

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

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

3 126 077

②① N° d'enregistrement national : **21 08464**

⑤① Int Cl⁸ : **H 02 K 1/22 (2020.12)**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé et outil d'assemblage d'un rotor de machine électrique.

②② Date de dépôt : 04.08.21.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 10.02.23 Bulletin 23/06.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 05.01.24 Bulletin 24/01.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Renault s.a.s. Société par action
simplifiées —FR et Whylot Société par action
simplifiées — FR.*

⑦② Inventeur(s) : FLEURISSON Romain, MARCHAL
Nicolas, MAUDET Frederic, MAYEUR Loic et TOLU
Maxime.

⑦③ Titulaire(s) : Renault s.a.s. Société par action
simplifiées, Whylot Société par action simplifiées.

⑦④ Mandataire(s) : Jacobacci Coralie Harle.

FR 3 126 077 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé et outil d'assemblage d'un rotor de machine électrique

Domaine technique de l'invention

- [0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine des machines électriques.
- [0002] Elle concerne plus particulièrement un procédé d'assemblage d'un rotor de machine électrique comportant un corps de rotor et des éléments à pôles magnétiques (typiquement des aimants).
- [0003] Elle concerne également un outil d'assemblage d'un tel rotor, ainsi qu'un rotor obtenu au moyen de ce procédé d'assemblage.
- [0004] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans la fabrication de rotors pour machines électriques à flux axial.

Etat de la technique

- [0005] Un véhicule automobile électrique ou hybride comporte un groupe motopropulseur qui comprend une machine électrique.
- [0006] La machine électrique comporte un rotor qui est monté sur un arbre de sortie, lequel est connecté aux roues motrices du véhicule.
- [0007] A titre d'exemple, la machine électrique peut être du type à flux axial et comporter un carter en deux parties, qui loge un rotor en forme de disque flanqué de deux stators. Les stators sont alors légèrement écartés de part et d'autre du rotor pour éviter tout frottement lorsque le rotor tourne. Ainsi, de chaque côté du rotor se trouve un espace appelé « entrefer ».
- [0008] La performance de la machine électrique dépend de la valeur de ces entrefers (elle doit être minimale), de leurs constances tout autour de l'axe de rotation du rotor, et de la symétrie de ces entrefers de part et d'autre du rotor. La moindre erreur de géométrie a des conséquences sur les performances du moteur et sur sa durée de vie. Par exemple, on comprend qu'une différence de valeurs entre les deux entrefers provoque une attraction du rotor par le stator le plus proche. Cet effort peut être important. Il peut en outre être cyclique et entraîner une fatigue des matériaux composant la machine électrique.
- [0009] Ces problèmes sont inhérents au concept même de machine électrique à flux axial.
- [0010] Dans ce cadre, on comprend qu'il convient de s'assurer que les composants du rotor sont bien fixés les uns aux autres et assemblés avec précision.
- [0011] Le problème majeur qui se pose alors concerne la fixation des aimants au corps de rotor.

[0012] Une méthode envisagée consiste à prévoir un corps de rotor en forme d'étoile dont les branches délimitent entre elles des logements de réception des aimants. Une frette annulaire est alors placée autour des aimants et du corps de rotor, de façon à bloquer les aimants contre le corps de rotor. Une résine polymérisable est ensuite introduite entre les aimants et le corps de rotor de façon à bloquer les différents composants du rotor entre eux.

[0013] La difficulté consiste à bien répartir la résine entre les aimants et le corps de rotor de façon à assurer un bon positionnement relatif des aimants, tout en évitant que cette résine ne forme des bourrelets sur chaque face du rotor, lesquels risqueraient sinon de venir frotter contre les stators. Actuellement, aucune méthode connue ne permet de pleinement atteindre cet objectif.

Présentation de l'invention

[0014] Alors, on propose selon l'invention un procédé d'assemblage d'un rotor de machine électrique, qui comporte des étapes de :

- positionnement du corps de rotor et des éléments à pôles magnétiques sur un support de telle manière qu'ils délimitent entre eux des interstices fermés du côté du support par un joint inférieur,
- mise en place d'un joint supérieur sur le corps de rotor et les éléments à pôles magnétiques de manière qu'il ferme les interstices du côté opposé au support,
- injection d'un matériau d'assemblage dans les interstices, au travers de trous pratiqués dans l'un au moins des joint inférieur et joint supérieur.

[0015] L'invention porte également sur un rotor assemblé au moyen d'un tel procédé.

[0016] On propose également selon l'invention un outil d'assemblage d'un rotor de machine électrique qui comporte :

- un support adapté à recevoir le corps de rotor et les éléments à pôles magnétiques de telle manière qu'ils délimitent entre eux des interstices fermés du côté du support par un joint inférieur,
- un élément de presse adapté à bloquer un joint supérieur sur le corps de rotor et sur les éléments à pôles magnétiques, de telle sorte qu'il ferme les interstices du côté opposé au support, et
- des moyens d'injection d'un matériau d'assemblage dans lesdits interstices, au travers de trous pratiqués dans l'un au moins des joint inférieur et joint supérieur.

[0017] Ainsi, grâce à l'invention, il est possible d'injecter une résine polymérisable (ou tout autre matériau d'assemblage adéquat) entre les éléments à pôles magnétiques et le corps de rotor, en maintenant ces différents éléments les uns par rapport aux autres, ce qui permet d'assurer un assemblage géométriquement parfait du rotor. La présence des joints permet quant à elle de garantir l'absence de bourrelet sur l'une et l'autre des

deux faces du rotor.

[0018] Ainsi, le rotor obtenu présente la solidité requise et la forme souhaitée, ce qui garantit que les vibrations générées par la machine électrique lorsque le rotor tourne à très haute vitesse restent réduites.

[0019] D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du procédé d'assemblage conforme à l'invention, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- le joint inférieur est positionné sur une portée ;
- des moyens élastiquement déformables sont interposés entre la portée et le support ;
- après l'étape de positionnement du corps de rotor et des éléments à pôles magnétiques sur le support, il est prévu une étape de blocage en position du corps de rotor et des éléments à pôles magnétiques par une butée de serrage prenant le corps de rotor et les éléments à pôles magnétiques en sandwich avec le support ;
- le rotor comprenant une frette située sur le pourtour des éléments à pôles magnétiques, lors de l'étape de positionnement, la frette est positionnée sur le support, et après l'étape de mise en place, le joint supérieur et le joint inférieur ferment des interstices situés entre la frette et les éléments à pôles magnétiques, du côté du support et du côté opposé au support ;
- après l'étape de positionnement du corps de rotor et des éléments à pôles magnétiques sur le support, il est prévu une étape de mise en compression des joint inférieur et supérieur contre le rotor par un élément de presse adapté à appuyer contre le joint supérieur.

[0020] D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'outil d'assemblage conforme à l'invention, prises individuellement ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont les suivantes :

- il est prévu des moyens élastiquement déformables interposés entre la portée et le support ;
- l'élément de presse présente un conduit de distribution dans lequel débouchent les moyens d'injection et qui permet de répartir le matériau d'assemblage vers chacun desdits trous ;
- ledit conduit de distribution présente une forme circulaire et l'élément de presse présente des cheminées d'injection qui débouchent, d'un côté, dans ledit conduit de distribution, et, de l'autre vers lesdits trous.

[0021] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'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.

Description détaillée de l'invention

- [0022] La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.
- [0023] Sur les dessins annexés :
- [0024] [Fig.1] est une vue schématique en coupe d'une machine électrique comprenant un rotor conforme à l'invention ;
- [0025] [Fig.2] est une illustration du principe de l'assemblage du rotor de la [Fig.1], selon un procédé conforme à l'invention ;
- [0026] [Fig.3] est une vue schématique en perspective d'un support d'un outil d'assemblage du rotor de la [Fig.1] ;
- [0027] [Fig.4] est une vue schématique en perspective de dessus du rotor de la [Fig.1] placé sur le support de la [Fig.3] ;
- [0028] [Fig.5] est une vue homologue de celle de la [Fig.4], représentant un joint supérieur placé sur le rotor de la [Fig.1] ;
- [0029] [Fig.6] est une vue schématique en perspective de dessous du rotor de la [Fig.1] placé sur le support de la [Fig.3], sur laquelle apparaît un joint inférieur ;
- [0030] [Fig.7] est une vue homologue de celle de la [Fig.6], sur laquelle sont également représentés une portée et un élément de presse de l'outil d'assemblage de la [Fig.3] ;
- [0031] [Fig.8] est une vue schématique en perspective de dessus de l'outil d'assemblage de la [Fig.3] ;
- [0032] [Fig.9] est une vue en coupe d'une cheminée d'injection de l'élément de presse de la [Fig.7] ;
- [0033] [Fig.10] est une vue schématique en perspective de dessus du rotor de la [Fig.1], sur lequel est placé une butée de serrage de l'outil d'assemblage de la [Fig.3].
- Introduction
- [0034] Sur la [Fig.1], on a représenté une machine électrique d'un groupe motopropulseur pouvant notamment être installé dans un véhicule automobile à propulsion électrique ou hybride.
- [0035] La machine électrique 10 est du type à flux axial. Elle comporte au moins un rotor 200 et au moins un stator. Ici, elle comporte un unique rotor 200 flanqué de deux stators 100A, 100B.
- [0036] Cette machine électrique 10 comporte un carter 102 creux en deux parties 102A, 102B boulonnées l'une sur l'autre, qui délimitent un logement 103 à l'intérieur duquel se trouve le rotor 200.
- [0037] Le rotor 200 présente globalement une forme de disque peu épais, percé en son centre. Il comporte un corps de rotor 210 et une frette périphérique 230 qui maintiennent entre eux des éléments à pôles magnétiques (ici des aimants 220 monoblocs ou formés d'une pluralité d'aimants unitaires) régulièrement répartis autour d'un axe

de rotation A1. Le corps de rotor 210 et la frette 230 sont réalisés dans des matériaux amagnétiques, par exemple en matériau composite.

[0038] Le corps de rotor 210 est boulonné sur un arbre de sortie 300 qui s'étend axialement selon l'axe de rotation A1 et qui est connecté aux roues motrices du véhicule automobile.

[0039] La frette 230 permet, lorsque le rotor tourne, de reprendre les efforts de centrifugation des aimants 220 afin de préserver la cohésion du rotor 200 à haute vitesse.

[0040] Les stators 100A, 100B sont placés de part et d'autre du rotor 200 et ils sont conçus de façon à ce que la machine électrique 10 présente un encombrement le plus réduit possible. Ils sont reliés à l'arbre de sortie par l'intermédiaire de roulements 310.

[0041] Ils comportent chacun des dents 120 qui sont fixés sur l'une des parties du carter 102 de façon à être régulièrement réparties autour de l'axe de rotation A1, et des bobines 130 de fils électriques montés sur les dents 120 et connectés à une alimentation électrique de manière à pouvoir faire tourner le rotor 200.

Rotor

[0042] L'invention porte plus précisément sur le rotor 200, que l'on peut alors décrire plus en détail.

[0043] Comme le montre la [Fig.4], le corps de rotor 210 est plat et présente une épaisseur constante, sensiblement égale à celle des aimants 220 et de la frette 230 (selon l'axe de rotation A1).

[0044] Il présente une forme en « étoile » ou en « soleil », avec notamment un moyeu central 211 et des rayons 214.

[0045] Le moyeu central 211 présente une forme de disque percé en son centre par une ouverture circulaire 212 pour le passage de l'arbre de sortie 300.

[0046] Des trous traversant 213 sont répartis dans ce moyeu central 211 autour de l'ouverture circulaire 212, pour permettre le boulonnage du rotor 200 sur un flasque de cet arbre de sortie 300.

[0047] Les rayons 214 s'étendent radialement à partir du bord extérieur du moyeu central 211, vers l'extérieur. Ces rayons 214 s'étendent ici de façon rectiligne et présentent des largeurs décroissantes depuis le moyeu central 211 vers l'extérieur.

[0048] Ces rayons 214 délimitent entre eux, et avec le moyeu central 211, des espaces de réception des aimants 220.

[0049] Comme le montre bien cette même [Fig.4], les aimants 220 présentent tous des formes identiques, complémentaires de celles des espaces de réception précités.

[0050] Ils présentent ainsi des formes plates et des épaisseurs constantes. Chaque aimant comporte ainsi deux faces planes tournées respectivement vers les deux stators 100A, 100B, et une tranche qui présente deux bords latéraux 221 rectilignes en appui contre les rayons 214, un bord intérieur 222 en arc-de-cercle concave en appui contre le

moyeu central 211 du corps de rotor 210, et un bord extérieur 223 en arc-de-cercle convexe en appui contre la frette 230.

- [0051] Cette frette 230 présente quant à elle une forme annulaire de section carrée. Il est prévu qu'elle enserme les aimants 220 et qu'elle prenne appui contre les extrémités libres des rayons 214 du corps de rotor 210.
- [0052] Ici, le bord extérieur 223 de chaque aimant 220 (celui en appui contre la frette 230) est droit en ce sens que sa section dans un plan comprenant l'axe de rotation A1 forme un segment. Bien entendu, en variante, il pourrait présenter une forme différente de façon à assurer un meilleur maintien de la frette 230.
- [0053] On pourrait prévoir que les autres bords 221, 222 des aimants 220 soient également droits.
- [0054] Toutefois, de préférence, comme le montre la vue en coupe axiale représentée sur la [Fig.9], l'un au moins des autres bords de chaque aimant 220 présente une section axiale (dans un plan parallèle à l'axe de rotation A1) qui n'est pas droite. Ici, les bords latéraux 221 et intérieurs 222 des aimants 220 ne sont pas droits de manière à pouvoir s'emboîter dans le corps de rotor 210 (ce qui assure un maintien des aimants selon l'axe de rotation A1).
- [0055] Sur cette [Fig.9], on a ainsi représenté une coupe axiale du bord intérieur 221 de l'un des aimants 220. On constate que les arêtes supérieure et inférieure du bord intérieur 221 de l'aimant 220 sont chanfreinées et que le bord correspondant du corps de rotor 210 est creusé pour présenter une forme complémentaire (avec un fond droit et deux nervures supérieure et inférieure inclinées à 45 degrés).
- [0056] Bien entendu, en variante, les aimants pourraient présenter des côtés de formes différentes.
- [0057] Comme le montre bien la [Fig.9], il demeure toujours un jeu entre l'aimant 220 et le moyeu central 211 du corps de rotor 210. Un tel jeu apparaît également entre l'aimant 220 et les rayons 214 du corps de rotor 210, voire aussi entre l'aimant 220 et la frette 230. Ainsi, une fois la frette 230 et les aimants 220 assemblés sur le corps de rotor 210, un interstice 219 apparaît entre l'aimant 220 et le corps de rotor 210.
- [0058] Si jamais cet interstice était considéré, par endroit ou sur tout le pourtour de l'aimant 200, comme trop petit, il serait possible de pratiquer une rainure peu profonde dans le corps de rotor 210 et/ou dans la frette 230 pour permettre à une plus grande quantité de résine de pénétrer autour de chaque aimant 220.
- [0059] Il est alors prévu d'injecter un matériau d'assemblage dans chaque interstice 219 afin de bloquer les aimants 220 de façon rigide. Ce matériau est choisi afin d'assurer un blocage efficace et durable, malgré les contraintes (notamment de vibration) auxquelles le rotor sera soumis.
- [0060] Le matériau d'assemblage pourrait être une colle ou un vernis. De manière préfé-

rentielle, il s'agira ici d'un polymère durcissable, typiquement d'une résine en polymère thermodurcissable.

Outil

- [0061] A ce stade, on pourra décrire l'outil permettant d'assembler le rotor 200 sans difficulté, de manière industrialisable.
- [0062] Cet outil est prévu pour permettre de bloquer les aimants 220 et le corps de rotor 210 en position pendant l'injection de résine dans les interstices 219.
- [0063] Il est représenté de façon schématique sur la [Fig.2]. On y observe qu'il comporte plusieurs parties distinctes, à savoir :
- un support 400 (représenté plus en détail sur la [Fig.3]) adapté à recevoir le rotor 200,
 - un joint inférieur 500 placé sous le rotor 200 pour fermer les interstices 219 précités, par le dessous,
 - un joint supérieur 550 placé sur le rotor 200 afin également de fermer les interstices 219, par le dessus,
 - une portée 600 (représentée plus en détail sur la [Fig.7]) montée sur le support 400 pour bloquer le joint inférieur 500 sous le rotor 200,
 - un élément de presse 700 (représenté plus en détail sur la [Fig.7]) placé au-dessus du rotor 200, pour comprimer le joint supérieur sur le rotor 200,
 - une butée de serrage 900 (représentée plus en détail sur la [Fig.10]) adaptée à prendre le rotor 200 en sandwich avec le support 400, et
 - des moyens d'injection 800 de la résine.
- [0064] Sur cette [Fig.2], les flèches F1 illustrent bien le serrage du rotor 200 entre la butée de serrage 900 et le support 400, au niveau tant du corps de rotor 210 que des aimants 220. Seule la frette 230 n'est pas prise en sandwich entre ces deux éléments, puisqu'elle est déjà solidement fixée autour des aimants 220.
- [0065] Les flèches F2 illustrent quant à elles la force de compression appliquée par l'élément de presse 700 sur le joint supérieur 550.
- [0066] Sur la [Fig.3], on a représenté plus en détail le support 400. On y observe qu'il comporte une plaque de fond 410 qui est ici circulaire, de diamètre légèrement inférieur à celui du rotor 200. En variante, cette plaque de fond pourrait présenter des formes bien différentes.
- [0067] Le support 400 comporte, en saillie du centre de la face supérieure de cette plaque de fond 410, un plot cylindrique 420 qui porte à son sommet un pion cylindrique 430 de moindre diamètre.
- [0068] Le sommet plat du plot cylindrique 420 est prévu pour former un appui pour la face inférieure du moyeu central 211 du corps de rotor 210.
- [0069] Le pion cylindrique 430 est quant à lui prévu pour s'engager dans l'ouverture

centrale 212 du moyeu central 211 du corps de rotor 210.

[0070] Ainsi, ce plot et ce pion cylindriques 420, 430 sont prévus pour recevoir le corps de rotor 210 en le maintenant dans une position fixe et connue.

[0071] On notera qu'on pourrait prévoir, en saillie du sommet plat du plot cylindrique 420, un pion décentré adapté à s'engager dans l'un des trous traversants 213 du moyeu central 211 du corps de rotor 210, afin de bloquer ce moyeu central 211 avec une orientation bien définie par rapport au support 400.

[0072] Ce support 400 comporte par ailleurs des plots périphériques 440 qui sont situés autour du plot cylindrique 420, à distance de celui-ci, et qui présentent ici des formes prismatiques avec un sommet plat conçu pour recevoir chacun l'un des aimants 220 du rotor 200. La hauteur de ces plots périphériques 440 est identique à celle du plot cylindrique 420, de façon à s'assurer que les aimants 220 se placent à la même hauteur que le corps de rotor 210. Le nombre de plots périphériques 440 est identique au nombre d'aimants 220. Ces plots périphériques 440 présentent des largeurs inférieures à celles des aimants, de façon à ne pas venir interférer avec la frette 230 ou avec le corps de rotor 210 ou avec le joint inférieur 500.

[0073] Ces plots périphériques 440 sont régulièrement répartis autour de l'axe central du support 400 (confondu avec l'axe de rotation A1) et ils délimitent entre eux des espaces libres dans lesquels peuvent se placer le joint inférieur 500 et la portée 600 (dont on rappelle qu'elle porte le joint inférieur 500).

[0074] Pour retenir la portée 600 à distance du support 400, des moyens élastiquement déformables sont interposés entre la portée 600 et le support 400 (voir [Fig.7]).

[0075] Ici, comme le montre la [Fig.3], ces moyens élastiquement déformables se présentent sous la forme de ressorts 490 de compression. Il est au moins prévu trois ressort 490 distincts. En pratique, pour assurer une bonne répartition des efforts sous la portée 600, il est prévu un ressort 490 dans chaque espace libre délimité entre les plots périphériques 440 du support 400.

[0076] Sur la [Fig.7], on a représenté la portée 600. On y observe qu'elle comporte une couronne périphérique 610 et des rayons 620 qui s'étendent entre cette couronne périphérique 610 et une couronne intérieure (non visible). Cette portée 600 présente une face inférieure plane, qui s'appuie sur les ressorts 490, et une face supérieure plane sur laquelle s'appuie le joint inférieur 500.

[0077] Sa forme lui permet de se placer sous l'intégralité de la face inférieure du joint inférieur 500.

[0078] Sur la [Fig.6], on a représenté le support 400, le rotor 200 et le joint inférieur 500, mais on n'a pas représenté la portée 600 afin de voir le joint inférieur 500.

[0079] Ce joint inférieur 500 est identique au joint supérieur 550, à ceci près qu'il n'est pas percé de trous.

- [0080] On pourra donc dans la suite ne décrire que le joint supérieur 550.
- [0081] Comme le montre la [Fig.5], le joint supérieur 550 est plat. Il présente une épaisseur réduite et est réalisé dans une matière compressible, à savoir au moins deux fois plus compressible (à contrainte identique) que les autres éléments de l'outil. Il est ici réalisé en élastomère.
- [0082] Ce joint supérieur 550 présente plusieurs secteurs angulaires de formes identiques, qui se répètent autour de l'axe de rotation A1.
- [0083] Il comporte ainsi une couronne extérieure 560 circulaire, à partir de la face intérieure de laquelle s'étendent une pluralité d'éléments en U (ci-après appelés anses 570).
- [0084] Chaque anse 570 comporte deux bras droits dont les extrémités libres se rattachent à la couronne extérieure 560, et une embase en forme d'arc-de-cercle centré sur l'axe de rotation A1.
- [0085] La couronne extérieure 560 et les anses 570 sont formées par des bandes de joint de section rectangulaire et de largeur très supérieure à celle des interstices 219.
- [0086] Le joint supérieur 550 est ainsi prévu pour se placer au-dessus de chacun des interstices 219 et de part et d'autre de ceux-ci, de façon à fermer hermétiquement cet interstice d'un côté du rotor 200.
- [0087] A la différence du joint inférieur 500, le joint supérieur 550 est percé de trous traversants 590. Il est prévu autant de trous traversants 590 dans le joint supérieur 550 que d'aimants 220 dans le rotor 200. Ces trous traversants 590 sont régulièrement répartis autour de l'axe de rotation A1.
- [0088] Comme cela apparaîtra clairement dans la suite, ces trous traversants 590 sont prévus pour permettre l'injection de résine dans les interstices 219.
- [0089] Sur la [Fig.8], on a plus particulièrement représenté l'élément de presse 700, dont on rappelle qu'il permet de comprimer le joint supérieur 550 contre le rotor 200.
- [0090] Cet élément de presse 700 présente une forme globale assez proche de celle de la portée 600.
- [0091] Il comporte ainsi une couronne périphérique 710, une couronne intérieure 730, et des rayons 720 qui s'étendent entre ces deux couronnes.
- [0092] Il présente une face inférieure plane qui s'appuie sur le joint supérieur 550.
- [0093] Sa forme lui permet de se placer au-dessus de l'intégralité de la face supérieure du joint supérieur 550.
- [0094] En pratique, pour des raisons d'encombrement, il présente une face inférieure de forme sensiblement identique à celle du joint supérieur 550.
- [0095] Ainsi, la couronne périphérique 710 présente une face inférieure plane de forme identique à celle de la face supérieure de la couronne extérieure 560 du joint supérieur 550. Les rayons 720 présentent des faces inférieures planes de formes identiques à celles des faces supérieures des bras du U des anses 570 du joint supérieur 550. La

couronne intérieure 730 présente une face inférieure plane de forme telle qu'elle recouvre les fonds du U des anses 570 du joint supérieur 550.

- [0096] Sur la [Fig.10], on a représenté la butée de serrage 900, dont on rappelle qu'elle permet de prendre chacun des aimants 220 et le corps de rotor 210 en sandwich avec le support 400, en s'intercalant entre les rayons 720 de l'élément de presse 700.
- [0097] On y observe qu'il comporte un plot cylindrique central 920 de forme identique à celle du plot cylindrique central 420 du support 400, et des plots périphérique 940 de formes identiques à celles des plots périphérique 440 du support 400.
- [0098] Cette forme permet au support 400 et à la butée de serrage 900 de ne pas interférer avec la portée 600 et l'élément de presse 700.
- [0099] Sur la [Fig.2], on a schématiquement représenté les moyens d'injection 800 de résine.
- [0100] En pratique, ces moyens d'injection 800 comportent une cuve de stockage de résine et une pompe adaptée à prélever de la résine stockée dans la cuve pour l'injecter sous pression dans une conduite connectée vers les interstices 219.
- [0101] Pour acheminer cette résine depuis la conduite dans les interstices 219, l'élément de presse 700 présente un conduit de distribution 750 (voir [Fig.8]) dans lequel débouche cette conduite et qui permet de répartir le matériau d'assemblage vers des cheminées d'injection 760 ([Fig.9]) qui débouchent dans les trous traversants 590 prévus dans le joint supérieur 550.
- [0102] Ici, comme le montre la [Fig.8], le conduit de distribution 750 est formé par un canal annulaire qui s'étend dans la couronne intérieure 730 de l'élément de presse 700, tout autour de l'axe de rotation A1.
- [0103] Comme le montre la [Fig.9], les cheminées d'injection 760 prennent naissance dans ce conduit de distribution 750 et s'étendent parallèlement à l'axe de rotation A1, dans toute l'épaisseur de la couronne intérieure 730, de façon à déboucher dans les trous traversants 590.
- [0104] On notera ici que pour assurer un centrage parfait du joint supérieur 550 par rapport à l'élément de presse 700, ces deux composants pourront être fixés l'un à l'autre, par exemple par collage.
- [0105] De la même façon, le joint inférieur 500 pourra être fixé à la portée 600.
- [0106] On notera par ailleurs que les différents composants de l'outil (à l'exception des joints) devront être suffisamment rigides pour assurer un blocage efficace du rotor et une compression homogène des joints. Pour cette raison, ils seront de préférence réalisés dans des matériaux métalliques rigides (typiquement en acier).

Procédé

- [0107] A ce stade, on peut décrire le procédé d'assemblage du rotor 200.
- [0108] Tout d'abord, l'outil sera préparé de manière que la portée 600 soit positionnée au-

dessus des ressorts 490 placés sur le support 400, et qu'elle soit revêtue du joint inférieur 500.

[0109] Puis le rotor 200 sera installé sur le joint inférieur 500. Il sera de préférence installé par un bras robotisé assurant un parfait centrage des éléments du rotor les uns par rapport aux autres. La forme du support 400 garantira quant à elle un parfait centrage du rotor par rapport à l'outil et une parfaite mise à niveau des éléments du rotor 200.

[0110] Le rotor 200 pourra être installé à l'état pré-assemblé, ou pièce par pièce.

[0111] Ici, on considérera qu'il est installé à l'état pré-assemblé, c'est-à-dire que les aimants 220 auront déjà été emboîtés dans le corps de rotor 210 et que la frette 230 aura été frettée autour des aimants 220 et des extrémités des rayons 214 du corps de rotor 210. On notera que dans cette configuration, la forme des différents composants du rotor 200 est telle qu'un interstice 219 s'étend autour de chaque aimant 220.

[0112] A ce stade, l'élément de presse 700 (revêtu du joint supérieur 550) et la butée de serrage 900 sont rapportés par-dessus le rotor 200.

[0113] Ils permettent de garantir l'étanchéité sur le dessus des interstices (celle par le dessous étant garantie par le joint inférieur) et l'immobilisation des aimants 220 par rapport au corps de rotor 210.

[0114] Enfin, la pompe des moyens d'injection 800 est activée de façon à injecter la résine sous pression dans les interstices 219 situés autour des aimants 220.

[0115] On notera ici que si la frette, les aimants et le corps de rotor présentent ici des épaisseurs sensiblement identiques, il peut arriver que cette épaisseur varie légèrement, du fait de dispersions dans leur chaîne de fabrication. L'épaisseur des joints et le matériau employé pour réaliser ces joints sont alors prévus de telle sorte que ces joints peuvent se comprimer et se déformer de façon à assurer l'étanchéité recherchée au-dessus et en dessous de chaque interstice 219.

[0116] Le rotor 200 ainsi immobilisé est ensuite placé dans un four pour permettre la polymérisation de la résine.

[0117] Une fois refroidi, le rotor peut être sorti de l'outil et installé entre les deux stators de la machine électrique 10.

Variantes

[0118] La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et représenté, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à l'invention.

[0119] A titre d'exemple, la portée (600) et le support (400) pourront former une seule et unique pièce monobloc. Dans cette variante, le joint inférieur devra alors être dimensionné en épaisseur de façon à pouvoir se comprimer davantage que dans le mode de réalisation représenté sur les figures, de façon à pouvoir compenser les défauts de fabrication des éléments du rotor.

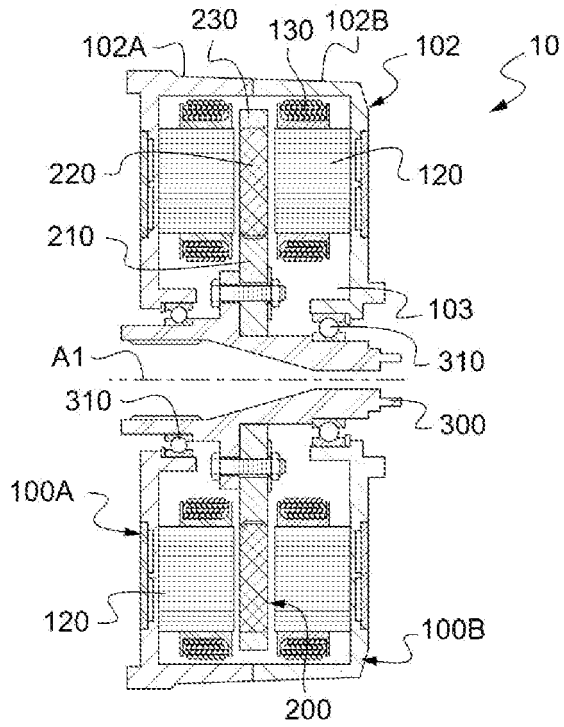
- [0120] Selon une autre variante de l'invention, chaque joint pourrait être réalisé en plusieurs parties distinctes (par exemple en plusieurs secteurs angulaires).
- [0121] Chaque joint pourrait aussi présenter non pas une seule couche, mais plusieurs couches superposées.
- [0122] De la même façon, le support, la portée, l'élément de presse et la butée de serrage pourraient être réalisés en plusieurs parties distinctes.

Revendications

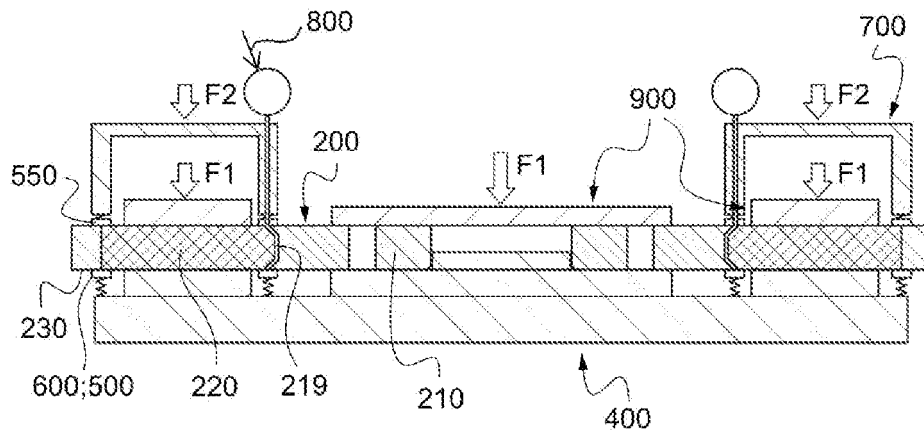
- [Revendication 1] Procédé d'assemblage d'un rotor (200) de machine électrique (10) comportant un corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220), caractérisé en ce qu'il comporte des étapes de :
- positionnement du corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220) sur un support (400) de telle manière qu'ils délimitent entre eux des interstices (219) fermés du côté du support (400) par un joint inférieur (500), ledit joint inférieur (500) étant positionné sur une portée (600) et des moyens élastiquement déformables (490) étant interposés entre la portée (600) et le support (400),
 - mise en place d'un joint supérieur (550) sur le corps de rotor (210) et les éléments à pôles magnétiques (220) de manière qu'il ferme les interstices (219) du côté opposé au support (400),
 - injection d'un matériau d'assemblage dans les interstices (219), au travers de trous (590) pratiqués dans l'un au moins des joint inférieur (500) et joint supérieur (550).
- [Revendication 2] Procédé d'assemblage selon la revendication 1, dans lequel, après l'étape de positionnement du corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220) sur le support (400), il est prévu une étape de blocage en position du corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220) par une butée de serrage (900) prenant le corps de rotor (210) et les éléments à pôles magnétiques (220) en sandwich avec le support (400).
- [Revendication 3] Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel, le rotor (200) comprenant une frette (230) située sur le pourtour des éléments à pôles magnétiques (220), lors de l'étape de positionnement, la frette (230) est positionnée sur le support (400), et après l'étape de mise en place, le joint supérieur (550) et le joint inférieur (500) ferment des interstices situés entre la frette (230) et les éléments à pôles magnétiques (220), du côté du support (400) et du côté opposé au support (400).
- [Revendication 4] Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, après l'étape de positionnement du corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220) sur le support (400), il est prévu une étape de mise en compression des joint inférieur (500) et supérieur (550) contre le rotor (200) par un élément de presse (700) adapté à appuyer contre le joint supérieur (550).

- [Revendication 5] Rotor (200) de machine électrique (10) comportant un corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220) assemblés au moyen d'un procédé d'assemblage conforme à l'une des revendications 1 à 4.
- [Revendication 6] Outil d'assemblage d'un rotor (200) de machine électrique (10) comportant un corps de rotor (210) et des éléments à pôles magnétiques (220), caractérisé en ce qu'il comporte :
- une portée (600) adaptée à recevoir un joint inférieur (500),
 - un support (400) adapté à recevoir le corps de rotor (210) et les éléments à pôles magnétiques (220) de telle manière qu'ils délimitent entre eux des interstices (219) fermés du côté du support (400) par le joint inférieur (500),
 - des moyens élastiquement déformables interposés entre la portée (600) et le support (400),
 - un élément de presse (700) adapté à bloquer un joint supérieur (550) sur le corps de rotor (210) et sur les éléments à pôles magnétiques (220), de telle sorte qu'il ferme les interstices (219) du côté opposé au support (400), et
 - des moyens d'injection (800) d'un matériau d'assemblage dans lesdits interstices (219), au travers de trous (590) pratiqués dans l'un au moins des joint inférieur (500) et joint supérieur (550).
- [Revendication 7] Outil d'assemblage selon la revendication 6, comprenant en outre une butée de serrage (900) adaptée à prendre le corps de rotor (210) et les éléments à pôles magnétiques (220) en sandwich avec le support (400).
- [Revendication 8] Outil d'assemblage selon l'une des revendications 6 et 7, dans lequel l'élément de presse (700) présente un conduit de distribution (750) dans lequel débouchent les moyens d'injection (800) et qui permet de répartir le matériau d'assemblage vers chacun desdits trous (590).
- [Revendication 9] Outil d'assemblage selon la revendication 8, dans lequel ledit conduit de distribution (750) présente une forme circulaire et l'élément de presse (700) présente des cheminées d'injection (760) qui débouchent, d'un côté, dans ledit conduit de distribution (750), et, de l'autre vers lesdits trous (590).

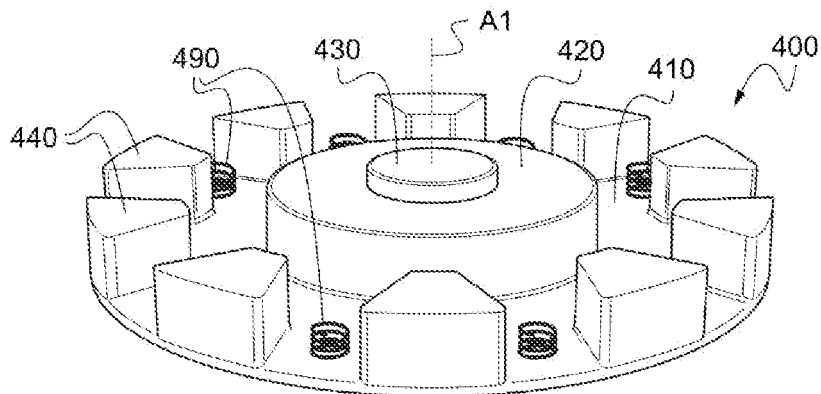
[Fig. 1]



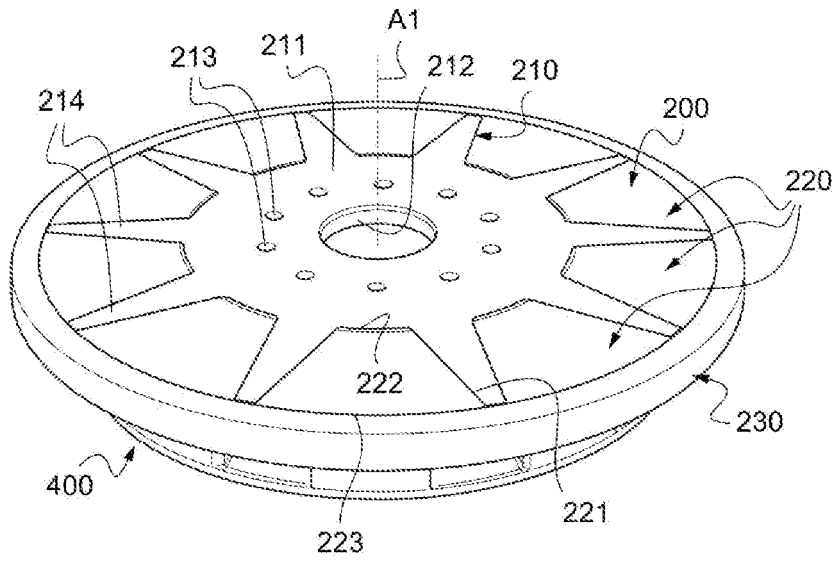
[Fig. 2]



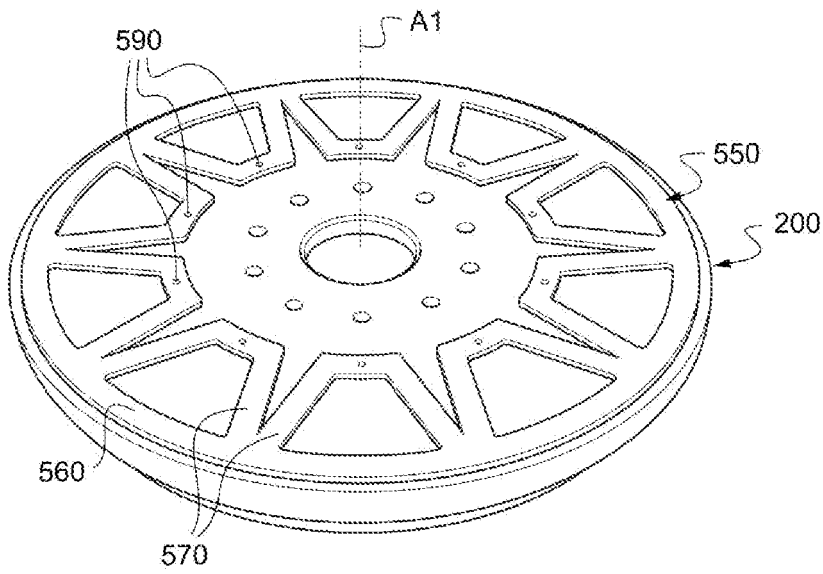
[Fig. 3]



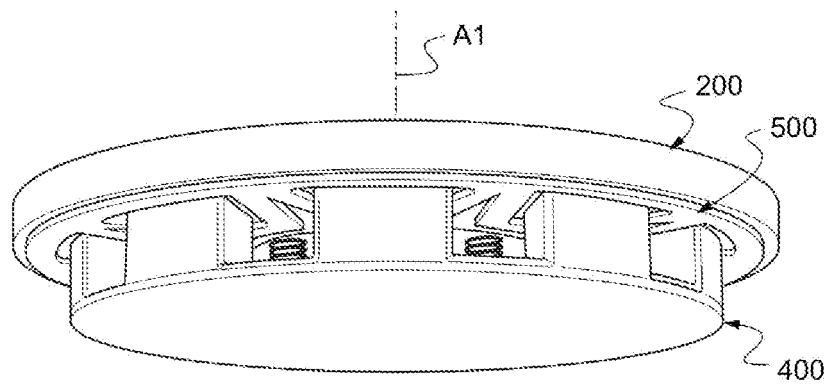
[Fig. 4]



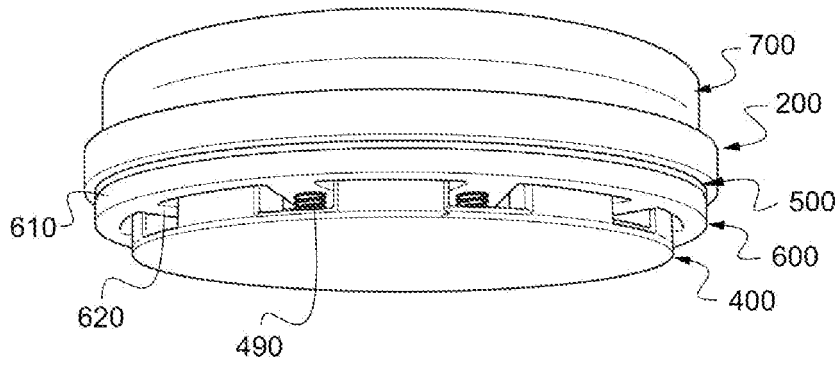
[Fig. 5]



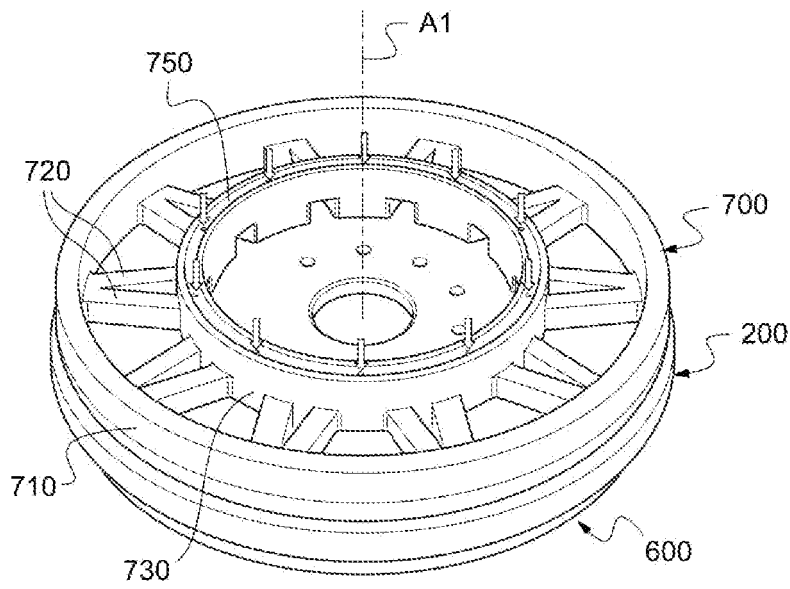
[Fig. 6]



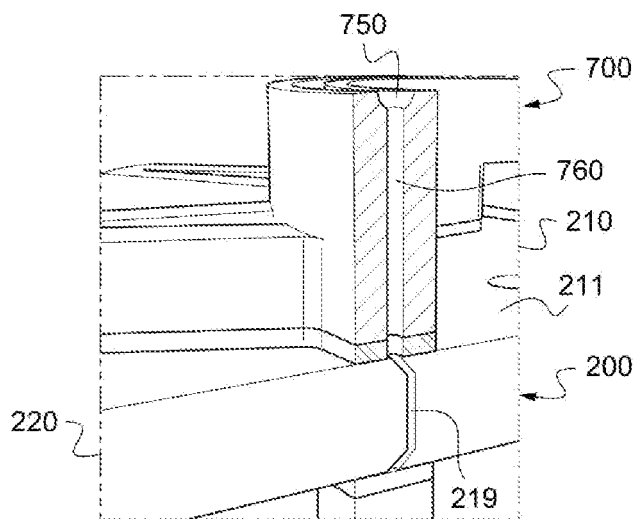
[Fig. 7]



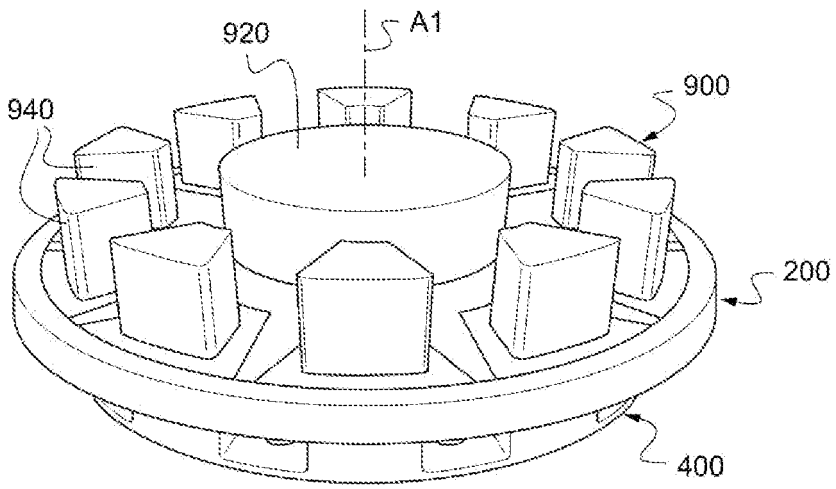
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



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

NEANT

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

US 10 879 778 B2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 29 décembre 2020 (2020-12-29)

JP 5 939295 B2 (AISIN AW CO) 22 juin 2016 (2016-06-22)

US 10 601 268 B2 (FANUC CORP [JP]; FANUC CORPORATION [JP]) 24 mars 2020 (2020-03-24)

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

NEANT