

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 019 327

21 N° d'enregistrement national : 14 52849

51 Int Cl⁸ : G 05 G 9/047 (2013.01), B 64 C 13/04

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.04.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.10.15 Bulletin 15/40.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demanda(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE — FR, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public — FR et UNIVERSITE TOULOUSE II - LE MIRAIL Etablissement public — FR.

72 Inventeur(s) : HARRIBEY DOMINIQUE, ALLIAS JEAN-FRANCOIS, LLIBRE JEAN-FRANCOIS et HENAUX CAROLE.

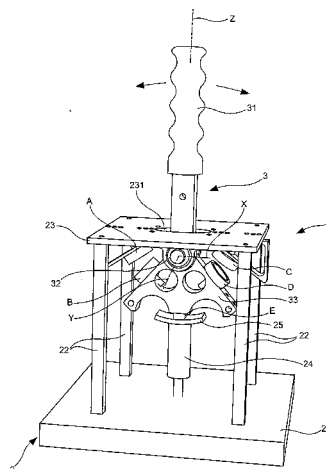
73 Titulaire(s) : INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public, UNIVERSITE TOULOUSE II - LE MIRAIL Etablissement public.

74 Mandataire(s) : CABINET PATRICE VIDON.

54 DISPOSITIF DE COMMANDE PASSIF MAGNETIQUE.

57 L'invention se rapporte à un dispositif de commande (1) comprenant un organe de commande (3) présentant à une première extrémité une partie de préhension (31), et un socle (2) sur lequel ledit organe de commande (3) est monté mobile en rotation, autour d'un axe (y) de pivotement, entre une position de repos et au moins une position d'actionnement.

Selon l'invention, ledit organe de commande (3) porte des premiers aimants (B, D) permanents et ledit socle (2) porte des deuxièmes aimants (A, C) permanents, lesdits premiers et deuxièmes aimants (A, B, C, D) permanents étant agencés de manière à opposer aux mouvements dudit organe de commande (3) des efforts résistants.



FR 3 019 327 - A1



Dispositif de commande passif magnétique

1. Domaine de l'invention

L'invention se rapporte au domaine des dispositifs de commande.

5 L'invention concerne, en particulier, les manches de pilotage des aéronefs, mais aussi, par exemple, les dispositifs de conduite ou de pilotage de véhicules divers, et les leviers de commande d'engins ou de jeux.

2. Art antérieur

L'utilisation de dispositifs de commande comportant un organe manuel de
10 commande est largement répandue notamment pour des applications aéronautiques, telles que les manches de pilotage d'avions ou d'hélicoptères. On observe aussi ce type de dispositif de commande dans l'automobile, l'informatique ou des applications de manutention ou de levage.

A l'heure actuelle, dans les aéronefs civils (avions, hélicoptères), les manches de
15 pilotage sont passifs. De tels manches passifs comprennent classiquement un ensemble de ressorts et d'amortisseurs mécaniques qui permettent d'exercer des efforts de rappel sur chacun des axes de rotation du manche (appelés axe de roulis et axe de tangage) lorsque le pilote actionne le manche, et de ramener ce dernier en position neutre (ou au point milieu) lorsque le pilote le relâche (c'est-à-dire lorsque le pilote n'exerce aucun
20 effort sur le manche).

Ainsi, la mise en œuvre d'éléments mécaniques (ressorts et amortisseurs) donne au pilote la sensation de l'effort qu'il est en train d'appliquer sur les gouvernes de l'aéronef, un tel effort étant proportionnel à la déviation du manche.

Certains manches de pilotage sont équipés d'une part d'un dispositif actif et
25 d'autre part, à des fins de sécurité, d'un dispositif passif tels que décrit précédemment qui permettent chacun de simuler un retour d'effort sur le manche.

Un inconvénient de tels dispositifs passifs réside dans la difficulté de dimensionner les pièces mécaniques suivant le retour d'effort que l'on souhaite appliquer.

En outre, de tels dispositifs passifs peuvent présenter une dérive de la précision
30 due à l'usure des pièces mécaniques (du fait des frottements notamment) et aux jeux mécaniques, principalement.

Par ailleurs, ces éléments mécaniques sont sources de pannes et augmentent considérablement le coût, le poids et l'encombrement du dispositif de pilotage.

3. Résumé de l'invention

5 L'invention ne présente pas, au moins, certains des inconvénients de l'art antérieur.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à un dispositif de commande comprenant un organe de commande présentant à une première extrémité une partie de préhension, et comprenant en outre un socle sur lequel ledit organe de commande est monté mobile en rotation autour d'un axe de pivotement, entre une position de repos et
10 au moins une position d'actionnement.

Selon l'invention, ledit organe de commande porte des premiers aimants permanents et ledit socle porte des deuxièmes aimants permanents, lesdits premiers et deuxièmes aimants permanents étant agencés de manière à opposer aux mouvements dudit organe de commande des efforts résistants.

15 L'invention propose ainsi un dispositif de commande passif, tel un dispositif de pilotage d'aéronef mettant en œuvre un manche de pilotage, qui est équipé d'un système magnétique plus compact que les solutions de l'art antérieur (ressorts et amortisseurs), aussi fiable et moins onéreux.

Le dispositif de commande de l'invention est basé sur le principe d'attraction et
20 répulsion magnétique d'aimants permanents de manière à opposer aux mouvements du manche des efforts résistants, conformément à une loi d'effort prédéterminée.

Une telle approche permet un comportement dynamique du manche de pilotage créant un rappel au neutre et une sensation d'effort résistant quand le pilote agit sur le manche de pilotage (c'est-à-dire quand il applique une force sur le manche).

25 Le dispositif à ressort magnétique de l'invention donne ainsi au pilote la sensation de l'effort qu'il est en train d'appliquer sur les gouvernes de l'aéronef.

Un tel dispositif peut être mis en œuvre seul, ou en complément d'un système actif, tel un système à base d'actionneurs électromagnétiques. En cas de perte du système actif, due par exemple à une coupure de courant, le dispositif passif magnétique
30 de l'invention permet d'assurer la redondance.

Selon une caractéristique particulière, les premiers et deuxièmes aimants permanents sont disposés dans le plan de rotation dudit organe de commande.

Le dispositif de commande selon l'invention est exempt de ressort de rappel et d'amortisseur, et présente un nombre réduit de pièces.

5 La mise en œuvre d'aimants est avantageuse en ce sens qu'ils ne se démagnétisent pas ou peu, sous certaines limites toutefois, à savoir s'ils opèrent sous la température de dépolariation d'un aimant, qui est de l'ordre de 100 à 150°C suivant sa qualité. Or, la température extérieure, c'est-à-dire celle du cockpit, ne dépasse généralement pas 70°C. Par ailleurs, la mise en œuvre d'aimants permet de réduire les
10 frottements mécaniques et l'usure. De ce fait, les mouvements du manche sont reproductibles sans évolution de la caractéristique effort/débattement angulaire.

Selon une caractéristique particulière, le dispositif de commande comprend une paire de premiers aimants permanents montés symétriques par rapport à l'axe longitudinal dudit organe de commande en position de repos et une paire de deuxièmes
15 aimants permanents montés symétriques par rapport à l'axe longitudinal dudit organe de commande en position de repos.

Selon une caractéristique particulière, chaque premier aimant permanent est disposé au voisinage d'un deuxième aimant permanent correspondant, l'aimantation axiale d'un premier aimant étant inversée par rapport à l'aimantation axiale du deuxième
20 aimant correspondant.

Selon une caractéristique particulière, l'entrefer entre un desdits premiers aimants et ledit deuxième aimant correspondant est inférieur dans une position d'actionnement dudit organe de commande à l'entrefer entre ces mêmes aimants dans la
25 position de repos dudit organe de commande.

Selon une caractéristique particulière, dans la position de repos dudit organe de commande, les surfaces en regard d'un desdits premiers aimants et dudit deuxième aimant correspondant forment un angle compris entre 10° et 20°.

Selon une caractéristique particulière, les premiers et deuxièmes aimants permanents sont chacun logés dans une enveloppe de canalisation du flux magnétique.

30 Les aimants sont habillés d'une enveloppe en métal par exemple, de façon à ce que leur champ magnétique soit canalisé.

Selon une caractéristique particulière, l'organe de commande présente à une deuxième extrémité au moins un troisième aimant.

Selon une caractéristique particulière, ledit socle porte au moins un quatrième aimant situé sensiblement en regard dudit troisième aimant en position de repos dudit organe de commande.

Selon une caractéristique particulière, l'aimantation axiale dudit troisième aimant est de même sens que l'aimantation axiale dudit quatrième aimant en position de repos dudit organe de commande.

Ainsi, l'organe de commande est verrouillé en position de repos du fait que le sens d'aimantation du troisième aimant porté par l'organe de commande soit identique au sens d'aimantation du quatrième aimant porté par le socle.

Selon une caractéristique particulière, ledit socle porte au moins un élément en cuivre s'étendant au moins en partie le long de la zone de déplacement angulaire du troisième aimant.

La mise en œuvre d'un tel élément en cuivre et d'un quatrième aimant permet de freiner le retour de l'organe de commande, qui porte le troisième aimant, d'une position actionnée à la position de repos (lorsque l'utilisateur relâche l'organe de commande) et évite les phénomènes de rebond de l'organe de commande autour de sa position de repos. Cet effet de freinage et d'amortissement passif est obtenu en l'occurrence par la création de courants de Foucault dans l'élément en cuivre qui coopère avec le troisième aimant.

Par ailleurs, la force magnétique d'attraction entre les troisième et quatrième aimants assure le verrouillage de l'organe de commande en position neutre.

Selon une caractéristique particulière, le quatrième aimant est logé au moins en partie dans ledit élément en cuivre.

Selon une caractéristique particulière, les troisième et quatrième aimants, et ledit élément en cuivre sont disposés dans le plan de rotation dudit organe de commande.

Selon une caractéristique particulière, ledit troisième aimant et le quatrième aimant sont disposés le long de l'axe longitudinal dudit organe de commande en position de repos.

L'invention concerne par ailleurs un aéronef comprenant au moins un organe de commande relié à au moins une gouverne de l'aéronef pour commander la position de ladite gouverne, et comprenant au moins un dispositif de commande tel que décrit précédemment pour la commande d'au moins une gouverne de l'aéronef.

5 L'invention propose ainsi un dispositif de commande qui présente une grande précision, une grande sensibilité, et est compatible avec son utilisation à bord de toutes sortes de véhicules, y compris les aéronefs tels que les avions ou les hélicoptères.

Le dispositif de commande est de surcroît grandement simplifié, plus léger, de moindre encombrement, de moindre coût, tout en étant fiable et parfaitement
10 ergonomique.

4. Liste des figures

D'autres caractéristiques et avantages de la technique décrite apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi
15 lesquels :

- la figure 1A est une vue en perspective du dispositif de commande selon un mode de réalisation de l'invention, lorsque l'organe de commande est en position de repos, ou neutre ;
- la figure 1B est une vue de côté du dispositif de commande de la figure 1A ;
- 20 - la figure 2 est une vue en perspective du dispositif des figures 1A et 1B lorsque l'organe de commande est en position inclinée d'actionnement ;
- la figure 3 illustre une courbe représentant, pour le dispositif de commande des figures précédentes, une mesure de l'effort appliqué sur l'organe de commande (l'effort étant mesuré en grammes) en fonction de l'angle de débattement (en
25 degrés) ou position angulaire de l'organe de commande ;
- les figures 4A et 4B illustrent, de façon schématique, des variantes de réalisation du dispositif de verrouillage en position neutre de l'organe de commande ;
- la figure 5 illustre, de façon schématique, d'autres types d'aimants pouvant être mis en œuvre dans le dispositif de commande de l'invention.

5. Description

5.1. Principe

Le principe général de la présente technique est de fournir un dispositif de
5 commande passif à retour d'effort qui permet :

- de supprimer, ou à tout le moins de minimiser les pannes, les jeux
mécaniques, et les dérives de la précision due à l'usure des pièces
mécaniques ;
- de limiter le nombre de pièces en mouvement, et
- 10 - de diminuer considérablement les coûts, le poids et l'encombrement de
tels dispositifs.

Le dispositif de commande de l'invention ne met pas en œuvre de ressorts
mécaniques, mais des aimants permanents. Il s'agit donc d'un dispositif de commande
magnétique, et plus précisément d'un dispositif à ressort magnétique à point milieu.

15 Les aimants permettent la création d'efforts résistants lorsque l'utilisateur déplace
l'organe de commande de son point milieu, et sont configurés pour permettre des efforts
quasi linéaires, c'est-à-dire des efforts dont l'intensité est proportionnelle à la position
angulaire de l'organe de commande selon l'axe de rotation considéré.

L'invention trouve une application privilégiée pour les manches de pilotage des
20 aéronefs.

A ce titre, le manche à retour passif peut être mis en œuvre seul ou en
complément d'un manche à retour actif (il assure ainsi la redondance en cas de coupure
de courant).

Un tel manche est relativement simple à fabriquer, facile à intégrer, robuste (il est
25 configuré pour supporter un couple correspondant à un effort appliqué sur le manche
d'un poids équivalent à 80 kg, par exemple), précis, et relativement léger.

Il offre, par ailleurs, une précision et un ressenti améliorés à l'utilisation.

L'invention n'est toutefois pas limitée à cet exemple de réalisation. Il peut s'agir
des organes de conduite de véhicules divers, des leviers de commande d'engins ou de
30 manettes de jeux, par exemple.

Il est à noter que l'organe de commande du dispositif de commande de l'invention est mobile suivant au moins un degré de liberté, en pivotement sur un axe de rotation. Ce déplacement peut se combiner avec d'autres déplacements selon d'autres axes, agissant sur d'autres commandes.

5 5.2. Description d'un mode de réalisation

Les figures 1A et 1B sont des vues en perspective et de côté respectivement du dispositif de commande selon un mode de réalisation de l'invention.

Le dispositif de commande de l'invention est décrit par la suite dans le cadre d'une application aéronautique, où il est utilisé comme dispositif de pilotage d'un aéronef.

10 Bien que ceci ne soit pas illustré sur les figures, un tel dispositif de commande est relié par des moyens de transmission mécaniques, et/ou hydrauliques, et/ou électriques, et/ou pneumatiques à au moins une gouverne de l'aéronef.

Le dispositif de commande 1 comprend un bâti 2 (qui peut être fermé de façon étanche par le biais de parois latérales, non représentées sur les figures) comprenant un
15 socle 21 qui est relié par quatre montants 22 à une plaque de support 23.

Une partie mobile, sous la forme d'un levier, ou manche, 3, est montée pivotante autour d'un axe de rotation y sur la plaque de support 23, par le biais d'une liaison pivot 32 montée sur la partie inférieure de la plaque de support 23. On appellera par la suite
20 axe z l'axe longitudinal du manche 3 lorsque ce dernier est dans sa position de repos, ou position neutre. Cet axe z est perpendiculaire au plan x, y .

Une première extrémité du manche 3 comprend une partie préhensible, en l'occurrence une poignée 31, destinée à être manipulée par un utilisateur (le pilote de l'aéronef).

25 Une ouverture 231 ménagée dans la plaque de support 23 permet le passage de l'intérieur vers l'extérieur du manche 3, la forme de l'ouverture 231 étant adaptée pour permettre le pivotement ou l'inclinaison du manche 3 dans le plan xz , autour de l'axe de rotation y , dans les deux directions représentées par des flèches, permettant à l'utilisateur de faire varier le tangage ou le roulis (axe de roulis « roll » ou tangage « pitch »).

30 Il est entendu qu'on s'intéresse ici à la rotation autour d'un seul axe y . Le manche 3 peut aussi pivoter autour d'un second axe orthogonal à l'axe y grâce à une seconde

articulation non représentée. Dans ce cas, le dispositif de commande présente deux axes de sortie, l'un de ces axes correspondant au roulis, tandis que l'autre correspond au tangage.

A l'autre extrémité du manche 3 est disposée une partie de support 33 de forme
5 sensiblement triangulaire et symétrique (des évidements de forme circulaire et semi-circulaire sont ménagés dans le corps de la partie de support 33 dans l'exemple illustré).

Manche en position neutre/de repos

Le manche 3 comprend des moyens de rappel, tendant à ramener le manche 3 dans une position centrale, ou position neutre, illustrée sur les figures 1A et 1B, lorsque
10 aucun effort n'est appliqué sur celui-ci.

Pour ce faire, différents aimants A, B, C, D, E, F sont mis en œuvre dans le dispositif de commande 1, différentes flèches indiquant le sens d'aimantation de ces aimants.

Les deux surfaces inclinées de la partie de support 33 portent chacune un aimant
15 permanent B et D respectivement, qui génèrent chacun un champ magnétique.

Les aimants B et D sont, de préférence, identiques et disposés symétriquement de part et d'autre de l'axe z.

Les aimants B et D sont, dans cet exemple, de forme annulaire (épaisseur constante) et leur aimantation respective est dirigée de la partie de support 33 vers
20 l'extérieur du dispositif de commande 1 comme indiqué par les flèches de la figure 1B (c'est-à-dire perpendiculairement à leur section circulaire).

Les aimants B et D étant montés sur la partie de support 33 du levier 3, ils sont donc mobiles par rapport au bâti 2, et notamment par rapport à la plaque de support 23.

Sur la surface inférieure de cette dernière, de chaque côté de la liaison pivot 32 et
25 au voisinage des aimants B et D, sont disposés des aimants permanents A et C respectivement.

Les aimants A et C sont, dans cet exemple, de forme annulaire (épaisseur constante) et fixes. Ils sont, de préférence, identiques et disposés symétriquement de part et d'autre de l'axe z.

30 L'aimantation des aimants fixes A et C est dirigée vers la partie de support 33 (c'est-à-dire vers l'intérieur du dispositif de commande 1) comme indiqué par les flèches

de la figure 1B, et est donc opposée à l'aimantation des aimants mobiles B et D respectivement.

Dans ce mode de réalisation, les quatre aimants A, B, C, D sont chacun de forme cylindrique (ils se présentent sous la forme d'une plaque circulaire) et sont encapsulés dans un circuit magnétique, tels une enveloppe en métal, destiné à canaliser le flux magnétique et à améliorer le couplage magnétique entre les aimants fixes A, C et mobiles B, D respectivement.

On note qu'en position neutre du manche 3 (manche au centre) illustrée sur les figures 1A et 1B, les aimants mobiles B et D ne sont pas exactement en vis-à-vis (ou en regard) des aimants fixes A et C respectivement. L'entrefer entre chaque paire d'aimants n'est donc pas constant. Toutefois, leurs champs magnétiques se chevauchent.

A titre d'exemple, sur les figures 1A et 1B, les surfaces extérieures (qui sont planes et circulaires) en regard des aimants A et B sont séparées d'un angle de 15° en position neutre du manche 3. Il en est de même pour les aimants C et D. De ce fait, le débattement angulaire du manche 3 est de l'ordre de 30° .

Manche en position inclinée/actionnée

La figure 2 illustre le dispositif des figures 1A et 1B lorsque une force est appliquée sur le manche 3, ce dernier étant en position inclinée par rapport à l'axe z, l'angle d'inclinaison étant noté « α ».

Les aimants A et B sont ici en contact et en vis-à-vis (l'entrefer est nul), l'inclinaison du manche 3 étant de ce fait maximale. La distance séparant les aimants C et D est supérieure à celle dans la position de repos du manche 3.

Il ressort de la structure précédemment décrite que le dispositif de commande 1 permet d'opposer aux mouvements du manche 3 des efforts de nature magnétique.

Le pilote, en déplaçant le manche 3 de sa position neutre, déplace les aimants mobiles B et D. Un pivotement du manche 3 réduit la distance entre les aimants A et B d'un côté, et augmente bien évidemment la distance entre les aimants C et D de l'autre côté (et inversement).

Lorsqu'un aimant mobile B ou D s'approche de l'aimant fixe A ou C respectivement (ceci est le cas lorsque le pilote incline le manche 3 dans un sens ou dans l'autre), l'aimant mobile B ou D subit une force de répulsion qui croît au fur et à mesure

que l'entrefer diminue avec l'aimant fixe A ou C correspondant (c'est-à-dire au fur et à mesure que les aimants A ou C et B ou D se rapprochent).

En d'autres termes, dans le cas de figure illustré sur la figure 2, l'aimant fixe A exerce une force de répulsion sur l'aimant mobile B (et donc sur le manche 3) qui tend à s'opposer à la force manuelle exercée sur le manche 3 (le pilote ressent de ce fait une opposition à son action).

On note que le dimensionnement des éléments du dispositif de commande 1, notamment le positionnement et la taille des aimants, est choisi de façon à obtenir une caractéristique effort/débattement prédéterminée.

On note, par ailleurs, que les efforts résistants aux mouvements du manche 3 sont fonctions de la puissance des aimants A, B, C, D et/ou de l'entrefer entre les paires d'aimants A, B et C, D.

Verrouillage central du manche et amortissement du retour en position neutre

Pour assurer le verrouillage central du manche 3, un aimant E permanent est positionné à l'extrémité inférieure de la partie de support 33. Dans la position neutre du manche 3 des figures 1A et 1B, l'aimantation de cet aimant E est alignée selon l'axe z correspondant à l'axe longitudinal du manche 3 et dirigée vers l'extérieur du dispositif de commande 1 (c'est-à-dire du support 33 vers le socle 21).

Cet aimant E est, dans cet exemple, de forme parallélépipédique sans circuit magnétique.

Sur une tige 24 du socle 21 placée dans le prolongement de l'axe longitudinal z du manche 3 est disposée une plaque 25 incurvée en cuivre d'épaisseur prédéterminée.

Cette plaque 25 comprend un logement (un trou borgne ou traversant) dans lequel est placé un aimant F permanent, visible sur la figure 2.

L'aimant F fixe (qui est cylindrique et sans circuit magnétique) est positionné, dans la position neutre du manche 3 illustrée sur la figure 1, en vis-à-vis de l'aimant mobile E.

L'aimantation de l'aimant F est alignée selon (confondu avec) l'axe z et dirigée dans le même sens que l'aimantation de l'aimant E en position neutre du manche 3, comme représenté par les flèches des figures 1B et 2.

Ainsi, dans la position neutre du manche 3, les deux aimants E et F s'attirent, créant ainsi un verrouillage du manche 3 en position centrale. Il est nécessaire

d'appliquer un effort dit de « *breakout* » sur le manche 3 pour déverrouiller le manche 3 de sa position centrale.

Par ailleurs, lorsqu'à partir de la position inclinée du manche 3 illustrée sur la figure 2, le pilote relâche le manche 3, le retour à la position centrale/neutre est amorti
5 par la coopération de l'aimant mobile E et de la plaque en cuivre 25. En effet, lorsque l'aimant mobile E se déplace face à (ou devant) la plaque de cuivre 25, il génère des courants induits de Foucault dans la plaque en cuivre 25 dont le champ est dirigé de façon à s'opposer au mouvement qui leur a donné naissance. Ces courants induits freinent (le mouvement de) l'aimant mobile E, et freinent donc le manche 3 portant l'aimant E,
10 créant ainsi un amortissement passif.

Cette approche permet donc d'éviter les phénomènes de rebond du manche 3 autour de sa position centrale.

Lorsque les aimants E et F sont en vis-à-vis, ils s'attirent et assurent le verrouillage central du manche 3.

15 Dans cet exemple, la surface extérieure de l'aimant F est affleurante avec la surface incurvée de la plaque 25 et il est prévu un faible espace d'air (entrefer non nul) entre les aimants E et F.

On note, en outre, que dans la position inclinée maximale du manche 3 illustrée sur la figure 2, l'aimant E est placé en regard de la plaque de cuivre 25, et qu'il est décalé
20 d'un angle « α » par rapport à l'axe z (et à l'axe d'aimantation de l'aimant F).

On note, par ailleurs, que la force de déverrouillage du manche 3 de sa position de repos est fonction de la puissance des aimants E, F et/ou de leur entrefer.

Les aimants A, B, C, D présentent, dans l'exemple illustré sur les figures, un diamètre de 25mm, l'aimant E de forme parallélépipédique présentant des dimensions de
25 20x10x5 mm et l'aimant F de forme cylindrique présentant un diamètre de 8 mm et une hauteur de 5 mm. La distance entre l'extrémité supérieure du manche 3 et l'axe de la liaison pivot 32 est égale à 180 mm. Par ailleurs, la distance entre l'axe de la liaison pivot 32 et l'axe de chacun des aimants A et C est égale à 35,90mm, et le rayon de courbure de la plaque de cuivre 25 est égal à 60,25 mm.

Caractéristique effort-débattement

La figure 3 illustre une courbe représentant, pour le dispositif de commande 1 décrit précédemment, une mesure de l'effort appliqué sur le manche 3 (l'effort étant mesuré en grammes) en fonction de l'angle de débattement « α » (en degrés) ou position angulaire du manche 3. L'amplitude de débattement angulaire du manche 3 est égale, dans cet exemple, à une valeur de l'ordre de 30°. La mesure de l'effort a été mise en œuvre de façon classique par le biais d'un capteur de force.

Cette courbe comprend trois parties C_1 , C_2 , C_3 sensiblement linéaires.

Le dispositif de commande 1 de l'invention est configuré de sorte que lorsque le manche 3 s'éloigne du point neutre, les efforts augmentent avec le débattement.

Les aimants centraux E et F assurent les efforts de la partie centrale C_2 , et les aimants latéraux A, B, C, D assurent les efforts des parties latérales C_1 et C_3 de la courbe.

On note que l'effort appliqué sur le manche 3 est sensiblement linéaire et croissant avec le débattement angulaire, dans les deux sens.

Pour un angle α égal à 15°, par exemple, l'effort développé est de 2daN. Pour un angle α égal à -15°, l'effort développé est également de 2daN (mais de signe opposé).

Un effort de back-up de + ou - 0.2 daN est fourni au point milieu ($\alpha = 0^\circ$) pour assurer un verrouillage central du manche 3. En d'autres termes, à partir de son point milieu, il est nécessaire de fournir un effort supérieur à 0.2 daN pour incliner le manche 3 (l'utilisateur ressent ainsi une résistance au déplacement à partir du point milieu).

Bien évidemment, on peut tolérer une inclinaison de la partie rectiligne centrale C_2 , mais il est préférable que l'angle d'inclinaison de la partie C_2 soit le plus réduit possible.

On comprend, par ailleurs, qu'il est possible d'obtenir d'autres valeurs d'effort en fonction de l'angle de débattement du manche et d'autres valeurs de l'effort de back-up (0.4 daN par exemple) en modifiant l'aimantation des aimants.

En résumé, le dispositif de commande 1 présente des caractéristiques d'actionnement de l'organe de commande (manche 3) au moins égales à celles des dispositifs de l'art antérieur, et permet de :

- conserver une sensation d'effort du manche en cas de coupure du courant ;

- avoir un système plus compact que les systèmes passifs mettant en œuvre des ressorts/amortisseurs ;
- avoir une compatibilité avec un système actif intégré dans le manche ;
- avoir un effort proportionnel à la déviation (effort/débattement) ;
- 5 - avoir un retour amorti au point milieu ;
- avoir un verrouillage du point neutre (« breakout »).

Autres aspects et variantes

Bien que ceci ne soit pas représenté sur les figures, les mouvements appliqués au manche 3 par un utilisateur sont détectés par des moyens de traitement classiques, qui
10 délivrent une information de position du manche 3 et appliquent un mouvement à une gouverne.

Le dispositif de commande 1 selon l'invention peut être relié à un autre dispositif fonctionnant sur le même principe de façon à ce que le manche 3 puisse commander l'aéronef en roulis et en tangage.

15 Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, le dispositif de commande de l'invention est un manche aéronautique qui peut être mis en œuvre dans les avions civils, les avions d'affaires et les hélicoptères.

Plus généralement, le dispositif de commande de l'invention peut être mis en œuvre dans les véhicules marins ou terrestres (secteur automobile), dans l'informatique,
20 dans les applications de manutention ou de levage (pilotage haptique de robots pour tous secteurs d'activités comme le domaine médical, l'industrie, le nucléaire,...), dans les jeux vidéo et simulateurs (joysticks informatiques), dans la téléopération (militaire notamment pour le pilotage de drones ou de robots), par exemple.

L'invention peut également faire l'objet de nombreuses variantes de réalisation
25 par rapport au seul mode de réalisation représenté sur les figures.

Les dimensions et la forme de la plaque en cuivre 25 peuvent varier.

On note à ce titre que plus l'élément en cuivre est épais (et conducteur), plus l'effet de freinage est important. De la même façon, plus l'aimantation de l'aimant E est forte, plus l'effet de freinage est important. Dans ce dernier cas, l'effort de « breakout »
30 se trouve augmenté, et la caractéristique effort déplacement pour les faibles déviations du manche est déformée.

Dans une variante de réalisation illustrée sur la figure 4A, l'élément en cuivre présente une section sensiblement en « U », l'aimant E se déplaçant entre les deux branches du « U ». Le sens d'aimantation des aimants E et F est identique.

Par ailleurs, la plaque 25 peut être plane plutôt qu'incurvée.

5 La plaque peut être dans un autre matériau que le cuivre, tel qu'en or, en argent, ou tout autre matériau amagnétique.

Dans une autre variante de réalisation illustrée sur la figure 4B, la partie de support 33 porte deux aimants E_1 , E_2 qui, en position de repos du manche, sont situés en regard de deux aimants F_1 , F_2 respectivement portés par un élément en cuivre 25 en
10 forme de « U ». Le sens d'aimantation des aimants E_1 et F_1 est identique, de même que le sens d'aimantation des aimants E_2 et F_2 .

Une telle solution permet un amortissement optimisé.

Par ailleurs, la forme des aimants A, B, C, D peut être différente d'une forme cylindrique. Il peut s'agir d'aimants qui, lorsque le manche est en butée (c'est-à-dire
15 incliné au maximum dans une direction ou une autre), permettent d'obtenir un entrefer constant entre les deux aimants.

Par exemple, comme illustré sur le mode de réalisation de la figure 5, les aimants C et D sont configurés et disposés sur la plaque de support 23 et la partie de support 33 respectivement de façon à obtenir un entrefer constant en butée (les surfaces en regard
20 des aimants C et D sont planes).

Les aimants C et D sont ici d'épaisseur variable.

Dans un autre mode de réalisation non illustré, les aimants A, B, C et D sont des aimants à aimantation variable (progressive). Une telle approche permet de lisser la courbe de l'effort en fonction du débattement.

25 Dans un autre mode de réalisation, et pour le même objectif, chaque aimant A, B, C et D est remplacé par plusieurs aimants juxtaposés et présentant une aimantation progressive.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de commande (1) comprenant un organe de commande (3) présentant à une première extrémité une partie de préhension (31), et un socle (2) sur lequel
5 ledit organe de commande (3) est monté mobile en rotation, autour d'un axe (y) de pivotement, entre une position de repos et au moins une position d'actionnement,
ledit dispositif de commande (1) étant caractérisé en ce que ledit organe de commande (3) porte des premiers aimants (B, D) permanents et ledit socle (2)
10 porte des deuxièmes aimants (A, C) permanents, lesdits premiers et deuxièmes aimants (A, B, C, D) permanents étant agencés de manière à opposer aux mouvements dudit organe de commande (3) des efforts résistants.
2. Dispositif de commande (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes aimants (A, B, C, D) permanents sont disposés dans le plan
15 de rotation dudit organe de commande (3).
3. Dispositif de commande (1) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend une paire de premiers aimants (B, D) permanents montés symétriques par rapport à l'axe longitudinal (z) dudit organe de commande (3) en position de repos et une paire de deuxièmes aimants (A, C) permanents montés symétriques
20 par rapport à l'axe longitudinal (z) dudit organe de commande (3) en position de repos.
4. Dispositif de commande (1) selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque premier aimant (B, D) permanent est disposé au voisinage d'un deuxième aimant (A, C) permanent correspondant, l'aimantation axiale d'un premier aimant (B, D)
25 étant inversée par rapport à l'aimantation axiale du deuxième aimant (A, C) correspondant.
5. Dispositif de commande (1) selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'entrefer entre un desdits premiers aimants (D) et ledit deuxième aimant correspondant (C) est inférieur dans une position d'actionnement dudit organe de commande (3) à l'entrefer entre ces mêmes aimants (C, D) dans la position de
30 repos dudit organe de commande (3).

6. Dispositif de commande (1) selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que dans la position de repos dudit organe de commande (3), les surfaces en regard d'un desdits premiers aimants (B, D) et dudit deuxième aimant (A, C) correspondant forment un angle compris entre 10° et 20°.
- 5 7. Dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les premiers et deuxièmes aimants (A, B, C, D) sont chacun logés dans une enveloppe de canalisation du flux magnétique.
8. Dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'organe de commande (3) présente à une deuxième extrémité au moins un
10 troisième aimant (E).
9. Dispositif de commande (1) selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit socle (2) porte au moins un quatrième aimant (F) situé sensiblement en regard dudit troisième aimant (E) en position de repos dudit organe de commande (3).
10. Dispositif de commande (1) selon la revendication 9, caractérisé en ce que
15 l'aimantation axiale dudit troisième aimant (E) est de même sens que l'aimantation axiale dudit quatrième aimant (F) en position de repos dudit organe de commande (3).
11. Dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que ledit socle (2) porte au moins un élément en cuivre (25) s'étendant au
20 moins en partie le long de la zone de déplacement angulaire du troisième aimant (E).
12. Dispositif de commande (1) selon la revendication 11, caractérisé en ce que le quatrième aimant (F) est logé au moins en partie dans ledit élément en cuivre (25).
- 25 13. Dispositif de commande (1) selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce que les troisième et quatrième aimants (E, F), et ledit élément en cuivre sont disposés dans le plan de rotation dudit organe de commande (3).
14. Dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que ledit troisième aimant (E) et le quatrième aimant (F) sont disposés le long
30 de l'axe longitudinal (z) dudit organe de commande (3) en position de repos.

15. Dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que l'organe de commande (3) est un manche de pilotage d'aéronef.

16. Aéronef comprenant au moins un organe de commande relié à au moins une gouverne de l'aéronef pour commander la position de ladite gouverne, caractérisé

5 en ce qu'il comprend au moins un dispositif de commande (1) selon l'une des revendications 1 à 15 pour la commande d'au moins une gouverne de l'aéronef.

1/5

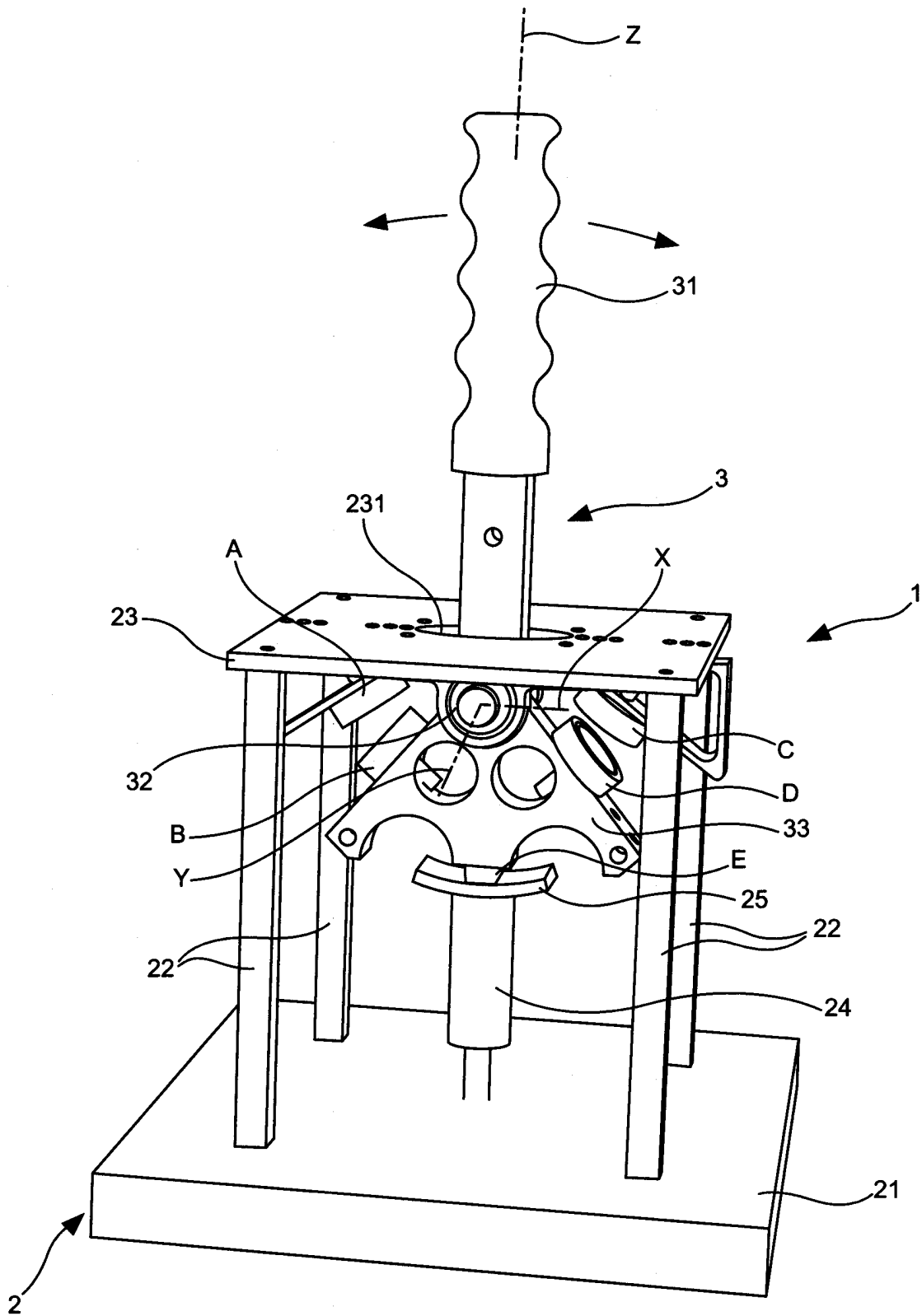


Fig. 1A

2/5

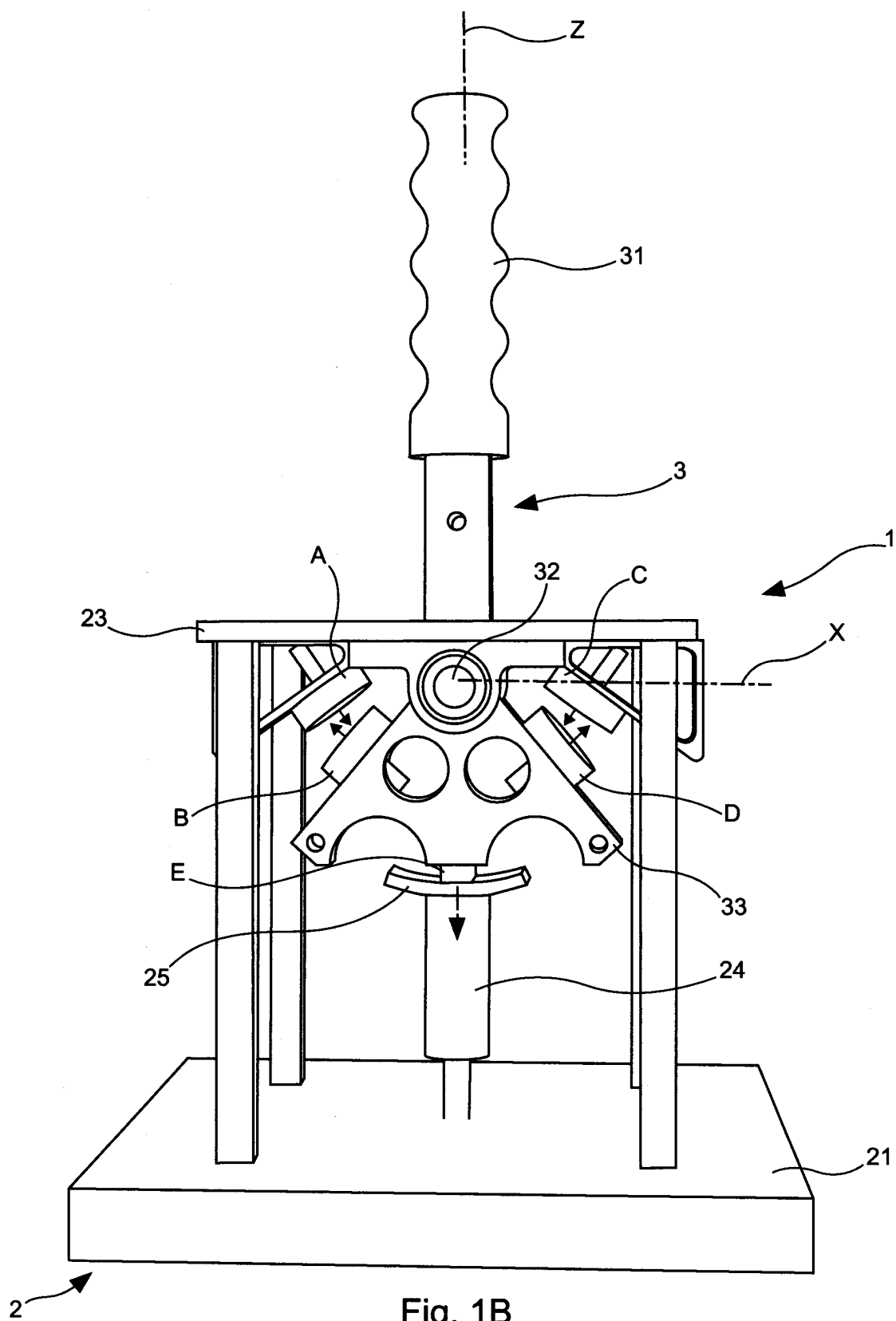


Fig. 1B

4/5

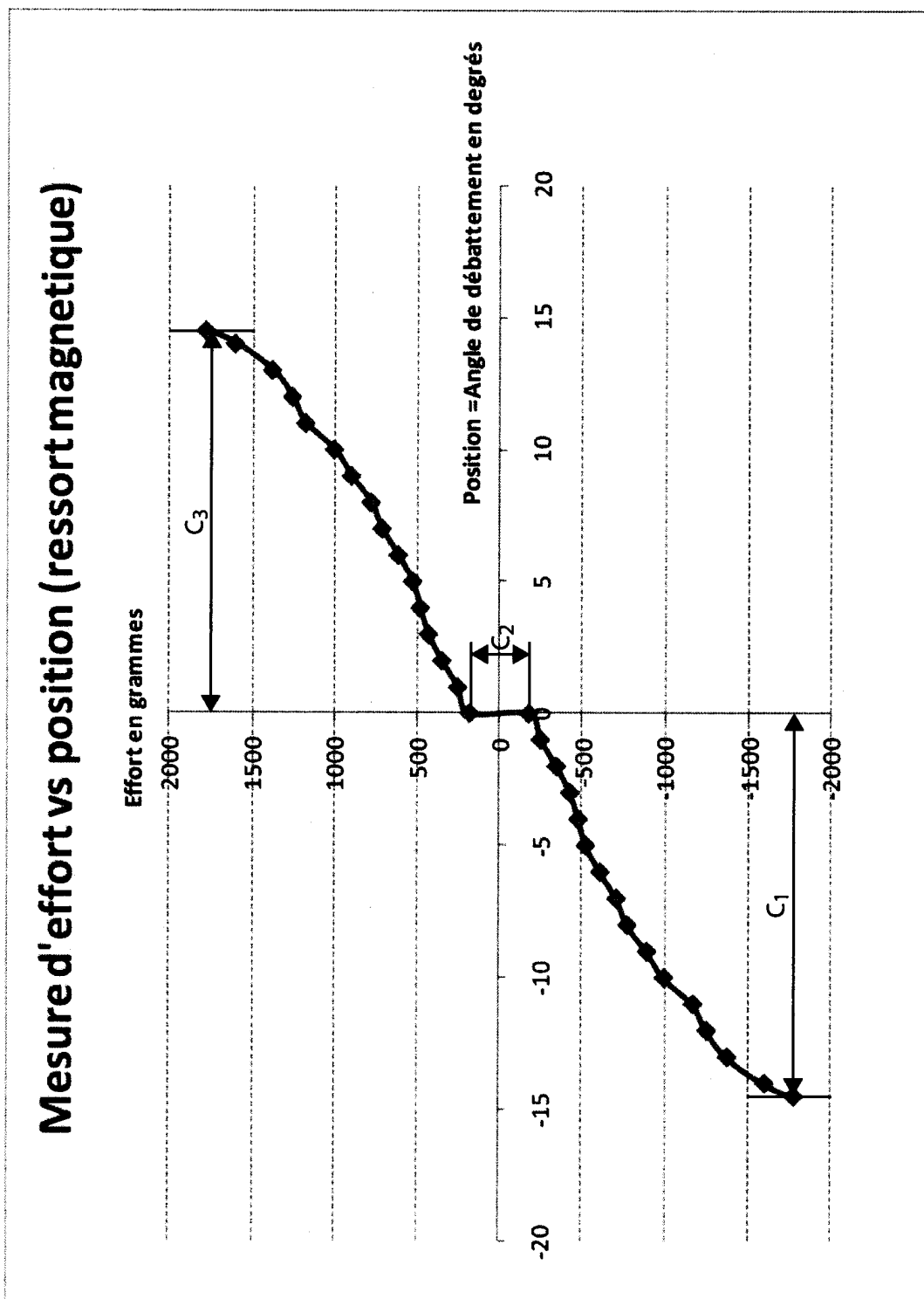
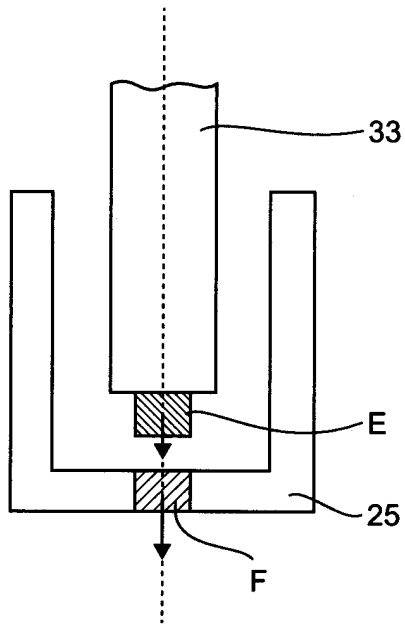
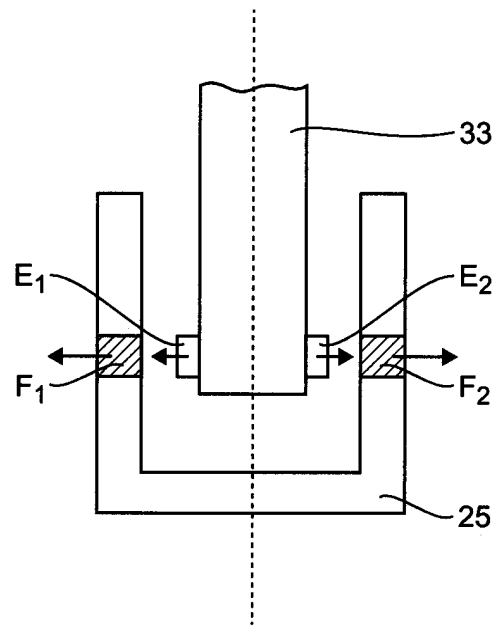
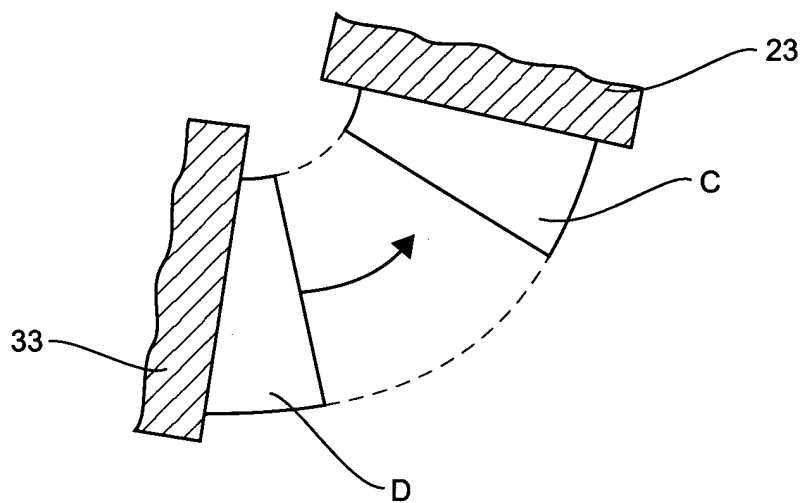


Fig. 3

5/5

Fig. 4AFig. 4BFig. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 793858
FR 1452849

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	GB 2 199 926 A (TOECKSFORS VERKSTADS AB [SE]) 20 juillet 1988 (1988-07-20) * page 3, ligne 5 - ligne 12; figure 4 * -----	1-7,15, 16 8-14	G05G9/047 B64C13/04
X	EP 0 628 976 A1 (CATERPILLAR INC [US]) 14 décembre 1994 (1994-12-14) * colonne 5, ligne 34 - colonne 6, ligne 33; figure 7 * -----	1-5, 7-10, 14-16	
X	JP 2003 180910 A (HEIWA CORP) 2 juillet 2003 (2003-07-02) * abrégé * -----	1-5,7, 15,16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G05G
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		8 décembre 2014	de Beurs, Marco
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1452849 FA 793858**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-12-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2199926	A	20-07-1988	CA 1268198 A1	24-04-1990
			DE 3800759 A1	28-07-1988
			GB 2199926 A	20-07-1988
			SE 457680 B	16-01-1989
			US 4868530 A	19-09-1989

EP 0628976	A1	14-12-1994	EP 0628976 A1	14-12-1994
			JP H06348405 A	22-12-1994
			US 5421694 A	06-06-1995

JP 2003180910	A	02-07-2003	AUCUN	
