

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

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

3 141 825

②1 N° d'enregistrement national : **22 11546**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 02 K 7/10 (2023.01)**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 **MOTOREDUCTEUR POUR FREIN DE VEHICULE, COMPRENANT UN MODULE DE PUISSANCE COMPORTANT PLUS DE TROIS CELLULES DE COMMUTATION.**

②2 **Date de dépôt** : 07.11.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 10.05.24 Bulletin 24/19.

④5 **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 04.04.25 Bulletin 25/14.

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)** : *HITACHI ASTEMO FRANCE Société par actions simplifiée à associé unique — FR.*

⑦2 **Inventeur(s)** : AKOURTAM Samy, AUGUSTE Antony, RAMDANE Abdessamed et BOURLON Philippe.

⑦3 **Titulaire(s)** : *HITACHI ASTEMO FRANCE Société par actions simplifiée à associé unique.*

⑦4 **Mandataire(s)** : BREVALEX.

FR 3 141 825 - B1



Description

Titre de l'invention : MOTOREDUCTEUR POUR FREIN DE VEHICULE, COMPRENANT UN MODULE DE PUISSANCE COMPORTANT PLUS DE TROIS CELLULES DE COMMUTATION

Domaine technique

[0001] L'invention se rapporte au domaine technique général des freins pour véhicules. Plus précisément, l'invention concerne un motoréducteur pour frein électromécanique de roue de véhicule.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Un motoréducteur de frein électromécanique de véhicule de structure connue comprend un moteur électrique, un réducteur et un organe de commutation et de commande de puissance. Le moteur électrique est un moteur triphasé qui est alimenté en courant continu par une batterie du véhicule. L'organe de commutation et de commande de puissance comprend un module de commande de puissance et un module de puissance. Le module de puissance comprend un onduleur triphasé qui est configuré pour alimenter le moteur électrique lorsqu'il est commandé par le module de commande de puissance.

[0003] Il existe un besoin pour faciliter la fabrication du motoréducteur. En particulier, il existe un besoin pour une plus grande standardisation du motoréducteur, tout en ayant un organe de commutation et de commande de puissance qui est adapté spécifiquement au moteur électrique du motoréducteur.

Exposé de l'invention

[0004] A cet égard, l'invention a pour objet un motoréducteur pour frein électromécanique de roue de véhicule, comprenant un moteur électrique et un organe de commutation et de commande de puissance comportant un module de puissance qui comporte des interrupteurs d'onduleur de puissance qui sont agencés dans des cellules de commutation. Les cellules de commutation sont configurées pour être raccordées à des phases du moteur électrique.

[0005] Selon l'invention, le module de puissance comporte au moins autant de cellules de commutation que le nombre de phases du moteur électrique. Le module de puissance comprend au moins quatre cellules de commutation.

[0006] Grâce au module de puissance selon l'invention, l'organe de commutation et de commande de puissance est plus fiable et plus facile à fabriquer, tout en ayant un organe de commutation et de commande de puissance qui est adapté au fonc-

tionnement du moteur électrique du motoréducteur et notamment au nombre de phases du moteur électrique.

- [0007] En particulier, le module de puissance qui comporte un nombre élevé de cellules de commutation permet un fonctionnement de secours, éventuellement dégradé, en cas de défaillance d'une cellule de commutation du module de puissance et en particulier d'un interrupteur de puissance.
- [0008] Le module de puissance peut être davantage uniformisé, en ayant une structure proche ou identique pour des moteurs électriques de structures différentes et/ou de puissances différentes, tout en étant adapté à faire fonctionner le moteur électrique. En particulier, le module de puissance a par exemple un même nombre de cellules de commutation pour des moteurs ayant un nombre de phases différent. L'organe de commutation et de commande de puissance peut être davantage standardisé. La standardisation du motoréducteur tend alors à augmenter.
- [0009] L'invention peut comporter de manière facultative une ou plusieurs des caractéristiques suivantes combinées entre elles ou non.
- [0010] Selon une particularité de réalisation, le module de puissance comprend autant de cellules de commutation que le nombre de phases du moteur électrique. Chaque cellule de commutation est reliée électriquement à une phase respective du moteur électrique en fonctionnement normal du motoréducteur.
- [0011] Selon une particularité de réalisation, le motoréducteur comprend des sous-ensembles de commutation qui incluent chacun une partie des cellules de commutation du module de puissance. Chaque sous-ensemble de commutation comprend autant de cellules de commutation que le nombre de phases du moteur électrique, les cellules de commutation d'un seul des sous-ensembles de commutation étant simultanément reliées aux phases du moteur électrique.
- [0012] Selon une particularité de réalisation, le module de puissance comprend deux sous-ensembles de commutation, chacun des sous-ensembles de commutation comprenant la moitié des cellules de commutation du module de puissance.
- [0013] Selon une particularité de réalisation, le module de puissance comprend un commutateur qui est configuré pour raccorder électriquement un premier sous-ensemble de commutation parmi les sous-ensembles de commutation aux phases du moteur électrique, lorsque le commutateur est dans une première position de commutation. Le commutateur est configuré pour raccorder électriquement un deuxième sous-ensemble de commutation parmi les sous-ensembles de commutation aux phases du moteur électrique, lorsque le commutateur est dans une deuxième position de commutation.
- [0014] Selon une particularité de réalisation, le module de puissance comprend six cellules de commutation, pour relier électriquement un moteur électrique triphasé du motoréducteur à une batterie de véhicule ou pour relier un moteur électrique à six phases du

motoréducteur à une batterie de véhicule.

- [0015] Selon une particularité de réalisation, le moteur électrique comprend six phases redondantes pour pouvoir fonctionner sur trois phases. Les six phases du moteur électrique sont raccordées aux cellules de commutation du module de puissance de manière à ce que le moteur électrique soit apte à fonctionner à la moitié de sa puissance maximale, en cas de défaillance d'une des cellules de commutation.
- [0016] Selon une particularité de réalisation, le motoréducteur est configuré pour contrôler le fonctionnement du module de puissance. En d'autres termes, le motoréducteur est configuré pour surveiller et/ou détecter des défaillances du module de puissance.
- [0017] Selon une particularité de réalisation, le commutateur est configuré pour commuter de la première position à la deuxième position, lorsqu'une défaillance du premier sous-ensemble de commutation est détectée.
- [0018] Selon une particularité de réalisation, le moteur électrique est un moteur synchrone à aimants permanents.
- [0019] L'invention a enfin pour objet un procédé de fabrication d'un motoréducteur tel que défini ci-dessus. Le procédé de fabrication comprend une étape de raccordement électrique du module de puissance au moteur électrique, en raccordant électriquement chacune des phases du moteur électrique à une des cellules de commutation du module de puissance. Le module de puissance comprend au moins quatre cellules de commutation.
- [0020] Selon une particularité de réalisation, le procédé de fabrication comprend une étape de sélection d'un premier module de puissance adapté à alimenter électriquement le premier moteur électrique du motoréducteur, parmi un ensemble de modules de puissance pour motoréducteurs qui sont de structures différentes.
- [0021] Le module de commande du motoréducteur comprend un calculateur programmable qui est programmable en étant apte à commander chacun des modules de puissances de l'ensemble des modules de puissances. Le procédé de fabrication comprend la programmation du calculateur du module de commande pour commander le premier module de puissance.
- [0022] Selon une particularité de réalisation, le procédé de fabrication comprend une étape préalable de sélection d'un premier moteur électrique de motoréducteur adapté au véhicule parmi un ensemble de moteurs électriques de motoréducteurs qui sont de structures différentes.

Brève description des dessins

- [0023] La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation, en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [Fig.1] est une représentation schématique partielle en isométrie et éclatée d'un mo-

toréducteur selon l'invention ;

[Fig.2] est une représentation schématique partielle d'un moteur électrique à six phases raccordé électriquement à un module de puissance du motoréducteur selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

[Fig.3] est une représentation schématique partielle d'un moteur électrique triphasé raccordé électriquement à un module de puissance du motoréducteur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

[Fig.4] illustre un procédé de fabrication du motoréducteur selon le premier mode de réalisation ou selon le deuxième mode de réalisation.

[0024] **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

[0025] Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

[0026] La [Fig.1] représente un motoréducteur 1 pour frein électromécanique de roue de véhicule. Le motoréducteur 1 peut être mis en œuvre dans un véhicule motorisé qui comprend au moins deux roues, trois roues et de préférence à quatre roues. Le véhicule motorisé est par exemple un motorcycle. Le véhicule motorisé est par exemple un véhicule automobile.

[0027] Dans le mode de réalisation représenté, le motoréducteur 1 est un motoréducteur de frein à disque, par exemple à étrier flottant.

[0028] Le frein électromécanique est par exemple un frein de roue avant et/ou de roue arrière. Le frein électromécanique est par exemple un frein de roue motrice.

[0029] Le frein électromécanique sert par exemple à assurer le freinage de service du véhicule motorisé. En variante ou en plus, le frein électromécanique sert à assurer le freinage de stationnement et/ou le freinage de secours du véhicule motorisé.

[0030] Le motoréducteur 1 comprend un moteur électrique 2, un dispositif de transmission 4, un boîtier 6 de motoréducteur, un module de connexion 7 et un organe de commutation et de commande de puissance 9. Le motoréducteur 1 sert au freinage de service, au freinage de secours et/ou au freinage de stationnement du véhicule.

[0031] Le moteur électrique 2 est par exemple un moteur à courant alternatif tel qu'un moteur synchrone à aimants permanents, aussi qualifié de moteur sans balais. Le moteur électrique 2 est notamment un moteur électrique monophasé, triphasé ou un moteur électrique de plus de trois phases, par exemple un moteur électrique 2 comprenant six phases.

[0032] Le dispositif de transmission 4 est par exemple configuré pour être raccordé à un piston d'un frein électromécanique. Il comprend une pluralité d'éléments de transmission du mouvement tels que des roues dentées. Dans le mode de réalisation représenté, le dispositif de transmission comprend par exemple un réducteur épicycloïdal. Le dispositif de transmission 4 est notamment configuré pour déplacer en

translation un piston, lorsqu'il est entraîné par le moteur électrique 2.

- [0033] Le boîtier 6 du motoréducteur 1 comprend un corps 60 de boîtier et un couvercle 61 qui est fixé de manière étanche au corps 60 de boîtier. Le corps 60 de boîtier est configuré pour recevoir le moteur électrique 2, le dispositif de transmission 4, le module de connexion 7 et l'organe de commutation et de commande de puissance 9. Le corps 60 du boîtier comporte un logement du moteur électrique 62, un logement du dispositif de transmission 63. Le moteur électrique 2, le module de connexion 7 et l'organe de commutation et de commande de puissance 9 sont configurés pour être logés au moins partiellement dans le logement du moteur électrique 62.
- [0034] L'organe de commutation et de commande de puissance 9 comprend un module de puissance 91 et un module de commande 92 du module de puissance. Le module de puissance 91 comprend un onduleur de puissance.
- [0035] L'entrée du module de puissance 91 est configurée pour être raccordée électriquement à une source d'alimentation électrique d'un véhicule tel qu'une batterie électrique délivrant une énergie électrique continue. La sortie du module de puissance 91 est configurée pour être raccordée électriquement aux phases du moteur électrique 2. Le module de puissance 91 est configuré pour alimenter le moteur électrique 2 à partir de l'énergie électrique délivrée par la source d'alimentation électrique lorsqu'il est commandé par le module de commande 92 du module de puissance.
- [0036] L'onduleur comporte des sous ensemble de commutation 96 qui incluent chacun des cellules de commutation 95. L'onduleur du module de puissance 91 est adapté à générer des tensions et des courants alternatifs à partir de l'énergie électrique continue délivrée par la source d'alimentation électrique continue.
- [0037] Les cellules de commutation 95 comprennent chacune des interrupteurs de puissance 94. Chaque cellule de commutation 95 comporte deux interrupteurs 94 de puissance, dans chacun des deux modes de réalisation représentés. Chaque phase du moteur électrique 2 est raccordée électriquement à une des cellules de commutation 95, par exemple par le module de connexion 7 ou par des fils conducteurs 80 comme illustré à la [Fig.2].
- [0038] Les interrupteurs 94 de puissance sont par exemple des IGBT (IGBT signifiant transistor bipolaire à grille isolée, de l'anglais « insulated Gate Bipolar Transistor ») dans chacun des modes de réalisation représentés.
- [0039] Le module de commande 92 du module de puissance comprend un calculateur qui inclut un logiciel de commande pour commander le module de puissance 91. Le module de commande 92 du module de puissance est configuré pour commander l'ouverture et/ou la fermeture des interrupteurs 94 du module de puissance 91. Le calculateur du module de commande 92 du module de puissance est par exemple un microcontrôleur.

- [0040] Les modules de commande 92 du module de puissance des motoréducteurs 1 de chacun des modes de réalisation représentés sont par exemple structurellement identiques. En particulier, le logiciel de commande peut être programmé à la fois pour commander le module de puissance 91 du motoréducteur 1 selon le premier mode de réalisation et le module de puissance 91 du motoréducteur selon le deuxième mode de réalisation. En variante, les modules de commande 92 du module de puissance des motoréducteurs 1 de chacun des modes de réalisation représentés ne diffèrent que par leur logiciel de commande, c'est-à-dire par leur programmation.
- [0041] Le motoréducteur 1 est configuré pour contrôler le fonctionnement du module de puissance 91, en particulier pour surveiller et détecter une défaillance du module de puissance 91. Le contrôle du fonctionnement du module de puissance 91 peut être opéré depuis le module de commande 92 du module de puissance, ou depuis une unité de commande de frein. L'unité de commande de frein est par exemple une unité de commande locale qui fait partie du frein électromécanique. Cette unité de commande locale est configurée pour commander le module de commande 92 du module de puissance pour qu'il ordonne au module de puissance 91 d'alimenter le moteur électrique 2 du motoréducteur pour freiner ou défreiner la roue correspondante du véhicule.
- [0042] Le module de connexion 7 est configuré pour connecter électriquement le module de puissance 91 et le module de commande 92 du module de puissance au moteur électrique 2. Dans le mode de réalisation représenté, le module de puissance 91 et le module de commande 92 du module de puissance sont respectivement sur des supports 98 et 99 distincts. Le module de commande 92 du module de puissance commande le fonctionnement du module de puissance 91, notamment par l'intermédiaire du module de connexion 7.
- [0043] La [Fig.2] représente plus spécifiquement le moteur électrique 2 et le module de puissance 91 du motoréducteur 1, selon le premier mode de réalisation de l'invention.
- [0044] Dans ce mode de réalisation, le moteur électrique 2 est un moteur électrique à six phases. Les six phases du moteur électrique sont de préférence redondantes. En particulier, le moteur électrique 2 peut fonctionner en tant que moteur électrique à trois phases. Le moteur électrique 2 est notamment susceptible de fonctionner à la moitié de sa puissance maximale en cas de défaillance d'une cellule de commutation 95 du module de puissance 91, en fonctionnant alors sur trois phases.
- [0045] Le module de puissance 91 comporte ici six cellules de commutation 95 pour relier électriquement chacune des phases du moteur électrique 2 à la source d'alimentation électrique du véhicule. Plus généralement, le module de puissance 91 du motoréducteur 1 selon le premier mode de réalisation comporte autant de cellules de commutation 95 que le nombre de phases du moteur électrique 2. Chaque cellule de com-

mutation 95 est reliée électriquement à une des phases respectives du moteur électrique 2 en fonctionnement normal du motoréducteur 1.

- [0046] Une partie des cellules de commutation 95 est incluse dans les sous-ensembles de commutation 96 du module de puissance 91. En particulier, le module de puissance 91 comporte deux sous-ensembles de commutation 96 comprenant chacun la moitié des cellules de commutation 95 du module de puissance 91, c'est-à-dire trois cellules de commutation. Les cellules de commutation 95 peuvent fonctionner indépendamment l'une de l'autre en ce sens qu'en cas de défaillance d'un interrupteur 94 et/ou d'une cellule de commutation 95 d'un sous-ensemble de commutation 96, l'autre sous-ensemble de commutation 96 continue de fonctionner normalement et indépendamment du sous-ensemble de commutation défaillant.
- [0047] A ce titre, le moteur électrique 2 est alimenté par un seul des sous-ensembles de commutation 96, lorsque l'autre des sous-ensembles de commutation 96 est défaillant. Cela a pour effet de réduire de moitié l'énergie électrique fournie par le module de puissance 91 au moteur électrique 2. Le module de puissance 91 assure une continuité de fonctionnement du moteur électrique 2 en cas de défaillance d'un interrupteur 94 et/ou d'une cellule de commutation 95. Le module de puissance 91 évite ainsi une défaillance totale du motoréducteur.
- [0048] La [Fig.3] représente le moteur électrique et le module de puissance du motoréducteur 1, selon le deuxième mode de réalisation de l'invention. Le motoréducteur 1 selon le deuxième mode de réalisation se distingue principalement de celui selon le premier mode de réalisation par la structure du moteur électrique 2 et par la structure du module de puissance 91. Les modules de commande 92 du module de puissance sont de préférence similaires dans ces deux modes de réalisation représentés, au moins structurellement.
- [0049] Le module de puissance 91 du deuxième mode de réalisation diffère du module de puissance 91 du premier mode de réalisation en ce qu'il comporte un commutateur 97. Pour simplifier la description, les mêmes références numériques ont donc été utilisées sauf pour le moteur électrique pour lequel une référence similaire mais additionnée du nombre 100 a été utilisée.
- [0050] Dans ce motoréducteur 1, le moteur électrique 102 est un moteur électrique triphasé. A cet égard, chaque sous-ensemble de commutation 96 comprend autant de cellules de commutation 95 que le nombre de phases du moteur électrique 102. Les phases du moteur électrique 102 sont reliées simultanément à chaque cellule de commutation 95 de l'un des sous-ensembles de commutation 96 du module de puissance 91. En d'autres termes, les phases du moteur électrique 2 sont reliées soit à chaque cellule de commutation 95 d'un premier sous-ensemble de commutation 96, soit à chaque cellule de commutation 95 de l'autre sous-ensemble de commutation 96.

- [0051] Le commutateur 97 est configuré pour raccorder électriquement un des sous-ensembles de commutation 96 aux phases du moteur électrique 102, lorsqu'il est dans une première position de commutation, et pour raccorder électriquement l'autre des sous-ensembles de commutation 96 aux phases du moteur électrique 102, lorsqu'il est dans une deuxième position de commutation.
- [0052] Dans la première position de commutation, le commutateur 97 raccorde électriquement les phases U_1 , V_1 , W_1 , issues des cellules de commutation 95 d'un des sous-ensembles de commutation 96 aux phases du moteur électrique 102, tandis que dans la deuxième position de commutation, le commutateur 97 raccorde électriquement les phases U_2 , V_2 , W_2 , issues des cellules de commutation 95 de l'autre des sous-ensembles de commutation 96 aux mêmes phases du moteur électrique 102.
- [0053] Le commutateur 97 est raccordé électriquement en entrée aux cellules de commutation 95 de chaque sous-ensemble 96 du module de puissance 91, par exemple par l'intermédiaire du module de connexion 7 ou de fils conducteurs 81 comme illustré. Le commutateur 97 est raccordé électriquement en sortie aux phases du moteur électrique 102, par exemple par l'intermédiaire du module de connexion 7 ou de fils conducteurs 82 comme illustré.
- [0054] Le commutateur 97 commute de la première position à la deuxième position, notamment lorsqu'est détectée une défaillance du sous-ensemble de commutation 96 qui est raccordé électriquement aux phases du moteur électrique 102. Cela permet de fournir une redondance qui assure la continuité de fonctionnement du moteur électrique 102 en cas de défaillance d'un interrupteur 94 et/ou d'une cellule de commutation 95. La fiabilité du motoréducteur 1 est améliorée.
- [0055] Le commutateur 97 est commandé manuellement ou en variante automatiquement pour commuter d'une position de commutation à une autre. Le commutateur 97 est notamment commandé manuellement pour commuter d'une position de commutation à une autre pour tester le fonctionnement de chaque sous-ensemble 96.
- [0056] La [Fig.4] représente un procédé de fabrication 200 du motoréducteur 1 selon le premier mode de réalisation ou selon le deuxième mode de réalisation.
- [0057] Le procédé de fabrication 200 comprend une étape de fabrication 201 du moteur électrique 2, du dispositif de transmission 4, du boîtier 6, du module de connexion 7 et de l'organe de commutation et de commande de puissance 9 qui comprend le module de puissance 91 et le module de commande 92 du module de puissance. Le boîtier 6 est standard, en étant adapté pour loger le moteur électrique 2, le dispositif de transmission 4, le module de connexion 7 ainsi que l'organe de commutation et de commande de puissance 9.
- [0058] De manière générale, le moteur électrique 2 est fabriqué en étant adapté au véhicule motorisé et au motoréducteur 1. Le moteur électrique 2 est par exemple sélectionné

parmi un ensemble de moteurs électriques de structures différentes.

- [0059] Le module de puissance 91 est fabriqué en étant adapté au moteur électrique 2 du motoréducteur 1. Le module de puissance 91 est par exemple sélectionné parmi un ensemble de modules de puissance de structures différentes, en étant apte à alimenter électriquement le moteur électrique 2 du motoréducteur 1.
- [0060] Le module de commande 92 du module de puissance est par exemple fabriqué avec une structure standard et une programmation qui est spécifique au module de puissance 91. Le module de commande 92 du module de puissance comprend notamment un calculateur programmable tel qu'un microcontrôleur, le module de commande 92 du module de puissance étant programmé pour commander le module de puissance 91 du motoréducteur 1.
- [0061] En référence à nouveau à la [Fig.4], le procédé de fabrication 200 comporte ensuite une étape de raccordement 202 électrique et mécanique du module de puissance 91 au module de connexion 7, une étape de raccordement 203 électrique et mécanique du module de commande 92 du module de puissance au module de connexion 7 et une étape de raccordement 204 électrique et mécanique du moteur électrique 2 au module de connexion 7.
- [0062] L'étape de raccordement 202 électrique et mécanique du module de puissance 91 au module de connexion 7 et étape de raccordement 203 électrique et mécanique du module de commande 92 du module de puissance peuvent avoir lieu de manière interchangeable l'une avant l'autre ou bien sensiblement simultanément.
- [0063] L'étape de raccordement 204 du moteur électrique 2 au module de connexion 7 peut être mise en œuvre par insertion du module de connexion 7 dans le logement du moteur électrique 62 jusqu'à ce que la paroi de fond 74 obture le logement 62 du moteur électrique. Le module de commande 92 du module de puissance et le module de puissance 91 sont logés à l'intérieur du logement du moteur électrique 62 du boîtier 6 de motoréducteur.
- [0064] Le procédé de fabrication 200 comporte une étape de raccordement 205 électrique du moteur électrique à une source d'alimentation électrique continue telle qu'une batterie du véhicule. L'étape de raccordement 205 électrique du module de connexion 7 peut avoir lieu sensiblement simultanément à la fermeture du boîtier 6 et au raccordement 204 électrique du module de connexion 7 au moteur électrique 2.
- [0065] En référence plus spécifiquement au motoréducteur selon le premier mode de réalisation, l'étape de raccordement 202 électrique du module de puissance 91 au moteur électrique 2 s'effectue en raccordant électriquement chacune des phases du moteur électrique 2 à une des cellules de commutation 95 du module de puissance 91 et en raccordant électriquement chacune des cellules de commutation 95 à une des phases du moteur électrique 2.

- [0066] En référence à la [Fig.4], le procédé de fabrication du motoréducteur 1 selon le deuxième mode de réalisation se distingue de celui du motoréducteur 1 selon le premier mode de réalisation, par l'étape de raccordement électrique 302 du module de puissance au moteur électrique 102.
- [0067] L'étape de raccordement 302 électrique du module de puissance 91 au moteur électrique 102 est mise en œuvre en raccordant électriquement chacune des cellules de commutation 95 du module de puissance 91 au commutateur 97, par exemple par l'intermédiaire du module de connexion 7 ou de fils conducteurs 81, au lieu de raccorder les cellules de commutation 95 directement au moteur électrique. L'étape de raccordement 302 électrique du module de puissance 91 au moteur électrique 102 est mise en œuvre en raccordant électriquement en raccordant électriquement chacune des phases du moteur électrique 102 au commutateur 97, par exemple par l'intermédiaire du module de connexion 7 ou de fils conducteurs 82, au lieu de les raccorder directement aux cellules de commutation 95. Le commutateur 97 raccorde électriquement un seul des sous-ensembles de commutation 96 à la fois aux phases du moteur électrique 102.
- [0068] Grâce au module de puissance 91 selon l'invention, l'organe de commutation et de commande de puissance 9 est plus fiable et plus facile à fabriquer, tout en ayant un organe de commutation et de commande de puissance 9 qui est adapté au fonctionnement du moteur électrique 2 du motoréducteur 1 et notamment au nombre de phases du moteur électrique 2.
- [0069] En particulier, le module de puissance 91 qui comporte un nombre élevé de cellules de commutation 95 permet un fonctionnement de secours, éventuellement dégradé, en cas de défaillance d'une cellule de commutation 95 du module de puissance 91 et en particulier d'un interrupteur de puissance 94.
- [0070] Le module de puissance 91 peut être davantage uniformisé, en ayant une structure proche ou identique pour des moteurs électriques 2 de structures différentes et/ou de puissances différentes, tout en étant adapté à faire fonctionner le moteur électrique 2. En particulier, le module de puissance 91 a par exemple un nombre identique de cellules de commutation 95 pour des moteurs électriques 2 ayant un nombre de phases différent.
- [0071] Le module de puissance 91 peut également être commun à différents modules de commande 92 du module de puissance qui diffèrent par leur calculateur et/ou leur logiciel de commande du module de puissance 91.
- [0072] En plus ou en variante, le module de commande 92 du module de puissance peut être standard pour différents organes de commutation et de commande de puissance 9, notamment pour différents module de puissance 91, en ayant un calculateur et un logiciel de commande apte à commander différents modules de puissance 91 et

l'alimentation de différents moteurs électriques 2. En variante, des modules de commande 92 de module de puissance peuvent être structurellement identiques et ne différer que par leur programmation.

- [0073] L'organe de commutation et de commande de puissance 9 peut être davantage standardisé. La standardisation du motoréducteur 1 tend alors à augmenter.
- [0074] Il est aussi possible de raccorder électriquement des moteurs électriques 2 différents à un module de puissance 91 en ajoutant seulement un commutateur 97 si nécessaire, selon le type de moteur électrique 91.
- [0075] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite sans sortir du cadre de l'exposé de l'invention.
- [0076] En variante, le motoréducteur 1 est un motoréducteur de frein à disque à étrier fixe. En variante encore, le motoréducteur 1 est un motoréducteur de frein à tambour.
- [0077] La structure du moteur électrique 2 peut varier. En particulier, le moteur électrique 2 peut être avec ou sans balais. Plus particulièrement, le moteur électrique peut être asynchrone.
- [0078] En variante, le moteur électrique 2, 102 peut comporter quatre, cinq ou plus de six phases. Le nombre de cellules de commutation 95 reste un multiple de celui du nombre de phases du moteur électrique 2, 102.
- [0079] La structure du dispositif de transmission 4 peut varier et le dispositif de transmission 4 comprend par exemple un train d'engrenages parallèles au lieu d'un réducteur épicycloïdal.
- [0080] La structure de l'organe de commutation et de commande de puissance 9 peut varier. En particulier, le module de puissance 91 et le module de commande 92 du module de puissance peuvent être sur un seul support. Dans ce cas, le module de connexion 7 peut comporter un unique connecteur.
- [0081] La structure du module de puissance 91 peut varier. Les interrupteurs de puissance 94 comprennent par exemple des transistors de puissance ou des thyristors.
- [0082] Le module de puissance 91 peut comporter au moins trois sous ensemble de commutation 96.
- [0083] En variante, le module de commande 92 du module de puissance peut commander l'onduleur du module de puissance 61 par l'intermédiaire d'un réseau de transmission de données ou d'une liaison sans fil.
- [0084] En variante, le calculateur et notamment le logiciel de commande du module de commande 92 du module de puissance peut être spécifique et individuel à chaque module de puissance 91.
- [0085] En variante, le motoréducteur 1 ne comporte pas de module de connexion 7. Dans ce cas, le module de puissance 91 et/ou le module de commande 92 du module de puissance sont raccordés électriquement directement au moteur électrique 2.

NOMENCLATURE EN REFERENCE AUX FIGURES

- [0086] 1 : motoréducteur
2, 102 : moteur électrique
4 : dispositif de transmission
6 : boîtier de motoréducteur
7 : module de connexion
9 : organe de commutation et de commande de puissance
61 : couvercle
62 : logement du moteur électrique
63 : logement du dispositif de transmission
65 : connecteur de boîtier
74 : surface de fond
80 : fils conducteurs
81 : fils conducteurs
82 : fils conducteurs
91 : module de puissance
92 : module de commande du module de puissance
94 : interrupteur d'onduleur de puissance
95 : cellule de commutation
96 : sous-ensemble de commutation
97 : commutateur
98 : support de module de puissance
99 : support de module de commande de puissance
200 : procédé de fabrication de motoréducteur
201 : fourniture du moteur électrique, du dispositif de transmission, du boîtier et de l'organe de commutation et de commande de puissance
202, 302 : raccordement du module de puissance au moteur électrique
203 : insertion du moteur électrique, du dispositif de transmission et de l'organe de commutation et de commande de puissance dans le boîtier
204 : raccordement du module de puissance au connecteur électrique de boîtier
205 : raccordement du connecteur électrique de boîtier au connecteur électrique d'alimentation

Revendications

[Revendication 1]

Motoréducteur pour frein électromécanique de roue de véhicule, comprenant un moteur électrique (2, 102) et un organe de commutation et de commande de puissance (9) comportant :

un module de puissance (91) qui comporte des interrupteurs (94) d'onduleur de puissance qui sont agencés dans des cellules de commutation (95), les cellules de commutation (95) étant configurées pour être raccordées à des phases du moteur électrique (2, 102), le module de puissance (91) comportant au moins autant de cellules de commutation (95) que le nombre de phases du moteur électrique (2, 102), le module de puissance (91) comprenant au moins quatre cellules de commutation (95), dans lequel le motoréducteur comprend des sous-ensembles de commutation (96) qui incluent chacun une partie des cellules de commutation (95) du module de puissance (91), chaque sous-ensemble de commutation (96) comprenant autant de cellules de commutation (95) que le nombre de phases du moteur électrique (102), les cellules de commutation (95) d'un seul des sous-ensembles de commutation (96) étant simultanément reliées aux phases du moteur électrique (102), dans lequel le module de puissance (91) comprend deux sous-ensembles de commutation (96), chacun des sous-ensembles de commutation (96) comprenant la moitié des cellules de commutation (95) du module de puissance (91), dans lequel le module de puissance (91) comprend un commutateur (97) qui est configuré pour raccorder électriquement un premier sous-ensemble de commutation (96) parmi les sous-ensembles de commutation (96) aux phases du moteur électrique (102), lorsque le commutateur (97) est dans une première position de commutation, le commutateur (97) étant configuré pour raccorder électriquement un deuxième sous-ensemble de commutation (96) parmi les sous-ensembles de commutation (96) aux phases du moteur électrique (102), lorsque le commutateur (97) est dans une deuxième position de commutation.

[Revendication 2]

Motoréducteur selon la revendication précédente, dans lequel le module de puissance (91) comprend autant de cellules de commutation (95) que le nombre de phases du moteur électrique (2), chaque cellule de commutation étant reliée électriquement à une phase respective du moteur

- électrique (2, 102) en fonctionnement normal du motoréducteur (1).
- [Revendication 3] Motoréducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le module de puissance (91) comprend six cellules de commutation (95), pour alimenter électriquement un moteur électrique triphasé (102) du motoréducteur ou pour alimenter électriquement un moteur électrique à six phases (2) du motoréducteur (1), notamment en reliant électriquement le moteur électrique à une batterie de véhicule.
- [Revendication 4] Motoréducteur selon la revendication précédente et selon la revendication 2, dans lequel le moteur électrique (2) comprend six phases redondantes pour pouvoir fonctionner sur trois phases, les six phases du moteur électrique (2) étant raccordées aux cellules de commutation (95) du module de puissance (91) de manière à ce que le moteur électrique (2) soit apte à fonctionner à la moitié de sa puissance maximale, en cas de défaillance d'une des cellules de commutation (95).
- [Revendication 5] Motoréducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le motoréducteur (1) est configuré pour contrôler le fonctionnement du module de puissance (91).
- [Revendication 6] Motoréducteur selon la revendication précédente et selon la revendication 5, dans lequel le commutateur (97) est configuré pour commuter de la première position à la deuxième position, lorsqu'une défaillance du premier sous-ensemble de commutation (96) est détectée.
- [Revendication 7] Motoréducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moteur électrique (2, 102) est un moteur synchrone à aimants permanents.
- [Revendication 8] Procédé de fabrication (200) d'un motoréducteur (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, comprenant :
le raccordement électrique (202) du module de puissance (91) au moteur électrique (2), en raccordant électriquement chacune des phases du moteur électrique (2) à une des cellules de commutation (95) du module de puissance (91), le module de puissance (91) comprenant au moins quatre cellules de commutation (95).
- [Revendication 9] Procédé de fabrication (200) d'un motoréducteur (1) selon la revendication précédente, le motoréducteur (1) comprenant un premier moteur électrique (2, 102), le procédé comprenant :
une étape de sélection d'un premier module de puissance (91) adapté à alimenter électriquement le premier moteur électrique (2, 102), parmi un ensemble de modules de puissance pour motoréducteurs qui sont de structures différentes,

le module de commande (92) du motoréducteur comprenant un calculateur programmable qui est programmable en étant apte à commander chacun des modules de puissances (91) de l'ensemble de modules de puissances, le calculateur du module de commande (92) étant programmé pour commander le premier module de puissance (91).

[Fig. 1]

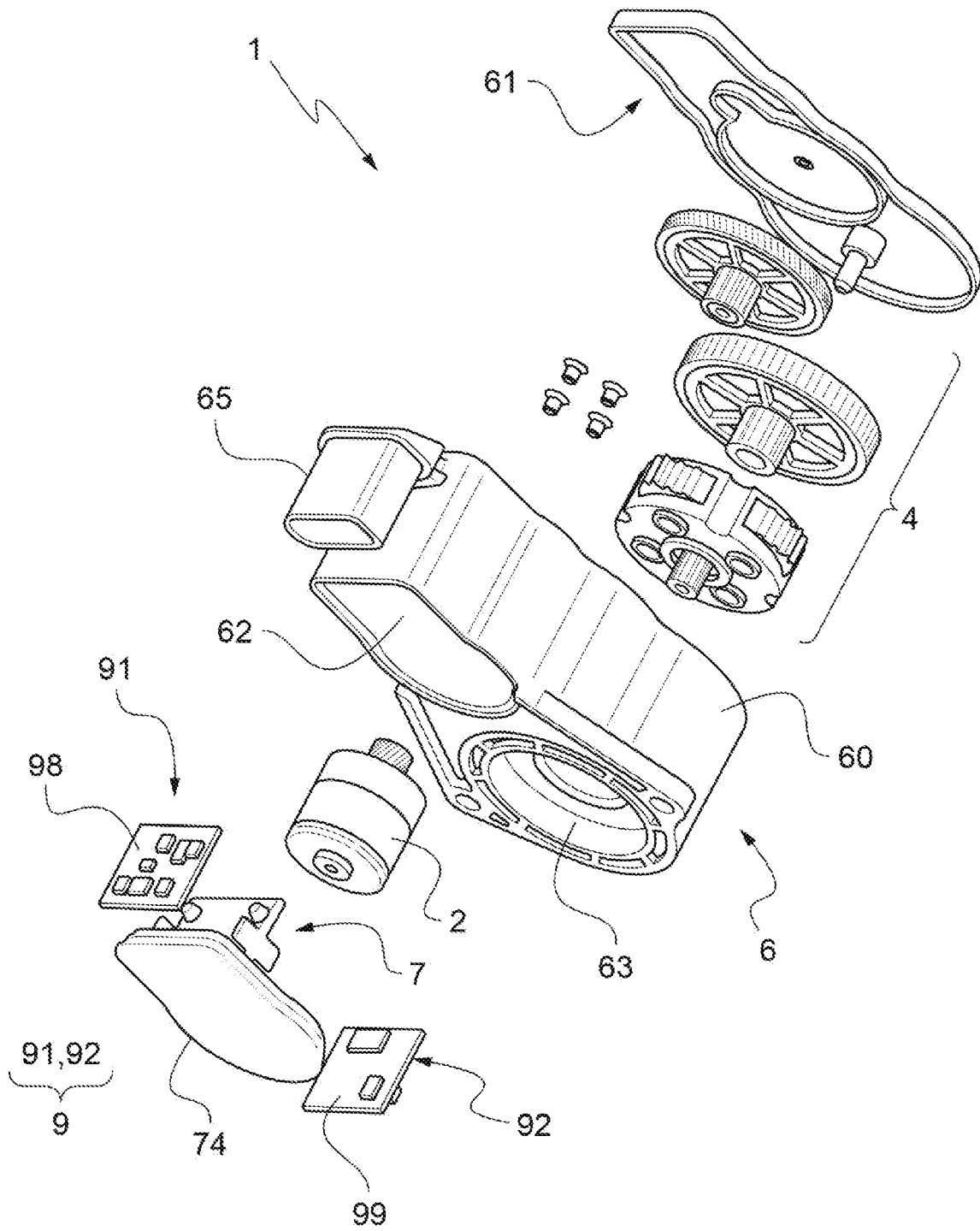


Fig. 1

[Fig. 2]

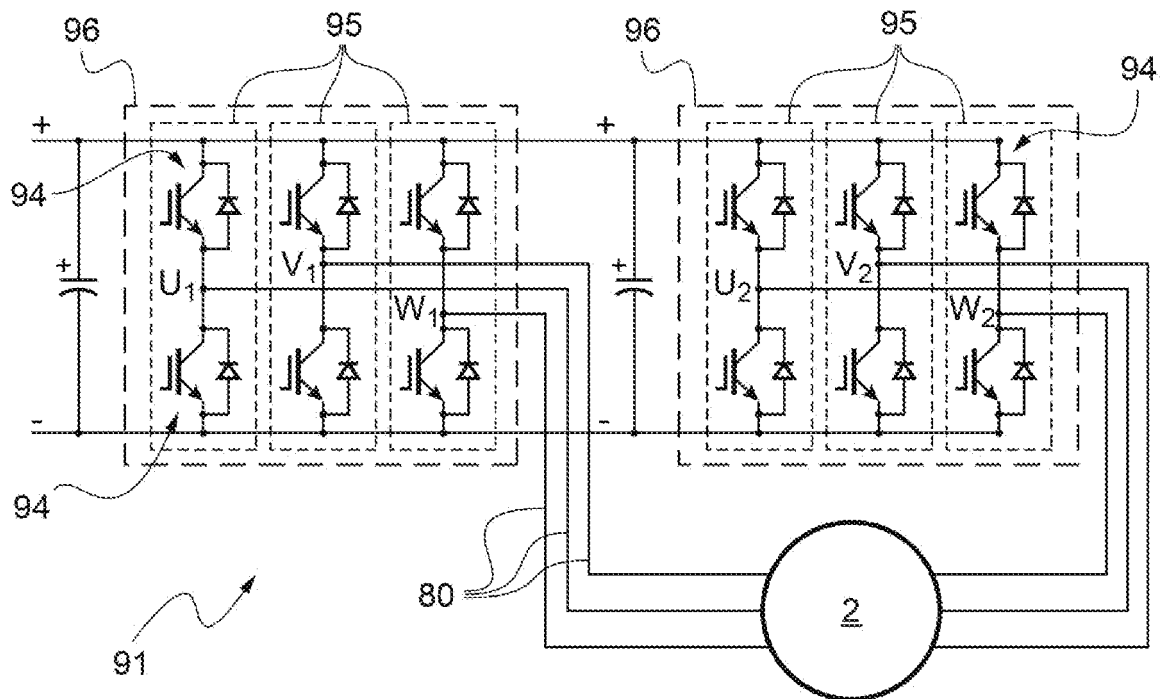


Fig.2

[Fig. 3]

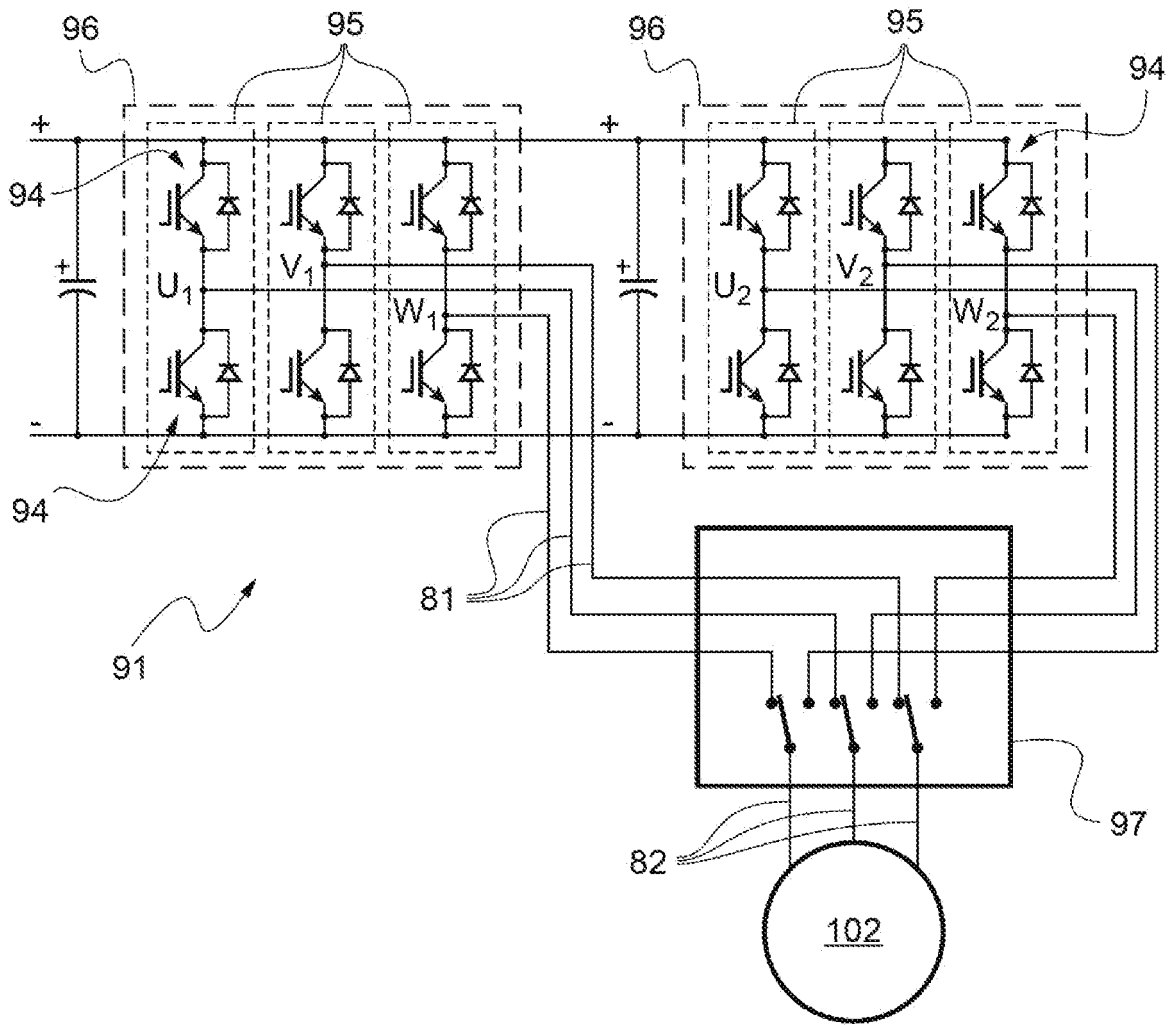


Fig.3

[Fig. 4]

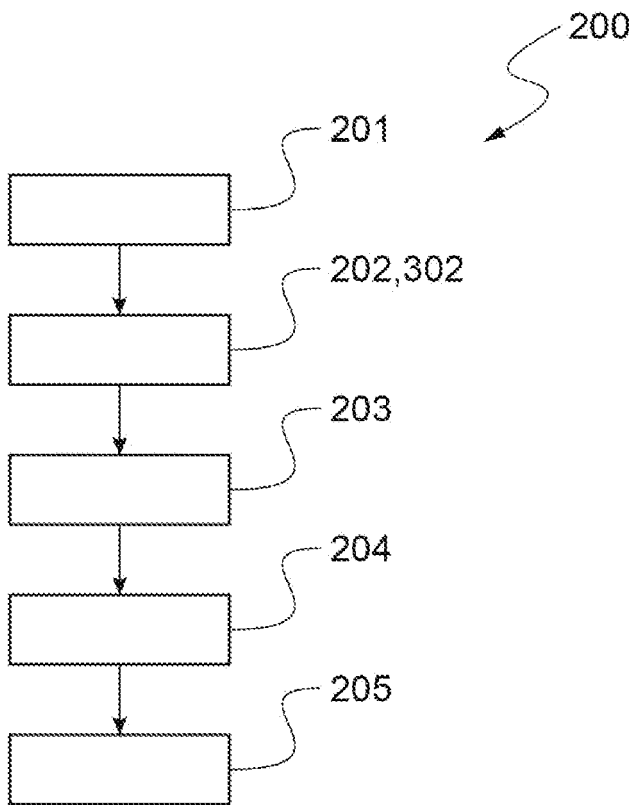


Fig.4

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**

EP 3 576 293 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP
[JP]) 4 décembre 2019 (2019-12-04)

EP 3 865 356 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP
[JP]) 18 août 2021 (2021-08-18)

US 2012/032625 A1 (SUZUKI TAKASHI [JP])
9 février 2012 (2012-02-09)

EP 3 210 850 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP
[JP]) 30 août 2017 (2017-08-30)

US 2022/103105 A1 (CHEN CHIH-HUANG [CN] ET
AL) 31 mars 2022 (2022-03-31)

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

NEANT