

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : 3 103 776

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 19 13482

⑤1 Int Cl⁸ : B 62 D 6/08 (2019.12), B 62 D 5/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29.11.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.06.21 Bulletin 21/22.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : JTEKT EUROPE Société par actions
simplifiée (SAS) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : PELTIER HERVE et GAUTHIER
CHRISTOPHE.

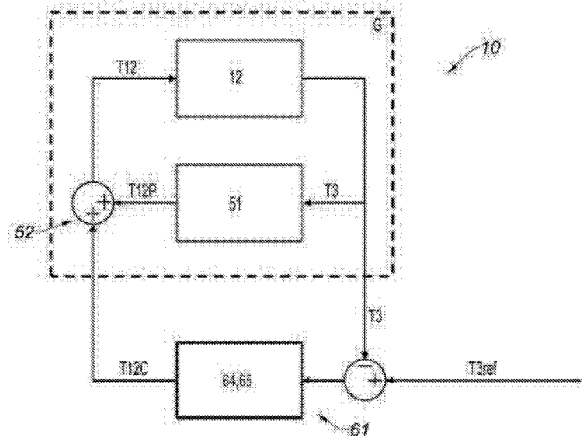
⑦3 Titulaire(s) : JTEKT EUROPE Société par actions
simplifiée (SAS).

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet GERMAIN & MAUREAU.

⑤4 Procédé de contrôle d'un moteur d'assistance d'un système de direction assistée comprenant un
algorithme de compensation des oscillations d'un volant liées à la présence d'un balourd.

⑤7 Procédé (10) de contrôle d'un moteur d'assistance
(12) d'un système de direction assistée (1), ledit système de
direction assistée (1) comprenant au moins un volant (3)
configuré pour recevoir un couple volant (T3) appliqué par
un conducteur, le moteur d'assistance (12) configuré pour
appliquer un couple moteur (T12) sur une crémaillère (6), au
moins une roue (100, 11) reliée à ladite crémaillère (6), et au
moins un calculateur de direction (20) mettant en œuvre un
algorithme de contrôle principal (51), l'algorithme de
contrôle principal (51) comprenant une étape de détermination
d'un couple moteur principal (T12P) en fonction au
moins du couple volant (T3), caractérisé en ce que le calculateur
de direction (20) comprend également un algorithme
de compensation (61) d'une oscillation du volant (3) mettant
en œuvre une étape de détermination (62) d'un couple
moteur de compensation (T12C) de manière à ce que le couple
volant (T3) soit égal à un couple volant de référence (T3ref).

Figure 3



FR 3 103 776 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé de contrôle d'un moteur d'assistance d'un système de direction assistée comprenant un algorithme de compensation des oscillations d'un volant liées à la présence d'un balourd

- [0001] L'invention concerne le domaine des systèmes de direction assistée de véhicule et plus particulièrement un procédé de contrôle d'un moteur d'assistance.
- [0002] Un système de direction d'un véhicule a pour objet de permettre à un conducteur de contrôler une trajectoire du véhicule en exerçant un effort sur un volant.
- [0003] Généralement, un système de direction comprend plusieurs éléments dont ledit volant relié à une colonne de direction, une crémaillère, et deux roues chacune reliée à une biellette. La crémaillère est la pièce permettant de relier le volant, via la colonne de direction, aux roues, via les biellettes ; c'est-à-dire que la crémaillère transforme les efforts exercés par le conducteur sur le volant en une rotation latérale des roues du véhicule, c'est-à-dire une rotation droite / gauche par rapport au véhicule.
- [0004] Un système de direction assistée électrique d'un véhicule fait appel à un moteur d'assistance, piloté par un algorithme de contrôle principal implanté dans un calculateur de direction, pour réduire les efforts à fournir par le conducteur sur le volant pour tourner latéralement les roues du véhicule. En fonction des efforts exercés sur le volant, c'est-à-dire le couple volant, le moteur d'assistance exerce un effort d'assistance, c'est-à-dire un couple moteur, sur la crémaillère de manière à faire tourner les roues suivant une rotation latérale. Une valeur du couple moteur est déterminée par l'algorithme de contrôle principal.
- [0005] Les roues du véhicule tournent également suivant leurs axes de rotation afin de faire avancer ou reculer le véhicule.
- [0006] Cette rotation peut être déséquilibrée. On parle alors d'une présence d'un balourd sur la roue. Un balourd est par exemple lié à une perte d'un poids d'équilibrage de la roue, un disque de freinage voilé, dans ce cas le balourd n'apparaît que lors d'une action de freinage, ou un défaut sur un pneumatique de la roue.
- [0007] Lorsque le véhicule est en mouvement, un balourd exerce un effort de translation s'appliquant de manière sinusoïdale sur la crémaillère. Autrement dit, le balourd crée un mouvement de translation de la crémaillère. La crémaillère étant reliée au volant, le mouvement de translation de la crémaillère engendre un mouvement d'oscillation du volant.
- [0008] Une amplitude de l'oscillation du volant est directement liée à une taille du balourd. L'amplitude peut être mesurée au moyen du couple volant. Une fréquence de

l'oscillation du volant est liée à une vitesse du véhicule. Plus précisément, la fréquence d'oscillation du volant augmente avec la vitesse du véhicule. La fréquence d'oscillation peut également être déterminée au moyen du couple volant.

- [0009] Ainsi, lorsque la vitesse du véhicule est comprise entre 90km/h et 140km/h, la fréquence de l'oscillation est comprise entre 11Hz et 18Hz et le balourd entraîne, à ces fréquences, une résonnance du système de direction qui rend sensible l'oscillation du volant au conducteur. Un ressenti de conduite est alors dégradé.
- [0010] Un test a été réalisé afin de caractériser le phénomène d'oscillation volant. Durant le test, un véhicule muni d'un balourd a réalisé un déplacement à environ 110km/h pendant environ 30s. La figure 1 illustre l'amplitude A de l'oscillation du volant du véhicule sur un diagramme représentant le temps T en fonction de la fréquence F . La figure 1 présente une raie R sensiblement verticale correspondant à une forte amplitude A d'oscillation à 14,5Hz notamment entre 15 et 19 s.
- [0011] Il existe une solution connue permettant de diminuer l'amplitude de l'oscillation du volant en intégrant, à l'algorithme de contrôle principal du calculateur, une amplification du couple moteur à la fréquence de l'oscillation.
- [0012] Autrement dit, grâce au couple volant, il est possible de déterminer la fréquence, comprise entre 11Hz et 18Hz, d'oscillation du volant liée au balourd. Par ailleurs, l'algorithme de contrôle principal détermine en permanence le couple moteur à appliquer par le moteur d'assistance sur la crémaillère. La solution augmente ledit couple moteur à la fréquence d'oscillation de manière à contrer le mouvement de la crémaillère induit par le balourd, c'est-à-dire qu'à ladite fréquence, le moteur d'assistance applique à la crémaillère un mouvement inverse au mouvement induit par le balourd. De cette manière, le mouvement de la crémaillère lié au balourd est diminué et donc l'amplitude de l'oscillation du volant est réduite.
- [0013] Un test similaire à celui de la figure 1 a été réalisé en activant une solution telle que décrite ci-dessus. Il est représenté en figure 2 qui illustre l'amplitude A de l'oscillation du volant du véhicule sur un diagramme représentant le temps T en fonction de la fréquence F . La figure 2 présente également une raie R' sensiblement verticale correspondant à une amplitude A d'oscillation à 14,5Hz. L'amplitude A d'oscillation est plus faible que dans le premier essai, c'est-à-dire la figure 1, mais reste nettement sensible.
- [0014] Ainsi, la solution ci-dessus diminue l'oscillation du volant sans toutefois s'assurer de sa suppression complète.
- [0015] En outre, la solution étant intégrée en série à l'algorithme de contrôle principal la solution n'intervient qu'après l'algorithme de contrôle principal. Autrement dit l'algorithme de contrôle principal détermine un couple moteur et la solution modifie ce couple moteur suivant certaine(s) condition(s). Ainsi, il y a un risque de déstabiliser un

bon fonctionnement de l'algorithme de contrôle principal.

- [0016] L'invention a pour but de remédier à tout ou partie des inconvénients précités en proposant une solution permettant de supprimer l'amplitude de l'oscillation du volant associée à un balourd tout en garantissant une stabilité de l'algorithme de contrôle principal.
- [0017] L'invention a pour objet un procédé de contrôle d'un moteur d'assistance d'un système de direction assistée, ledit système de direction assistée comprenant au moins un volant configuré pour recevoir un couple volant appliqué par un conducteur, le moteur d'assistance configuré pour appliquer un couple moteur sur une crémaillère, au moins une roue reliée à ladite crémaillère, et au moins un calculateur de direction mettant en œuvre un algorithme de contrôle principal, l'algorithme de contrôle principal comprenant une étape de détermination d'un couple moteur principal en fonction au moins du couple volant, caractérisé en ce que le calculateur de direction comprend également un algorithme de compensation d'une oscillation du volant mettant en œuvre une étape de détermination d'un couple moteur de compensation de manière à ce que le couple volant soit égal à un couple volant de référence.
- [0018] En présence d'un balourd entraînant une oscillation du volant, l'algorithme de compensation détermine un couple moteur de compensation qui est appliqué par le moteur d'assistance sur la crémaillère. Le couple moteur de compensation vient s'opposer au couple induit par le balourd de manière à supprimer celui-ci, et donc de manière à supprimer l'oscillation du volant.
- [0019] L'algorithme de compensation est une régulation en boucle fermée. En effet, l'algorithme de compensation intègre une réaction du système de direction assistée en prenant en compte le couple volant. Plus précisément, l'algorithme de compensation détermine le couple moteur de compensation tant que le couple volant n'est pas égal au couple volant de référence.
- [0020] Ainsi, l'algorithme de compensation commande l'amplitude des oscillations du volant en imposant que le couple volant soit égal au couple volant de référence.
- [0021] En outre, l'algorithme de compensation détermine le couple moteur de compensation indépendamment de l'algorithme de contrôle principal. En effet, l'algorithme de compensation utilise en entrée le couple volant et non une donnée calculée par l'algorithme de contrôle principal tel que le couple moteur principal.
- [0022] Ainsi il n'y a pas d'interférence entre l'algorithme de contrôle principal et l'algorithme de compensation. L'algorithme de compensation prend en compte l'algorithme de contrôle principal pour assurer une stabilité du système de direction.
- [0023] L'algorithme de compensation fonctionne en parallèle de l'algorithme de contrôle principal.
- [0024] Ainsi, il est possible d'installer l'algorithme de compensation sur n'importe quel

véhicule fonctionnant avec n'importe quel algorithme de contrôle principal.

[0025] Selon une caractéristique de l'invention, le procédé comprend une étape de sommation dans laquelle le couple moteur de compensation est ajouté au couple moteur principal de manière à déterminer le couple moteur.

[0026] Autrement dit, le couple moteur est égal à la somme du couple moteur principal et du couple moteur de compensation.

[0027] Le couple moteur de compensation ne remplace pas le couple moteur principal. Il y a bien un fonctionnement simultané de l'algorithme de compensation et de l'algorithme de contrôle principal. Le couple moteur de compensation se superpose au couple moteur principal.

[0028] Ainsi, il y a un fonctionnement en parallèle des deux algorithmes.

[0029] Selon une caractéristique de l'invention, le couple volant de référence est une valeur variable en fonction d'au moins un paramètre.

[0030] Selon une caractéristique de l'invention, le couple volant de référence est une valeur fixe.

[0031] Selon une caractéristique de l'invention, le couple volant de référence est égal à 0Nm.

[0032] Ainsi l'algorithme de compensation cherche à ce que le couple volant soit égal à 0Nm pour les fréquences des oscillations associées au balourd, en n'altérant pas les autres fréquences, c'est-à-dire celles se trouvant dans une zone d'agrément de conduite. Autrement dit, l'algorithme de compensation annule l'amplitude des oscillations du volant. L'algorithme de compensation permet de supprimer toute sensation d'oscillation du volant lié à un balourd. Un confort de conduite est donc assuré.

[0033] Selon une caractéristique de l'invention, l'étape de détermination d'un couple moteur de compensation comprend une phase de filtrage des basses fréquences au moyen d'un filtre passe-haut.

[0034] Un filtre passe-haut laisse passer les hautes fréquences d'un signal d'entrée.

[0035] Dans le cas présent, le filtre passe-haut reçoit en entrée le couple volant. Ainsi seules les hautes fréquences du couple volant sont traitées par l'algorithme de compensation. De cette manière, il est possible de différencier le couple volant associé à une présence d'un balourd et qui entraîne une oscillation non souhaitée, d'un couple volant normalement appliqué par le conducteur.

[0036] L'algorithme de compensation s'appliquant uniquement sur les hautes fréquences du couple volant, il n'y a pas d'interférences entre l'algorithme de compensation et l'algorithme de contrôle principal.

[0037] Selon une caractéristique de l'invention, le filtre passe-haut à une fréquence de coupure de 10Hz.

[0038] L'expérience montre qu'un balourd détectable par le conducteur au niveau du volant

entraîne une oscillation du volant comprise entre 10 Hz et 20Hz.

[0039] Ainsi, le filtre passe-haut est adapté aux fréquences d'oscillation du volant.

[0040] Selon une caractéristique de l'invention, l'étape de détermination d'un couple moteur de compensation comprend une phase de calcul d'une erreur de couple volant en soustrayant le couple volant de référence et le couple volant.

[0041] L'erreur de couple volant correspond à l'écart entre le couple volant et le couple volant de référence. Il s'agit donc de l'écart devant être résorbé par l'algorithme de compensation. Lorsque l'erreur de couple volant est nulle, il n'y a aucune oscillation du volant.

[0042] Selon une caractéristique de l'invention, l'étape de détermination d'un couple moteur de compensation comprend une phase de compensation dans laquelle un contrôleur détermine le couple moteur de compensation en fonction de l'erreur de couple volant.

[0043] Le contrôleur réalise la phase de compensation de manière à déterminer un couple moteur de compensation qui permet d'annuler l'erreur de couple volant. Le contrôleur comprend une pluralité de paramètres dont au moins un dépend d'une fréquence des oscillations du volant.

[0044] Ainsi le contrôleur peut s'adapter aux différentes fréquences d'oscillation du volant.

[0045] Selon une caractéristique de l'invention, une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation peut être choisie indépendamment d'une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de contrôle principal.

[0046] La fréquence de fonctionnement correspond aux nombres d'appels de l'algorithme de compensation en une seconde.

[0047] L'algorithme de compensation étant indépendant de l'algorithme de contrôle principal, leurs fréquences de fonctionnement peuvent être indépendantes.

[0048] Généralement, la fréquence de l'algorithme de contrôle principal est d'environ 1kHz.

[0049] La fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation peut ainsi être choisie de manière à limiter une charge du calculateur de direction.

[0050] Selon une caractéristique de l'invention, la fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation est inférieure à 200Hz.

[0051] Ainsi l'algorithme de compensation est capable de traiter un phénomène physique dont une fréquence est inférieure à 100Hz. La fréquence d'oscillation du volant liée à un balourd étant comprise entre 10Hz et 20Hz, une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation inférieure à 200Hz permet parfaitement de détecter le phénomène.

[0052] L'invention porte également sur un véhicule mettant en œuvre un procédé selon l'invention.

[0053] L'invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à un mode de réalisation selon la présente invention, donné à titre d'exemple non limitatif et

expliqué avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

- [0054] [fig.1] est un diagramme représentant le temps en fonction d'une fréquence d'une oscillation du volant sur lequel est illustré une amplitude de l'oscillation du volant, sur un véhicule muni d'un balourd réalisant un déplacement à environ 110km/h ;
- [0055] [fig.2] est un diagramme représentant le temps en fonction d'une fréquence d'une oscillation du volant sur lequel est illustré une amplitude de l'oscillation du volant, sur le véhicule de la figure 1, ledit véhicule comprenant une solution de l'état de l'art afin de diminuer l'amplitude de l'oscillation du volant ;
- [0056] [fig.3] est une représentation schématique d'un procédé selon l'invention ;
- [0057] [fig.4] est une représentation d'un détail de la figure 3 ;
- [0058] [fig.5] est un diagramme représentant le temps en fonction d'une fréquence d'une oscillation du volant sur lequel est illustré une amplitude de l'oscillation du volant, sur un véhicule muni d'un balourd réalisant un déplacement à environ 110km/h ;
- [0059] [fig.6] est un diagramme représentant le temps en fonction d'une fréquence d'une oscillation du volant sur lequel est illustré une amplitude de l'oscillation du volant, sur le véhicule de la figure 5, ledit véhicule comprenant le procédé selon l'invention afin de diminuer l'amplitude de l'oscillation du volant ;
- [0060] [fig.7] est une représentation du couple volant en fonction du temps et en fonction de la fréquence sur le véhicule de la figure 5 ;
- [0061] [fig.8] est une représentation du couple volant et du couple de compensation en fonction du temps et en fonction de la fréquence sur le véhicule de la figure 6 ;
- [0062] [fig.9] est une représentation schématique d'un système de direction assistée.
- [0063] L'invention concerne un procédé 10 de contrôle d'un moteur d'assistance 12 d'un système de direction assistée 1 d'un véhicule 2, et plus particulièrement d'un véhicule 2 automobile destiné au transport de personnes.
- [0064] De façon connue en soi, et tel que cela est visible sur la figure 9, ledit système de direction assistée 1 comprend un volant 3 qui permet à un conducteur de manœuvrer ledit système de direction assistée 1 en exerçant un effort, dit « couple volant » T3, sur ledit volant 3.
- [0065] Ledit volant 3 est de préférence monté sur une colonne de direction 4, guidée en rotation sur le véhicule 2, et qui engrène, au moyen d'un pignon de direction 5, sur une crémaillère 6, qui est elle-même guidée en translation dans un carter de direction 7 fixé audit véhicule 2.
- [0066] De préférence, les extrémités de ladite crémaillère 6 sont reliées chacune à une biellette de direction 8, 9 raccordée au porte-fusée d'une roue 10, 11 (respectivement une roue gauche 10 et une roue droite 11), de telle sorte que le déplacement longitudinal en translation de la crémaillère 6 permet de réaliser une rotation latérale et donc de modifier l'angle de braquage (angle de lacet) des roues 10, 11.

- [0067] Les roues 100, 11 peuvent par ailleurs de préférence être également des roues motrices.
- [0068] Le système de direction assistée 1 comprend également le moteur d'assistance 12 destiné à fournir un effort d'assistance T12, et plus particulièrement un couple moteur T12, pour assister la manœuvre dudit système de direction assistée 1.
- [0069] Le moteur d'assistance 12 sera de préférence un moteur électrique, à double sens de fonctionnement, et préférentiellement un moteur électrique rotatif, de type brushless.
- [0070] Le moteur d'assistance 12 peut venir en prise, le cas échéant par l'intermédiaire d'un réducteur de type réducteur à engrenage, soit sur la colonne de direction 4 elle-même, pour former un mécanisme dit « à simple pignon », soit directement sur la crémaillère 6, au moyen par exemple d'un second pignon 13 distinct du pignon de direction 5 qui permet à la colonne de direction 4 d'engrener sur la crémaillère 6, de sorte à former un mécanisme dit « à double pignon », tel que cela est illustré sur la figure 9, ou bien encore au moyen d'une vis à billes qui coopère avec un filetage correspondant de ladite crémaillère 6, à distance dudit pignon de direction 5.
- [0071] Le système de direction assistée 1 comprend également un calculateur de direction 20 qui reçoit des informations d'un capteur 23 de couple volant T3 et transmet au moteur d'assistance 12 le couple moteur T12 devant être appliqué.
- [0072] La figure 3 représente un procédé 10 de contrôle du moteur d'assistance 12 réalisé par le calculateur de direction 20 qui met en œuvre un algorithme de contrôle principal 51 et un algorithme de compensation 61.
- [0073] L'algorithme de contrôle principal 51 comprend une étape de détermination d'un couple moteur principal T12P en fonction du couple volant T3. L'algorithme de contrôle principal 51 reçoit donc en entrée le couple volant T3 et détermine le couple moteur principal T12P. L'algorithme de contrôle principal 51 comprend une pluralité de fonctions permettant, par exemple, une détection d'un bon maintien du volant 3 par le conducteur, ou encore une détection d'un survirage ou un sous-virage. Le couple moteur principal T12P a pour objet de diminuer les efforts à fournir par le conducteur pour tourner le volant 3. Autrement dit, le couple moteur principal T12P diminue le couple volant T3 exercé par le conducteur sur le volant 3.
- [0074] L'algorithme de compensation 61 d'une oscillation du volant 3 a pour objet de diminuer une oscillation induite dans le volant 3 par un balourd présent sur une roue 100, 11. L'algorithme de compensation 61 est plus précisément représenté en figure 4. L'algorithme de compensation 61 met œuvre une étape de détermination 62 d'un couple moteur de compensation T12C de manière à ce que le couple volant T3 soit égal à un couple volant de référence $T3_{ref}$. Autrement dit, l'algorithme de compensation 61 reçoit en entrée le couple volant T3 et le couple volant de référence $T3_{ref}$ et détermine le couple moteur de compensation T12C.

- [0075] Pour cela, l'étape de détermination 62 d'un couple moteur de compensation T12C comprend une phase de calcul 63 d'une erreur de couple volant $\Delta T3$ en soustrayant le couple volant de référence $T3_{ref}$ et le couple volant T3. Le couple volant de référence $T3_{ref}$ est choisi égal à 0Nm de manière à supprimer complètement l'amplitude A d'oscillation du volant 3. En effet, le couple moteur de référence $T3_{ref}$ est la valeur à laquelle le procédé impose le couple volant T3.
- [0076] En outre, l'étape de détermination 62 d'un couple moteur de compensation T12C comprend une phase de filtrage 64 des basses fréquences au moyen d'un filtre passe-haut. L'étape de filtrage 64 reçoit en entrée l'erreur de couple volant $\Delta T3$ et détermine une erreur de couple volant filtrée $\Delta T3f$. Le filtre passe-haut à une fréquence de coupure de 10Hz. Autrement dit, seules les fréquences de l'erreur de couple volant $\Delta T3$ supérieures à 10Hz passe à la phase suivante. Ainsi, l'algorithme de compensation 61 ne s'applique qu'aux fréquences du couple volant T3 supérieures à 10Hz, et donc qu'aux oscillations du volant 3 associées au balourd.
- [0077] L'étape de détermination 62 d'un couple moteur de compensation T12C comprend enfin une phase de compensation 65 dans laquelle un contrôleur détermine le couple moteur de compensation T12C en fonction de l'erreur de couple volant filtrée $\Delta T3f$. Le contrôleur est paramétré avec une pluralité de paramètres choisis judicieusement de manière à ce que l'algorithme de compensation 61 soit robuste et stable.
- [0078] L'algorithme de compensation 61 est positionné en parallèle de l'algorithme de contrôle principal 51. Ainsi, une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation 61 peut être choisie indépendamment d'une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de contrôle principal 51. La fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation 61 est inférieure à 100Hz.
- [0079] L'algorithme de compensation 61 est une régulation du couple volant T3 en boucle fermée. En effet, dans le procédé 10 selon l'invention, on peut considérer que l'algorithme de compensation 61 s'applique sur un système général G comprenant l'algorithme de contrôle principal 51 et le moteur d'assistance 21. Une réaction du système général G est comparé à une valeur de référence de manière à corriger l'algorithme de compensation 61.
- [0080] Le procédé comprend également une étape de sommation 52 dans laquelle le couple moteur de compensation T12C est ajouté au couple moteur principal T12P de manière à déterminer le couple moteur T12. Ainsi le couple moteur T12 comprend une partie liée à l'algorithme de contrôle principal 51 et une partie liée à l'algorithme de compensation 61.
- [0081] La figure 5 représente les résultats sous la forme d'un graphique d'un test réalisé sur un véhicule 2 présentant un balourd et se déplaçant à environ 110km/h, lorsque le véhicule 2 ne comprend pas un procédé 10 selon l'invention. De manière analogue à la

figure 1, le diagramme de la figure 5 représente le temps T en fonction de la fréquence F ainsi qu'une raie R sensiblement verticale correspondant à une forte amplitude A d'oscillation à 14,5Hz.

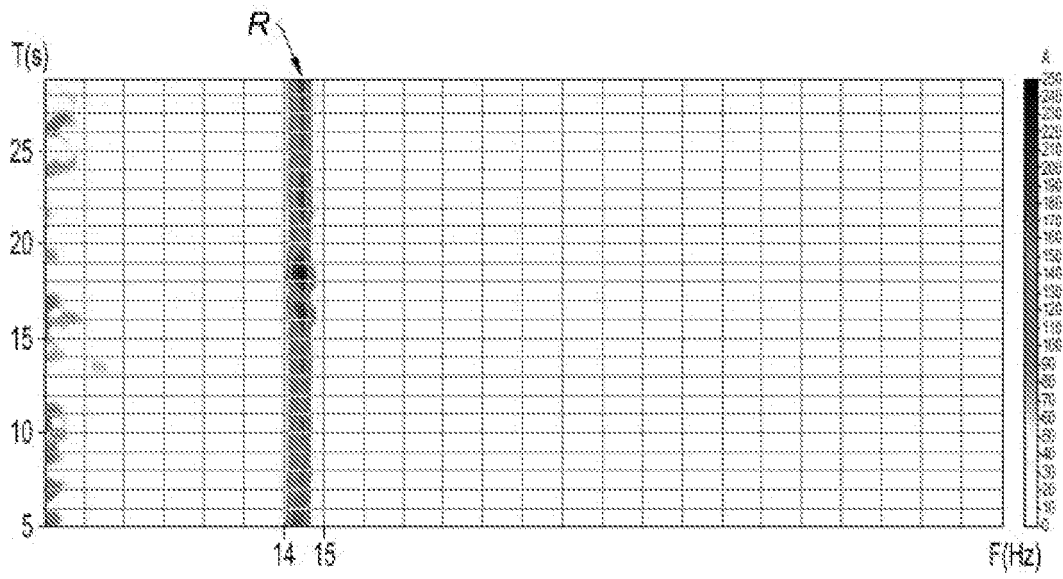
- [0082] La figure 6 représente les résultats sous la forme d'un graphique du test réalisé sur le véhicule 2 de la figure 5, lorsque le véhicule 2 comprend un procédé 10 selon l'invention. Sur le graphique de la figure 6, la raie R de forte amplitude A visible en figure 5 a complètement disparue. Ainsi, le procédé 10 selon l'invention permet donc de supprimer toute amplitude A d'oscillation du volant 3 lorsqu'une roue 10, 11 présente un balourd. Le conducteur n'a plus conscience que la roue présente un balourd.
- [0083] Ce résultat est confirmé en figures 7 et 8.
- [0084] La figure 7a illustre le couple volant T3 ressenti par le conducteur lors du test précédent dans lequel le procédé 10 selon l'invention n'est pas activé. La figure 7a laisse parfaitement apparaître l'oscillation du couple volant T3 qui est perceptible par le conducteur. Cela est confirmé par une analyse fréquentielle du couple volant T3 et qui est représentée en figure 7b. La figure 7b montre un pic de fréquence à 14,5Hz.
- [0085] Les figures 8a et 8b sont similaires aux figures 7a et 7b lorsque le procédé 10 selon l'invention est activé sur le véhicule. Le couple volant T3 ne présente plus d'oscillation, ce qui est confirmé par l'analyse fréquentielle. En complément, la figure 8c illustre le couple moteur de compensation T12C déterminé par l'algorithme de compensation 61. Le couple moteur de compensation T12C présente une oscillation visible. Cela est confirmé par l'analyse fréquentielle réalisée en figure 8d.
- [0086] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux figures annexées. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

Revendications

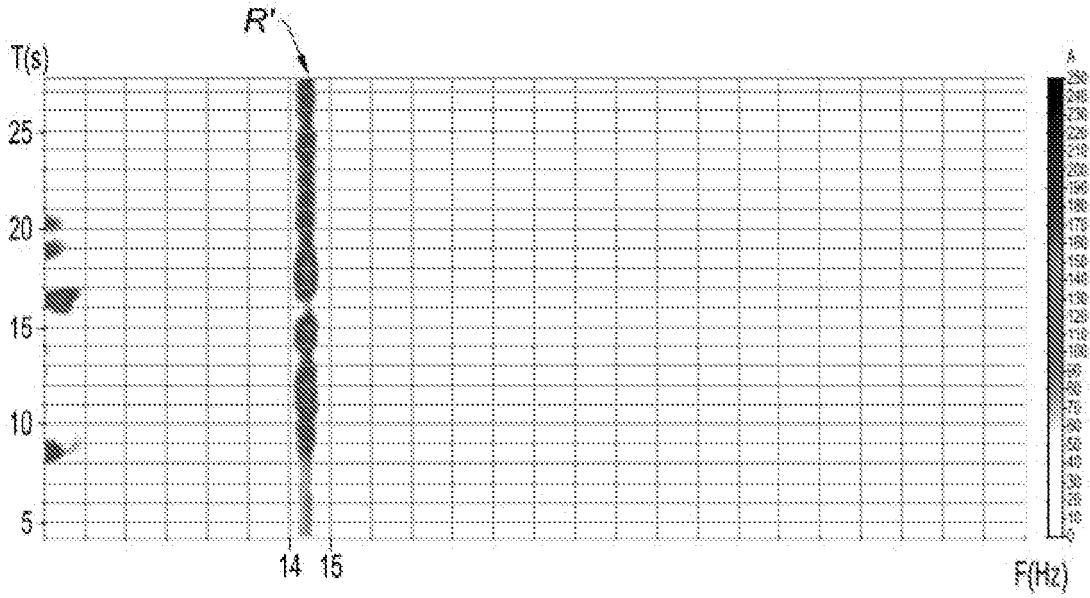
- [Revendication 1] Procédé (10) de contrôle d'un moteur d'assistance (12) d'un système de direction assistée (1), ledit système de direction assistée (1) comprenant au moins un volant (3) configuré pour recevoir un couple volant (T3) appliqué par un conducteur, le moteur d'assistance (12) configuré pour appliquer un couple moteur (T12) sur une crémaillère (6), au moins une roue (100, 11) reliée à ladite crémaillère (6), et au moins un calculateur de direction (20) mettant en œuvre un algorithme de contrôle principal (51), l'algorithme de contrôle principal (51) comprenant une étape de détermination d'un couple moteur principal (T12P) en fonction au moins du couple volant (T3), caractérisé en ce que le calculateur de direction (20) comprend également un algorithme de compensation (61) d'une oscillation du volant (3) mettant en œuvre une étape de détermination (62) d'un couple moteur de compensation (T12C) de manière à ce que le couple volant (T3) soit égal à un couple volant de référence ($T3_{ref}$).
- [Revendication 2] Procédé (10) selon la revendication 1, comprenant une étape de sommation (52) dans laquelle le couple moteur de compensation (T12C) est ajouté au couple moteur principal (T12P) de manière à déterminer le couple moteur (T12).
- [Revendication 3] Procédé (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le couple volant de référence ($T3_{ref}$) est égal à 0Nm.
- [Revendication 4] Procédé (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de détermination (62) d'un couple moteur de compensation (T12C) comprend une phase de filtrage (64) des basses fréquences au moyen d'un filtre passe-haut.
- [Revendication 5] Procédé (10) selon la revendication 4, dans lequel le filtre passe-haut à une fréquence de coupure de 10Hz.
- [Revendication 6] Procédé (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de détermination (62) d'un couple moteur de compensation (T12C) comprend une phase de calcul (63) d'une erreur de couple volant ($\Delta T3$) en soustrayant le couple volant de référence ($T3_{ref}$) et le couple volant (T3).
- [Revendication 7] Procédé (10) selon la revendication 6, dans lequel l'étape de détermination (62) d'un couple moteur de compensation (T12C) comprend une phase de compensation (65) dans laquelle un contrôleur détermine le couple moteur de compensation (T12C) en fonction de l'erreur de

- couple volant (ΔT_3).
- [Revendication 8] Procédé (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation (61) peut être choisie indépendamment d'une fréquence de fonctionnement de l'algorithme de contrôle principal (51).
- [Revendication 9] Procédé (10) selon la revendication 8, dans lequel la fréquence de fonctionnement de l'algorithme de compensation (61) est inférieure à 200Hz.
- [Revendication 10] Véhicule (2) mettant en œuvre un procédé (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.

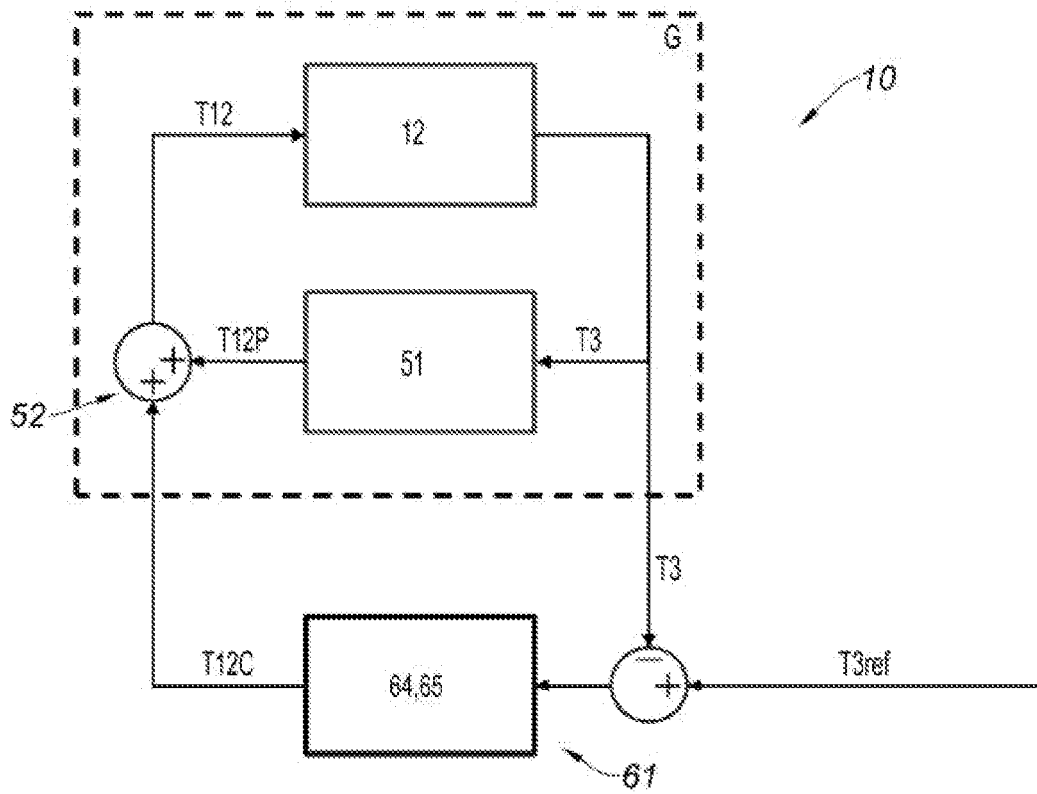
[Fig. 1]



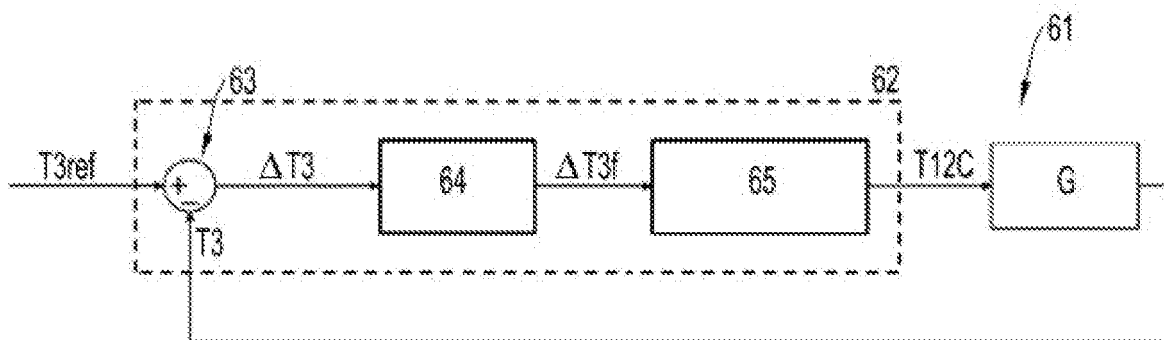
[Fig. 2]



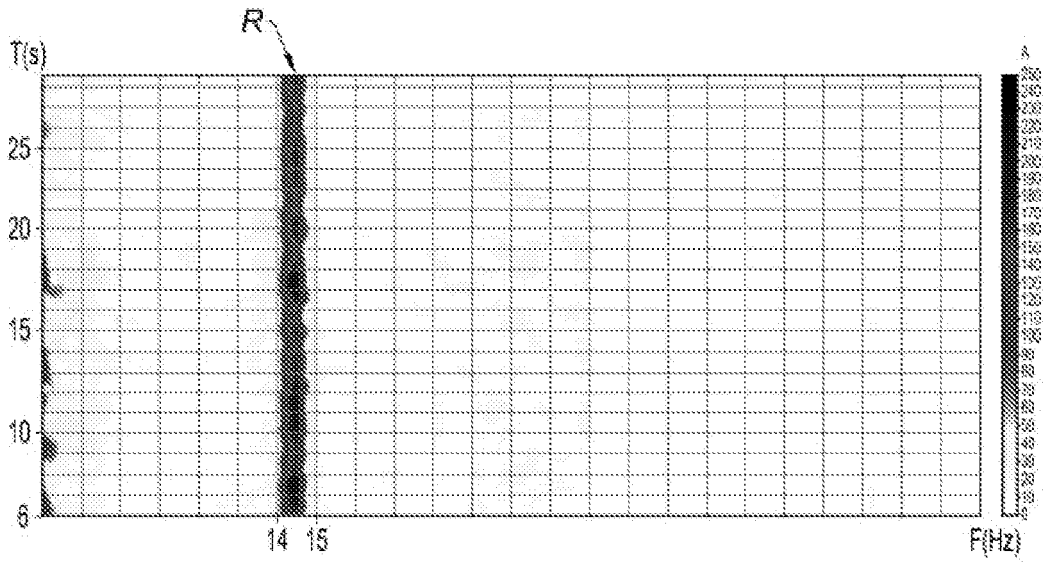
[Fig. 3]



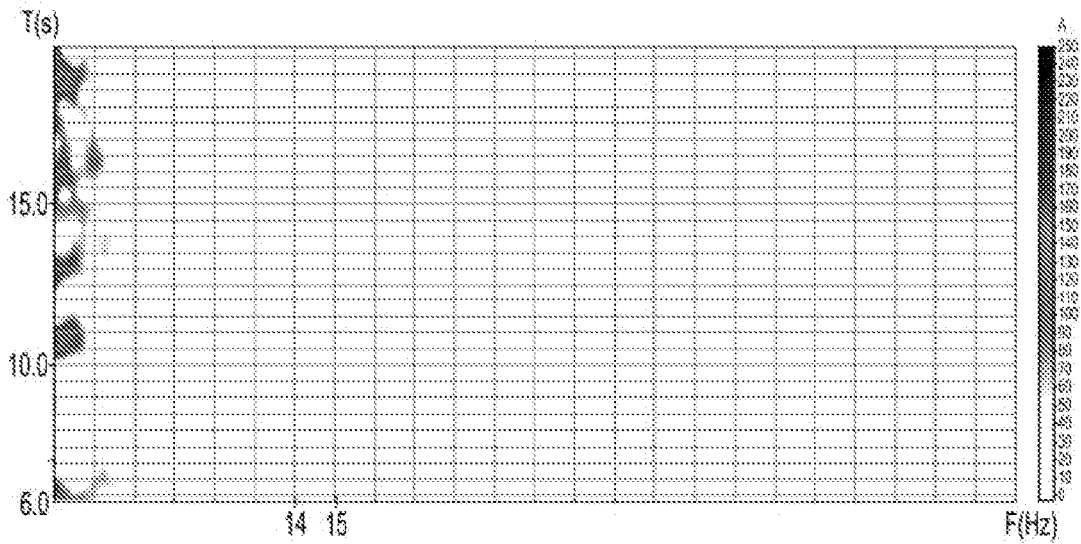
[Fig. 4]



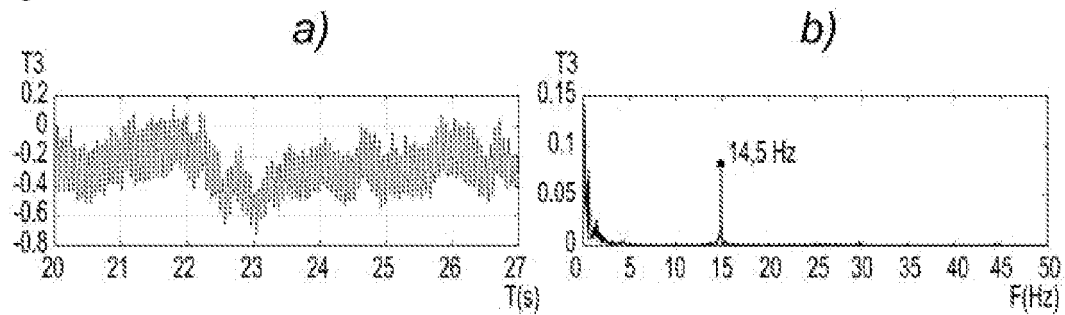
[Fig. 5]



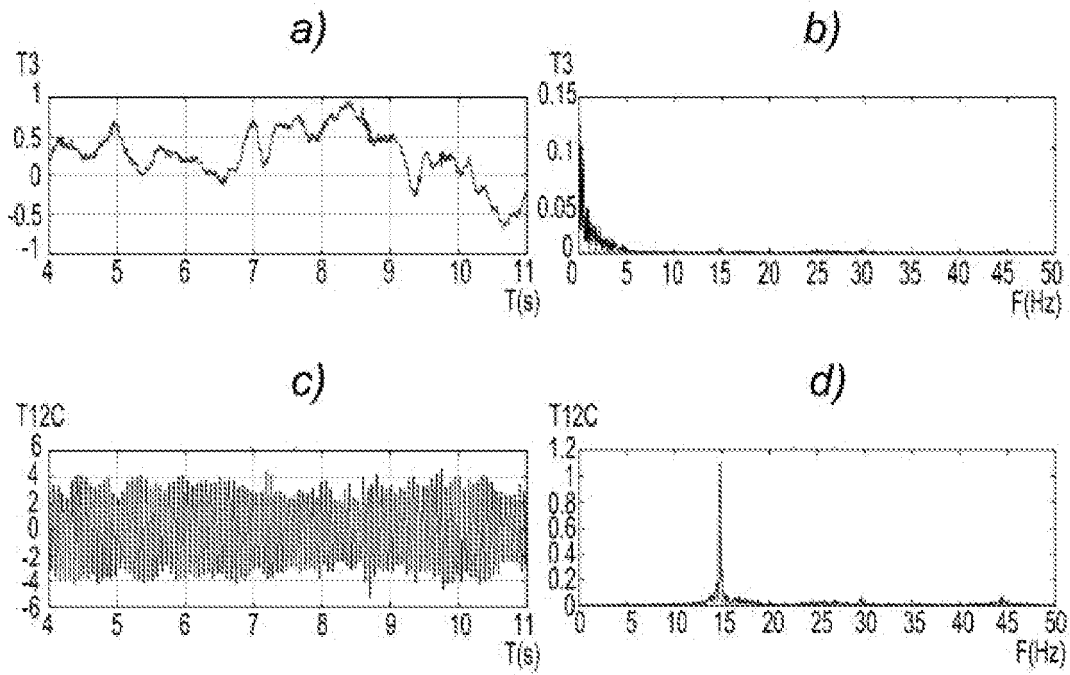
[Fig. 6]



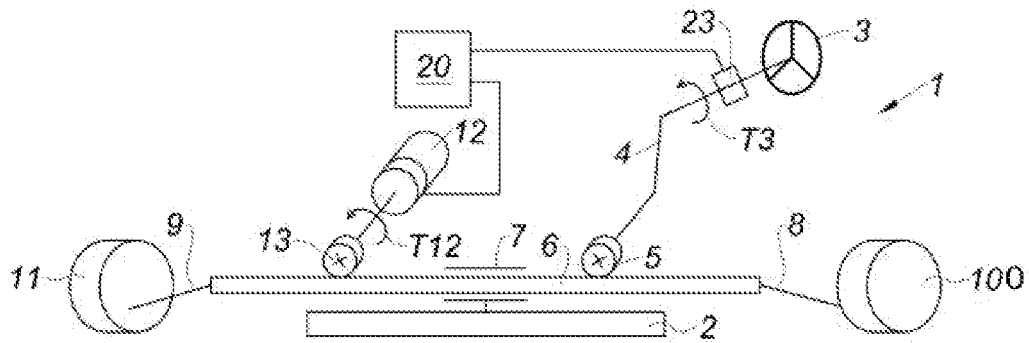
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

 établi sur la base des dernières revendications
 déposées avant le commencement de la recherche

 N° d'enregistrement
 national

 FA 875260
 FR 1913482

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2019/315392 A1 (MOULAIRE PASCAL [FR] ET AL) 17 octobre 2019 (2019-10-17) * alinéa [0160] - alinéa [0177]; figures 1-4 *	1-10	B62D6/08 B62D5/04
Y	US 2013/124048 A1 (GRUENER STEFAN [DE] ET AL) 16 mai 2013 (2013-05-16) * alinéa [0025] - alinéa [0038]; figures 1-3 *	1-3,6-10	
A		4,5	
Y	US 2018/065661 A1 (KIM TAE HONG [KR]) 8 mars 2018 (2018-03-08) * alinéa [0040] - alinéa [0098]; figures 1-3 *	1-3,6-10	
A		4,5	
Y	US 6 161 068 A (KURISHIGE MASAHIKO [JP] ET AL) 12 décembre 2000 (2000-12-12) * colonne 16, ligne 7 - colonne 17, ligne 40; figures 12,13 *	1-10	
A	US 2019/061809 A1 (WEIEFORS HENRIK [SE]) 28 février 2019 (2019-02-28) * alinéa [0060] - alinéa [0078]; revendications 10,14 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B62D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 août 2020		Signorini, Luca	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1913482 FA 875260**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **12-08-2020**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019315392 A1	17-10-2019	BR 112018069413 A2	22-01-2019
		CN 109070934 A	21-12-2018
		EP 3433159 A1	30-01-2019
		FR 3049257 A1	29-09-2017
		JP 2019513103 A	23-05-2019
		US 2019315392 A1	17-10-2019
		WO 2017162987 A1	28-09-2017
US 2013124048 A1	16-05-2013	CN 103003133 A	27-03-2013
		DE 102010031211 A1	12-01-2012
		EP 2593347 A1	22-05-2013
		JP 5913306 B2	27-04-2016
		JP 2013534490 A	05-09-2013
		US 2013124048 A1	16-05-2013
		WO 2012007338 A1	19-01-2012
US 2018065661 A1	08-03-2018	CN 107792167 A	13-03-2018
		KR 20180028102 A	16-03-2018
		US 2018065661 A1	08-03-2018
US 6161068 A	12-12-2000	DE 69930820 T2	16-11-2006
		EP 1006042 A2	07-06-2000
		JP 3712876 B2	02-11-2005
		JP 2000168600 A	20-06-2000
		US 6161068 A	12-12-2000
US 2019061809 A1	28-02-2019	CN 109153405 A	04-01-2019
		EP 3445638 A1	27-02-2019
		US 2019061809 A1	28-02-2019
		WO 2017184064 A1	26-10-2017