(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
26 octobre 2006 (26.10.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/111667 A2

(51) Classification internationale des brevets :
G01L 5/22 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/000908

(22) Date de dépôt international : 24 avril 2006 (24.04.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0504088 22 avril 2005 (22.04.2005) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **AKTIEBOLAGET SKF** [SE/SE]; 41550 Göteborg (SE).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **LANDRIEVE, Franck** [FR/FR]; La Butte, F-37230 Fondettes (FR).

(74) Mandataire : **DE KERNIER, Gabriel**; Bureau D.A. Casalonga-Josse, 8, avenue Percier, F-75008 Paris (FR).

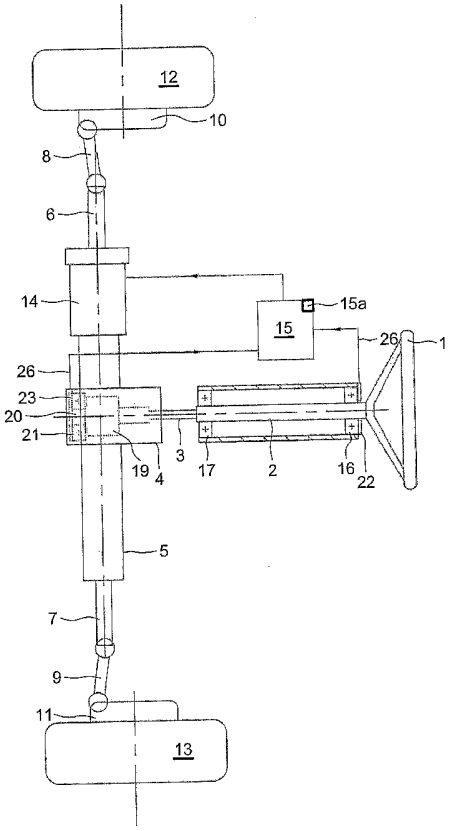
(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

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

[Suite sur la page suivante]

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR MEASURING TORSIONAL MOMENT

(54) **Titre :** DISPOSITIF ET PROCEDE DE MESURE DE COUPLE DE TORSION



(57) **Abstract:** The invention concerns a device for measuring torsional moment applied to a kinematic assembly comprising detection means capable of delivering a signal representing the angular position A_1 of a first element of said kinematic assembly, detecting means capable of delivering a signal representing the angular position A_2 of a second element of said kinematic assembly, a storage unit (15a) for storing a correction value C and a processing unit (15) provided with means for applying the correction value C to one of the angular positions A_1 or A_2, with $C = A_2 A_1$ when the torque applied to the kinematic assembly is null.

(57) **Abrégé :** Dispositif de mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique comprenant un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire A_1 d'un premier élément dudit ensemble cinématique, un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire A_2 d'un deuxième élément dudit ensemble cinématique, une mémoire 15a de stockage d'une valeur de correction C et une unité de traitement 15 pourvue de moyens pour appliquer la valeur de correction C à l'une des positions angulaires A_1 ou A_2, avec $C = A_2 - A_1$ lorsque le couple appliqué à l'ensemble cinématique est nul.

WO 2006/111667 A2

FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Dispositif et procédé de mesure de couple de torsion.

La présente invention concerne le domaine de la mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique, notamment une commande de direction, par exemple pour un véhicule automobile.

L'invention peut concerner les dispositifs de direction assistée utilisés dans les véhicules automobiles.

Dans les dispositifs de direction assistée, la chaîne mécanique entre le volant et les roues orientables du véhicule comporte le volant de direction qui peut être actionné par le conducteur, un arbre de colonne de direction transmettant les mouvements angulaires du volant à un arbre de torsion, une barre de torsion transmettant les mouvements angulaires de l'arbre de colonne de direction à un système de pignon et crémaillère actionnant lui-même l'orientation des roues, éventuellement par l'intermédiaire de biellettes, et un capteur de couple associé à la barre de torsion. La barre de torsion se déforme en torsion suivant un angle proportionnel au couple exercé par le conducteur au niveau du volant et est dimensionné pour que cette déformation angulaire en torsion soit suffisamment importante pour être détectable par un capteur.

La mesure du couple exercé par le conducteur sur l'arbre du volant est un paramètre important dans les directions assistées. En effet, le déclenchement de l'assistance de direction dépend notamment de ce couple. Le signal émis par le capteur et qui est représentatif du couple exercé, est transmis à un calculateur d'assistance de direction qui peut donner ainsi les ordres ad hoc à l'organe d'assistance de direction, par exemple un moteur électrique dans le cas d'une servo-direction électrique.

Le moteur électrique d'assistance peut être associé à l'arbre de colonne ou à un arbre intermédiaire situé dans le prolongement de l'arbre de colonne de direction et lié à celui-ci par un ou plusieurs cardans. Le moteur peut également être associé à la colonne de direction au niveau du pignon de crémaillère. Enfin, le moteur peut

être associé à la crémaillère et actionner celle-ci directement par l'intermédiaire d'un organe mécanique associé à ladite crémaillère. On peut se reporter à cet égard au document EP-A-1 298 784.

Dans les dispositifs conventionnels, les extrémités de l'arbre de torsion sont équipées de capteurs et de disques codeurs permettant de mesurer les écarts angulaires de torsion entre les deux extrémités de la barre de torsion pour en déduire un couple. On peut se reporter au document FR-A-2 738 339 ou encore FR-A-2 821 931.

Toutefois, ces dispositifs nécessitent l'utilisation d'éléments spécifiques spécialement adaptés à la structure des barres de torsion et par conséquent onéreux. Par ailleurs, la précision du signal donnant la valeur du couple est directement liée à la précision des capteurs utilisés.

Le document EP-A-1 239 274 décrit un dispositif de mesure analogique d'un couple de torsion dans une colonne de direction avec un corps d'épreuve, deux générateurs d'impulsions montés sur le corps d'épreuve et deux capteurs magnétiques analogiques. Ce dispositif est encombrant et coûteux.

L'invention se propose de remédier à ces inconvénients.

L'invention a notamment pour but de réaliser une mesure de couple de torsion particulièrement précise au moyen de composants économiques.

Le dispositif de mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique comprenant un arbre de commande, comprend un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire d'un premier élément de l'ensemble cinématique, un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire d'un deuxième élément de l'ensemble cinématique, l'un des moyens de détection comprenant un codeur, une mémoire de stockage d'une valeur de correction, et une unité de traitement pourvue de moyens pour appliquer la valeur de correction à la position angulaire du premier ou du deuxième élément de l'ensemble cinématique, la valeur de correction étant égale à la différence entre la position angulaire du second élément et la position angulaire du

premier élément lorsque le couple appliqué à l'ensemble cinématique est nul. On peut ainsi étalonner la valeur de correction de façon extrêmement simple lors des essais du véhicule en sortie d'usine et également ultérieurement au cours d'opérations d'entretien du véhicule. Les moyens de détection peuvent être disposés en des endroits où ils peuvent être logés aisément en minimisant leur influence sur l'encombrement.

L'arbre de commande peut être un arbre de colonne de direction.

Les moyens de détection peuvent être du type à signal de sortie numérique. Le signal de sortie peut être analysé pour renseigner une table de correction comprenant une pluralité de points, et non un simple gain fixe. Le signal de sortie des moyens de détection peut présenter des défauts de linéarité importants que l'unité de traitement est capable de corriger grâce à la table de correction stockée en mémoire. On bénéficie ainsi d'un dispositif de mesure précis et néanmoins mécaniquement simple.

Avantageusement, au moins un moyen de détection est monté dans une colonne de direction de l'ensemble cinématique. L'ensemble cinématique peut comprendre une barre de torsion séparée des moyens de détection.

Dans un mode de réalisation, un moyen de détection est monté sur un élément de direction de l'ensemble cinématique dont la position angulaire est représentative de l'angle de braquage de roues du véhicule, notamment des roues avant. L'ensemble cinématique peut être prévu pour être monté dans le véhicule. L'élément de direction peut être l'arbre de commande, l'arbre d'entrée d'un pignon de crémaillère ou encore un organe tournant d'un moteur de direction, par exemple un arbre ou un rotor. Préférablement, ledit moyen de détection est monté sur un élément de direction de l'ensemble cinématique dont la position angulaire est représentative de façon directe ou linéaire de l'angle de braquage de roues du véhicule. Les moyens de détection peuvent comprendre des codeurs montés aux extrémités opposées d'une barre de torsion.

Dans un mode de réalisation, les moyens de détection sont disposés à distance d'une barre de torsion.

Dans un mode de réalisation, les moyens de détection comprennent des codeurs montés au-delà des extrémités opposées d'une barre de torsion.

Avantageusement, les moyens de détection comprennent des capteurs de position angulaire absolue.

Dans un mode de réalisation de l'invention, au moins un moyen de détection comprend un compteur de tours.

Dans un mode de réalisation, les moyens de détection comprennent des capteurs magnétosensibles et des codeurs magnétiques multipolaires. Les capteurs peuvent être équipés de cellules à effet Hall. Les codeurs peuvent comprendre des anneaux de plasto-ferrite ou élasto-ferrite aimantés.

Dans un mode de réalisation, au moins un moyen de détection est monté sur une bague de roulement.

Dans un mode de réalisation, le moyen de détection peut comprendre un capteur monté sur une bague non-tournante de roulement et un codeur monté sur une bague tournante de roulement. On peut ainsi utiliser des paliers à roulement instrumentés, servant à la fois à supporter un élément tournant et à détecter une position angulaire.

Le procédé de mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique comprenant un arbre de commande, comprend les étapes suivantes :

- mesure de la position angulaire d'un premier élément de l'ensemble cinématique avec des premiers moyens de détection et de mesure ;
- mesure de la position angulaire d'un deuxième élément de l'ensemble cinématique avec des deuxièmes moyens de détection et de mesure, l'un des éléments étant l'arbre, les deuxièmes moyens de détection comprenant un codeur monté sur l'arbre; et

- application d'une valeur de correction à la position angulaire du premier ou du deuxième élément de l'ensemble mécanique.

La valeur de correction est égale à la différence entre la position angulaire du deuxième élément de l'ensemble mécanique et la position angulaire du premier élément de l'ensemble mécanique, lorsque le couple appliqué à l'ensemble cinématique est nul.

Dans un mode de réalisation, la valeur de correction est établie et enregistrée par étalonnage relatif des deux moyens de détection et de mesure lors d'un fonctionnement de l'ensemble cinématique à couple nul ou négligeable. Des roulements instrumentés peuvent être utilisés comme moyens de détection et de mesure.

Avantageusement, les positions angulaires des premier et deuxième éléments de l'ensemble cinématique sont des positions angulaires absolues. Ainsi, on peut connaître la position angulaire absolue de la colonne de direction et la torsion de la barre de torsion et, éventuellement, les torsions cumulées de tous les éléments disposés entre les deux ensembles de détection avec une précision qui dépend essentiellement de la résolution et de la répétabilité de la mesure de chaque ensemble de détection.

L'invention peut s'appliquer à un système de direction avec ou sans barre de torsion. Il suffit de placer les roulements instrumentés ou les ensembles de détection aux deux extrémités de la chaîne cinématique, c'est-à-dire l'un le plus près possible des roues du véhicule, et l'autre le plus près possible du volant. La torsion mesurée est alors celle de l'ensemble des organes cinématiques de la direction et donne la différence entre la consigne, c'est-à-dire la position angulaire du volant et la position de braquage des roues.

L'information de position absolue donnée par les ensembles de détection ou les roulements instrumentés, peut être exploitée pour d'autres systèmes liés à la position angulaire du volant, par exemple un système de contrôle de trajectoire du véhicule.

Grâce à l'invention, on peut utiliser des ensembles de détection intégrables dans de nombreux endroits de la chaîne mécanique

d'orientation, qui relient les roues au volant de direction. Les ensembles de détection des valeurs absolues de déplacement angulaire peuvent être intégrés à des roulements instrumentés conventionnels et ne requièrent pas individuellement des précisions excessives, les écarts de mesure dus aux précisions individuelles étant compensés par l'étalonnage mémorisé d'un ensemble de détection par rapport à l'autre. L'invention permet donc d'obtenir au meilleur coût un dispositif compact, fiable et facile à disposer dans un mécanisme de direction.

La présente invention sera mieux comprise à l'étude de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

-la figure 1 est une vue schématique d'un système de direction de véhicule automobile ;

-la figure 2 est une vue de face en élévation d'un ensemble de détection ;

-la figure 3 est une vue en coupe axiale de l'ensemble de la figure 2 ;

-la figure 4 est une vue schématique d'étape de procédé de calcul de l'angle par un ensemble de détection ;

-la figure 5 est une vue en coupe axiale d'un roulement instrumenté monté dans un système de direction ;

-la figure 6 est une vue en coupe axiale de l'extrémité inférieure d'un arbre de torsion équipé d'un roulement instrumenté ;

-la figure 7 est une courbe montrant l'évolution de l'angle mesuré en fonction de l'angle réel ;

-la figure 8 est un organigramme d'étape de procédé de calcul du couple de torsion ; et

-la figure 9 est une vue semblable à la figure 1 d'un autre mode de réalisation.

Comme on peut le voir sur la figure 1, le système de direction comprend un volant 1 qui peut être manipulé par un conducteur du véhicule, un arbre de direction 2 supportant le volant 1 et couplé en

rotation audit volant 1, une barre de torsion 3 couplé en rotation à l'arbre de direction 2 et prolongeant ledit arbre de direction 2 à l'opposé du volant 1, un mécanisme de pignon 4 couplé en rotation à la barre de torsion 3 et engrenant avec un mécanisme de crémaillère 5. Le mécanisme de crémaillère 5, sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'arbre de direction 2, comprend deux barres de commande 6 et 7 dont les extrémités libres sont reliées par des liaisons du genre à rotule à des biellettes 8, 9. L'extrémité des biellettes 8, 9 opposée aux barres 6, 7, est reliée par une autre liaison à rotule aux moyeux 10, 11 de roues directrices 12, 13 d'un véhicule, par exemple les roues avant. L'ensemble de direction comprend en outre un moteur électrique 14, d'assistance, permettant de réduire le couple que le conducteur doit exercer sur le volant 1 pour braquer les roues 12, 13. Le moteur électrique 14 est commandé par une unité de commande 15 associé à une mémoire 15a.

L'arbre de direction 2 est supporté par deux paliers à roulement 16, 17 montés dans un logement d'arbre de direction 18, pouvant se présenter sous la forme d'un tube. Le mécanisme de pignon 4 comprend un pignon 19, dans lequel passe un arbre 20 prolongeant la barre de torsion 3 à l'opposé du volant 1. L'arbre 20 est en saillie au-delà du pignon 19 et est supporté par un roulement 21 disposé dans un boîtier du mécanisme de pignon 4. Les arbres de direction 2, la barre de torsion 3 et le pignon 20, sont couplés en rotation et peuvent être monoblocs. Alternativement, l'arbre de pignon 20 est monobloc avec le pignon 19.

Le palier à roulement 17 peut être de type conventionnel. Les paliers à roulement 16 et 21 sont équipés d'un ensemble de détection angulaire, respectivement 22 et 23. La sortie des ensembles de détection angulaire 22 et 23 est reliée à l'unité de commande 15, qui reçoit ainsi une information relative à la position angulaire du volant 1, le palier à roulement 16 étant disposé à proximité immédiate du volant 1, et une information relative à la position angulaire du pignon 19, et peut ainsi générer des ordres de commande envoyés au moteur d'assistance 14 en fonction du décalage angulaire des parties

tournantes des deux roulements associées aux ensembles de détection. En d'autres termes, chaque ensemble de détection 22, 23 est distant de la barre de torsion 3.

Les ensembles de détection 22 et 23 peuvent présenter une structure semblable, qui est illustrée plus en détail sur les figures 2 et 3. Pour des raisons de simplicité, on ne décrira ainsi que l'ensemble de détection 22. L'ensemble de détection 22 comprend un bloc capteur 24, présentant une forme générale annulaire, tout en étant pourvu d'un terminal 25 de sortie de fil 26, en saillie radialement vers l'extérieur par rapport à l'anneau formé par le bloc capteur 24. Le terminal 25 est avantageusement monobloc avec le bloc capteur 24 et réalisé en matériau synthétique. Le bloc capteur 24 supporte deux capteurs 27 et 28, angulairement décalés et affleurant l'alésage dudit bloc capteur 24. Les capteurs 27 et 28 peuvent être décalés d'un angle de 90°. Le bloc capteur 24 présente une forme plate délimitée entre deux plans radiaux et est ainsi compact axialement.

L'ensemble de détection 22 se complète par un anneau codeur 29 multipolaire, par exemple réalisé en plasto-ferrite et comprenant une pluralité de pôles nord et sud circonférentiellement alternés. Les capteurs sont disposés angulairement par rapport aux pôles de l'ancien codeur, de telle sorte que lors de la rotation de l'anneau codeur 29 par rapport aux capteurs 27 et 28 solidaires du bloc capteur 24, les signaux électriques sinusoïdaux émis par les capteurs 27 et 28 soient déphasés de 90°. La sortie des capteurs 27 et 28 est reliée au fil 26 menant à l'unité de commande 15. Les capteurs 27 et 28 peuvent être des magnéto-résistances ou encore des cellules à effet Hall.

L'ensemble capteur 22 peut comprendre une carte 30 de traitement du signal incorporée dans le terminal 25 et recevant les signaux des capteurs 27 et 28. La carte 30 effectue des traitements illustrés sur la figure 4. Alternativement, ces traitements sont effectués par l'unité 15.

Comme on peut le voir sur la figure 4, la carte de traitement 30 effectue tout d'abord un conditionnement des signaux reçus des capteurs 27 et 28, qui sont en général des signaux proches d'un sinus

et d'un cosinus. Le conditionnement peut consister en un filtrage. En une deuxième étape, la carte 30 effectue une conversion analogique/numérique des signaux conditionnés. En une troisième étape, la carte de traitement 30 applique un opérateur Arc tangente aux signaux convertis pour fournir un signal relatif à l'angle de déplacement entre le codeur 29 et une référence fixe du bloc capteur 24. En une quatrième étape, le signal angulaire est mis en forme par une interface, puis envoyé en sortie vers le fil 26. Bien entendu, la carte 30 pourrait être située en-dehors du roulement instrumenté.

La structure du palier à roulement 16 est illustrée plus en détail sur la figure 5. Le palier à roulement 16 est monté entre l'arbre de direction 2 et le logement tubulaire 18 et comprend une bague extérieure 31 pourvue d'une surface extérieure axiale emmanchée dans le logement 18, de deux surfaces frontales radiales et d'une surface intérieure dans laquelle est formé en creux un chemin de roulement 32 de forme toroïdale sensiblement au centre de ladite bague extérieure 31 et deux rainures 33 et 34 symétriques par rapport à un plan radial passant par le centre du chemin de roulement 32 et disposées à proximité des surfaces frontales de ladite bague extérieure 31.

Le roulement 16 comprend une bague intérieure 35 pourvue d'un alésage emmanché sur l'arbre 2, de deux surfaces frontales radiales sensiblement alignées avec les surfaces frontales de la bague extérieure 31 et d'une surface extérieure axiale, dans laquelle est formé un chemin de roulement 36 de forme toroïdale. Des éléments roulants 37, ici des billes, sont disposés entre les chemins de roulement 32 et 36 et sont maintenus à espacement circonférentiel régulier par une cage 38 réalisée en tôle. Les bagues extérieure 31 et intérieure 35 peuvent être réalisées par usinage d'une portion de tube. La bague extérieure 31 supporte un joint d'étanchéité 39 emmanché dans la rainure 33 et dont le bord interne de petit diamètre forme une lèvre frottant sur la surface extérieure axiale de la bague intérieure 35, assurant ainsi une étanchéité par contact. Le joint d'étanchéité 39 comprend une armature métallique et une partie souple formant la lèvre d'étanchéité.

Du côté de la bague extérieure 31 axialement opposé au joint 39, un ensemble de détection 22 est associé au palier à roulement 16. L'ensemble de détection 22 comprend une coupelle 40, de forme générale annulaire, comprenant un rebord en saillie dans la rainure 34 de la bague extérieure 31, une portion radiale 40b disposée entre la surface frontale correspondante de la bague extérieure 31 et le bloc capteur 24, une portion axiale 40c entourant le bloc capteur 24 et pourvue d'une ouverture pour laisser passer le terminal 25 de sortie de fil, et un court rebord oblique 42 légèrement rabattu vers l'intérieur par rapport à la portion axiale 40c et maintenant en place un flasque sensiblement radial 41 contre la paroi radiale extérieure du bloc capteur 24. La portion axiale 40c de la coupelle 40 présente un diamètre extérieur très légèrement inférieur à celui de la bague extérieure 31. Le flasque 41, qui se présente sous la forme d'un anneau, est pourvu d'un diamètre intérieur du même ordre de grandeur que le diamètre extérieur de la bague intérieure 35.

L'ensemble de détection 22 comprend également le codeur 29, de forme annulaire à section rectangulaire, supporté par une coupelle 42, également annulaire, et présentant une section en T avec une portion axiale disposée dans l'alésage du codeur 29 et emmanchée en partie sur la surface extérieure de la bague intérieure 35, et une portion radiale 42b dirigée vers l'intérieur, située sensiblement au milieu de la portion axiale 42a et en contact avec la surface frontale correspondante de la bague intérieure 35. La portion radiale 42b présente une dimension radiale inférieure à celle de la bague intérieure 35. Le codeur 29 est ainsi positionné axialement avec précision sur la bague intérieure 35, la portion radiale 42b du support 42 venant en butée contre la bague intérieure 35 et est convenablement fixée sur ladite bague intérieure 35 par l'emmanchement de la portion axiale 42a sur ladite bague intérieure 35.

Le flasque 41 et une portion de faible épaisseur du bloc capteur 24 recouvrent la face radiale extérieure du codeur 29 et forment avec ledit codeur 29 une étanchéité par passage étroit. L'intrusion d'éléments étrangers nuisibles au roulement ou au codeur, est ainsi

empêchée. En outre, l'attraction par aimantation de particules de matériau magnétique vers le codeur 29 est également empêchée. Un faible entrefer radial subsiste entre la surface axiale de grand diamètre du codeur 29 et l'alésage du bloc capteur 24, sur la surface duquel affleurent les capteurs, seul le capteur 27 étant visible sur la figure 4.

Le logement 18 possède une extrémité libre 18a au voisinage du volant 1, sensiblement alignée radialement avec les surfaces frontales des bagues extérieure 31 et intérieure 35, du côté de l'ensemble de détection 22.

On dispose ainsi de roulements instrumentés formant moyens de détection et de mesure. Le capteur est monté sur la bague non tournante et le codeur est monté sur la bague tournante.

Sur la figure 5 est illustrée, plus en détail, l'extrémité inférieure du mécanisme de pignon 4. Le pignon 19 comprend une denture 43 formée sur sa surface extérieure, engrenant avec une denture correspondante 44 de la crémaillère 45 faisant partie du dispositif de crémaillère 5. Le pignon 19 est monté sur un arbre 20 et est couplé en rotation avec ledit arbre, le pignon 19 et l'arbre 20 étant disposés dans un boîtier 47 pourvu d'une portion radiale 48, dans laquelle est disposé le roulement 21 associé à l'ensemble de détection 23. La portion radiale 48 est pourvue d'une ouverture 49, dans laquelle le terminal 25 de sortie de fil 26 est en saillie. Le roulement 21 et l'ensemble de détection 23 sont respectivement identiques au roulement 16 et à l'ensemble de détection 22 décrits en référence à la figure 4. Les numéros de références sont donc conservés. La bague intérieure 35 du roulement 21 est emmanchée en bout de l'arbre 20 jusqu'à venir en butée contre un épaulement 50 dudit arbre 20, du côté du joint d'étanchéité 39. La bague extérieure 31 du roulement 22 est emmanchée dans la portion radiale 48 du logement 47.

L'on dispose ainsi d'un système comprenant un moyen de détection angulaire à proximité du volant 1, et un moyen de détection angulaire à l'extrémité opposée, c'est-à-dire au-delà du pignon 19 coopérant avec la crémaillère 45, ce qui permet de détecter l'écart

angulaire entre les parties tournantes des deux roulements 16 et 21, par comparaison entre les signaux de sortie représentatifs de l'angle.

Comme on peut le voir sur la figure 7, les valeurs de l'angle A_1 mesurées par l'ensemble de détection 22 et de l'angle A_2 mesurées par l'ensemble de détection 23 n'évoluent pas de façon strictement linéaire en fonction de l'angle réel.

Les courbes des valeurs mesurées de A_1 et A_2 s'écartent donc de la courbe théorique qui est parfaitement droite.

Ceci est dû aux inévitables imprécisions inhérentes aux tolérances de fabrication des divers éléments. C'est pourquoi, il s'avère particulièrement intéressant d'effectuer une détermination du couple par une comparaison desdits angles intégrant des valeurs de correction, voir figure 8. L'on comprend que lorsque l'on tourne le volant 1, la différence entre les angles A_1 et A_2 donne la valeur théorique de l'angle de torsion total appliquée sur les éléments mécaniques situés entre les deux roulements 16 et 21, c'est-à-dire entre l'extrémité supérieure de l'arbre de colonne de direction et l'extrémité inférieure de la barre de torsion. La différence entre l'angle A_1 et l'angle A_2 peut donc être utilisée pour en déduire la valeur du couple de torsion appliquée qui est proportionnelle à cette différence et pour donner des ordres au moteur 14 d'assistance de la direction qui sera sollicité proportionnellement à la valeur du couple mesurée.

Toutefois, afin de satisfaire à la fois à un niveau de précision suffisant pour ce type d'application et à des coûts de fabrication raisonnables, en utilisant des roulements instrumentés fabriqués en grande série, il est nécessaire de procéder à un étalonnage spécifique desdits roulements. En effet, la mesure de l'angle de torsion et donc du couple étant obtenue par différence des positions angulaires fournies par les deux roulements instrumentés, la précision de la mesure dépend de la précision de la mesure de position absolue sur un tour de chaque roulement instrumenté. En étalonnant un roulement instrumenté par rapport à l'autre, il est possible de s'affranchir des problèmes de précision des mesures fournies par les roulements

instrumentés. On entend par « précision de mesure », l'écart entre la mesure du paramètre fournie par le dispositif et la valeur réelle du paramètre. Du fait des tolérances et imprécisions de fabrication, il existe des écarts entre les valeurs réelles des angles et les valeurs mesurées par les ensembles de détection.

L'étalonnage des deux roulements instrumentés consiste, une fois que les déroulements instrumentés sont mis en place dans le système de direction, à manœuvrer le système de direction à vide avec un couple nul ou négligeable dans toute sa plage de débattement en agissant sur le volant, et à relever pour chaque position angulaire A_1 de l'ensemble de détection 22, la position angulaire A_2 du deuxième ensemble de détection 23, et à établir et à stocker dans la mémoire 15a une table de correction donnant les valeurs de correction C égales à la différence entre les angles A_1 et A_2, puis à appliquer ladite valeur de correction C à l'angle A_1 mesuré.

Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 8, la mémoire 15a stocke les valeurs de correction C en fonction de l'angle A_1, l'unité de traitement 15 effectue la somme de l'angle mesuré A_1 et de la valeur de correction C fournie par la mémoire 15a, puis effectue la différence entre la somme A_1+C et l'angle mesuré A_2, pour obtenir une valeur $T=A_1-A_2+C$ représentative du couple et qui peut donc être exploitée par l'unité de traitement 15 pour générer des ordres de commande qui seront envoyés au moteur d'assistance 14.

Ainsi, la détermination du couple de torsion basée sur la différence entre les angles A_1 et A_2 corrigée du coefficient de correction C, n'est pas affectée par les éventuelles imprécisions de mesures individuelles des roulements instrumentés, puisque le coefficient de correction C intègre les écarts dus aux imprécisions de mesure entre les angles A_1 et A_2. Quelle que soit la précision de mesure d'angle de chaque roulement instrumenté, la différence des mesures d'angle fournies par les deux roulements instrumentés corrigée par le coefficient C est toujours nulle tant qu'aucune torsion n'est appliquée sur l'arbre de torsion.

Quand le couple exercé n'est pas nul et provoque une torsion de l'arbre de torsion, la valeur $T=A_1-A_2+C$ est positive ou négative et provoque un ordre de sollicitation du moteur d'assistance 14 et le braquage des roues jusqu'à ce que l'angle de torsion de l'arbre de torsion soit revenu à une valeur voisine de zéro et que l'on obtienne donc $A_1-A_2+C=0°$. L'unité de commande provoque alors l'arrêt du moteur d'assistance 14.

En d'autres termes, si l'angle A_1 est la valeur de consigne demandée par le conducteur en braquant le volant, l'étalonnage permet au système d'apprendre quelle doit être la valeur angulaire mesurée de l'angle A_2 pour que le braquage final des roues soit correct.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 9, le roulement 21 équipé de l'ensemble de détection 23 fait partie du moteur d'assistance 14. Il peut alors exister un rapport de démultiplication entre la vitesse du moteur 14 et la vitesse de l'arbre de colonne de direction 2. Dans ce cas, le coefficient de correction C prend en compte non seulement les imprécisions des mesures de chaque roulement, mais également le rapport de démultiplication. L'angle mesuré A_1 reste toujours la position angulaire de consigne correspondant à l'angle de braquage du volant et l'angle A_2 est celui d'une partie tournante du moteur d'assistance 14, l'angle A_2 étant représentatif de l'angle de braquage des roues 12 et 13.

Ainsi, le dispositif permet de connaître la position angulaire absolue de la colonne de direction et la torsion de l'arbre de torsion et éventuellement les torsions cumulées de tous les éléments disposés entre les deux ensembles de détection avec une précision qui dépend essentiellement de la résolution et de la répétabilité de la mesure de chaque ensemble de détection.

Bien entendu, le système de direction peut être dépourvu d'arbre de torsion. Les ensembles de détection sont placés aux deux extrémités de la chaîne cinématique, le plus près possible du volant pour l'ensemble de détection 22 et le plus près possible des roues 12 et 13 pour l'ensemble de détection 23. La torsion mesurée est alors celle de l'ensemble des organes du système de direction et donne la

différence entre la consigne de position angulaire du volant et la position de braquage des roues.

On obtient donc un dispositif de mesure de couple de torsion particulièrement économique et précis.

REVENDICATIONS

1-Dispositif de mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique comprenant un arbre de commande, caractérisé par le fait qu'il comprend un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire A_1 d'un premier élément dudit ensemble cinématique, et un moyen de détection capable de fournir un signal représentatif de la position angulaire A_2 d'un deuxième élément dudit ensemble cinématique, l'un des moyens de détection comprenant un codeur, une mémoire (15a) de stockage d'une valeur de correction C et une unité de traitement (15) pourvue de moyens pour appliquer la valeur de correction C à l'une des positions angulaires A_1 ou A_2, avec $C = A_2 - A_1$ lorsque le couple appliqué à l'ensemble cinématique est nul.

2-Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de détection sont montés dans une colonne de direction comportant également une barre de torsion séparée des moyens de détection.

3-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un moyen de détection est monté sur un élément de direction dudit ensemble cinématique dont la position angulaire est représentative de l'angle de braquage des roues du véhicule.

4-Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit élément de direction est l'arbre d'entrée d'un pignon de crémaillère.

5-Dispositif selon la revendication 3, dans lequel ledit élément de direction est un organe tournant d'un moteur de direction (14).

6-Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les moyens de détection comprennent des codeurs montés au-delà des extrémités opposées d'une barre de torsion (3).

7-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de détection comprennent des capteurs de position angulaire absolue.

8-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un moyen de détection comprend un compteur de tours.

9-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les moyens de détection comprennent des capteurs magnétosensibles et des codeurs magnétiques multipolaires.

10-Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel au moins un moyen de détection est monté sur une bague de roulement.

11-Procédé de mesure de couple de torsion appliqué à un ensemble cinématique comprenant un arbre de commande, dans lequel on mesure avec des premiers moyens de détection et de mesure la position angulaire A_1 d'un premier élément dudit ensemble cinématique, on mesure avec des deuxièmes moyens de détection et de mesure la position angulaire A_2 d'un deuxième élément dudit ensemble cinématique, l'un des éléments étant l'arbre, et on applique une valeur de correction C à l'une des positions angulaires A_1 ou A_2, avec $C = A_2 - A_1$ lorsque le couple appliqué à l'ensemble cinématique est nul.

12-Procédé selon la revendication 11, dans lequel la valeur de correction C est établie et enregistrée par étalonnage relatif des deux moyens de détection et de mesure lors d'un fonctionnement de l'ensemble cinématique à couple nul ou négligeable.

13-Procédé selon la revendication 11 ou 12, utilisant des roulements instrumentés comme moyens de détection et de mesure.

FIG.1

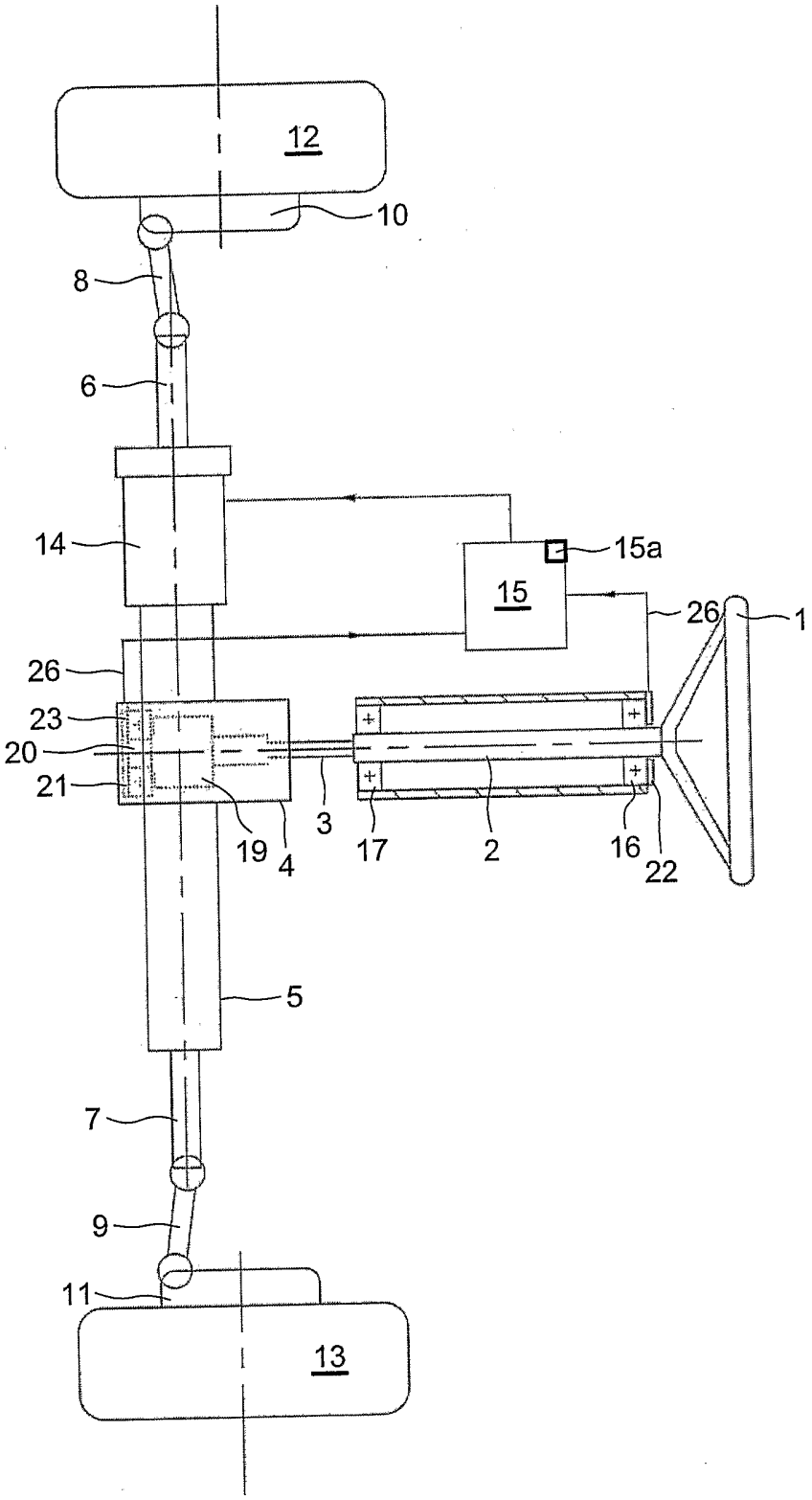


FIG.2

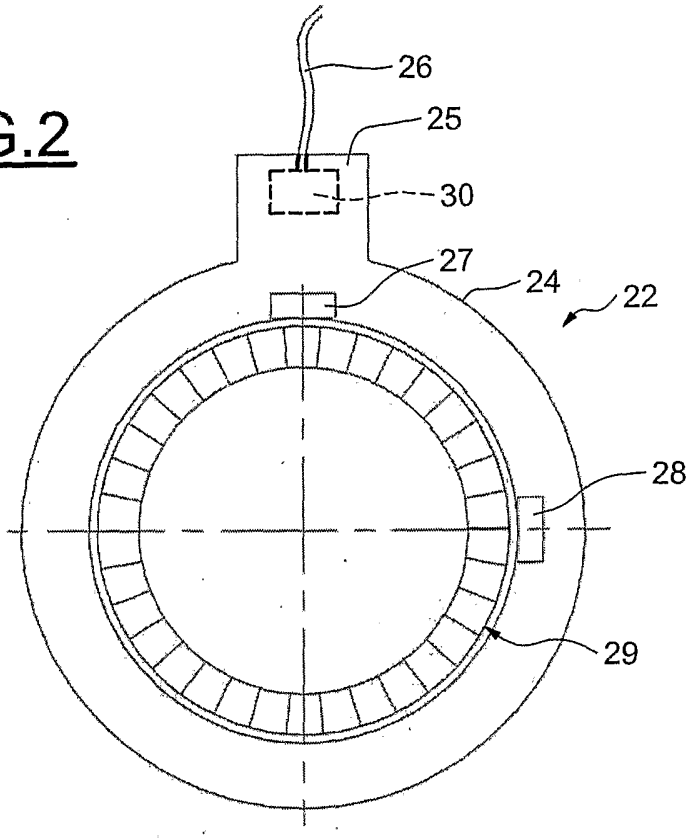


FIG.3

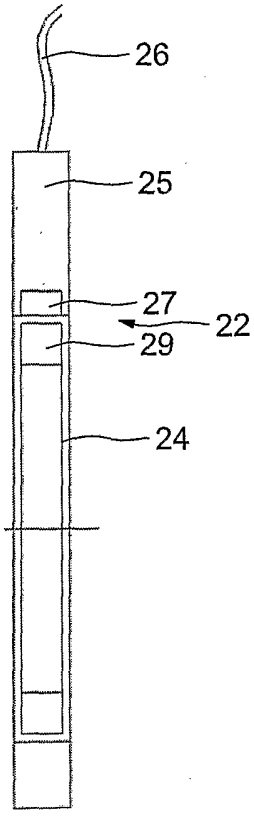


FIG.4

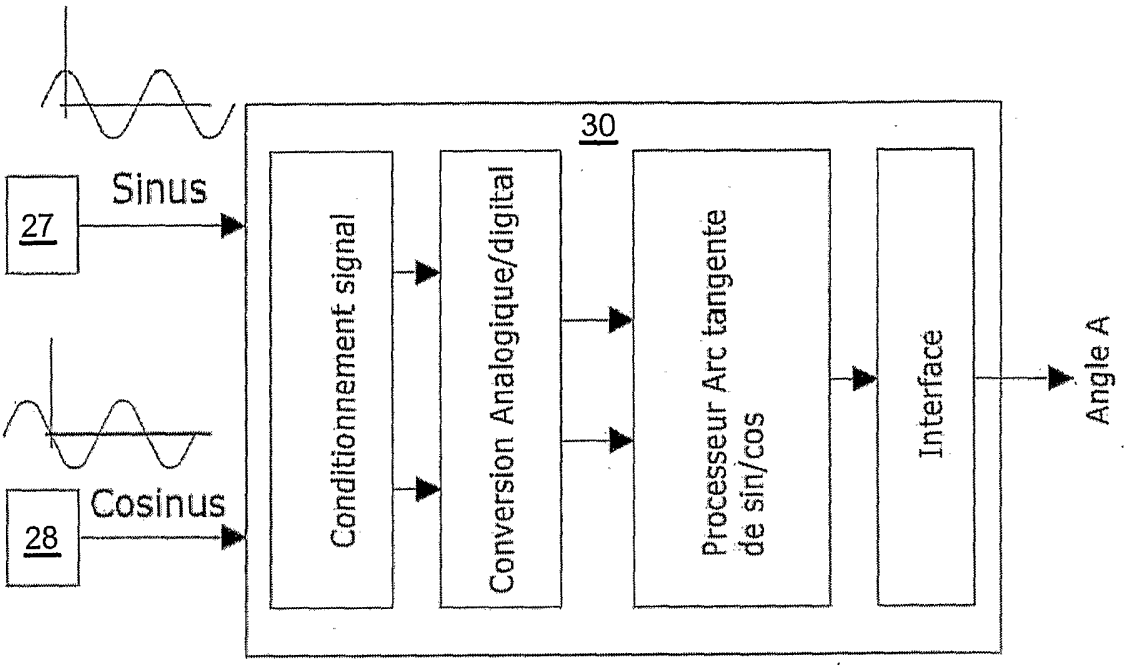

30
Sinus
27
Cosinus
28
Conditionnement signal
Conversion Analogique/digital
Processeur Arc tangente de sin/cos
Interface
Angle A

FIG.5

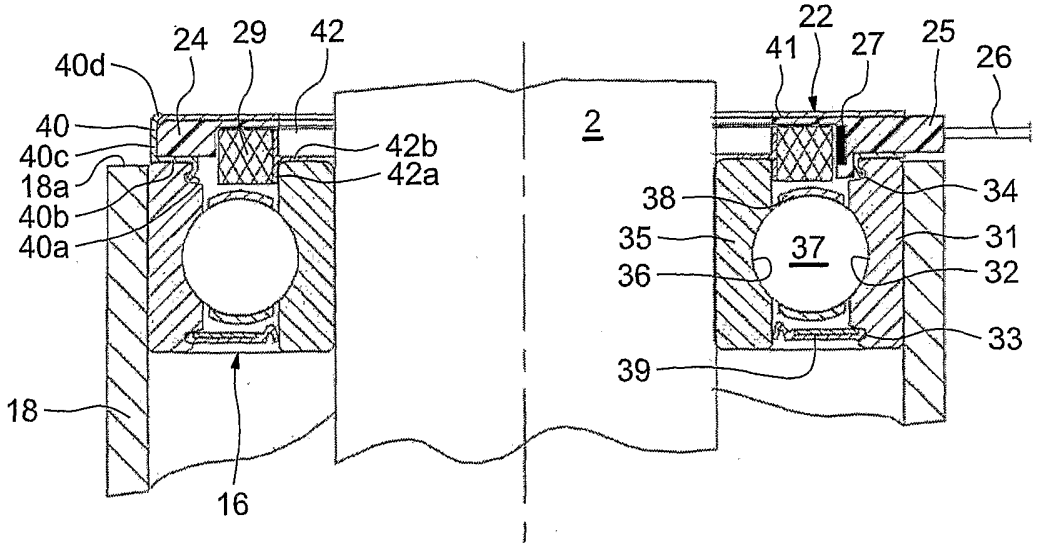

40d
24
29
42
40
40c
18a
40b
40a
42b
42a
18
16
2
22
41
27
25
26
38
35
36
37
34
31
32
33
39

FIG.6

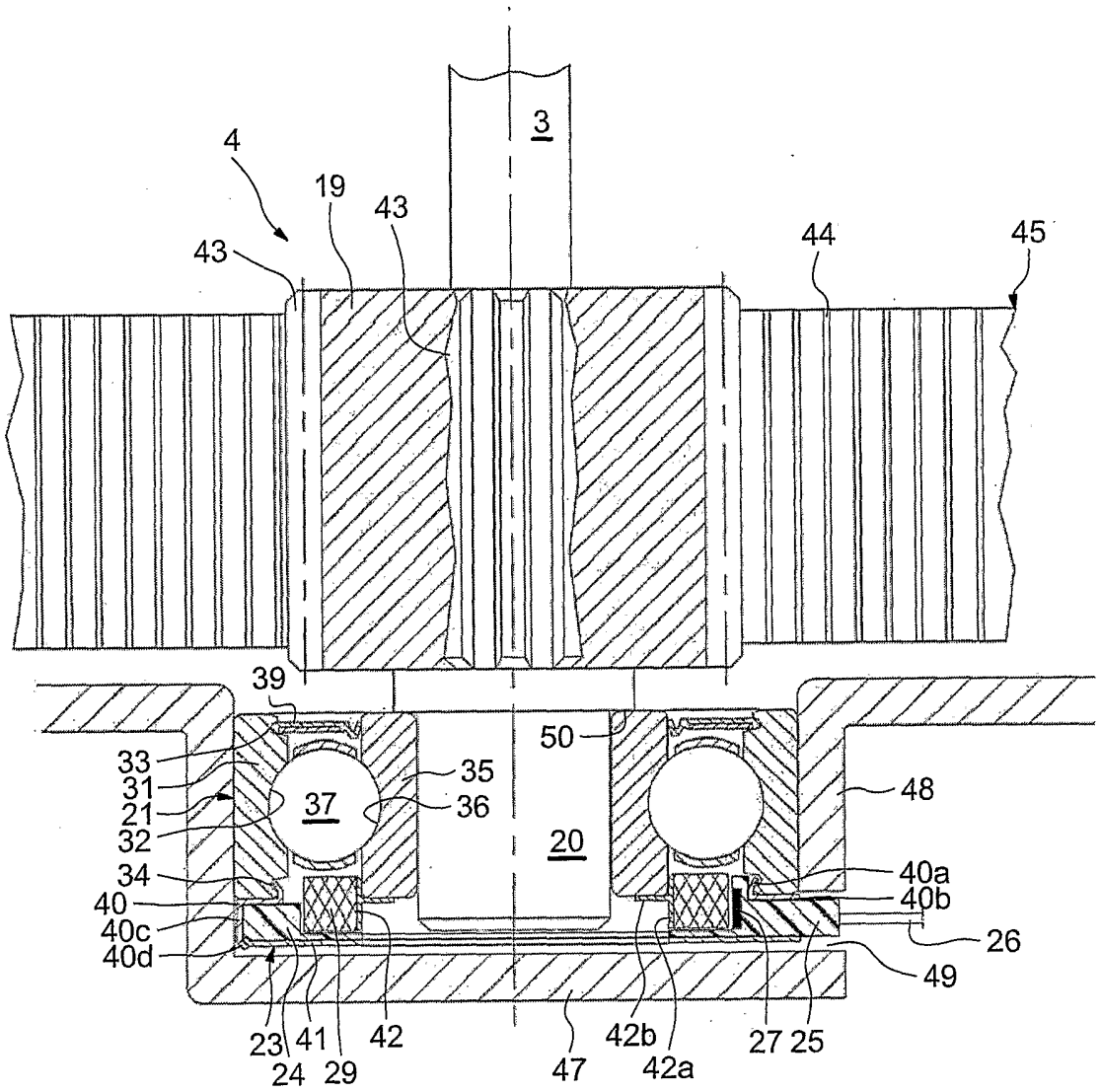

3
4
19
43
43
44
45
39
50
33
31
21
32
34
40
40c
40d
37
35
36
20
48
40a
40b
26
49
23
24
41
29
42
47
42b
42a
27
25

FIG.7

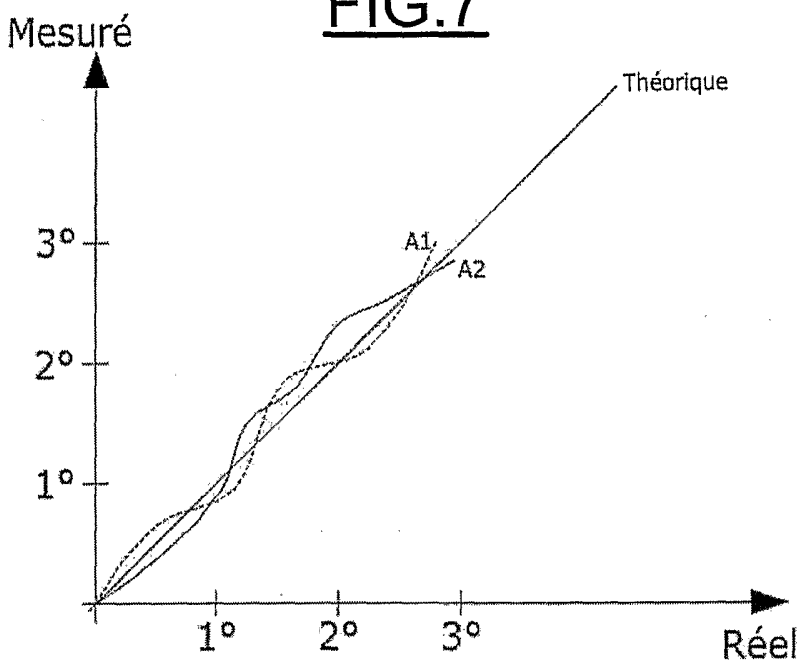


FIG.8

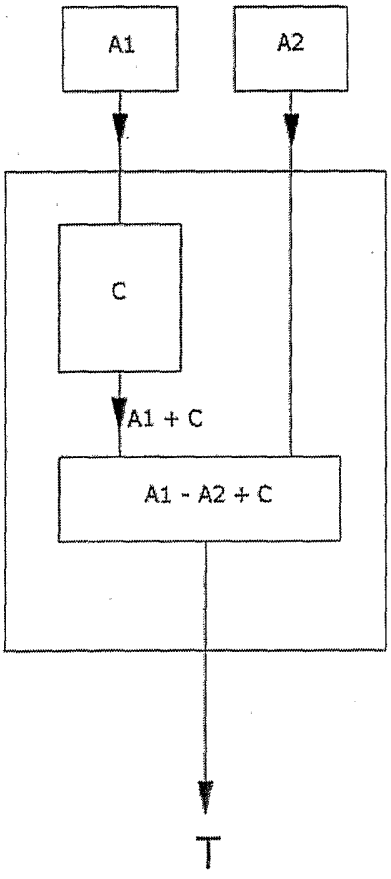


FIG.9

