

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: 84400271.7

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 15 B 21/08**  
**F 15 B 13/043**

⑳ Date de dépôt: 09.02.84

③① Priorité: 14.02.83 FR 8302303

④③ Date de publication de la demande:  
12.09.84 Bulletin 84/37

⑧④ Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur: **MECILEC S.A.**  
91 bis, rue du Cherche-Midi  
F-75006 Paris(FR)

⑦② Inventeur: **Guillemot, Philippe**  
78 rue de l'Ouest  
75014 Paris(FR)

⑦④ Mandataire: **Hirsch, Marc-Roger**  
34 rue de Bassano  
F-75008 Paris(FR)

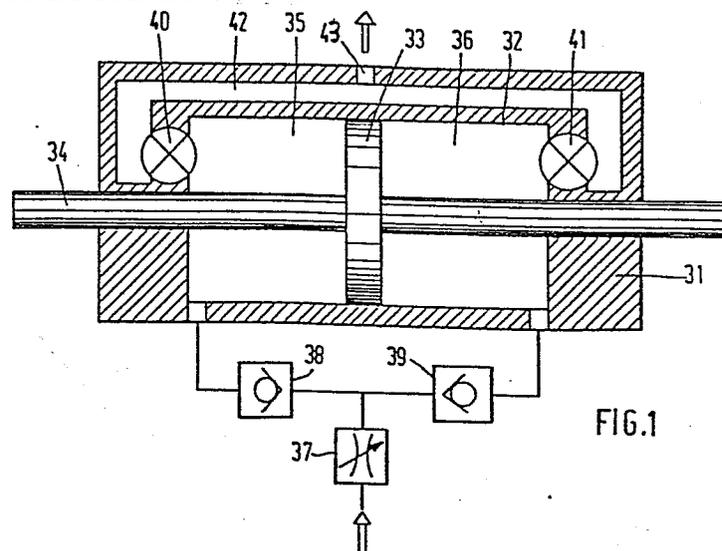
⑤④ **Actionneurs à commande numérique.**

⑤⑦ La présente invention a pour objet un actionneur comprenant un cylindre, son piston et sa tige, chaque chambre du piston étant reliée d'une part à une source de fluide sous pression, et d'autre part à l'atmosphère.

Il est caractérisé par le fait que la source de fluide à pression constante est reliée à chacune des deux chambres

par l'intermédiaire d'un dispositif antiretour et que la communication entre chaque chambre et l'atmosphère se fait par une valve.

Elle se rapporte à des actionneurs à commande numérique.



**EP 0 118 344 A1**

## ACTIONNEURS A COMMANDE NUMERIQUE

La présente invention a pour objet des actionneurs à commande numérique.

5 L'art antérieur connaît de très nombreux actionneurs hydrauliques (ou plus généralement à liquides) ou pneumatiques (ou plus généralement à gaz) dans lesquels un fluide est introduit sous pression dans un cylindre et déplace ainsi le piston sur une distance de translation dépendant de la quantité de fluide introduit et de la pression (sans compter dans de nombreux cas, de la température). Il existe également de très nombreux actionneurs différentiels où l'on fait varier d'un côté et/ou de l'autre du piston les quantités et/ou les pressions de fluide. On connaît aussi d'autres dispositifs à plusieurs fluides et/ou à cylindres et pistons multiples. Ces actionneurs peuvent, selon leurs caractéristiques et les buts recherchés, servir de vérins et de commandes de vérins.

En particulier, la demande allemande 31 04 704 (NYSTRØM) décrit un actionneur présentant un ensemble cylindre et piston définissant deux chambres reliées à une source de fluide sous pression par des éléments anti-retour et à l'atmosphère par des valves à commande fluide. Ce système aujourd'hui classique est d'une lenteur et d'une imprécision dans les réponses incompatibles avec l'informatisation et en particulier lors de l'application dans des servomécanismes numérisés. La présente invention a donc pour objet des actionneurs dont le principe général est certes connu, mais adaptés à la commande numérique en faisant appel notamment aux valves piézoélectriques, ce qui permet à ces actionneurs d'être commandés numériquement avec rapidité et précision en actionnant numériquement l'organe dont on désire assurer la commande et le réglage.

Pour ce faire, dans un cylindre on alimente l'une ou l'autre des cylindrées complémentaires situées de part et d'autre du piston à partir d'une source de fluide pression constante et de clapets anti-retour. L'échappement est commandé de chaque côté par une électrovalve de préférence à commande numérique ce qui entraîne lorsque l'une des électrovalves entre en action le retour vers la pression d'échappement de la cylindrée correspondante et l'admission de gaz à partir de la source à travers le clapet anti-retour. Un limiteur de débit intercalé sur l'alimentation en gaz permet de régler la vitesse de retour à la pression d'alimentation de la cylindrée.

Pour mieux faire comprendre les caractéristiques techniques et les avantages de la présente invention, on va en décrire un exemple de réalisation d'ensemble et un exemple de réalisation d'électrovanne, étant bien entendu que ceux-ci ne sont pas limitatifs quant à leur mode de mise en  
5 oeuvre et aux applications qu'on peut en faire.

On se reportera aux figures qui représentent schématiquement:

- la figure 1 une coupe axiale sur un vérin conforme à la présente invention, et;
- la figure 2 une électrovalve en coupe axiale utilisable dans lesdits  
10 vérins.

A la figure 1, le corps 31 du vérin comprend essentiellement un cylindre 32 dans lequel coulisse un piston 33 associé à une tige 34 (simple ou comme sur la figure, symétrique). Les deux cylindrées complémentaires  
35 et 36 séparées par le piston 33 sont alimentées en gaz comprimé à pres-  
15 sion de préférence constante à partir d'une source non représentée par un limiteur de débit réglable 37 et deux clapets anti-retour ou équivalents 38 et 39 amenant le fluide respectivement aux cylindrées 35 et 36. Les dispositifs anti-retour 38 et 39 permettent donc l'alimentation des cylindrées mais ne permettent pas l'échappement. Celui-ci s'effectue à l'aide de deux  
20 électrovalves numériques 40 et 41 correspondant respectivement aux cylindrées 35 et 36. Ces électrovalves font communiquer les cylindrées avec une canalisation commune 42 permettant l'échappement en 43. La tige 34 peut commander tout dispositif et par exemple une vanne ou un papillon de commande.

25 Les deux électrovalves peuvent être du type représenté à la figure 2. Le corps 1 est monté entre l'une des cylindrées 35 ou 35 et l'échappement 42. Ceci correspond respectivement sur la figure 2 aux indices 2 et 3 (ou réciproquement) la valve elle-même est essentiellement constituée par le clapet lui-même 4 dont le trou central est normalement fermé par  
30 la bille 5. Le clapet est formé par un disque à bonnes propriétés mécaniques et étanche, par exemple réalisé en métal de faible épaisseur. A titre illustratif, pour un disque dont le diamètre est de l'ordre de 10 à 30 mm, le disque aura une épaisseur de l'ordre de 0,10 à 0,40 mm, la bille ayant un diamètre de l'ordre de 1 à 3 mm.

35 Il est particulièrement avantageux que le disque soit légèrement bombé pour les raisons qui seront ci-après exposées. Le disque 4 sépare deux cavités de préférence cylindriques coaxiales, et de diamètres différents du côté 2 et du côté 3. Le disque 4 est monté sur le plan de section

droite séparant les deux cavités de volumes différents. Il repose contre un joint 6 inséré dans une rainure circulaire et est collé contre une cellule piézoélectrique torique 7 maintenue en place par un bouchon de blocage 8 et un clip circulaire 9 qui vient se placer dans une gorge correspondante du corps 1. Une rondelle 10 d'alimentation électrique est intercalée entre le tore piézoélectrique 7 et le bouchon 8 de blocage. Ce dernier est percé en 11 pour mettre en communication le volume 3 et l'espace 12 compris entre le bouchon 8 et le disque 4. Toutes ces pièces sont sensiblement coaxiales. Au centre du bouchon 8 est vissée la pièce cylindrique filetée 13 qui porte en son extrémité côté clapet une douille tubulaire 14 dans laquelle peut se déplacer axialement la bille 5. Le fond de la douille 14 est en matériau dur, par exemple une petite enclume circulaire 15 sur laquelle peut rebondir la bille. La pièce filetée 13 est munie en 16 de tout moyen de vissage/dévisage pour régler son enfoncement et donc la distance entre disque 4 et enclume 15 entre lesquels se déplace la bille 5. Un contre-écrou 17 permet le blocage en position de la pièce filetée 13.

Dans la cavité de moindre diamètre située du côté 2 par rapport au disque 4 est vissé un ensemble constitué par une vis de réglage 18 et un aimant torique 19.

L'ensemble des pièces constitutives de la valve est de préférence en matériaux non magnétiques à l'exception de la bille 5 et de la vis 18 dont la partie centrale se prolonge en 20 pour recevoir l'aimant torique 19. Vis 18 et aimant 19 peuvent être en alliage à base de cobalt et samarium.

Ceci permet une bonne répartition des lignes de force du champ magnétique et une action bien concentrée sur la bille 5. La vis 18 est percée en 21 pour permettre la communication entre le volume 2 et l'espace 22 situé entre le disque 4 et la vis 18. Le réglage de la vis 18 permet celui des forces d'attraction magnétiques agissant en rappel de la bille 5 contre son siège dans le disque 4. Ce siège peut être réalisé par exemple par électroérosion ou par ultrasons ce qui donne des arêtes vives puis on mate l'arête avec une bille de même diamètre que la bille 5 pour créer le siège.

Lorsque la cellule piézoélectrique 7 est excitée entre la rondelle 10 et la masse du dispositif à l'aide d'un circuit d'alimentation non représenté sur la figure les vibrations radiales de la cellule torique 7 se traduisent du fait du bombement du disque 4 par une vibration axiale de la partie centrale du disque et donc du siège de la bille 5 qui rebondit entre ce siège entrant en vibration et l'enclume 15. Le réglage de position de l'enclume 15 à l'aide de la pièce filetée 13 permet de rechercher

des conditions d'entrée en résonance de la bille à un harmonique de la fréquence de la cellule piézoélectrique (de l'ordre de 50 kHz) pour donner une évaluation à titre illustratif. L'amplitude de vibration de la bille est très faible de l'ordre de quelques microns (5 à 10  $\mu$  par exemple), les accélérations étant de l'ordre de quelques centaines de fois celle de la pesanteur (250 à 350 g par exemple).

On conçoit donc que l'on dispose de nombreuses variables pour faire varier l'ouverture de l'électrovalve. L'ouverture est commandée par envoi d'un train d'impulsions modulé à la fréquence voulue. Le débit augmente avec la durée du train d'impulsions de modulation et en jouant sur la durée relative des trains d'impulsions de modulation et des temps morts séparant les trains d'impulsions de modulation. Ceci peut être obtenu par tout circuit classique, comprenant par exemple une porte ET, recevant d'une part la fréquence d'excitation et d'autre part les créneaux de modification, suivie de l'amplificateur nécessaire pour disposer de la tension d'alimentation de la cellule piézoélectrique.

L'intérêt de l'action quasi immédiate de la validation et du fonctionnement de l'électrovalve réside dans la grande rapidité et la grande précision du fonctionnement.

En revenant à la figure 1, on peut en ouvrant l'électrovalve 40 ou 41 admettre respectivement du gaz en 35 ou en 36 via 37 et respectivement 38 ou 39.

L'admission de gaz dans les chambres 35 et 36 se fait à pression constante. Le débit maximal de l'admission est défini par le limiteur 37 ce qui permet de fixer ce débit maximal à une valeur légèrement inférieure au débit maximal offert par les valves 40 et 41.

Ces dernières étant fermées, les forces étant équilibrées de part et d'autre du piston 33, celui-ci reste fixe.

- Si l'on suppose d'abord qu'aucune force extérieure n'agit sur le piston 33 par sa tige 34 et si l'une des valves 40 ou 41 est actionné, il en résulte une fuite de gaz de la cylindrée correspondante et une différence de pression apparaît, d'où déplacement du piston 33. Si par exemple c'est la valve 40 qui est ouverte, la pression baisse dans la chambre 35 et le déséquilibre entre 35 et 36 entraîne un déplacement du piston 33 vers 40 sensiblement proportionnel à la différence de pression. Le mouvement se produit jusqu'à équilibre des forces, mais les clapets 38 et 39 entrent de leur côté en jeu et tendent à ramener les pressions en 35 et 36 à la pression constante de la source.

Dès que s'arrête l'actionnement de la valve 40, la pression en 35 et 36 est ramenée à la normale et le piston est arrêté dans son mouvement. A l'inverse si c'est la valve 41 qui est actionné, le piston se déplace vers elle.

5           - Si l'on suppose maintenant qu'une force  $F$  agit sur la tige 34 du piston 33, dirigée axialement dans le sens de 35 vers 36, pour que le piston 33 reste immobile, il faudrait actionner la valve 40 qui, entraînant une baisse de pression dans la chambre 35 provoquerait une différence de pression de part et d'autre du piston 33. Dans ce cas, une force opposée à  $F$  sollicite le piston 33 en sens inverse et dès que les forces sont équilibrées, le piston s'arrête. Si cette force opposée à  $F$  est inférieure, le piston se déplace dans le sens de  $F$ . Si elle lui est supérieure le piston se déplace en sens inverse.

10           Ces dispositifs permettent donc de déplacer la tige 34 et de commander tout dispositif tel qu'une vanne et ceci de façon très précise. Ceci est possible même lorsqu'apparaissent des forces de réaction qu'il est possible de vaincre tout en gardant la maîtrise du positionnement précis du piston et de sa tige.

15           En agissant sur les valves 40 et 41, on peut donc commander des déplacements pas à pas précis de la tige 34 et des dispositifs qu'elle peut entraîner ce qui permet notamment de réaliser un actionnement numérique, dès lors que différences de pression et pas de translation du piston sont sensiblement proportionnels.

REVENDICATIONS

1.- Actionneur comprenant un cylindre, son piston et sa tige, chaque chambre du piston étant reliée d'une part à une source de fluide sous pression et d'autre part à l'atmosphère, la source de fluide à pression constante étant reliée à chacune des deux chambres par l'inter-  
5 - médiaire d'un dispositif antiretour caractérisé par le fait que la communication entre chaque chambre et l'atmosphère se fait par une valve à commande numérique.

2.- Actionneur selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les valves sont des valves à commande piézoélectrique.

10 3.- Actionneur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il est appliqué à la commande numérique de vannes.

1/2

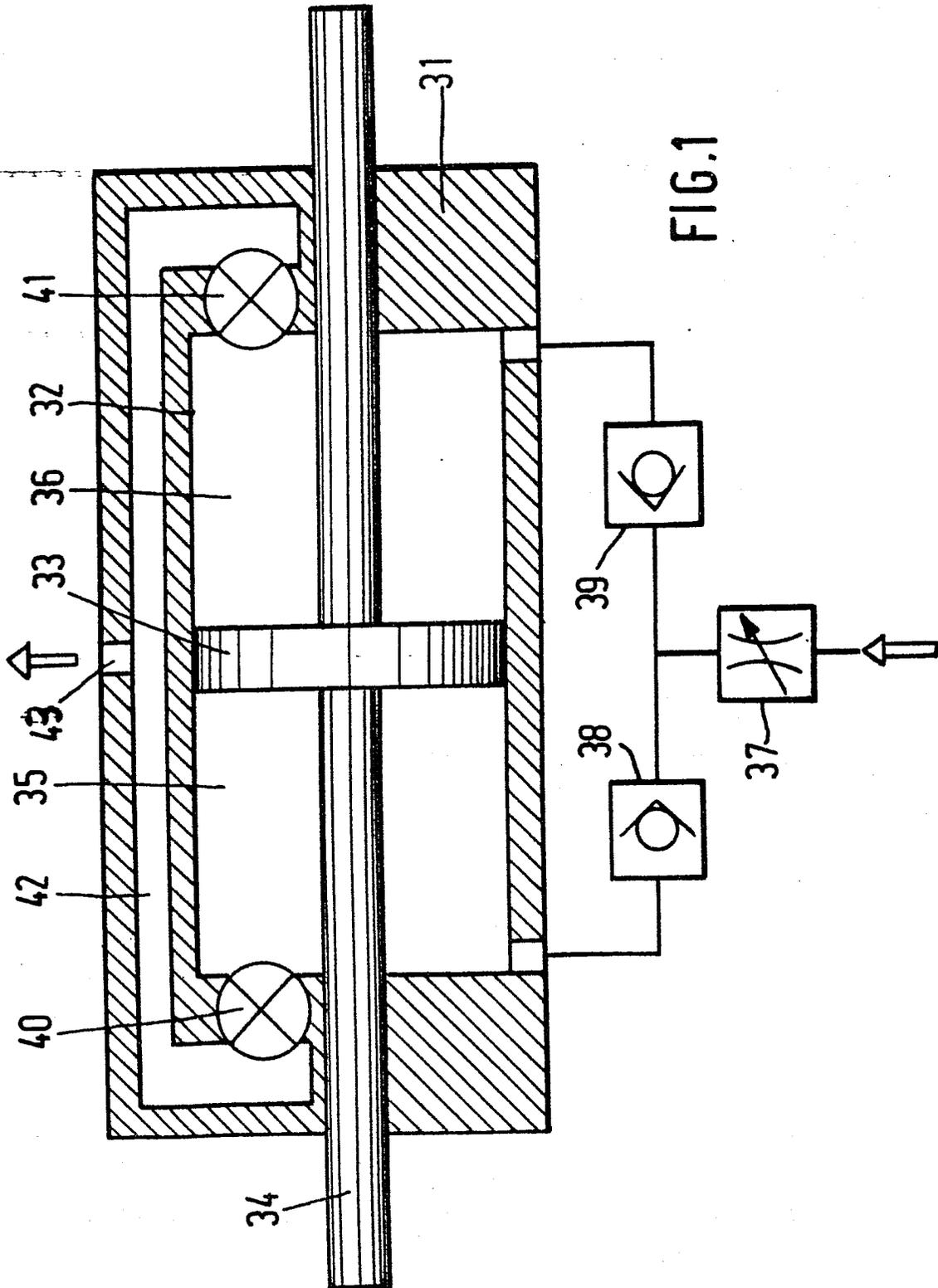


FIG. 1

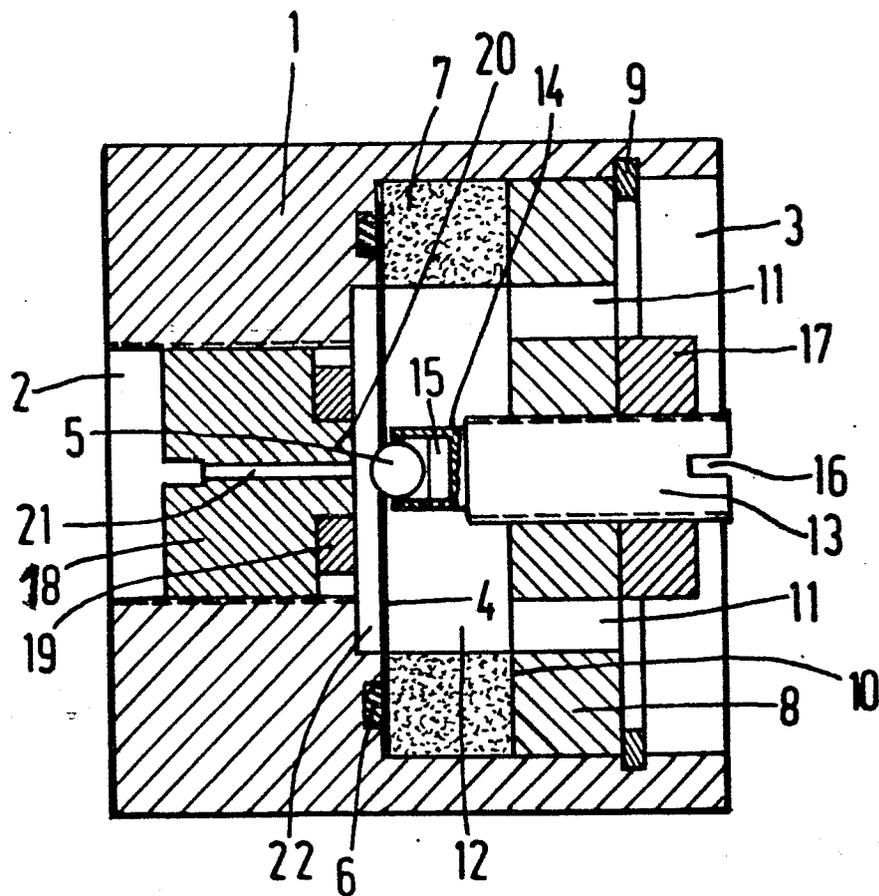


FIG. 2



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
D,X	DE-A-3 104 704 (NYSTRÖM) * Page 6, lignes 10-21 *	1,3	F 15 B 21/08 F 15 B 13/043
X	--- DE-A-2 446 963 (BOSCH) * Page 5, ligne 30 - page 6, ligne 14 *	1,3	
X	--- US-A-3 537 355 (BLISS) * En entier *	1,3	
A	--- US-A-3 465 732 (KATTCHEE) * Colonne 2, ligne 22 - colonne 3, ligne 22 *	2	
A	--- FR-A-2 498 285 (MISSIOUX) * En entier *	2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			F 15 B F 16 K
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10-05-1984	Examinateur KNOPS J.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			