

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 105 810

②1 N° d'enregistrement national : **19 15803**

⑤1 Int Cl⁸ : *F 16 F 15/10 (2019.12)*

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 31.12.19.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.07.21 Bulletin 21/26.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO EMBRAYAGES SAS — FR.

⑦② Inventeur(s) : MAHE Herve.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO EMBRAYAGES SAS.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO EMBRAYAGES.

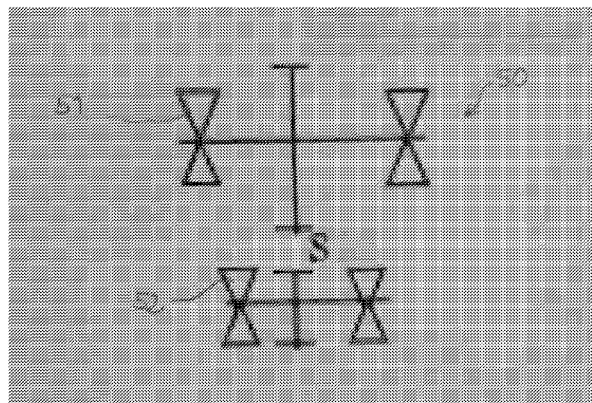
⑤④ Ensemble roue menante - roue menée pour équiper un dispositif de transmission - Dispositif de transmission comportant un tel ensemble et Procédé de conception associé.

⑤⑦ L'invention concerne un ensemble (50) roue menante - roue menée pour équiper un dispositif de transmission, comportant

une première roue ((11, 21, 31, 41, D), dite roue menante, présentant une première raideur dynamique (k1),
une deuxième roue (12, 22, 32, 41, 42, D), dite roue menée, présentant une deuxième raideur dynamique (k2),

tel que les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique présente un ratio (R) supérieur ou égal à 1,5.

Figure à publier avec l'abrégié : Figure 2a



FR 3 105 810 - A1



Description

Titre de l'invention : Ensemble roue menante - roue menée pour équiper un dispositif de transmission - Dispositif de transmission comportant un tel ensemble et Procédé de conception associé

- [0001] Le domaine de la présente invention est celui des équipements de mobilité des biens ou des personnes. Elle concerne en particulier les véhicules automobiles à moteur thermique, électrique, ou les véhicules hybrides. L'invention s'applique à tout système de traction : thermique, hybride et électrique. Elle concerne notamment les véhicules commerciaux camions et poids lourds, les engins de chantiers, les engins agricoles. L'invention s'applique également à des dispositifs de mobilité douce tels vélos électriques, trottinettes électriques ou droïdes.
- [0002] Les vibrations produites par les transmissions proviennent du processus d'engrènement et des écarts de géométrie et des déformations élastiques des engrenages.
- [0003] Il existe un besoin pour limiter phénomènes vibratoires dans les engrenages.
- [0004] Il existe en particulier un besoin pour, l'erreur statique de transmission (STE) étant connue, déterminer les raideurs dynamiques des roues d'un engrenage.
- [0005] Le but de la présente invention est donc de répondre au moins en partie aux besoins décrits ci-dessus.
- [0006] Selon un premier aspect, l'invention a pour objet un ensemble roue menante - roue menée pour équiper un dispositif de transmission, l'ensemble comportant
- [0007] une première roue, dite roue menante, présentant une première raideur dynamique,
- [0008] une deuxième roue, dite roue menée, présentant une deuxième raideur dynamique,
- [0009] tel que les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique présente un ratio supérieur ou égal à 1,5.
- [0010] Dans le cadre de l'invention il faut comprendre le terme « roue » dans « roue menante » et « roue menée » dans un sens large. Il s'agit par exemple d'un pignon menant, d'un pignon mené ou d'un différentiel.
- [0011] En cas de pic de vibrations à la fréquence d'engrènement à une vitesse de rotation donnée, l'invention permet de proposer quelles devraient être les raideurs du côté roue menante et du côté roue menée pour avoir une diminution du bruit.
- [0012] Dans un ensemble roue menante –roue menée les phénomènes vibratoires à la fréquence d'engrènement sont déterminés par l'erreur de transmission statique (STE) et par la raideur dynamique des roue menante – et roue menée en contact. L'erreur statique de transmission sous charge (STE) constitue notamment la principale source de vibrations d'une transmission.

- [0013] Il a été observé que les vibrations des engrenages roue menante / roue menée présentent un maximum lorsque la raideur dynamique de la roue menante et la raideur dynamique de la roue menée sont proches l'une de l'autre. A contrario, dans un ensemble selon l'invention il est avantageux que les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique présentent un ratio supérieur ou égal à 1,5.
- [0014] Le ratio est en particulier défini par la première raideur dynamique divisée par la deuxième raideur dynamique . Dans une variante de l'invention le ratio est défini par la deuxième raideur dynamique divisée par la première raideur dynamique.
- [0015] Selon un exemple de réalisation, le ratio est supérieur ou égal à 2, voire 2,5.
- [0016] Selon un autre de ses aspects, l'invention a pour objet un dispositif de transmission comportant au moins deux roues formant un ensemble roue menante - roue menée tel que décrit précédemment.
- [0017] Le dispositif comporte en particulier une machine électrique qui peut être par exemple être une machine électrique synchrone à aimants permanents fonctionnant à basse tension, c'est-à-dire 48 Volts.
- [0018] Le dispositif de transmission peut comporter un ou plusieurs ensembles roue menante - roue menée tel que décrit précédemment.
- [0019] Selon encore un autre de ses aspects, l'invention a pour objet un procédé de conception d'un ensemble roue menante - roue menée pour machine électrique tel que décrit précédemment.
- [0020] Le procédé selon l'invention comporte au moins une étape de calcul du ratio entre une première raideur dynamique de la première roue et une deuxième raideur dynamique de la deuxième roue. La première raideur dynamique est préalablement déduite d'une mesure de l'inertance de la première roue et/ou la deuxième raideur dynamique est déduite d'une mesure de l'inertance de la deuxième roue. Cette étape inclut en particulier la comparaison du ratio avec une valeur prédéfinie,
- [0021] Le procédé peut comportant en outre une étape de calcul du produit des première et deuxième raideur dynamique divisé par leur somme.
- [0022] La raideur dynamique de la première roue, respectivement deuxième roue, est lié à l'inertance par la relation
- [0023]
$$\text{Dynamic stiffness} = - \frac{(2\pi f)^2}{\text{Inertance}}$$
- [0024] Pour un ensemble roue menante - roue menée donné, on observe que les forces de vibration présentent un maximum lorsque les raideurs dynamiques de la roue menante et de la roue menée sont équivalentes.
- [0025] Dans un exemple de réalisation du procédé la première roue présente une première série de caractéristiques et/ou la deuxième roue présente une deuxième série de caractéristiques. Le procédé comporte en outre une étape de modification d'au moins une de

caractéristiques de la première série ou de la deuxième série.

- [0026] La première série de caractéristiques et/ou la deuxième série de caractéristiques sont par exemple choisi parmi un nombre de dents de la denture, une largeur et une épaisseur de la denture, un diamètre et un module de Young de la roue correspondante, une épaisseur d'un voile de la roue, ...
- [0027] D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description donnée ci-après à titre indicatif en relation avec des dessins dans lesquels :
- [0028] - la figure 1 est une vue générale, en perspective, d'un dispositif de transmission selon le deuxième aspect de l'invention,
- [0029] - la figure 2a est une illustration schématique d'un ensemble selon le premier aspect de l'invention
- [0030] - la figure 2b est une illustration schématique des première et deuxième raideurs dynamiques de l'ensemble de la figure 2a
- [0031] - la figure 3 donne un exemple d'inertance mesurée sur les roues menant et menée de l'ensemble de la figure 2a, et
- [0032] - la figure 4 illustre les caractéristiques d'une première série dans un exemple de l'invention.
- [0033] .Le dispositif de transmission T à deux vitesses de la figure 1 comprend un arbre primaire 1 qui est accouplé à l'arbre de sortie d'une machine électrique M. Cet accouplement est homocinétique et peut être tout type d'accouplement mécanique entre deux arbres, comme par exemple un accouplement avec cannelures.
- [0034] Le dispositif de transmission T comprend également un arbre secondaire 2 et un arbre tertiaire 3. L'arbre tertiaire 3 est apte à être relié à un différentiel D lui-même relié aux roues R1, R2 du véhicule. Le différentiel D a pour fonction de faire tourner les roues R1, R2 du véhicule à des vitesses différentes.
- [0035] Un premier ensemble roue menante - roue menée 10 correspondant à la première vitesse comprend une roue menante correspondant à un premier pignon menant 11 disposé sur l'arbre primaire 1 et une roue menée correspondant à un un premier pignon mené 12 disposé sur l'arbre secondaire 2. Le premier pignon menant 11 et le premier pignon mené 12 engrènent en permanence.
- [0036] Un deuxième ensemble roue menante - roue menée 20 correspondant à la deuxième vitesse comprend une roue menante correspondant à un deuxième pignon menant 21 disposé sur l'arbre primaire 1 et une roue menée correspondant à un deuxième pignon mené 22 disposé sur l'arbre secondaire 2. Le deuxième pignon menant 21 et le deuxième pignon mené 22 engrènent en permanence.
- [0037] Le premier pignon menant 11 et le deuxième pignon menant 21 sont montés fixes sur l'arbre primaire 1. Le premier pignon mené 12 et le deuxième pignon mené 22 sont

montés fous sur l'arbre secondaire 2 par l'intermédiaire de roulements à aiguilles, c'est-à-dire qu'ils peuvent tourner par rapport à l'arbre secondaire 2.

- [0038] Un troisième ensemble roue menante - roue menée 30 comprend une roue menante correspondant à un troisième pignon menant 31 disposé sur l'arbre secondaire 2 et une roue menée correspondant à un troisième pignon mené 32 disposé sur l'arbre tertiaire 3. Le troisième pignon menant 31 est monté fixe sur l'arbre secondaire 2 et le troisième pignon mené 32 est monté fixe sur l'arbre tertiaire 3. Le troisième pignon menant 31 est disposé axialement entre le premier pignon mené 12 et le deuxième pignon mené 22. Le troisième pignon menant 31 et le troisième pignon mené 32 engrènent en permanence.
- [0039] Un quatrième ensemble roue menante - roue menée 40 correspondant à un ensemble de différentiel D comprend une roue menante correspondant à un pignon menant 41 disposé sur l'arbre tertiaire 3 et une roue menée 42 correspondant à l'entrée du différentiel D. Le pignon menant 41 est monté fixe sur l'arbre tertiaire 3. Le pignon menant 41 et le pignon mené 42 engrènent en permanence.
- [0040] Les quatre ensembles roue menante - roue menée 10, 20, 30, 40 sont orientés de manière parallèle. De la même manière, les trois arbres 1, 2, 3 sont orientés de manière parallèle. Les roues des différents pignons 11, 12, 21, 22, 31, 32, 41, 42 ont des dentures droites. En variante, ces roues peuvent avoir des dentures obliques, hélicoïdales ou à chevrons.
- [0041] Deux chemins de couple sont donc possibles entre l'arbre de sortie de la machine électrique M et les roues R1, R2 du véhicule. Un premier chemin de couple passant par le premier ensemble roue menante - roue menée 10 puis le troisième ensemble roue menante - roue menée 30 et enfin l'ensemble roue menante - roue menée 40 de différentiel D. Un deuxième chemin de couple passant par le deuxième ensemble roue menante - roue menée 20 puis le troisième ensemble roue menante - roue menée 30 et enfin l'ensemble roue menante - roue menée 40 de différentiel D.
- [0042] Au moins un, avantageusement les quatre ensembles 10, 20, 30, 40 forment des ensembles roue menante -roue menée selon l'invention.
- [0043] Le dispositif de transmission illustré comporte ainsi quatre ensemble selon l'invention. Ce nombre n'est pas limitatif de l'invention.
- [0044] La figure 2a illustre de façon schématique un ensemble 50 roue menante - roue menée comportant une roue menante 51 et une roue menée 52 entre lesquelles est imposée une erreur statique de transmission (STE) S.
- [0045] Les déplacements X_1 de la roue menante et X_2 de la roue menée sont illustrés sur la figure 2b avec $S = X_1 - X_2$.
- [0046] k_1 et k_2 sont des raideurs dynamiques au point de contact entre la roue menante et la roue menée. Les raideurs dynamiques k_1 et k_2 prennent en particulier en compte les

effets de résonance / antirésonance.

- [0047] Dans une variante du procédé selon l'invention on calcule la raideur apparente $(k_1 \times k_2) / (k_1 + k_2)$. Pour une raideur dynamique totale donnée $k_1 + k_2$, la raideur apparente $(k_1 \times k_2) / (k_1 + k_2)$ est maximale si $k_1 = k_2$.
- [0048] La figure 3 illustre l'inertance de la roue menante (courbe hachurée) et l'inertance de la roue menée (courbe continue) mesurées en fonction de la fréquence.
- [0049] On déduit la raideur dynamique de l'inertance par la formule :
- [0050] raideur dynamique (exprimée en $\text{N m}^{-1} = (2\pi f)^2 / \text{inertance}$. L'inertance s'exprime ici en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{N}^{-1}$ et la fréquence f en Hz.
- [0051] On a observé qu'entre 2000 et 9000 tr / min, les vibrations dans l'ordre d'engrènement des engrenages sont maximales si les inertances des roues menantes et des roues menées sont équivalentes.
- [0052] Au contraire un ratio R entre les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique supérieur ou égal à 1,5, en particulier supérieur ou égal à 2, voire 2,5 permet de réduire avantageusement les vibrations en deçà du seuil recherché.
- [0053] Afin d'atteindre le ratio R recherché entre les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique on peut en particulier faire varier des caractéristiques physiques, notamment géométriques des roues menante et/ou menée.
- [0054] Comme illustré sur la figure 4, une première série de caractéristiques F_1 relative à la roue menante est par exemple choisi parmi un nombre n_1 de dents, une largeur l_1 et une épaisseur e_1 de la denture 75, un diamètre d_1 et un module de Young y_1 de la première roue et/ou une épaisseur h_1 d'un voile 72 de ladite roue, un rayon g_1 du moyeu 70 de ladite roue menante.
- [0055] De façon similaire (non illustrée), alternativement ou en complément, une deuxième série F_2 de caractéristiques F_2 relative à la roue menée est par exemple choisi parmi un nombre n_2 de dents, une largeur l_2 et une épaisseur e_2 de la denture, un diamètre d_2 et un module de Young y_2 de la deuxième roue et/ou une épaisseur h_2 d'un voile 75 de ladite roue, un rayon g_2 du moyeu 70 de ladite roue menée.
- [0056] Les caractéristiques des première et deuxième séries sont des caractéristiques physiques distinctives de la première, respectivement deuxième roue. Le procédé selon l'invention comporte avantageusement une étape durant laquelle on fait varier au moins une des caractéristiques de la première série et/ou de la deuxième série et on mesure la nouvelle inertance I_1 , I_2 de la roue correspondante d'où on déduit la raideur dynamique correspondante.
- [0057] L'invention n'est pas limitée aux exemples illustrés et s'applique à tout système de traction : thermique, hybride et électrique.

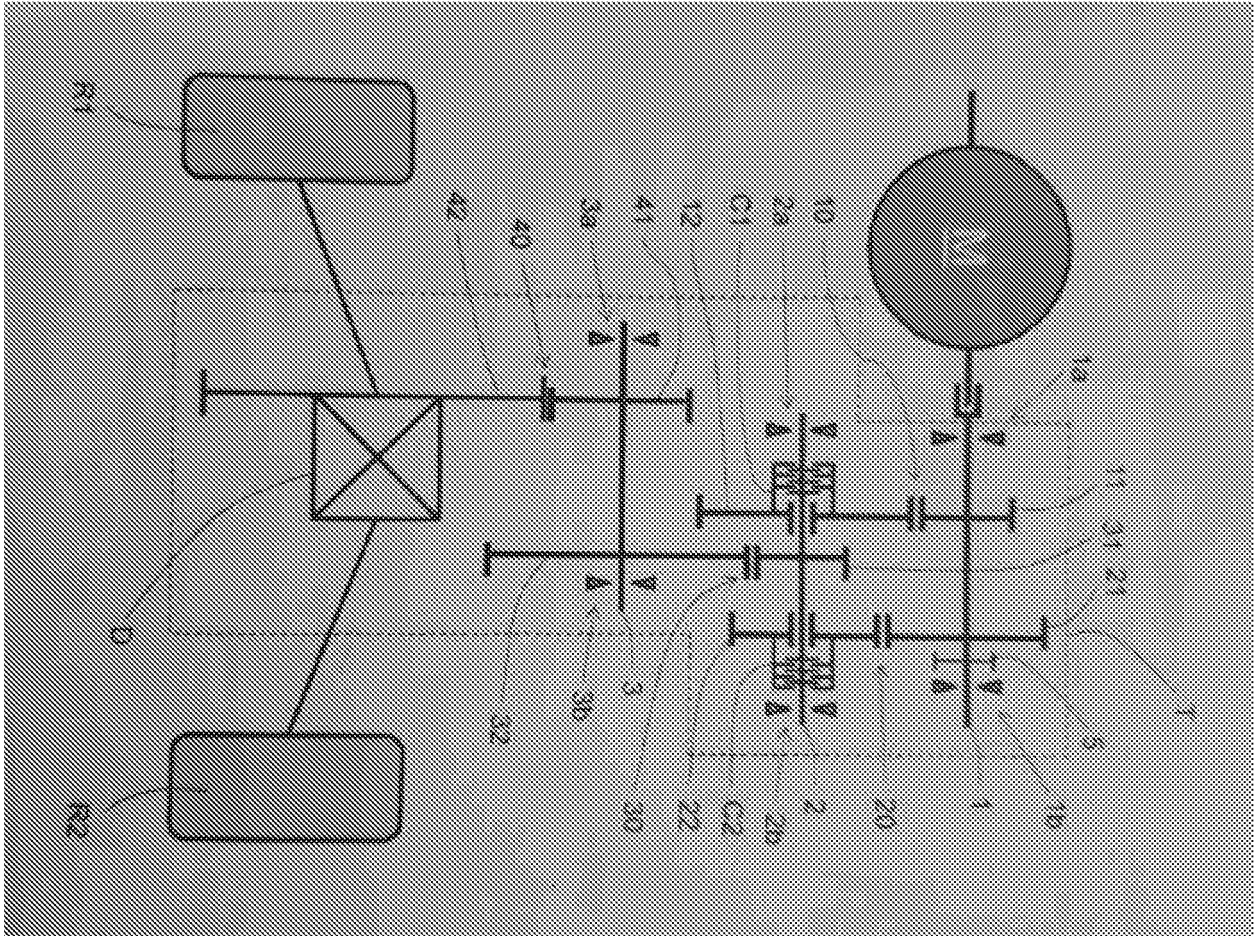
Revendications

- [Revendication 1] Ensemble (10,20,30,40,50) roue menante - roue menée pour équiper un dispositif de transmission, comportant
- une première roue (11, 21, 31, 41, 51, D), dite roue menante, présentant une première raideur dynamique (k_1),
 - une deuxième roue (12, 22, 32,41,42, 52, D) , dite roue menée, présentant une deuxième raideur dynamique (k_2),
- tel que les première raideur dynamique et deuxième raideur dynamique présente un ratio (R) supérieur ou égal à 1,5.
- [Revendication 2] Ensemble selon la revendication 1, le ratio (R) étant supérieur ou égal à 2, voire 2,5.
- [Revendication 3] Ensemble selon la revendication 1 ou 2, le ratio (R) étant défini par la première raideur dynamique (k_1) divisée par la deuxième raideur dynamique (k_2).
- [Revendication 4] Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, le ratio (R) est défini par la deuxième raideur dynamique (k_2) divisée par la première raideur dynamique (k_1).
- [Revendication 5] Dispositif de transmission (T) comportant au moins deux roues (11, 12, 21, 22, 31, 32,41,42, D) formant un ensemble roue menante - roue menée (10, 20, 30, 40) selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- [Revendication 6] Procédé de conception d'un ensemble roue menante - roue menée pour machine électrique comportant au moins une étape de calcul d'un ratio (R) entre une première raideur dynamique (k_1) d'une première roue () et une deuxième raideur dynamique (k_2) d'une deuxième roue () et en particulier comparaison du ratio R avec une valeur prédéfinie... la première raideur dynamique (k_1) étant préalablement déduite d'une mesure de l'inertance de la première roue et/ou la deuxième raideur dynamique (k_2) étant déduite d'une mesure de l'inertance de la deuxième roue.
- [Revendication 7] Procédé selon la revendication précédente comportant en outre une étape de calcul de $k_1 \times k_2 / (k_1 + k_2)$.
- [Revendication 8] Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 et 7, la première roue (11, 21, 31, 41, D) présentant un première série (F1) de caractéristiques (f_1, f_2, f_i) et/ou la deuxième roue (12, 22, 32, 42, D) présentant

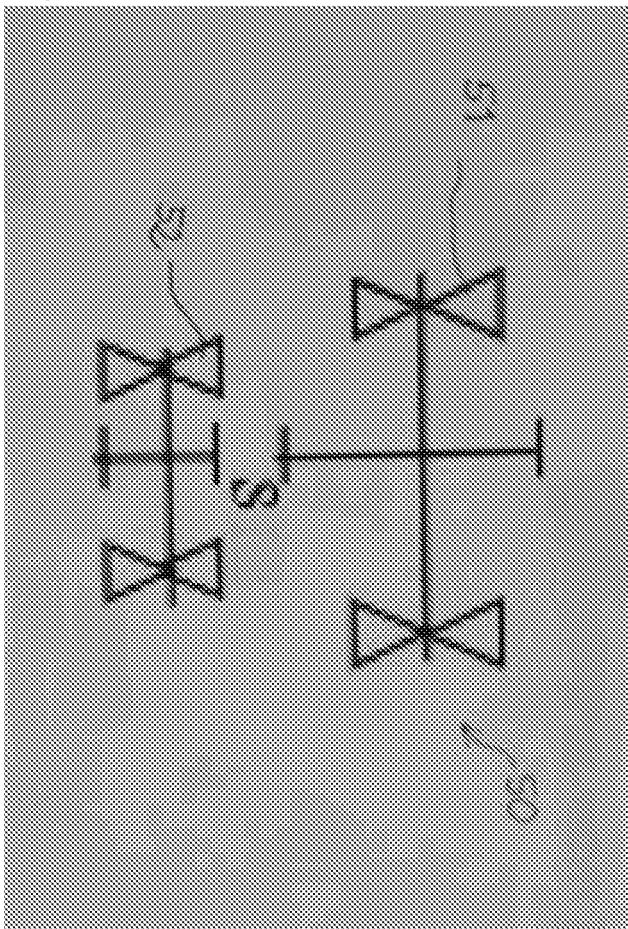
une deuxième série (F2) de caractéristiques (f1, f2,fi),
le procédé comportant en outre une étape de modification d'au moins
une de caractéristiques(f1, f2,fi) de la première série ou de la deuxième
série.

[Revendication 9] Procédé selon la revendication précédente le première série de caractéristiques étant choisi parmi un diamètre (d1) et un module de Young (y1) de la roue, une largeur l_1 et une épaisseur (e1) de la denture (75), un nombre de dents (n1), une épaisseur (h_1) d'un voile (70) de la première roue et/ou le deuxième ensemble [F2]de caractéristiques étant choisi parmi un diamètre (d1) et un module de Young (y1) de la roue, une largeur l_1 et une épaisseur (e1) de la denture (75), un nombre de dents (n1), une épaisseur (h_1) d'un voile (70) de la deuxième roue.

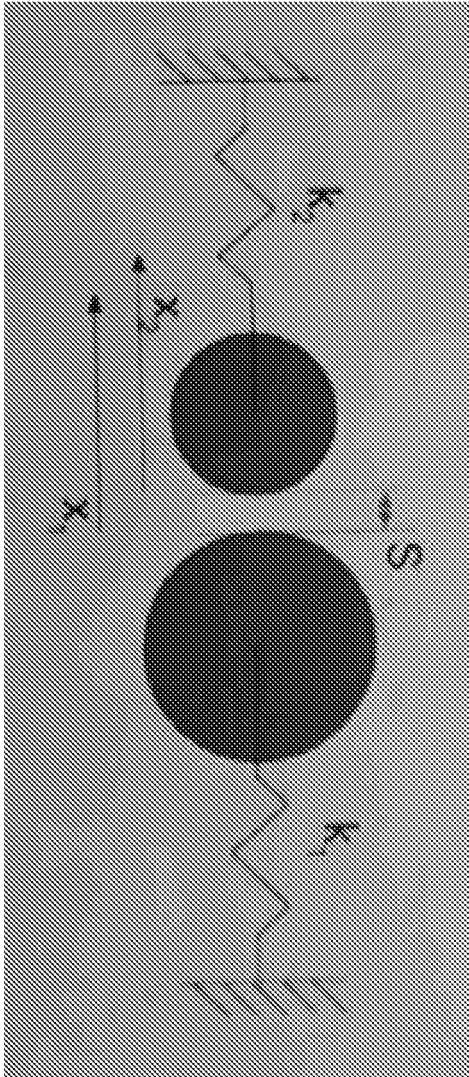
[Fig. 1]



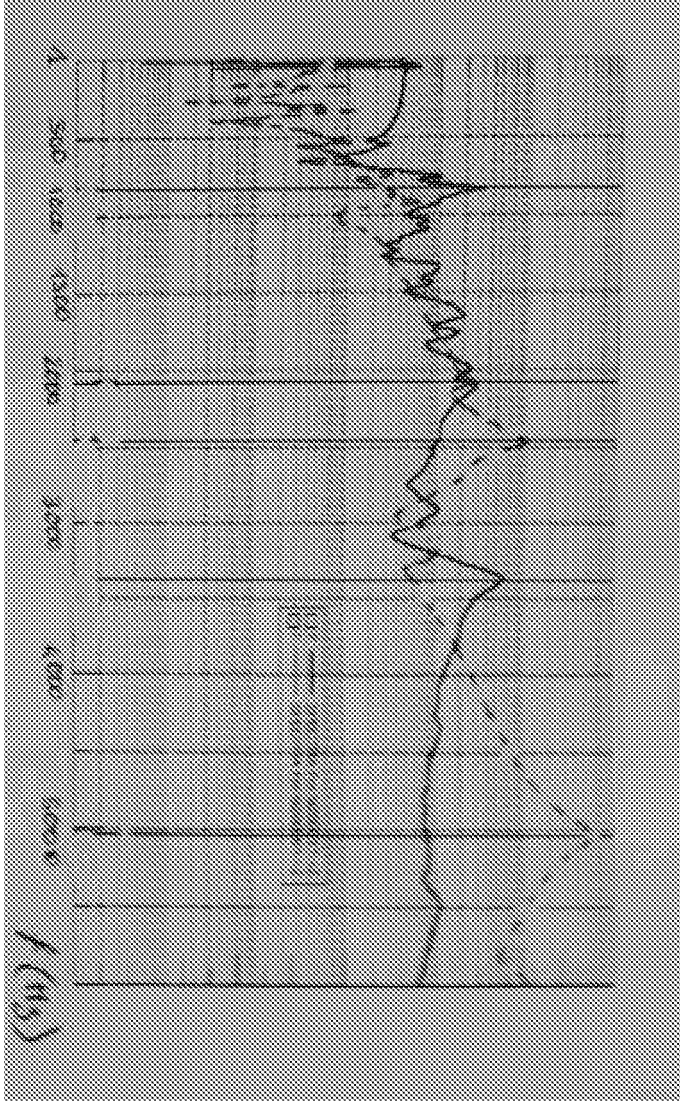
[Fig. 2a]



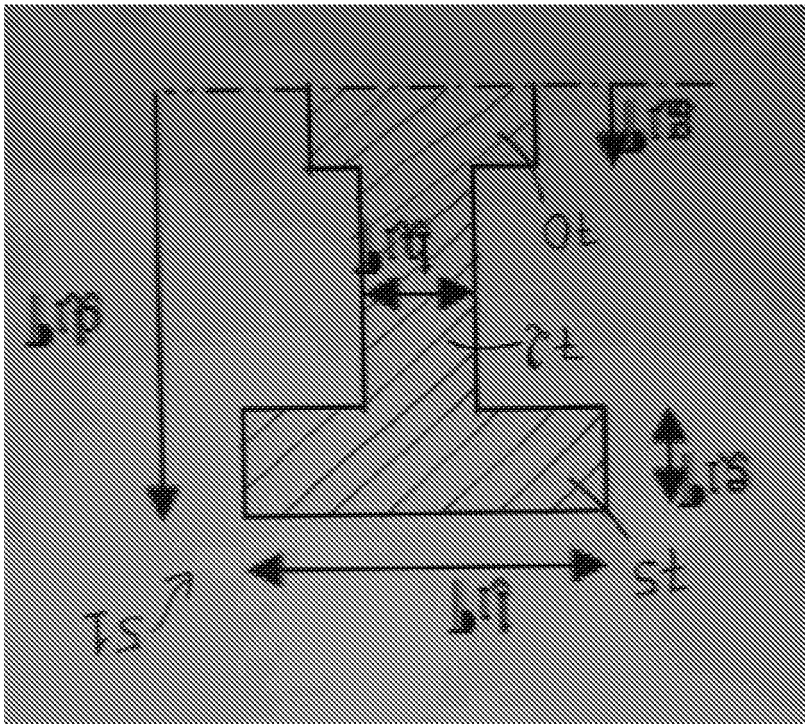
[Fig. 2b]



[Fig. 3]



[Fig. 4]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 876360
FR 1915803

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		
A	KIM W ET AL: "Dynamic analysis for a pair of spur gears with translational motion due to bearing deformation", JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 329, no. 21, 11 octobre 2010 (2010-10-11), pages 4409-4421, XP027095768, ISSN: 0022-460X [extrait le 2010-06-01] * figure 1 *	1-9	F16F15/10
A	JIN-GYUN KIM ET AL: "Dynamic Stiffness Effect of Mechanical Components on Gear Mesh Misalignment", APPLIED SCIENCES, vol. 8, no. 6, 23 mai 2018 (2018-05-23), page 844, XP055684908, DOI: 10.3390/app8060844 * le document en entier *	1-9	
A	K.J. HUANG ET AL: "DYNAMIC ANALYSIS OF A SPUR GEAR BY THE DYNAMIC STIFFNESS METHOD", JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION, vol. 234, no. 2, 1 juillet 2000 (2000-07-01), pages 311-329, XP055732376, AMSTERDAM, NL ISSN: 0022-460X, DOI: 10.1006/jsvi.1999.2869 * le document en entier *	1-9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F16F B60K F16H
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 septembre 2020		Beaumont, Arnaud	
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	