



(43) Date de la publication internationale  
27 octobre 2016 (27.10.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2016/169645 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
G01L 3/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2016/000629

(22) Date de dépôt international :  
18 avril 2016 (18.04.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1553562 21 avril 2015 (21.04.2015) FR

(71) Déposants : CONTINENTAL AUTOMOTIVE  
FRANCE [FR/FR]; 1, Avenue Paul Ourliac, 31100 Tou-  
louse (FR). CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH  
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Inventeur : HOURNE, Xavier; 19 rue des Tourelles,  
31270 Cugnaux (FR).

(74) Représentant commun : CONTINENTAL AUTOMO-  
TIVE FRANCE; Service Intellectual Property, 1, Avenue  
Paul Ourliac, 31100 Toulouse (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.

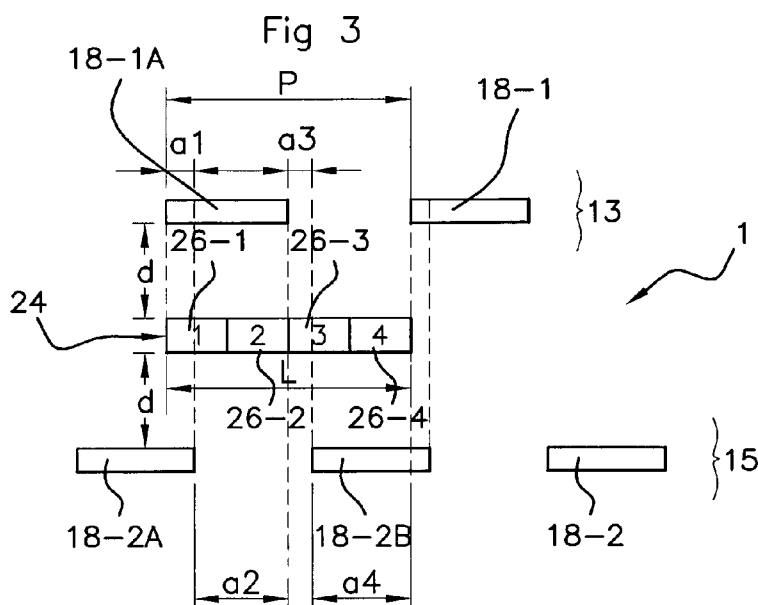
(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,  
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU,  
LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : SENSOR FOR MEASURING THE TORQUE OF A DRIVE SHAFT

(54) Titre : CAPTEUR DE MESURE DU COUPLE D'UN ARBRE D'ENTRAÎNEMENT



(57) Abstract : The aim of the invention is to produce an assembly formed from a drive shaft (10) for a vehicle and a sensor (20) for measuring the value of a torque applied to said shaft (10), said sensor (20) comprising means for generating a magnetic field and an arrangement (26) formed from a first coil (26-1), a second coil (26-2), a third coil (26-3) and a fourth coil (26-4) arranged side-by-side between a first gear wheel (13) of the shaft and a second gear wheel (15) of the shaft, parallel to said first gear wheel (13) and said second gear wheel (15), arranged to be immersed in said magnetic field, the total length of the first coil (26-1), of the second coil (26-2), of the third coil (26-3) and of the fourth coil (26-4) being equal to the period (P) of the first gear wheel (13) and of the second gear wheel (15).

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un ensemble formé d'un arbre d'entraînement (10) pour véhicule et d'un capteur (20) de mesure de la valeur d'un couple  
[Suite sur la page suivante]



---

appliqué audit arbre (10), ledit capteur (20) comprenant des moyens de génération d'un champ magnétique et un agencement (26) formé d'une première bobine (26-1), d'une deuxième bobine (26-2), d'une troisième bobine (26-3) et d'une quatrième bobine (26-4) disposées côte-à-côte entre une première roue dentée (13) de l'arbre et une deuxième roue dentée (15) de l'arbre, parallèlement à ladite première roue dentée (13) et à ladite deuxième roue dentée (15), agencé pour baigner dans ledit champ magnétique, la longueur totale de la première bobine (26-1), de la deuxième bobine (26-2), de la troisième bobine (26-3) et de la quatrième bobine (26-4) étant égale à la période (P) de la première roue dentée (13) et de la deuxième roue dentée (15).

### **Capteur de mesure du couple d'un arbre d'entraînement**

L'invention concerne le domaine des capteurs électroniques de mesure et concerne plus particulièrement un capteur de mesure du couple appliqué à un arbre d'entraînement.

L'invention trouve notamment son application à la mesure du couple d'un  
5 arbre d'entraînement d'un véhicule automobile ainsi qu'à la mesure du couple d'un axe de pédalier d'un cycle tel que, par exemple, une bicyclette.

Le couple désigne un système de deux forces colinéaires, de directions opposées et de même intensité. Il est caractérisé par son moment, qui est égal au produit de l'intensité de l'une des forces par la distance qui sépare les deux forces.

10 Il est connu d'utiliser un capteur pour mesurer le couple d'un arbre d'entraînement monté dans un véhicule tel que, par exemple, un véhicule automobile ou un cycle. Un tel arbre d'entraînement peut être un arbre de transmission de la puissance d'un moteur, un arbre d'une boîte de vitesse, un vilebrequin, un axe de pédalier etc.

Un tel capteur, connu également sous le nom de « couplemètre » ou « torque  
15 sensor » en langue anglaise, mesure la déformation de l'arbre qui subit le couple afin d'en déduire une valeur dudit couple.

Parmi ces capteurs de couple, on distingue les capteurs à jauges de déformation et les capteurs magnétiques. Dans les capteurs à jauge de déformation tels que les couplemètres à transformateurs tournants ou les couplemètres avec système de  
20 télémessure, une partie de l'électronique réalisant la mesure est montée sur l'arbre d'entraînement. Ceci diminue significativement leur robustesse et augmente leur besoin en maintenance, ce qui présente des inconvénients importants.

Les capteurs magnétiques, appelés capteurs « sans contact », permettent de palier en partie ces inconvénients. Parmi les capteurs magnétiques, on connaît les  
25 couplemètres basés sur une magnétisation de l'arbre et les couplemètres à transformateurs différentiels.

Les couplemètres basés sur une magnétisation de l'arbre nécessitent par définition un arbre constitué d'un matériau ferromagnétique, or un tel arbre ne remplit pas nécessairement les conditions de solidité et de fiabilité des arbres pour véhicule  
30 automobile ou pour cycle, l'arbre pouvant notamment perdre son aimantation avec le temps, ce qui présente des inconvénients.

Concernant les couplemètres à transformateurs différentiels, l'arbre comprend une première portion et une deuxième portion de même diamètre et une portion intermédiaire de torsion, de diamètre inférieur, rejoignant la première portion et la  
35 deuxième portion. Cette portion intermédiaire permet de concentrer la torsion générée par un couple appliqué à l'arbre afin d'en permettre la mesure. Un premier élément du

capteur, de forme cylindrique, est monté sur la première portion de l'arbre et s'étend en partie autour de la portion intermédiaire tandis qu'un deuxième élément du capteur, également de forme cylindrique, est monté sur la deuxième portion de l'arbre et s'étend également en partie autour de la portion intermédiaire de sorte que la première portion, le premier élément, la deuxième portion et le deuxième élément soient coaxiaux et que le premier élément et le deuxième élément se recouvrent au niveau de la portion intermédiaire. Des ouvertures sont formées dans le premier élément du capteur et dans le deuxième élément du capteur et des bobines primaires et secondaires sont montées en regard les unes des autres de part et d'autre du premier élément du capteur et du deuxième élément du capteur. En l'absence de torsion appliquée à l'arbre, les ouvertures du premier élément et du deuxième élément ne coïncident pas de sorte qu'aucun champ magnétique ne circule entre les bobines primaires et les bobines secondaires. A l'inverse, lorsque l'arbre transmet une certaine puissance, la portion intermédiaire se déforme de sorte que le premier élément et le deuxième élément du capteur se déplace angulairement relativement l'un par rapport à l'autre. Ce déplacement angulaire entraîne un chevauchement des ouvertures du premier élément et du deuxième élément de sorte qu'un flux magnétique circule alors entre les bobines primaires et les bobines secondaires proportionnellement au couple appliqué à l'arbre. La fabrication d'un tel capteur est toutefois complexe et chronophage notamment de par l'agencement et l'alignement nécessaires entre les bobines primaires, les bobines secondaires, les ouvertures, le premier élément du capteur et le deuxième élément du capteur, ce qui présente des inconvénients importants. En particulier, le montage par recouvrement du premier élément cylindrique et du deuxième élément cylindrique, de manière coaxiale, respectivement sur la première portion et sur la deuxième portion de l'arbre peut s'avérer complexe et imprécis. En outre, le premier élément et le deuxième élément peuvent générer un balourd lors de la rotation de l'arbre, ce qui présente un autre problème notable.

La présente invention a donc pour but de résoudre au moins en partie ces inconvénients en proposant une solution simple, fiable, efficace et précise de mesure de la valeur du couple appliqué à un arbre d'entraînement d'un véhicule automobile ou de type cycle.

A cette fin, l'invention a tout d'abord pour objet un ensemble formé d'un arbre d'entraînement pour véhicule et d'un capteur de mesure de la valeur d'un couple appliqué audit arbre d'entraînement,

ledit arbre d'entraînement comprenant :

- une première portion cylindrique d'un premier diamètre,
- une deuxième portion cylindrique d'un deuxième diamètre,

- une portion intermédiaire de torsion reliant la première portion et la deuxième portion et dont une dimension de la section est inférieure au premier diamètre et au deuxième diamètre afin de concentrer une torsion générée par un couple appliqué à l'arbre,
- 5 • une première roue dentée montée de manière coaxiale sur la première portion, comprenant sur sa périphérie une pluralité de dents alternées avec des creux et dont la période correspond à la longueur de l'arc de cercle défini par une dent et un creux consécutifs mesurée à la périphérie de ladite dent,
- 10 • une deuxième roue dentée, identique à la première roue dentée, montée de manière coaxiale sur la deuxième portion parallèlement à la première roue dentée,

ledit capteur comprenant des moyens de génération d'un champ magnétique et un agencement formé d'une première bobine, d'une deuxième bobine, d'une troisième bobine et d'une quatrième bobine disposées côte-à-côte entre la première roue dentée et la deuxième roue dentée, parallèlement à ladite première roue dentée et à ladite deuxième roue dentée, ledit agencement étant agencé pour baigner dans ledit champ magnétique et configuré de sorte que la longueur totale de la première bobine, de la deuxième bobine, de la troisième bobine et de la quatrième bobine soit égale à la période de la première roue dentée et de la deuxième roue dentée.

20 La première bobine, la deuxième bobine, la troisième bobine et la quatrième bobine définissant chacune à leurs bornes respectivement une première tension, une deuxième tension, une troisième tension et une quatrième tension, il suffit alors de comparer, d'une part, la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension et la troisième tension et la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension et la quatrième tension à une valeur initiale de ladite somme, mesurée  
25 préalablement en l'absence de torsion de l'arbre, pour obtenir une valeur de l'ouverture, c'est-à-dire du déplacement angulaire, entre la première roue dentée et la deuxième roue dentée représentative de la valeur d'un couple appliqué à l'arbre. En outre, un tel agencement permet d'assurer que la somme de la première tension, de la deuxième tension, de la troisième tension et de la quatrième tension soit constante quel que soit le  
30 couple appliqué à l'arbre d'entraînement, ce qui permet notamment de calibrer aisément le capteur. En effet, le signal mesuré par le capteur dépendant de la distance entre le capteur et la première roue dentée, d'une part, et de la distance entre le capteur et la deuxième roue dentée, d'autre part, toute modification de ces distances due à des jeux  
35 mécaniques pourrait fausser la mesure du capteur. Or, la somme de la première tension, de la deuxième tension, de la troisième tension et de la quatrième tension varie également selon ces distances mais reste constante lorsque ces distances ne varient pas

quelle que soit la valeur de torsion appliquée, ce qui permet d'asservir la sensibilité du capteur de façon automatique afin qu'il ne soit plus perturbé lorsque ces distances varient. Par ailleurs, avec le capteur selon l'invention, l'information de couple est indépendante de la rotation de l'arbre. Ainsi, pour un même couple appliqué, la valeur mesurée est  
5 identique selon que l'arbre est en rotation ou non et, lorsqu'il est en rotation quelle que soit sa vitesse de rotation.

La valeur de l'ouverture est proportionnelle à la torsion appliquée à l'arbre qui est elle-même proportionnelle à la valeur du couple appliqué à l'arbre. Ainsi, une table de corrélation entre le champ magnétique perçu par les bobines et le couple appliqué à  
10 l'arbre peut être utilisée pour fournir la valeur du couple appliqué à l'arbre, cette table pouvant être établie de manière empirique. Une telle valeur de couple peut ensuite être utilisée par un calculateur, par exemple pour gérer les paramètres de fonctionnement du moteur d'un véhicule automobile ou d'une bicyclette à assistance motorisée.

On notera que le capteur selon l'invention est avantageusement un capteur du  
15 type « capteur sans contact », c'est-à-dire qu'aucun élément électronique du capteur n'est monté sur l'arbre, ce qui permet de rendre le capteur robuste et fiable, notamment à des vitesses de rotation élevées de l'arbre.

On notera en outre que l'utilisation de deux capteurs inductifs de type résolveur qui mesurent chacun la position d'une cible afin d'en déduire un décalage  
20 angulaire n'aurait pas permis de mesurer le couple avec précision. En effet, le résolveur est une sorte de petit transformateur rotatif avec en général une bobine primaire et deux bobines secondaires décalées électriquement de 90°. La bobine primaire est alimentée par une tension sinusoïdale de sorte que les tensions aux bornes des bobines secondaires soient deux sinusoïdes déphasées de 90° et dont le déphasage avec la  
25 bobine primaire est l'image de la position angulaire que l'on souhaite mesurer. Or, dans le domaine d'automobile notamment, il peut être requis de mesurer le couple avec une précision inférieure à 5 % de la valeur maximale de couple, ce qui nécessite de connaître la position relative des deux cibles avec une précision importante, par exemple inférieure à 0,04°. La différence de calibration entre les deux résolveurs ainsi que la somme des  
30 bruits des deux capteurs sur la mesure ne permettraient toutefois pas d'atteindre un tel niveau de précision, notamment du fait que les cibles soient en mouvement quand le couple varie.

Dans une forme de réalisation du capteur selon l'invention, l'agencement de bobines se présente sous la forme d'un secteur annulaire disposé entre la première roue  
35 dentée et à la deuxième roue dentée, parallèlement à ladite première roue dentée et à ladite deuxième roue dentée. Ce secteur annulaire est défini par un rayon extérieur et un rayon intérieur, inférieur au rayon extérieur, et est disposé en regard des dents de la

première roue dentée et de la deuxième roue dentée de sorte que la longueur de l'arc-de-cercle du secteur définit par son rayon extérieur corresponde à la période de la première roue dentée et de la deuxième roue dentée.

De préférence, la première roue dentée et la deuxième roue dentée  
5 comprenant chacune une première dent de référence, la première dent de référence de la première roue dentée et la première dent de référence de la deuxième roue dentée sont toutes deux en regard de la première bobine sur une portion de longueur non nulle et inférieure à la période de la première roue dentée et de la deuxième roue dentée de manière à définir une position initiale correspondant à une absence de torsion de l'arbre.

10 Une telle position initiale permet de générer une valeur non nulle de la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension et la troisième tension et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension et la quatrième tension qui permet avantageusement de n'avoir jamais de signaux de tension négatifs à mesurer. En effet, les calculs se faisant en valeur absolue, il serait alors dans ce cas impossible de les  
15 mesurer.

L'invention concerne aussi un véhicule comprenant un ensemble formé d'un arbre d'entraînement pour véhicule et d'un capteur de mesure de la valeur d'un couple appliqué audit arbre tel que présenté précédemment.

L'invention concerne aussi un procédé de détermination d'un couple appliqué  
20 à un arbre d'entraînement d'un véhicule, ledit procédé étant mis en œuvre par un ensemble tel que présenté précédemment, la première bobine, la deuxième bobine, la troisième bobine et la quatrième bobine définissant chacune à leurs bornes respectivement une première tension, une deuxième tension, une troisième tension et une quatrième tension, ledit procédé comprenant :

- 25
- une étape de torsion de l'arbre au niveau de sa portion intermédiaire,
  - une étape de mesure de la première tension, de la deuxième tension, de la troisième tension et de la quatrième tension,
  - une étape de calcul de la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension et la troisième tension et la valeur absolue de la différence entre  
30 la deuxième tension et la quatrième tension,
  - une étape de comparaison de la somme calculée avec une valeur prédéterminée correspondant à une absence de torsion de l'arbre de manière à déterminer la valeur du couple appliqué à l'arbre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la  
35 description qui suit faite en regard des figures annexées données à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquelles des références identiques sont données à des objets semblables :

- La **figure 1** illustre schématiquement une forme de réalisation d'un ensemble selon l'invention formé d'un arbre d'entraînement et d'un capteur.
- La **figure 2** est une vue schématique d'un support comprenant un agencement de bobines du capteur de la figure 1.
- 5 – La **figure 3** est une vue schématique de dessus de l'agencement de bobines de la figure 2 disposé entre la première roue dentée et la deuxième roue dentée de l'arbre de la figure 1 en l'absence d'une torsion de l'arbre.
- La **figure 4** est une vue schématique de dessus de l'agencement de bobines la figure 2 disposé entre la première roue dentée et la deuxième roue dentée de  
10 l'arbre de la figure 1 en présence d'une torsion positive de l'arbre.
- La **figure 5** est une vue schématique de dessus de l'agencement de bobines de la figure 2 disposé entre la première roue dentée et la deuxième roue dentée de l'arbre de la figure 1 en présence d'une torsion négative de l'arbre.

L'ensemble 1 selon l'invention, décrit ci-après en référence aux figures 1 à 5,  
15 est formé d'un arbre d'entraînement 10 et d'un capteur 20 de mesure de la valeur d'un couple appliqué audit arbre d'entraînement 10.

Un tel capteur 20, communément appelé « capteur de couple », est agencé pour être monté sur un carter fixe 30 d'un véhicule (non représenté) afin de mesurer le couple d'un arbre d'entraînement 10 dudit véhicule.

20 Ce véhicule peut par exemple être un véhicule automobile ou bien un cycle tel que, par exemple, une bicyclette à assistance électrique motorisée.

A titre d'exemple, l'arbre d'entraînement 10 peut être, dans le cas d'un véhicule automobile, un arbre de transmission de la puissance d'un moteur, un arbre d'une boîte de vitesse, un vilebrequin, ou bien, dans le cas d'une bicyclette, un axe de  
25 pédalier.

Comme illustré à la figure 1, l'arbre d'entraînement 10 s'étend selon un axe longitudinal XX et comprend une première portion cylindrique 12, une deuxième portion cylindrique 14 et une portion intermédiaire 16 de torsion reliant la première portion 12 et la deuxième portion 14.

30 La première portion cylindrique 12 de l'arbre d'entraînement 10, de section circulaire d'un premier diamètre D1, est destinée à être reliée à un premier élément (non représenté) du véhicule tel que par exemple, un moteur, une boîte de vitesse, une pédale etc.

De même, la deuxième portion cylindrique 14, de section circulaire d'un  
35 deuxième diamètre D2 pouvant être égal au premier diamètre D1, est destinée à être reliée à un deuxième élément (non représenté) du véhicule tel que par exemple, un moteur, une boîte de vitesse, une pédale etc.

La section de la portion intermédiaire de torsion 16 peut être circulaire, rectangulaire ou de toute autre forme adaptée.

Toujours en référence à la figure 1, une épaisseur E1 d'au moins une partie de cette portion intermédiaire de torsion 16 est inférieure au premier diamètre D1 de la première portion 12 et au deuxième diamètre D2 de la deuxième portion de sorte que la  
5 portion intermédiaire 16 soit agencée pour subir une déformation en torsion lorsque l'arbre d'entraînement 10 est soumis à un couple de forces (i.e. lorsque l'arbre d'entraînement 10 est entraîné en rotation par exemple par un moteur ou des pédales).

Selon l'invention, afin de permettre la mesure du couple qui lui est appliqué  
10 par le capteur 20, l'arbre d'entraînement 10 comprend une première roue dentée 13 et une deuxième roue dentée 15, toutes deux métalliques.

La première roue dentée 13 comprend sur sa périphérie une pluralité de dents 18-1 alternées avec des creux 19-1 et est montée de manière coaxiale sur la première portion 12 de l'arbre d'entraînement 10. En d'autres termes, la première roue  
15 dentée 13 s'étend perpendiculairement à l'axe longitudinal XX de l'arbre d'entraînement 10.

De même, la deuxième roue dentée 15 comprend sur sa périphérie une pluralité de dents 18-2 alternées avec des creux 19-2 et est montée de manière coaxiale sur la deuxième portion 14 de l'arbre d'entraînement 10, parallèlement à la première roue  
20 dentée 13 et en regard de cette dernière. En d'autres termes, la deuxième roue dentée 15 s'étend perpendiculairement à l'axe longitudinal XX de l'arbre d'entraînement 10.

La première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 sont identiques, notamment en taille et en nombre de dents 18-1, 18-2. Dans cet exemple, chacune de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 comprend douze  
25 dents 18-1, 18-2 mais il va de soi que chacune de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 pourrait comprendre plus ou moins de douze dents 18-1, 18-2.

La période P de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 est définie comme étant la longueur, mesurée à la périphérie d'une dent 18-1 de la première roue dentée 13 (respectivement d'une dent 18-2 de la deuxième roue  
30 dentée 15), de l'arc de cercle délimitant une dent 18-1, 18-2 et un creux 19-1, 19-2 successifs.

Toujours en référence à la figure 1, le capteur 20 comprend un corps 22 de fixation sur le carter fixe 30 du véhicule duquel s'étend en saillie, entre la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15, un support 24 de bobines. Il va de soi que ce  
35 corps de fixation 22 et ce support de bobines 24 peuvent prendre toute forme adaptée.

Comme illustré à la figure 1, ce support de bobines 24 est un circuit imprimé se présentant sous la forme d'une plaque plane dont la forme définit un secteur annulaire

et qui s'étend entre la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 parallèlement à celles-ci.

Le support de bobines 24 est éloigné de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 d'une même distance  $d$  (en référence aux figures 3 à 5).

5 En référence maintenant à la figure 2, ce support de bobines 24 comprend sur l'une de ses faces un agencement 26 de quatre bobines identiques, respectivement une première bobine 26-1, une deuxième bobine 26-2, une troisième bobine 26-3 et une quatrième bobine 26-4, disposées côte-à-côte.

10 La première bobine 26-1, la deuxième bobine 26-2, la troisième bobine 26-3 et la quatrième bobine 26-4 définissent chacune à leurs bornes respectivement une première tension  $V_1$ , une deuxième tension  $V_2$ , une troisième tension  $V_3$  et une quatrième tension  $V_4$ .

En référence aux figures 2 à 5, cet agencement 26 de bobines est en forme de secteur annulaire défini par un rayon extérieur  $R_1$  et un rayon intérieur  $R_2$ , inférieur au rayon extérieur  $R_1$ , et est disposé en regard des dents 18-1, 18-2 respectivement de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 de sorte que la longueur  $L$  de l'arc-de-cercle définie par le rayon extérieur de l'agencement 26 corresponde à la période  $P$  de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15.

A titre d'exemple, lorsque la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 possèdent chacune douze dents 18-1, 18-2 équiréparties sur leur périphérie, chaque dent 18-1, 18-2 couvre un secteur angulaire de  $15^\circ$  et chaque creux couvre de même un secteur angulaire de  $15^\circ$ , définissant ainsi une période  $P$  couvrant un secteur angulaire de  $30^\circ$ . Dans ce cas, chacune des bobines de l'agencement 26 est configurée pour couvrir un secteur angulaire de  $7,5^\circ$ , soit un total de  $30^\circ$  pour l'agencement des quatre bobines, correspondant à la période  $P$  de chacune de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15.

Le capteur 20 comprend également des moyens de génération d'un champ magnétique se présentant sous la forme d'une cinquième bobine dite « excitatrice » 28 configurée pour baigner l'agencement 26 dans un champ magnétique qu'elle génère.

30 L'invention va maintenant être décrite dans sa mise en œuvre en référence aux figures 3 à 5.

En l'absence de couple appliqué à l'arbre d'entraînement 10, la position initiale de l'agencement de bobines 26, de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 est prédéterminée comme illustré sur la figure 3.

35 Dans cette position initiale donnée à titre d'exemple, une dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 est disposée exactement en regard de la première bobine 26-1 et de la deuxième bobine 26-2, c'est-à-dire de sorte à s'étendre

exactement sur la longueur de la première bobine 26-1 et de la deuxième bobine 26-2, couvrant ainsi un secteur angulaire de  $15^\circ$  dans l'exemple donné ci-avant.

Par ailleurs, toujours dans cette position initiale, une portion de longueur  $a_1$  d'une première dent de référence 18-2A de la deuxième roue dentée 15 est disposée en regard de la première bobine 26-1 et donc également de la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13.

On note ( $a_1 + a_2$ ) la longueur de la dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13, mesurée au niveau de sa périphérie, qui est aussi égale à une demi-période  $P/2$  ou à une demi-longueur  $L/2$  de l'agencement de bobines 26.

Il en résulte, comme illustré à la figure 3, qu'une portion de longueur  $a_3$  de la troisième bobine 26-3 n'est en regard d'aucune dent 18-1 de la première roue dentée 13, ni de la deuxième roue dentée 15 et qu'une portion de longueur  $a_4$  d'une deuxième dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15, consécutive à la première dent de référence 18-2A de la deuxième roue dentée 15, est disposée en regard d'une portion de la troisième bobine 26-3 et de la totalité de la quatrième bobine 26-4.

En résumé, la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 et la première dent de référence 18-2A de la deuxième roue dentée 15 sont en regard de la première bobine 26-1 sur une longueur  $a_1$ , la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 est seule en regard de la première bobine 26-1 et de la deuxième bobine 26-2 sur une longueur  $a_2$ , aucune dent 18-1, 18-2 n'est en regard de la troisième bobine sur une longueur  $a_3$  et la deuxième dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15 est seule en regard de la troisième bobine 26-3 et de la quatrième bobine 26-4 sur une longueur  $a_4$ .

Le décalage angulaire entre la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 dépend du couple appliqué à l'arbre d'entraînement 10.

Ce décalage angulaire, appelé « ouverture », fait varier la quantité de champ magnétique reçue par la première bobine 26-1, la deuxième bobine 26-2, la troisième bobine 26-3 et la quatrième bobine 26-4 réceptrices proportionnellement à la valeur de la torsion (et donc du couple appliqué) et fait varier la première tension  $V_1$ , la deuxième tension  $V_2$ , la troisième tension  $V_3$  et la quatrième tension  $V_4$ .

En effet, une pièce de métal baignée dans un champ magnétique va générer à sa surface des courants de Foucault qui vont avoir pour effet de créer un champ magnétique qui s'oppose au champ magnétique qui l'a créé. L'effet est que le champ magnétique vu au niveau de la première bobine 26-1, de la deuxième bobine 26-2, de la troisième bobine 26-3 et de la quatrième bobine 26-4 réceptrices va être plus faible en présence d'une pièce de métal (dents 18-1A, 18-2A, 18-2B) et donc que le signal mesuré sera plus faible en présence de la dent 18-1A, 18-2A, 18-2B qu'en son absence.

Ainsi, le champ magnétique reçu par l'agencement de bobines 26 en présence des portions de la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 ou de la deuxième dent de référence 18-2B qui sont chacune seule en regard de l'agencement de bobines 26 (portions de longueur  $a_2$  et  $a_4$ ) est inférieur, par exemple  
5 de 20 %, au champ magnétique reçu en l'absence de dent 18-1A, 18-2A, 18-2B en regard de l'agencement 26.

De même, le champ magnétique reçu par l'agencement de bobines 26 en présence des portions de la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 et de la première dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15 qui  
10 sont toutes deux en regard de l'agencement de bobines 26 (portion de longueur  $a_1$ ) est inférieur, par exemple de 40 %, au champ magnétique reçu en l'absence de dent 18-1A, 18-2A, 18-2B en regard de l'agencement 26.

En revanche, le champ magnétique reçu par la partie de l'agencement de bobines 26 qui n'est en regard d'aucune dent 18-1A, 18-2A, 18-2B, en l'espèce la partie  
15 de longueur  $a_3$ , n'est pas affaibli du fait de l'absence de dent 18-1A, 18-2A, 18-2B.

Il en résulte que la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension  $V_1$  et la troisième tension  $V_3$  et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension  $V_2$  et la quatrième tension  $V_4$  est égale à une valeur  
20 prédéterminée de référence qui correspond à une valeur nulle ( $0^\circ$ ) de torsion de l'arbre d'entraînement 10.

Lorsque l'arbre 10 subit une torsion de l'arbre au niveau de sa portion intermédiaire 16, on va tout d'abord mesurer la première tension, la deuxième tension, la troisième tension et la quatrième tension puis calculer la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension et la troisième tension et la valeur absolue de la  
25 différence entre la deuxième tension et la quatrième tension.

Enfin, on compare la somme ainsi calculée avec la valeur prédéterminée correspondant à une absence de torsion de l'arbre 10 (position initiale) de manière à déterminer la valeur du couple appliqué à l'arbre 10.

La valeur de l'ouverture étant proportionnelle à la torsion appliquée à l'arbre  
30 qui est elle-même proportionnelle à la valeur du couple appliqué à l'arbre, on peut par exemple déterminer le couple en utilisant une table de corrélation entre le champ magnétique perçu par les bobines et le couple appliqué à l'arbre. Une telle table peut être établie de manière empirique. Il va de soi que l'utilisation d'une table de corrélation n'est pas limitative de la portée de la présente invention et que tout moyen adapté permettant  
35 de déterminer le couple appliqué à partir de la comparaison de tensions effectuée peut être utilisé.

Une fois déterminée, la valeur du couple peut être utilisée par un calculateur, notamment pour gérer les paramètres de fonctionnement du moteur de véhicule.

En référence à la figure 4, lorsque l'arbre d'entraînement 10 est soumis à un couple générant une torsion positive (i.e. dans le sens horaire), la torsion subie par l'arbre 10 se concentre au niveau de la portion intermédiaire de torsion 16 de sorte que la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 se déplacent angulairement relativement l'une par rapport à l'autre et par rapport à l'agencement de bobines 26.

Ainsi, sur l'exemple donné à la figure 4, la torsion de la portion intermédiaire de l'arbre 10 a entraîné la deuxième roue dentée 15 vers la droite par rapport à la position initiale de sorte que :

- la première dent de référence 18-2A de la deuxième roue dentée 15 se trouve désormais en regard de la première bobine 26-1 sur une longueur b1 supérieure à la longueur a1,
- la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 se trouve seule en regard de la première bobine 26-1 et de la deuxième bobine 26-2 sur une longueur b2 inférieure à la longueur a2,
- aucune dent 18-1, 18-2 ne se trouve en regard de la troisième bobine sur une longueur b3 supérieure à la longueur a3,
- la deuxième dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15 se trouve seule en regard de la troisième bobine 26-3 et de la quatrième bobine 26-4 sur une longueur b4, inférieure à la longueur a4.

Une torsion positive de l'arbre d'entraînement 10 fait varier la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension V1 et la troisième tension V3 et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension V2 et la quatrième tension V4 à une valeur supérieure à la valeur prédéterminée de référence qui correspond à une valeur intermédiaire de torsion positive de l'arbre, par exemple comprise entre 0° et 4° selon la table de corrélation.

En présence d'une torsion maximale prédéterminée de l'arbre d'entraînement 10, la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension V1 et la troisième tension V3 et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension V2 et la quatrième tension V4 est égale à une valeur maximale, supérieure à la valeur prédéterminée de référence, qui correspond à une valeur maximale prédéterminée de torsion de l'arbre, par exemple de 4° qui correspond à une valeur prédéterminée de couple selon la table de corrélation.

En référence maintenant à la figure 5, lorsque l'arbre d'entraînement 10 est soumis à un couple générant une torsion négative (i.e. dans le sens anti-horaire), la torsion subie par l'arbre 10 se concentre au niveau de la portion intermédiaire de

torsion 16 de sorte que la première roue dentée 13 et la deuxième roue dentée 15 se déplacent angulairement relativement l'une par rapport à l'autre et par rapport à l'agencement de bobines 26, dans le sens opposé à celui généré par une torsion positive.

Ainsi, sur l'exemple donné à la figure 5, la torsion de la portion intermédiaire de l'arbre 10 a entraîné la deuxième roue dentée 15 vers la gauche par rapport à la position initiale de sorte que :

- la première dent de référence 18-2A de la deuxième roue dentée 15 se trouve désormais en regard de la première bobine 26-1 sur une longueur  $c_1$  inférieure à la longueur  $a_1$ ,
- 10 • la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 se trouve seule en regard de la première bobine 26-1 et de la deuxième bobine 26-2 sur une longueur  $c_2$  supérieure à la longueur  $a_2$ ,
- aucune dent 18-1, 18-2 n'est en regard de la troisième bobine sur une longueur  $c_3$  inférieure à la longueur  $a_3$ ,
- 15 • la deuxième dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15 est seule en regard de la troisième bobine 26-3 et de la quatrième bobine 26-4 sur une longueur  $c_4$ , supérieure à la longueur  $a_4$ .

Toujours en référence à la figure 5, une torsion négative de l'arbre d'entraînement 10 fait varier la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension  $V_1$  et la troisième tension  $V_3$  et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension  $V_2$  et la quatrième tension  $V_4$  à une valeur inférieure à la valeur prédéterminée de référence qui correspond à une valeur intermédiaire de torsion négative de l'arbre, par exemple comprise entre  $0^\circ$  et  $-4^\circ$  selon la table de corrélation.

On notera que le décalage utilisé dans la position initiale entre la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 et la première dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15, défini par la longueur  $a_1$ , permet d'avoir un recouvrement entre la première dent de référence 18-1A de la première roue dentée 13 et la première dent de référence 18-2B de la deuxième roue dentée 15 qui génère une valeur non nulle de la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension  $V_1$  et la troisième tension  $V_3$  et de la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension  $V_2$  et la quatrième tension  $V_4$ . Ceci est avantageux car les calculs se font en valeurs absolues et qu'ainsi la valeur mesurée du couple est indépendante de la rotation de l'arbre.

Avec l'ensemble selon l'invention, on notera également que, dans les trois cas (torsion nulle, torsion positive, torsion négative), la somme de la première tension  $V_1$ , de la deuxième tension  $V_2$ , de la troisième tension  $V_3$  et de la quatrième tension  $V_4$  est constante quelle que soit la torsion appliquée à l'arbre d'entraînement 10, à distance  $d$

constante entre le support de bobines 24 et, d'une part, la première roue dentée 13 et, d'autre part, la deuxième roue dentée 15. En effet, le signal mesuré par le capteur dépendant de la distance entre le capteur et la première roue dentée, d'une part, et de la distance entre le capteur et la deuxième roue dentée, d'autre part, toute modification de ces distances due à des jeux mécaniques pourrait fausser la mesure du capteur. Or, la somme de la première tension, de la deuxième tension, de la troisième tension et de la quatrième tension varie également selon ces distances mais reste constante lorsque ces distances ne varient pas, ce qui permet d'asservir la sensibilité du capteur de façon automatique afin qu'il ne soit plus perturbé lorsque ces distances varient.

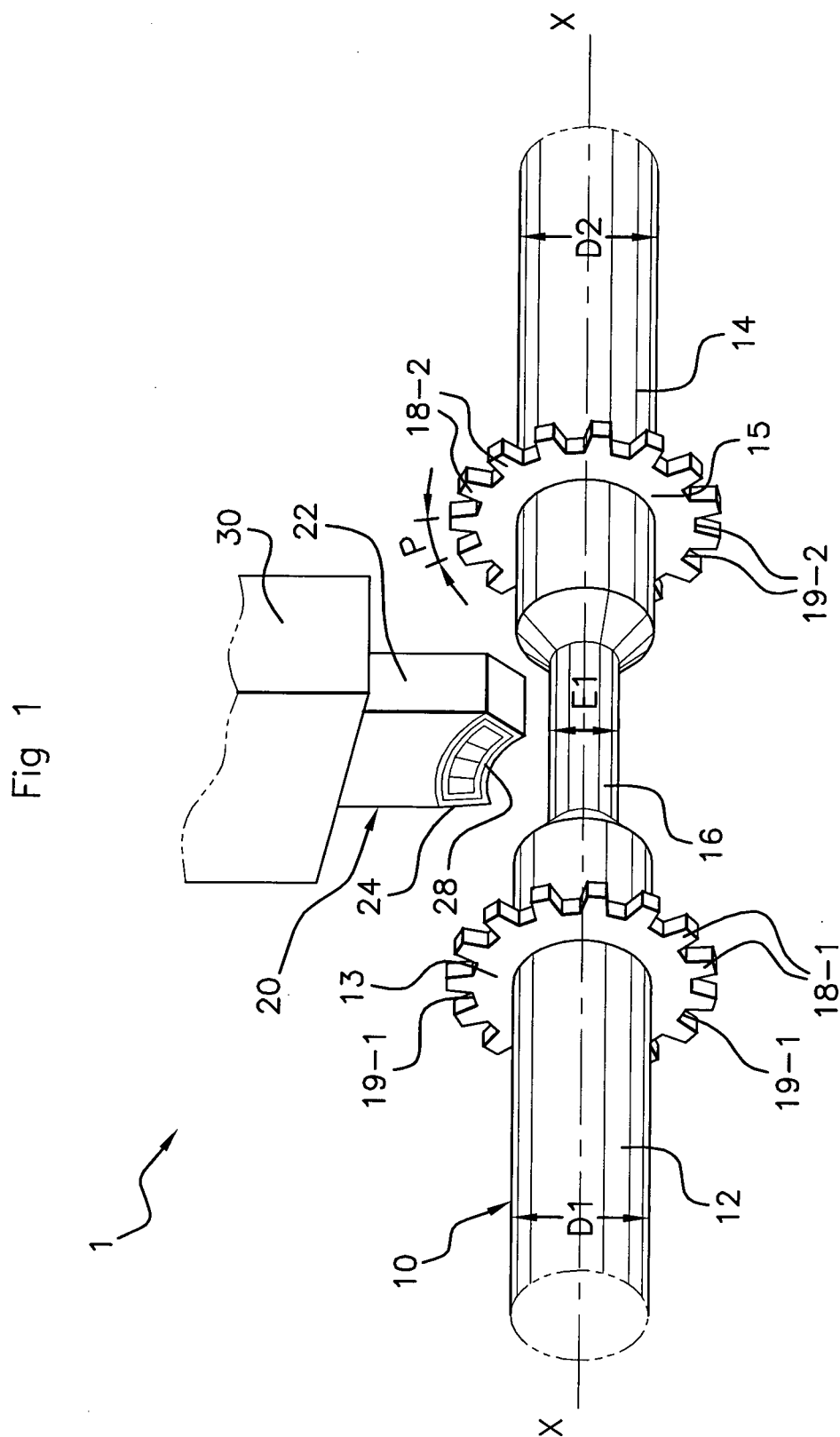
On notera que si la distance  $d$  entre, d'une part, la première roue dentée et le support de bobines 24 et, d'autre part, entre la deuxième roue dentée et le support de bobines 24, varie alors la moyenne de la somme varie mais le couple mesuré reste le même à torsion égale.

Il est à noter enfin que la présente invention n'est pas limitée aux exemples décrits ci-dessus et est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art. Notamment, la forme et les dimensions de l'arbre d'entraînement 10, de la première roue dentée 13, de la deuxième roue dentée 15, du corps 22 de l'agencement de bobines 26 du capteur 20 ainsi que le nombre de dents de la première roue dentée 13 et de la deuxième roue dentée 15 tels que représentés sur les figures de façon à illustrer un exemple de réalisation de l'invention, ne sauraient être interprétés comme limitatifs.

**REVENDEICATIONS**

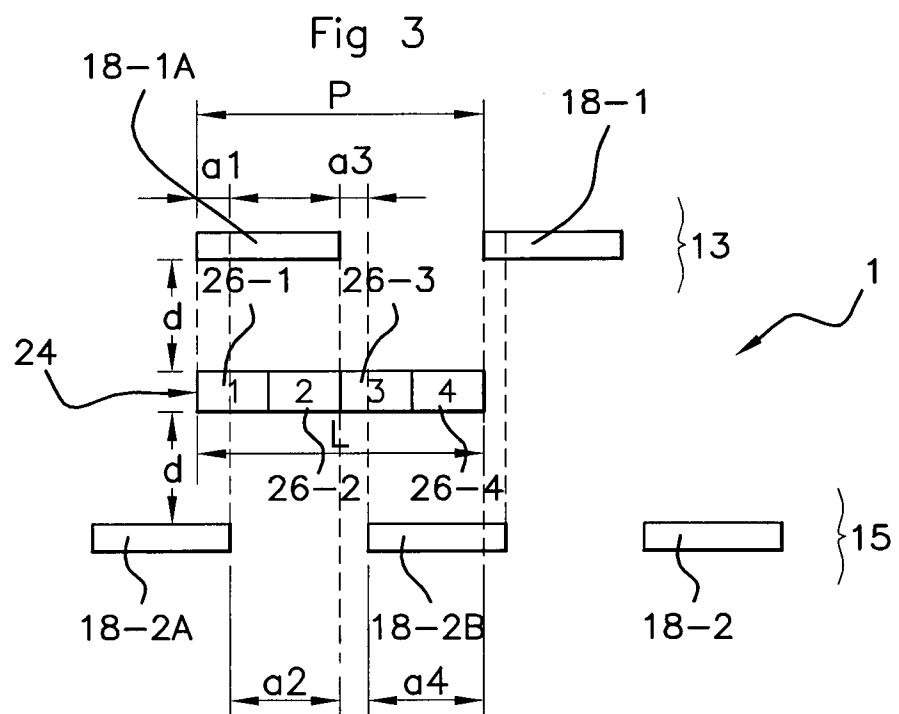
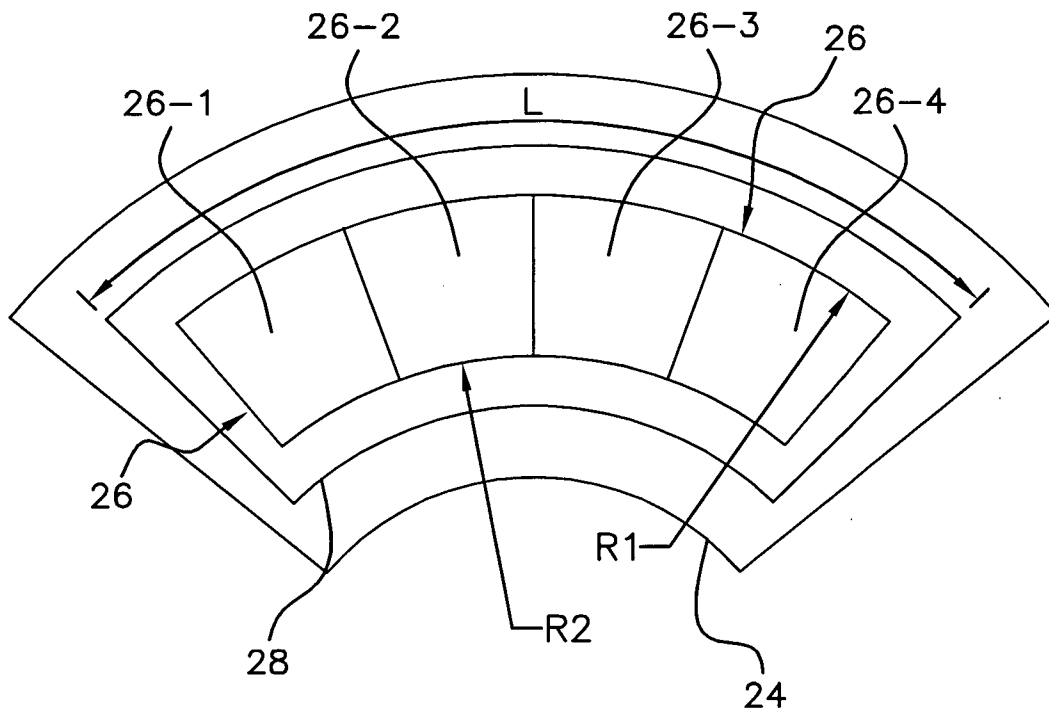
1. Ensemble formé d'un arbre d'entraînement (10) pour véhicule et d'un capteur (20) de mesure de la valeur d'un couple appliqué audit arbre d'entraînement (10), ledit arbre d'entraînement (10) comprenant :
- une première portion (12) cylindrique d'un premier diamètre (D1),
  - 5       • une deuxième portion (14) cylindrique d'un deuxième diamètre (D2),
  - une portion intermédiaire (16) de torsion reliant la première portion (12) et la deuxième portion (14) et dont une dimension de la section est inférieure au premier diamètre (D1) et au deuxième diamètre (D2) afin de concentrer une torsion générée par un couple appliqué à l'arbre (10),
  - 10       • une première roue dentée (13) montée de manière coaxiale sur la première portion (12), comprenant sur sa périphérie une pluralité de dents (18-1) alternées avec des creux et dont la période (P) correspond à la longueur de l'arc de cercle défini par une dent (18-1) et un creux (19-1) consécutifs mesurée à la périphérie de ladite dent (18-1),
  - 15       • une deuxième roue dentée (15), identique à la première roue dentée (13), montée de manière coaxiale sur la deuxième portion (14) parallèlement à la première roue dentée (13),
- ledit capteur (20) comprenant des moyens de génération d'un champ magnétique et un agencement (26) formé d'une première bobine (26-1), d'une deuxième bobine (26-2),
- 20 d'une troisième bobine (26-3) et d'une quatrième bobine (26-4) disposées côte-à-côte entre la première roue dentée (13) et la deuxième roue dentée (15), parallèlement à ladite première roue dentée (13) et à ladite deuxième roue dentée (15), ledit agencement (26) étant agencé pour baigner dans ledit champ magnétique et configuré de sorte que la
- 25 troisième bobine (26-3) et de la quatrième bobine (26-4) soit égale à la période (P) de la première roue dentée (13) et de la deuxième roue dentée (15).
2. Ensemble selon la revendication 1, dans lequel l'agencement (26) se présente sous la forme d'un secteur annulaire disposé entre la première roue dentée (13) et à la deuxième roue dentée (15), parallèlement à ladite première roue dentée (13) et à
- 30 ladite deuxième roue dentée (15).
3. Ensemble selon la revendication 2, dans lequel le secteur annulaire est défini par un rayon extérieur (R1) et un rayon intérieur (R2), inférieur au rayon extérieur (R1), et est disposé en regard des dents (18-1, 18-2) de la première roue dentée (13) et de la deuxième roue dentée (15) de sorte que la longueur (L) de l'arc-de-cercle du secteur
- 35 définit par son rayon extérieur (R1) corresponde à la période (P) de la première roue dentée (13) et de la deuxième roue dentée (15).

4. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la première roue dentée (13) et la deuxième roue dentée (15) comprenant chacune une première dent de référence (18-1A, 18-2A), la première dent de référence (18-1A) de la première roue dentée (13) et la première dent de référence (18-2A) de la deuxième roue dentée (15) sont toutes deux en regard de la première bobine (26-1) sur une portion de longueur (a1) non nulle et inférieure à la période (P) de la première roue dentée (13) et de la deuxième roue dentée (15) de manière à définir une position initiale correspondant à une absence de torsion de l'arbre (10).
5. Véhicule comprenant un ensemble formé d'un arbre d'entraînement (10) pour véhicule et d'un capteur (20) de mesure de la valeur d'un couple appliqué audit arbre (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.
6. Procédé de détermination d'un couple appliqué à un arbre d'entraînement (10) d'un véhicule, ledit procédé étant mis en œuvre par un ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, la première bobine (26-1), la deuxième bobine (26-2), la troisième bobine (26-3) et la quatrième bobine (26-4) définissant chacune à leurs bornes respectivement une première tension (V1), une deuxième tension (V2), une troisième tension (V3) et une quatrième tension (V4), ledit procédé comprenant :
- une étape de torsion de l'arbre (10) au niveau de sa portion intermédiaire (16),
  - une étape de mesure de la première tension (V1), de la deuxième tension (V2), de la troisième tension (V3) et de la quatrième tension (V4),
  - une étape de calcul de la somme de la valeur absolue de la différence entre la première tension (V1) et la troisième tension (V3) et la valeur absolue de la différence entre la deuxième tension (V2) et la quatrième tension (V4),
  - une étape de comparaison de la somme calculée avec une valeur prédéterminée correspondant à une absence de torsion de l'arbre (10) de manière à déterminer la valeur du couple appliqué à l'arbre (10).

$1/3$ 

2/3

Fig 2



3/3

Fig 4

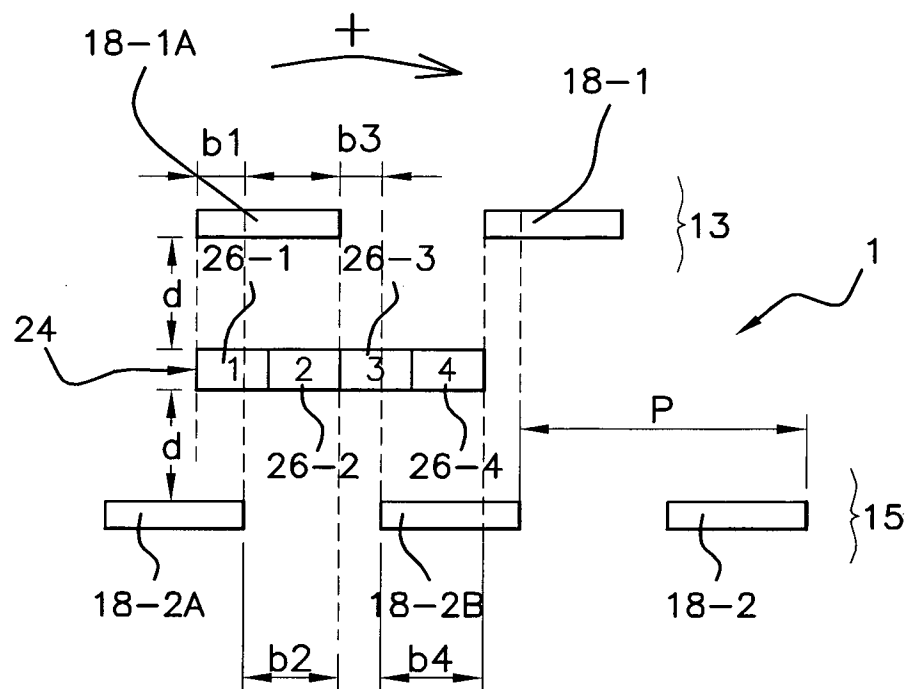
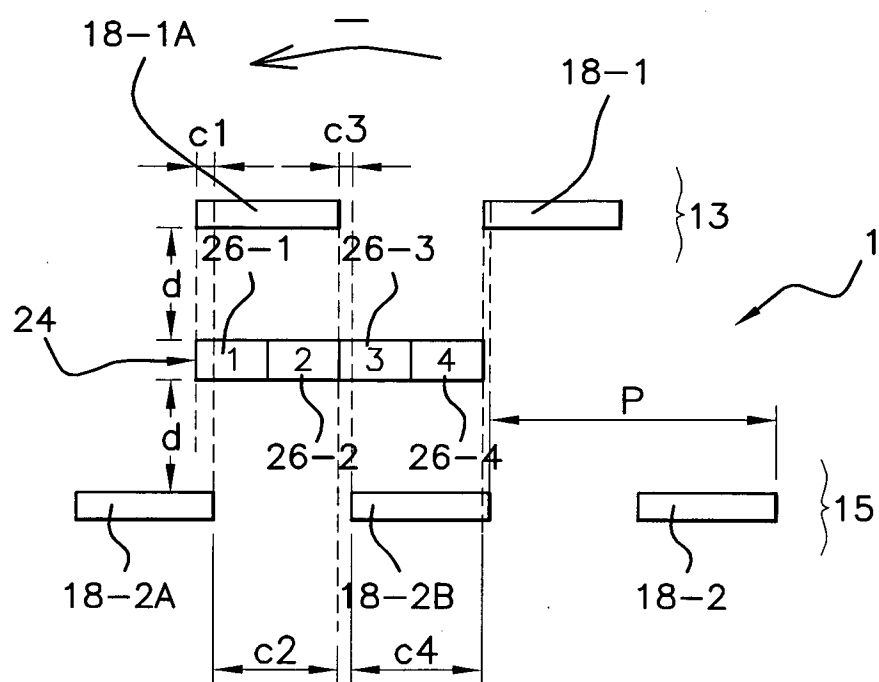


Fig 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/000629

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01L3/10

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)

G01L

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

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

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2004/056748 A1 (MASAKI RYOSO [JP] ET AL) 25 March 2004 (2004-03-25)<br>abstract; figures 1,14,15,21,28<br>paragraph [0198] - paragraph [0257]<br>----- | 1-6                   |
| A         | WO 02/071019 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]; GANDEL PIERRE [FR]; FRACHON DIDIER [FR]; ANGL) 12 September 2002 (2002-09-12)<br>abstract; figures<br>-----     | 1-6                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 July 2016

Date of mailing of the international search report

11/07/2016

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

Amroun, Sébastien

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000629

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 2004056748 A1                          | 25-03-2004          | US 2004056748 A1           | 25-03-2004          |
|                                           |                     | US 2005173181 A1           | 11-08-2005          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| WO 02071019 A1                            | 12-09-2002          | AT 267392 T                | 15-06-2004          |
|                                           |                     | DE 60200499 D1             | 24-06-2004          |
|                                           |                     | DE 60200499 T2             | 12-05-2005          |
|                                           |                     | EP 1269133 A1              | 02-01-2003          |
|                                           |                     | FR 2821668 A1              | 06-09-2002          |
|                                           |                     | JP 4691313 B2              | 01-06-2011          |
|                                           |                     | JP 5247545 B2              | 24-07-2013          |
|                                           |                     | JP 2004519672 A            | 02-07-2004          |
|                                           |                     | JP 2009133872 A            | 18-06-2009          |
|                                           |                     | US 2004011138 A1           | 22-01-2004          |
|                                           |                     | US 2006123903 A1           | 15-06-2006          |
|                                           |                     | WO 02071019 A1             | 12-09-2002          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/000629

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b><br>INV. G01L3/10<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| <b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b><br>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)<br>G01L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| Catégorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                                      | no. des revendications visées                                                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | US 2004/056748 A1 (MASAKI RYOSO [JP] ET AL) 25 mars 2004 (2004-03-25)<br>abrégé; figures 1,14,15,21,28<br>alinéa [0198] - alinéa [0257]<br>-----    | 1-6                                                                                                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | WO 02/071019 A1 (MOVING MAGNET TECH [FR]; GANDEL PIERRE [FR]; FRACHON DIDIER [FR]; ANGL) 12 septembre 2002 (2002-09-12)<br>abrégé; figures<br>----- | 1-6                                                                                                                                         |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div> |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                             |
| Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">1 juillet 2016</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     | Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">11/07/2016</div> |
| Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale<br>Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     | Fonctionnaire autorisé<br><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Amroun, Sébastien</div>                                    |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/000629

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| US 2004056748 A1                                | 25-03-2004             | US 2004056748 A1                        | 25-03-2004             |
|                                                 |                        | US 2005173181 A1                        | 11-08-2005             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |
| WO 02071019 A1                                  | 12-09-2002             | AT 267392 T                             | 15-06-2004             |
|                                                 |                        | DE 60200499 D1                          | 24-06-2004             |
|                                                 |                        | DE 60200499 T2                          | 12-05-2005             |
|                                                 |                        | EP 1269133 A1                           | 02-01-2003             |
|                                                 |                        | FR 2821668 A1                           | 06-09-2002             |
|                                                 |                        | JP 4691313 B2                           | 01-06-2011             |
|                                                 |                        | JP 5247545 B2                           | 24-07-2013             |
|                                                 |                        | JP 2004519672 A                         | 02-07-2004             |
|                                                 |                        | JP 2009133872 A                         | 18-06-2009             |
|                                                 |                        | US 2004011138 A1                        | 22-01-2004             |
|                                                 |                        | US 2006123903 A1                        | 15-06-2006             |
|                                                 |                        | WO 02071019 A1                          | 12-09-2002             |
| -----                                           |                        |                                         |                        |