(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
06 décembre 2018 (06.12.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/220144 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F16F 15/14 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/064384

(22) Date de dépôt international :
31 mai 2018 (31.05.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1754890 02 juin 2017 (02.06.2017) FR

(71) Déposant : **VALEO EMBRAYAGES** [FR/FR] ; 81 avenue ROGER DUMOULIN, 80009 AMIENS cedex 2 (FR).

(72) Inventeur : **MAHE, Hervé** ; c/o VALEO Embrayages, 81 avenue ROGER DUMOULIN, 80009 AMIENS (FR).

(74) Mandataire : **CARDON, Nicolas** ; VALEO Embrayages, Sce Propriété Intellectuelle, 14 avenue des BEGUINES, 95892 CERGY PONTOISE CEDEX (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, 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,

(54) **Title:** METHOD FOR DETERMINING A STIFFNESS COEFFICIENT FOR A PENDULAR DAMPING DEVICE OF A VEHICLE PROPULSION UNIT

(54) **Titre :** PROCEDE DE DETERMINATION D'UN COEFFICIENT DE RAIDEUR POUR UN DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT PENDULAIRE D'UN GROUPE MOTOPROPULSEUR DE VEHICULE

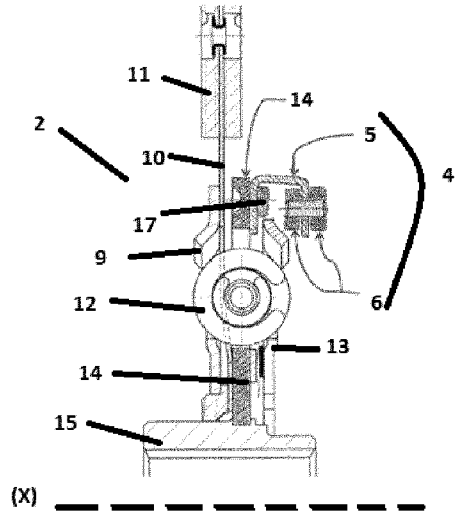

Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the value of the stiffness of the means for securing of the support (5) of a pendular damping device (4) to a component (2) of a vehicle propulsion unit (1), this pendular damping device (4) being intended to damp a torsional oscillation propagating through the propulsion unit (1), and comprising at least one pendular body (6) that is mobile with respect to the support (5), this pendular damping device (4) being associated with a dynamic moment of inertia equal to the ratio between the torque associated with the torsional oscillation applied to the pendular damping device (4) and the second time derivative of the angle of rotation about the axis of rotation (X) of the component (2) of a point of the support (5) of the pendular damping device (4) with respect to its rest position, wherein, in this method: - a predefined absolute value for the product is determined: - from the value of the torque transmitted through the means for securing the support (5) of the pendular damping device (4) to the component (2) when a torsional oscillation is applied to the pendular damping device (4), and - from the value of this dynamic moment of inertia, and - the value of this stiffness is determined such that the absolute value of said product is less than the predefined absolute value.

(57) Abrégé : Procédé de détermination de la valeur de la raideur de la fixation du support (5) d'un dispositif d'amortissement pendulaire (4) à un composant (2) de groupe motopropulseur (1) de véhicule, ce dispositif d'amortissement pendulaire (4) visant à amortir une oscillation de torsion se propageant dans le groupe motopropulseur (1), et comprenant au moins un corps pendulaire (6) mobile par rapport au support (5), ce dispositif d'amortissement pendulaire (4) étant associé à un moment d'inertie dynamique égal au rapport entre le couple associé à

WO 2018/220144 A1

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))*

— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))*

l'oscillation de torsion appliqué sur le dispositif d'amortissement pendulaire (4) et la dérivée seconde temporelle de l'angle de rotation autour de l'axe de rotation (X) du composant (2) d'un point du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) par rapport à sa position de repos, procédé dans lequel: - on détermine une valeur absolue prédéfinie pour le produit : - de la valeur du couple transmis à travers la fixation du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) au composant (2) lorsqu'une oscillation de torsion est appliquée sur le dispositif d'amortissement pendulaire (4), et - de la valeur de ce moment d'inertie dynamique, et - on détermine la valeur de cette raideur de manière à ce que la valeur absolue dudit produit soit inférieure à la valeur absolue prédéfinie.

PROCEDE DE DETERMINATION D'UN COEFFICIENT DE RAIDEUR POUR UN DISPOSITIF D'AMORTISSEMENT PENDULAIRE D'UN GROUPE MOTOPROPULSEUR DE VEHICULE

La présente invention concerne un groupe motopropulseur de véhicule avec un dispositif d'amortissement pendulaire.

L'invention s'applique notamment aux véhicules dits « passagers ». L'invention peut encore s'appliquer aux véhicules dits « industriels », ces derniers étant par exemple des poids lourds, des véhicules de transport en commun, ou des véhicules agricoles.

Dans une telle application, le dispositif d'amortissement pendulaire peut être intégré à un système d'amortissement de torsion d'un embrayage apte à relier sélectivement le moteur thermique à la boîte de vitesses, afin de filtrer les oscillations de torsion dues aux acyclismes du moteur. Un tel système d'amortissement est par exemple un double volant amortisseur.

En variante, dans une telle application, le dispositif d'amortissement pendulaire peut être intégré à un disque de friction de l'embrayage, à une boîte de vitesses, robotisée ou non, ou à un convertisseur de couple hydrodynamique.

Un tel dispositif d'amortissement pendulaire met classiquement en œuvre un support et un ou plusieurs corps pendulaires mobiles par rapport à ce support, le déplacement par rapport au support des corps pendulaires étant guidé par des organes de roulement coopérant d'une part avec des pistes de roulement solidaires du support, et d'autre part avec des pistes de roulement solidaires des corps pendulaires. Chaque corps pendulaire comprend par exemple deux masses pendulaires reliées entre elles par un ou plusieurs organes de liaison.

Le support du dispositif d'amortissement pendulaire est généralement fixé sur un élément du groupe motopropulseur, par exemple sur un flasque, par des moyens de fixation qui sont par exemple des rivets.

Il est par ailleurs connu, notamment de la demande FR 3 009 040, de prévoir un support de dispositif d'amortissement pendulaire réalisé d'une seule pièce avec une rondelle d'un amortisseur de disque d'embrayage à friction.

Il existe un besoin pour améliorer encore les dispositifs d'amortissement pendulaire, notamment pour améliorer leur efficacité.

L'invention a pour objet de répondre à ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un procédé de détermination de la valeur de la raideur de la fixation du support d'un dispositif d'amortissement pendulaire à un composant de groupe motopropulseur de véhicule, ce dispositif d'amortissement pendulaire visant à amortir une oscillation de torsion se propageant dans le groupe motopropulseur, et comprenant au moins un corps pendulaire mobile par rapport au support,

ce dispositif d'amortissement pendulaire étant associé à un moment d'inertie dynamique égal au rapport entre le couple associé à l'oscillation de torsion appliquée sur le dispositif

d'amortissement pendulaire et la dérivée seconde temporelle de l'angle de rotation autour de l'axe de rotation du composant d'un point du support du dispositif d'amortissement pendulaire par rapport à sa position de repos,

procédé dans lequel:

- on détermine une valeur absolue prédéfinie pour le produit :
  - de la valeur du couple transmis à travers la fixation du support du dispositif d'amortissement pendulaire au composant lorsqu'une oscillation de torsion est appliquée sur le dispositif d'amortissement pendulaire, et
  - de la valeur de ce moment d'inertie dynamique, et
- on détermine la valeur de cette raideur de manière à ce que la valeur absolue dudit produit soit inférieure à la valeur absolue prédéfinie.

L'invention repose sur la constatation que la valeur de la raideur de la fixation du support du dispositif d'amortissement pendulaire au composant du groupe motopropulseur peut être utilisée pour agir sur l'efficacité de ce dispositif d'amortissement pendulaire. En choisissant pour cette raideur des valeurs selon l'invention, on réduit l'amplitude des perturbations appliquées au dispositif d'amortissement pendulaire et on améliore donc son efficacité ainsi que la valeur du moment d'inertie dynamique associé au dispositif d'amortissement pendulaire.

Au sens de la présente demande :

- « axialement » signifie « parallèlement à l'axe de rotation du composant»,
- « radialement » signifie « le long d'un axe appartenant à un plan orthogonal à l'axe de rotation du composant et coupant cet axe de rotation»,
- « angulairement » ou « circonférentiellement » signifie « autour de l'axe de rotation du composant»,
- « orthoradialement » signifie « perpendiculairement à une direction radiale »,
- « solidaire » signifie « rigidement couplé »,
- l'ordre d'excitation d'un moteur thermique est égal au nombre d'explosions de ce moteur par tour de vilebrequin,
- « en amont » et « en aval » s'apprécient selon le sens de transmission du couple depuis le moteur thermique vers les roues du groupe motopropulseur, et
- la position de repos d'un point du dispositif d'amortissement pendulaire est celle dans laquelle est ce point en l'absence d'oscillations de torsion provenant des acyclismes du moteur thermique.

Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, on choisit la valeur de la raideur (k_1) de la fixation de manière à ce que l'équation suivante soit vérifiée :

$$\left|\frac{k_1 I_1}{(k_1 + k_2 - I_2\omega^2)}\right| \leq \alpha I_1$$

- I_1 désignant le moment d'inertie du support du dispositif d'amortissement pendulaire par rapport à l'axe de rotation du composant,
- ω étant le produit de l'ordre d'excitation du moteur thermique du groupe motopropulseur et de la vitesse de rotation du vilebrequin de ce groupe motopropulseur,
- α étant un coefficient de sécurité, étant notamment compris entre 1,5 et 2, par exemple égal à 2
- I_2 désignant le moment d'inertie de l'ensemble formé par le composant et par la partie du groupe motopropulseur en aval du composant, ce moment étant calculé au niveau de la fixation du support du dispositif d'amortissement pendulaire au composant et par rapport à l'axe de rotation du composant,
- k_2 désignant la raideur de l'ensemble précité.

La fixation du support du dispositif d'amortissement pendulaire au composant du groupe motopropulseur peut être mise en œuvre au moyen d'une pluralité d'éléments de fixation, par exemple des éléments de fixation identiques entre eux, et k_1 correspond alors à la raideur de l'élément de fixation unique modélisant tous ces éléments. Le support du dispositif d'amortissement pendulaire est alors distinct du composant du groupe motopropulseur, n'étant pas réalisé d'une seule pièce avec tout ou partie de ce composant.

Les éléments de fixation sont de préférence distincts les uns des autres.

Chacun de ces éléments de fixation est par exemple un rivet. La valeur de la raideur souhaitée est par exemple obtenue en agissant sur la forme du rivet, par exemple son épaisseur et/ou sa hauteur.

Lors de la détermination de la valeur de la raideur, on choisit par exemple pour la vitesse de rotation du support du dispositif d'amortissement pendulaire une valeur constante, cette valeur constante étant choisie dans la plage [2000 tr/min ; 3000 tr/min]. Cette plage comprend avantageusement la fréquence de résonance principale du groupe motopropulseur.

Le composant peut comprendre au moins un étage d'amortissement mettant en œuvre des organes de rappel élastique, et la raideur (k_2) précitée peut dans ce cas être la somme de la raideur de cet étage d'amortissement et de la raideur des arbres de transmission de l'ensemble ramenée au vilebrequin. L'étage d'amortissement peut comprendre plusieurs organes de rappel élastique disposés en parallèle, auquel cas la raideur de l'étage d'amortissement précité est celle de l'organe de rappel élastique unique modélisant ces organes de rappel élastique en parallèle Chaque organe de rappel élastique met par exemple en œuvre deux ressorts en parallèle, l'un de ces deux ressorts étant disposé à l'intérieur de l'autre.

Le composant est par exemple un disque d'embrayage à friction, et la fixation peut relier le support du dispositif d'amortissement pendulaire à un flasque disposé en aval de cet étage d'amortissement. Le cas échéant, ce flasque peut coopérer directement avec les ressorts de l'étage d'amortissement, formant tout ou partie de la sortie de cet étage d'amortissement. En variante, ce flasque peut être distinct d'une pièce formant en tout ou partie la sortie de cet étage d'amortissement.

En variante, et toujours lorsque le composant est un disque d'embrayage à friction, la fixation peut relier le support du dispositif d'amortissement pendulaire à un moyeu disposé en aval de cet étage d'amortissement. Ce moyeu peut comprendre des cannelures permettant son montage sur un arbre de boîte de vitesses.

Lorsque le composant est un disque d'embrayage à friction, l'étage d'amortissement précité peut être unique. En variante, mais toujours lorsque le composant est un disque d'embrayage à friction, ce dernier peut comprendre : l'étage d'amortissement précité, étant alors appelé « amortisseur principal », et un étage d'amortissement additionnel, appelé « pré-amortisseur », et disposé en aval de l'amortisseur principal. Selon cette variante, le support du dispositif d'amortissement pendulaire peut être fixé en aval de l'amortisseur principal et en amont du pré-amortisseur. Dans une autre variante dans laquelle le composant est un disque d'embrayage à friction comprenant un amortisseur principal et un pré-amortisseur qui est disposé en aval de l'amortisseur principal, le support du dispositif d'amortissement pendulaire peut être fixé en aval du pré-amortisseur.

Le composant peut encore être autre qu'un disque d'embrayage à friction, étant par exemple un double volant amortisseur, un convertisseur de couple hydrodynamique, un volant solidaire du vilebrequin, un double embrayage à sec ou humide, un simple embrayage humide, ou un composant de groupe motopropulseur hybride.

L'ensemble précité peut comprendre, en plus du composant, la boîte de vitesses, l'arbre de propulsion, et le différentiel.

Le procédé qui vient d'être décrit peut, en tout ou partie, être effectué à l'aide d'un système informatique.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de fabrication d'un ensemble comprenant :

- un composant pour groupe motopropulseur de véhicule, et
- un dispositif d'amortissement pendulaire, le dispositif d'amortissement pendulaire comprenant un support fixé au composant à l'aide d'une pluralité d'éléments de fixation, la raideur de la fixation du support au composant étant déterminée selon le procédé ci-dessus.

L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un groupe motopropulseur de véhicule, comprenant un composant mobile en rotation autour d'un axe et un dispositif d'amortissement pendulaire comprenant un support fixé au composant, la raideur de la fixation du support au composant étant déterminée selon le procédé ci-dessus.

Tout ou partie des caractéristiques décrites en lien avec le procédé s'applique encore au groupe motopropulseur.

Dans tout ce qui précède, le dispositif d'amortissement pendulaire comprend par exemple plusieurs corps pendulaires, par exemple un nombre compris entre deux et huit, notamment trois ou six corps pendulaires. Tous ces corps pendulaires peuvent se succéder circonférentiellement. Le dispositif peut ainsi comprendre une pluralité de plans perpendiculaires à l'axe de rotation dans chacun desquels tous les corps pendulaires sont disposés.

Le support du dispositif d'amortissement pendulaire peut être unique et il peut être réalisé d'une seule pièce.

Chaque corps pendulaire peut comprendre :

- une première et une deuxième masses pendulaires espacées axialement l'une par rapport à l'autre et mobiles par rapport au support, la première masse pendulaire étant disposée axialement d'un premier côté du support, et la deuxième masse pendulaire étant disposée axialement d'un deuxième côté du support, et
- au moins un organe de liaison de la première et de la deuxième masses pendulaires appariant lesdites masses.

Le dispositif peut comprendre au moins un organe de roulement coopérant d'une part avec une piste de roulement solidaire du support, et d'autre part avec au moins une piste de roulement solidaire du corps pendulaire, pour guider le déplacement du corps pendulaire par rapport au support.

L'organe de roulement peut coopérer avec la piste de roulement solidaire du support et avec la piste de roulement solidaire du corps pendulaire uniquement via sa surface extérieure. Ainsi, une même portion de cette surface extérieure peut coopérer alternativement avec la piste de roulement solidaire du support et avec la piste de roulement solidaire du corps pendulaire lorsque l'organe de roulement se déplace.

L'organe de liaison peut être disposé dans une fenêtre ménagée dans le support.

La piste de roulement solidaire du corps pendulaire peut être définie par l'organe de liaison. Autrement dit, l'organe de roulement coopère d'une part avec le support, et d'autre part avec l'organe de liaison, pour guider le déplacement du corps pendulaire par rapport au support. Selon cet exemple, une seule et même fenêtre ménagée dans le support accueille une partie de l'organe de liaison et présente un bord dont une partie définit la piste de roulement solidaire du support.

Chaque organe de roulement peut être uniquement sollicité en compression entre les pistes de roulement mentionnées ci-dessus. La piste de roulement solidaire du support et la piste de roulement solidaire du corps pendulaire et coopérant avec un même organe de roulement peuvent être au moins en partie radialement en regard, c'est-à-dire qu'il existe des plans perpendiculaires à l'axe de rotation dans lesquels ces pistes de roulement s'étendent toutes les deux.

Selon une variante, le corps pendulaire peut définir deux pistes de roulement distinctes, une piste de roulement étant définie dans la première masse pendulaire et une piste de roulement étant définie dans la deuxième masse pendulaire. La première et la deuxième masse pendulaire présentent par exemple une cavité recevant l'organe de roulement et une partie du bord de cette cavité forme la piste de roulement correspondante. La portion de l'organe de roulement disposée axialement entre la première et la deuxième masse pendulaire est reçue dans une cavité du support, cette cavité étant distincte de la fenêtre dans laquelle l'organe de liaison est reçu.

Selon cette variante, l'organe de roulement peut alors comprendre successivement :

- une portion disposée dans une cavité de la première masse pendulaire et coopérant avec la piste de roulement formée par une partie du bord de cette cavité,
- une portion disposée dans une cavité du support et coopérant avec la piste de roulement formée par une partie du bord de cette cavité, et
- une portion disposée dans une cavité de la deuxième masse pendulaire et coopérant avec la piste de roulement formée par une partie du bord de cette cavité.

Chaque corps pendulaire peut être muni d'un ou plusieurs organes d'amortissement de butée, permettant de réduire les chocs entre le corps pendulaire et le support à l'issue d'un déplacement du corps pendulaire depuis la position de repos et/ou en cas de chute radiale du corps pendulaire, par exemple lors de l'arrêt du moteur thermique du véhicule.

Dans un exemple particulier de mise en œuvre de l'invention, chaque corps pendulaire comprend deux organes de liaison, chaque organe de liaison coopère avec un organe de roulement, et chaque organe de liaison est associé à un organe d'amortissement de butée.

Chaque organe d'amortissement de butée peut présenter des propriétés élastiques permettant l'amortissement des chocs liés à la venue en contact du corps pendulaire et du support. Chaque organe d'amortissement de butée est par exemple réalisé en élastomère ou en caoutchouc.

Dans tout ce qui précède, chaque organe de roulement est par exemple un rouleau de section circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du support. Les extrémités axiales du rouleau peuvent être dépourvues de rebord annulaire fin. Le rouleau est par exemple réalisé en acier. Le rouleau peut être creux ou plein.

Dans tout ce qui précède, la forme des pistes de roulement peut être telle que les corps pendulaires soient uniquement déplacés par rapport au support en translation autour d'un axe fictif parallèle à l'axe de rotation du composant.

En variante, la forme des pistes de roulement peut être telle que les corps pendulaires soient déplacés par rapport au support à la fois :

- en translation autour d'un axe fictif parallèle à l'axe de rotation du composant et,
- également en rotation autour du centre de gravité dudit corps pendulaire, un tel mouvement étant encore appelé « mouvement combiné ».

Le moteur thermique du groupe motopropulseur peut comprendre deux, trois, quatre, cinq ou six cylindres, voire plus.

Le composant peut être un double volant amortisseur, un convertisseur de couple hydrodynamique, un volant solidaire du vilebrequin, un double embrayage à sec ou humide, un simple embrayage humide, un composant de groupe motopropulseur hybride, ou un disque de friction.

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

- la figure 1 représente de façon schématique une partie d'un groupe motopropulseur de véhicule, comprenant un composant mobile en rotation autour d'un axe et un dispositif d'amortissement pendulaire,
- les figures 2 et 3 représentent deux exemples d'un détail de la figure 1, le composant étant un disque d'embrayage à friction, et
- la figure 4 est un graphe illustrant l'influence de la valeur de la raideur de la fixation du support du dispositif d'amortissement pendulaire au disque d'embrayage à friction sur le comportement de ce dispositif d'amortissement pendulaire.

La figure 1 représente de façon schématique une partie d'un groupe motopropulseur 1 de véhicule. Ce groupe motopropulseur 1 comprend entre autres un composant 2 mobile en rotation autour d'un axe X, un bâti 3 et une raideur k_2.

Bien que non représentés sur la figure 1, le groupe motopropulseur 1 comprend de façon connue un moteur thermique de propulsion du véhicule, ce dernier comprenant par exemple deux, trois ou quatre cylindres, ainsi qu'un vilebrequin et toutes les pièces rigidement couplées au vilebrequin.

Le bâti 3 correspond dans les exemples considérés à l'inertie des roues motrices du véhicule et ainsi qu'à l'inertie du véhicule.

Le groupe motopropulseur 1 comprend encore un dispositif d'amortissement pendulaire 4 comprenant un support 5 fixé sur le composant 2 et des corps pendulaires 6 mobiles par rapport au

support 5. La fixation du support 5 du dispositif d'amortissement pendulaire 4 sur le composant 2 se fait selon une raideur k_1.

De façon connue, chaque corps pendulaire 6 peut comprendre deux masses pendulaires, chaque masse pendulaire s'étendant axialement en regard d'un côté du support 5, et deux organes de liaison solidarisant les deux masses pendulaires d'un corps pendulaire 6. Les organes de liaison appartenant à un même corps pendulaire 6, encore appelés « entretoises », sont dans l'exemple considéré décalés angulairement.

Le dispositif d'amortissement pendulaire 4 comprend encore des organes de roulement guidant le déplacement des corps pendulaires 6 par rapport au support 5. Les organes de roulement sont ici des rouleaux présentant une section transversale circulaire. Le mouvement par rapport au support 5 de chaque corps pendulaire 6 est par exemple guidé par deux organes de roulement.

Dans les exemples des figures 2 et 3, le composant 2 est un disque d'embrayage à friction.

Ce disque d'embrayage comprend de façon connue un support de garnitures 10, portant des garnitures de friction 11. Ce support de garnitures 10 est ici riveté sur une rondelle de guidage 9 qui forme l'entrée d'un étage d'amortissement comprenant dans l'exemple décrit une pluralité d'organes de rappel élastique 12 montés en parallèle.

Une autre rondelle de guidage 13, axialement espacée de la rondelle de guidage 9 portant le support de garnitures 11, est prévue.

Axialement disposé entre les deux rondelles de guidage 11 et 13, un flasque de sortie 14 pour l'étage d'amortissement est prévu.

Le disque d'embrayage 2 comprend encore un moyeu de sortie 15 qui tourne en rotation autour d'un axe X. Ce moyeu comprend ici des cannelures pour sa fixation sur un arbre d'entrée de boîte de vitesses.

Le moyeu de sortie 15 et le flasque de sortie 14 peuvent être rigidement couplés. En variante, un pré-amortisseur peut être présent dans le disque d'embrayage des figures 2 et 3, auquel cas ce pré-amortisseur est interposé fonctionnellement parlant entre le flasque de sortie 14 et le moyeu de sortie 15.

Dans l'exemple de la figure 2, le support 5 du dispositif d'amortissement pendulaire 4 est fixé sur le flasque de sortie 14 de l'étage d'amortissement via des rivets 17. Dans cet exemple, ce support 5 présente dans le plan de la figure une forme de U de manière à ce que les corps pendulaires 6 soient à une distance de l'axe X sensiblement égale à celle entre chaque rivet 17 et cet axe X. Néanmoins, selon des variantes non représentées, le support 5 peut s'étendre radialement vers l'extérieur depuis le rivet 17.

Dans l'exemple de la figure 3, le support 5 du dispositif d'amortissement pendulaire 4 est fixé sur le moyeu de sortie 15 du disque d'embrayage 2 via des rivets 17.

Selon l'un ou l'autre des exemples précités, les éléments de fixation 17 permettant de solidariser le support 5 du dispositif d'amortissement pendulaire au composant peuvent être modélisés par un unique élément de fixation de raideur k_1.

L'invention consiste à choisir la valeur de cette raideur k_1 de manière à améliorer le fonctionnement du dispositif d'amortissement pendulaire 4, comme cela va être décrit à présent.

On va introduire ou rappeler les paramètres utilisés dans la mise en équation du comportement du groupe motopropulseur lorsque qu'une oscillation de torsion s'y propage:

- k_2 modélise la raideur de l'étage d'amortissement du disque d'embrayage à friction 2 et celle des arbres de transmission disposés en aval de la boîte de vitesses du groupe motopropulseur 1,
- I_1 désigne le moment d'inertie du support du dispositif d'amortissement pendulaire par rapport à l'axe X,
- ω est le produit de l'ordre d'excitation du moteur thermique du groupe motopropulseur et de la vitesse de rotation du vilebrequin de ce groupe motopropulseur,
- α est un coefficient de sécurité, étant notamment compris entre 1,5 et 2, par exemple égal à 2
- I_2 désigne le moment d'inertie de l'ensemble formé par le disque d'embrayage à friction, de la boîte de vitesses, et du différentiel, ce moment étant calculé par rapport à l'axe X en un point radial auquel est disposé l'unique élément de fixation modélisant tous les éléments de fixation 17 du support 5 du dispositif d'amortissement pendulaire 4 au disque d'embrayage 2,
- θ_1 est l'angle de rotation autour de l'axe X d'un point du support du dispositif d'amortissement pendulaire 4, cet angle étant mesuré par rapport à la position qu'occupe ce point en l'absence d'oscillation de torsion transitant dans le groupe motopropulseur encore appelée « position de repos »,
- θ_2 est l'angle de rotation autour de l'axe X d'un point du moyeu du disque d'embrayage à friction, cet angle étant mesuré par rapport à la position qu'occupe ce point en l'absence d'oscillation de torsion transitant dans le groupe motopropulseur, encore appelée « position de repos »,
- C est le couple associé à une oscillation de torsion qui est appliqué sur le dispositif d'amortissement pendulaire 4, et
- T est le couple associé à une oscillation de torsion qui est appliqué sur le disque d'embrayage à friction 2.

On obtient les équations suivantes :

$$\begin{cases} I_1\ddot{\theta}_1 = k_1(\theta_2 - \theta_1) + C \\ I_2\ddot{\theta}_2 = -k_1(\theta_2 - \theta_1) - k_2\theta_2 \end{cases}$$

Puis en passant dans le domaine fréquentiel, on obtient :

$$\begin{cases} -\omega^2 I_1\theta_1 = k_1(\theta_2-\theta_1)+C \\ -\omega^2 I_2\theta_2 = -k_1(\theta_2-\theta_1)-k_2\theta_2 \end{cases}$$

En résolvant le système linéaire, on peut exprimer l'inertie dynamique I_{dyn} du dispositif d'amortissement pendulaire 4, cette dernière étant définie comme le rapport entre les grandeurs C et $\ddot{\theta}_1$

$$I_{dyn} = \frac{C}{\ddot{\theta}_1} = -\frac{\left[(k_1 - I_1\omega^2)(k_1+k_2-I_2\omega^2)-k_1^2\right]}{(k_1+k_2-I_2\omega^2)\omega^2}$$

En considérant le couple T, on peut obtenir le système d'équations ci-dessous

$$\begin{cases} I_1\ddot{\theta}_1 = k_1(\theta_2-\theta_1) \\ I_2\ddot{\theta}_2 = -k_1(\theta_2-\theta_1)-k_2\theta_2+T \end{cases}$$

Le couple passant au travers de la raideur k_1, c'est-à-dire le couple transmis par tous les rivets 17 des exemples des figures 2 et 3, lorsqu'une oscillation de torsion se propage dans le groupe motopropulseur, est égal à $k_1 \times (\theta_2 - \theta_1)$

$$k_1(\theta_2-\theta_1) = -T\,\frac{I_1 k_1\omega^2}{\left[(k_1 - I_1\omega^2)(k_1+k_2-I_2\omega^2)-k_1^2\right]}$$

La figure 4 représente, selon une courbe 30 l'évolution du produit de I_{dyn} et de $k_1 \times (\theta_2 - \theta_1)$ lorsque le rapport de boîte de vitesses engagé est le premier rapport. La courbe 40 diffère de la courbe 30 seulement en ce que le rapport de boîte engagé est le sixième rapport, du fait de cette différence de rapport, les valeurs de I_2 et de k_2 diffèrent de la courbe 30 à la courbe 40.

Dans l'exemple considéré, la courbe 30 est obtenue avec les valeurs suivantes pour les différents paramètres précités :

- k_2 = 23Nm/°
- I_1 = 2gm²
- ω = 2*2000tr/min = 419rd/s
- I_2 = 0.005kgm²
- T = 1Nm.

Toujours dans l'exemple considéré, la courbe 40 est obtenue avec les valeurs suivantes pour les différents paramètres précités :

- k_2 = 63Nm/°
- I_1 = 2gm²
- ω = 2*2000tr/min = 419rd/s
- I_2 = 0.07kgm²
- T = 1Nm.

Ces courbes 30 et 40 montrent ainsi que pour des valeurs de la raideur k_1 supérieures à une valeur donnée, le produit représenté en ordonnée prend une valeur absolue inférieure à une autre valeur donnée.

On définit alors pour la valeur absolue du produit entre I_{dyn} ci-dessus et $k_1 \times (\theta_2 - \theta_1)$ une valeur absolue prédéfinie qui est une valeur maximale et on cherche les valeurs de la raideur k_1 permettant que cette valeur absolue reste inférieure à la valeur maximale ainsi définie.

On cherche ainsi k_1 de manière à ce que

$$k_1(\theta_1 - \theta_2)I_{dyn} = -T\frac{k_1 I_1}{(k_1 + k_2 - I_2\omega^2)}$$

soit inférieur en valeur absolue à la valeur absolue prédéfinie.

On peut observer que, pour une valeur de T fixée, $\lim_{k_1 \to \infty} \left| k_1(\theta_1 - \theta_2)I_{dyn} \times T \right| = I_1 \times T$. On peut alors imposer comme condition que la raideur k_1 ait une valeur telle que $\left| \frac{k_1 I_1}{(k_1 + k_2 - I_2\omega^2)} \right| \leq \alpha I_1$ avec α choisi égal à 2.

On en déduit que :

$$\boxed{k_1 \geq \left| \frac{\alpha(k_2 - I_2\omega^2)}{\alpha - 1} \right|}$$

Dans le cas de la courbe 40, qui correspond au cas où le sixième rapport est engagé, cela revient à choisir k_1 supérieur à 300 Nm/°. Cette valeur de la raideur k_1, obtenue pour le sixième rapport, peut être considérée comme acceptable pour tous les autres rapports et peut ainsi être finalement retenue pour la raideur k_1 modélisant les éléments de fixation 17.

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

En particulier, l'étage d'amortissement des figures 2 et 3 peut être autre. Au lieu de comprendre deux éléments d'entrée 9 et 13 entre lesquels est axialement disposé l'élément de sortie 14, l'inverse est possible, à savoir un seul élément d'entrée axialement disposé entre deux éléments de sortie.

Revendications

1. Procédé de détermination de la valeur de la raideur (k_1) de la fixation du support (5) d'un dispositif d'amortissement pendulaire (4) à un composant (2) de groupe motopropulseur (1) de véhicule,

ce dispositif d'amortissement pendulaire (4) visant à amortir une oscillation de torsion se propageant dans le groupe motopropulseur (1), et comprenant au moins un corps pendulaire (6) mobile par rapport au support (5),

ce dispositif d'amortissement pendulaire (4) étant associé à un moment d'inertie dynamique égal au rapport entre le couple associé à l'oscillation de torsion appliqué sur le dispositif d'amortissement pendulaire (4) et la dérivée seconde temporelle de l'angle de rotation autour de l'axe de rotation (X) du composant (2) d'un point du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) par rapport à sa position de repos,

procédé dans lequel:

- on détermine une valeur absolue prédéfinie pour le produit :
    - de la valeur du couple transmis à travers la fixation du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) au composant (2) lorsqu'une oscillation de torsion est appliquée sur le dispositif d'amortissement pendulaire (4), et
    - de la valeur de ce moment d'inertie dynamique, et
- on détermine la valeur de cette raideur (k_1) de manière à ce que la valeur absolue dudit produit soit inférieure à la valeur absolue prédéfinie

la fixation (5) du support du dispositif d'amortissement pendulaire au composant (2) du groupe motopropulseur étant mise en œuvre au moyen d'une pluralité d'éléments de fixation (17).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on choisit la valeur de la raideur (k_1) de la fixation de manière à ce que l'équation suivante soit vérifiée :

$$\left| \frac{k_1 I_1}{(k_1 + k_2 - I_2 \omega^2)} \right| \leq \alpha I_1$$

I_1 désignant le moment d'inertie du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) par rapport à l'axe de rotation du composant (2),

ω étant le produit de l'ordre d'excitation du moteur thermique du groupe motopropulseur (1) et de la vitesse de rotation du vilebrequin de ce groupe motopropulseur

α étant un coefficient de sécurité, notamment égal à 2,

I_2 désignant le moment d'inertie de l'ensemble formé par le composant (2) et par la partie du groupe motopropulseur en aval du composant, dans le sens d'un couple se transmettant du moteur thermique du groupe motopropulseur vers les roues du véhicule, ce moment étant calculé au

niveau de la fixation du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) au composant (2) et par rapport à l'axe de rotation (X) du composant,

k_2 désignant la raideur dudit ensemble.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel lors de la détermination de la valeur de la raideur (k_1), on choisit pour la vitesse de rotation du support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) une valeur constante, cette valeur constante étant choisie dans la plage [2000 tr/min ; 3000 tr/min].

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le composant (2) comprend au moins un étage d'amortissement mettant en œuvre des organes de rappel élastique (12), et dans lequel la raideur (k_2) de l'ensemble est la somme de la raideur de cet étage d'amortissement et de la raideur des arbres de transmission de l'ensemble ramenée au vilebrequin.

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le composant (2) est un disque d'embrayage à friction, et dans lequel la fixation relie le support (5) du dispositif d'amortissement pendulaire (4) à un flasque (14) disposé en aval de cet étage d'amortissement, dans le sens d'un couple se transmettant du moteur thermique du groupe motopropulseur vers les roues du véhicule.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel les éléments de fixation (17) sont répartis autour de l'axe (X) du composant, étant notamment des rivets.

7. Procédé de fabrication d'un ensemble comprenant :

- un composant (2) pour groupe motopropulseur (1) de véhicule, et
- un dispositif d'amortissement pendulaire (4), le dispositif d'amortissement pendulaire (4) comprenant un support (5) fixé au composant (2) à l'aide d'une pluralité d'éléments de fixation (17),

la raideur (k_1) de la fixation du support au composant étant déterminée selon le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

8. Groupe motopropulseur (1) de véhicule, comprenant un composant (2) et un dispositif d'amortissement pendulaire (4) comprenant un support (5) relié au composant (2) au moyen d'une pluralité d'éléments de fixation (17), la raideur (k_1) de la fixation du support (5) au composant (2) étant déterminée selon le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

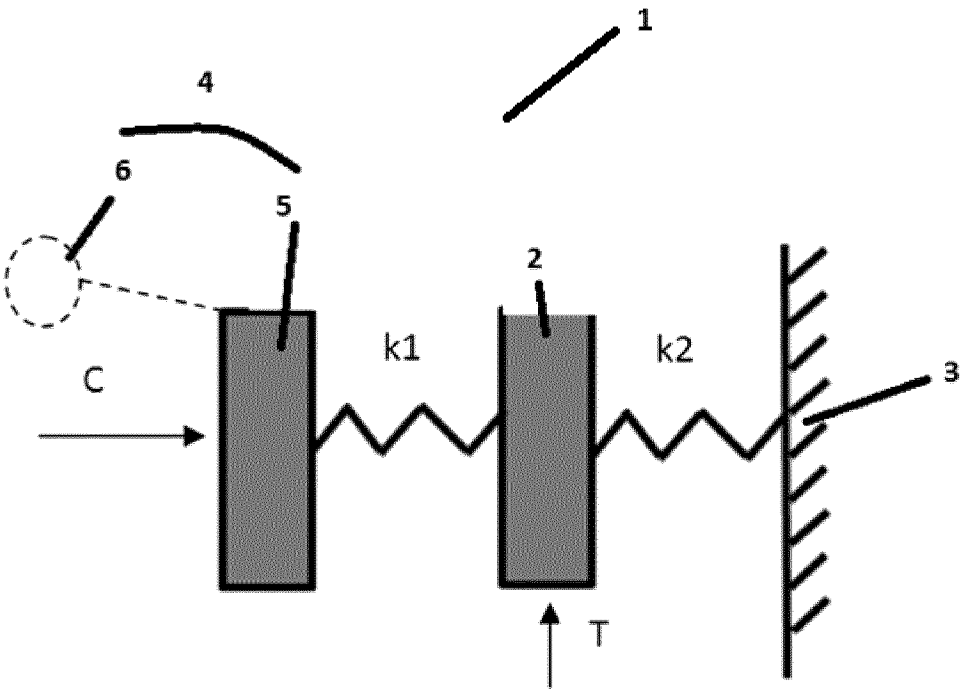

Fig. 1

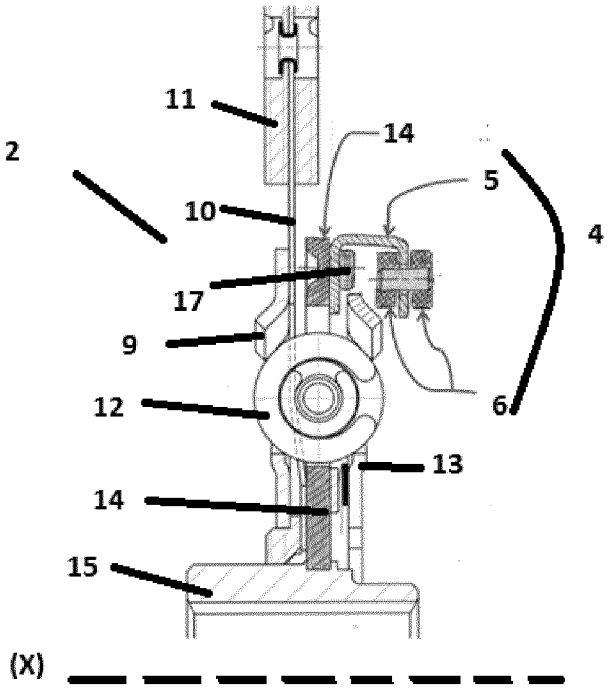

Fig. 2

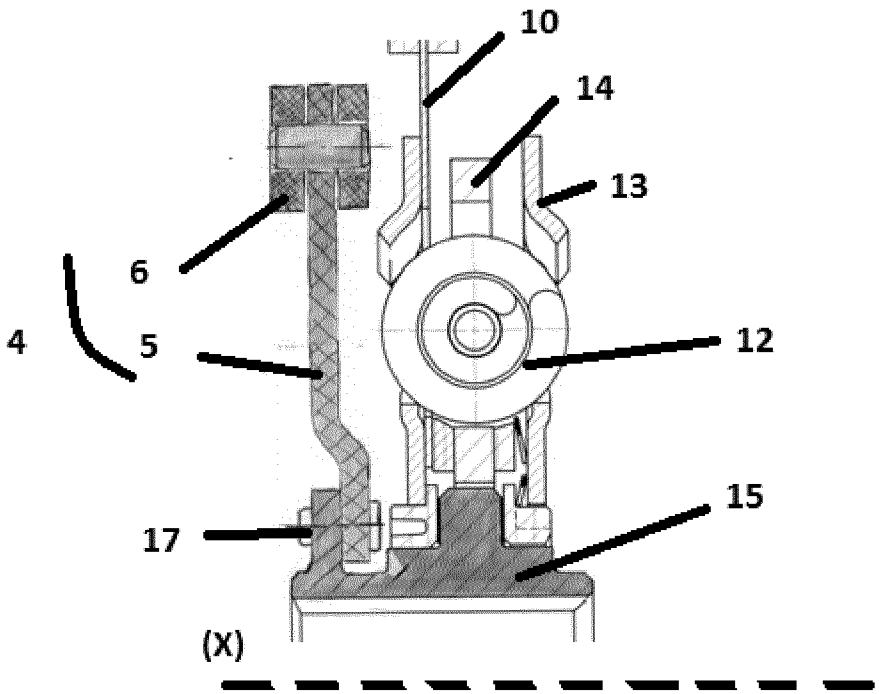
10
14
13
6
4
5
12
15
17
(X)

Fig. 3

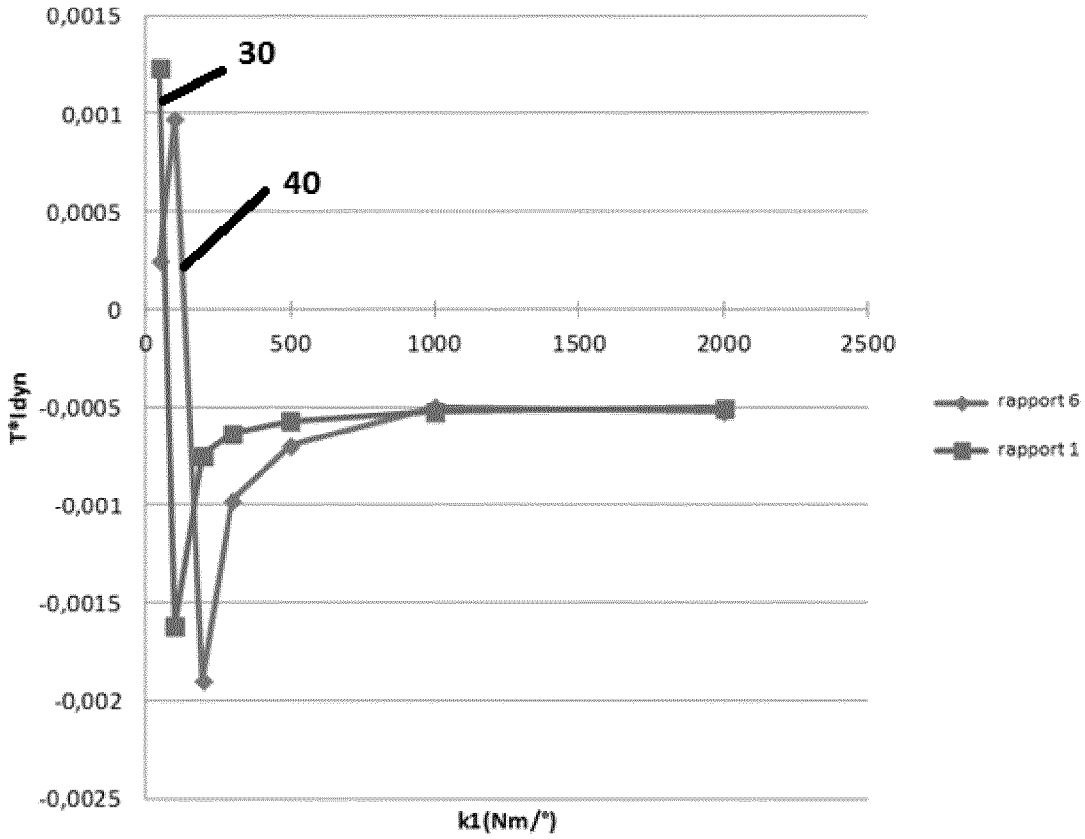
0,0015
0,001
0,0005
0
-0,0005
-0,001
-0,0015
-0,002
-0,0025
0
500
1000
1500
2000
2500
T*Idyn
k1(Nm/°)
30
40
rapport 6
rapport 1

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/064384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16F15/14
ADD.

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

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.
A	FR 3 009 049 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 30 January 2015 (2015-01-30) figures 2,5,7,8 page 10, line 14 - page 10, line 21	1-8
A	EP 2 706 262 A2 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 12 March 2014 (2014-03-12) figure 2 paragraph [0035]	1-8
A	WO 2017/017380 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 2 February 2017 (2017-02-02) figure 2	1-8
A	WO 2016/012023 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28 January 2016 (2016-01-28) page 4 - page 4	1-8

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
23 August 2018	10/10/2018

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Thiercelin, A

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/064384

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015/176725 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 26 November 2015 (2015-11-26) page 7 figure 1	1-8
A	EP 3 165 787 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 10 May 2017 (2017-05-10) the whole document	1-7
A	WO 2015/162374 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 29 October 2015 (2015-10-29) the whole document	1-7

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2018/064384

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 3009049 A1	30-01-2015	DE 102014110171 A1	26-02-2015
		FR 3009049 A1	30-01-2015
EP 2706262 A2	12-03-2014	DE 102013216510 A1	06-03-2014
		EP 2706262 A2	12-03-2014
WO 2017017380 A1	02-02-2017	DE 112016003445 T5	19-04-2018
		FR 3039612 A1	03-02-2017
		KR 20180039055 A	17-04-2018
		WO 2017017380 A1	02-02-2017
WO 2016012023 A1	28-01-2016	CN 106536971 A	22-03-2017
		DE 112015003404 A5	20-04-2017
		US 2017175850 A1	22-06-2017
		WO 2016012023 A1	28-01-2016
WO 2015176725 A1	26-11-2015	CN 106662204 A	10-05-2017
		DE 112015002373 A5	02-02-2017
		EP 3146232 A1	29-03-2017
		WO 2015176725 A1	26-11-2015
EP 3165787 A1	10-05-2017	EP 3165787 A1	10-05-2017
		FR 3043159 A1	05-05-2017
WO 2015162374 A1	29-10-2015	DE 112015001936 T5	02-03-2017
		FR 3020429 A1	30-10-2015
		US 2017045114 A1	16-02-2017
		WO 2015162374 A1	29-10-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2018/064384

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F16F15/14
ADD.

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

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
A	FR 3 009 049 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 30 janvier 2015 (2015-01-30) figures 2,5,7,8 page 10, ligne 14 - page 10, ligne 21	1-8
A	EP 2 706 262 A2 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 12 mars 2014 (2014-03-12) figure 2 alinéa [0035]	1-8
A	WO 2017/017380 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 2 février 2017 (2017-02-02) figure 2	1-8
A	WO 2016/012023 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 28 janvier 2016 (2016-01-28) page 4 - page 4	1-8

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] 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
23 août 2018	10/10/2018

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	Thiercelin, A

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2015/176725 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 26 novembre 2015 (2015-11-26) page 7 figure 1	1-8
A	EP 3 165 787 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 10 mai 2017 (2017-05-10) le document en entier	1-7
A	WO 2015/162374 A1 (VALEO EMBRAYAGES [FR]) 29 octobre 2015 (2015-10-29) le document en entier	1-7

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2018/064384

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3009049 A1	30-01-2015	DE 102014110171 A1	26-02-2015
		FR 3009049 A1	30-01-2015
EP 2706262 A2	12-03-2014	DE 102013216510 A1	06-03-2014
		EP 2706262 A2	12-03-2014
WO 2017017380 A1	02-02-2017	DE 112016003445 T5	19-04-2018
		FR 3039612 A1	03-02-2017
		KR 20180039055 A	17-04-2018
		WO 2017017380 A1	02-02-2017
WO 2016012023 A1	28-01-2016	CN 106536971 A	22-03-2017
		DE 112015003404 A5	20-04-2017
		US 2017175850 A1	22-06-2017
		WO 2016012023 A1	28-01-2016
WO 2015176725 A1	26-11-2015	CN 106662204 A	10-05-2017
		DE 112015002373 A5	02-02-2017
		EP 3146232 A1	29-03-2017
		WO 2015176725 A1	26-11-2015
EP 3165787 A1	10-05-2017	EP 3165787 A1	10-05-2017
		FR 3043159 A1	05-05-2017
WO 2015162374 A1	29-10-2015	DE 112015001936 T5	02-03-2017
		FR 3020429 A1	30-10-2015
		US 2017045114 A1	16-02-2017
		WO 2015162374 A1	29-10-2015