(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 276 188**
A2

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **88400129.8**

(51) Int. Cl.[4]: **F 15 B 13/044**

(22) Date de dépôt: **21.01.88**

(30) Priorité: **22.01.87 FR 8700740**

(43) Date de publication de la demande:
27.07.88 Bulletin 88/30

(84) Etats contractants désignés: **DE FR GB IT**

(71) Demandeur: **S.A.M.M.- Société d'Applications des Machines Motrices**
Chemin de la Malmaison
F-91570 Bièvres (FR)

(72) Inventeur: **Devaud, Gérard**
26, Rue St Lambert
F-75015 Paris (FR)

Libault de la Chevasnerie, Arnaud
30, rue Croix Bosset
F-92310 Sèvres (FR)

(74) Mandataire: **Martin, Jean-Paul et al**
c/0 CABINET LAVOIX 2, Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

(54) Servovalve électrohydraulique pour la commande asservie d'un actionneur hydraulique, notamment dans les servomécanismes de commande de vol des aéronefs.

(57) Cette servovalve comprend en combinaison un moteur couple rotatif (1) à débattement angulaire limité, un distributeur hydraulique (2) pouvant alimenter l'actionneur en fluide et comportant un arbre rotatif (10) relié coaxialement au moteur couple (1), un détecteur (3) de la position angulaire de l'arbre (10) coaxial à cet arbre, un sommateur (4) associé à un amplificateur électronique (5) relié au moteur-couple (1) et susceptible de recevoir une tension de commande (E) déterminée, la sortie du détecteur (3) étant reliée à l'entrée du sommateur (4). Les orifices et conduits hydrauliques ménagés dans le corps (11) et la chemise (17) du distributeur (2) convergent dans un même plan radial commun, ce qui réduit l'encombrement axial de ce dernier et en accroît la compacité et la rigidité.

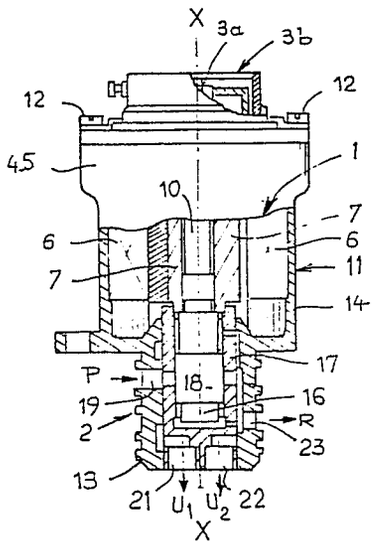


FIG.2

EP 0 276 188 A2

Description

Servovalve électrohydraulique pour la commande asservie d'un actionneur hydraulique, notamment dans les servomécanismes de commande de vol des aéronefs

La présente invention a pour objet une servovalve électrohydraulique destinée à la commande d'un dispositif hydraulique, soit rotatif par exemple un moteur hydraulique, soit linéaire par exemple un vérin.

On connait divers types de systèmes d'asservissement susceptibles d'assurer cette fonction, qui généralement comprennent des jeux d'embiellages ou d'engrenages entre l'élément moteur et l'élément de distribution. Ces asservissements antérieurs présentent un certain nombre de sérieux inconvénients : l'existence de bielles ou d'engrenages est préjudiciable à la précision de la commande, en raison de l'existence inévitable de jeux dans ces moyens de transmission. De plus, dans ces dispositifs se produisent nécessairement des frottements, qui nuisent au rendement de l'ensemble asservi. Enfin, les systèmes connus sont encombrants et relativement lourds. Tous ces inconvénients sont encore plus sensibles lorsque l'asservissement est utilisé sur des aéronefs (hélicoptères, avions, missiles, lanceurs), domaine dans lequel les contraintes et impératifs sont particulièrement poussés.

L'invention a donc pour but de réaliser une servovalve du type ci-dessus, dans laquelle les désavantages précédents sont éliminés.

La servovalve électrohydraulique visée par l'invention comprend :

a) un moteur couple rotatif à débattement angulaire limité;

b) un distributeur hydraulique comportant un arbre rotatif relié coaxialement au moteur couple, ce distributeur pouvant alimenter en fluide hydraulique le dispositif précité;

c) un détecteur de la position angulaire de l'arbre du distributeur, monté coaxialement à cet arbre de telle sorte que le moteur couple, le distributeur hydraulique et le détecteur aient leurs parties tournantes coaxiales et solidaires en rotation;

d) un sommateur associé à un amplificateur électronique relié au moteur couple et susceptible de recevoir une tension de commande déterminée, la sortie du détecteur étant reliée à l'entrée du sommateur afin que la tension électrique de sortie du détecteur aboutisse au sommateur, cette servovalve comportant de plus un corps creux à l'intérieur duquel sont logés le moteur-couple et le distributeur rotatif, et à une extrémité duquel est fixé le détecteur de position, le moteur couple comporte un bobinage d'excitation d'aimants fixés à l'arbre rotatif du distributeur, et l'arbre est disposé axialement dans une chemise cylindrique elle-même placée dans le corps coaxialement à l'arbre, des orifices et des conduits d'un circuit hydraulique de commande du dispositif hydraulique étant ménagés dans cette chemise ainsi que dans le corps.

Suivant l'invention, les orifices et conduits hydrauliques ménagés respectivement dans le corps et dans la chemise passent par un même plan radial commun.

Cette disposition assure au distributeur une meilleure compacité que si ces orifices et conduits étaient répartis axialement, diminue donc l'encombrement et accroît la rigidité du distributeur.

Par ailleurs dans la servovalve selon l'invention, le mouvement tournant est le même pour toutes les parties mobiles, celles-ci étant disposées coaxialement les unes aux autres : aimants du moteur-couple, arbre du distributeur, élément mobile du détecteur, par exemple le curseur d'un potentiomètre électrique ou un noyau de ferrite dans le cas d'un détecteur de position inductif. Ainsi, les jeux et frottements générés par les systèmes de conversion antérieurs sont complètement supprimés, ce qui garantit à la servovalve notamment un degré de précision et de fiabilité plus élevé.

Les aimants sont de préférence réalisés en terres rares, et le noyau du moteur-couple ainsi réalisé est soudé à l'arbre du distributeur, de préférence par bombardement électronique ou au laser.

Suivant d'autres particularités de l'invention, deux perçages radiaux diamétralement opposés, ménagés dans le corps, débouchent dans deux lumières correspondantes de la chemise situées dans le même plan radial que lesdits perçages, et communiquent avec des canalisations d'alimentation en fluide hydraulique sous pression, et, dans la paroi intérieure du corps en regard de la chemise sont ménagés deux évidements longitudinaux passant par le même plan radial que les lumières et perçages précités, reliés par une creusure annulaire et dont l'un débouche dans un perçage terminal de l'extrémité de la chemise relié à une première canalisation de liaison avec le dispositif hydraulique. Ces évidements communiquent d'autre part avec des lumières radiales correspondentes, diamétralment opposées, agencées dans la chemise, et lesdits évidements ainsi que les lumières correspondantes de la chemise d'un part, et lesdits perçages radiaux et lumières en regard de la chemise peuvent être mis en communication par une rotation dans le sens approprié de l'arbre convenablement profilé du distributeur, et tous ces perçages, lumières et évidements sauf le perçage terminal de la chemise, passent par un même plan radial.

D'autres évidements et creusures, qui seront décrits ci-après, sont formés dans la paroi intérieure du corps pour constituer le circuit hydraulique, en combinaison avec les lumières de la chemise. Le corps est obtenu par usinage chimique ou fonderie particulière, telle que la fonderie à cire perdue, procédés qui permettent la réalisation des évidements voulus dans sa paroi intérieure.

D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés qui en illustrent plusieurs modes de réalisation à titre

d'exemples non limitatifs :

- la Figure 1 est un schéma illustrant le principe de la servovalve selon l'invention;
- la Figure 1A est un schéma électronique montrant une variante du détecteur rotatif de position visible à la Figure 1;
- la Figure 2 est une vue en coupe axiale avec arrachements d'un premier mode de réalisation de la servovalve selon l'invention;
- la Figure 3 est une vue en coupe transversale de la servovalve selon l'invention et d'un schéma fonctionnel de son circuit hydraulique relié à un vérin, ce circuit hydraulique étant ainsi représenté pour faciliter la compréhension, mais ne correspondant pas à une réalisation industrielle effective de la servovalve;
- la Figure 4 est une vue en coupe transversale de la servovalve suivant 4-4 de la Figure 8;
- les Figures 5, 6, 7, 8 sont des vues en coupe transversale suivant respectivement 5-5, 6-6, 7-7 et 8-8 de la Figure 4;
- la Figure 9 est une vue en développé dans un plan de la paroi intérieure du corps de la servovalve des Figures 2 à 8;
- la Figure 10 est une vue mi-coupe, mi-élévation du corps seulement de la servovalve, suivant 5-5 de la Figure 4;
- la Figure 11 est une vue en coupe axiale et élévation du corps de la servovalve suivant 11-11 de la Figure 10, ce plan correspondant au plan 7-7 de la Figure 4;
- la Figure 12 est une vue en coupe axiale détaillée et à plus grande échelle de la servovalve des Figures 2 et 4 à 11;
- la Figure 13 est une vue en élévation longitudinale et coupe partielle d'une forme de réalisation de la servovalve comportant plusieurs moteurs-couples synchronisés, associés à un arbre central unique.

La servovalve électrohydraulique dont le principe est schématiquement représenté à la Figure 1, est destinée à assurer la commande asservie d'un actionneur hydraulique, rotatif tel qu'un moteur hydraulique, ou linéaire tel qu'un vérin hydraulique. Cet actionneur peut lui-même entraîner un élément qui en est mécaniquement solidaire, tel qu'une gouverne d'aéronef.

La servovalve comprend la combinaison d'éléments suivants :

a) un moteur-couple 1 rotatif à débattement angulaire limité;

b) un distributeur hydraulique 2 comportant un arbre rotatif 10 relié au moteur-couple 1, ce distributeur 2 pouvant alimenter en fluide hydraulique l'actionneur précité;

c) un détecteur 3 de la position angulaire de l'arbre 10 du distributeur 2, monté coaxialement à cet arbre, de telle sorte que le moteur couple 1, le distributeur 2 et le détecteur 3 soient coaxiaux;

d) un sommateur 4 associé à une amplificateur électronique 5 en courant relié au moteur-couple 1, ce sommateur pouvant recevor une tension de commande déterminée E.

La tension de sortie du détecteur 3 est reliée à l'entrée du sommateur 4. Cette tension est de signe opposé à celle de la tension de commande E.

Le sommateur 4 et l'amplificateur 5 sont des moyens bien connus et qui ne nécessitent pas de description particulière. Ces deux éléments peuvent être intégrés dans la servo-valve comme représenté, au moyen de circuits électroniques hybrides, ou bien séparés de la servo-valve proprement dite.

Le moteur-couple 1, également de type connu, est schématiquement représenté par des bobinages 6 et un aimant 7. Il en est de même du détecteur rotatif 3, qui peut être inductif. Dans ce cas (Figure 1), une tension d'excitation extérieure est appliquée sur un enroulement primaire 8a et une tension de sortie est obtenue sur l'enroulement secondaire 8b par couplage avec un noyau de ferrite 9 solidaire en rotation de l'arbre 10.

En variante (Figures 1A et 2), le détecteur 3b peut aussi être un potentiomètre : dans ce cas, il est pourvu d'une piste résistante 8c et d'un curseur 3a solidaire en rotation de l'arbre 10.

Le fluide hydraulique sous pression P entre dans le distributeur 2 comme indiqué par la flèche P, en sort comme indiqué par la flèche R vers le réservoir, après avoir alimenté l'actionneur hydraulique par l'entrée U1 et la sortie U2, ou vice-versa, selon le sens de commande du distributeur 2. L'amplificateur 5 est, soit intégré à l'ensemble, soit séparé, mais dans les deux cas connecté à sa sortie avec les différents enroulements 6 du moteur-couple 1 d'une part, et à son entrée au détecteur de position 3 par l'intermédiaire du sommateur 4.

Le système ainsi réalisé constitue un ensemble de servodistribution électrohydraulique appelé "servovalve à action directe".

En effet, la position d'équilibre de cette servovalve est définie par un angle de rotation des différentes parties tournantes du moteur 1, du distributeur 2 et du détecteur 3, angle dont l'amplitude est proportionnelle à la tension E appliquée à l'entrée du sommateur 4. La polarité du signal de commande au sommateur 4 déclenche la rotation simultanée des aimants 7, de l'arbre 10 et de l'aimant 9, coaxiaux et solidaires en rotation, le signe de cet angle de rotation dépendant de ladite polarité.

Lorsque la tension renvoyée par le détecteur 3 au sommateur 4 est égale et opposée à la tension E, le système reste asservi en équilibre dans la position angulaire de l'arbe 10 et du rotor 9. Si le détecteur est un potentiomètre électrique 3b (Figure 2), l'arbre central 10 est solidaire du curseur 3a de ce potentiomètre, ce qui permet de détecter la position angulaire atteinte après application à la servovalve d'une tension E déterminée. Le fluide hydraulique arrivant en P vers U1 ou U2 et parvenant à la sortie R par U2 ou U1, le débit du fluide fourni par le distributeur 2 à l'actionneur, auquel sont reliés ses orifices U1, U2, est directement proportionnel à la tension E appliquée.

On décrira maintenant en se référant aux Figures 2 à 8, un premier mode de réalisation de la servovalve selon l'invention.

Cette servovalve comprend un corps creux 11, d'axe générale X-X, à l'intérieur duquel sont logés le moteur-couple 1, le distributeur rotatif 2, et à un

extrémité duquel est fixé le détecteur de position, par exemple le potentiomètre 3b pourvu du curseur 3a, fixé au corps 11 par des vis 12.

Le corps 11, de préférence cylindrique, comporte une partie terminale 13 approximativement cylindrique, de plus petit diamètre que le reste 14 du corps 11, et qui fait partie intégrante du distributeur rotatif 2 décrit en détail ci-après. Des nervures annulaires 20, 30 font saillie de la partie 13 et servent à délimiter des gorges pour des joints annulaires isolants ainsi que les gorges d'alimentation P et de retour R. Les bobinages 6 du moteur-couple 1 sont disposés dans la partie 14 de plus grand diamètre du corps 11, coaxialement à l'axe X-X autour d'aimants 7 fixés à l'arbre 10 du distributeur 2. Au-delà des aimants 7, l'arbre 10 se prolonge par une partie terminale 16 intérieure à une chemise cylindrique 17 logée dans la partie terminale 13. L'extrémité 16 de l'arbre 10 présente une portion 18 à profil carré dont les sommets 18a-18d sont arrondis (Figures 3 et 4) et qui peut tourner à l'intérieur de la chemise 17 avec ces quatre sommets arrondis glissant de manière étanche sur la paroi intérieure de celle-ci.

Sur la Figure 2, le fluide hydraulique entre dans le distributeur 2 à la pression d'alimentation P par un premier perçage radial 19, est acheminé vers l'actionneur (non représenté) par des orifices d'extrémité 21, 22 (utilisations U1, U2), et retourne au réservoir à la pression R par un perçage 23 dans la partie 13. Sur la Figure 2, ces quatre orifices 19, 21, 22, 23 n'ont été représentés dans le même plan que pour des raisons de commodité de description et ne correspondent pas à un mode de réalisation industrielle, car comme on peut le vérifier sur les Figures 4 à 8, les orifices 19, 21, 22, 57 se trouvent en réalité répartis dans quatre plans axiaux différents.

Il en est de même pour la Figure 3 en ce qui concerne le schéma fonctionnel des canalisations du circuit hydraulique, qui n'ont été ainsi représentées que pour faciliter la compréhension du distributeur 2. La réalisation industrielle effective de ce circuit hydraulique est illustrée aux Figures 4 à 12. Toutefois, la Figure 12 montre dans un même plan axial le distributeur tel que représenté aux Figures 6 et 8, les utilisations U_1, U_2 étant ramenées dans le plan de la Figure 12 pour la commodité de l'interprétation.

On décrira donc tout d'abord le principe de fonctionnement du distributeur 2 en se référant à la Figure 3, puis sa réalisation industrielle en référence aux Figures 4 à 12.

La partie terminale 13 présente deux perçages radiaux 19 diamétralement opposés, respectivement desservis par le fluide hydraulique à la pression d'alimentation P par des canalisations 24, 25. Les perçages 19 débouchent dans deux lumières correspondantes 26 de la chemise 17, diamétralement opposées.

Dans un plan perpendiculaire au plan axial des perçages 19, sont agencés, dans la partie 13, deux autres perçages 27 débouchant dans deux lumières radiales correspondantes 28 de la chemise 17, et qui communiquent avec des canalisations respectives 29 de retour du fluide, à la pression R vers le réservoir (non représenté). Entre les perçages 19 et 27, deux autres perçages 31 diamétralement opposés sont formés dans la partie 13, en regard de lumières radiales correspondantes 32 de la chemise 17. Les perçages 31 communiquent avec des canalisations respectives 33, 34, qui aboutissent à une canalisation unique 35 débouchant dans une chambre 36 d'un vérin hydraulique 37 à double effet, dont le piston 38 solidaire de deux tiges coaxiales 39 délimite deux chambres 36, 41. Enfin, entre les perçages 19 et 27, la partie 13 présente deux perçages 42 diamétralement opposés, en regard desquels sont ménagées deux lumières correspondantes 43 de la chemise 17, et qui communiquent avec deux canalisations respectives 44, 45 qui se rejoignent en une canalisation unique 46 débouchant dans la chambre 41 du vérin 37. Les sommets arrondis 18a, 18b, 18c, 18d de la portion 18 à section carrée de l'arbre 10 obturent, dans la position représentée à la Figure 3, respectivement les lumières 26, 28, 26, 28, de sorte qu'aucun fluide ne rentre ni ne sort du distributeur 2 qui est ainsi au repos.

Suivant une particularité importante de l'invention, les perçages (19, 27, 31, 42) de la partie 13 et les lumières associées (26, 28, 32, 43) de la chemise 17 passent tous par un même plan radial commun du distributeur 2 qui est celui de la Figure 3. Ces perçages et lumières sont en outre symétriques deux à deux.

Le fluide à la pression P arrivant par les canalisations 24, 25 dans les perçages 19 et les lumières 26 comme indiqué par les flèches, si une tension E d'une polarité appropriée est appliquée au sommateur 4, excite les bobinages 6 et fait tourner les aimants 7 ainsi que l'arbre 10 dans le sens anti-horaire de la flèche A, cette rotation met en communication les perçages 19 et les lumières 26 d'une part avec les perçages 42 et les lumières 43 d'autre part. En même temps, les perçages 31 et les lumières 32 sont mis en communication avec les lumières 28 et les perçages 27. De ce fait, comme indiqué par les flèches, le fluide sort de la chemise 17 par les canalisations 44, 45 et entre dans la chambre 41 par la canalisation 46, de sorte que le piston 38 est déplacé vers la gauche (flèche A). Le fluide contenu dans la chambre 36 est corrélativement refoulé hors du vérin 37 par les canalisations 35, 34 et 33 dans les perçages 31 et les lumières associées 32. Le fluide pénètre de là dans la chemise 17 et en ressort par les lumières 28 et les perçages 27, à la pression de refoulement R, par les canalisations 29.

Si l'arbre 10 tourne dans le sens horaire (flèche B), les lumières 26 sont mises en communication avec les lumières 32, et le vérin 37 est actionné dans le sens inverse du précédent (flèches B), le fluide circulant en sens inverse dans les canalisations 35 et 46. Les deux sens de circulation possibles du fluide sont matérialisés par des flèches doubles dans les canalisations 35, 46, 34, 33, 44, 45.

Dans la réalisation industrielle (Figures 4 à 12) de la servovalve, la paroi intérieure de la partie terminale 13, présente deux évidements longitudinaux 48, 49 (Figures 8 et 9) reliés par une creusure annulaire 51, et dont l'un, à savoir l'évidement 48, débouche dans

le perçage terminal 21 de l'extrémité 17a de la chemise 17. Le perçage 21 communique donc d'une part avec une extrémité de l'évidement 48, et d'autre part avec l'une des canalisations 35 et 46, à savoir dans l'exemple décrit et compte tenu de la correspondance partielle entre les Figures 3 et 4 à 11, la canalisation 46 (utilisation U1). Les flèches portées sur la Figure 8 indiquent donc le sens de circulation du fluide des perçages 19 et des lumières 26 vers la canalisation 46, par les lumières 32 et les évidements 48, 49 lorsque l'arbre 10 a tourné d'un angle suffisant dans le sens anti-horaire A.

La paroi intérieure de la partie terminale 13 présente également deux autres évidements longitudinaux 52, 53 parallèles à l'axe X-X et reliés par une creusure annulaire 54 (Figures 6 et 9 à 11), qui communique respectivement avec les lumières radiales 43. L'évidement 53 débouche à son extrémité opposée dans le second perçage terminal 22 de l'extrémité 17a de la chemise 17, similaire au premier perçage 21. Le perçage 22 est relié à une canalisation d'alimentation ou de retour de l'actionneur hydraulique 37, à savoir dans l'exemple décrit la canalisation 35, compte tenu de la correspondance partielle entre les Figures 3 et 4 à 12.

Enfin, dans la paroi intérieure de la partie 13 sont formés deux évidements longitudinaux 55, 56 diamétralement opposés, qui communiquent à l'une de leurs extrémités, avec les deux lumières radiales 28 et, à leurs extrémités opposées, avec deux ouvertures radiales 57 de la partie 13 du corps 11, également diamétralement opposées, et reliées à la canalisation de retour 29 à la pression R. L'évidement 55 est ménagé entre les évidements 52 et 48, tandis que l'évidement 56 est formé entre les évidements 49 et 53 (Figure 9). L'évidement 55 peut en variante, être prolongé par une extension 55a (Figures 7 et 9). Les flèches portées sur la Figure 7 indiquent le sens de circulation du fluide par les lumières 28 et les évidements 55, 56 vers le réservoir.

Comme dans la réalisation précédente, les orifices et conduits hydrauliques ménagés dans la chemise 17 et dans le corps 13 passent par un même plan radial commun, qui est celui de la Figure 4 (plan 4-4 de la Figure 8), sauf les perçages 21, 22 et 57. Il s'agit donc des perçages 19, des évidements 53, 56, 49 et des lumières 26, 43, 28, 32.

Par ailleurs, des roulements à rouleaux 65 sont interposés entre la chemise 17 et l'arbre 10, de part et d'autre des lumières 26 et un seul joint annulaire 66 est placé entre l'arbre 10 et la chemise 17, près de l'extrémité de cette dernière voisine de l'aimant 7, assure l'étanchéité.

Selon une autre particularité de la servovalve, la partie terminale 10a de l'arbre 10 contiguë au détecteur 3b, est montée sur une paire 67, 68 de roulements à billes 69, 71, respectives. Les billes de chaque roulement 67, 68 s'appuient sur des portées 69a, 69b, 71a, 71b diamétralement opposées des paliers correspondants. Ces portées sont décalées axialement de manière que, dans chaque plan axial, tel que celui de la Figure 12, passant par deux billes 69 et 71 de chaque roulement 67, 68, les portées d'appui 69a, 71a, 69b, 71b des quatre billes 69 et 71 soient situées aux extrémités d'un X reliant deux billes diamétralement opposées 69 et 71, appartenant l'une au premier roulement 67 et l'autre au second 68.

Les roulements 67, 68 sont logés dans des pièces de fond 72, 73 assemblées entre elles par des vis 74 et au corps par les vis 12.

Lorsque l'arbre 10 tourne dans le sens anti-horaire (flèches A), le fluide à la pression P sort par le perçage 21 vers son utilisation U1 dans l'ac tionneur. En même temps, le fluide basse pression refoulé de ce dernier rentre dans le distributeur 2 par les évidements 52, 53, 54 et les lumières 43, pénètre dans la chemise 17 et en ressort par les lumières 28, les évidements 55, 56 et les perçages 57 vers le réservoir à la pression R (Figure 7).

Le sens de circulation du fluide est inversé lorsque l'arbre 10 tourne dans le sens horaire (flèches B) : il sort du distributeur 2 par l'utilisation U2 (perçage 22) et y retourne par l'utilisation U1 (perage 21) vers le réservoir.

En plus des avantages déjà mentionnés, la servovalve selon l'invention présente les suivants :

- la symétrie des conduits hydrauliques équilibre les forces hydrauliques statiques sur le distributeur 2, et écarte des risques de collage, rencontrés couramment sur des tiroirs linéaires et rotatifs qui ne présentent pas cette disposition;
- la présence des rouleaux de roulements 65 évite tout contact de frottement métal-métal entre la partie mobile 18 et la partie fixe (chemise 17). Grâce à cette très forte réduction des frottements, il a pu être vérifié par des tests qu'une pollution accidentelle du circuit hydraulique par des débris, tels que ceux provenant de la rupture d'un filtre à huile, n'a entraîné un accroissement des efforts de manoeuvre sur l'arbre 10 que dans un rapport de 10 au maximum, sans entraîner de blocage de la servovalve;
- la convergence des voies de distribution hydraulique dans un seul plan radial orthogonal à l'axe de la servovalve, accroît considérablement la compacité et la rigidité du distributeur;
- les roulements à billes 69, 71 avec leurs portées 69a, 71a, 69b, 71b disposées en X permettent de reprendre les efforts transversaux et axiaux considérables exercés sur l'arbre 10 du distributeur 2, donc d'empêcher tout grippage par l'accélération exercée dans certaines applications, qui peut atteindre 50 à 100 G. Au contraire, dans certaines réalisations connues, l'existence de butées mécaniques terminales pour le tiroir de la servovalve fait courir un risque de blocage aux très fortes accélérations.

De plus, la disposition des roulements avec leurs portées en X permet de reprendre les efforts axiaux dans les deux directions. Ces efforts peuvent résulter, dans le sens du distributeur 2 vers les roulements 67, 68, de la sommation des efforts hydrauliques exercés sur le distributeur 2, et des accélérations extérieures à la servovalve. Dans le sens roulements vers distributeur, ces efforts résultent d'accélérations de sens opposés exercées sur la servovalve. La reprise des efforts axiaux hydrauliques précités permet également de suppri-

mer un joint d'étanchéité sur une des portées du distributeur 2, un seul joint 66 étant alors nécessaire.

- Les angles de commande du distributeur 2 (angles de rotation de l'arbre 10) sont compatibles avec les angles de caractéristiques optimum (10 à 15 degrés) d'un moteur-couple tel que 1;
- le moteur-couple 1 est accouplé directement au distributeur 2, sans interface mécanique de conversion.

La seconde forme de réalisation de la servovalve représentée à la Figure 13, comprend plusieurs moteurs-couples synchronisés 58, à savoir quatre dans cet exemple, associés chacun à un détecteur de position 59 et à un arbre central unique 61. Les deux extrémités opposées de ce dernier commandent chacune un distributeur hydraulique rotatif 62 d'alimentation de deux dispositifs hydrauliques récepteurs correspondants non représentés, par exemple les deux chambres d'un vérin hydraulique double tel que le vérin 37. Les distributeurs 62 sont connus en soi (par exemple par le brevet américain no 4 335 745) et ne nécessitent donc pas de description particulière. Le nombre de moteurs-couples 58 et d'amplificateurs associés 59 peut être quelconque, un tel système permettant de satisfaire aux conditions de redondance requises dans les servomécanismes de commande de vol des aéronefs pour des raisons de sécurité.

Revendications

1 - Servovalve électrohydraulique pour une commande asservie d'un dispositif hydraulique, notamment un vérin (37) ou un moteur, comprenant en combinaison :

a) un moteur couple rotatif (1) à débattement angulaire limité;

b) un distributeur hydraulique (2) comportant un arbre rotatif (10) relié coaxialement au moteur couple (1), ce distributeur (2) pouvant alimenter en fluide hydraulique le dispositif (37) précité;

c) un détecteur (3, 3b) de la position angulaire de l'arbre (10) du distributeur (2), monté coaxialement à cet arbre, de telle sorte que le moteur-couple (1), le distributeur hydraulique (2) et le détecteur (3, 3b) aient leurs parties tournantes coaxiales (7, 10, 9, 3a) et solidaires en rotation;

d) un sommateur (4) associé à un amplificateur électronique (5) relié au moteur-couple (1) et susceptible de recevoir une tension de commande (E) déterminée, la sortie du détecteur (3, 3b) étant reliée à l'entrée du sommateur (4) afin que la tension électrique de sortie du détecteur (3) aboutisse au sommateur (4), cette servo-valve comportant de plus un corps creux (11) à l'intérieur duquel sont logés le moteur-couple (1) et le distributeur rotatif (2), et à une extrémité duquel est fixé le détecteur de position (3), le moteur-couple comportant un bobinage (6) d'excitation d'aimants (7) fixés à l'arbre rotatif (10) du distributeur (2), et l'arbre étant disposé axialement dans une chemise cylindrique (17) elle-même placée dans le corps (11) coaxialement à l'arbre (10), et dans cette chemise (17) ainsi que dans le corps (11) sont ménagés des orifices et des conduits d'un circuit hydraulique de commande dudit dispositif hydraulique (37), caractérisée en ce que les orifices et conduits hydrauliqes (19, 27, 31, 47; 26, 28, 32, 43; 19, 55, 56, 48, 49, ... 26, 28, ... Figure 4) ménagés respectivement dans le corps (11) et dans la chemise (17) passent tous par un même plan radial commun.

2 - Servovalve selon la revendication 1, caractérisée en ce que deux perçages radiaux (19) diamétralement opposés ménagés dans le corps (13) débouchent dans deux lumières correspondantes (26) de la chemise (17) situées dans le même plan radial que lesdits perçages (19) et communiquent avec des canalisations d'alimentation en fluide hydraulique sous pression, et, dans la paroi intérieure du corps (11), en regard de la chemise (17), sont ménagés deux évidements longitudinaux (48, 49) passant par le même plan radial que les lumières et perçages précités, reliés par une creusure annulaire (51) et dont l'un (48) débouche dans un perçage terminal (21) de l'extrémité (17a) de la chemise (17) relié à une première canalisation de liaison avec le dispositif hydraulique (37), ces évidements (48, 49) communiquant d'autre part avec des lumières radiales correspondantes (32), diamétralement opposées, agencées dans la chemise (17), et lesdits évidements (48, 49) ainsi que les lumières correspondantes (32) de la chemise (17) d'une part, et lesdits perçages radiaux (19) et lumières en regard (26) de la chemise (17) d'autre part, peuvent être mis en communication par une rotation dans le sens approprié de l'arbre (10) convenablement profilé (18) du distributeur (2), et tous ces perçages, lumières et évidements sauf le perçage terminal (21) passent par un même plan radial (Figure 4).

3 - Servovalve selon la revendication 2, ca ractérisée en ce que dans la paroi intérieure du corps (13) sont formés deux évidements longitudinaux (52, 53) reliés par une creusure annulaire (54) du corps et qui communiquent, d'une part avec deux lumières radiales (43) diamétralement opposées de la chemise (17), et d'autre part avec un second perçage terminal (22) de l'extrémité (17a) de la chemise (17), communiquant avec une canalisation de liaison avec le dispositif hydraulique (37), et ces évidements (52, 53, 54) peuvent être mis en communication avec lesdits perçages (19) du corps (13) et les lumières correspondantes (26) de la chemise (17) alimentés en fluide sous pression (P), lorsque l'arbre (10) profilé (18) du distributeur (2) tourne d'un angle déterminé dans le sens opposé au précédent.

4 - Servovalve selon les revendications 2 et 3,

caractérisée en ce que dans la paroi intérieure du corps (13) sont ménagés deux évidements longitudinaux (55, 56) diamétralement opposés, qui communiquent d'une part avec des lumières radiales correspondantes (28) de la chemise (17), et d'autre part avec des ouvertures radiales (57) du corps (11) débouchant dans une canalisation de retour (R) du fluide au réservoir, ces évidements (55, 56) étant mis en communication par une rotation de l'arbre (10, 18) dans un sens ou dans l'autre avec l'un des deux groupes précités d'évidements (48, 49, 51; 52, 53, 54) du corps (11) et de lumières associées (32; 43) dans la chemise (17) pour permettre le retour au réservoir du fluide provenant du dispositif hydraulique (37).

5 - Servovalve selon la revendication 1, caractérisée en ce que des roulements à rouleaux (65) sont interposés entre la chemise (17) et l'arbre (10) du distributeur (2).

6 - Servovalve selon la revendication 1, caractérisée en ce que la partie terminale de l'arbre rotatif (10) contiguë au détecteur de position (3) est montée sur une paire de roulements (67, 68) à billes, dans lesquels les billes (69, 71) de chaque roulement s'appuient sur des portées (69a, 71a; 69b, 71b) de paliers diamétralement opposées et décalées axialement de manière que, dans chaque plan axial passant par deux billes (69, 71) de chaque roulement, les portées d'appui des quatre billes soient situées aux extrémités d'un X reliant deux billes diamétralement opposées (69, 71) appartenant l'une (69) au premier roulement (67) et l'autre au second roulement (68).

7 - Servovalve selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le détecteur de position angulaire est un potentiomètre (3b) muni d'un curseur (3a) solidaire en rotation de l'arbre (10) du distributeur (2).

8 - Servovalve selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le détecteur (3) est inductif et comprend deux enroulements primaire (8a) et secondaire (8b) entre lesquels est placé un noyau (9) solidaire en rotation de l'arbre (10).

9 - Servovalve selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle comprend au moins deux moteurs-couples (58) synchronisés, associés chacun à un amplificateur (59) et à un arbre central unique (61), dont les deux extrémiés opposées commandent des distributeurs hydrauliques rotatifs (62) d'alimentation des dispositifs récepteurs correspondants, par exemple deux chambres (36, 41) d'un vérin hydraulique double (37).

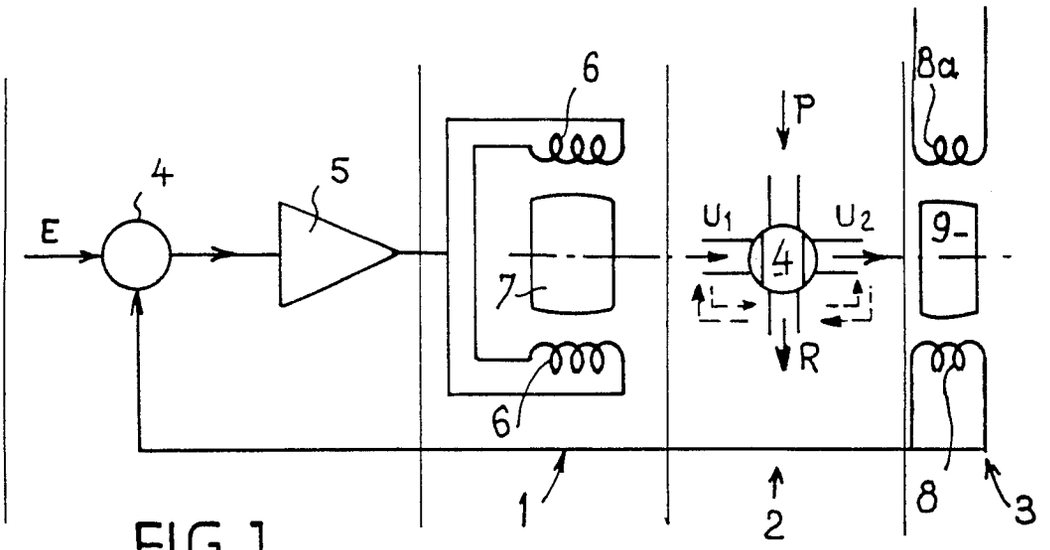
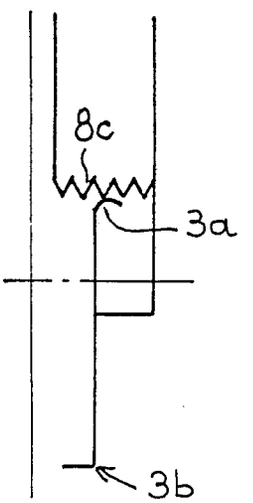


FIG.1

FIG.1A



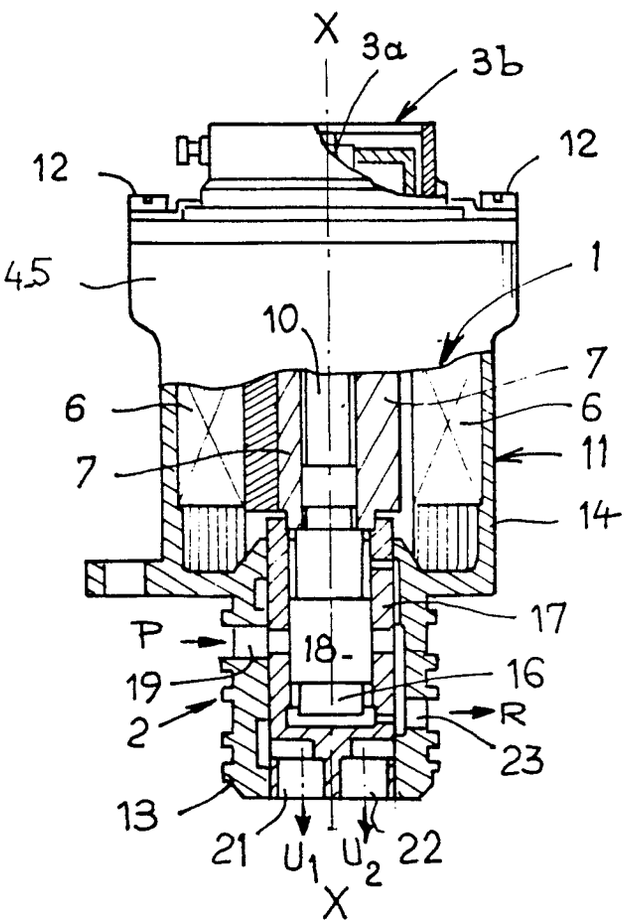


FIG.2

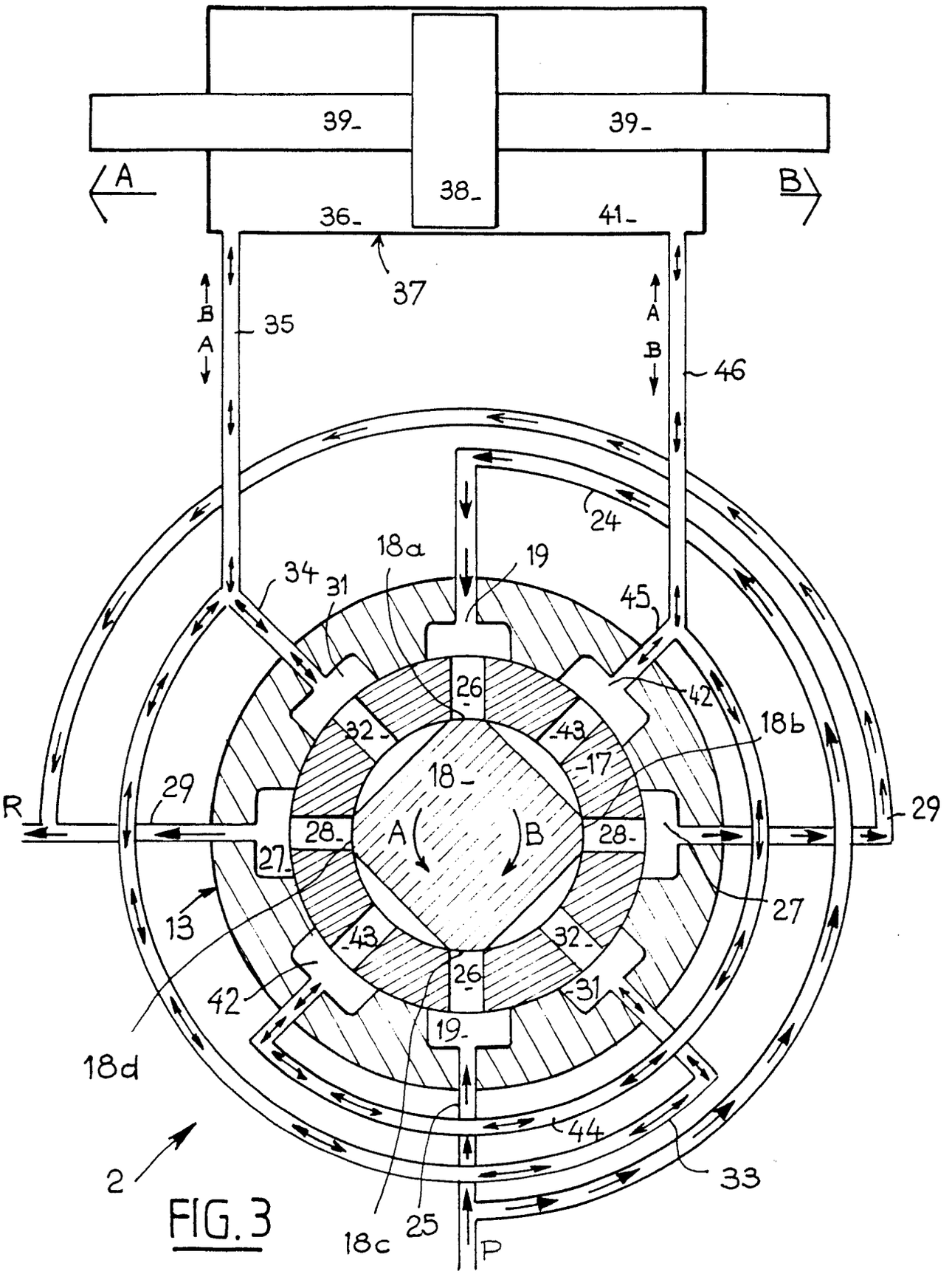

39
39
A
B
38
36
41
37
B
A
35
A
B
46
24
18a
19
34
31
45
26
42
32
43
18b
17
18
29
R
29
28
A
B
28
27
27
13
43
32
42
26
31
19
18d
44
2
33
18c
25
P

FIG. 3

FIG.8

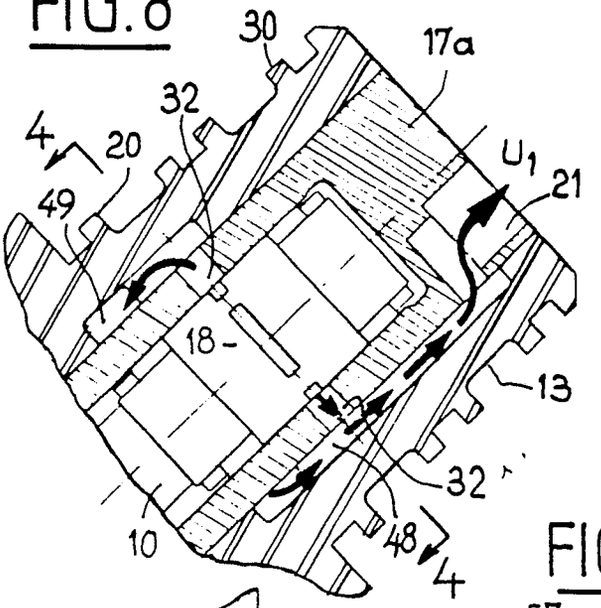


FIG.4

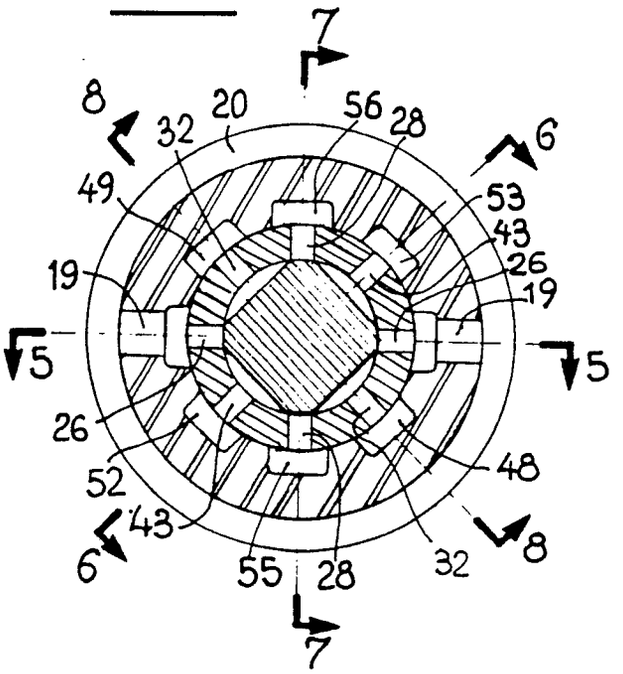
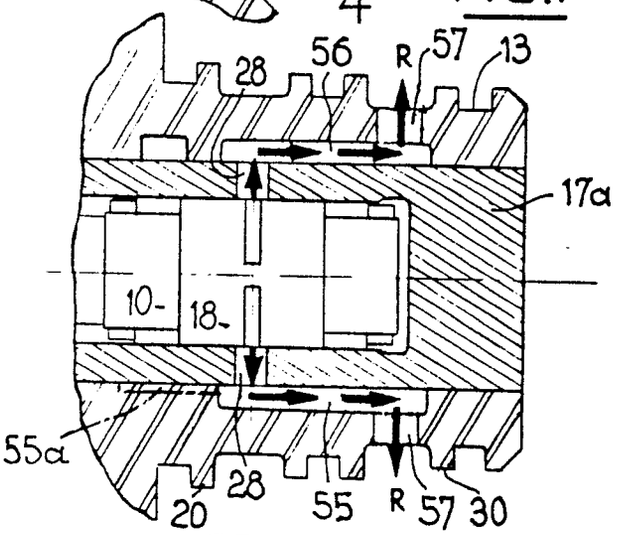


FIG.7



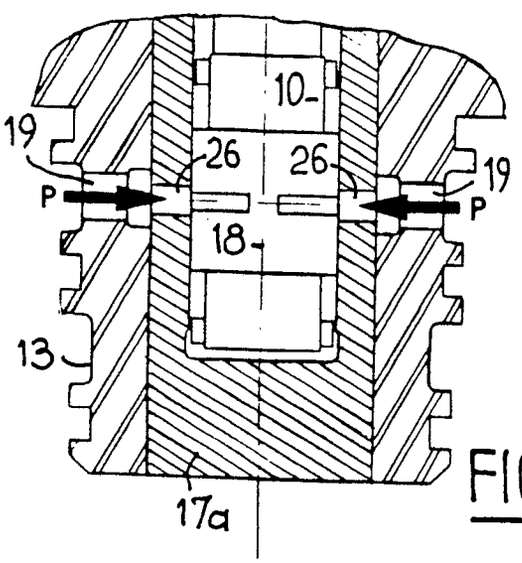
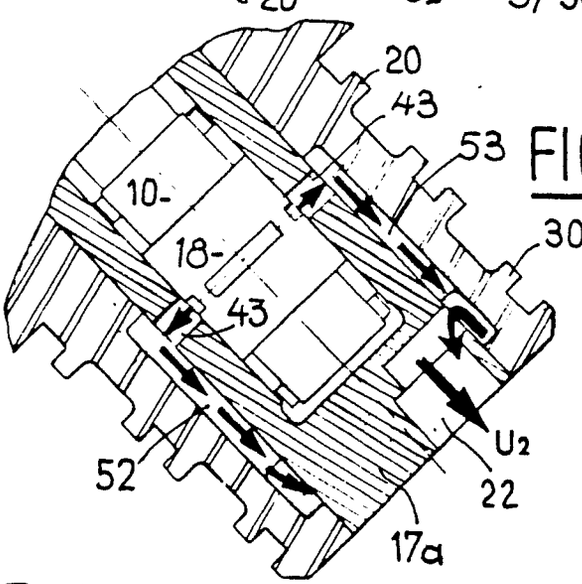


FIG.5

FIG.6



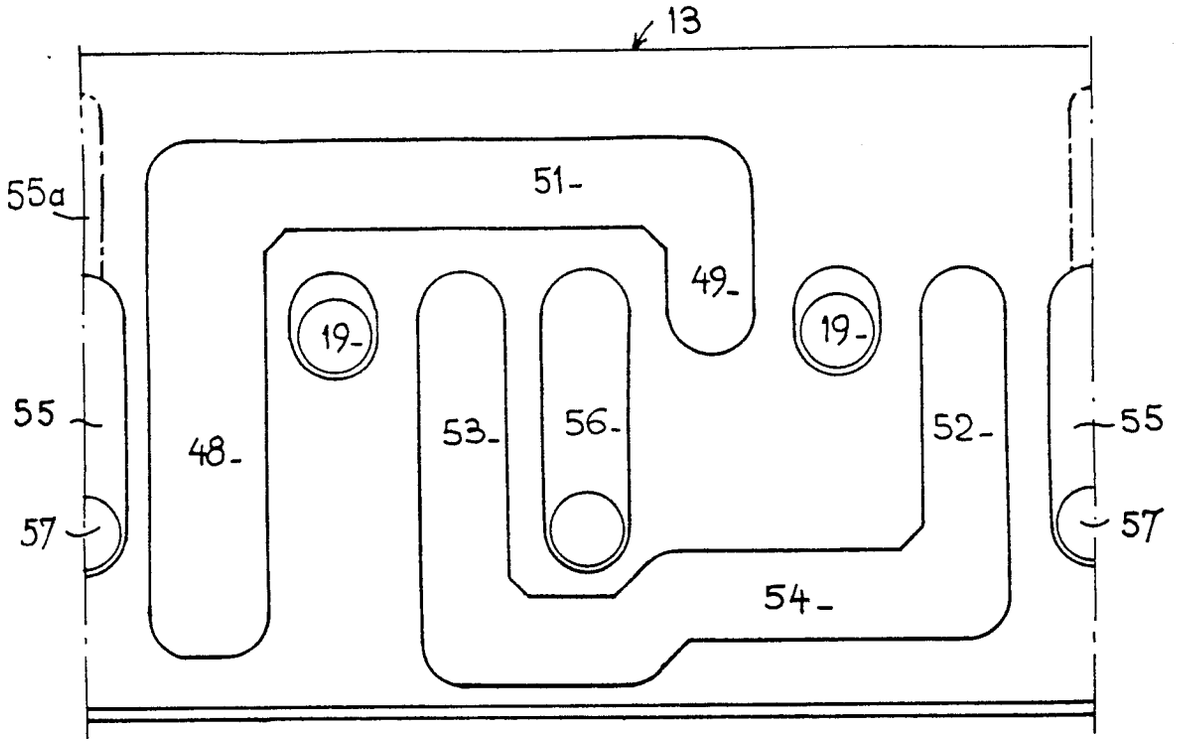


FIG. 9

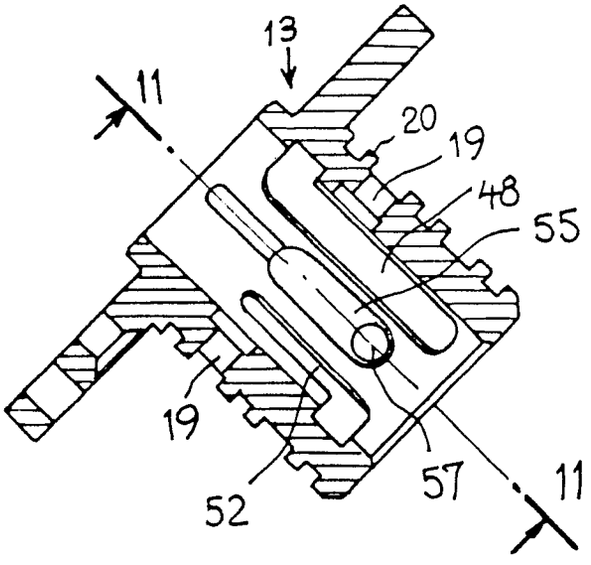


FIG. 10

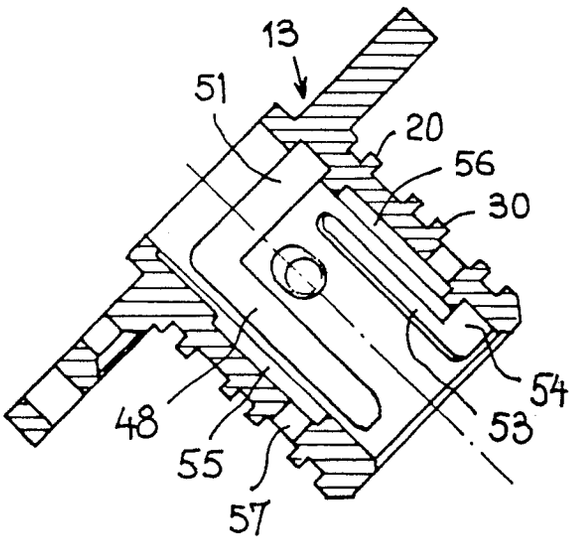


FIG. 11

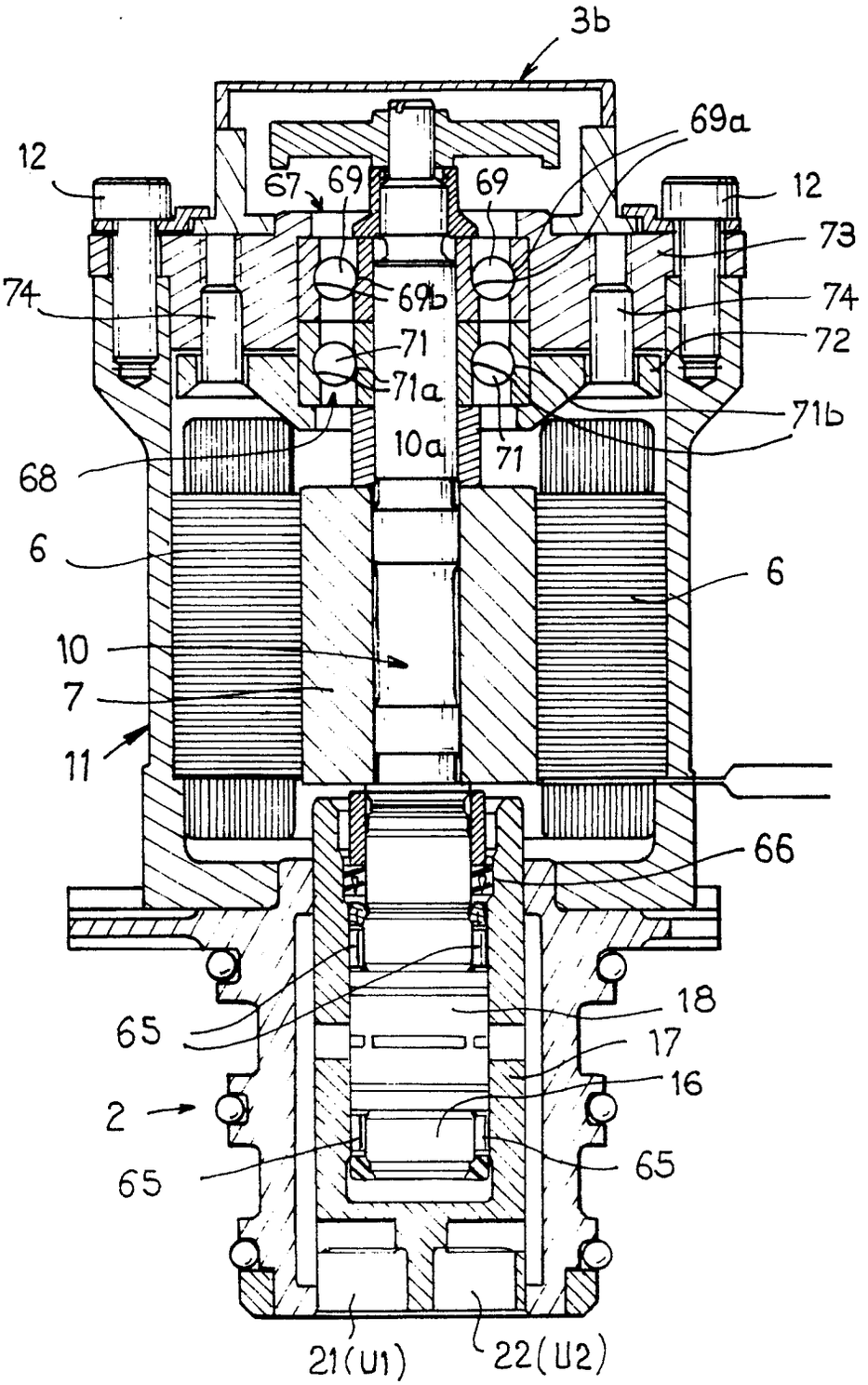

3b
69a
12
67
69
69
12
73
74
69b
74
71
72
71a
71b
10a
71
68
6
6
10
7
11
66
18
65
17
16
2
65
65
21(U1)
22(U2)

FIG.12

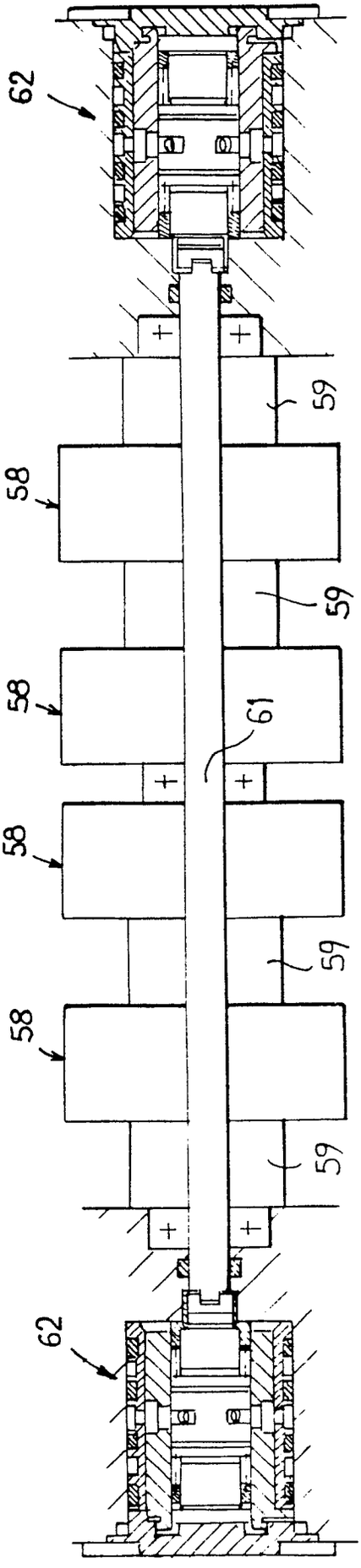


FIG. 13