures 2 et 3). On comprend que l'utilisation d'un unique interconnecteur 9 permet avantageusement d'utiliser un seul connecteur électrique 26 ce qui réduit encore l'encombrement et permet, par exemple, de pouvoir utiliser plus d'huile de refroidissement pour participer au refroidissement de la machine électrique 2. En outre, l'utilisation d'un seul connecteur électrique 26 est économique. Enfin, l'utilisation d'un seul connecteur électrique 26 permet de libérer de l'espace dans les boîtiers 4, 5, ce qui permet notamment de mieux contrôler l'entrefer entre le rotor 8 et les stator 6, 7.
- [0046] Le premier boîtier 4 et le deuxième boîtier 5 sont fixés entre eux, par exemple par vissage. Les premier et deuxième stators 6, 7, le rotor 8 et l'interconnecteur 9 sont agencés dans ces premier et deuxième boîtiers 4, 5. Plus particulièrement, l'interconnecteur 9 et le premier stator 6 sont fixés sur le premier boîtier 4 et le deuxième stator 7 est fixé sur le deuxième boîtier 5.
- [0047] Chacun des premier et deuxième boîtiers 4, 5 a une forme générale circulaire, comprenant des protubérances s'étendant radialement vers l'extérieure depuis un bord circonférentiel du boîtier, ces protubérances étant utilisées pour la fixation par vissage entre les premier et deuxième boîtiers 4, 5.
- [0048] Le deuxième boîtier 5 comprend des ouvertures d'accès 23, chaque borne de

connexion 16 et chaque borne de connexion de neutre 21 s'étendant à travers une des ouvertures d'accès 23 ([Fig.5]). Ainsi, ces ouvertures d'accès 23 permettent, lors de la fabrication de la machine électrique 2, d'accéder aux bornes de connexion 16 des barres omnibus 14 et aux bornes de connexion de neutre 21 après que les deux parties du boîtier 4, 5 ont été fixées l'une à l'autre. De cette façon, l'homme du métier peut aisément procéder à la solidarisation, par exemple par soudage, des extrémités 19, 20 des bobines 12 avec les bornes de connexion 16 ou les bornes de connexion de neutre 21.

- [0049] Selon le mode de réalisation présenté, le deuxième boîtier 5 comprend autant d'ouvertures d'accès 23 qu'il y a de bornes de connexion 16 des barres omnibus et de bornes de connexion de neutre 21 de la barre de neutre 15. Autrement dit, le deuxième boîtier 5 comprend deux ouvertures d'accès 23 par bobine 12. Des nervures de renforcement 24 sont présentes entre certaines des ouvertures d'accès 23 afin d'améliorer la résistance mécanique du boîtier qui est réduite par la présence des ouvertures d'accès 23. Le nombre d'ouvertures d'accès 23 varie selon les modes de réalisation. Par exemple, selon un mode de réalisation, le deuxième boîtier 5 comprend autant d'ouvertures d'accès 23 qu'il y a de bobines 12. Dans ce cas, on peut prévoir qu'une borne de connexion 16 d'une barre omnibus 14 et une borne de connexion de neutre 21 adjacentes s'étendent dans une même ouverture d'accès 23. Par ailleurs, on peut prévoir que deux ou plus des bobines 12 sont connectées en série, ce qui réduit le nombre de bornes de connexion 16 nécessaires et donc permet de réduire le nombre d'ouvertures d'accès 23 nécessaires.
- [0050] Le deuxième boîtier 5 comprend en outre une ouverture axiale permettant le passage de l'arbre axial 11 du rotor 8 (figures 2 et 3) afin de transmettre le mouvement de rotation du rotor 8 au réducteur mécanique 3.
- [0051] Le premier boîtier 4 est borgne ou fermé par un capteur de position de l'arbre axial 8. L'arbre axial est porté par le premier boîtier au moyen d'un roulement.
- [0052] L'interconnecteur 9, en particulier le corps de l'interconnecteur 13, présente des ouvertures de fixation sur le premier boîtier.
- [0053] Le réducteur mécanique 3 comprend un carter 27 fixé sur le deuxième boîtier 5, par exemple par vissage ([Fig.1]). Le carter 27 et le deuxième boîtier 5 définissent une chambre de fixation autour des ouvertures d'accès 23 de manière à isoler toutes les ouvertures d'accès 23 de l'extérieur du module de transmission 1. Cette chambre de fixation est isolée du reste du réducteur mécanique 3. La chambre de fixation est isolée du reste du réducteur mécanique par un contact, notamment plan contre plan, auquel peut être ajoutée un joint d'étanchéité, entre le deuxième boîtier 5 et le carter 27. Des parties actives du réducteur mécanique d'une part et, d'autre part, le rotor 8, le premier stator 6 et le deuxième stator 7 ne sont pas en liaison fluide. Ainsi, la machine

électrique 2 permet à la fois un assemblage simplifié grâce à la présence des ouvertures d'accès 23 tout en maintenant de manière simple de bonnes conditions de sécurité en isolant ces ouvertures d'accès de l'extérieur du module de transmission 1 grâce au carter 27 du réducteur mécanique 3.

[0054] On décrit ci-après un procédé de fabrication de la machine électrique 2 telle que décrite ci-dessus.

[0055] Le procédé de fabrication comprend les étapes suivantes :

[0056] - On agence le premier stator 6, les trois barres omnibus 14 et la barre de neutre 15 dans le premier boîtier 4. La fixation de ces différents éléments dans le premier boîtier 4 peut être réalisée selon des moyens usuels. En ce qui concerne l'interconnecteur 9, on peut prévoir avantageusement de le visser au premier boîtier 4 en vissant directement à travers le corps 13 de l'interconnecteur. Alternativement, l'interconnecteur 9 peut être collé au premier boîtier 4.

[0057] - On agence le deuxième stator 7 et le rotor 8 dans le deuxième boîtier 5 comportant les ouvertures d'accès 23. Le deuxième stator 7 est agencé dans le deuxième boîtier 5 de sorte que les extrémités 20 des bobines 12 du deuxième stator 7 s'étendent respectivement dans une des ouvertures d'accès 23.

[0058] - On relie électriquement les extrémités 19 des bobines 12 du premier stator 6 aux bornes de connexion 16 des barres omnibus 14 ou aux bornes de connexion de neutre 21 de la barre de neutre 15. Les extrémités des bobines 19 des bobines 12 sont reliées aux bornes de connexion 16, 21 au niveau des décrochements 18, 22 respectifs de ces dernières ([Fig.6]). Cette liaison est réalisée, par exemple, par soudage.

[0059] - On fixe le deuxième boîtier 5 au premier boîtier 4, le deuxième boîtier étant agencé de sorte que, dans une ouverture d'accès 23 donnée, s'étendent à la fois une borne de connexion 16 d'une barre omnibus 14 ou une borne de connexion de neutre 21, une extrémité 19 d'une bobine 12 du premier stator 6 et une extrémité 20 d'une bobine 12 du deuxième stator 7 ([Fig.5]).

[0060] - On relie électriquement les bornes de connexion 16 des barres omnibus 14 et les bornes de connexion de neutre 21 de la barre de neutre 15 aux extrémités 19, 20 des bobines du deuxième stator 7, par exemple par soudage. La présence des ouvertures d'accès 23 permet de réaliser cette opération de soudage via ces ouvertures d'accès 23, après que le deuxième boîtier 5 ait été fixé sur le premier boîtier 4, ce qui permet un montage plus simple et plus précis de la machine électrique 2.

[0061] Afin de fabriquer le module de transmission 1, le carter 27 du réducteur mécanique 3 est ensuite fixé sur le deuxième boîtier 5 comme indiqué précédemment, c'est-à-dire en définissant ensemble une chambre de fixation autour des ouvertures d'accès 23 de manière à isoler toutes les ouvertures d'accès 23 de l'extérieur du module de transmission 1.

- [0062] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation présentés et d'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme du métier. Notamment, l'homme du métier saura facilement adapter les caractéristiques de la machine électrique 2 triphasée telle que décrite dans le présent mode de réalisation à une machine électrique comprenant un nombre différent de phases, par exemple une machine électrique 2 hexaphasée.

Liste de références

- [0063] 1 : module de transmission
 2 : machine électrique
 3 : réducteur mécanique
 4 : premier boîtier
 5 : deuxième boîtier
 6 : premier stator
 7 : deuxième stator
 8 : rotor
 9 : interconnecteur
 10 : aimant permanent
 11 : arbre axial du rotor
 12 : bobine
 13 : corps de l'interconnecteur
 14 : barres omnibus
 15 : barre de neutre
 16 : bornes de connexion
 17 : organe isolant électriquement d'entretoisement des barres omnibus
 18 : décrochement de borne de connexion d'une barre omnibus
 19 : extrémité d'une bobine du premier stator
 20 : extrémité d'une bobine du deuxième stator
 21 : borne de connexion de neutre
 22 : décrochement de borne de connexion de neutre
 23 : ouverture d'accès
 24 : nervure de renforcement
 25 : borne d'alimentation
 26 : connecteur électrique
 27 : carter

Revendications

- [Revendication 1] Machine électrique (2) tournante polyphasée à flux électromagnétique axial comprenant :
- un rotor (8) intercalé axialement entre des premier et deuxième stators (6, 7) à N phases chacun, chaque stator (6, 7) comprenant un ensemble de bobines (12) appartenant chacune à une des N phases,
 - un interconnecteur (9) comprenant N barres omnibus (14) annulaires d'alimentation des N phases, au moins une des bobines (12) de chaque phase étant raccordée à une des barres omnibus (14),
- caractérisé en ce que** les barres omnibus (14) sont communes aux premier et deuxième stators (6, 7).
- [Revendication 2] Machine électrique (2) selon la revendication 1, comprenant en outre au moins un organe isolant électriquement d'entretoisement (17) des barres omnibus (14) de façon à maintenir un écartement axial prédéterminé entre les barres omnibus (14).
- [Revendication 3] Machine électrique (2) selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle chaque barre omnibus (14) comprend des bornes de connexion (16) communes à une des bobines (12) du premier stator (6) et à une des bobines (12) du deuxième stator (7).
- [Revendication 4] Machine électrique (2) selon la revendication précédente, dans laquelle les bornes de connexion (16) comprennent un décrochement (18) qui définit un premier niveau de liaison à une extrémité (19) d'une des bobines (12) du premier stator (6) et un deuxième niveau de liaison à une extrémité (20) d'une des bobines (12) du deuxième stator (7).
- [Revendication 5] Machine électrique (2) selon la revendication précédente, dans laquelle les extrémités (19, 20) des bobines (12) sont disposées sur les côtés axiaux des premier et deuxième stators (6, 7) qui sont en regard du rotor (8).
- [Revendication 6] Machine électrique (2) selon la revendication 4 ou 5, dans laquelle les bornes de connexion (16) et les extrémités (19, 20) des bobines (12) de chaque stator (6, 7) sont solidaires au premier niveau de liaison et au deuxième niveau de liaison, notamment par soudage.
- [Revendication 7] Machine électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans laquelle chaque barre omnibus (14) comprend un anneau disposé autour du premier stator (6) depuis lequel s'étendent, en direction du deuxième stator (7), les bornes de connexions (16).
- [Revendication 8] Machine électrique (2) selon l'une quelconque des revendications 3 à 7,

comprenant en outre un premier boîtier (4) et un deuxième boîtier (5), fixés entre eux, dans lesquels sont agencés les premier et deuxième stators (6, 7), le rotor (8) et l'interconnecteur (9), l'interconnecteur (9) et le premier stator (6) étant fixés sur le premier boîtier (4), le deuxième stator (7) étant fixé sur le deuxième boîtier (5), le deuxième boîtier (5) comprenant des ouvertures d'accès (23), chaque borne de connexion (16) s'étendant à travers une des ouvertures d'accès (23).

[Revendication 9] Machine électrique (2) selon la revendication précédente, dans laquelle le premier boîtier (4) porte un connecteur (26) relié à une borne d'alimentation (25) de chaque barre omnibus (14), les bornes d'alimentation (25) s'étendant dans une direction axiale opposée à la direction d'extension des bornes de connexion (16).

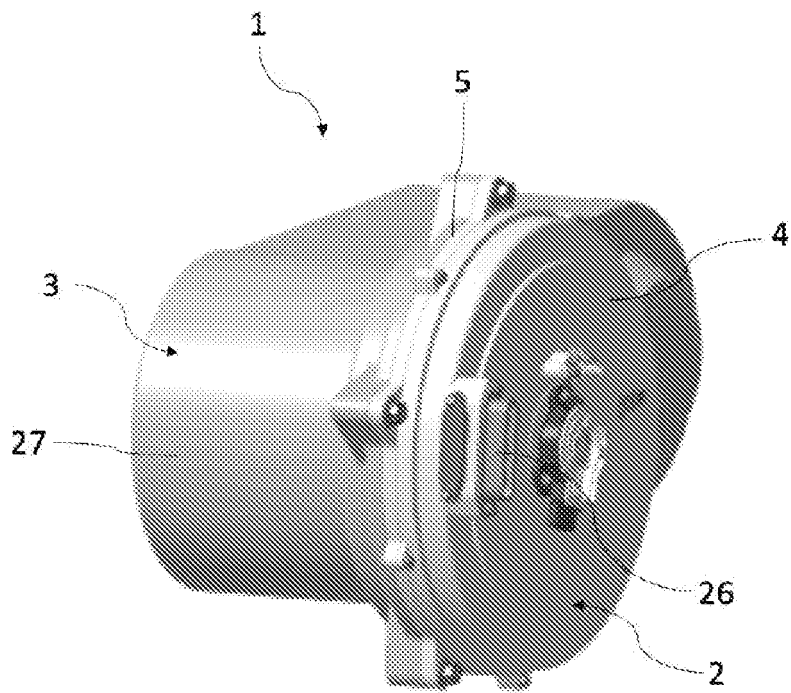
[Revendication 10] Module de transmission (1) **caractérisé en ce qu'**il comprend au moins une machine électrique (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes et un réducteur mécanique (3) fixé à la machine électrique (2).

[Revendication 11] Module de transmission (1) selon la revendication précédente, comprenant une machine électrique (2) selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le réducteur mécanique (3) comprend un carter (27) fixé sur le deuxième boîtier (5), le carter (27) et le deuxième boîtier (5) définissant une chambre de fixation autour des ouvertures d'accès (23) de manière à isoler toutes les ouvertures d'accès (23) de l'extérieur du module de transmission (1).

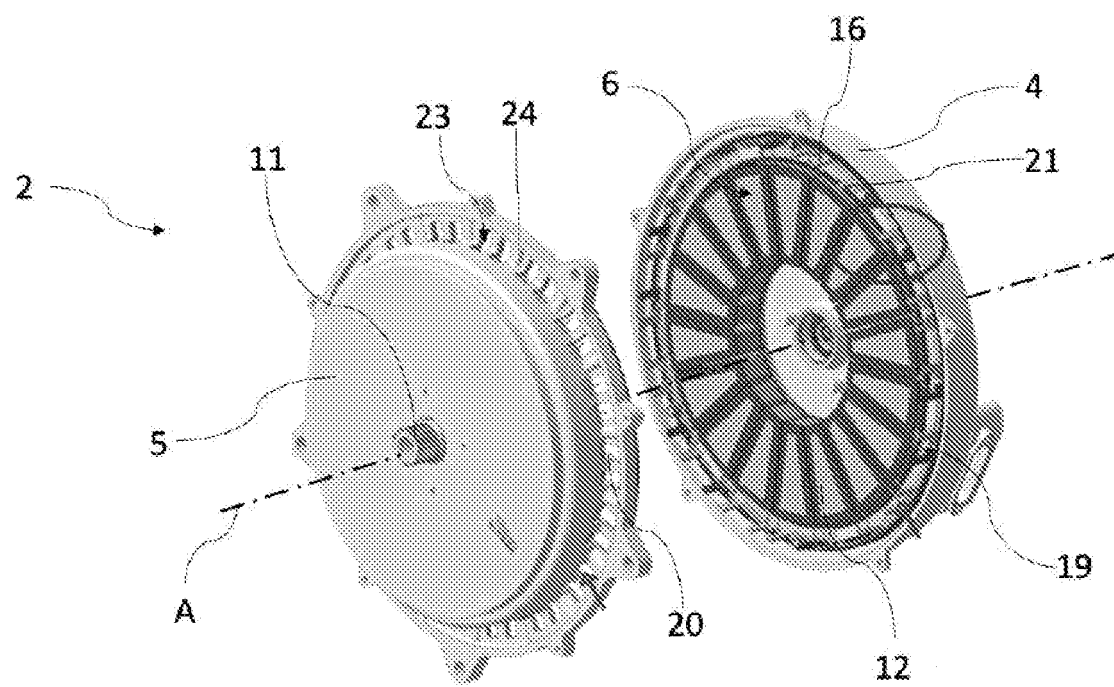
[Revendication 12] Procédé de fabrication d'une machine électrique (2) selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**il comprend les étapes suivantes :

- on agence le premier stator (6), et les N barres omnibus (14) dans le premier boîtier (4),
- on agence le deuxième stator (7) et le rotor (8) dans le deuxième boîtier (5) comportant les ouvertures d'accès (23) aux bornes de connexion (16) des barres omnibus (14) et aux extrémités (19, 20) des bobines (12) du deuxième stator (7),
- on relie électriquement les bornes de connexion (16) des barres omnibus (14) aux extrémités (20) des bobines (12) du deuxième stator (7), par exemple par soudage.

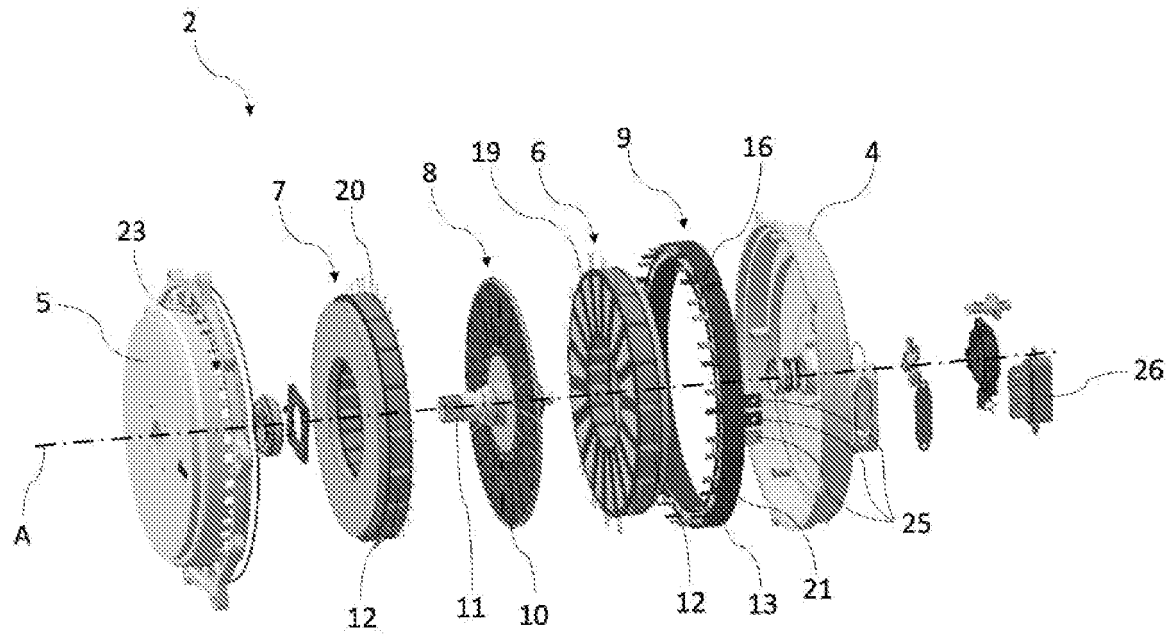
[Fig. 1]



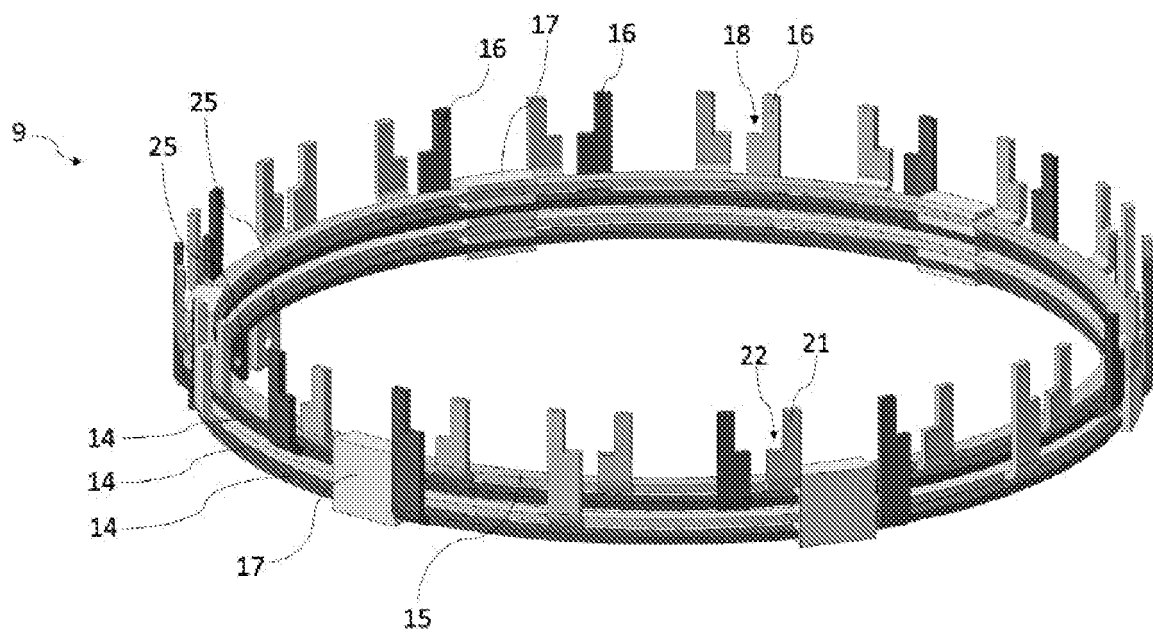
[Fig. 2]



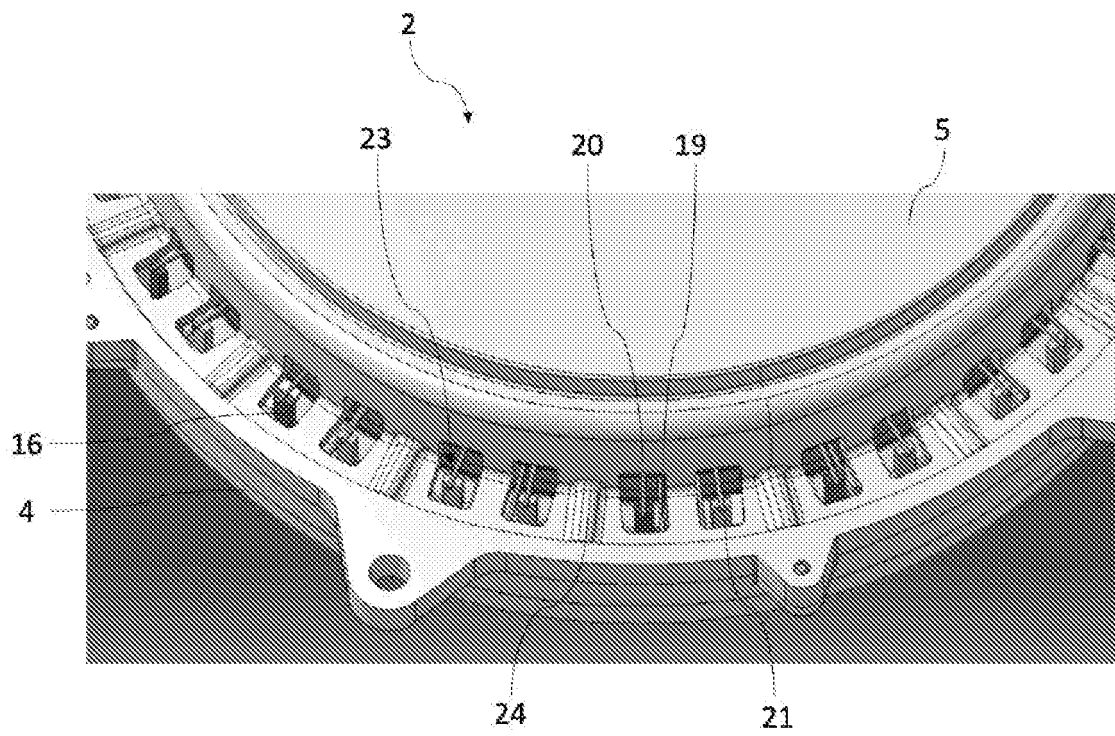
[Fig. 3]



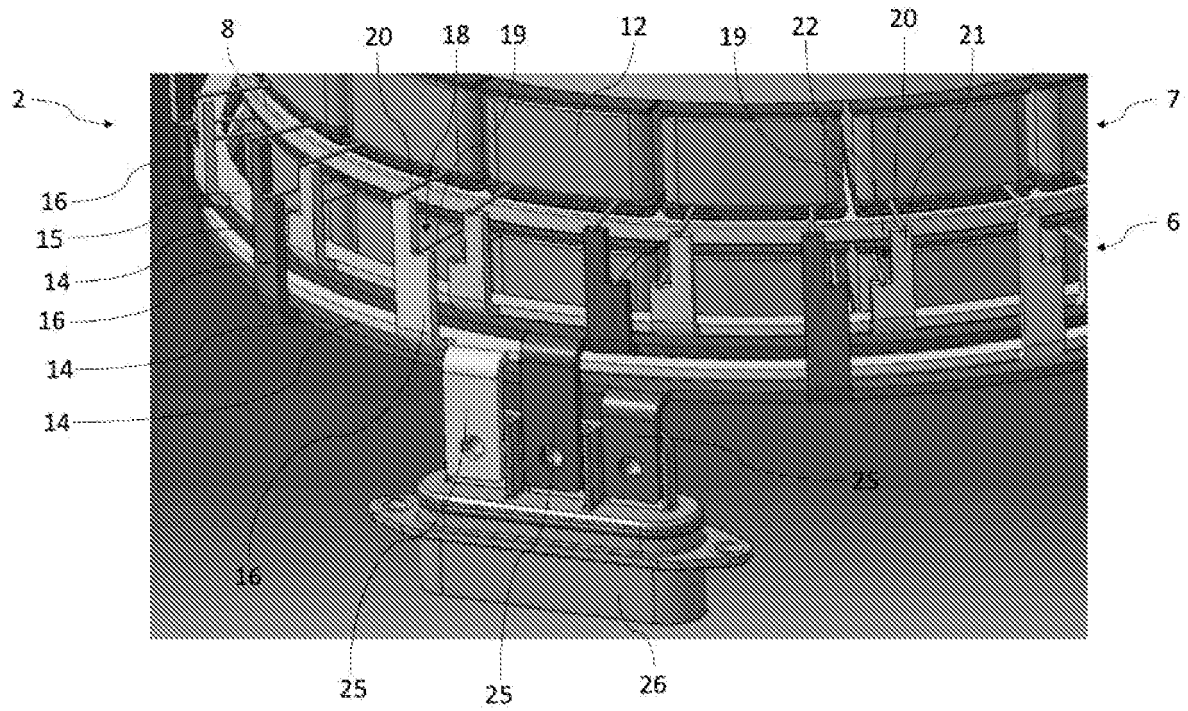
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 915175
FR 2212167

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2019/140508 A1 (MASUDA YUI [JP]) 9 mai 2019 (2019-05-09)	1, 2, 10	H01R25/14 H02K16/04 H02K1/274 H02K15/03
A	* alinéas [0053], [0060], [0061]; figures 1-5 * -----	3-9, 11, 12	
X	JP 2006 174551 A (NISSAN MOTOR) 29 juin 2006 (2006-06-29)	1, 2, 10	
A	* figures 1-3 * -----	3-9, 11, 12	
A	US 2022/329138 A1 (HAINES NATHANIEL BRANDON [US]) 13 octobre 2022 (2022-10-13) * alinéas [0022] - [0025]; figure 2 * -----	1-12	
A	WO 99/05770 A1 (BUCKSHTEIN JOSEF [IL]; MICHAILOV OLEG [IL]) 4 février 1999 (1999-02-04) * page 11; figure 8 * -----	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02K
A	US 6 922 004 B2 (TIMKEN CO [US]) 26 juillet 2005 (2005-07-26) * alinéa [0004]; figure 6 * -----	10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 juillet 2023		Georgopoulos, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212167 FA 915175**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-07-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019140508 A1		09-05-2019	CN 109415047 A	01-03-2019
			EP 3483016 A1	15-05-2019
			JP 2018002105 A	11-01-2018
			US 2019140508 A1	09-05-2019
			WO 2018008709 A1	11-01-2018

JP 2006174551 A		29-06-2006	JP 4649973 B2	16-03-2011
			JP 2006174551 A	29-06-2006

US 2022329138 A1		13-10-2022	AUCUN	

WO 9905770 A1		04-02-1999	AUCUN	

US 6922004 B2		26-07-2005	AU 2003228432 A1	15-06-2004
			CN 1701486 A	23-11-2005
			EP 1561272 A2	10-08-2005
			JP 4304158 B2	29-07-2009
			JP 2006506935 A	23-02-2006
			KR 20050086681 A	30-08-2005
			US 2003189388 A1	09-10-2003
			WO 2004047255 A2	03-06-2004
