



(43) Date de la publication internationale
29 octobre 2015 (29.10.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/162374 A1

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

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/051078

(22) Date de dépôt international :
21 avril 2015 (21.04.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1453664 24 avril 2014 (24.04.2014) FR

(71) Déposant : VALEO EMBRAYAGES [FR/FR]; 81 avenue Roger Dumoulin, 80009 Amiens cedex 2 (FR).

(72) Inventeurs : MAHE, Hervé; 16 rue Paul Eluard, 80480 Salouel (FR). VERHOOG, Roel; 2, rue Brunet, 60190 Gournay sur Aronde (FR).

(74) Mandataire : CARDON, Nicolas; Valeo Transmissions, 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

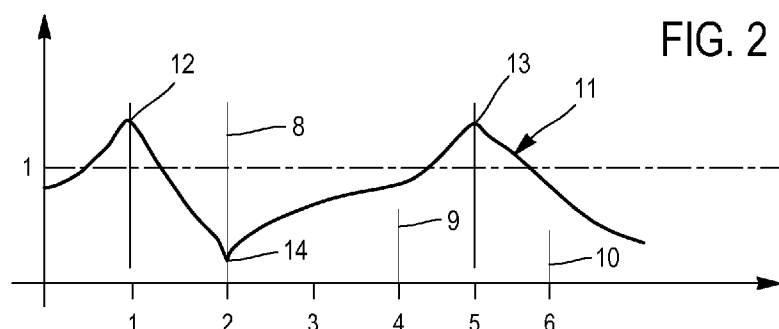
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, 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))

(54) Title : DAMPING SYSTEM SUCH AS A PENDULUM OSCILLATOR

(54) Titre : SYSTÈME D'AMORTISSEMENT DE TYPE OSCILLATEUR PENDULAIRE



(57) Abstract : The invention relates to a system for damping vibrations intended for being built into a transmission chain of a motor vehicle with a spark-ignition engine having a stiffness K, including: a supporting member (1) capable of being rotated about an axis X with a moment of inertia I; and a pendulum weight (4) movably mounted on the supporting member (1), the pendulum weight (4) being tuned with a tuning order n, the pendulum weight (4) having a first resonance order lower than the tuning order n and a second resonance order higher than the tuning order n; the moment of inertia I of the supporting member (1) being set such that, for any engine speed value comprised within engine speeds of the spark-ignition engine ranging from 600 to 5000 revolutions per minute and for a stiffness K of the transmission chain, the second resonance order of the pendulum weight (4) is different from an order $y * n$, wherein y is a numerical integer.

(57) Abrégé : Système d'amortissement des vibrations destiné à être intégré dans une chaîne de transmission de véhicule automobile à moteur à explosion présentant une raideur K, comportant : - un organe de support (1) apte à être entraîné en rotation autour d'un axe X avec un moment d'inertie I; et - une masselotte

[Suite sur la page suivante]



WO 2015/162374 A1



pendulaire (4) montée mobile sur l'organe de support (1), la masselotte pendulaire (4) étant accordée à un ordre d'accordage n , la masselotte pendulaire (4) ayant un premier ordre de résonance d'ordre inférieur à l'ordre d'accordage n et un second ordre de résonance supérieur à l'ordre d'accordage n ; - le moment d'inertie I du support (1) étant conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur comprise dans une plage de régime moteur du moteur à explosion allant de 600 à ⁵⁰⁰⁰tours par minutes et pour une raideur K de la n chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire (4) soit distinct d'un ordre $y * n$, y étant un entier numérique.

Système d'amortissement de type oscillateur pendulaire

Domaine technique de l'invention

L'invention se rapporte au domaine des systèmes d'amortissement des vibrations de type oscillateur pendulaire destinés à équiper les transmissions de
5 véhicule automobile.

Etat de la technique

Un moteur à explosion présente des acyclismes du fait des explosions se succédant dans les cylindres du moteur, la fréquence des acyclismes variant notamment en fonction du nombre de cylindres en fonctionnement et de la vitesse
10 de rotation du moteur. Un système d'amortissement a pour fonction de filtrer les vibrations engendrées par les acyclismes en amont de la boîte de vitesses. A défaut, des vibrations pénétrant dans la boîte de vitesses y provoqueraient en fonctionnement des chocs, bruits ou nuisances sonores particulièrement indésirables.

15 On connaît, dans l'état de la technique, des systèmes d'amortissement de type pendulaire, également appelés oscillateurs pendulaires ou pendules, équipant des transmissions de véhicule automobile.

Un système d'amortissement des vibrations de type pendulaire est notamment décrit dans le document FR2981714. Ce système comporte des
20 masselottes pendulaires montées de façon mobile sur un support pivotant autour d'un axe. Chaque masselotte pendulaire est montée sur le support par l'intermédiaire d'un dispositif de guidage. Les masselottes pendulaires sont accordées en fonction du nombre de cylindres du moteur de manière à filtrer les vibrations à un ordre pour lequel lesdites vibrations engendrées par les acyclismes
25 du moteur sont les plus importantes.

Il a été constaté que, pour certains régimes moteurs, des harmoniques d'ordre supérieur à l'ordre des harmoniques prépondérantes à filtrer sont amplifiées malgré un fort amortissement des harmoniques prépondérantes.

En outre, le document US2014/0102398 décrit un dispositif dont les masses et/ou les masses d'inerties des masselottes pendulaires sont adaptées pour que les jeux de masselottes pendulaires ne se perturbent pas mutuellement mais cela dégrade aussi les performances du système d'amortissement des vibrations.

5 **Objet de l'invention**

Un aspect de l'invention part de l'idée de résoudre les inconvénients de l'art antérieur en proposant un système d'amortissement des vibrations particulièrement efficace.

Selon un mode de réalisation, l'invention fournit un système
10 d'amortissement des vibrations destiné à être intégré dans une chaîne de transmission de véhicule automobile à moteur à explosion présentant une raideur K, comportant :

- un organe de support apte à être entraîné en rotation autour d'un axe X avec un moment d'inertie I ; et
- 15 - une masselotte pendulaire montée mobile sur l'organe de support, la masselotte pendulaire étant accordée à un ordre d'accordage n, la masselotte pendulaire ayant un premier ordre de résonance d'ordre inférieur à l'ordre d'accordage n et un second ordre de résonance supérieur à l'ordre d'accordage n ;
- le moment d'inertie I du support étant conformé pour que, pour toute valeur de
20 régime moteur comprise dans une plage de régime moteur du moteur à explosion allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire soit distinct de l'ordre 2n.

Le système d'amortissement selon l'invention permet ainsi de disposer d'un
25 jeu de masselottes pendulaires accordées afin de filtrer les vibrations selon un ordre principal sans pour autant que des harmoniques d'ordre supérieur ne soient amplifiées, améliorant ainsi grandement l'efficacité de filtration du système. En particulier, ce système permet d'éviter la concordance d'un second ordre de résonance du jeu de masselottes pendulaires avec un ordre pour lequel les
30 acyclismes du moteur engendrent généralement des vibrations.

Le moment d'inertie I du support permet d'influer sur les ordres d'accordage et de résonance des premier et deuxième jeux de masselottes pendulaires sans toutefois agir sur les performances du système d'amortissement des vibrations.

- 5 Avantageusement, seul le moment d'inertie du support est conformé pour que le second ordre de résonance du premier jeu de masselottes pendulaires soit distinct de l'ordre d'accordage m du second jeu de masselottes pendulaires. Les masses et/ou les masses d'inerties masselottes pendulaires ne sont alors pas conformées pour que le second ordre de résonance du premier jeu de masselottes
- 10 pendulaires soit distinct de l'ordre d'accordage m du second jeu de masselottes pendulaires, les performances du système d'amortissement des vibrations restant ainsi inchangées.

Selon d'autres modes de réalisation avantageux, un tel système d'amortissement peut présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 15 - le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur comprise dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire soit distinct de l'ordre $z \cdot n$, z étant un entier
- 20 numérique.
- le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour des valeurs de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire soit supérieur à l'ordre $2n$
- 25 - le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour des valeurs de régime moteur variant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire varie dans une plage de variation qui est centrée entre $2n$ et $3n$.
- 30 - le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur dans une plage de régime moteur allant de

- 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire varie dans une plage de variation comprise entre $2,5n$ et $3n$.
- 5 - le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le rapport de filtration du jeu de masselottes pendulaires est inférieur à 1 à l'ordre $2n$.
- 10 - le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K donnée de la chaîne de transmission, le rapport de filtration du jeu de masselottes pendulaires est inférieur à 1 à l'ordre $3n$.

L'invention porte également sur un ensemble de transmission comportant
15 une chaîne de transmission présentant une raideur K donnée reliée à un moteur à explosion comportant n cylindres, n étant un entier numérique, la chaîne de transmission comportant un système d'amortissement tel que décrit ci-dessus dont le jeu de masselottes pendulaires est accordé à l'ordre n.

Un aspect de l'invention part de l'idée de s'assurer que la masselotte
20 pendulaire n'amplifie pas les vibrations au niveau des ordres d'accordage distincts de l'ordre d'accordage principal.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés
25 uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées.

Sur ces figures :

- **La figure 1** est une vue en perspective schématique d'un système d'amortissement comportant un jeu de masselottes pendulaires ;

- **La figure 2** est un graphique représentant, pour un régime moteur donné et en fonction de l'ordre des excitations, d'une part les harmoniques générées par les acyclismes du moteur et, d'autre part, le rapport de filtration pour un système d'amortissement comportant un jeu de masselottes pendulaires;
 - 5 - **La figure 3** est un graphique représentant les points de résonance-antirésonance-résonance d'un jeu de masselottes pendulaires montés sur des supports présentant différents moments d'inertie ;
 - **La figure 4** est un graphique représentant les variations d'ordre d'accordage et d'ordres de résonance d'un jeu de masselottes pendulaires en fonction du régime moteur.
- 10

Dans la description et les revendications, on utilisera, les termes "externe" et "interne" ainsi que les orientations "axiale" et "radiale" pour désigner, selon les définitions données dans la description, des éléments du système d'amortissement. Par convention, l'orientation "radiale" est dirigée orthogonalement à l'axe (X) de rotation du système d'amortissement déterminant l'orientation "axiale" et, de l'intérieur vers l'extérieur en s'éloignant dudit axe, l'orientation "circonférentielle" est dirigée orthogonalement à l'axe du système d'amortissement et orthogonalement à la direction radiale. Les termes "externe" et "interne" sont utilisés pour définir la position relative d'un élément par rapport à un autre, par référence à l'axe de rotation du système d'amortissement, un élément proche de l'axe est ainsi qualifié d'interne par opposition à un élément externe situé radialement en périphérie.

15

20

Le système d'amortissement de type oscillateur pendulaire est destiné à être disposé dans la chaîne de transmission d'un véhicule automobile, entre le moteur à explosion et la boîte de vitesse. Il peut notamment être intégré à un volant moteur, un double volant amortisseur, un embrayage de pontage d'un dispositif d'accouplement hydraulique ou une friction d'embrayage.

25

La figure 1 représente une vue en perspective schématique d'un système d'amortissement comportant un jeu de masselottes pendulaires.

Un système d'amortissement de type oscillateur pendulaire est notamment susceptible d'être intégré à un amortisseur de torsion à organes élastiques, non représenté. Un amortisseur de torsion comporte un élément d'entrée destiné à être

30

entraîné en rotation par un arbre menant, tel que le vilebrequin du moteur à combustion, un élément de sortie destiné à être lié en rotation à un arbre mené, tel que l'arbre d'entrée de la boîte de vitesses et des organes élastiques à action circonférentielle agencés pour transmettre le couple et amortir les acyclismes de rotation entre l'élément d'entrée et l'élément de sortie.

Dans un mode de réalisation, le système d'amortissement comporte un organe de support 1 apte à être entraîné en rotation selon un axe X. L'organe de support 1 est destiné à former une rondelle de phasage pour un amortisseur de torsion présentant deux groupes d'organes élastiques en série, comme dans le document WO2012150401, par exemple. Une telle rondelle de phasage est montée libre en rotation par rapport à l'élément d'entrée et l'élément de sortie et permet la transmission du couple entre les deux groupes d'organes élastiques en série. Pour ce faire, l'organe de support 1 comporte des pattes radiales 2 destinées à être interposées circonférentiellement entre les deux groupes d'organes élastiques afin d'assurer la transmission du couple entre ces deux groupes d'organes élastiques en série.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, l'organe de support 1 est destiné à former un voile pour un double volant amortisseur. Un tel voile est fixé à la masse secondaire du double volant amortisseur et comporte des pattes d'appui coopérant avec les extrémités des ressorts du double volant amortisseur.

L'organe de support 1 comporte un anneau 3 assurant le support de masselottes pendulaires 4 et un moyeu interne 5 destiné à assurer le centrage de l'organe de support 1 par rapport à l'axe X. Le moyeu 5 porte les pattes radiales 2, trois dans le mode de réalisation représenté, qui comme nous l'avons mentionné précédemment sont aptes à transmettre un couple entre deux groupes d'organes élastiques. L'organe de support 1 présente des zones 6 agencées pour recevoir des organes élastiques. Chacune desdites zones 6 de réception des organes élastiques s'étend radialement entre l'anneau 3 et le moyeu interne 5 et circonférentiellement entre deux pattes radiales 2 adjacentes.

Le système d'amortissement comporte une pluralité de masselottes pendulaires 4, circonférentiellement réparties sur l'organe de support 1. Les masselottes pendulaires 4 sont aptes à osciller par rapport à l'organe de support 1

dans un plan orthogonal à l'axe de rotation X, en réaction aux irrégularités de rotation.

L'oscillateur pendulaire étant de type bifilaire, les oscillations de chaque masselottes pendulaires 4 sont guidées, par rapport à l'organe de support 1, par deux dispositifs de guidage 7. Chaque dispositif de guidage 7 comporte un corps roulant coopérant d'une part avec une piste de roulement interne de la masselotte pendulaire 4 et, d'autre part, une piste de roulement externe portée par l'organe de support 1. Les pistes de roulement sont agencées de telle sorte que la fréquence d'oscillation des masselottes pendulaires 4 soit proportionnelle à la vitesse de rotation de l'arbre moteur selon un multiple prenant une valeur proche du rang de l'harmonique des vibrations que l'on souhaite amortir.

Une méthode permettant de déterminer la géométrie des pistes de roulement afin d'accorder une masselotte pendulaire est notamment décrite dans le document « Tautochronic bifilar pendulum torsion absorbers for reciprocating engines », Journal of Sound and Vibration (1992) 159(2) 251-277 (« Amortisseurs de torsion à pendule bifilaire tautochrone pour moteur alternatif », Journal du son et des vibrations).

De manière générale, l'ordre d'accordage d'une masselotte pendulaire est tel que

$$(1) n_{mp} \approx \sqrt{R/L}$$

dans laquelle n_{mp} est l'ordre d'accordage de la masselotte pendulaire, L est le rayon de l'arc de cercle parcouru par le centre de masse de la masselotte pendulaire par rapport au support et R est la distance séparant l'axe de rotation X du centre de l'arc de cercle parcouru par le centre de masse de la masselotte pendulaire par rapport au support.

La figure 2 représente, pour une raideur de la chaîne de transmission et un régime moteur donnés, et en fonction de l'ordre des excitations, d'une part les harmoniques générées par les acyclismes d'un moteur à quatre cylindres et, d'autre part, le rapport de filtration d'un jeu de masselottes pendulaires accordés autour de l'ordre 2.

Le rang de l'harmonique la plus importante dépend du nombre de cylindres en activité dans le moteur. De manière générale, un moteur fonctionnant avec 2n cylindres en activité génère des harmoniques d'ordre n, 2n, 3n, 4n, etc.. L'ordre de l'harmonique principale, c'est-à-dire l'ordre de l'harmonique pour laquelle les acyclismes du moteur génèrent le plus de vibrations, est l'ordre n. Les acyclismes du moteur génèrent également des harmoniques secondaires dont l'ordre est un multiple de l'ordre de l'harmonique principale. Les harmoniques secondaires présentent des amplitudes inférieures à celle de l'harmonique principale et qui diminuent lorsque l'ordre augmente. Ainsi, l'harmonique à l'ordre 2n présente une amplitude inférieure à l'harmonique à l'ordre n, l'harmoniques à l'ordre 3n présente une amplitude inférieure à l'harmonique à l'ordre 2n etc.. Au-delà de l'ordre 4n, les harmoniques sont généralement négligeables.

Afin d'amortir les vibrations de l'harmonique principale, les masselottes pendulaires 4 sont accordées autour de l'ordre n. On notera toutefois qu'il est possible de légèrement sur-accordé ou sous-accordé les masselottes pendulaires. On considère ainsi que pour filtrer les vibrations engendrées par un moteur fonctionnant avec 2n cylindres, l'accordage des masselottes pendulaires peut varier de plus ou moins 10 % autour de l'ordre n.

Cependant, un jeu de masselottes pendulaires 4 accordé pour amortir les vibrations à l'ordre n génère également des amplifications de vibrations selon d'autres ordres. Plus particulièrement, un jeu de masselottes pendulaires 4 accordé à un ordre n génère un premier pic d'amplification à un ordre inférieur à n et un second pic d'amplification à un ordre supérieure à n. Un pic d'amplification des vibrations, appelé ordre de résonance du jeu de masselottes pendulaires, répond à l'équation suivante :

$$(2) \quad n_R = \frac{1}{\Omega} \sqrt{\frac{(RI\Omega^2 + KL + m_p R(R+L)^2\Omega^2) \pm \sqrt{(RI\Omega^2 + KL + m_p R(R+L)^2\Omega^2)^2 - 4ILRK\Omega^2}}{2IL}}$$

Dans cette équation, n_R est l'ordre de résonance du jeu de masselottes pendulaires 4, Ω est la vitesse moyenne de rotation du système sur un tour, I est le moment d'inertie du support 1, m_p la masse du jeu de masselottes pendulaires 4 et

K la raideur de l'ensemble de transmission dans lequel est intégré le système d'amortissement.

Il est nécessaire d'adapter les valeurs résolvant l'équation (2) définissant les ordres de résonance du jeu de masselottes pendulaires 4 afin que lesdits ordres
5 de résonances ne coïncident pas avec les ordres des harmoniques secondaires. Or les valeurs de R et de L du jeu de masselottes pendulaires sont définis pour amortir les vibrations à l'ordre de l'harmonique principale et ne peuvent donc pas être modifiées. En outre, il est préférable de définir la masse m_p du jeu de masselottes pendulaires 4 au maximum toléré par le système afin d'obtenir les meilleurs
10 amortissements possibles. De même, il est possible de faire varier la raideur K de la chaîne de transmission afin d'adapter les ordres de résonance du jeu de masselottes pendulaires. Cependant, cette solution présente des conséquences sur l'ensemble de la chaîne de transmission. En conséquence, c'est avantageusement le moment d'inertie I du support qui est déterminé de manière à s'assurer que, pour
15 un accordage dudit jeu de masselottes pendulaires 4 donné, les ordres de résonances du jeu de masselottes pendulaires 4 ne coïncident pas avec les ordres des harmoniques secondaires générées par le moteur.

La figure 2 représente, pour une raideur de la chaîne de transmission et un régime moteur donnés, les harmoniques générées par un moteur à explosion à
20 quatre cylindres. Une harmonique principale 8 est générée à l'ordre 2, une seconde harmonique 9 inférieure à l'harmonique principale 8 est générée à l'ordre 4 et une troisième harmonique 10 inférieure à la seconde harmonique 9 est générée à l'ordre 6.

Un jeu de masselottes 4 accordé autour de l'ordre 2 est associé à ce
25 moteur à quatre cylindres. La figure 2 illustre avec une courbe de résonance-d'antirésonance-résonance 11 le rapport de filtration de ce jeu de masselottes pendulaires 4 en fonction de l'ordre des excitations pour un régime moteur donné.

La courbe 11 présente un premier pic d'amplification des vibrations 12, appelé premier ordre de résonance 12, autour de l'ordre 1. La courbe 11 présente
30 un second pic d'amplification des vibrations 13, appelé second ordre de résonance 13, autour de l'ordre 5. Le premier ordre de résonance 12 et le second ordre de

résonance 13 sont situés de part et d'autre du pic d'antirésonance 14, correspondant à l'ordre d'accordage du jeu de masselottes pendulaires 4.

Le jeu de masselottes pendulaire 4 permet d'amortir les harmoniques d'ordre 2 générées par le moteur à quatre cylindres. Cependant, les harmoniques
5 d'ordre 4 et 6 sont également filtrées par le jeu de masselottes pendulaires 4 comme le montre la courbe 11. Or la filtration exercée par le jeu de masselottes pendulaires 4 des harmoniques des ordres secondaires peut se traduire par un amortissement des vibrations ou au contraire par une amplification des vibrations. Ainsi, si par exemple le second pic de résonance 13 coïncide avec l'harmonique
10 d'ordre 4, les vibrations à cet ordre 4 sont amplifiées. Cette coïncidence peut engendrer des vibrations à l'ordre 4 qui soient supérieures aux harmoniques générées à l'ordre 2 sans amortissement du jeu de masselottes pendulaires. Une telle situation revient à générer plus de vibrations lorsqu'un jeu de masselottes pendulaires est installé que lorsqu'il est absent, ce qui est l'inverse du but recherché
15 en installant un tel jeu de masselottes pendulaires. Le support d'inertie doit donc de préférence présenter un rapport de filtration inférieur à 1 aux harmoniques secondaires comme représenté par la courbe 11 illustrée en figure 2.

Dans la figure 3, les masselottes pendulaires 4 sont caractérisées par une masse m_p de 1kg, une distance R entre l'axe de rotation X et le centre de l'arc de
20 cercle parcouru par le centre de masse des masselottes pendulaires 4 par rapport au support de 0.125m et un rayon L de l'arc de cercle parcouru par le centre de masse de la masselotte pendulaire de 0.023m. De telles masselottes pendulaires 4 sont ainsi accordées à l'ordre 2.105892, comme il est possible de le vérifier à l'aide de l'équation (1) indiquée précédemment. Cet accordage est adapté pour amortir
25 les excitations d'ordre 2. Les masselottes pendulaires 4 sont intégrées dans une chaîne de transmission présentant une raideur d'accrochage de 5000Nm/rd et le moteur tourne à un régime de 1000 tours par minutes.

Afin de ne pas modifier l'ordre d'accordage des masselottes pendulaires 4 tout en s'assurant que lesdites masselottes pendulaires 4 remplissent correctement
30 leur rôle, le moment d'inertie I du support est avantageusement choisi de manière à ce que les rapports de filtration du jeu de masselottes pendulaires soit inférieur à 1 au niveau des multiples de l'ordre d'accordage.

Une première courbe 15 représente les points de résonance-antirésonance-résonance du jeu de masselottes pendulaires lorsqu'elles sont montées sur un support présentant un moment d'inertie de 0.03 kg.m^2 . Une seconde courbe 16 représente les points de résonance-antirésonance-résonance du jeu de masselottes pendulaires lorsqu'elles sont montés sur un support présentant un moment d'inertie de 0.01 kg.m^2 .

La première courbe 15 comporte des pics de résonance pour les ordres 1.92 et 4.27. Avec un support présentant un moment d'inertie de 0.03 kg.m^2 , les vibrations à l'ordre 2 sont donc correctement amorties mais les vibrations à l'ordre 4 sont amplifiées par le second ordre de résonance du jeu de masselottes pendulaires 4, ce qui est préjudiciable au bon fonctionnement du système.

La seconde courbe 16 comporte des pics de résonance pour les ordres 1.95 et 7.29. Ainsi, avec un moment d'inertie du support de 0.01 kg.m^2 , l'harmonique à l'ordre 4 générée par les acyclismes du moteur n'est donc pas perturbée par le jeu de masselottes pendulaires 4. Par ailleurs, l'harmonique à l'ordre 6 n'est que peu perturbée par le jeu de masselottes pendulaires 4 et les vibrations générées par les acyclismes du moteur à l'ordre 6 restent inférieures à celles des ordres 2 et 4.

Dans un système présentant les caractéristiques représentées par la courbe 16 en figure 3, avec un régime moteur de 1000 tours par minutes, le système d'amortissement remplit son rôle d'amortissement des vibrations à la fois à l'ordre 2 et à l'ordre 4, ce qui n'est pas le cas avec un support présentant un moment d'inertie de 0.03 kg.m^2 comme représenté par la courbe 15.

En regard de l'équation 2, on notera qu'il est également possible de conserver l'ordre d'accordage des masselottes pendulaires en modifiant la raideur du système ou encore de la masse du pendule.

Les ordres de résonance varient en fonction du régime moteur. Le moment d'inertie du support est avantageusement choisi de manière à ce que les perturbations soient minimales sur la plus grande plage de régimes moteurs possibles. Comme cela est représenté sur la figure 4, un jeu de masselottes pendulaires accordé à l'ordre 3 génère un premier ordre de résonance 17 variant

de 2.9 à 1.5 pour un régime moteur variant de 800 tours par minutes à 4800 tours par minutes. De même, ce jeu de masselottes pendulaires accordé à l'ordre 3 génère un second ordre de résonance 18 variant de 12 à 4.75 pour un régime moteur variant de 800 tours par minutes à 4800 tours par minutes.

- 5 De manière générale, le moment d'inertie du support est choisi de manière à ce que le second pic de résonance d'un jeu de masselottes pendulaires accordées à un ordre n ne génère pas de pic de résonance à un ordre multiple de n , par exemple à l'ordre $2n$, $3n$, $4n$ ou $z*n$, z étant un entier.

- 10 Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec plusieurs modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

- 15 L'usage du verbe « comporter », « comprendre » ou « inclure » et de ses formes conjuguées n'exclut pas la présence d'autres éléments ou d'autres étapes que ceux énoncés dans une revendication. L'usage de l'article indéfini « un » ou « une » pour un élément ou une étape n'exclut pas, sauf mention contraire, la présence d'une pluralité de tels éléments ou étapes.

Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

REVENDICATIONS

1. Système d'amortissement des vibrations destiné à être intégré dans une chaîne de transmission de véhicule automobile à moteur à explosion présentant
5 une raideur K, comportant :
- un organe de support apte à être entraîné en rotation autour d'un axe X avec un moment d'inertie I ; et
 - une masselotte pendulaire montée mobile sur l'organe de support, la masselotte pendulaire étant accordée à un ordre d'accordage n, la masselotte pendulaire
10 ayant un premier ordre de résonance d'ordre inférieur à l'ordre d'accordage n et un second ordre de résonance supérieur à l'ordre d'accordage n ;
 - le moment d'inertie I du support étant conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur comprise dans une plage de régime moteur du moteur à explosion allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes, le second ordre de résonance
15 de la masselotte pendulaire soit distinct de l'ordre 2n.
2. Système d'amortissement selon la revendication 1, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur comprise dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la chaîne de transmission, le second ordre de
20 résonance de la masselotte pendulaire soit distinct de l'ordre $z \cdot n$, z étant un entier numérique.
3. Système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour des valeurs de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la
25 chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire soit supérieur à l'ordre 2n
4. Système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour des valeurs de régime moteur variant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la
30 chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire varie dans une plage de variation centrée entre 2n et 3n.
5. Système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de

régime moteur dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la chaîne de transmission, le second ordre de résonance de la masselotte pendulaire varie dans une plage de variation centrée entre $2,5n$ et $3n$.

- 5 **6.** Système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la chaîne de transmission, le rapport de filtration du jeu de masselottes pendulaires à l'ordre $2n$ est inférieur à 1.
- 10 **7.** Système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le moment d'inertie I du support est conformé pour que, pour toute valeur de régime moteur dans une plage de régime moteur allant de 600 à $\frac{5000}{n}$ tours par minutes et pour une raideur K de la chaîne de transmission, le rapport de filtration du jeu de masselottes pendulaires à l'ordre $3n$ est inférieur à 1.
- 15 **8.** Ensemble de transmission comportant une chaîne de transmission reliée à un moteur à explosion comportant n cylindres, la chaîne de transmission comportant un système d'amortissement selon l'une des revendications 1 à 7.

1 / 2

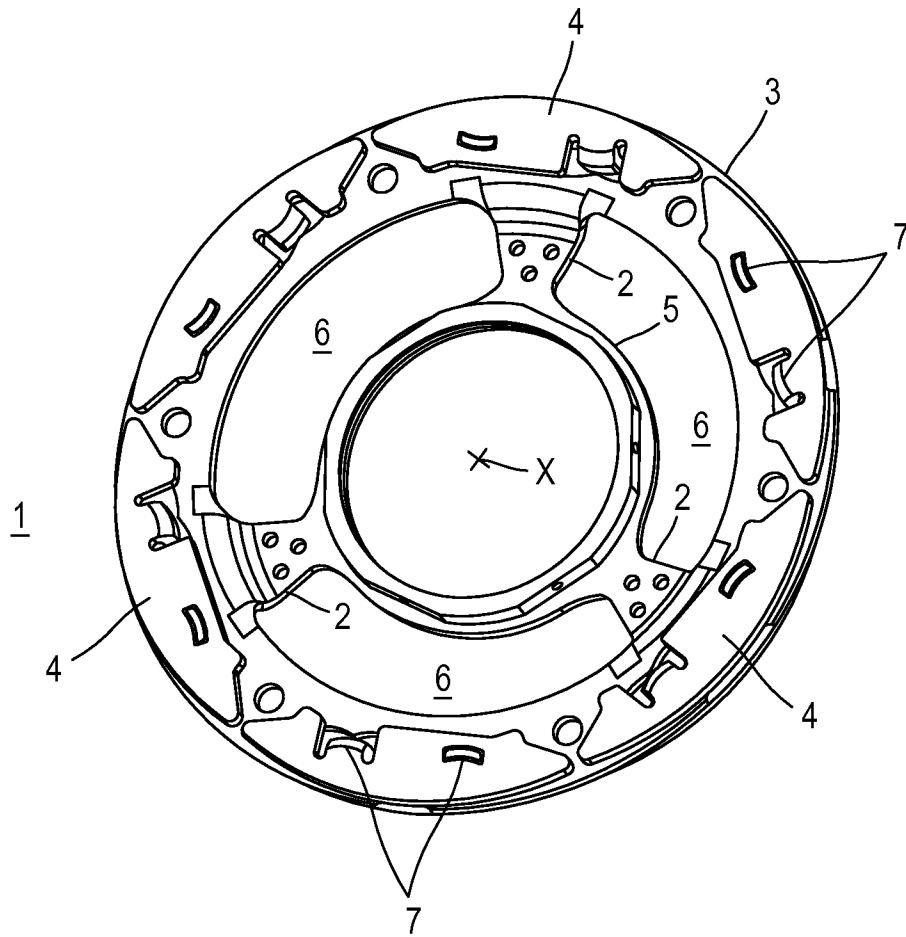


FIG. 1

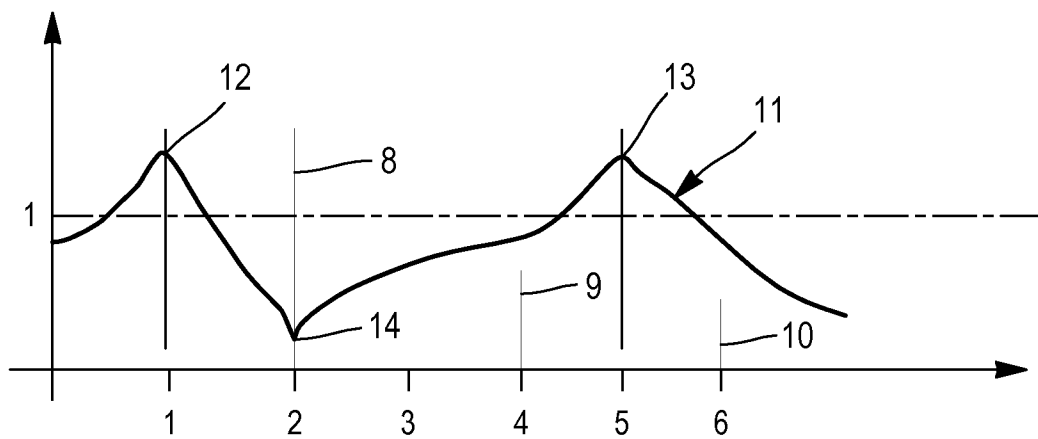


FIG. 2

2 / 2

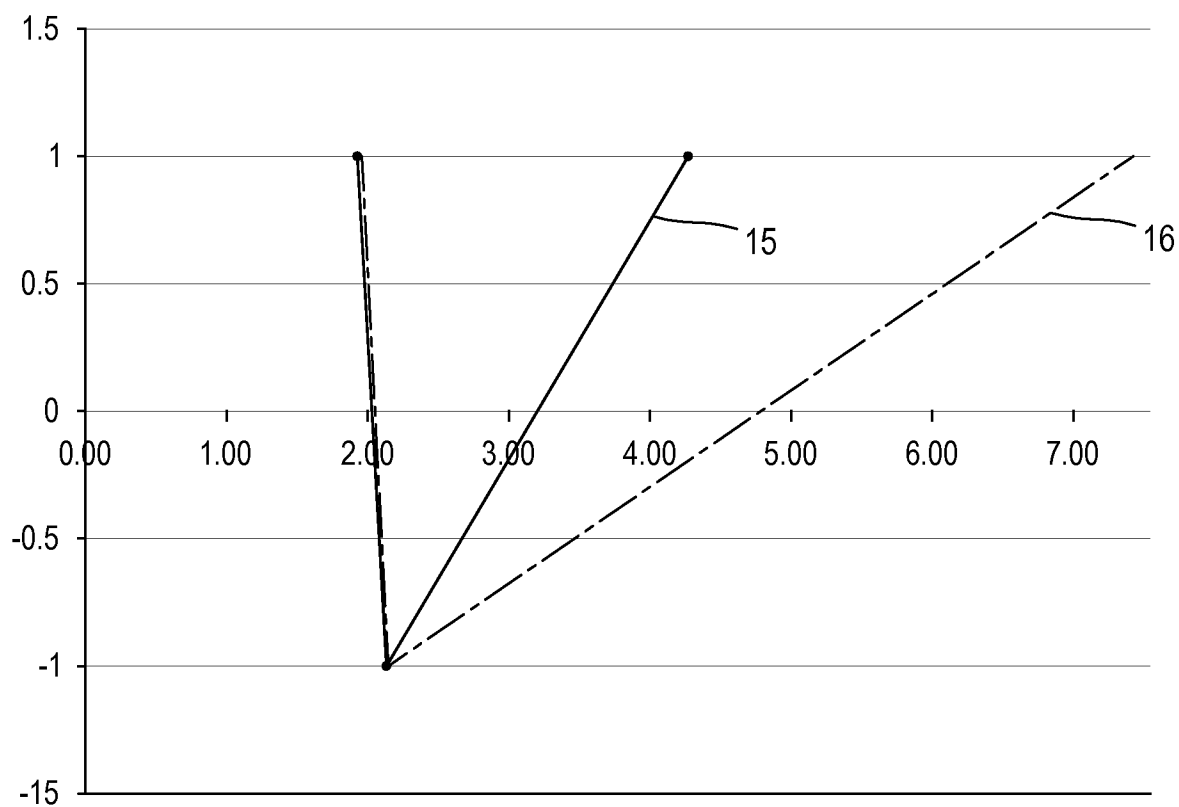


FIG. 3

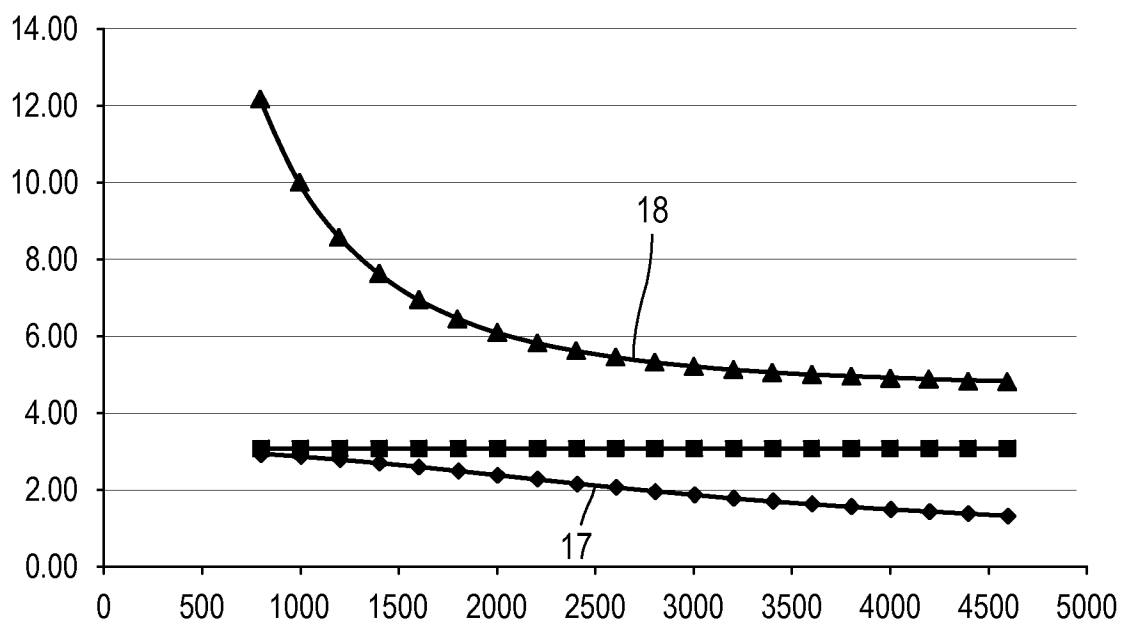


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/051078

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2014/102398 A1 (ORLAMÜNDER ANDREAS [DE] ET AL) 17 April 2014 (2014-04-17) paragraph [0049] - paragraph [0058] -----	1-8
A	DE 10 2013 213011 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 9 January 2014 (2014-01-09) the whole document -----	1-8



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

11 August 2015

Date of mailing of the international search report

24/08/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scordel, Maxime

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2015/051078

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014102398 A1	17-04-2014	DE 102012205792 A1	13-12-2012
		EP 2718587 A1	16-04-2014
		US 2014102398 A1	17-04-2014
		WO 2012168025 A1	13-12-2012

DE 102013213011 A1	09-01-2014	CN 104781579 A	15-07-2015
		DE 102013213011 A1	09-01-2014
		DE 112013003415 A5	02-04-2015
		WO 2014006101 A1	09-01-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/051078

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2014/102398 A1 (ORLAMÜNDER ANDREAS [DE] ET AL) 17 avril 2014 (2014-04-17) alinéa [0049] - alinéa [0058] -----	1-8
A	DE 10 2013 213011 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 9 janvier 2014 (2014-01-09) le document en entier -----	1-8



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

11 août 2015

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/08/2015

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Scordel, Maxime

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/051078

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014102398 A1	17-04-2014	DE 102012205792 A1	13-12-2012
		EP 2718587 A1	16-04-2014
		US 2014102398 A1	17-04-2014
		WO 2012168025 A1	13-12-2012

DE 102013213011 A1	09-01-2014	CN 104781579 A	15-07-2015
		DE 102013213011 A1	09-01-2014
		DE 112013003415 A5	02-04-2015
		WO 2014006101 A1	09-01-2014
