

(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
5 février 2009 (05.02.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/016299 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F16K 31/04 (2006.01) *F16K 5/06* (2006.01)
F16K 37/00 (2006.01) *B64D 37/00* (2006.01)

Richard [FR/FR]; 22, rue de l'ancienne tuilerie, F-31820
Pibrac (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051276

(74) Mandataire : MAUPILIER, Didier; SCHMIT CHRE-
TIEN, Parc de Basso Cambo, 4, rue Paul Mesplé, F-31100
Toulouse (FR).

(22) Date de dépôt international : 8 juillet 2008 (08.07.2008)

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 05053 12 juillet 2007 (12.07.2007) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : AIRBUS
[FR/FR]; 1, rond point Maurice Bellonte, F-31700 Blagnac
(FR).

(72) Inventeur; et

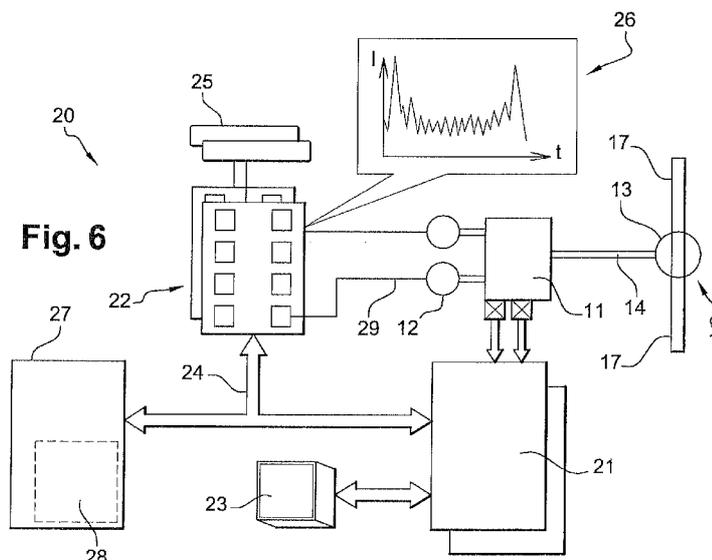
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : WILBY,

(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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETECTING A FAILURE IN A POWERED VALVE

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE DÉTECTION DE PANNE DANS UNE VANNE MOTORISÉE



(57) Abstract: The invention relates to a fuel line valve (1) for an aircraft, that comprises a shell (13) capable of rotation inside the valve body (16) and connected to a driving shaft (14) driven by an electric actuator (11). The valve further includes a torque generation means (18) and position detection means (19). The torque generation means are connected to the shell (13) and generate a torque that varies based on the position of said shell in the valve body (16) on the driving shaft (14). The position detection means (19) provide electric signals characterising the positions of said driving shaft. The invention also relates to a method for diagnosing the operation of such a valve in order to detect a failure during the operation thereof, and to a device for implementing said method.

[Suite sur la page suivante]

WO 2009/016299 A2



ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, 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*

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)*

(57) Abrégé : L'invention concerne une vanne (1) de circuit carburant d'aéronef comportant une noix (13) mobile en rotation à l'intérieur d'un corps de vanne (16) et solidaire d'un arbre d'entraînement (14) entraîné par un actionneur électrique (11). La vanne comporte en outre des moyens de génération de couple (18) et des moyens de détection de position (19). Les moyens de génération de couple sont solidaires de la noix (13) et génèrent un couple, variable en fonction de la position de ladite noix dans le corps de vanne (16), sur l'arbre d'entraînement (14). Les moyens de détection de position (19) délivrent des signaux caractérisant des positions dudit arbre d'entraînement. L'invention est également relative à un procédé de diagnostic de fonctionnement d'une telle vanne pour y détecter une panne pendant son fonctionnement et à un dispositif de mise en oeuvre de ce procédé.

Dispositif et procédé de détection de panne
dans une vanne motorisée

La présente invention est relative à une vanne dont le fonctionnement est assuré par un actionneur commandé à distance. Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif et un procédé pour détecter des pannes dans
5 les principaux éléments constitutifs d'une vanne, tel qu'un arbre d'entraînement, un moteur de la vanne, notamment lorsque la vanne est utilisée dans un circuit important pour des raisons de sécurité tel qu'un circuit de carburant d'aéronef.

Les circuits de carburant des aéronefs comportent généralement des vannes de carburant pour réaliser des fonctions telles que des coupures
10 d'alimentation des moteurs, une entrée de ravitaillement en carburant ou un transfert de carburant entre des réservoirs indépendants.

Une vanne de carburant 1, comme illustré sur la figure 1, comporte un actionneur 11, entraîné par un moteur 12 électrique couplé à un réducteur. L'actionneur 11 entraîne en rotation une noix sphérique 13 au moyen d'un arbre
15 d'entraînement 14 qui pénètre à l'intérieur d'un réservoir de carburant 15. La noix sphérique 13 est insérée dans un corps de vanne 16 et est montée solidaire en rotation autour d'un axe 132 à l'intérieur dudit corps de vanne. La noix sphérique 13 comporte une ouverture 133 traversante, d'axe 134, sensiblement perpendiculaire à l'axe 132. Le corps de vanne 16 comporte deux
20 extrémités 161 sensiblement cylindriques, de diamètre sensiblement inférieur à un diamètre de la noix sphérique, sur lesquelles se fixent des conduits d'écoulement 17 du carburant. Les deux extrémités 161 sont sensiblement alignés, d'axe 171, sensiblement perpendiculaire à l'axe 132.

Sur de telles vannes de carburant, il n'y a aucune position intermédiaire
25 en fonctionnement normal, la position étant soit ouverte, soit fermée.

Lorsque la vanne est dans une position ouverte, pour permettre l'écoulement du carburant, l'axe 134 de l'ouverture 133 de la noix sphérique 13

et l'axe 171 des conduits d'écoulement 17 sont sensiblement coaxiaux.

Lorsque la vanne est dans une position fermée, pour bloquer l'écoulement du carburant, l'axe 134 de l'ouverture 133 de la noix sphérique 13 et l'axe 171 des conduits d'écoulement 17 sont sensiblement perpendiculaires.

5 Les méthodes actuelles de surveillance de ces vannes consistent à comparer la position commandée de la vanne et la position détectée de la vanne au moyen d'interrupteurs positionnés dans l'actionneur 11. Un défaut des dispositifs de surveillance est lié au risque de défaillance d'un ou plusieurs interrupteurs, dus par exemple à des problèmes de contacts électriques ou à un
10 endommagement du mécanisme de l'interrupteur. Dans ce cas, la position de la vanne ne peut pas être déterminée et un message d'erreur, tel que par exemple « panne inconnue » est retourné à un système de surveillance de l'aéronef. Une intervention de maintenance est alors nécessaire pour fermer la vanne dans une position connue et remplacer l'actionneur 11, ce qui peut entraîner
15 une immobilisation de l'aéronef et des délais de détection et d'exécution de panne plus ou moins longs. Une autre limitation réside dans le fait que seule la position de l'actionneur 11 est surveillée, et non la position réelle de la noix sphérique 13 ou encore de l'arbre d'entraînement 14. Cette limitation conduit à la possibilité de pannes cachées. Ainsi, il est possible que la position de
20 l'actionneur 11 soit détectée et transmise à la cabine de pilotage alors que la noix sphérique 13 n'est pas dans la position correspondante, par exemple, suite à une défaillance non détectée de l'arbre d'entraînement 11. Ces pannes cachées, entre autre celle de l'arbre d'entraînement 11, sont susceptibles d'affecter la disponibilité opérationnelle d'un aéronef et il est nécessaire de
25 programmer des opérations de maintenance, à intervalles réguliers pour vérifier le bon fonctionnement des vannes, ce qui peut s'avérer pénalisant pour les compagnies aériennes exploitantes.

Une solution consisterait à ajouter des capteurs de position sur la noix sphérique 13. Cependant, l'usage de ces capteurs entraînerait l'introduction de
30 câbles dans le réservoir de carburant, et cette introduction de câbles dans le réservoir de carburant peut conduire à des risques de courts-circuits.

Les demandes de brevet US 2003193310 et US 2005156550, ainsi que les brevets japonais JP 7280705 et JP 1121733 et la demande de brevet japonaise JP 19930349329 décrivent différents dispositifs utilisant des micro processeurs dédiés couplés à des capteurs de position disposés soit à
5 l'intérieur même du moteur soit sur ou attenants à l'arbre d'entraînement 14. Ces solutions s'avèrent complexes et présentent l'inconvénient de multiplier le nombre de capteurs et surtout leurs alimentations associées à proximité du réservoir de carburant.

La présente invention propose une vanne et un procédé de diagnostic
10 de fonctionnement d'une vanne pendant son fonctionnement pour détecter une panne sur ladite vanne.

Une vanne de circuit carburant d'aéronef comporte une noix dans un corps de vanne apte à être raccordé à des conduits d'écoulement du carburant, ladite noix étant mobile en rotation autour d'un axe de rotation dans ledit corps
15 de vanne et solidaire à une première extrémité d'un arbre d'entraînement entraîné en rotation par un actionneur électrique. La noix comporte une ouverture traversante, d'axe sensiblement perpendiculaire à l'axe de rotation, et comporte deux positions stables, à deux extrémités d'une plage de rotation de ladite noix, telles que :

- 20 – dans une première position de la noix, dite position ouverte, l'axe de l'ouverture est orienté pour permettre l'écoulement du carburant dans les conduits,
- dans une seconde position de la noix, dite position fermée, l'axe de l'ouverture est orienté pour interdire l'écoulement du carburant dans
25 les conduits.

Suivant l'invention, la vanne comporte :

- des moyens de génération de couple, positionnés à une extrémité
30 d'un arbre secondaire solidaire de la noix, lesdits moyens de génération de couple générant un couple, variable en fonction de la position de la noix dans le corps de vanne, sur l'arbre d'entraînement et aptes à provoquer une augmentation d'un courant

sollicité par l'actionneur,

- des moyens de détection de position, positionnés à une seconde extrémité de l'arbre d'entraînement, opposée à la première extrémité, et aptes à délivrer des signaux caractérisant des positions dudit arbre d'entraînement.

5

Avantageusement, les moyens de génération de couple et les moyens de détection de position sont positionnés de sorte que lorsque l'on passe d'une position ouverte à une position fermée le couple augmente avant la détection de la position fermée et lorsque l'on passe d'une position fermée à une position ouverte le couple augmente avant la détection de la position ouverte.

10

Les moyens de génération de couple ne génèrent pas de couple significatif jusqu'à une proximité des deux extrémités de la plage de rotation et génèrent un couple croissant progressivement d'une proximité de chaque extrémité jusqu'à l'extrémité concernée.

15

Dans une forme de réalisation de l'invention, les moyens de génération de couple comportent :

- un disque, solidaire de l'arbre secondaire du côté de l'extrémité libre, comportant au moins un élément saillant,
- deux éléments de butée, positionnés sur le corps de vanne,

20

agencés de sorte que le au moins un élément saillant est en contact avec un élément de butée lorsque la noix est sensiblement avant la position ouverte et que le au moins un élément saillant est en contact avec le second élément de butée lorsque la noix est sensiblement avant la position fermée.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, les moyens de génération de couple comportent :

25

- un disque, solidaire de l'arbre secondaire du côté de l'extrémité libre, comportant au moins un élément saillant,
- un élément de butée positionné sur le corps de vanne,

agencés de sorte que le au moins un élément saillant est en contact avec un premier flanc dudit élément de butée lorsque la noix est sensiblement avant la position ouverte et que le au moins un élément saillant est en contact avec un

30

second flanc dudit élément de butée lorsque la noix est sensiblement avant la position fermée.

Avantageusement, les moyens de détection de position génèrent au moins un signal caractéristique de la position ouverte et au moins un signal
5 caractéristique de la position fermée.

Dans une forme de réalisation de l'invention, les moyens de détection de position comportent :

- une came, solidaire de l'arbre d'entraînement du côté de la seconde extrémité, comportant au moins un élément saillant,
- 10 - au moins un détecteur de position sensible à la proximité de l'élément saillant et agencé à chaque extrémité de la plage de rotation,

de sorte que le au moins un détecteur de position change d'état sous l'effet de l'élément saillant.

15 Dans une autre forme de réalisation de l'invention, les moyens de détection de position comportent au moins deux détecteurs de position à chaque extrémité de la plage de rotation, positionnés de sorte que lorsque l'on passe d'une position ouverte à une position fermée, le premier détecteur de position délivre le signal caractéristique de la position dudit arbre
20 d'entraînement avant le second détecteur de position et lorsque l'on passe d'une position fermée à une position ouverte, le premier détecteur de position délivre le signal caractéristique de la position dudit arbre d'entraînement avant le second détecteur de position.

L'invention est également relative à un procédé de diagnostic de
25 fonctionnement d'une vanne de circuit carburant en cours de fonctionnement, dans lequel une cohérence d'un signal de commande, envoyé à l'actionneur pour faire pivoter la noix, avec les signaux générés par les moyens de génération de couple et les moyens de détection de position (19) est vérifiée ou une incohérence est détectée.

30 L'invention est également relative à un dispositif pour mettre en oeuvre le procédé. Le dispositif comporte :

- des moyens de commande, aptes à commander la rotation de l'actionneur électrique, et à enregistrer les signaux générés par les moyens de génération de couple et les moyens de détection de position,
- 5 – des moyens d'alimentation apte à fournir un courant électrique nécessaire à l'actionneur,
- des moyens de contrôle du courant aptes à mesurer l'intensité du courant et à analyser le courant sollicité par l'actionneur,
- des moyens de maintenance aptes à générer un message d'alarme
10 en cas de panne de la vanne.

La description détaillée de l'invention est faite en référence aux figures qui représentent :

Figure 1, déjà citée, une vue en coupe d'une vanne de carburant selon l'art antérieur,

15 **Figure 2**, une vue en coupe d'une vanne de carburant suivant l'invention,

Figure 3, une vue du dessus des moyens de génération de couple associés à la vanne de carburant,

20 **Figure 4**, une vue éclatée des moyens de génération de couple associés à la vanne de carburant,

Figure 5, une vue des moyens de détection de position associés à la vanne de carburant,

Figure 6, un schéma synoptique illustrant un dispositif de détection de panne comportant la vanne de carburant suivant l'invention.

25 Une vanne de carburant 1 d'un circuit de carburant dans un aéronef suivant l'invention, comme illustré sur la figure 2, comporte un actionneur 11 entraîné par au moins un moteur électrique 12 couplé à un réducteur. L'actionneur 11 motorisé entraîne en rotation un arbre d'entraînement 14 qui pénètre à l'intérieur d'un réservoir de carburant par une traversée étanche d'une
30 paroi du réservoir. L'arbre d'entraînement 14 entraîne, a une première extrémité 143, une noix sphérique 13.

La noix sphérique 13 est solidaire avec un arbre secondaire 131 et est insérée dans un corps de vanne de carburant 16 avec l'arbre secondaire 131 saillant vers l'extérieur dudit corps de vanne. La noix sphérique 13 et l'arbre secondaire 131 sont montés solidairement en rotation autour d'un axe 132 à l'intérieur du corps de vanne 16.

La présente invention est décrite dans le cas d'une noix sphérique 13. Ce choix n'est pas limitatif et en pratique, la noix peut présenter toute autre forme dès lors qu'elle présente une surface de révolution autour de l'axe 132, telle que par exemple une forme cylindrique.

Le corps de vanne 16 comporte deux extrémités ouvertes 161 sensiblement cylindriques, de diamètre sensiblement inférieur à un diamètre de la noix sphérique 13, sur lesquelles se fixent des conduits d'écoulement 17 du carburant. Les deux extrémités 161 sont sensiblement alignés, d'axe 171 sensiblement perpendiculaire à l'axe 132.

La noix sphérique 13 comporte une ouverture 133 traversante, d'axe 134 sensiblement perpendiculaire à l'axe 132. Pour permettre un écoulement ou non du carburant entre les deux conduits d'écoulement 17, le positionnement de l'ouverture 133 de la noix sphérique 13 par rapport auxdits deux conduits d'écoulement 17 est réalisé par une rotation de la noix sphérique 13 autour de l'axe 132, entre deux positions stables :

- une première position, dite position ouverte, pour permettre le passage du carburant, dans laquelle l'axe 134 de l'ouverture 133 de la noix sphérique 13 et l'axe 171 des conduits d'écoulement 17 sont sensiblement coaxiaux,
- une seconde position, dite position fermée, pour bloquer le passage du carburant, dans laquelle l'axe 134 de l'ouverture 133 de la noix sphérique 13 et l'axe 171 des conduits d'écoulement 17 sont sensiblement perpendiculaires.

La vanne de carburant 1 comporte en outre des moyens de génération de couple 18, comme illustré sur les figures 3 et 4.

L'arbre 131 présente, à une extrémité 135 accessible depuis l'extérieur

du corps de vanne 16, une face 136 sur laquelle est monté un disque 181, de préférence sensiblement de même diamètre que la face de l'arbre 131. Ledit disque comporte, sur une surface périphérique extérieure 182, au moins un élément saillant 183.

5 De préférence, le au moins un élément saillant 183 est une excroissance du disque 181, formant une seule et même pièce.

Dans un mode de réalisation, le au moins un élément saillant 183 est formé par un élément tronconique, solidaires de la surface périphérique extérieure du disque par la grande base.

10 Avantageusement, le disque 181 est réalisé dans un matériau en élastomère, ledit matériau devant être choisi parmi des matériaux rigides et résistant au carburant.

De préférence, le disque 181 comporte, sur tout ou partie de la surface périphérique extérieure 182, une feuille, recouvrant ladite surface périphérique
15 extérieure afin de fournir une surface résistante à l'usure. De préférence, la feuille est réalisée dans un matériau métallique.

Le disque 181 est maintenu solidaire à l'arbre secondaire 131 au moyen d'une plaque de couverture 185. Afin d'éviter un mouvement relatif entre ledit disque et ledit arbre secondaire, la plaque de couverture 185 comporte des
20 moyens de blocage 186, tels que par exemple une gorge de blocage ou un dispositif d'anti rotation.

La plaque de couverture 185 et le disque 181 sont fixés audit arbre secondaire au moyen d'un élément de fixation 187. Dans l'exemple représenté sur la figure 4, l'élément de fixation est un écrou, associé à une rondelle 188.
25 Ledit écrou traverse la plaque de couverture 185 et le disque 181, pour s'engager dans un filetage 137 associé audit écrou, usiné dans l'arbre 131.

Deux éléments de butées 189 sont fixés au corps de vanne 16 au moyen de fixations, telles que par exemple une vis.

Le au moins un élément saillant 183 entre en contact, pour une position
30 angulaire donnée du disque 181 avec un premier élément de butée 189 et entre en contact, pour une autre position angulaire donnée du disque 181, avec un

second élément de butée 189.

Les deux éléments de butées 189 sont agencés de telle façon que lorsque la noix sphérique 13 est dans la position ouverte, le au moins un élément saillant 183 du disque 181 est en contact avec un premier élément de butée 189 et lorsque la noix sphérique 13 est dans la position fermée, le second élément saillant 183 est en contact avec le second élément de butée 189.

Dans une forme de réalisation illustrée sur les figures 3 et 4, afin de disposer les éléments de butées 189 dans des positions aussi distantes que possible par rapport à l'axe 132, le disque 181 comporte deux éléments saillants décalés angulairement pour obtenir le même résultat.

De préférence, les éléments de butée 189 sont réalisés dans un matériau résistant tel qu'un acier.

Dans un mode de réalisation, les éléments de butée 189 sont formés par des cylindres, dont une des bases est solidaire du corps de vanne 16.

Le disque 181 est représentatif de la position de la noix sphérique 13 dont il est solidaire de l'arbre d'entraînement 14.

Lorsque l'arbre secondaire 131 solidaire de la noix sphérique 13 est entraîné en rotation dans un certain sens, soit pour ouvrir soit pour fermer ladite noix sphérique par le au moins un moteur 12, le disque 181 est entraîné simultanément en rotation, jusqu'à ce que le au moins un élément saillant 183 entre en contact avec un élément de butée 189. Il en résulte une résistance se traduisant en une augmentation du couple sur l'arbre d'entraînement 14.

Une plage de rotation de la noix sphérique 13 est ainsi délimitée à chacune des extrémités par une augmentation du couple mesurable à partir d'une augmentation du niveau de courant sollicité par le au moins un moteur 12.

De préférence, la valeur de l'augmentation du couple est suffisante pour créer un appel de courant clair et répétable, mais il est pris soin de limiter le couple moteur à une valeur raisonnable de sorte à ne pas introduire des problèmes de fatigue au niveau des dents du réducteur de l'actionneur.

Avantageusement, la variation de couple peut être contrôlée en ajustant

le niveau de déformation des éléments saillants 183 du disque 181. Cet ajustement de déformation est réalisé par exemple en modifiant le diamètre du disque 181 ou en modifiant l'espacement entre les éléments de butée 189 et l'arbre secondaire 131 solidaire de la noix sphérique 13.

5 Dans une autre forme de réalisation (non illustrée), un seul élément de butée 189 est fixé au corps de vanne 16 et au moins un élément saillant 183 entre en contact avec un premier flanc de l'élément de butée 189 pour une position angulaire donnée du disque 181 et un second flanc de l'élément de butée 189 pour une autre position angulaire donnée du disque 181.

10 La vanne de carburant 1 comporte également des moyens de détection de position 19 positionnés à l'intérieur de l'actionneur 11, comme illustré sur la figure 5. Lesdits moyens de détection de position comportent une came 191, solidaire de l'arbre d'entraînement 14 au niveau d'une seconde extrémité 141 située du côté de l'actionneur 11, donc à l'extérieur du réservoir de carburant.

15 La came 191 comporte, sur une surface périphérique extérieure 192, au moins un élément saillant 193 qui actionne pour une position angulaire donnée de la came 191, un détecteur de position angulaire 195 et qui actionne pour une autre position angulaire donnée de la came 191, un autre détecteur de position angulaire 195.

20 Les deux détecteurs de position 195 et la came 191 sont agencés de telle sorte que l'un des détecteurs de position 195 est actionné lorsque la noix sphérique 13 est dans la position ouverte et l'autre détecteur de position 195 est actionné lorsque la noix sphérique 13 est dans la position fermée.

25 Dans une forme de réalisation illustrée sur la figure 5, afin de disposer les détecteurs de position 195 dans des positions aussi distantes que possible par rapport à l'axe 132, la came 191 comporte deux éléments saillants décalés angulairement pour obtenir le même résultat.

De préférence, les éléments saillants 193 sont des excroissances de la came 191, formant une seule et même pièce.

30 Dans un mode de réalisation, les éléments saillants 193 sont formés par des éléments tronconiques, solidaires de la surface périphérique extérieure

192 de la came 191 par la grande base.

Dans un exemple de réalisation, les détecteurs de position 195 sont des capteurs avec contact tels que par exemple des interrupteurs dont un levier de commande 196 entre en contact avec l'un des deux éléments saillants 193
5 de la came 191.

Dans un autre exemple de réalisation, les détecteurs de position 195 sont des capteurs sans contact tels que par exemple des capteurs à Effet Hall.

Les détecteurs de position 195 permettent de fournir une indication sur la position de l'actionneur 11 de la vanne 1 de carburateur.

10 Avantageusement, les moyens de détection de position 19 comportent des seconds détecteurs de position 197, situés à proximité de chaque détecteur de position 195.

Le rôle des seconds détecteurs de position 197 est double. D'une part, lorsque les détecteurs de position 195 sont défaillants, lesdits second
15 détecteurs de position agissent comme un moyen supplémentaire pour retourner un signal caractéristique de la position de l'actionneur 11. D'autre part, lorsque l'arbre d'entraînement 14 est défaillant, les seconds détecteurs de position 197 sont utilisés comme un moyen de signalement d'un dépassement de la plage de rotation de l'actionneur.

20 Dans un autre exemple de réalisation, les seconds détecteurs de position 197 sont des capteurs sans contact tels que par exemple des capteurs à Effet Hall. Du fait qu'ils soient sans contacts, les seconds détecteurs de position 197 sont plus fiables.

La vanne de carburant est avantageusement intégrée dans un dispositif
25 20 de détection de panne, schématiquement illustré sur la figure 6. Ledit dispositif comporte des moyens de commande 21 aptes à commander le au moins un moteur par des moyens d'alimentation 22.

Le mouvement de rotation de la noix sphérique 13 est initié en réponse à une commande générée par les moyens de commande 21, en fonction de
30 signaux reçus d'autres systèmes (non représentés) et ou au moyen d'un organe de commande actionnable par l'équipage, tel que par exemple un interrupteur

23, positionné dans une cabine de pilotage de l'aéronef.

Lorsqu'une commande est générée, les moyens de commande 21 transmettent un signal au moyen d'alimentation 22 par un bus de données 24, et lesdits moyens d'alimentation fournissent, à partir d'un réseau de distribution
5 électrique 25, un courant d'alimentation électrique au au moins un moteur 12 par des câbles d'alimentation 29.

L'activation du au moins un moteur 12 entraîne une rotation de l'actionneur 11, rotation de sensiblement un quart de tour dans le sens commandé, de l'arbre d'entraînement 14 qui, à son tour, entraîne la noix
10 sphérique 13, pour passer de la position ouverte à la position fermée ou inversement.

Les moyens d'alimentation 22 comportent en outre des moyens de contrôle du courant 26 qui permettent de mesurer l'intensité du courant et d'analyser le courant sollicité par le au moins un moteur.

15 Lorsqu'un appel de courant détecté par les moyens de contrôle du courant 26 est interprété comme une augmentation du couple généré par les moyens de génération de couple 18, un premier signal, dit pré-signal d'arrêt du au moins un moteur, est généré.

Dans des conditions normales d'utilisation, lorsque les moyens de
20 commande 21 commandent le positionnement de la noix sphérique 13 soit en position ouverte soit en position fermée, un courant est fourni au au moins un moteur 12 situé à proximité de l'actionneur 11. Ledit actionneur entraîne l'arbre d'entraînement 14 en rotation qui, à son tour, entraîne en rotation la noix sphérique 13 solidaire des moyens de génération du couple 18. La noix
25 sphérique 13 pivote jusqu'à ce que le au moins un élément saillant 183 du disque 181 entre en contact avec un élément de butée 189. Ce contact entraîne une résistance qui s'oppose à la rotation de la noix sphérique et conduit à une augmentation du couple sur l'arbre d'entraînement 14 se traduisant par un appel du courant sollicité par le au moins un moteur 12. Lorsque l'appel de
30 courant est détecté, les moyens de commande 21 génèrent le pré-signal d'arrêt du au moins un moteur. Le au moins un moteur 12, restant alimenté, entraîne

toujours l'arbre d'entraînement 14 jusqu'à ce que le au moins un élément saillant 193 de la came 191 des moyens de détection de position 19 actionne un détecteur de position 195. Un second signal, dit signal de coupure d'alimentation du au moins un moteur 12, est alors envoyé aux moyens de commande 21 qui coupent l'alimentation du au moins un moteur 12, ce qui a pour effet d'arrêter l'entraînement en rotation de l'arbre d'entraînement 14, et de la noix sphérique 13 soit dans la position ouverte soit dans la position fermée, suivant la commande générée par les moyens de commande 21.

Il ressort de l'analyse de fonctionnement normal de la vanne de carburant 1 que les signaux relatifs à un appel de courant, interprété comme une augmentation du couple générée par les moyens de génération de couple 18, et à un état des détecteurs de position, généré par les moyens de détection de position 19, répondent à une logique précise décrite précédemment.

Les principales défaillances d'une telle vanne de carburant 1 que sont :

- un blocage de la noix sphérique 13,
- une rupture de l'arbre d'entraînement 14,
- un dysfonctionnement de l'actionneur 11,

ont des effets sur lesdits signaux tels que la logique associée au bon fonctionnement de la vanne de carburant 1 n'est plus respectée.

Ainsi, toute incohérence détectée à partir des signaux générés par les moyens de génération de couple 18 et les moyens de détection de position 19 est enregistrée par les moyens de commande 21 et un message de panne est élaboré puis transmis par les moyens de commande 21 à des moyens de surveillance 27 par l'intermédiaire du bus de données 24.

Dans un mode de réalisation, toutes les données nécessaires aux personnels de maintenance pour identifier la panne, incluant par exemple quel élément est défaillant et le temps disponible avant effectuer la réparation, dépendant principalement de la criticité de la vanne de carburant 1, sont stockées dans un moyen de maintenance 28.

Panne des détecteurs de position 195

Le dispositif de détection de panne suivant l'invention peut par exemple

détecter une panne des détecteurs de position 195 au moyen des seconds détecteurs de position 197.

Lorsque l'appel de courant est détecté, le premier signal est enclenché et l'arbre d'entraînement 14 continue sa rotation. Si les détecteurs de position 5 195 sont défectueux et ne transmettent donc pas de signaux aux moyens de commande 21, l'arbre d'entraînement 14 continue sa rotation une fraction de degré supplémentaire jusqu'à ce que le au moins un élément saillant 193 de la came 191 des moyens de détection de position 19 soit détecté par les seconds détecteurs de position 197. Dans cette situation, lesdits seconds détecteurs de 10 position se substituent auxdits premiers détecteurs de position et transmettent un signal aux moyens de commande 21 qui coupent l'alimentation du au moins un moteur 12. Lesdits moyens de commande transmettent un message de maintenance, par exemple du type « interrupteur défectueux » au moyen de maintenance 28, afin que des opérations de remplacement des détecteurs de 15 position 195 défectueux. La connaissance de cette défaillance des détecteurs de position 195 n'entraîne pas d'immobilisation immédiate de l'aéronef. La vanne de carburant 1 peut ainsi rester en service car la noix sphérique 13 effectue bien sa rotation et les seconds détecteurs de position 197 remplacent temporairement les détecteurs de position 195.

20 Panne de moteur

Dans un autre cas de panne, lorsque, suite à une commande issue des moyens de commande 21, aucun courant n'est sollicité par le au moins un 25 moteurs 12, l'alimentation dudit au moins un moteur est interrompue. Cette panne est interprétée comme une défaillance du au moins un moteurs 12 et une opération de maintenance est programmée afin de procéder au remplacement de l'actionneur motorisé défectueux 11. Suivant la criticité de la vanne de carburant, l'opération de maintenance est programmée à plus ou moins longue échéance.

Panne des paliers et ou réducteur

30 Dans un autre cas de panne, lorsque des anomalies cycliques sont détectées à partir des moyens de surveillance de courant 26, si lesdites

anomalies apparaissent de manière récurrente à chaque entraînement en rotation de l'arbre d'entraînement 14, ces anomalies sont interprétées comme le signe de pannes naissantes au niveau de paliers et ou du réducteur, par exemple un endommagement d'un pignon de réducteur.

5 Panne au niveau de l'arbre d'entraînement

Dans un autre cas de panne, lorsque aucun appel de courant n'est détecté et que les moyens de détection de position 19 transmettent un signal de coupure d'alimentation, l'incohérence est interprétée comme une anomalie au niveau de l'arbre d'entraînement 14.

10 L'absence de retour de couple, se traduisant par l'absence d'appel de courant au niveau des moyens de surveillance du courant 26, permet de fournir une indication aux moyens de commande 21 que l'actionneur 11 a pivoté comme commandé par les moyens de commande 21, mais que la noix sphérique 13 est restée dans sa position précommandée précédente.

15 En effet, du fait que la noix sphérique 13 ne pivote pas, le au moins un élément saillant 183 du disque 181 des moyens de génération de couple 18 ne s'engage pas dans les éléments de butée 189, et donc aucune résistance au mouvement n'est détectée lorsque l'actionneur 11 approche de la position commandée par les moyens de commande 21. Lorsque le retour de couple est
20 absent, le signal de coupure d'alimentation n'est pas détecté par les moyens de commande 21 et l'arbre d'entraînement 14 continue de pivoter jusqu'à ce que le au moins un élément saillant 193 de la came 191 des moyens de détection 19 actionne avec un des deux détecteurs de position 195. Dans ces conditions, l'actionnement des détecteurs de position 195 est considéré comme un premier
25 signal complémentaire et l'alimentation du au moins un moteur 12 est coupée dès que le au moins un élément saillant 193 est détecté par les seconds détecteurs de position 197. Un message est ensuite transmis par les moyens de commande 21 aux moyens de maintenance 28 pour prévenir de la perte du mouvement de la noix sphérique 13, et programmer une opération de
30 maintenance immédiate. De cette manière, l'équipage est immédiatement conscient de la nature de la panne et la rupture franche de l'arbre

d'entraînement 14 doit conduire au remplacement de la vanne avant un prochain vol.

Blocage de la vanne

Dans un autre cas de panne, lorsque les moyens de commande 21
5 enregistrent un appel de courant élevé mais ne reçoivent aucune indication de position de l'arbre d'entraînement 14 par les moyens de détection de position 19, une anomalie telle qu'un grippage ou un givrage de la noix sphérique 13 du à la présence de glace dans les conduits d'écoulement du carburant 17 peut être envisagée. Sous de telles conditions, il est évident que le au moins un
10 moteur 12 applique un couple mais que l'arbre d'entraînement 14 ne pivote pas. Pour discriminer les pannes et identifier la présence de glace à partir d'autres conditions de pannes, un moyen consiste à inclure dans les moyens de commande 21, un algorithme apte à enregistrer dans une mémoire non volatile les évènements détectés comme affectant les paliers ou le réducteur ou
15 d'autres parties matérielles de la vanne. Ainsi, si aucune panne mécanique n'est confirmée ultérieurement, la présence de glace dans les conduits d'écoulement 17 est la cause la plus probable du blocage de la vanne.

Parmi les procédés permettant de lever le doute sur la présence de glace comme la cause du blocage de la vanne, des tentatives de mouvements
20 alternatifs de la noix sphérique 13 sont avantageusement initiées. Lesdites tentatives confirment la présence de glace si ladite noix sphérique reste inactive. Une autre solution consiste à tester la vanne lorsque la température du carburant atteint une température suffisante pour qu'il n'y ait plus d'eau à l'état de glace. Si de telles actions sont concluantes, l'incident est reporté dans la
25 mémoire des moyens de maintenance 28 et un message est envoyé pour déclencher une opération de maintenance, telle que la vérification de l'évacuation de l'eau dans le réservoir considéré.

REVENDICATIONS

- 1- Vanne (1) de circuit carburant d'aéronef comportant une noix (13) dans un corps de vanne (16) apte à être raccordé à des conduits (17) d'écoulement du carburant, ladite noix (13) étant mobile en rotation autour d'un axe (132) dans ledit corps de vanne et solidaire à une première extrémité (143) d'un
- 5 arbre d'entraînement (14) entraîné en rotation par un actionneur électrique (11), ladite noix comportant une ouverture (133) traversante, d'axe (134), et deux positions stables, à deux extrémités d'une plage de rotation de ladite noix , telles que :
- dans une première position de la noix, dite position ouverte, l'axe (134) de

10 l'ouverture (133) est orienté pour permettre l'écoulement du carburant dans les conduits (17),

 - dans une seconde position de la noix, dite position fermée, l'axe (134) de l'ouverture (133) est orienté pour interdire l'écoulement du carburant dans les conduits (17),
- 15 caractérisé en ce que la vanne (1) comporte :
- des moyens de génération de couple (18), positionnés à une extrémité (135) d'un arbre secondaire (131) solidaire de la noix (13), lesdits moyens de génération de couple générant un couple, variable en fonction de la position de la noix (13) dans le corps de vanne (16), sur l'arbre d'entraînement (14)

20 et aptes à provoquer une augmentation d'un courant sollicité par l'actionneur (11),

 - des moyens de détection de position (19), positionnés à une seconde extrémité (141) de l'arbre d'entraînement (14), opposée à la première extrémité (143), et aptes à délivrer des signaux caractérisant des positions

25 dudit arbre d'entraînement.
- 2- Vanne (1) suivant la revendication 1 dans laquelle les moyens de génération de couple (18) et les moyens de détection de position (19) sont positionnés

de sorte que lorsque l'on passe d'une position ouverte à une position fermée le couple augmente avant la détection de la position fermée et lorsque l'on passe d'une position fermée à une position ouverte le couple augmente avant la détection de la position ouverte.

- 5 3- Vanne (1) suivant l'une des revendications précédentes dans laquelle les moyens de génération de couple (18) ne génèrent pas de couple significatif jusqu'à une proximité des deux extrémités de la plage de rotation et génèrent un couple croissant progressivement d'une proximité de chaque extrémité jusqu'à l'extrémité concernée.
- 10 4- Vanne (1) suivant la revendication 3 dans laquelle les moyens de génération de couple (18) comportent :
- un disque (181), solidaire de l'arbre secondaire (131) du côté de l'extrémité libre (135), comportant au moins un élément saillant (183),
 - deux éléments de butée (189), positionnés sur le corps de vanne (16),
- 15 agencés de sorte que le au moins un élément saillant (183) est en contact avec un élément de butée (189) lorsque la noix (13) est sensiblement avant la position ouverte et que le au moins un élément saillant (183) est en contact avec le second élément de butée (189) lorsque la noix (13) est sensiblement avant la position fermée.
- 20 5- Vanne (1) suivant la revendication 3 dans laquelle les moyens de génération de couple (18) comportent :
- un disque (181), solidaire de l'arbre secondaire (131) du côté de l'extrémité libre (135), comportant au moins un élément saillant (183),
 - un élément de butée (189) positionné sur le corps de vanne (16),
- 25 agencés de sorte que le au moins un élément saillant (183) est en contact avec un premier flanc dudit élément de butée lorsque la noix (13) est sensiblement avant la position ouverte et que le au moins un élément saillant (183) est en contact avec un second flanc dudit élément de butée (189) lorsque la noix (13) est sensiblement avant la position fermée.
- 30 6- Vanne suivant l'une des revendications 3 à 5 dans lequel les moyens de détection de position (19) génèrent au moins un signal caractéristique de la

position ouverte et au moins un signal caractéristique de la position fermée.

7- Vanne suivant la revendication 6 dans laquelle les moyens de détection de position (19) comportent :

- 5 - une came (191), solidaire de l'arbre d'entraînement (14) du côté de la seconde extrémité (141), comportant au moins un élément saillant (193),
- au moins un détecteur de position (195) sensible à la proximité de l'élément saillant (193) et agencé à chaque extrémité de la plage de rotation, de sorte que le au moins un détecteur de position (195) change d'état sous l'effet de l'élément saillant (193).

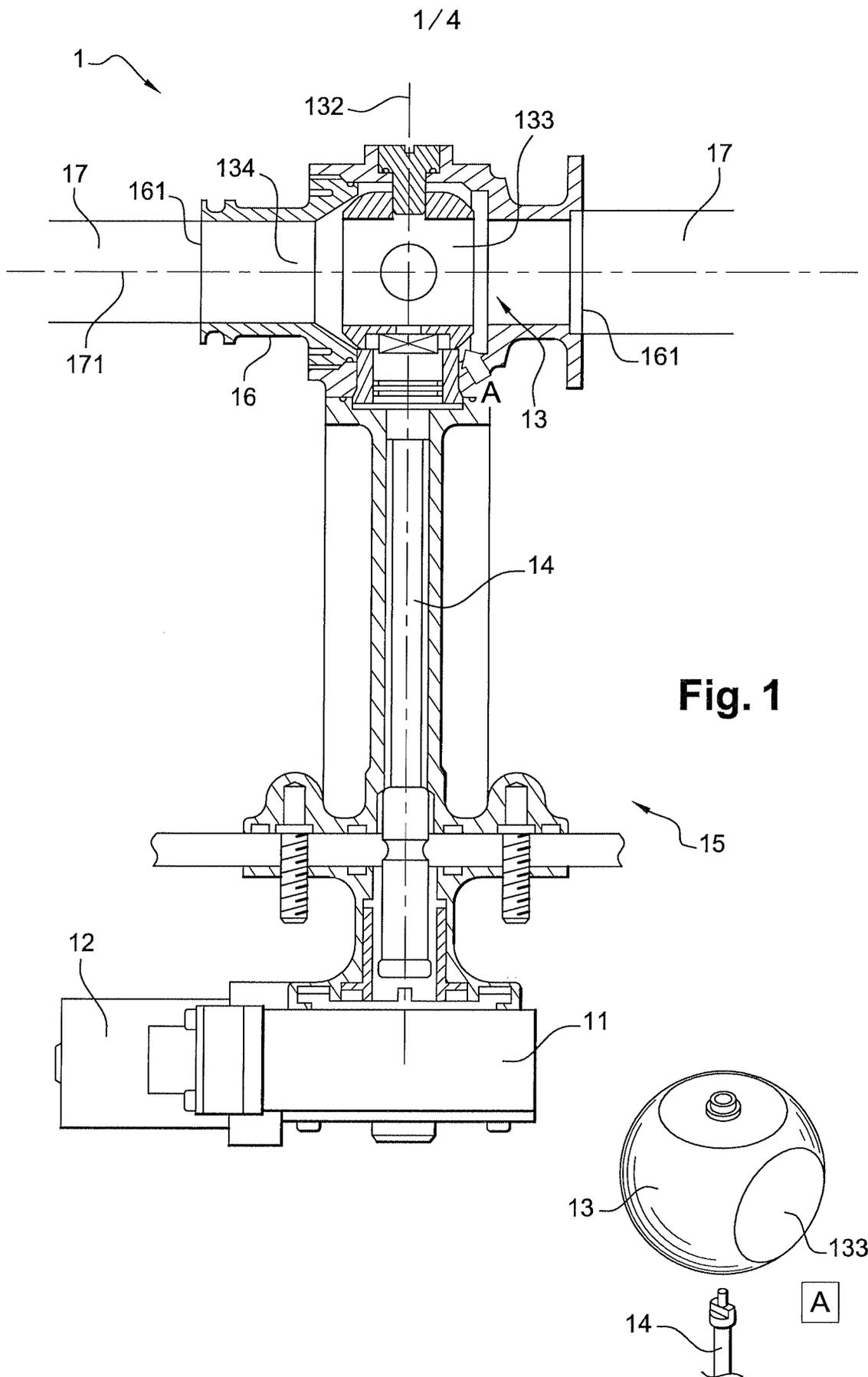
10 8- Vanne suivant la revendication 7 dans laquelle les moyens de détection de position (19) comportent au moins deux détecteurs de position (195, 197) à chaque extrémité de la plage de rotation, positionnés de sorte que lorsque l'on passe d'une position ouverte à une position fermée, le premier détecteur de position (195) délivre le signal caractéristique de la position dudit arbre
15 d'entraînement (14) avant le second détecteur de position (197) et lorsque l'on passe d'une position fermée à une position ouverte, le premier détecteur de position (195) délivre le signal caractéristique de la position dudit arbre d'entraînement (14) avant le second détecteur de position (197).

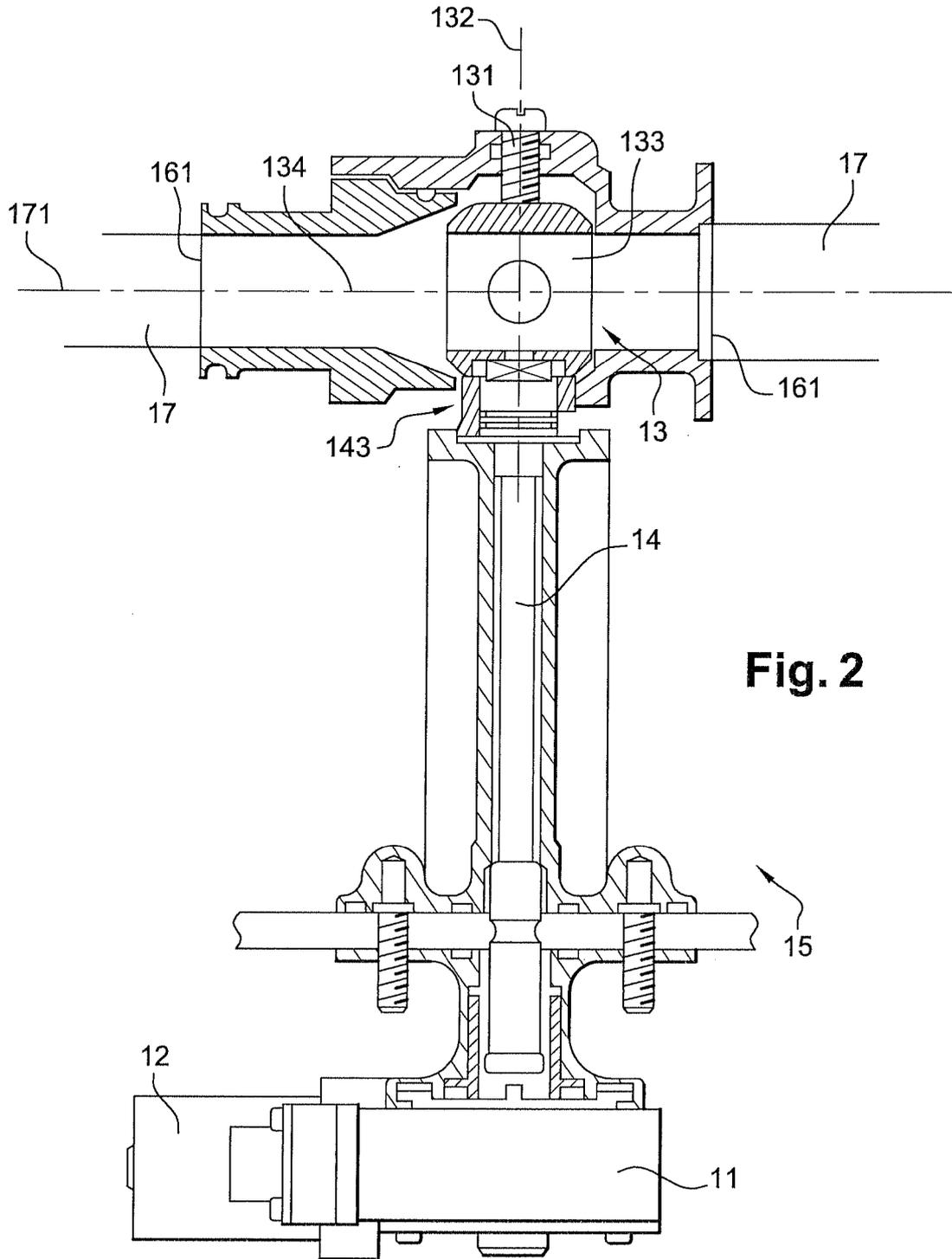
20 9- Procédé de diagnostic de fonctionnement d'une vanne (1) en cours de fonctionnement, ladite vanne étant conforme à l'une des revendications 1 à 8, dans lequel une cohérence d'un signal de commande, envoyé à l'actionneur (11) pour faire pivoter la noix (13) , avec les signaux générés par les moyens de génération de couple (18) et les moyens de détection de position (19) est vérifiée ou une incohérence est détectée.

25 10- Dispositif comportant :

- des moyens de commande (21) de la rotation d'un actionneur électrique (11), et d'enregistrement des signaux générés par des moyens de génération de couple (18) et des moyens de détection de position (19) d'une vanne (1) conforme à l'une des revendications 1 à 8,
- 30 - des moyens d'alimentation (22) en énergie électrique de l'actionneur (11),
- des moyens de contrôle du courant (26) de mesure de l'intensité du courant

et d'analyse du courant sollicité par l'actionneur (11),
- des moyens de maintenance (28) générant un message d'alarme en cas de
panne de la vanne (1), lorsqu'une incohérence entre un signal de
commande, envoyé à l'actionneur (11) pour faire pivoter la noix (13), et les
5 signaux générés par les moyens de génération de couple (18) et les moyens
de détection de position (19) est détectée.





3 / 4

Fig. 3

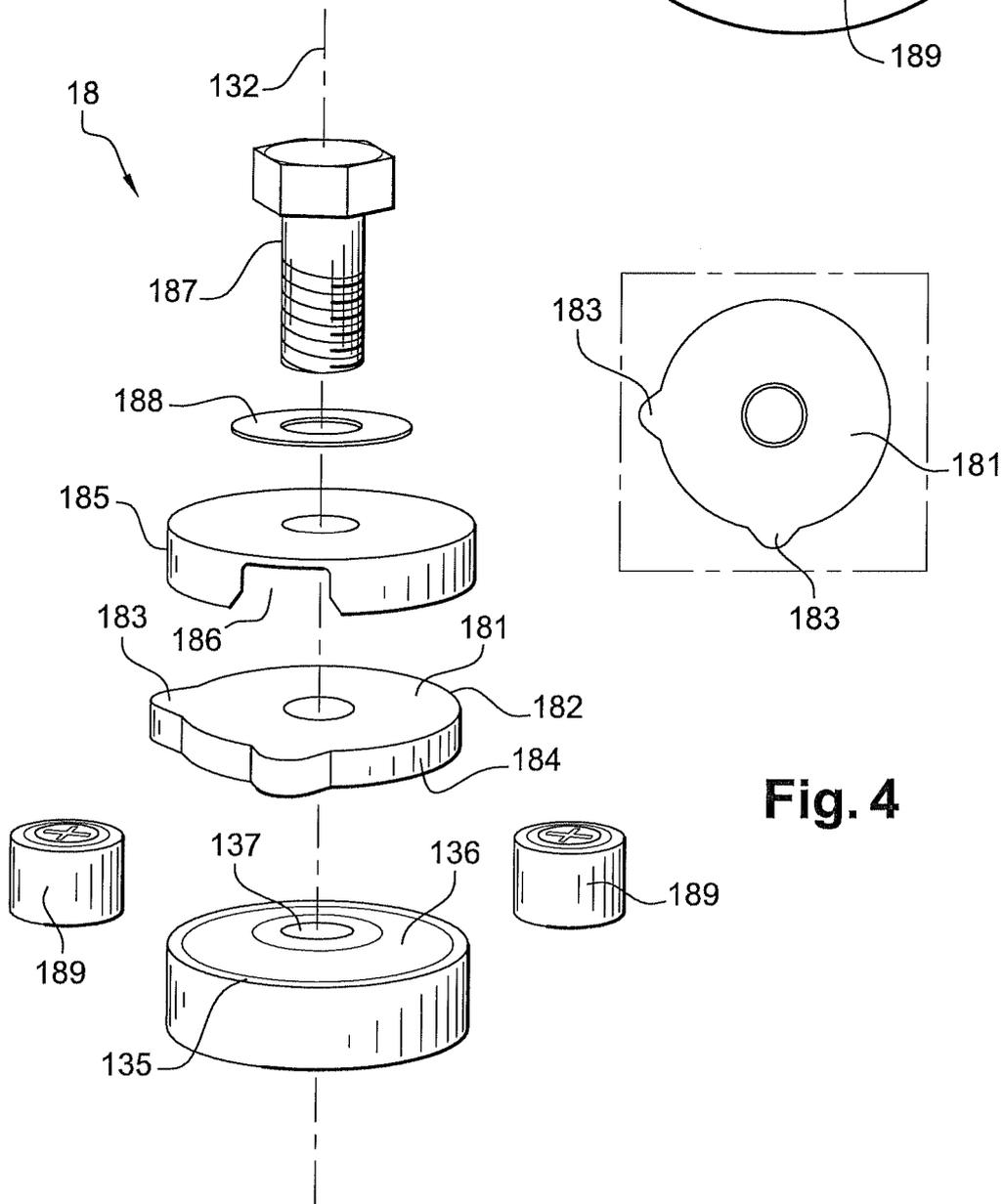
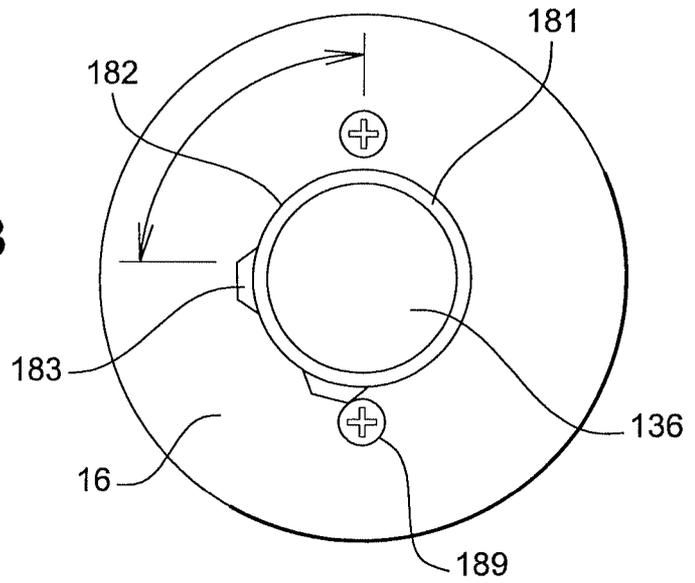


Fig. 4

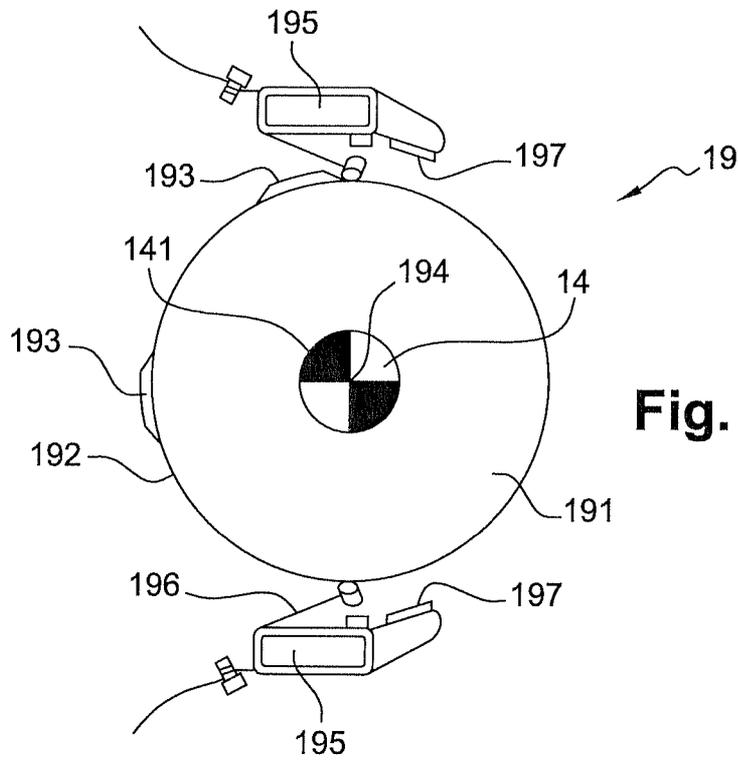


Fig. 5

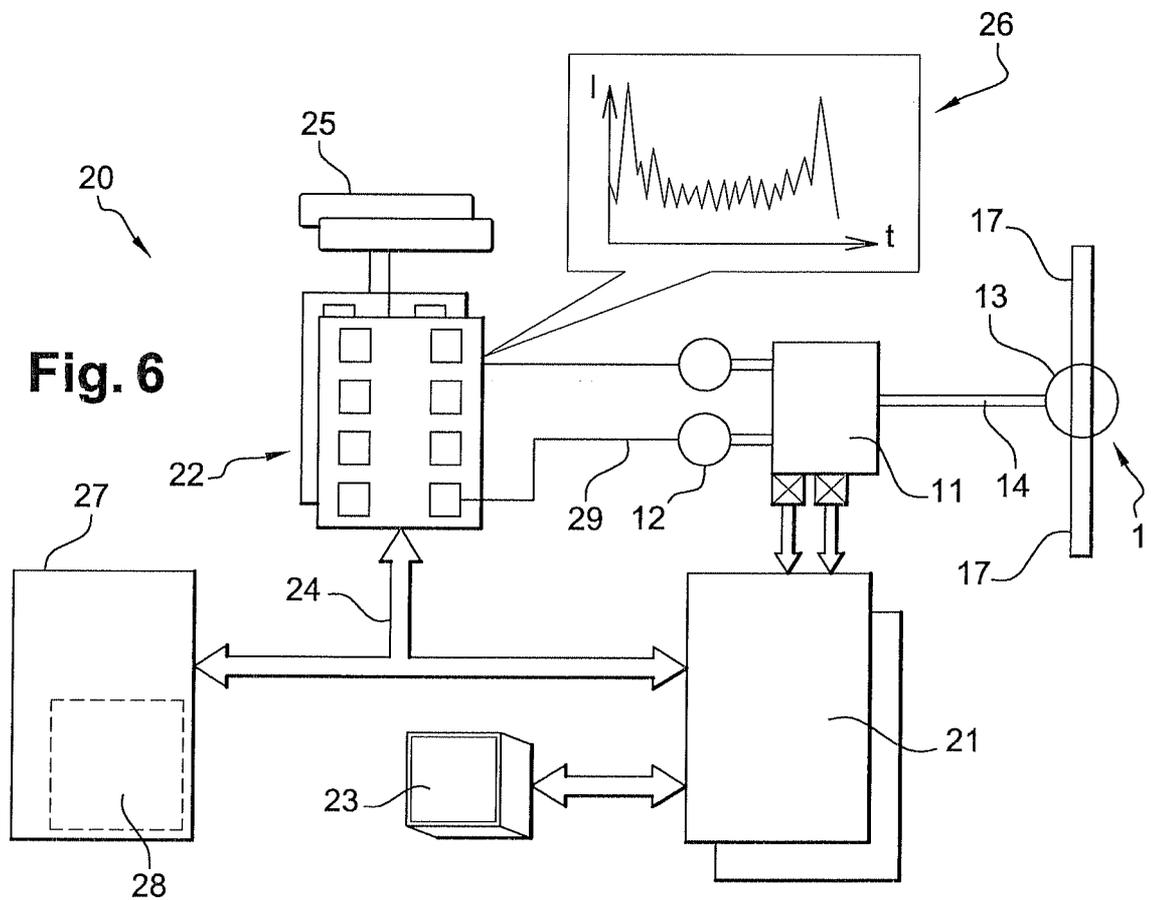


Fig. 6