

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 83 00033

(54)

Ensemble à dispositifs de commande d'un moteur et de réaction.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). F 15 B 9/14, 13/16 // B 64 C 13/36.

(22)

Date de dépôt..... 4 janvier 1983.

(33)

(32)

(31)

Priorité revendiquée : US, 5 janvier 1982, n° 06/337 193.

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 8-7-1983.

(71)

Déposant : Société dite : SUNDSTRAND CORPORATION. — US.

(72)

Invention de : Steven J. Ebbing et Robert J. Hermans.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Rinuy, Santarelli,
14, av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

L'invention concerne un dispositif de commande d'un moteur et de réaction destiné à minimiser les effets du jeu dans un système d'actionnement rotatif.

Au fil des années, le mouvement commandé de gouvernes d'aéronefs telles que les volets montés sur les ailes des aéronefs a progressé en passant de systèmes purement mécaniques, reliant les gouvernes à un levier de commande de pilotage situé dans le poste d'équipage, à des dispositifs à servomoteurs hydrauliques commandés depuis le poste de l'équipage, et ces dispositifs à servomoteurs hydrauliques sont devenus de plus en plus complexes. Il n'est pas douteux que la sophistication de plus en plus grande des dispositifs à valves hydrauliques utilisés pour la commande du ou des servomoteurs utilisés a amélioré les caractéristiques de fonctionnement. Cependant, l'amélioration des caractéristiques de fonctionnement a eu pour défaut d'entraîner avec elle un accroissement du poids et une multiplication d'éléments reliés entre eux, dépendant les uns des autres, et pouvant, de par leur nature, présenter des défauts de fonctionnement et faire apparaître entre eux des jeux de liaison. On peut affirmer, de façon plus simple, que l'accroissement du nombre d'éléments d'un système entraîne statistiquement une plus grande probabilité de défauts de fonctionnement et de jeux dus à un relâchement des liaisons. On a toujours souhaité fondamentalement, dans les dispositifs de commande de gouvernes, obtenir un mouvement précis du volet ou d'une gouverne en réponse à un mouvement d'un manche à balai ou d'un levier commandé par un pilote dans le poste d'équipage d'un aéronef.

Un exemple typique des efforts effectués dans l'art antérieur est constitué par le mécanisme d'actionnement des gouvernes d'un aéronef décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 2 820 600. Ce mécanisme est un dispositif hydraulique-mécanique relativement peu compliqué, qui comprend un moteur hydraulique tournant qui prend et conserve une attitude bloquée pendant des intervalles de temps au cours desquels certaines pièces actives du mécanisme prennent des positions relatives prédéterminées.

Le dispositif décrit dans le brevet précité exige que le moteur hydraulique, qui commande le volet entre une position de retrait et une position d'extension complète, soit amené dans un état bloqué au bout d'un nombre fixe de 5 tours. A la différence du dispositif selon l'invention tel que décrit ci-après, le dispositif décrit dans le brevet N° 2 820 600 précité est incapable de placer la gouverne dans une position intermédiaire.

Quelques années plus tard, le brevet des Etats-Unis 10 d'Amérique N° 3 662 550 a décrit un dispositif à actionneurs. Ce dispositif destiné à la commande des gouvernes de vol comprend un arbre 20 d'entraînement destiné à actionner les gouvernes, deux moteurs hydrauliques 39, 40 pour l'en- 15 traînement de l'arbre, des circuits séparés de commande (figure 2) des moteurs 39, 40 alimentés au moyen de sources séparées de fluide sous pression. Une valve 52 de sélection pouvant être manoeuvrée normalement permet de solliciter 20 simultanément les deux systèmes de commande afin de faire fonctionner les deux moteurs pour entraîner l'arbre. Une valve 60, 62 de roue libre de chaque circuit permet à l'un ou l'autre des moteurs d'être entraîné par l'arbre dans le cas d'une chute de pression dans son circuit. Un mécanis- 25 me 46 de réaction est destiné à neutraliser les deux systèmes hydrauliques lorsque le réglage approprié des gouvernes a été obtenu. Le dispositif 46 de réaction est relié à une tige 140 d'obturateur de la valve 52 de sélection qui est commandée par un arbre tournant 175. Ce dernier est monté de façon à pouvoir pivoter dans un sens 30 ou dans l'autre et il porte un bras 179 enclenché avec la tige 140 de la valve. L'arbre 175 est conçu de façon à pivoter sous l'action d'un bras 176 fixé sur l'arbre et évidé en 177 afin de recevoir un axe 178 d'entraînement qui fait saillie axialement d'un disque rotatif 180 réalisé d'une seule pièce avec une couronne dentée intérieure 35 partielle 181. La couronne dentée 181 fait partie d'un différentiel qui comprend une roue dentée satellite 183 montée sur un support tournant 184 qui est conçu de façon à pouvoir pivoter sous l'action d'un levier 186 commandé

par le pilote de l'aéronef. Le différentiel comporte également une roue planétaire 190 pouvant tourner avec une roue 192 de vis sans fin. Cette roue de vis sans fin est entraînée par une vis sans fin 193 montée sur un arbre 194 portant une roue dentée 195 destinée à être entraînée par une roue dentée 196 montée sur un arbre 20 de commande. Ce système actionneur réalise le positionnement et la commande des gouvernes au moyen d'une distribution complexe et du mécanisme de réaction venant d'être décrit. Ce système est en outre compliqué par la présence de circuits hydrauliques doubles d'addition de couple. L'invention telle que décrite ci-après réalise tous les progrès fonctionnels du système actionneur décrit ci-dessus, mais avec un nombre de pièces beaucoup plus faible.

15 L'invention concerne plus particulièrement un dispositif de commande de moteur et un dispositif de réaction conçus pour minimiser les effets du jeu dans un système à mouvement de sortie tournant. Le système comprend une source d'énergie. Le dispositif de commande de moteur 20 comporte un élément de commande directionnel mobile à partir d'une position neutre. L'unité de commande de moteur est reliée à la source d'énergie et à un moteur qui lui-même est relié à la sortie tournante et à une seconde entrée d'une transmission harmonique différentielle possédant 25 des première et seconde entrées et une sortie. La première entrée de la transmission harmonique différentielle est reliée à une unité d'entrée de commande tournante et la sortie de la transmission harmonique différentielle est en prise sur l'élément mobile de commande directionnelle. 30 En réponse à l'entrée d'un ordre de rotation donné, lorsque la seconde entrée est dans une position statique initiale, alors que le moteur est relié à la source d'énergie par l'intermédiaire de l'unité de commande du moteur, l'élément tournant de sortie est entraîné sur un nombre précis de 35 tours qui dépend de l'ordre de rotation d'entrée donné. La seconde entrée est entraînée simultanément sur un nombre donné de tours dans un sens produisant une réaction afin que la sortie de la transmission harmonique différentielle

se déplace pour ramener l'élément mobile en position neutre et le système est alors dans une condition lui permettant de réagir à un autre ordre de rotation d'entrée.

L'invention a donc pour objet principal un système d'actionnement des volets d'un aéronef ou avion, qui transforme des signaux mécaniques d'entrée produits par un pilote en un mouvement proportionnel précis des volets en convertissant la puissance hydraulique de l'avion en un mouvement puissant de rotation d'un arbre, pour entraîner le système d'actionnement mécanique des volets.

L'invention a également pour objet un système d'actionnement de volets qui utilise un dispositif mécanique d'entrée et un dispositif de réaction associés à une valve de commande d'un moteur hydraulique, l'ensemble étant peu volumineux, léger, de faible coût et présentant un jeu minimal.

L'invention a pour autre objet un système d'actionnement de gouvernes qui utilise, dans un dispositif de réaction, une transmission harmonique différentielle ayant pour résultat une commande précise du nombre de tours effectué par un arbre tournant de sortie pour tout ordre de rotation d'entrée donné.

L'invention a enfin pour objet d'utiliser, dans des systèmes d'actionnement de volets, un dispositif de réaction qui met en oeuvre une transmission harmonique différentielle pour que le jeu apparaissant dans le dispositif de réaction soit minimal, ce qui a pour résultat un ensemble peu volumineux, de faible coût et léger.

L'invention concerne donc, dans sa forme préférée de réalisation, un ensemble hydromécanique à valve de commande de moteur et à réaction destiné à minimiser les effets du jeu dans un dispositif tournant de sortie. L'ensemble comporte une source de fluide sous pression et une valve de commande d'un moteur qui possède un élément d'obturation mobile à partir d'une position neutre. La valve de commande d'un moteur est reliée hydrauliquement à la source de pression de fluide et à un moteur hydraulique réversible qui est lui-même accouplé à l'élément

tournant de sortie et à l'entrée génératrice d'ondes d'une transmission harmonique différentielle. Un élément d'entrée d'un ordre de rotation, commandé par un pilote, est accouplé mécaniquement à un accouplement flexible à cannelures situé à l'entrée de la transmission harmonique différentielle. Cette dernière comporte un élément circulaire rigide de sortie qui est en prise sur l'élément d'obturation afin d'en commander les mouvements en réponse à un ordre de rotation donné d'entrée du pilote, transmis à l'accouplement flexible à cannelures d'entrée lorsque l'entrée génératrice d'ondes est dans une position statique initiale, à la suite de quoi le moteur hydraulique est relié à la source de fluide sous pression par l'intermédiaire de la valve de commande du moteur et l'élément tournant de sortie est entraîné sur un nombre précis de tours qui dépend de l'ordre de rotation donné d'entrée. Comme le laisse deviner ce qui précède, l'élément d'entrée, générateur d'ondes, est entraîné simultanément sur un nombre donné de tours dans un sens produisant une réaction telle que le mouvement de sortie de la transmission harmonique différentielle, constitué par le mouvement de l'élément circulaire rigide de sortie, provoque un retour de l'élément d'obturation vers la position neutre, et le système est alors dans un état lui permettant de réagir à un autre ordre de rotation d'entrée.

Dans la forme préférée de réalisation de l'invention, l'accouplement flexible à cannelures d'entrée de la transmission harmonique différentielle est monté en prise entre l'élément d'entrée générateur d'ondes et l'élément circulaire rigide de sortie.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullements limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'une forme préférée de réalisation de l'ensemble de transmission de puissance selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue en perspective éclatée de la transmission harmonique différentielle faisant partie

de l'ensemble de transmission de puissance de la figure 1 ;

- la figure 2a est une vue en bout de la transmission harmonique différentielle ;

- la figure 3 est une coupe longitudinale partielle
5 des éléments hydromécaniques d'une autre forme de réalisation de l'invention ;

- la figure 3a est une coupe partielle d'une valve de commande de moteur de l'invention ;

- la figure 4 est une élévation partielle du dispositif à poulies,, commandé par le pilote et montré sur
10 la figure 1 ; et

- la figure 5 est une vue suivant la ligne 5-5 de la figure 4, montrant les positions relatives d'éléments de butée du dispositif selon l'invention.

15 On se référera à présent à la figure 1 qui représente schématiquement la forme préférée de réalisation de l'unité de transmission de puissance pour le système d'actionnement de gouvernes de vol selon l'invention. On procédera à présent à une revue des éléments fondamentaux du système. Ces éléments principaux comprennent une
20 source 10 de fluide sous pression, une valve 31 de commande d'un moteur, un moteur hydraulique réversible 17, un arbre rotatif 71 de sortie accouplé par l'intermédiaire d'une boîte 72 d'engrenages à un actionneur 73 à billes en circuit
25 fermé qui, lui-même, entraîne le volet ou la gouverne 74 pour le placer dans un nombre infini de positions, une transmission harmonique différentielle 60 et un levier 51 de commande actionné par le pilote.

La source 10 de fluide sous pression est reliée
30 au moteur hydraulique réversible 17 par l'intermédiaire de la valve 31 de commande du moteur et au moyen de conduits 11, 13, 13a et 14 ou 16. Un filtre F est monté sur le conduit 11. La position de l'élément 32 d'obturation disposé à l'intérieur de la valve 31 de commande du moteur
35 détermine lequel des conduits 14 et 16 reçoit le fluide sous pression de la source 10. Nominalelement, la mise sous pression du conduit 14 a pour résultat d'entraîner le moteur hydraulique 17 dans le sens avant, tandis que la

mise sous pression du conduit 16 a pour résultat d'entraîner le moteur hydraulique 17 en sens opposé. Le moteur hydraulique réversible ne sera pas décrit en détail, car il est de conception classique. Le schéma tel que donné du moteur hydraulique 17 est suffisamment détaillé pour permettre à l'homme de l'art d'en comprendre le fonctionnement. L'arbre 18 de sortie du moteur hydraulique 17 porte un disque 19 de freinage calé sur cet arbre comme représenté. Le disque 19 de freinage fait partie d'un dispositif classique 21 de freinage à disque, actionné par fluide sous pression et comportant un piston P de desserrage. L'arbre 18 de sortie porte également une roue dentée 22 qui lui est fixée et qui engrène avec une roue dentée 29 d'un ensemble constitué d'une transmission réductrice harmonique 50 et d'une transmission harmonique différentielle 60, cet ensemble étant décrit plus en détail ci-après. Un pignon 23 également fixé à l'arbre 18 de sortie afin de tourner avec lui, engrène, comme représenté, avec une roue dentée 24 montée de manière à tourner avec un arbre rotatif 71 de sortie. Cet arbre 71 est également appelé arbre de l'unité de transmission de puissance. Il est accouplé mécaniquement à une boîte 72 d'engrenages et, par l'intermédiaire de celle-ci, à l'actionneur 73 à billes en circuit fermé qui, d'une façon tout à fait classique, amène le volet 74 dans une position demandée par le déplacement par le pilote du levier 51 de commande.

Le levier 51 de commande du pilote est relié à une poulie (non représentée) qui porte des câbles 52 et 53. Un mouvement du levier 51 de commande provoque une rotation d'une poulie 54 par l'intermédiaire des câbles 52 et 53 qui passent également sur cette poulie 54. Ce mouvement de rotation constitue l'ordre de rotation d'entrée. Cet ordre de rotation d'entrée appliqué à la poulie 54 est transmis mécaniquement par un arbre 55, fixé à la poulie 54, à un tronçon cannelé 56 de cet arbre 55. Une roue dentée 57 est en prise sur le tronçon cannelé 56 et transmet le mouvement de rotation d'entrée à un arbre 58 qui est solidaire de cette roue dentée 57.

L'arbre 58 constitue une entrée de la transmission harmonique différentielle 60. Avant de poursuivre la description du système, il convient de porter son attention sur la figure 2 qui montre en perspective éclatée la transmission harmonique différentielle 60. Bien que les détails les plus simples ne soient pas représentés, il apparaît que l'arbre 58, qui transmet un mouvement de rotation d'entrée représentatif de l'ordre de rotation d'entrée, est relié à un accouplement flexible cylindrique 59 à cannelures réalisé d'une seule pièce, à une extrémité, comme montré, avec une denture d'engrenages 61. Un élément 68 générateur d'ondes d'entrée, disposé à l'intérieur de l'accouplement flexible et cylindrique 59 à cannelures, est fixé à un arbre 69 d'entrée. On peut voir sur la figure 1 que cet arbre 69 est porté par des paliers 63. L'arbre 69 constitue l'une des entrées de la transmission harmonique différentielle 60 ainsi que la sortie du réducteur harmonique 50. Le réducteur harmonique 50 comporte un arbre d'entrée 49 qui est fixé à la roue dentée 29 afin de tourner avec elle, comme indiqué précédemment. Les roues 22 et 29 et la transmission harmonique 50 constituent un engrenage réducteur entre le moteur hydraulique 17 et la transmission harmonique différentielle 60 et forment une partie du dispositif de réaction décrit plus en détail ci-après. Si l'on se réfère de nouveau à la figure 2, on peut observer qu'un élément circulaire rigide 62 de sortie, présentant une denture intérieure 70, coopère avec la denture 61 de l'accouplement flexible à cannelures, comme mieux montré sur la figure 2a. La figure 2a est une représentation schématique montrant la coopération physique des divers éléments de la transmission harmonique différentielle 60. Un examen rapide des figures 2 et 2a montre que la transmission harmonique différentielle 60 est soumise à un mouvement d'entrée de rotation commandé par le pilote par l'intermédiaire de l'accouplement flexible à cannelures 59, et qu'elle comporte un élément d'entrée 68 générateur d'ondes, dont la force est transmise par un arbre 69, et un élément circulaire rigide 62 de sortie. L'élément

d'entrée 68 générateur d'ondes présente la forme d'une ellipse dont le diamètre extérieur est constitué par un mince roulement à billes, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2a. L'accouplement flexible à cannelures 59 est un élément à cannelures externes non rigides dont le nombre de dents 61 est inférieur de deux unités au nombre de dents 70 de l'élément circulaire rigide. L'accouplement flexible à cannelures 59 présente un diamètre primitif plus petit lorsqu'il est dans son état cylindrique libre.

En se référant de nouveau à la figure 1 pour comprendre la description qui suit, on voit que l'élément circulaire rigide 62 de sortie, qui porte la lettre de référence "A", apparaît également, en partie tourné de 90° par rapport au plan, sur le côté gauche de la figure 1, vers l'extrémité d'une ligne discontinue 64. Un axe 66, une bielle 65 et un axe 67 accouplent mécaniquement l'élément circulaire rigide 62 de sortie à une extrémité de l'élément 32 d'obturation, comme représenté. Dans la description du fonctionnement du système, donnée ci-après, il apparaîtra qu'un mouvement de l'élément 32 d'obturation est commandé en réponse à un ordre de rotation d'entrée donné, produit par le pilote, lorsque l'élément d'entrée 68 de génération d'ondes est dans une position initiale statique. Par suite, le moteur hydraulique 17 est relié à la source 10 de fluide sous pression par l'intermédiaire de la valve 31 de commande du moteur et l'arbre rotatif 71 de sortie est entraîné sur un nombre précis de tours qui dépend de l'ordre de rotation d'entrée donné. Comme on peut le deviner d'après ce qui précède, l'élément d'entrée 68 de génération d'ondes est entraîné simultanément sur un nombre donné de tours dans un sens produisant une réaction telle que le mouvement de l'élément circulaire rigide 62 de sortie ramène l'élément d'obturation en position neutre, et que le système est alors dans un état lui permettant de réagir à un autre ordre de rotation d'entrée provenant du levier 51 de commande manoeuvré par le pilote. Il convient de noter que la valve 31

de commande du moteur comporte un ressort hélicoïdal 33 qui, en l'absence de toutes forces mécaniques exercées sur l'élément 32 d'obturation, comme décrit ci-après, ramène cet élément 32 d'obturation en position neutre, de sorte qu'aucun des conduits 14 et 16 ne reçoit de fluide sous pression et que, par conséquent, cesse le mouvement de rotation du moteur hydraulique réversible 17, ce qui assure une sécurité intrinsèque importante, empêchant tout mouvement non commandé volontairement dans le cas d'une défaillance de la chaîne d'entrée d'un ordre (51 à 58) ou de la chaîne de réaction (22 à 69).

Un certain nombre d'éléments supplémentaires tels qu'une électrovalve 26 d'isolement, reliée par un conduit 11a à la source 10 de fluide sous pression, une valve 12 d'arrêt reliée par un conduit 11b à l'électrovalve d'isolement 26 et par un conduit 11 à la source 10 de fluide sous pression, ainsi qu'à la valve 31 de commande du moteur par les conduits 13 et 13a, et au disque 21 de freinage par les conduits 13 et 13b, seront à présent décrits. La coopération fonctionnelle de la valve 28 de régulation du débit de décharge, qui comporte un conduit 25 de retour de fluide et qui est reliée à la valve 31 de commande du moteur par le conduit 20, sera également expliquée dans cette description.

L'électrovalve 26 d'isolement est un élément à un seul étage qui, ainsi qu'on peut le voir, est rappelé par un ressort en position de fermeture, contre la pression hydraulique provenant du conduit 11a. De l'énergie électrique doit être fournie à la bobine (non référencée) pour déplacer le plongeur 34 contre la force de ce ressort afin d'ouvrir la valve.

La valve d'arrêt 12 est destinée à empêcher l'application de la pression d'alimentation en fluide hydraulique, provenant de la source 10 de fluide sous pression, à la valve 31 de commande du moteur lorsque le système n'est pas en mouvement. Ceci est réalisé pour empêcher l'érosion de la valve 31 de commande du moteur et pour constituer une mesure de sécurité supplémentaire

contre une défaillance à l'ouverture. La valve 12 d'arrêt réagit à des signaux de pression hydraulique provenant par le conduit 11b, de l'électrovalve 26 d'isolement, en se déplaçant contre la force d'un ressort (non référencé) et contre la haute pression exercée sur une petite surface, comme montré, à l'emplacement où le conduit 11 provenant de la source 10 de fluide sous pression pénètre dans la valve d'arrêt. Cet agencement maintient la valve fermée lorsqu'aucun ordre n'est présent. Lorsque le tiroir 35 est déplacé par la pression provenant de l'électrovalve 26 d'isolement par l'intermédiaire du conduit 11b, laquelle pression agit sur la grande extrémité du tiroir 35, la pression d'alimentation provenant de la source 10 de fluide sous pression est dirigée vers la valve de commande du moteur par l'intermédiaire du conduit 13 et vers les pistons de desserrage du frein par l'intermédiaire des conduits 13 et 13b. La pression du fluide appliquée au piston de desserrage du frein du dispositif 21 de freinage à disque par l'intermédiaire des conduits 13 et 13b élimine la charge exercée sur les surfaces de frottement qui agissent sur le disque 19 de freinage.

La valve 31 de commande du moteur réagit à l'application d'une force mécanique d'entrée à l'extrémité de droite de l'élément 32 d'obturation, cette force étant transmise par la tringlerie mécanique 67, 65, 66 reliée à l'élément circulaire rigide 62 de sortie de la transmission harmonique différentielle 60. L'élément d'obturation ou tiroir 32, ainsi qu'on peut l'appeler, est normalement rappelé au centre par ressort, comme décrit précédemment, lorsqu'aucun ordre n'est présent. Lorsqu'il existe un ordre de déplacement, l'élément 32 d'obturation de la valve de commande du moteur se déplace contre le ressort 33 de rappel en position neutre afin de faire communiquer l'un des orifices, reliés au moteur, avec l'alimentation et l'autre avec le retour. La valve est de nouveau centrée lorsque la position souhaitée du volet est atteinte, le centrage s'effectuant au moyen d'un signal mécanique agissant par l'intermédiaire de la transmission harmonique

différentielle 60.

Les orifices de retour de la valve 31 de commande du moteur utilisée dans la forme préférée de réalisation de l'invention, sont recouverts à leur partie inférieure et la valve produit des taux d'accélération raisonnables à l'ouverture et le taux normal choisi de fermeture de réaction donne un ralentissement très doux. La condition correspondant au pire des cas est celle d'une décision du pilote d'inverser le mouvement du levier 51 de commande à une vitesse élevée alors que le volet 74 est en mouvement. Il en résulte une inversion de la distribution du moteur et ceci transforme l'inertie du système en des pressions hydrauliques élevées et des couples correspondants. La configuration de la valve 31 de commande représentée accepte des ordres normaux, des arrêts de réaction et des inversions rapides sans dépassement des pressions admissibles aux orifices du moteur hydraulique ou sans génération d'une poussée du bloc-moteur, pouvant détériorer les patins de pistons.

La valve 28 de régulation du débit de décharge est un régulateur de débit disponible dans le commerce et sa position sur les conduits 20 et 25 est destinée à régler la vitesse du moteur hydraulique 17.

Le moteur hydraulique 17 de la forme préférée de réalisation de l'invention est un moteur hydraulique axial en ligne à cylindrée fixe et neuf pistons, qui est monté directement et de façon particulière dans le corps de commande du moteur, ainsi qu'il ressortira mieux de la description donnée ci-après de la figure 3. Cet agencement évite d'avoir à utiliser un corps séparé et de prévoir des éléments de montage correspondants. Cet agencement permet également de supprimer les conduites extérieures transportant le fluide des valves au moteur. Le moteur hydraulique 17 est analogue à d'autres moteurs à pistons en ligne. Le carter du moteur hydraulique (non référencé) est rempli d'huile pendant le fonctionnement, ce qui assure la lubrification de toutes les pièces de l'ensemble.

Le disque 21 du frein comprend des ressorts Belleville 36 qui produisent la force de serrage du disque de freinage 19 pour ainsi annuler l'effort de sortie du moteur hydraulique lorsque la pression est éliminée, comme
5 indiqué précédemment, du conduit 13b et du piston de desserrage du frein.

On se référera à présent aux figures 3 et 3a. La figure 3 représente une autre forme de réalisation de l'invention dans sa configuration la plus réduite en
10 dimensions. La figure 3a représente la valve 31 de commande dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 3. Les figures 3, 3a, 4 et 5 représentent une configuration mécanique des éléments décrits en regard de la figure 1. Les figures 3 et 3a diffèrent principalement par le fait que
15 la poulie 54a, qui correspond à la poulie 54 de la figure 1, est représentée, sur la figure 3, comme entraînant directement l'arbre 58a plutôt que par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur 56, 57 comme c'est le cas sur la figure 1.

20 La description qui suit en regard des figures 3 à 5 utilise, lorsque cela est possible, les mêmes références numériques pour désigner des éléments identiques, présents à la fois sur la figure 1 et les figures 3 à 5.

Si l'on se réfère à présent à la figure 3, on
25 voit une unité 39 de transmission de puissance qui comporte un corps principal 44 dans lequel sont logés un certain nombre d'éléments principaux de l'invention. Un couvercle 45 est fixé sur le corps principal 44. Le couvercle 45 est réalisé de manière à permettre la mise en place de
30 paliers 75, 40 et 38. Ces paliers supportent respectivement l'arbre 71 de sortie de puissance, l'arbre 18 de sortie du moteur hydraulique et l'arbre 49 de sortie du réducteur harmonique. L'autre extrémité de l'arbre de sortie de puissance est montée dans un palier 76. Un
35 potentiomètre 41 à deux positions, fixé sur le couvercle 45 du corps, comporte des conducteurs électriques 42 et 43 qui sont reliés à un dispositif d'affichage disposé dans la cabine de pilotage de l'avion (non représentée). Le

potentiomètre 41 à deux positions donne une indication de la position de la gouverne dans la cabine de pilotage de l'avion.

Le côté du corps principal 44 représenté à gauche sur la figure 3 comporte un couvercle 46 fixé à ce corps comme représenté, et un corps 47 de paliers au moyen duquel un arbre 58a repose sur des paliers 48.

La figure 3a représente en coupe la valve 31 de commande du moteur et cette valve diffère légèrement de celle représentée sur la figure 1 par le fait que l'élément circulaire rigide 62 de sortie est représenté comme étant relié directement à l'élément d'obturation 32 par l'intermédiaire d'un axe 30.

On se référera à présent à la figure 4 qui montre la poulie 54a et sa disposition par rapport au corps 47 de paliers. La poulie comporte deux butées 78, 79 qui coopèrent avec des éléments réglables 80 et 81 de butée, comme montré sur la figure 5.

Il convient de noter qu'un dispositif analogue à butées peut être utilisé dans la forme de réalisation de la figure 1, bien qu'il ne soit pas représenté.

Il convient de se rappeler que les systèmes de commande de gouvernes qui utilisent des actionneurs à billes en circuit fermé effectuent un nombre important de tours pour produire le déplacement mécanique de la gouverne de vol ou du volet. Pour qu'un ordre provenant du pilote parvienne à son but, il convient de reconnaître que l'ordre pour déplacer la gouverne demande un mouvement d'un levier de commande sur une partie seulement d'un seul tour. Il en résulte donc qu'une fraction d'un mouvement d'entrée en rotation doit produire un multiple, défini avec précision, de ce mouvement d'entrée au niveau de l'actionneur à vis et billes en circuit fermé. L'invention venant d'être décrite assume cette fonction avec une précision extrême et avec une configuration physique extrêmement compacte et légère.

Dans la forme de réalisation de l'invention représentée sur les figures 3 à 5, l'unité de transmission

de puissance demande une petite rotation, à savoir 27° (figure 5) de la poulie 54 d'entrée pour produire un mouvement d'extension complet correspondant du volet sur l'arbre 71 de sortie de l'unité de transmission de puissance et
5 une extension complète du volet équivaut à 720 tours et à 3348 tours de l'arbre 18 du moteur. Le mécanisme de réaction, qui comprend l'engrenage réducteur 22, 29, la transmission harmonique 50, la transmission harmonique différentielle 60 et l'élément 62 de sortie, réduit les
10 3348 tours à un mouvement de 12,7 mm de l'élément 32 d'obturation de la valve de commande du moteur afin de maîtriser totalement la gouverne.

La forme de réalisation décrite en regard des figures 3 à 5 fonctionne de la manière suivante dans le
15 cas d'un ordre demandant une course maximale. La poulie 54a est tournée de 27° , tandis que l'arbre 18 du moteur hydraulique est maintenu en position fixe par le frein à disque 21. Ceci provoque le maintien en position fixe de l'arbre 69 du générateur d'ondes de la transmission harmonique
20 différentielle 60 et ensuite une rotation de 27° de l'élément circulaire rigide 62. Cette rotation, qui est transformée en une force mécanique agissant sur l'élément 32 d'obturation par l'intermédiaire de l'axe 30, provoque un déplacement de cet élément 32 d'obturation sur 12,7 mm,
25 ce qui permet à l'huile d'être dirigée vers le moteur hydraulique 17 (un ordre d'entrée plus petit provoque une rotation inférieure à 27° et une diminution correspondante de l'amplitude du déplacement de la gouverne).

Le moteur hydraulique tourne jusqu'à ce que
30 l'élément 32 d'obturation soit recentré de la manière qui sera à présent décrite. Le système de réaction qui réalise ce recentrage intervient après que le nombre demandé de tours, nécessaire à l'exécution d'un ordre donné, a été effectué. Dans cette forme de réalisation, le nombre
35 demandé de tours de l'arbre 18 du moteur hydraulique pour une extension complète du volet est égal à 3348. Le réducteur à engrenage droit, qui comprend les roues dentées 22, 29, réduit à 1948 le nombre demandé de tours,

transmis à la transmission harmonique 50. Cette dernière réduit encore le nombre demandé de tours à 12,237, ce nombre de tours étant transmis à l'arbre 69 de la transmission harmonique différentielle. Ensuite, la poulie 54a d'entrée, commandée par le pilote, étant maintenue fixe-
5 ment, l'élément circulaire rigide 62 de sortie de la transmission harmonique différentielle 60 effectue 0,076 tour, c'est-à-dire une rotation de 27° en sens opposé à celui de la rotation initiale d'entrée de la poulie 54a
10 sous l'action du pilote. Par conséquent, la course initiale de 12,7 mm de l'élément 32 d'obturation est annulée par l'effet du train d'engrenages de réaction.

En utilisant la transmission harmonique différentielle 60, le rapport des rotations de la poulie intérieure
15 54a et de l'élément 32 d'obturation est voisin de 1. L'autre entrée de la transmission harmonique différentielle 60, qui représente la réaction et qui apparaît sur l'arbre 69, subit une réduction de 160 à 1 sous l'action de la transmission harmonique différentielle. Ceci permet une petite
20 rotation d'entrée pour faire exécuter une course complète à l'élément 32 d'obturation et utilise le rapport important, venant d'être indiqué, pour réduire à une course de 12,7 mm de l'élément 32 d'obturation le grand nombre de tours effectués par l'arbre 18 du moteur hydraulique. La précision
25 du système est maintenue par la transmission harmonique différentielle, car cette dernière est un dispositif à jeu nul, de sorte qu'il ne se produit aucune perte de mouvement entre la poulie d'entrée 54a et l'élément 32 d'obturation de la valve de commande du moteur.

30 Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDECATIONS

1. Ensemble à dispositifs de commande d'un moteur et de réaction, conçu pour minimiser les effets du jeu dans un système produisant un mouvement rotatif de sortie, 5 l'ensemble étant caractérisé en ce qu'il comporte une source d'énergie (10), et en ce que le dispositif (31) de commande d'un moteur comprend des moyens (32) mobiles à partir d'une position neutre et est relié à la source d'énergie et à un moteur (17) qui, lui-même, est accouplé 10 à l'élément rotatif de sortie (71) et à une seconde entrée d'une transmission harmonique différentielle (60) qui comporte des première et seconde entrées et une sortie, la première entrée étant reliée à des moyens (51, 54) produisant un ordre de rotation d'entrée et la sortie, 15 s'accouplant auxdits moyens mobiles en réponse à un ordre de rotation d'entrée donné lorsque la seconde entrée est dans une position statique initiale, à la suite de quoi le moteur est relié à la source d'énergie par l'intermédiaire du dispositif de commande du moteur et l'élément 20 rotatif de sortie est entraîné sur un nombre précis de tours qui dépend dudit ordre de rotation d'entrée donné, la seconde entrée étant entraînée simultanément sur un nombre donné de tours dans un sens établissant une réaction telle que la sortie de la transmission harmonique différentielle se déplace pour amener les moyens mobiles dans 25 ladite position neutre et que l'ensemble soit alors dans un état lui permettant de réagir à un autre ordre de rotation d'entrée.

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé 30 en ce que la transmission harmonique différentielle comprend des moyens d'entrée à accouplement flexible à cannelures (59), des moyens d'entrée (68) de génération d'ondes et un élément circulaire rigide (62) de sortie à cannelures, l'accouplement flexible à cannelures mettant en prise 35 les moyens d'entrée de génération d'ondes et l'élément circulaire rigide de sortie.

3. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens d'entrée à accouplement flexible

à cannelures constituent ladite première entrée, les moyens d'entrée à génération d'ondes constituent ladite seconde entrée et l'élément circulaire rigide de sortie constitue ladite sortie de la transmission harmonique différentielle.

4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que le moteur est réversible.

5. Ensemble selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte un engrenage (22, 29) qui met en prise le moteur hydraulique avec la seconde entrée de la transmission harmonique différentielle, l'engrenage comprenant un réducteur (50) de transmission harmonique.

6. Ensemble hydromécanique à valve de commande d'un moteur et de réaction, destiné à minimiser les effets du jeu dans un système à mouvement rotatif de sortie, l'ensemble étant caractérisé en ce qu'il comporte une source (10) de fluide sous pression et en ce que la valve hydromécanique (31) de commande d'un moteur comprend un élément d'obturation (32) mobile à partir d'une position neutre et est reliée hydrauliquement à la source de fluide sous pression et à un moteur hydraulique (17) qui lui-même est relié au système rotatif de sortie, ainsi qu'à une seconde entrée d'une transmission harmonique différentielle (60) possédant des première et seconde entrées et une sortie, la première entrée étant reliée à des moyens (51, 54) produisant un ordre de rotation d'entrée et la sortie étant en prise sur ledit élément d'obturation pour en commander les mouvements en réponse à un ordre donné de rotation d'entrée lorsque la seconde entrée est dans une position statique initiale, à la suite de quoi le moteur hydraulique est relié à la source de fluide sous pression par l'intermédiaire de la valve et le système rotatif de sortie est entraîné sur un nombre précis de tours qui dépend de l'ordre donné de rotation d'entrée, la seconde entrée étant en même temps entraînée sur un nombre donné de tours dans un sens produisant une réaction telle que la sortie de la transmission harmonique différentielle se déplace pour amener l'élément d'obturation dans ladite

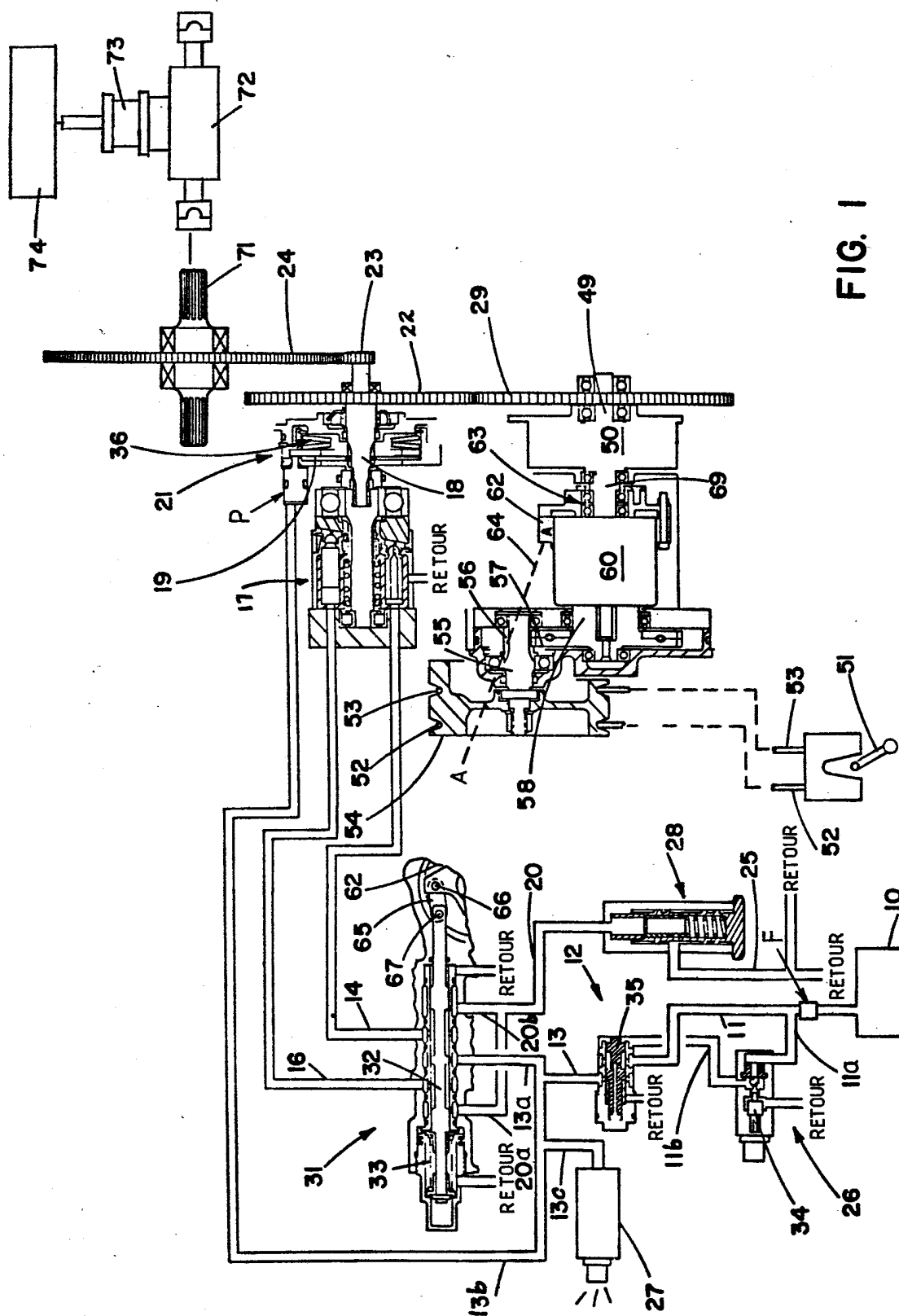
position neutre et pour placer ainsi le système dans un état lui permettant de réagir à un autre ordre de rotation d'entrée.

5 7. Ensemble selon la revendication 6, caractérisé en ce que la transmission harmonique différentielle est constituée de moyens (59) d'entrée à accouplement flexible à cannelures, de moyens (68) d'entrée à génération d'ondes et d'un élément circulaire rigide (62) de sortie à cannelures, l'accouplement flexible à cannelures étant monté
10 en prise entre les moyens d'entrée de génération d'ondes et l'élément circulaire rigide de sortie.

8. Ensemble selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens d'entrée à accouplement flexible à cannelures constituent ladite première entrée, les moyens
15 d'entrée à génération d'ondes constituent ladite seconde entrée et l'élément circulaire rigide de sortie constitue ladite sortie de la transmission harmonique différentielle.

9. Ensemble selon la revendication 8, caractérisé en ce que le moteur est réversible.

20 10. Ensemble selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte un engrenage (22, 29) qui met en prise le moteur hydraulique avec la seconde entrée de la transmission harmonique différentielle, cet engrenage comprenant un réducteur (50) de transmission harmonique.



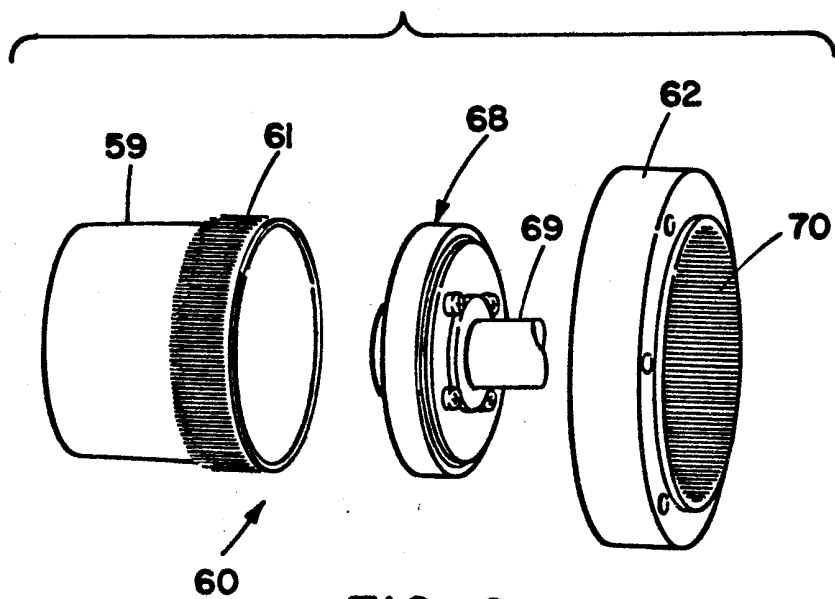


FIG. 2

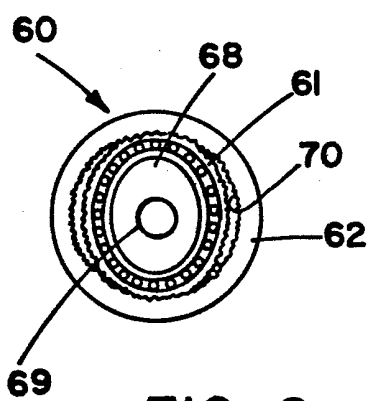


FIG. 2a

