

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
30 septembre 2021 (30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/190829 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F16H 57/00 (2012.01) *F16F 15/14* (2006.01)
F16H 55/14 (2006.01) *F16H 55/17* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2021/053952

(22) Date de dépôt international :

18 février 2021 (18.02.2021)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2002889 25 mars 2020 (25.03.2020) FR

(71) Déposant : VALEO EMBRAYAGES [FR/FR] ; 81 avenue ROGER DUMOULIN, 80009 AMIENS (FR).

(72) Inventeur : MAHE, Hervé ; C/O VALEO EMBRAYAGES, Sce Propriété Intellectuelle, Immeuble Le Delta, 14 avenue des BEGUINES, 95892 CERGY PONTOISE (FR).

(74) Mandataire : CARDON, Nicolas ; Valeo Systèmes de Contrôle Moteur, Propriété Intellectuelle, Immeuble Le Delta, 14, avenue des Béguines, BP 68532 Cedex, 95892 CERGY PONTOISE (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title: REDUCTION GEAR WITH PENDULUM DAMPERS, FOR USE IN AN ELECTRIC OR HYBRID VEHICLE

(54) Titre : REDUCTEUR POUR VEHICULE ELECTRIQUE OU HYBRIDE AVEC DISPOSITIFS D'AMORTISSEMENT PENDULAIRE

(57) Abstract: Disclosed is a reduction gear (3) for a drivetrain of a hybrid or electric vehicle, comprising: - a driving wheel (2) comprising a first number of teeth (Z₁), and able to receive a torque generated by an electric motor, - a driven wheel (2), comprising a second number of teeth (Z₂), and able to transmit the torque received from the driving wheel to one or more vehicle wheels that make contact with the ground, the reduction gear (3) further comprising at least one pendulum damper (5) paired with one of either the driving wheel (2) or the driven wheel (2), and having a support (6) rotating as one with the wheel (2) with which it is paired, and being tuned to one of either the first number of teeth (Z₁) or the second number of teeth (Z₂).

(57) Abrégé : Réducteur (3) pour groupe motopropulseur de véhicule électrique ou hybride, comprenant : - une roue menante (2) comprenant un premier nombre de dents (Z₁), et apte à recevoir un couple généré par un moteur électrique, - une roue menée (2), comprenant un deuxième nombre de dents (Z₂), et apte à transmettre le couple reçu de la roue menante à une ou plusieurs roues du véhicule venant en contact avec le sol, le réducteur (3) comprenant encore au moins un dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à l'une de la roue menante (2) et de la roue menée (2), ayant un support (6) solidaire en rotation de ladite roue (2) à laquelle il est associé, et étant accordé à l'un du premier nombre de dents (Z₁) et du deuxième nombre de dents (Z₂).



WO 2021/190829 A1

Réducteur pour véhicule électrique ou hybride avec dispositifs d'amortissement pendulaire

La présente invention concerne un réducteur pour véhicule électrique ou hybride avec dispositifs d'amortissement pendulaire, ainsi qu'un ensemble de propulsion pour un tel
5 véhicule.

Ce réducteur comprend de façon connue au moins une paire « roue menante / roue menée » pour permettre d'adapter la vitesse en sortie d'un moteur électrique à la vitesse des roues du véhicule qui viennent en contact avec le sol.

Une roue menante coopère avec une roue menée de telle sorte que le couple ne transite
10 pas de manière constante mais fluctue à la cadence de passage des dents des roues. Le contact entre la roue menante et la roue menée se fait ainsi de manière saccadée, du fait du principe même du contact discret entre les dents. Cette coopération entre la roue menante et la roue menée peut créer un sirénement désagréable pour l'utilisateur du véhicule.

Il existe un besoin pour réduire le bruit généré par la coopération entre une roue menante
15 et une roue menée d'un réducteur de véhicule électrique ou hybride.

L'invention vise à répondre à ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un réducteur pour véhicule électrique ou hybride, comprenant :

- une roue menante comprenant un premier nombre de dents, et apte à recevoir un couple généré par un moteur électrique,
- 20 - une roue menée, comprenant un deuxième nombre de dents, et apte à transmettre le couple reçu de la roue menante à une ou plusieurs roues du véhicule venant en contact avec le sol, le réducteur comprenant encore :
- un premier dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue menante, ayant un support solidaire en rotation de la roue menante, et accordé au premier nombre de dents de
25 cette roue menante, et
- un deuxième dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue menée, ayant un support solidaire en rotation de la roue menée, et accordé au deuxième nombre de dents de la roue menée.

Selon l'invention, on associe à chacune des roues d'une paire « roue menante/roue
30 menée » un dispositif d'amortissement pendulaire et chacun de ces dispositifs d'amortissement pendulaire est accordé au nombre de dents de la roue à laquelle il est associé.

Plus largement, l'invention couvre aussi le cas dans lequel au moins un dispositif d'amortissement pendulaire est prévu, notamment un unique dispositif d'amortissement
35 pendulaire, ce dispositif d'amortissement pendulaire étant associé à l'une de la roue

menante et de la roue menée, ayant un support solidaire en rotation de ladite roue à laquelle il est associé, et étant accordé à l'un du premier nombre de dents et du deuxième nombre de dents. Ce dispositif d'amortissement pendulaire peut être accordé au nombre de dents de celle parmi la roue menante et la roue menée à laquelle il est associé. En variante, le
5 dispositif d'amortissement pendulaire est associé à l'une parmi la roue menante et la roue menée, et il est accordé au nombre de dents de l'autre de cette roue menante et de cette roue menée.

Le dispositif d'amortissement pendulaire peut être accordé à un nombre de dents supérieur ou égal à huit, notamment à neuf, notamment à dix. Toutes les roues du réducteur
10 ont par exemple un nombre de dents supérieur ou égal à huit, ou à neuf, ou à dix.

En variante à ce qui a été mentionné ci-dessus, lorsque plusieurs dispositifs d'amortissement pendulaires sont prévus, deux ou plus de ces dispositifs d'amortissement pendulaires peuvent être associés à une même roue du réducteur, chacun de ces dispositifs d'amortissement pendulaire ayant un support solidaire en rotation de ladite roue. Cette roue
15 à laquelle ces deux dispositifs d'amortissement pendulaires sont associés est par exemple une roue de diamètre important, facilitant l'implantation des dispositifs d'amortissement pendulaire. Dans un tel cas, l'un de ces dispositifs d'amortissement est par exemple accordé au nombre de dents d'une des roues du réducteur, par exemple à celle à laquelle il est associé, et l'autre de ces dispositifs d'amortissement pendulaires est accordé à un autre
20 nombre de dents, cet autre nombre de dents correspondant à une autre roue du réducteur.

La valeur d'ordre à laquelle est accordé un dispositif d'amortissement pendulaire peut être égale au nombre de dents de la roue à laquelle il est associé ou d'une autre roue du réducteur, ou ne pas être égale à ce nombre de dents mais être comprise entre 0,9 fois et 1,1 fois ce nombre de dents. Le rapport entre le premier nombre de dents et le deuxième
25 nombre de dents peut être égal au rapport entre la valeur d'ordre à laquelle le premier dispositif d'amortissement pendulaire est accordé et la valeur d'ordre à laquelle le deuxième dispositif d'amortissement pendulaire est accordé. En variante, le rapport entre la valeur d'ordre à laquelle le premier dispositif d'amortissement pendulaire est accordé et la valeur d'ordre à laquelle le deuxième dispositif d'amortissement pendulaire est accordé n'est pas
30 égal au rapport entre le premier nombre de dents et le deuxième nombre de dents mais il est compris entre 0,9 fois et 1,1 fois ce rapport entre le premier nombre de dents et le deuxième nombre de dents.

Au sens de la présente demande et pour une roue donnée :

- « axialement » se rapporte à l'axe de rotation de cette roue et signifie « parallèlement à cet
35 axe »,

- « radialement » signifie « dans un plan perpendiculaire à cet axe et le long d'une droite coupant cet axe »,

- « rayon » désigne le rayon de référence de la roue, étant compris entre la dimension radiale minimale de cette roue entre deux dents de cette roue et la dimension radiale

5 maximale de cette roue au sommet d'une dent,

- « position de repos » désigne la position d'un corps pendulaire centrifugé en l'absence de déplacement pour réduire l'irrégularité de couple générée par les efforts d'engrènement.

Au sens de la présente demande, au sein d'une paire « roue menante / roue menée », la roue menante est celle disposée en amont dans le chemin du couple transmis depuis le
10 moteur électrique vers la ou les roues du véhicule en contact avec le sol, et la roue menée est celle disposée en aval dans ce chemin du couple. Comme on le verra ultérieurement, la roue menante et la roue menée ne sont pas nécessairement des roues consécutives du réducteur dans le chemin du couple.

Chaque dent peut s'étendre le long de toute la dimension axiale de la roue
15 correspondante ou sur moins de la totalité de cette dimension axiale.

Le deuxième nombre de dents est par exemple supérieur au premier nombre de dents. Le premier nombre de dents est par exemple compris entre 20 et 30 tandis que le deuxième nombre de dents peut être compris entre 70 et 90. La roue menante est par exemple un pignon monté sur l'arbre de sortie du moteur électrique. Le rayon de la roue menante peut
20 être inférieur au rayon de la roue menée. L'inverse est également possible.

Dans tout ce qui précède, l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaires peut avoir son support distinct de la roue à laquelle il est associé. Ce support peut ainsi être axialement décalé par rapport à cette roue et rigidement fixé à cette roue, par exemple via des rivets, des vis, ou encore une soudure. Dans le cas où l'une des roues de la paire « roue
25 menante / roue menée » présente un rayon réduit, un tel déport du dispositif d'amortissement pendulaire permet l'association d'un dispositif d'amortissement à cette roue malgré les dimensions réduites de cette dernière. Cette roue de dimension réduite est par exemple la roue menante, qui peut par exemple être qualifiée de « pignon ».

Dans tout ce qui précède, l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaire peut
30 avoir son support formé par la roue à laquelle il est associé.

Dans un exemple particulier, chaque dispositif d'amortissement pendulaire a son support distinct de la roue à laquelle il est associé.

Dans un autre exemple particulier, chaque dispositif d'amortissement pendulaire a son support formé par la roue à laquelle il est associé.

35 Dans un autre exemple particulier, l'un des dispositifs d'amortissement pendulaire a son

support distinct de la roue à laquelle il est associé, et l'autre des dispositifs d'amortissement pendulaire a son support formé par la roue à laquelle il est associé. La roue menée constitue par exemple le support du dispositif d'amortissement pendulaire associé à cette roue.

Dans tout ce qui précède, l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaire
5 comprend au moins un corps pendulaire roulant dans une cavité ménagée dans le support.

Le dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue menante peut comprendre le même nombre de corps pendulaires que le dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue menée. En variante, le nombre de corps pendulaires est différent d'un dispositif d'amortissement pendulaire à l'autre.

10 La forme de la paroi de la cavité sur laquelle roule le corps pendulaire définit une piste de roulement choisie pour que le dispositif d'amortissement pendulaire soit accordé à la valeur d'ordre choisie. Comme déjà mentionnée, cette valeur d'ordre peut être égal au nombre de dents de la roue à laquelle le dispositif d'amortissement pendulaire est associé, ou être comprise entre 0,9 fois et 1,1 fois ce nombre de dents.

15 Plusieurs cavités, par exemple deux cavités, se succèdent par exemple lorsque l'on se déplace autour de l'axe de la roue, et chacune de ces cavités peut recevoir un corps pendulaire roulant dans cette dernière. Ces cavités sont par exemple uniformément réparties sur le support. Chaque cavité peut déboucher axialement de chaque côté du support. En variante chaque cavité peut déboucher axialement d'un côté seulement du support. En
20 variante encore, il existe des cavités débouchant axialement de chaque côté du support et des cavités débouchant axialement d'un côté seulement du support. L'un des dispositifs d'amortissement pendulaires a par exemple son support avec sa ou ses cavités débouchant axialement de chaque côté du support, tandis que l'autre des dispositifs d'amortissement pendulaires a son support avec sa ou ses cavités débouchant axialement d'un seul côté du
25 support. Comme déjà mentionné, ce support peut être la roue elle-même. Le cas échéant, chaque extrémité axiale d'une cavité peut être obturée par une plaque qui peut être commune ou non à toutes les cavités ménagées dans le support.

L'invention n'est pas limitée au choix d'un dispositif d'amortissement mettant en œuvre un corps pendulaire roulant dans une cavité. D'autres variantes sont possibles comme celles
30 dans lesquelles un ou plusieurs organes de roulement sont interposés entre le corps pendulaire et son support, auxquels cas plusieurs pistes de roulement sont interposées entre le support et le corps pendulaire. Toutes les variantes illustrées sur la Figure 30.1 de la page 529 du volume 4 de la 3ème édition de l'ouvrage "Practical Solution of Torsional Vibration Problems, with Examples from Marine, Electrical, Aeronautical and
35 Automobile Engineering Practice » de W. Ker Wilson" peuvent être utilisées dans le cadre

de la présente demande.

Chaque corps pendulaire comprend par exemple deux masses pendulaires solidarisées entre elles et disposées l'une par rapport à l'autre de part et d'autre du support. La solidarisation peut se faire via un ou plusieurs rivets, comme divulgué dans la demande DE 102 24 874.

La solidarisation de ces deux masses pendulaires peut en variante se faire via un organe de liaison définissant une piste de roulement pour un organe de roulement guidant le déplacement par rapport au support du corps pendulaire, comme divulgué dans la demande EP 2 769 118.

En variante encore, le dispositif d'amortissement pendulaire peut comprendre deux supports rigidement fixés entre eux, et le corps pendulaire, monobloc ou constitué de plusieurs masses pendulaires mobiles ou non entre elles, peut être disposé axialement entre ces deux supports, comme divulgué dans la demande WO 2012/150401.

L'une au moins des roues, notamment chacune de la roue menante et de la roue menée, peut avoir ses dents s'étendant chacune parallèlement à l'axe de rotation de ladite roue. Dans ce cas, chaque dent présente sur toute sa dimension axiale une projection dans un plan orthogonal à l'axe de rotation de la roue qui reste constante et exactement superposable d'une extrémité axiale de la dent à l'autre.

Dans un tel cas, la ou les pistes de roulement permettant le déplacement du corps pendulaire par rapport au support peuvent être ménagées de manière à guider le déplacement du corps pendulaire exclusivement selon une direction perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue à laquelle est associé le dispositif d'amortissement pendulaire auquel appartient ce corps pendulaire.

Dans une variante, l'une au moins des roues, notamment chacune de la roue menante et de la roue menée, peut avoir ses dents s'étendant chacune de manière hélicoïdale autour de l'axe de rotation de ladite roue. L'angle d'hélice peut être compris entre 16° et 32° , par exemple. Dans ce cas, chaque dent présente sur toute sa dimension axiale une projection dans un plan orthogonal à l'axe de rotation de la roue qui reste constante et se déplace d'une extrémité axiale de la dent à l'autre. Dans un tel cas, la ou les pistes de roulement permettant le déplacement du corps pendulaire par rapport au support peuvent être ménagées de manière à guider le déplacement du corps pendulaire exclusivement selon une direction non perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue à laquelle est associé le dispositif d'amortissement pendulaire auquel appartient ce corps pendulaire. Cette direction de déplacement et la perpendiculaire à l'axe de rotation de la roue peuvent définir un angle égal à l'angle existant entre la direction d'extension de chaque dent et l'axe de rotation de la

roue. Ceci peut permettre que le déplacement du corps pendulaire soit orienté selon l'effort transmis entre les roues.

Dans tout ce qui précède, le premier et le deuxième dispositif d'amortissement pendulaire peuvent être choisis de manière à vérifier la relation :

$$0,9 \leq \frac{R_{g1} \times s_1 \times m_1 \times r_2}{R_{g2} \times s_2 \times m_2 \times r_1} \leq 1,1$$

où R_{gi} , s_i , m_i et r_i , désignent respectivement pour un dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue d'indice « i » :

- la distance entre le centre de gravité du corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires de ce dispositif et l'axe de rotation du support du dispositif d'amortissement pendulaire lorsque ce corps pendulaire unique est dans la position de repos,
- la plus grande distance que peut parcourir le long de la piste de roulement le corps pendulaire unique depuis sa position de repos,
- le poids (exprimé en kg) de ce corps pendulaire unique, et
- le rayon de la roue à laquelle le dispositif d'amortissement pendulaire est associé.

L'appartenance à la plage de valeurs précitée permet de rapprocher la capacité d'absorption fournie par chaque dispositif d'amortissement pendulaire de la paire « roue menante / roue menée ». Dans un cas particulier, le rapport précité est égal à 1, de sorte que chaque dispositif d'amortissement pendulaire présente une même capacité d'absorption de l'irrégularité de couple responsable du sirènement.

Dans tout ce qui précède, la roue menante peut engrener directement avec la roue menée.

En variante, un organe intermédiaire telle qu'une chaîne ou une courroie est interposée entre la roue menante et la roue menée pour transmettre le couple de l'une vers l'autre.

Dans tout ce qui précède, le réducteur peut être uniquement formé par la paire « roue menante/ roue menée ». En variante, le réducteur peut comprendre plusieurs roues

successivement disposées dans le chemin du couple transmis depuis le moteur électrique vers une ou plusieurs roues du véhicule aptes à venir en contact avec le sol. Exceptées les deux roues d'extrémité du réducteur, chacune de ces roues peut ainsi former une roue menée vis-à-vis de la roue qui la précède dans le chemin du couple et une roue menante vis-à-vis de la roue qui la suit dans ce chemin du couple.

Lorsque plusieurs roues sont présentes, chacune de ces roues peut être associée à un dispositif d'amortissement pendulaire. En variante, lorsque plusieurs roues sont présentes, seules certaines d'entre elles peuvent être associées à un dispositif d'amortissement pendulaire. Dans cette dernière variante, il peut y avoir une ou plusieurs roues non associées à un dispositif d'amortissement pendulaire qui sont interposées dans le chemin du couple entre deux roues associée chacune à un dispositif d'amortissement pendulaire, et l'une de

ces deux roues peut former une roue menante au sens de la présente demande tandis que l'autre de ces deux roues peut former une roue menée au sens de la présente demande.

Autrement dit, la roue menante et la roue menée qui ont chacune un dispositif d'amortissement pendulaire associé ne sont pas nécessairement des roues consécutives dans le chemin du couple transmis par le réducteur.

En variante à ce qui a été décrit précédemment, le dispositif d'amortissement pendulaire, ou l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaire, peut être associé à une roue du réducteur hors du chemin du couple transmis par le réducteur. Le dispositif d'amortissement pendulaire, ou l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaire, ou chaque dispositif d'amortissement pendulaire, a ainsi son support solide d'une roue du réducteur disposée hors du chemin du couple. Cette roue est par exemple une roue formant une inertie additionnelle et dédiée à cette fonction, ou une roue faisant tourner une pompe à huile pour le refroidissement et le graissage du réducteur.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un ensemble de propulsion pour véhicule électrique ou hybride, comprenant :

- un moteur électrique générant un couple pour déplacer le véhicule, et
- le réducteur tel que défini ci-dessus.

Un tel ensemble peut encore comprendre au moins une roue de véhicule apte à venir en contact avec le sol, à laquelle est couplé le réducteur. Le réducteur peut être soit directement couplé à la roue, soit être monté sur un différentiel de train avant ou sur un différentiel de train arrière de véhicule. Le cas échéant, plusieurs ensembles de propulsion similaires peuvent être embarqués sur le véhicule.

Le moteur électrique peut présenter une puissance électrique nominale supérieure ou égale à 5 kW, à 15 kW, à 25 kW, à 50 kW, à 100kW ou à 300 kW.

Le moteur électrique peut être un moteur synchrone ou un moteur asynchrone.

Le véhicule peut être un véhicule électrique ou un véhicule hybride.

L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'un exemple non limitatif de mise en œuvre de celle-ci et à l'examen du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 représente de façon schématique et partielle un réducteur selon un exemple de mise en œuvre de l'invention,
- la figure 2 représente de façon plus concrète un réducteur selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, ce réducteur étant intégré dans un ensemble de propulsion,
- la figure 3 est une vue schématique et de dessus d'une roue de réducteur selon un exemple

de mise en œuvre de l'invention montrant l'agencement du dispositif d'amortissement pendulaire,

- la figure 4 étant une vue en coupe selon IV-IV de la vue de la figure 3,
- les figures 5 et 6 représentent d'autres exemples de dispositifs d'amortissement pendulaires qui peuvent s'appliquer dans le cadre de la présente invention, et
- la figure 7 est une vue similaire à la figure 1 d'un autre exemple de réducteur.

On a représenté sur la figure 1 une paire de roues 2 faisant partie d'un réducteur 3 d'un ensemble de propulsion 1 pour véhicule électrique ou hybride.

Ce réducteur 3 peut être soit directement couplé à une roue 100 du véhicule venant en contact du sol, soit être monté sur un différentiel 100 de train avant ou sur un différentiel 100 de train arrière de véhicule.

L'ensemble comprend, en plus du réducteur 3, un moteur électrique 101 pour la propulsion totale ou partielle du véhicule électrique ou hybride. Ce moteur électrique 101 est de façon connue un moteur synchrone ou un moteur asynchrone. Il s'agit par exemple d'un moteur électrique présentant une puissance électrique nominale supérieure ou égale à 5 kW, à 15 kW, à 25 kW, à 50 kW, à 100kW ou à 300 kW.

Comme on peut le voir sur la figure 1, chaque roue 2 de la paire considérée engrène directement avec l'autre roue 2 de cette paire pour transmettre le couple généré par le moteur électrique au moyen de dents 4. L'une de ces roues 2 est par exemple montée sur l'arbre de sortie du moteur électrique 101.

Chaque roue 2 présente par exemple ses dents droites, c'est-à-dire qu'elle s'étendent chacune selon un axe parallèle à l'axe de rotation de la roue.

Dans la variante de la figure 2 et comme on peut mieux le voir sur les figures 3 et 4, les roues 2 ont leurs dents 4 qui s'étendent chacune de manière hélicoïdale d'une extrémité axiale à l'autre de la roue 2. Chaque dent 4 ménage ainsi un angle α avec l'axe de rotation (X) de la roue.

La roue 2 en amont dans le chemin du couple transmis forme une roue menante tandis que la roue 2 en aval dans le chemin du couple transmis forme une roue menée.

La roue menante présente par exemple un rayon inférieur à celui de la roue menée. La roue menante présente par exemple un premier nombre de dents Z_1 compris entre 20 et 30, tandis que la roue menée présente alors un deuxième nombre de dents Z_2 compris entre 70 et 90.

Comme on peut le voir sur la figure 1, chaque roue 2 peut être associée à un dispositif d'amortissement pendulaire 5. Bien que dans l'exemple décrit les deux roues 2 auxquelles sont associés des dispositifs d'amortissement pendulaire 5 soient des roues consécutives

dans le chemin du couple transmis par le réducteur 3, l'invention n'y est pas limitée.

L'invention couvre aussi le cas où une ou plusieurs roues 2 sans dispositif d'amortissement pendulaire associé sont interposées dans le chemin du couple entre deux roues 2 étant chacune associée à un dispositif d'amortissement pendulaire 5.

- 5 Chaque dispositif d'amortissement pendulaire 5 comprend de façon connue un support 6 et, dans l'exemple considéré, une pluralité de corps pendulaires 7 mobiles par rapport à ce support 6. Chaque support 6 est par exemple associé à au moins deux corps pendulaires 7.

Le support 6 peut être formé par la roue 2 elle-même :

- pour l'une au moins des roues 2 de la paire « roue menante / roue menée », ou
- 10 - pour chacune de ces roues 2, ou
- pour aucune de ces roues 2.

Lorsque le support 6 n'est pas formé par une roue 2, il peut être formé par un flasque rapporté directement ou non sur cette roue, étant solidaire en rotation ou en totalité de cette roue 2. Le flasque est par exemple riveté, soudé ou vissé sur la roue 2.

- 15 Dans l'exemple de la figure 2, tous les supports 6 sont formés par les roues 2 elles-mêmes.

- Dans l'exemple de la figure 2, chaque corps pendulaire 7 roule dans une cavité 8 ménagée dans la roue 2. Chaque corps pendulaire 7 présente ici une forme cylindrique. Cette cavité 8 débouche axialement de chaque côté de la roue 2 pour certaines roues 2,
- 20 tandis qu'elle débouche axialement d'un côté seulement de la roue 2 pour d'autres roues 2 du réducteur 3.

- Afin d'éviter la perte des corps pendulaires 7, chaque extrémité axiale d'une cavité 8 est dans l'exemple considéré fermée par une plaque 10, qui peut être commune à tous les corps pendulaires 7 du dispositif d'amortissement pendulaire 5, et qui est ici rapportée sur la roue
- 25 2 au niveau de l'extrémité axiale de celle-ci.

- La paroi de chaque cavité 8 forme ici une piste de roulement pour le corps pendulaire 7 correspondant, et cette piste a une forme choisie pour le corps pendulaire en question soit accordé à une valeur d'ordre correspondant au nombre de dents 4 de la roue 2 à laquelle ce corps pendulaire 7 est associé. Cette valeur d'ordre est par exemple égale au nombre de
- 30 dents 4 de cette roue 2.

- Au sein d'une paire « roue menante / roue menée », le rapport entre la valeur d'ordre à laquelle sont accordés les corps pendulaires 7 du dispositif d'amortissement pendulaire 5 associé à la roue menante et la valeur d'ordre à laquelle sont accordés les corps pendulaires 7 du dispositif d'amortissement pendulaire 5 associé à la roue menée peut être égal au
- 35 rapport entre le nombre de dents 4 de la roue menante et le nombre de dents 4 de la roue

menée, ou ce rapport entre valeurs d'ordre peut être compris entre 0,9 fois et 1,1 fois le rapport entre nombres de dents.

On constate encore dans l'exemple de la figure 2, ainsi que sur les figures 3 et 4, que les cavités 8 sont ménagées de manière à ce que le déplacement par rapport au support 6 du corps pendulaire 7 reçu dans cette cavité 8 se fasse exclusivement dans une direction non perpendiculaire à l'axe de rotation (X) de la roue 2. Dans l'exemple de la figure 2 et sur les figures 3 et 4, cette direction définit avec l'axe de rotation (X) de la roue 2 un angle dont la valeur en degrés est égale à

$$90 - \alpha$$

Plus précisément dans l'exemple considéré, en considérant une paire « roue menante / roue menée », les dispositifs d'amortissement pendulaires 5 associés à ces roues 2 peuvent être choisis de manière à ce que le ratio suivant soit dans la plage de valeurs mentionnée ci-dessous où l'indice « 1 » correspond à la roue menante et l'indice « 2 » correspond à la roue menée :

$$0,9 \leq \frac{R_{g1} \times s_1 \times m_1 \times r_2}{R_{g2} \times s_2 \times m_2 \times r_1} \leq 1,1$$

où R_{gi} , s_i , m_i et r_i , désignent respectivement pour un dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue d'indice « i » :

- la distance entre le centre de gravité du corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires 7 et l'axe de rotation de la roue 2 formant le support 6 du dispositif d'amortissement pendulaire lorsque ce corps pendulaire unique est dans la position de repos,
- la plus grande distance que peut parcourir le long de la piste de roulement dans la cavité 8 le corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires 7 depuis sa position de repos,
- le poids (s'exprimant en kg) de ce corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires 7, et
- le rayon de la roue 2 formant le support 6 associé à ce corps pendulaire 7.

Lorsque le ratio ci-dessus est égal à 1, on s'assure que la capacité d'absorption du sirènement fourni pour chaque dispositif d'amortissement pendulaire 5 de la paire « roue menante / roue menée » est le même au sein de cette paire.

L'équation précédente se déduit des équations ci-dessous qui expriment respectivement :

- la capacité d'absorption par le corps pendulaire unique modélisant l'ensemble des corps pendulaire d'un dispositif d'amortissement pendulaire,
- la relation entre les valeurs d'ordre et les vitesses de rotation,
- la force exercée par chaque roue 2 de la paire « roue menante / roue menée » sur l'autre

roue de cette paire du fait de la présence des dispositifs d'amortissement pendulaires 5 associés, lorsque ces roues 2 sont disposées consécutivement dans le chemin du couple - la relation précitée entre les valeurs d'ordre et les nombres de dents des deux roues considérées, et

- 5 - la relation entre vitesses angulaires de rotation et nombre de dents des deux roues considérées :

$$C_i = s_i (n_i \Omega_i)^2 m_i R_{gi}$$

où n_i désigne la valeur d'ordre à laquelle est accordé ce corps pendulaire 7 et Ω_i désigne la vitesse angulaire de rotation de la roue 2 formant le support 6 pour ce corps pendulaire 7,

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{n_2} &= \frac{\Omega_2}{\Omega_1} \\ F_i &= \frac{C_i}{r_i} \\ \frac{n_1}{n_2} &= \frac{Z_1}{Z_2} \\ \frac{Z_2}{Z_1} &= \frac{\Omega_1}{\Omega_2} \end{aligned}$$

- Dans l'exemple des figures 2 à 4, la valeur d'ordre n_i à laquelle est accordé un corps pendulaire 7 associé à une roue d'indice i , correspondant à l'ordre d'accord effectif de ce corps pendulaire 7, peut être obtenue à l'aide des équations suivantes suivantes qui donnent respectivement :

- la formule permettant de calculer l'ordre géométrique du corps pendulaire 7, dans ces exemples, et
- 20 - la formule reliant ordre géométrique et ordre d'accord effectif :

$$n_{gi} = \sqrt{\frac{2}{(D_i - d_i) \times \left(\frac{I_i}{M_i d_i^2} + 1 \right)}}$$

où M_i , D_i , d_i , I_i , désignent respectivement pour un corps pendulaire 7 d'un dispositif d'amortissement pendulaire associé à la roue d'indice « i » :

- 25 - le poids (exprimé en kg) de ce corps pendulaire 7,
- le rayon de la cavité 8 dans roue le corps pendulaire 7,
- un rayon du corps pendulaire, et
- le moment d'inertie du corps pendulaire 7 autour de son axe de symétrie

$$n_{gi} = n_i \times \sqrt{1 + \frac{I}{M \times R_0^2} \times \alpha_1^2}$$

où R_0 désigne la distance entre le centre de gravité d'un corps pendulaire 7 du dispositif d'amortissement pendulaire 5 et l'axe de rotation de la roue 2 formant le support 6 de ce dispositif d'amortissement pendulaire lorsque ce corps pendulaire est dans la position de repos,

- α_1 désigne un coefficient de rotation linéaire exprimant le degré de rotation du corps pendulaire 7 autour de son axe.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.

Les dispositifs d'amortissement pendulaires 5 peuvent en particulier être autres que des corps pendulaires 7 roulant dans des cavités 8. Ainsi des corps pendulaires 7 guidés par un ou plusieurs organes de roulement roulant eux même dans une cavité selon les exemples des figures 5 ou 6 peuvent en variante être utilisés.

La figure 7 décrit un autre mode de réalisation selon l'invention qui diffère de celui décrit en référence à la figure 1 par le fait que le réducteur 3 comprend une roue additionnelle 2 qui n'est pas disposée dans le chemin du couple transmis par le réducteur. Cette roue additionnelle 2 peut être une roue dédiée à rajouter de l'inertie dans le réducteur, ou encore être une roue entraînant une pompe à huile 102 pour le refroidissement et le graissage du réducteur 3. Un autre dispositif d'amortissement pendulaire 5 est dans cet exemple associé à cette roue additionnelle 2. Cet autre dispositif d'amortissement pendulaire 5 est par exemple similaire à ceux décrits précédemment. Dans une variante de la figure 7, seuls deux dispositifs d'amortissement pendulaire sont prévus dans le réducteur 3 et l'un de ces dispositifs d'amortissement pendulaire est associé à la roue additionnelle 3 qui vient d'être décrite.

Revendications

1. Réducteur (3) pour groupe motopropulseur de véhicule électrique ou hybride, comprenant :

- une roue menante (2) comprenant un premier nombre de dents (Z_1), et apte à recevoir un couple généré par un moteur électrique,
- une roue menée (2), comprenant un deuxième nombre de dents (Z_2), et apte à transmettre le couple reçu de la roue menante à une ou plusieurs roues du véhicule venant en contact avec le sol,

le réducteur (3) comprenant encore au moins un dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à l'une de la roue menante (2) et de la roue menée (2), ayant un support (6) solidaire en rotation de ladite roue (2) à laquelle il est associé, et étant accordé à l'un du premier nombre de dents (Z_1) et du deuxième nombre de dents (Z_2).

2. Réducteur selon la revendication 1, le dispositif d'amortissement pendulaire (5) étant accordé au nombre de dents de celle de la roue menante (2) et de la roue menée (2) à laquelle il est associé.

3. Réducteur selon la revendication 1 ou 2, comprenant :

- un premier dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à la roue menante, ayant un support (6) solidaire en rotation de la roue menante, et accordé au premier nombre de dents (Z_1) de cette roue menante, et

- un deuxième dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à la roue menée, ayant un support (6) solidaire en rotation de la roue menée, et accordé au deuxième nombre de dents (Z_2) de la roue menée.

4. Réducteur selon la revendication 1 ou 2, comprenant :

- un premier dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à l'une de la roue menante et de la roue menée, ayant un support (6) solidaire en rotation de cette roue, et accordé au nombre de dents (Z_1, Z_2) de cette roue à laquelle il est associé, et
- un deuxième dispositif d'amortissement pendulaire (5) associé à cette même roue, ayant un support (6) solidaire en rotation de cette roue, et accordé au nombre de dents (Z_1, Z_2) de l'autre de la roue menante et de la roue menée que cette roue à laquelle il est associé.

5. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le deuxième nombre de dents (Z_2) est supérieur au premier nombre de dents (Z_1).

6. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaires (5) a son support (6) distinct de la roue (2) à laquelle il est associé.

7. Réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel l'un au moins des

dispositifs d'amortissement pendulaires (5) a son support (6) formé par la roue (2) à laquelle il est associé.

8. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'un au moins des dispositifs d'amortissement pendulaires (5) comprend au moins un corps pendulaire (7) roulant dans une cavité (8) ménagée dans le support (6).

9. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'une au moins des roues (2) a ses dents (4) s'étendant chacune parallèlement à l'axe de rotation (X) de ladite roue (2).

10. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'une au moins des roues (2) a ses dents (4) s'étendant chacune de manière hélicoïdale autour de l'axe de rotation (X) de ladite roue.

11. Réducteur selon la revendication 3 ou la revendication 4 et l'une quelconque des autres revendications précédentes, dans lequel le premier et le deuxième dispositif d'amortissement pendulaire (5) sont choisis de manière à vérifier la relation :

$$0,9 \leq \frac{R_{g1} \times s_1 \times m_1 \times r_2}{R_{g2} \times s_2 \times m_2 \times r_1} \leq 1,1$$

où R_{gi} , s_i , m_i et r_i , désignent respectivement pour un dispositif d'amortissement pendulaire d'indice « i » :

- la distance entre le centre de gravité du corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires (7) et l'axe de rotation (X) du support du dispositif d'amortissement pendulaire lorsque ce corps pendulaire unique est dans la position de repos,

- la plus grande distance que peut parcourir le corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires (7) le long de la piste de roulement qui lui est associée depuis sa position de repos,

- le poids du corps pendulaire unique modélisant tous les corps pendulaires (7), et

25 - le rayon de la roue (2) à laquelle le dispositif d'amortissement pendulaire (5) est associé.

12. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la roue menante engrène directement avec la roue menée.

13. Réducteur selon l'une quelconque des revendications précédentes, chacun du premier nombre de dents (Z_1) et du deuxième nombre de dents (Z_2) étant supérieur ou égal à 8 ou à 9 ou à 10.

14. Ensemble de propulsion (1) comprenant :

- un moteur électrique (101), et

- le réducteur (3) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

1/4

Fig. 1

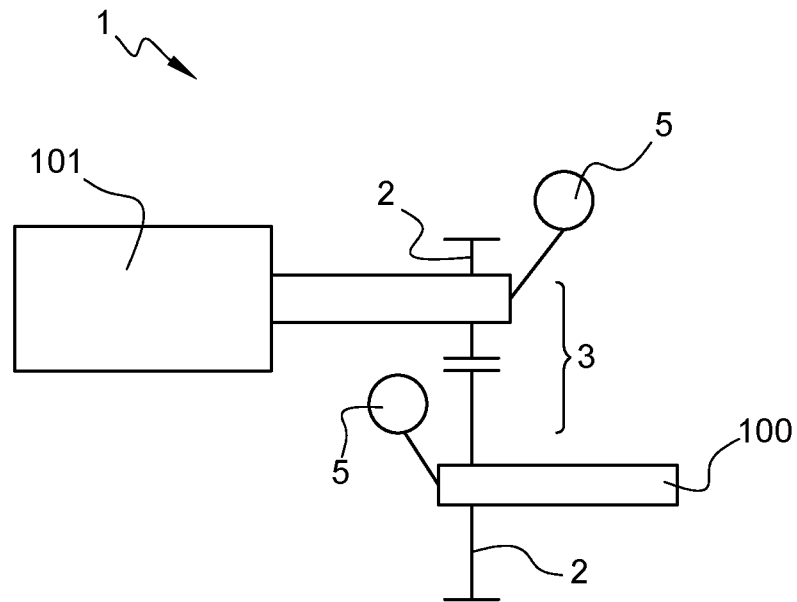
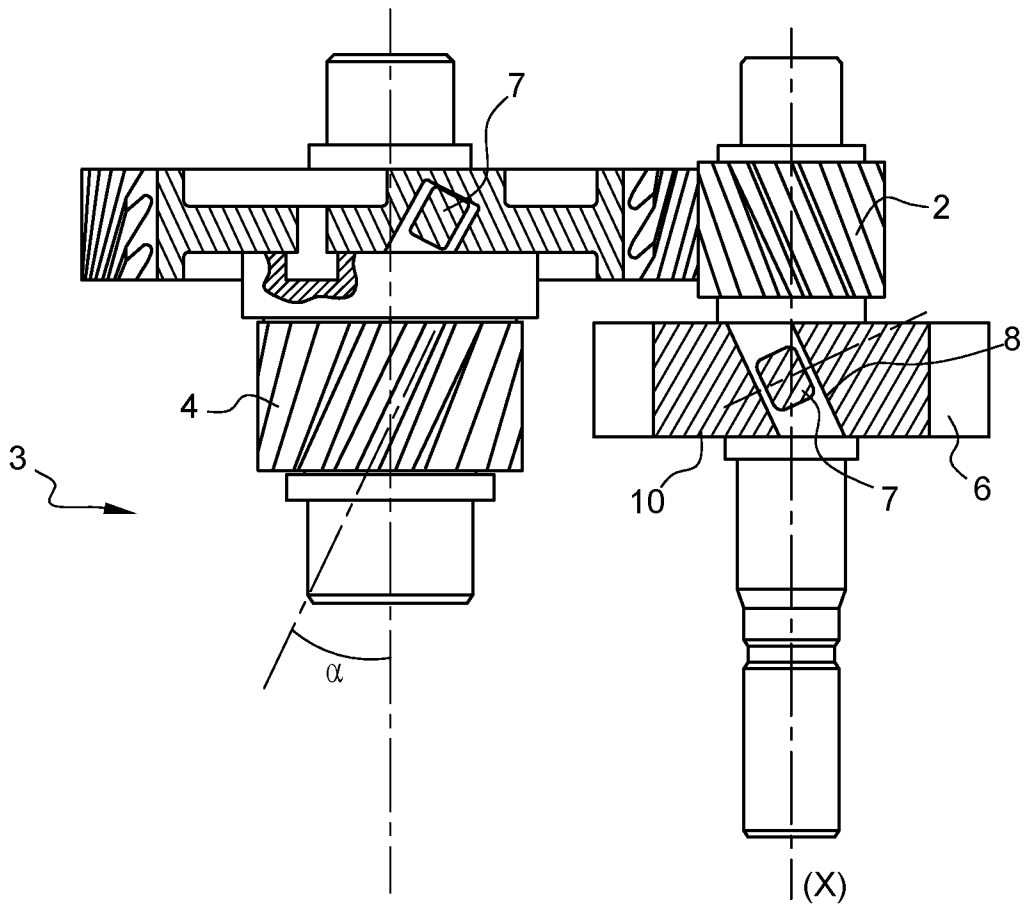


Fig. 2



2/4

Fig. 3

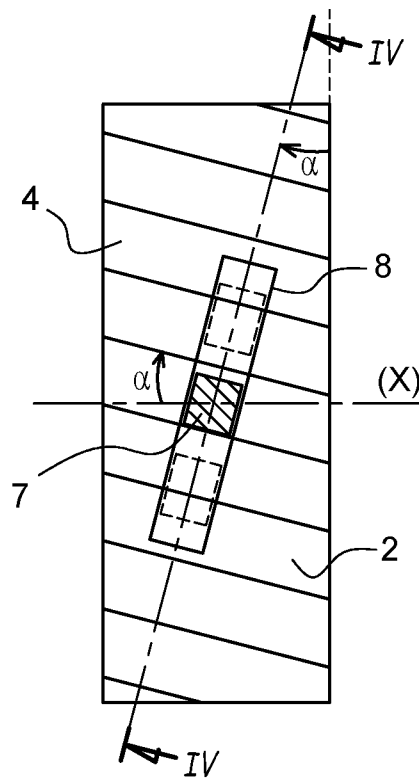
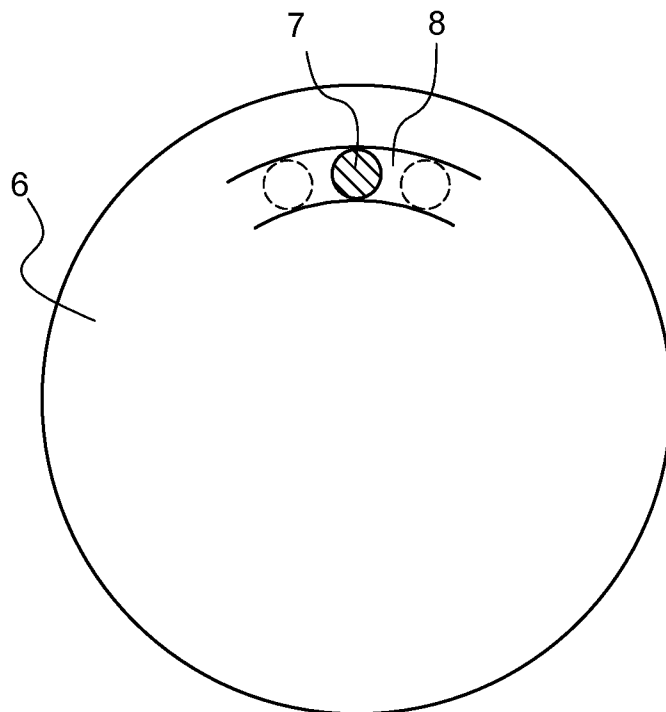


Fig. 4



3/4

Fig. 5

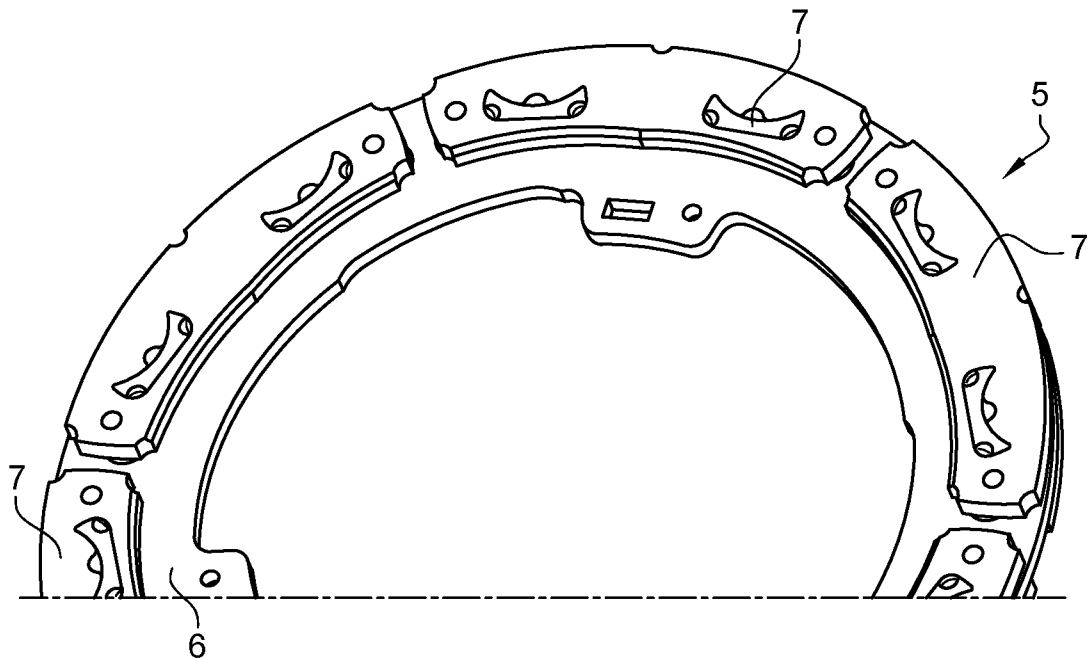


Fig. 6

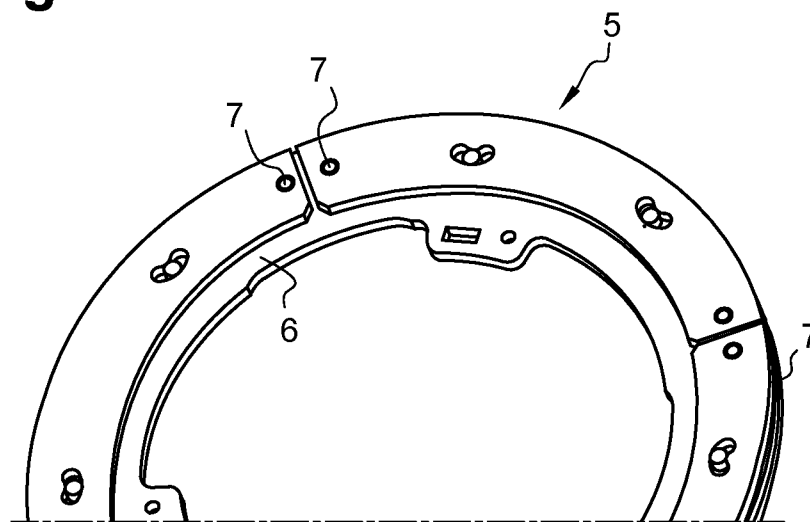
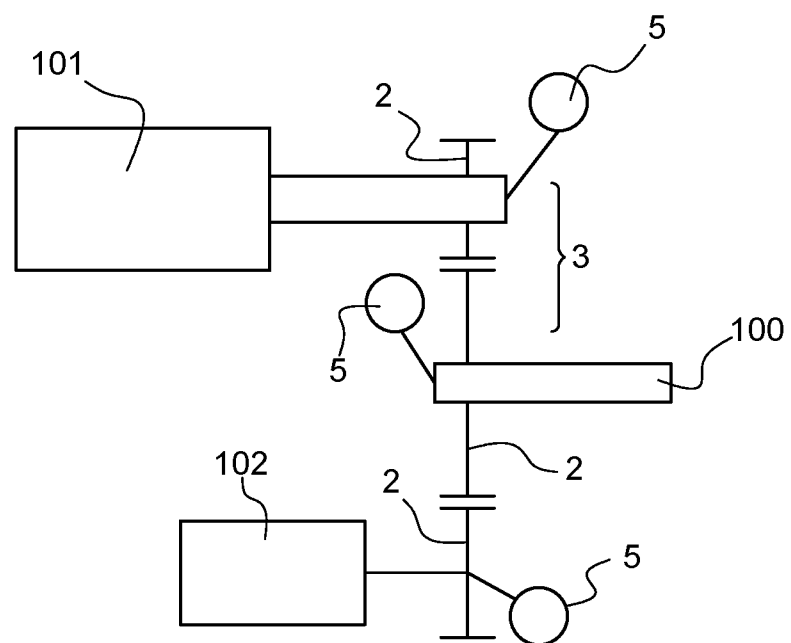


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2021/053952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F16H 57/00*(2012.01)i; *F16H 55/14*(2006.01)i; *F16F 15/14*(2006.01)i; *F16H 55/17*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16F; F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	FR 3082487 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 20 December 2019 (2019-12-20) figures 1-3 page 1, lines 1-22 page 7, line 25 - page 8, line 21	1,2,7-10,13,14 3,5,6,12 4,11
X A	DE 102013221361 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 23 April 2015 (2015-04-23) figures 1-3 paragraphs [0001] - [0003] paragraphs [0023] - [0024]	1,2,4,6,8-10,13 11
Y	DE 102017114491 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 03 January 2019 (2019-01-03) figure 1 paragraphs [0026] - [0027]	3,5,12
Y	US 2018245665 A1 (HENNEBELLE MICHAEL [FR] ET AL) 30 August 2018 (2018-08-30) figures 1-6 paragraphs [0132] - [0165]	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 April 2021

Date of mailing of the international search report

17 May 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Amoia, Domenico

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2021/053952

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
FR	3082487	A1	20 December 2019	DE	102019116017	A1	19 December 2019
				FR	3082487	A1	20 December 2019
DE	102013221361	A1	23 April 2015	NONE			
DE	102017114491	A1	03 January 2019	NONE			
US	2018245665	A1	30 August 2018	CN	107923485	A	17 April 2018
				EP	3332147	A1	13 June 2018
				FR	3039871	A1	10 February 2017
				FR	3039873	A1	10 February 2017
				JP	6826101	B2	03 February 2021
				JP	2018522185	A	09 August 2018
				KR	20180037198	A	11 April 2018
				US	2018245665	A1	30 August 2018
				WO	2017021262	A1	09 February 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2021/053952

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F16H57/00 F16H55/14 F16F15/14 ADD. F16H55/17		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F16F F16H		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 3 082 487 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 20 décembre 2019 (2019-12-20)	1,2, 7-10,13, 14
Y A	figures 1-3 page 1, lignes 1-22 page 7, ligne 25 - page 8, ligne 21	3,5,6,12 4,11
X	DE 10 2013 221361 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 23 avril 2015 (2015-04-23)	1,2,4,6, 8-10,13
A	figures 1-3 alinéas [0001] - [0003] alinéas [0023] - [0024] ----- -/-	11
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
30 avril 2021		17/05/2021
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Amoia, Domenico

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	DE 10 2017 114491 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 3 janvier 2019 (2019-01-03) figure 1 alinéas [0026] - [0027] -----	3,5,12
Y	US 2018/245665 A1 (HENNEBELLE MICHAEL [FR] ET AL) 30 août 2018 (2018-08-30) figures 1-6 alinéas [0132] - [0165] -----	6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2021/053952

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3082487 A1	20-12-2019	DE 102019116017 A1	19-12-2019
		FR 3082487 A1	20-12-2019

DE 102013221361 A1	23-04-2015	AUCUN	

DE 102017114491 A1	03-01-2019	AUCUN	

US 2018245665 A1	30-08-2018	CN 107923485 A	17-04-2018
		EP 3332147 A1	13-06-2018
		FR 3039871 A1	10-02-2017
		FR 3039873 A1	10-02-2017
		JP 6826101 B2	03-02-2021
		JP 2018522185 A	09-08-2018
		KR 20180037198 A	11-04-2018
		US 2018245665 A1	30-08-2018
		WO 2017021262 A1	09-02-2017
