

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : 2 884 908  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 06 51429

51) Int Cl<sup>8</sup> : F 41 G 5/14 (2006.01)

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 24.04.06.

30) Priorité : 25.04.05 DE 202005006590.0.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.10.06 Bulletin 06/43.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : MOOG GMBH — DE.

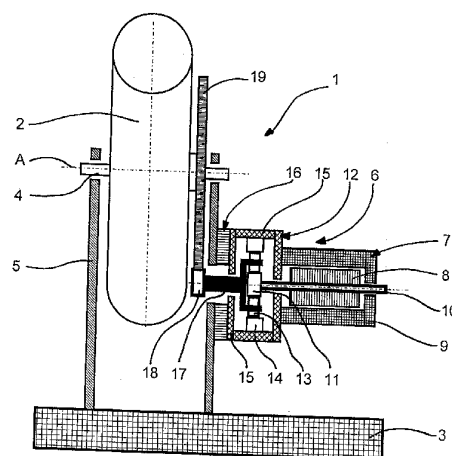
72) Inventeur(s) : STEHLIN BERND et EISELE PETER.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : BREVALEX.

54) UNITÉ D'AJUSTEMENT ET DE STABILISATION ÉQUIPÉE D'UN CAPTEUR DE FORCE POUR MESURER DES COUPLES.

57) La présente invention se rapporte à une unité d'ajustement et de stabilisation (1), particulièrement pour une arme, avec une plateforme (3) mobile, une masse rotative (2) mobile sur la plateforme (3) et stabilisée dans l'espace d'inertie, une commande d'ajustement (6) pour ajuster la masse rotative (2), la commande d'ajustement (6) étant connectée d'une part à la masse (2) et, d'autre part à la plateforme (3) et comprenant un dispositif d'entraînement (17) connectant la commande (6) d'ajustement à la masse rotative (2), un capteur de force (16) pour mesurer des couples et au moins un circuit de contrôle de stabilisation pour contrôler la commande d'ajustement (6) via la mesure de couple, le capteur de force (16) étant annulaire et placé entre les plateforme (3) et commande d'ajustement (6), dans laquelle le dispositif d'entraînement (17) de la commande (6) traverse celle-ci, le capteur de force (16) mesurant le couple entre la commande d'ajustement (6) et la plateforme (3) et étant induit par la commande d'ajustement (6) ou en conséquence d'une accélération de la masse (2) au niveau de la commande d'ajustement (6).



FR 2 884 908 - A1



**UNITE D'AJUSTEMENT ET DE STABILISATION  
EQUIPEE D'UN CAPTEUR DE FORCE POUR MESURER DES COUPLES**

**DESCRIPTION**

**DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR**

La présente invention se rapporte à une  
5 unité d'ajustement et de stabilisation, en particulier  
pour une arme, avec une plateforme mobile, une masse  
rotative maintenue de manière mobile sur la plateforme  
et stabilisée dans l'espace d'inertie, une commande  
d'ajustement destinée à ajuster la masse rotative, la  
10 commande étant connectée d'une part à la masse rotative  
et d'autre part à la plateforme et comprenant un  
dispositif d'entraînement connectant la commande  
d'ajustement à la masse rotative, un capteur de force  
pour la mesure du couple et au moins un circuit de  
15 contrôle de stabilisation destiné à contrôler la  
commande d'ajustement rotative au moyen de la mesure de  
couple.

La stabilisation de la position d'une masse  
rotative dans l'espace d'inertie sur une plateforme  
20 mobile, par exemple, une unité d'armement rotative  
placée sur un véhicule, n'est généralement pas obtenue  
par la vitesse de rotation spécifique de la plateforme,  
mais par la mesure de la vitesse de rotation ou de la  
position de la masse rotative spécifique de l'espace  
25 d'inertie au moyen d'un gyroscope. Dans ce processus,  
les signaux de mesure du gyroscope sont envoyés vers un  
circuit de contrôle comparant l'écart de la position  
réelle dans l'espace par rapport à une valeur fixe et

fixant celui-ci au moyen d'une commande de stabilisation.

L'exactitude de la position inertielle stabilisée, c'est-à-dire la position dans une unité  
5 coordonnée se déplaçant de manière linéaire à une vitesse constante, est influencée par différents facteurs d'influence, par exemple par le frottement de position au niveau de la commande et la manière dont la masse rotative est maintenue, le déséquilibre entre la  
10 masse rotative et le moment d'inertie de rotation des masses d'entraînement rotatives réduit selon la masse rotative. Dans une plateforme mobile avec une masse rotative stabilisée, les masses d'entraînement rotatives doivent être accélérées ou retardées selon  
15 une séquence de mouvements isochrones par rapport à la plateforme, ainsi que cela est prédéterminé par le mouvement de la plateforme. Chaque écart par rapport à ces deux séquences de mouvements entraîne une erreur proportionnelle dans l'angle de stabilisation. Suivant  
20 l'écart par rapport à l'angle de stabilisation souhaité, une qualité de stabilisation élevée ou basse est obtenue avec une telle commande de stabilisation. Afin d'obtenir une qualité de stabilisation élevée, différents procédés de stabilisation de la position  
25 d'une masse rotative sont connus et seront décrits brièvement ci-dessous.

D'une part, la commande d'ajustement peut être conçue de telle sorte que l'inertie des masses d'entraînement est très faible. Cela peut même  
30 entraîner l'utilisation de commandes directes, c'est-à-dire des moteurs couplés à segments qui sont construits

autour de l'axe de rotation d'une commande sans aucun engrenage. Ces commandes directes doivent alors fournir également le couple complet nécessaire pour ajuster la masse rotative, éliminant ou au moins maintenant à un  
5 faible niveau l'influence des perturbations déclenchées par la propre inertie des pièces d'entraînement rotatives. Ces commandes directes sont connues en particulier pour la stabilisation des appareils optiques. Pour la stabilisation d'unités d'armement  
10 également, on a mis au point des commandes directes correspondantes qui, toutefois, ne se sont pas imposées dans la pratique. Pour les unités d'armement, seules des commandes d'ajustement avec un faible rapport d'engrenage et une masse d'entraînement réduite en  
15 conséquence sont utilisées. Pour toutes les solutions qui peuvent fonctionner sans ou avec un étage à faible engrenage uniquement, ces commandes d'ajustement ne sont adaptées que pour les masses rotatives avec un faible moment de déséquilibre, car le couple statique  
20 au niveau du moteur de commande pour le moment de déséquilibre augmente à mesure que le rapport d'engrenage diminue.

Des avancées plus récentes dans les véhicules blindés ont conduit à une augmentation du  
25 moment de balourd de l'unité d'armement, ce qui était dû à une protection de blindage améliorée de la tourelle, ainsi qu'à des tubes plus longs pour la pièce d'armement. En raison de l'augmentation du déséquilibre, les exigences de la commande de stabilisation ont  
30 nettement augmenté, car le comportement de stabilisation de ces armes par rapport à des masses

rotatives bien équilibrées est nettement influencé par le mouvement du véhicule dans les directions verticales ainsi qu'azimutale. Du fait de l'augmentation du déséquilibre, le risque d'apparition des perturbations dans la direction verticale augmente également de manière proportionnelle, ce qui a une influence négative en proportion sur la qualité de la stabilisation.

Une autre possibilité de réduire l'influence de l'inertie des masses d'entraînement est l'utilisation d'un gyroscope auxiliaire afin de mesurer le mouvement de rotation de la plateforme mobile autour de l'axe de rotation de la masse rotative. Dans ce processus, le signal de mesure de ce gyroscope auxiliaire vers un circuit de contrôle interne est utilisé pour provoquer une rotation des masses d'entraînement avant que le gyroscope de mesure réel n'enregistre un écart défectueux. Cependant, l'amélioration pratique en utilisant un gyroscope auxiliaire est très limitée, car le temps de réaction entre l'accélération des masses rotatives d'entraînement et le signal de mesure induit du gyroscope auxiliaire est trop long.

Toutefois, une nette amélioration de la qualité de stabilisation peut être également atteinte si la puissance de la commande d'ajustement sur la masse rotative et, de manière réactive, également la puissance de réaction exercée sur la plateforme par la commande, sont mesurées et utilisées dans un circuit de contrôle de stabilisation interne destiné à contrôler la commande d'ajustement. Ce procédé est connu en

particulier dans les commandes hydrauliques où la différence de pression entre les deux chambres de pression dans le tambour de commande est mesurée. Dans ce cas, l'établissement de la pression est proportionnel à la force que la commande exerce sur la masse rotative et de manière réactive sur la plateforme. La force agissant dans un tel système de commande hydraulique est proportionnelle à l'accélération entre la masse rotative stabilisée et la plateforme, c'est-à-dire proportionnelle à la dérivation du taux de mouvement de la masse rotative. Avec une excitation harmonique, cette force agissant dans le système hydraulique a déjà atteint sa valeur maximale lorsque la vitesse est encore à zéro.

Ce circuit de contrôle d'accélération faisant partie de la conception classique des commandes de stabilisation hydrauliques est également connu depuis un certain temps dans les commandes électriques sous la forme d'une détection de la force du couple agissant au niveau de la transmission. Dans ce processus, cette détection de force est effectuée en mesurant l'allongement au niveau d'une commande de stabilisation linéaire qui transmet le couple du moteur par une broche à un piston de contrôle entraînant la masse rotative.

Une unité d'ajustement et de stabilisation correspondante avec une commande de contrôle linéaire et un circuit de contrôle de couple afin de stabiliser un système d'armement placé sur un véhicule est décrite dans le document DE 43 17 935 C2. Dans cette unité, le signal de couple pris au niveau du carter d'une broche

ou d'un engrenage du dispositif de commande est envoyé à un contrôleur de vitesse qui agit sur le moteur de commande par l'électronique de puissance. Dans ce processus, on utilise en tant que capteur de couple un ensemble de tensiomètres qui sont interconnectés par un circuit à pont et disposés dans les directions axiale ainsi que radiale au niveau du nez de broche de la broche, au niveau du montage de commande ou au niveau du dispositif de retenue de la mécanique d'entraînement.

De telles commandes de contrôle linéaires sont essentiellement utilisées pour l'orientation d'armes avec un angle d'ajustement limité dans la direction d'élévation, avec des angles d'ajustement allant jusqu'à 30 à 40°, par exemple pour les véhicules blindés. Dans les systèmes d'armement avec des angles d'ajustement vertical plus importants allant jusqu'à 90°, par exemple pour l'utilisation de la défense aérienne, de telles commandes de contrôle linéaires présentent des inconvénients considérables, car le changement de rapport d'engrenage du mouvement de rotation du moteur dans le mouvement d'orientation du système d'armement dans la direction d'élévation augmente de manière surproportionnelle à l'augmentation des angles d'ajustement, et il est donc difficile de compenser quant à son contrôle et à sa commande. En conséquence, dans les systèmes d'armement avec des angles d'ajustement vertical plus importants, pour le mouvement de l'arme dans son axe vertical également, on utilise des commandes rotatives qui possèdent un rapport d'engrenage constant à tous les angles d'ajustement.

Pour la mesure du couple, on connaît de manière générale des dispositifs qui peuvent être disposés dans la ligne de transmission d'une telle commande linéaire entre le rotor du moteur et la masse rotative à entraîner. Un tel agencement entraînerait la mesure du couple de pièces mobiles conduisant à une complexité supplémentaire pour la transmission des signaux de mesure, par exemple au moyen d'anneaux de coulissement, de câbles traînants ou de radio, de la pièce rotative de la commande à la pièce statique de l'unité de stabilisation. De plus, ces torsiomètres ne doivent être chargés que par les couples à mesurer, de sorte que les forces latérales et les forces de flexion soient éliminées au moyen d'une intégration mécanique complexe du torsiomètre.

En fait, les couples peuvent également être mesurés en mesurant le couple de réaction qui se forme au niveau du stator du moteur. Le stator du moteur ne tourne pas de sorte que le signal peut être transmis directement au circuit de contrôle de stabilisation et des inconvénients peuvent être évités lorsque le signal de mesure des pièces rotatives est transmis. Lorsque le moment de réaction est mesuré au niveau du stator du moteur, cependant, aucun couple survenant lorsque la plateforme se déplace et que le rotor non encore accéléré est commandé par la masse inerte de la masse rotative stabilisée ne peut être mesuré. Concernant la haute qualité de stabilisation de la commande de stabilisation, toutefois, ce sont ces informations de mesure qui correspondent à la quantité mesurée la plus importante, car il s'agit exactement du signal de la



masse rotative entraînée qui doit être traité dans le but d'une accélération du rotor dans le circuit de contrôle aussi instantanée que possible. Cependant, ce couple induit par la masse rotative n'est pas transmis  
5 au stator du moteur, car les moments d'accélération sont supportés au niveau de la masse inerte du rotor.

Un élément de détection adapté pour déterminer les couples pour une unité d'ajustement et de stabilisation ne doit par ailleurs mesurer aucune  
10 influence externe qui, par exemple, provienne de forces d'accélération linéaires agissant sur la commande d'ajustement, car les plateformes sur lesquelles la masse rotative est maintenue peuvent subir des accélérations dans toutes les directions.

## 15 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Un but de la présente invention est donc de proposer une unité d'ajustement et de stabilisation avec un torsiomètre simple mesurant les couples entre une masse rotative et une plateforme, les couples étant  
20 générés par la commande, ainsi que par la plateforme mobile.

Ce but est atteint par une unité d'ajustement et de stabilisation équipée d'un capteur de force pour mesurer des couples, l'unité ayant une  
25 conception annulaire et étant disposée entre la plateforme et la commande d'ajustement et dans laquelle le dispositif d'entraînement de la commande d'ajustement s'étend à travers le capteur de force, le capteur de force mesurant le couple intervenant entre  
30 la commande d'ajustement et la plateforme et étant

induit par la commande d'ajustement ou en conséquence d'une accélération de la masse rotative au niveau de la commande d'ajustement.

Le découplage du capteur de force de la  
5 commande d'ajustement dans une unité d'ajustement et de stabilisation empêche une charge de la commande d'ajustement et de ses composants, car des parties essentielles du couple apparaissant et d'éventuels efforts de flexion sont reçus par le capteur de force.  
10 L'agencement du capteur de force permet en outre l'utilisation d'une commande d'ajustement conçue uniquement pour les exigences de l'unité d'ajustement et de stabilisation, dans laquelle hormis des commandes rotatives, il est également possible d'utiliser des  
15 commandes linéaires. L'utilisation du capteur de force permet par ailleurs de faire correspondre le couple imposé et un signal de mesure correspondant, de sorte qu'un contrôle exact de la commande est possible avec une caractéristique de réponse correspondant au circuit  
20 de contrôle de stabilisation. Il est vrai que l'agencement du capteur de force sélectionné entre le montage de commande et la commande d'ajustement présente un certain écart de la quantité mesurée déterminée par rapport à la quantité mesurée idéale, en  
25 particulier du couple induit au niveau de la masse rotative stabilisée par la plateforme mobile lorsque le rotor n'est pas encore accéléré. Cependant, par la sélection adaptée de la commande d'ajustement, ces écarts peuvent être maintenus si faibles qu'une nette  
30 amélioration de la qualité de stabilisation est encore obtenue.

La présente invention a alors, principalement pour objet une unité d'ajustement et de stabilisation, en particulier pour une arme, avec une plateforme mobile, une masse rotative maintenue de manière mobile sur la plateforme et stabilisée dans l'espace d'inertie, une commande d'ajustement destinée à ajuster la masse rotative, la commande d'ajustement étant d'une part connectée à la masse rotative et d'autre part à la plateforme et comprenant un dispositif d'entraînement connectant la commande d'ajustement à la masse rotative, un capteur de force pour mesurer des couples, et au moins un circuit de contrôle de stabilisation destiné à contrôler la commande d'ajustement au moyen de la mesure des couples, dans laquelle le capteur de force présente une conception annulaire et est placé entre la plateforme et la commande d'ajustement, dans laquelle le dispositif d'entraînement de la commande d'ajustement s'étend à travers celle-ci, le capteur de force mesurant le couple survenant entre la commande d'ajustement et la plateforme et étant induit par la commande d'ajustement ou en conséquence d'une accélération de la masse rotative au niveau de la commande d'ajustement.

De préférence, la commande d'ajustement visant à ajuster la masse rotative est conçue comme une commande rotative. Le capteur de force peut être placé entre le montage de commande et la commande rotative. Le capteur de force de conception annulaire est particulièrement adapté pour la mesure des couples dans un rapport d'engrenage, c'est-à-dire réguliers du fait

de la commande rotative, du mouvement rotatif du moteur par rapport au mouvement rotatif de la masse rotative.

Un mode de réalisation favorable propose que la commande d'ajustement comprenne un moteur électrique et un engrenage à au moins un étage, permettant une commande simple et efficace pour l'ajustement de la masse rotative. Dans ce processus, suivant les exigences de l'unité d'ajustement et de stabilisation, l'engrenage peut être conçu comme un engrenage cylindrique à au moins un étage pour qu'une transmission du mouvement de rotation du moteur électrique à la masse rotative soit aussi régulière que possible, ou comme un train d'engrenage planétaire à au moins un étage pour une action du mouvement de rotation du rotor ou l'accélération de la masse rotative sur l'engrenage aussi directe que possible.

Un autre mode de réalisation propose que le dispositif de commande de la commande d'ajustement soit placé au niveau de l'engrenage à au moins un étage et que le capteur de force mesure le couple intervenant entre la plateforme et le carter de l'engrenage. Cet agencement permet une mesure de couple simple et particulièrement efficace. Ici, en sélectionnant un rapport d'engrenage élevé, la déviation de la quantité mesurée déterminée par rapport au couple effectivement induit peut être maintenue particulièrement basse et une qualité de stabilisation particulièrement bonne peut être obtenue.

Pour la simple détermination du couple agissant sur la masse rotative, le capteur de force peut comprendre un allongement mesurable au moins au

niveau d'un point, lequel allongement est proportionnel au couple à mesurer. Afin de déterminer le couple à mesurer d'une manière plus fiable et afin de pouvoir également détecter un allongement non synchrone en  
5 conséquence des forces de flexion, le capteur de force peut comprendre un allongement mesurable au moins en deux points, l'allongement étant proportionnel au couple à mesurer.

Un mode de réalisation pratique propose  
10 qu'au niveau du au moins un ou des au moins deux points du capteur de force, au moins un tensiomètre chacun mesure l'allongement mesurable. Au moyen de tensiomètres, des déformations élastiques même légères au niveau du capteur de force peuvent également être  
15 bien mesurées. Hormis les tensiomètres, des capteurs d'extension sur la base de transducteurs piézo-électriques peuvent également être utilisés afin de déterminer les déformations élastiques du capteur de force.

20 Pour compenser les perturbations mécaniques et thermiques, au niveau de au moins un ou de au moins deux points du capteur de force, des tensiomètres peuvent être interconnectés pour former un pont de mesure. Dans ce processus, en tant que connexions de  
25 mesure pour les tensiomètres, on utilise de préférence un pont de Wheatstone sous la forme de quarts, de moitiés ou de ponts complets (pour un, deux ou quatre tensiomètres actifs).

Un mode de réalisation avantageux propose  
30 que le au moins un circuit de contrôle de stabilisation destiné à contrôler la commande d'ajustement utilise

les signaux de mesure ajoutés d'au moins deux ponts de mesure. Outre la détermination plus précise du couple en action, il est également possible de cette manière de déterminer avec exactitude les forces de flexion agissant au niveau du capteur de force.

De manière avantageuse, le capteur de force peut comporter deux anneaux qui peuvent être tournés dans des directions opposées et sont interconnectés par des bandes déformables de manière élastique, les bandes se déformant de manière élastique lorsqu'un couple est transmis aux anneaux. Par ce simple dispositif, jusqu'à un couple de 400 Nm, un support de la commande d'ajustement au niveau du montage de commande peut être mis en œuvre sans aucune déformation plastique. Cependant, par les bandes déformables de manière élastique qui prennent en charge essentiellement toute la déformation élastique du couple transmise aux anneaux, il est possible de mesurer le couple induit au niveau de la commande d'ajustement.

Pour une connexion simple et sûre du capteur de force au montage de commande et à la commande d'ajustement, les anneaux peuvent être conçus comme des colliers. Ici, les bandes sont conçues comme des points d'allongement mesurable pour une mesure simple de l'allongement.

Un mode de réalisation avantageux propose que les deux anneaux qui peuvent être tournés dans des directions opposées et/ou les bandes déformables de manière élastique soient formées d'aluminium. La fabrication des anneaux en aluminium permet une bonne résistance pour une fixation au montage de commande et

à la commande d'ajustement, tandis que des bandes déformables de manière élastique en aluminium permettent l'élasticité requise pour la mesure d'un allongement, tout en offrant une résistance suffisante  
5 pour un support du couple appliqué par la commande au niveau du montage de commande.

Dans un mode de réalisation préféré, l'unité d'ajustement et de stabilisation comprend un gyroscope de mesure placé au niveau de la masse  
10 rotative afin de mesurer le mouvement de la masse rotative dans l'espace d'inertie et le au moins un circuit de contrôle de stabilisation destiné à contrôler la commande d'ajustement convertit la mesure de mouvement en signaux de contrôle pour la masse  
15 rotative. Un tel gyroscope de mesure et le circuit de contrôle associé permettent l'orientation directe de la masse rotative ou la stabilisation par rapport au mouvement de la plateforme et à sa rotation dans l'espace d'inertie.

De manière avantageuse, le au moins un circuit de contrôle de stabilisation destiné à contrôler la commande d'ajustement peut convertir les signaux d'un gyroscope d'une autre masse rotative ou le signal de position d'une autre masse rotative déjà  
25 stabilisée par un gyroscope et/ou des signaux d'ajustement fixés de manière externe en signaux de contrôle pour la masse rotative. Ce mode de réalisation du circuit de contrôle de stabilisation permet un contrôle de la commande d'ajustement par rapport à  
30 d'autres variables manipulées ou à d'autres mouvements de l'unité d'ajustement et de stabilisation et facilite

donc également le contrôle de la commande d'ajustement au moyen de la mesure de couple.

L'utilisation d'un capteur de force dans une unité d'ajustement et de stabilisation selon la présente invention afin de mesurer le couple intervenant entre la commande d'ajustement et la plateforme et induit par la commande d'ajustement ou en conséquence d'une accélération de la masse rotative au niveau de la commande d'ajustement, le capteur de force ayant une conception annulaire, étant placé entre la plateforme et la commande d'ajustement et le dispositif d'entraînement de la commande d'ajustement le traversant, permet une connexion élastique de la commande d'ajustement à la masse rotative dans une unité d'ajustement et de stabilisation et ainsi la mesure du couple induit au niveau d'un composant statique. Le capteur de force permet également même la mesure de faibles couples, mais également un support des couples élevés transmis du moteur à la masse rotative au niveau de la plateforme de l'unité d'ajustement et de stabilisation.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

Dans ce qui suit, le mode de réalisation du capteur de force de l'invention pour la mesure de couple dans une unité d'ajustement et de stabilisation est expliqué en détail au moyen des dessins.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :



- la figure 1 représente une vue en coupe latérale d'une unité d'ajustement et de stabilisation avec un capteur de force pour la mesure de couple,
- la figure 2 représente une vue en plan et  
5 une vue latérale du capteur de force de la figure 1,
- la figure 3a représente une coupe agrandie des vues latérales d'une bande du capteur de force de la figure 2,
- la figure 3b représente une coupe  
10 agrandie d'une autre vue latérale d'une bande du capteur de force de la figure 2 et,
- la figure 4 représente une vue latérale et une vue en plan d'un engrenage planétaire pour la commande d'ajustement de la figure 1.

#### 15 **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

La figure 1 montre une coupe d'une unité d'ajustement et de stabilisation 1 avec une masse rotative 2, par exemple une arme, et une plateforme mobile 3, par exemple la tourelle placée sur un  
20 véhicule. La masse rotative 2 est placée sur un moyen de montage 5 fixé à la plateforme 3 par un arbre 4 et est maintenue de manière mobile par rapport à la plateforme 3 autour d'un axe A traversant l'arbre 4. L'unité d'ajustement et de stabilisation 1 comprend en  
25 outre une commande d'ajustement rotative 6. La commande d'ajustement rotative 6 comporte un moteur 7 ayant un rotor 8, un stator 9 et un arbre moteur 10. L'arbre moteur 10 est pourvu d'un pignon 11 du côté de la commande, le pignon 11 formant en même temps le  
30 planétaire de l'engrenage planétaire 12. Dans ce

système, le planétaire 11 entraîne les roues planétaires 13 qui sont supportées au niveau de la roue du carter 14, la roue du carter 14 étant fixée au carter d'engrenage 15.

5                    Au niveau du moyen de montage 5, un capteur de force 16 est placé sur et connecté à la plateforme mobile 3 par le moyen de montage 5. Au niveau du capteur de force 16, du côté opposé au moyen de montage 5, le train d'engrenage planétaire 12 de la commande  
10 d'ajustement rotative 6 est fixé au carter d'engrenage 15. Les roues planétaires 13 de l'engrenage 12 entraînent la masse rotative 2 par la cage planétaire 17 qui traverse de manière axiale le capteur de force 16. Dans ce processus, la cage planétaire 17 est  
15 couplée à un segment denté 19 placé au niveau de l'arbre 4 et connectée à la masse rotative 2 par le pignon 18 placé de l'autre côté du capteur de force 16 et entraîne ainsi la masse rotative 2 stabilisée. Le capteur de force 16 est efficacement placé entre la  
20 plateforme 3 et la commande d'ajustement rotative 6 par le moyen de montage 5 et le carter d'engrenage 15.

La figure 2 montre une vue en plan et une vue latérale d'un capteur de force 16 de l'invention qui peut mesurer les couples que le moteur 7 exerce sur  
25 la masse rotative 2, ainsi que les couples induits par la masse rotative 2 qui accélèrent le rotor 8 du moteur 7, l'entraînant dans une direction inverse. Dans ce processus, toutes les autres influences de force agissant sur la commande d'ajustement 6, par exemple à  
30 partir d'accélération linéaires de l'unité d'ajustement et de stabilisation 1 dans toutes les

directions ou à partir de forces latérales agissant sur le pignon 18, ne sont pas mesurées par le capteur de force 16 placé entre la plateforme 3 et la commande d'ajustement rotative 6. Le capteur de force 16  
5 comporte deux anneaux 20, 21, qui sont interconnectés au moyen de plusieurs bandes 22. Le mode de réalisation du capteur de force 16 représenté sur la figure 2 utilise quatre bandes 22 pour interconnecter les deux anneaux 20, 21, les quatre bandes 22 étant décalées de  
10  $90^\circ$  chacune. Avantageusement, les anneaux 20, 21, ainsi que les bandes 22 comportent une seule pièce monobloc, par exemple en aluminium, car les parties jointes entre les bandes et les anneaux peuvent perturber les déformations élastiques représentant une mesure du  
15 couple à mesurer par les torsiomètres. Les anneaux 20, 21 peuvent être conçus comme des colliers afin de fixer le capteur de force 16 au moyen de montage 5 et au carter d'engrenage 15 et peuvent être pourvus de trous correspondants.

20 Ainsi que représenté sur la figure 3a, au moins l'une des bandes 22 est fournie avec au moins deux tensiomètres 23, 24 qui détectent une déformation élastique de la bande en conséquence d'une force agissant sur le capteur de force et, au moyen d'un  
25 changement de résistance des tensiomètres 23, 24, envoient un signal proportionnel à la déformation élastique de la bande à un système électronique d'évaluation pour les tensiomètres 23, 24. Avec les tensiomètres 23, 24 placés de manière décalée dans la  
30 direction longitudinale sur la bande 22 en parallèle l'un à l'autre, même une « flexion » élastique minime

des bandes 22 peut être mesurée. Du fait que les tensiomètres 23, 24 fournissent généralement un signal de mesure de seulement quelques millivolts, il est préférable de disposer d'un système électronique adapté  
5 qui permette le traitement du signal correspondant au signal d'entrée requis par le circuit de contrôle de stabilisation. Ce système électronique d'évaluation peut être réalisé sous la forme d'un assemblage individuel de faibles dimensions de sorte qu'un tel  
10 assemblage puisse être placé entre les anneaux 20, 21 du capteur de force 16. Le système électronique d'évaluation fournit une tension de référence de précision généralement de 10 V pour l'alimentation des tensiomètres 23, 24 et comprend un amplificateur  
15 relativement sans dérive avec une amplification de 500 fois pour le traitement supplémentaire du signal. Si l'assemblage équipé du système électronique d'évaluation est placé entre les anneaux 20, 21 du capteur de force, depuis l'extérieur, seules les bornes  
20 destinées à la tension d'alimentation, généralement de  $\pm 15$  V, sont requises pour la masse de référence et le signal de sortie.

La figure 3a montre en outre la déformation élastique de la bande 22 survenant en raison d'un  
25 couple faisant tourner les deux anneaux 20, 21 du capteur de force 16 dans des directions opposées. Un pont de mesure de tensiomètres, comportant dans ce cas deux tensiomètres, 23, 24, placés sur ou collés à, respectivement, la surface d'une bande 22, de  
30 préférence une face latérale, détecte la rotation des anneaux 20, 21 dans des directions opposées par le

raccourcissement du tensiomètre 23 et l'allongement du  
tensiomètre 24 du fait de la déformation élastique de  
la bande 22. La figure 3b montre une autre vue latérale  
du capteur de force 16 avec un agencement parallèle  
5 adapté des tensiomètres 23, 24 pour un pont de mesure  
Wheatstone complet sur la bande 22 qui est également  
adapté pour la mesure du couple.

L'évaluation électronique d'un pont de  
résistance n'est pas décrite en détail ici, car celle-  
10 ci est généralement connue de l'homme du métier et ne  
dépasse pas l'algorithme d'évaluation courant dans  
l'art antérieur dans l'application du capteur de force  
16 à la mesure de couples. Les moyens de fixation des  
anneaux 20, 21 du capteur de force 16 destinés à fixer  
15 le dynamomètre au carter d'engrenage 15 ainsi qu'au  
moyen de montage 5, ne sont pas décrits en détail, car  
le choix et l'utilisation des moyens de fixation  
adaptés n'a pas d'influence particulière sur la  
fonction du capteur de force 6.

20 L'étirement des deux anneaux 20, 21 du  
capteur de force 16 par des forces latérales appliquées  
de manière externe provoque, dans le cas d'une fixation  
symétrique du pont de mesure sur la bande, un  
changement des résistances des tensiomètres 23, 24 de  
25 la même manière, ce qui n'entraîne aucun changement du  
signal de mesure dans un pont de mesure. Dans toutes  
les autres directions de mouvement, les deux anneaux 20,  
21 ont une structure suffisamment rigide du fait de  
l'agencement mutuel et de la sélection des bandes 22.  
30 Un moment de flexion externe n'entraîne pas un signal  
de mesure important lorsque la résistance à la flexion

du capteur de force 16 est sélectionnée en conséquence. Cela est particulièrement important dans la construction d'une unité d'ajustement et de stabilisation selon la figure 1, car les forces périphériques du pignon 18, sous la forme de forces latérales transmises par le dispositif d'entraînement en tant que bras de levier, agissent ici de manière réactive comme un moment de flexion sur le capteur de force 16. Si, cependant, la résistance à la flexion du capteur de force 16, du fait d'exigences de construction, par exemple une faible épaisseur de paroi, n'est pas suffisante pour éviter un signal de mesure provenant de forces de flexion sur l'engrenage 12 de la commande d'ajustement rotative 6, la fixation d'un deuxième pont de mesure sur une bande 22 opposé au premier pont de mesure assure qu'une force de flexion, provoquant un signal positif au niveau du premier pont de mesure, déclenche un signal négatif au niveau du deuxième pont de mesure. Les deux signaux des premier et deuxième ponts de mesure peuvent alors être ajoutés en conséquence, ce qui double complètement la sensibilité du signal souhaité pour mesurer le couple, mais annule un signal déclenché par une force de flexion.

La figure 4 montre une coupe d'un train d'engrenage planétaire 12 représenté sur la figure 1 sur une vue latérale, ainsi qu'une coupe dans le train d'engrenage. Les forces et les couples au niveau du capteur de force 16 survenant dans une accélération inverse du rotor 8, ces couples n'étant pas appliqués

par le moteur 7 lui-même, sont illustrés au moyen de cette représentation.

Avec une plateforme mobile 3 et un moteur 7 n'entraînant pas la masse rotative 2, la masse rotative 2 stabilisée commande de manière réactive le moteur 7 même dans le cas d'une accélération due à sa propre force d'inertie. Le couple se développant au niveau du pignon 18 dans ce processus est appelé MdR ci-dessous. Dans le cas où le rotor 8 du moteur 7 est entraîné par la masse rotative 2 stabilisée, il y aura une différence entre le couple au niveau du pignon 18 et le couple qui est transmis par le carter d'engrenage 15 et mesuré avec le dynamomètre 16 proposé ici. Le couple mesuré au niveau du capteur de force 16 est appelé MdG ci-dessous.

Au moyen des quantités représentées sur la figure 4, une comparaison du couple MdR au niveau du pignon 18 et du couple MdG intervenant au niveau de la roue du carter 14 et donc au niveau du carter 15 de l'engrenage 12 et mesuré par le capteur de force 16 est représentée et évaluée. Le couple au niveau du pignon 18 accélère les engrenages planétaires 13 qui déclenchent les mêmes forces formant un couple F2 au niveau du planétaire 11 et au niveau du carter d'engrenage 15. Le rotor 8 du moteur 7 est accéléré par le couple provenant des forces F2 avec le rayon R1 de la roue planétaire 13. Le couple MdG survenant au niveau de la roue de carter 14 est également déclenché par les forces F2, cependant, par le rayon R2 de la roue de carter 14. Ici, les forces F2 sont moins élevées de moitié que les forces F1, ce qui provient de

la condition d'équilibre, c'est-à-dire que la somme de toutes les forces doit être égale à zéro.

Le couple MdG mesuré au niveau du carter 15 de l'engrenage 12 est le produit des forces F2 par le rayon R2. Le couple MdR mesuré au niveau du pignon 18 est le produit des forces F1 par le rayon allant jusqu'au centre de l'engrenage planétaire 13. Mathématiquement, l'équation suivante exprime donc la relation des deux couples :

10

$$MdG/MdR = F2 \times R2 / F1 \times (R1 + (R2 - R1)/2)$$

Avec la condition marginale mentionnée ci-dessus selon laquelle la force F1 est deux fois plus élevée que la force F2 ( $F1 = 2 \times F2$ ), l'équation se lit comme suit :

$$MdG/MdR = R2 / (R2 + R1)$$

20 Dans un engrenage planétaire 12, le rapport d'engrenage GR est défini par la relation des deux rayons R1 et R2 comme suit :

$$GR = 1 + R2 / R1 \text{ ou } R2 = (GR - 1) / GR$$

25

Cela donne la relation du couple mesuré au niveau du train d'engrenage planétaire 12 au couple survenant au niveau du pignon 18 de l'engrenage 12 :

30

$$MdG / MdR = 1 - 1/GR$$



Cela établit clairement que pour un engrenage planétaire 12 à un seul étage, l'écart des mesures du couple diminue entre l'arbre d'entraînement de la masse rotative 2 et au niveau du carter 15 du train d'engrenage planétaire 12, ou au niveau du capteur de force 16, respectivement, à mesure que le rapport d'engrenage de l'engrenage 12 augmente.

Le capteur de force 16 de l'invention est moins adapté aux rapports d'engrenage très faibles et aux commandes directes. Cependant, avec des rapports d'engrenage faibles ou des commandes directes, ainsi qu'illustré au début, une mesure du couple induit n'est pas nécessaire.

Pour les trains d'engrenages planétaires à multiples étages et pour les engrenages cylindriques, le calcul conduit au même résultat qu'illustré ci-dessus. La représentation de la dérivation pour ces cas n'est toutefois pas exposée ici.

Les couples transmis du moteur 7 à la masse rotative 2 déclenchent le même couple au niveau du pignon de sortie 18, ainsi qu'au niveau du carter statique 15 de l'engrenage 12 ou au niveau du capteur de force 16. La représentation de ce calcul est également omise.

**REVENDEICATIONS**

1. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1), en particulier pour une arme, avec une plateforme  
5 (3) mobile, une masse rotative (2) maintenue de manière  
mobile sur la plateforme (3) et stabilisée dans  
l'espace d'inertie, une commande d'ajustement (6)  
destinée à ajuster la masse rotative (2), la commande  
d'ajustement (6) étant d'une part connectée à la masse  
10 rotative (2) et d'autre part à la plateforme (3) et  
comprenant un dispositif d'entraînement (17) connectant  
la commande d'ajustement (6) à la masse rotative (2),  
un capteur de force (16) pour mesurer des couples, et  
au moins un circuit de contrôle de stabilisation  
15 destiné à contrôler la commande d'ajustement (6) au  
moyen de la mesure des couples,

dans laquelle le capteur de force (16)  
présente une conception annulaire et est placé entre la  
plateforme (3) et la commande d'ajustement (6), dans  
20 laquelle le dispositif d'entraînement (17) de la  
commande d'ajustement (6) s'étend à travers celle-ci,  
le capteur de force (16) mesurant le couple survenant  
entre la commande d'ajustement (6) et la plateforme (3)  
et étant induit par la commande d'ajustement (6) ou en  
25 conséquence d'une accélération de la masse rotative (2)  
au niveau de la commande d'ajustement (6).

2. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 1,

dans laquelle la commande (6) destinée à ajuster la masse rotative (2) est conçue comme une commande rotative.

5                   3. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 1 ou 2,

dans laquelle la commande d'ajustement (6) comprend un moteur électrique (7) et un engrenage à au moins un étage (12).

10

4. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 3,

dans laquelle l'engrenage (12) est conçu comme un engrenage cylindrique à au moins un étage.

15

5. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 3,

dans laquelle l'engrenage (12) est conçu comme un train d'engrenage planétaire à au moins un  
20 étage.

6. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 3 à 5,

dans laquelle dispositif d'entraînement (17)  
25 de la commande d'ajustement (6) est placé au niveau de l'engrenage à au moins un étage (12) et le capteur de force (16) mesure le couple survenant entre la plateforme (3) et le carter (15) de l'engrenage (12).

30                   7. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 1 à 6,

dans laquelle le capteur de force (16) comprend un allongement mesurable au moins en un point, l'allongement étant proportionnel au couple à mesurer.

5                   8. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 1 à 6,

                  dans laquelle le capteur de force (16) comprend un allongement mesurable au moins en deux points, l'allongement étant proportionnel au couple à  
10 mesurer.

                  9. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 7 ou 8,

                  dans laquelle, au niveau des au moins un ou  
15 deux points du capteur de force (16), chacun des au moins un tensiomètre (23, 24) mesure l'allongement mesurable.

                  10. Unité d'ajustement et de stabilisation  
20 (1) selon la revendication 9,

                  dans laquelle, au niveau des au moins un ou deux points du capteur de force (16), les tensiomètres (23, 24) sont interconnectés afin de former un pont de mesure.

25

                  11. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 10,

                  dans laquelle le au moins un circuit de contrôle de stabilisation utilise les signaux de mesure  
30 ajoutés d'au moins deux ponts de mesure pour contrôler la commande d'ajustement (6).

12. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 1 à 11,  
dans laquelle le capteur de force (16)  
comporte deux anneaux (20, 21) qui peuvent être tournés  
5 dans des directions opposées, lesquels sont  
interconnectés au moyen de bandes déformables de  
manière élastique (22), les bandes (22) se déformant de  
manière élastique lorsqu'un couple est appliqué à l'un  
des anneaux (20, 21).

10

13. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 12,  
dans laquelle les anneaux (20, 21) sont  
conçus comme des colliers.

15

14. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon la revendication 12 ou 13,  
dans laquelle les bandes (22) sont conçues  
comme des points d'allongement mesurable.

20

15. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 12 à 14,  
dans laquelle les deux anneaux (20, 21) qui  
peuvent être tournés dans des directions opposées et/ou  
25 les bandes déformables de manière élastique (22) sont  
formées d'aluminium.

30

16. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 1 à 15,  
dans laquelle l'unité d'ajustement et de  
stabilisation (1) comprend un gyroscope de mesure placé

au niveau de la masse rotative (2) pour mesurer le mouvement de la masse rotative (2) dans l'espace d'inertie, et le au moins un circuit de contrôle de stabilisation convertit la mesure de mouvement en  
5 signaux de contrôle pour la masse rotative (2) afin de contrôler la commande d'ajustement (6).

17. Unité d'ajustement et de stabilisation  
(1) selon l'une des revendications 1 à 16,  
10 dans laquelle le au moins un circuit de contrôle de stabilisation convertit les signaux d'un gyroscope d'une autre masse rotative ou les signaux de position d'une autre masse rotative déjà stabilisée par un gyroscope et/ou des signaux d'ajustement fournis de  
15 manière externe en signaux de contrôle pour la masse rotative (2) afin de contrôler la commande d'ajustement (6).

1/4

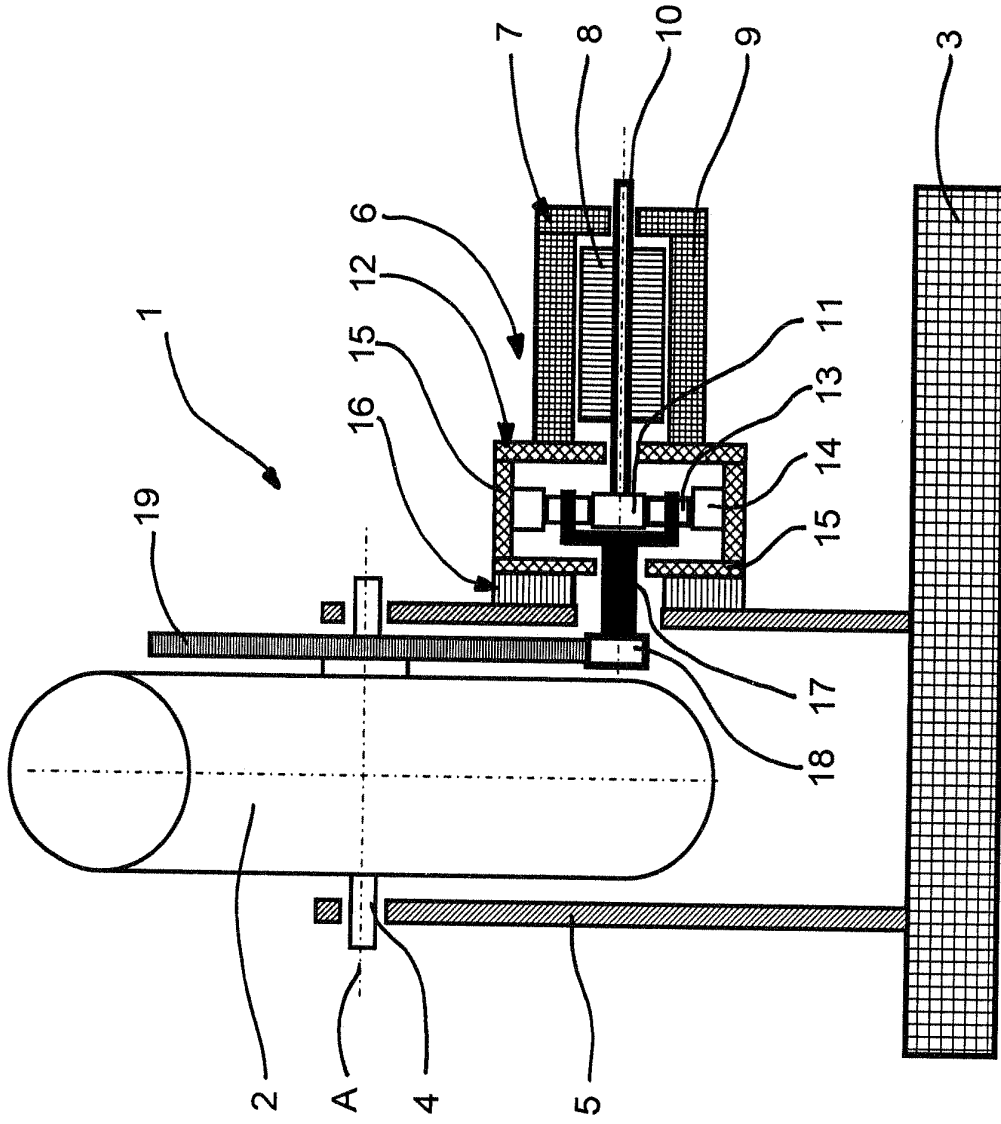


Fig. 1

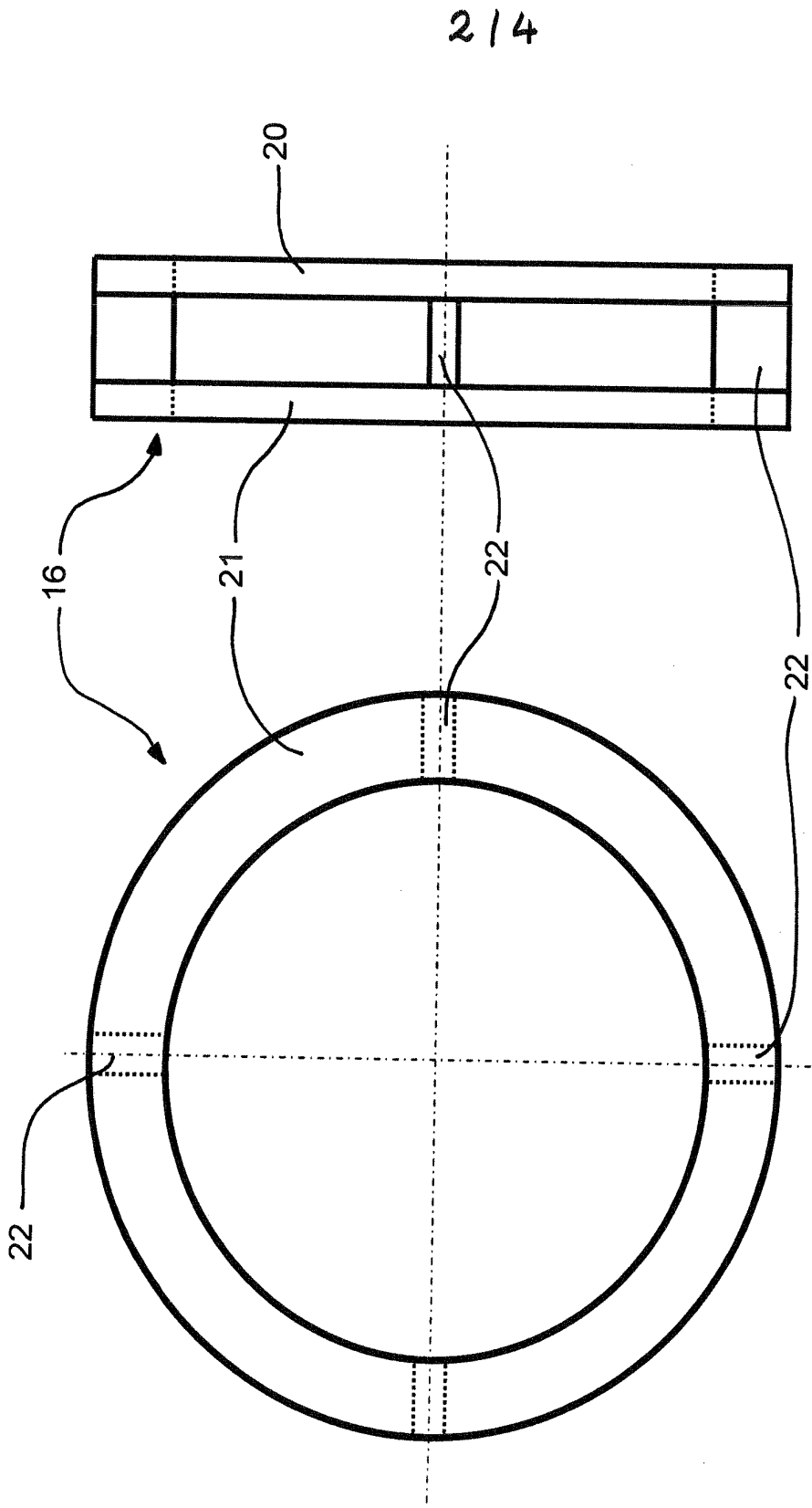


Fig. 2



3 / 4

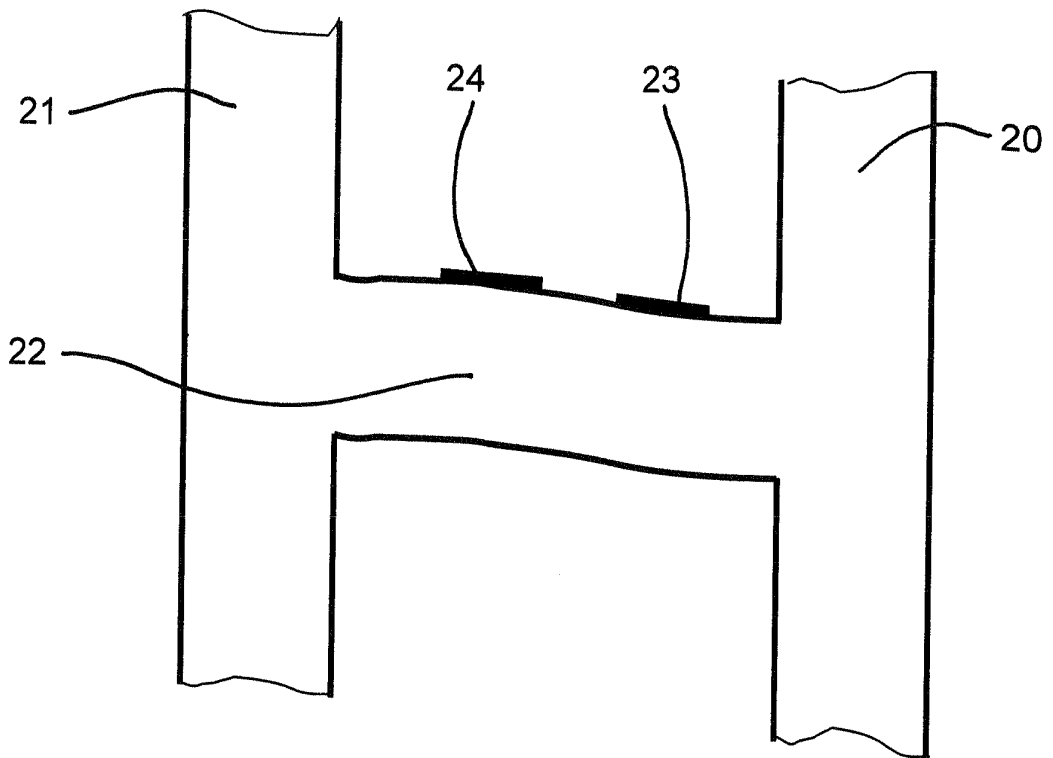


Fig. 3a

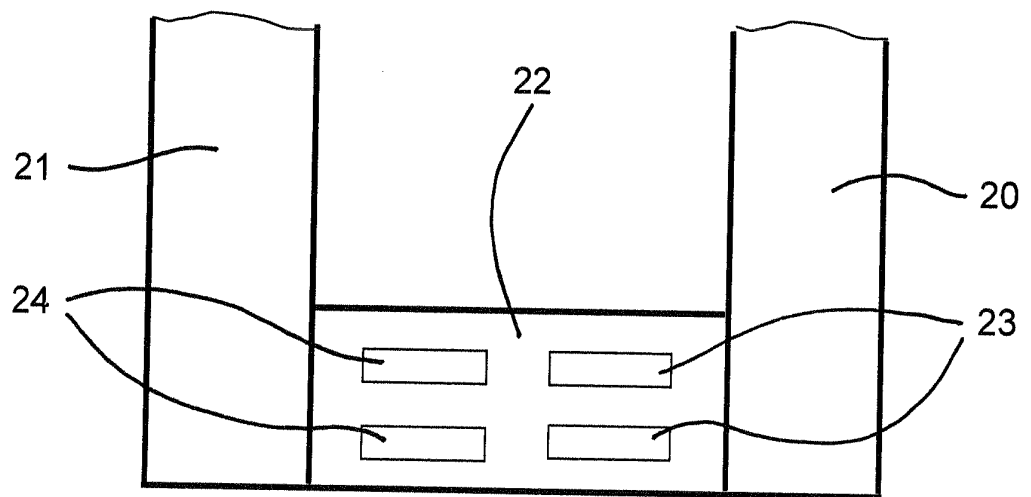


Fig. 3b

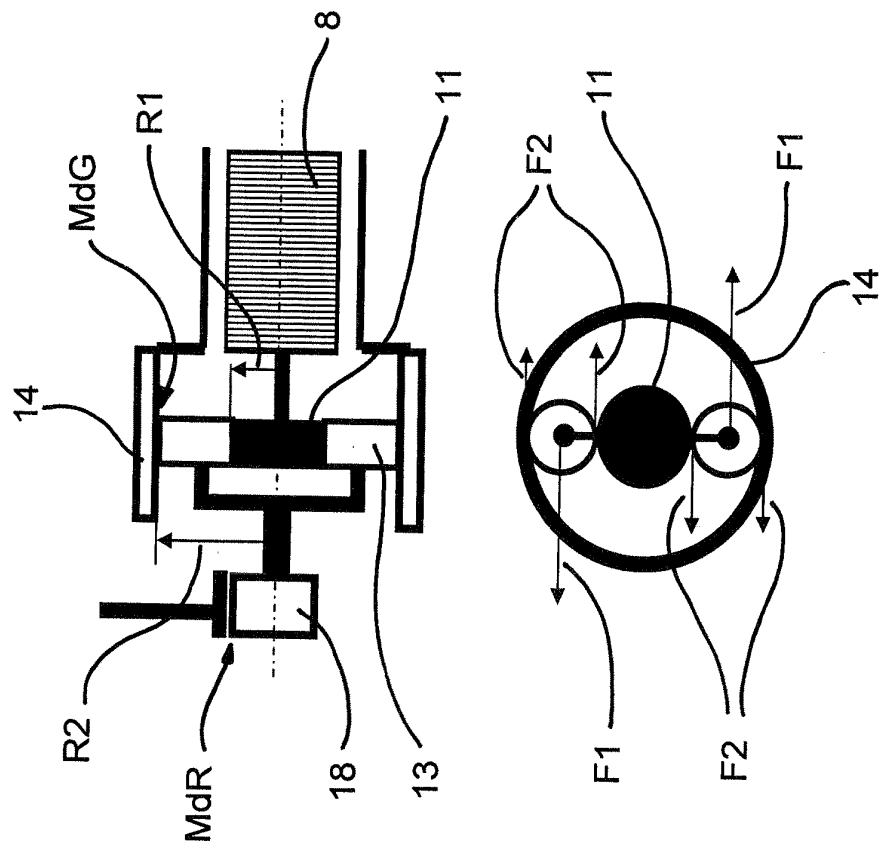


Fig. 4