

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 19146

(54) Actionneur électromécanique, notamment pour électrovannes.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 F 7/18; F 16 K 31/08.

(22) Date de dépôt..... 16 novembre 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 16 novembre 1981, n° 321,340.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 20-5-1983.

(71) Déposant : Société dite : MOOG, INC. — US.

(72) Invention de : Richard D. Cummins.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention concerne de façon générale le domaine des actionneurs électromécaniques, et elle porte plus particulièrement sur un actionneur électromécanique perfectionné qui peut être verrouillé dans ses positions extrêmes.

5 Diverses formes d'actionneurs électromécaniques et d'électro-aimants verrouillables ont été développées jusqu'à présent. De tels dispositifs de l'art antérieur sont décrits dans un ou plusieurs des brevets US suivants : 2 735 045, 3 368 788, 3 481 578, 3 502 105, 3 751 086, 3 814 376, 10 3 859 547, 3 886 507, 4 203 571 et 4 216 938. Parmi ces dispositifs, celui du brevet US 3 814 376 comporte un aimant permanent intercalé entre deux bobines qui peuvent être excitées. L'aimant permanent unique établit deux boucles magnétiques, avec l'une d'elles entourant chaque bobine.

15 L'invention procure un actionneur électromécanique perfectionné qui utilise au moins deux aimants permanents et qui crée au moins quatre boucles magnétiques associées, indépendantes de la bobine.

L'actionneur perfectionné comprend de façon générale : un corps constitué par une matière à perméabilité magnétique élevée et comportant à l'intérieur une chambre qui est limitée par des première et seconde parois d'extrémité distantes ; un noyau mobile monté de façon coulissante dans le corps et ayant une armature disposée à l'intérieur de la 25 chambre, ce noyau mobile pouvant se déplacer entre une position extrême à laquelle une première surface de l'armature porte contre la première paroi, et une autre position extrême dans laquelle une seconde surface de l'armature porte contre la seconde paroi, tout espace entre la première surface 30 et la première paroi définissant un premier entrefer et tout espace entre la seconde surface et la seconde paroi définissant un second entrefer ; une bobine blindée montée sur le corps et entourant l'armature ; et au moins deux aimants permanents montés sur le corps, l'un des aimants étant conçu de 35 façon à créer dans le corps et dans l'armature une boucle magnétique courte ne traversant pas la seconde paroi et une boucle magnétique longue ne traversant pas la première paroi, tandis qu'un autre aimant est conçu de façon à créer dans le

corps et l'armature une boucle magnétique courte ne traversant pas la première paroi et une boucle magnétique longue ne traversant pas la seconde paroi.

Le but général de l'invention est donc de réaliser
5 un actionneur électromagnétique perfectionné.

L'invention a également pour but de réaliser un actionneur perfectionné dans lequel l'armature soit verrouillable dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes.

L'invention a également pour but de réaliser un actionneur perfectionné dans lequel l'armature puisse être déplacée sélectivement sur une certaine course de fonctionnement et soit verrouillable dans l'une ou l'autre de ses positions extrêmes.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la
15 description qui va suivre de modes de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une coupe verticale longitudinale partielle de l'actionneur électromagnétique perfectionné, la partie supérieure étant représentée en coupe et la partie inférieure n'étant pas coupée, pour montrer la configuration
20 générale des divers éléments constitutifs.

La figure 2 est une représentation non coupée de la partie supérieure représentée sur la figure 1, et elle montre l'armature dans une position centrale.

La figure 3 est une représentation similaire à la
25 figure 2, mais montrant l'armature dans sa position verrouillée du côté gauche, et faisant apparaître visuellement la prédominance de la boucle courte du premier aimant et de la boucle longue du second aimant, lorsque l'armature est dans cette
30 position.

La figure 4 est une représentation similaire à la figure 2, mais montrant l'armature dans sa position verrouillée à droite, et faisant apparaître visuellement la prédominance de la boucle courte du second aimant et de la boucle
35 longue du premier aimant, lorsque l'armature est dans cette position.

La figure 5 est une représentation similaire à la figure 2, mais montrant une paire de ressorts de sollicitation

opposés qui agissent entre le noyau mobile et le corps.

La figure 6 est un graphique représentant la force qui s'exerce sur l'armature en fonction de la position de l'armature, et montrant qu'on peut sélectionner la force résultante exercée par les ressorts de sollicitation de façon à annuler la force à laquelle l'armature est soumise.

La figure 7 est un schéma synoptique montrant l'utilisation d'un dispositif de détection de position pour produire un signal de réaction négative.

10 Pour commencer, il convient de bien comprendre qu'on utilise des numéros de référence identiques pour identifier les mêmes éléments et/ou structures sur l'ensemble des figures, et que ces éléments et/ou structures sont décrits ou expliqués par l'ensemble du mémoire descriptif dont la description détaillée qui suit constitue une partie intégrante.

En considérant maintenant les dessins, et plus particulièrement la figure 1, on note que l'invention procure un actionneur électromécanique perfectionné, dont le mode de réalisation actuellement préféré est désigné de façon générale 20 par la référence 10. Cet actionneur est représenté sous une forme qui comprend de façon générale un corps 11, un noyau mobile 12 monté de façon coulissante dans le corps, une bobine 13 et deux aimants permanents 14, 15.

Le corps 11 est construit en plusieurs parties et 25 il est spécialement représenté sous une forme comprenant une partie extérieure 16, des parties d'extrémité gauche et droite 18, 19, un chapeau de fermeture 20, situé du côté gauche, et des parties intérieures gauche et droite 21, 22. Ces parties 16-22 du corps sont formées en plusieurs pièces, en une matière 30 à perméabilité magnétique élevée.

La partie extérieure 16 du corps est une pièce annulaire de configuration spéciale qui se présente avec une forme générale en L, en coupe longitudinale. Plus précisément, la partie extérieure 16 est limitée successivement par une surface 35 cylindrique horizontale 23, faisant face à l'extérieur, une surface verticale annulaire 24 faisant face du côté droit, une surface cylindrique horizontale 25, faisant face à l'intérieur, une surface tronconique 26 faisant face à l'intérieur et à la

gauche, une surface verticale annulaire 28 faisant face à la gauche, une surface cylindrique horizontale 29, faisant face à l'intérieur et comportant une partie taraudée 30 près de son extrémité gauche, et une surface verticale annulaire 31, 5 faisant face à la gauche et s'étendant radialement vers l'extérieur de façon à rejoindre la surface 23. La partie 16 du corps comporte deux trous horizontaux traversants 32, 32, qui s'étendent entre les surfaces 24 et 28 pour permettre le passage de conducteurs électriques allant à la bobine.

10 La partie gauche 28 du corps est également une pièce annulaire de configuration spéciale et, comme il est représenté, elle est limitée successivement par une surface verticale annulaire 33, faisant face à la gauche, une surface cylindrique horizontale 34, faisant face à l'intérieur, une surface 15 face verticale annulaire 35 faisant face à la droite, une surface cylindrique horizontale 36, faisant face à l'extérieur, une surface verticale annulaire 38, faisant face à la droite, une surface cylindrique horizontale courte 39, faisant face à l'extérieur, et une surface tronconique 40, faisant face à la 20 gauche et à l'extérieur et rejoignant la surface 33.

La partie droite 19 du corps est symétrique de la partie gauche 18 et elle est limitée successivement par une surface verticale annulaire 41 faisant face à la droite, une surface cylindrique horizontale 42 faisant face à l'intérieur, 25 une surface verticale annulaire 43 faisant face à la gauche, une surface cylindrique horizontale 44 faisant face à l'extérieur, une surface verticale annulaire 45 faisant face à la gauche, une surface horizontale courte 46 faisant face à l'extérieur, et une surface tronconique 48, faisant face à l'extérieur et à la droite et rejoignant la surface 41. La surface 30 48 de la partie droite est représentée en contact étendu avec la surface 26 de la partie extérieure.

Le chapeau de fermeture 20 du corps est une autre pièce annulaire de configuration spéciale et elle est limitée 35 successivement par une surface verticale annulaire 49 faisant face à la gauche, une surface cylindrique horizontale courte 50 faisant face à l'intérieur, une surface tronconique 51 faisant face à l'intérieur et à la droite, en contact étendu avec

la surface 40 de la partie gauche, une surface verticale annulaire 52 faisant face à la droite, et une partie filetée extérieurement 53, faisant face à l'extérieur et conçue de façon à se visser dans la partie taraudée 30 de la partie extérieure. Ce chapeau de fermeture 20 peut être muni de trous appropriés (non représentés) destinés à recevoir un outil approprié (non représenté) pour le faire tourner, permettant ainsi de visser le chapeau de fermeture dans la partie extérieure du corps; ou de le dévisser de cette partie.

10 La partie intérieure gauche 21 du corps est une pièce annulaire et elle est limitée successivement par une surface cylindrique horizontale 54 faisant face à l'intérieur, une surface verticale annulaire 55 faisant face à la droite, une surface cylindrique horizontale courte 56 faisant face à
15 l'extérieur, une surface tronconique 58 faisant face à l'extérieur et à la droite, et une surface verticale annulaire 59 faisant face à la gauche.

La partie intérieure droite 22 du corps est symétrique de la partie intérieure gauche 21 et elle est limitée successivement par une surface cylindrique horizontale 60 faisant
20 face à l'intérieur, une surface verticale annulaire 61 faisant face à la gauche, une surface cylindrique horizontale courte 62 faisant face à l'extérieur, une surface tronconique 63 faisant face à l'extérieur et à la gauche, et une surface verti-
25 cale annulaire 64 faisant face à la droite.

Le premier aimant permanent 14, ou aimant gauche, est une pièce de forme annulaire et comporte une surface cylindrique horizontale 65 faisant face à l'intérieur, dont le bord gauche vient en contact avec la surface 36 de la partie
30 gauche, une surface verticale annulaire 66 faisant face vers la gauche qui vient en contact avec la surface 38 de la partie gauche, une surface cylindrique horizontale 68 faisant face à l'extérieur, et une surface verticale annulaire 69 faisant face à la droite et venant en contact avec la surface 59 de la
35 partie intérieure gauche.

Le second aimant permanent 15, ou aimant droit, a une structure similaire à celle de l'aimant gauche 14, et il comporte une surface cylindrique horizontale 70 faisant face

à l'intérieur, dont le bord droit vient en contact avec la surface 44 de la partie droite, une surface verticale annulaire 71 faisant face à la gauche qui vient en contact avec la surface 64 de la partie intérieure droite du corps, une
5 surface cylindrique horizontale 72 faisant face à l'extérieur, et une surface verticale annulaire 73, faisant face à la droite et venant en contact avec la surface 45 de la partie droite du corps. L'aimant droit 15 est disposé de façon que son pôle sud S, faisant face à la gauche, se trouve face au pôle simi-
10 laire de l'aimant gauche 14, faisant face à la droite.

La bobine annulaire 13 est disposée entre la partie extérieure 16 du corps, les parties intérieures 21, 22 du corps et les deux aimants permanents 14, 15. Une pièce diélectrique annulaire 74, relativement épaisse, est disposée entre
15 la bobine et les surfaces 52, 39, 68, 58, 56, 62, 63, 72, 46 et 28. Ainsi, lorsque la bobine est excitée, le champ magnétique qu'elle produit doit passer autour de la pièce diélectrique 74 qui constitue effectivement un entrefer. Il convient de remarquer à cet égard qu'aucune partie de la pièce diélectri-
20 que n'est disposée entre la bobine et une surface 29 de la partie extérieure du corps. Par conséquent, lorsque la bobine est excitée, le champ magnétique peut entrer dans la partie extérieure du corps et passer autour de la bobine et de la pièce diélectrique.

25 Le noyau mobile 12 comprend une tige 75, consistant en une matière dépourvue de faible perméabilité magnétique, et une armature ferreuse 76. La tige 75 comporte une partie cylindrique horizontale 78 qui est placée de façon coulissante à l'intérieur de la surface intérieure 34 de la partie gauche du corps,
30 une partie intermédiaire filetée extérieurement 79, et une autre partie horizontale cylindrique 80 qui est placée de façon coulissante à l'intérieur de la surface intérieure 42 de la partie droite du corps. L'armature 76 consiste en une pièce de forme cylindrique ayant une surface annulaire verticale gauche
35 81, une surface annulaire verticale droite 82, une surface cylindrique horizontale 83 faisant face à l'extérieur, et un trou traversant axial 84 qui est taraudé et dans lequel est vissée la partie filetée 79 de la tige. Ainsi, la tige et

l'armature sont accouplées rigidement pour former le noyau mobile. L'armature est montée de façon coulissante à l'intérieur d'une chambre 85 du corps qui est définie par les surfaces 35, 65, 54, 60, 70 et 43. La surface 35 constitue la
 5 paroi gauche de la chambre, la surface 43 constitue sa paroi droite, et les surfaces cylindriques continues 65, 54, 60 et 70 font face à l'intérieur de la chambre, en direction radiale. Le noyau mobile est ainsi monté de façon coulissante dans le corps entre une position extrême, à laquelle la surface
 10 gauche 81 de l'armature porte contre la surface 35 du corps, et une autre position extrême dans laquelle la surface droite 82 de l'armature porte contre la surface 43 du corps. Sur la figure 1, l'armature est représentée dans une position intermédiaire entre ces positions extrêmes, ce qui définit un premier
 15 entrefer, ou entrefer gauche, 86 entre les surfaces 35 et 81, et un entrefer droit 88 entre les surfaces 43 et 82. Lorsque l'armature est dans l'une ou l'autre des positions extrêmes, l'un des entrefers est supprimé, tandis que l'autre présente sa largeur maximale.

20 On va maintenant considérer la figure 2 qui montre que la structure de l'actionneur perfectionné définit un certain nombre de circuits ou de boucles magnétiques qui agissent conjointement les unes aux autres pour produire les résultats désirés. On utilise ici l'expression circuit ou bou-
 25 cle magnétique pour désigner le chemin que parcourt le flux depuis un pôle d'un aimant jusqu'à son pôle opposé.

Ainsi, le premier aimant 14 comporte une boucle courte (L_{S1}) qui relie ses pôles nord et sud, en passant par la partie intérieure gauche 21, l'armature 76, le premier en-
 30 trefer 86 (lorsqu'il existe) et la partie gauche 18 du corps. Le premier aimant 14 comporte également une boucle longue (L_{L1}) qui relie ses pôles et qui passe par la partie intérieure gauche 21, l'armature 76, l'entrefer droit 88 (lorsqu'il existe), la partie droite 19 du corps, la partie extérieure
 35 11 du corps, le chapeau de fermeture 20 et la partie gauche 18 du corps. De façon similaire, le second aimant 15 comporte une boucle courte (L_{S2}) qui relie ses pôles et qui passe par la partie intérieure 22 du corps, l'entrefer droit 88 et la

partie droite 19 du corps, et il comporte également une boucle longue (L_{L2}) qui relie ses pôles en passant par la partie intérieure 22 du corps, l'armature 76, l'entrefer gauche 86, la partie gauche 18 du corps, le chapeau de fermeture 20, la
5 partie extérieure 11 du corps et la partie droite 19 du corps. Ainsi, chaque aimant produit une boucle courte, située radialement à l'intérieur de la bobine blindée, et une boucle longue qui entoure la bobine. Du fait que les deux aimants sont disposés de façon que les pôles de même nom soient face à face,
10 ce, les directions de circulation du flux sont mutuellement opposées. Ainsi, si on se représente visuellement le flux comme circulant du pôle sud vers le pôle nord, le flux circule en sens d'horloge pour la boucle courte du premier aimant (L_{S1}) tandis qu'il circule en sens inverse d'horloge pour la boucle
15 courte du second aimant (L_{S2}). Du fait de l'écartement axial entre les aimants, ces deux boucles courtes ne manifestent pas d'interaction. L'homme de l'art notera que l'induction magnétique (c'est-à-dire la densité de flux) dans chaque boucle courte dépend de la largeur de l'entrefer associé que le flux
20 considéré doit traverser. Par exemple, si l'armature est dans une position centrale telle que les entrefers 86 et 88 aient la même largeur, l'induction magnétique dans les deux boucles courtes, L_{S1} et L_{S2} , est approximativement égale si les aimants sont de même force.

25 Cependant, si l'armature se déplace vers l'une ou l'autre des parois d'extrémité de la chambre, la largeur d'un entrefer diminue tandis que celle de l'autre augmente de façon correspondante. Par exemple, si l'armature se déplace vers la gauche pour porter contre la paroi gauche 35 de la chambre
30 (figure 3), le premier entrefer 86 est supprimé, tandis que le second entrefer augmente jusqu'à sa largeur maximale. Dans ces conditions, l'induction magnétique de la boucle courte du premier aimant (L_{S1}) est maximale du fait que le premier entrefer 86 a été supprimé, tandis que l'induction magnétique de
35 la boucle courte du second aimant (L_{S2}) est minimale du fait que le second entrefer 88 qui s'oppose au flux est à sa largeur maximale.

Inversement, si l'armature se déplace vers la droite

pour porter contre la paroi droite 43 de la chambre (figure 4), l'induction magnétique de la boucle courte du second aimant (L_{S2}) devient maximale du fait que le second entrefer 88 a été supprimé, tandis que l'induction magnétique dans la boucle courte du premier aimant (L_{S1}) devient minimale, du fait que le premier entrefer 86 est à sa largeur maximale. Entre ces deux extrêmes de la position de l'armature, les inductions magnétiques dans les boucles courtes des deux aimants varient en fonction inverse de la largeur de l'entrefer proche associé. Comme on l'a mentionné précédemment, il n'y a pas

Une situation différente se présente pour les boucles longues des deux aimants. Le flux est représenté en sens inverse d'horloge dans la boucle longue du premier aimant, L_{L1} , tandis que le flux est représenté en sens d'horloge dans la boucle longue du second aimant, L_{L2} . Contrairement aux deux boucles courtes qui ne donnent pas lieu à interaction, ces deux boucles longues doivent passer par la partie extérieure 11 du corps et, du fait que leurs chemins sont communs, leurs flux sont en opposition dans cet élément commun. Alors que les deux boucles courtes faisaient intervenir les entrefers proches, les deux boucles longues doivent passer par les entrefers distants, et l'induction magnétique dans chaque boucle longue varie en fonction inverse de la largeur de l'entrefer distant. Par exemple, lorsque l'armature est dans sa position centrale, ce qui fait que les entrefers 86 et 88 ont la même largeur (figure 2), les inductions magnétiques dans les boucles longues sont approximativement égales, en supposant toujours que les aimants sont de même force. Dans ces conditions, les flux en opposition des boucles longues se soustraient et en fait s'annulent mutuellement dans la partie extérieure 11 du corps.

Cependant, si l'armature se déplace vers la gauche pour porter contre la paroi gauche 35 de la chambre (figure 3), l'entrefer gauche 86 est supprimé tandis que la largeur de l'entrefer droit est doublée, par rapport à celle représentée sur la figure 2. Dans ces conditions, l'induction magnétique dans la boucle longue du second aimant est à son maximum, du

fait que le premier entrefer 86 a été fermé, tandis que l'induction magnétique dans la boucle longue du premier aimant est réduite au minimum, du fait que le second entrefer 88, qui s'oppose au flux est à la largeur maximale.

5 Inversement, si l'armature se déplace vers la droite pour porter contre la paroi droite 83 de la chambre (figure 4), l'induction magnétique dans la boucle longue du premier aimant est maximale, du fait que le second entrefer est fermé, mais l'induction magnétique dans la boucle longue du
10 second aimant est à son minimum du fait que son premier entrefer est à la largeur maximale.

Naturellement, on peut exciter sélectivement la bobine 13 pour produire un flux de la bobine qui entoure la pièce diélectrique. Le chemin du flux de la bobine est indi-
15 qué par la ligne en pointillés 77 sur la figure 5. La polarité du signal appliqué détermine la direction du flux de la bobine, tandis que l'induction magnétique dépend du niveau du signal appliqué. Les aimants 14 et 15 ne sont que partiellement perméables au passage du flux de la bobine. Le flux de
20 la bobine emprunte le chemin de moindre résistance, en traversant si nécessaire les entrefers 86 et/ou 88, pour fermer son chemin qui entoure la bobine. Le niveau et la polarité du signal appliqué permettent de commander sélectivement la position de l'armature par rapport à la chambre.

25 La structure originale de l'actionneur 10 procure un certain nombre d'avantages importants. Tout d'abord, le signal appliqué à la bobine 13 permet de commander sélectivement la position de l'armature. Secondement, l'armature peut être "verrouillée" contre l'une ou l'autre des parois de la
30 chambre lorsque la bobine n'est plus excitée. Par exemple, lorsque l'armature est dans sa position extrême vers la gauche (figure 3), l'induction magnétique qui est devenue maximale dans la boucle courte du premier aimant est prédominante par rapport à l'induction magnétique, devenue minimale, de la
35 boucle courte du second aimant. Simultanément, l'induction magnétique, devenue maximale, de la boucle longue du second aimant est prédominante par rapport à l'induction magnétique, devenue minimale, de la boucle longue du premier aimant. Du

fait que le flux est orienté en sens d'horloge dans la boucle courte du premier aimant comme dans la boucle longue du second aimant, les inductions magnétiques correspondant à ces flux, devenues maximales, s'ajoutent mutuellement pour maintenir l'armature dans une position "verrouillée" à gauche, contre la paroi gauche 35 de la chambre, jusqu'à ce qu'un signal d'inversion approprié soit appliqué à la bobine. Inversement, si l'armature est dans sa position extrême à droite (figure 4), l'induction magnétique devenue maximale dans la boucle courte du second aimant est prédominante par rapport à l'induction magnétique devenue minimale dans la boucle courte du premier aimant. Cependant, l'induction magnétique, devenue maximale, dans la boucle longue du premier aimant est prédominante sur l'induction magnétique, devenue minimale, de la boucle longue du second aimant, et la résultante de ces deux flux nets superposés, orientés en sens inverse d'horloge, maintient fermement l'armature dans une position "verrouillée" contre la paroi droite 43 de la chambre, jusqu'à ce qu'un signal d'inversion approprié soit appliqué à la bobine. L'armature peut ainsi être maintenue dans l'une ou l'autre des conditions "verrouillées" extrêmes lorsque la bobine n'est plus excitée. Entre ces deux extrêmes, on peut déplacer l'armature jusqu'à n'importe quelle position désirée par rapport à la chambre, en appliquant simplement un signal de commande approprié à la bobine. Ainsi, dans l'une ou l'autre des conditions "verrouillées", le flux dans la boucle longue d'un aimant s'ajoute au flux dans la boucle courte de l'autre aimant et renforce ce flux. Ceci fait que l'actionneur perfectionné convient particulièrement bien pour une commande par "tout ou rien", du fait que l'excitation de la bobine peut être coupée, réduisant ainsi la consommation d'énergie, qui serait par ailleurs continue, lorsque l'actionneur est dans une condition verrouillée. Ainsi, l'actionneur a un mode de fonctionnement semblable à celui d'une bascule et il est stable dans une condition verrouillée ou dans l'autre. On peut cependant amener l'armature à n'importe quelle position intermédiaire en appliquant sélectivement un signal de commande approprié.

Fonctionnement proportionnel (figures 5-7)

Alors que les modes de réalisation représentés sur les figures 1-4 ont une action du type bascule, on peut modifier aisément l'actionneur de l'invention pour obtenir un fonctionnement proportionnel (c'est-à-dire que la position 5 de l'armature est une fonction linéaire du courant de la bobine).

Pour réaliser ceci, l'actionneur 10 représenté sur la figure 5 est muni d'un noyau mobile légèrement modifié, qui comporte un collet annulaire gauche 90 monté sur la tige 10 75 et un ressort hélicoïdal 91 (ou un ressort équivalent) qui est disposé fonctionnellement de façon à agir entre le collet 90 de la tige et la surface verticale annulaire 33, faisant face à la gauche, de la partie gauche 18 du corps. Si on le désire, on peut monter un collet annulaire 92 simi- 15 laire sur une partie droite de la tige 75 et on peut disposer un autre ressort hélicoïdal 93 comprimé de façon à agir entre le collet 92 et la surface verticale annulaire 41, faisant face à la droite, de la partie droite 19 du corps. Le type et la position de ces ressorts de centrage de l'armature ne sont 20 indiqués qu'à titre d'exemple et peuvent être aisément modifiés par l'homme de l'art. Lorsque l'armature se déplace par rapport au corps, l'un des ressorts est comprimé davantage tandis que l'autre se dilate. Par exemple, si l'armature se déplaçait vers la gauche à partir de la position centrale re- 25 présentée sur la figure 15, le ressort droit 93 serait davantage comprimé tandis que le ressort gauche 91 se dilaterait.

Du fait qu'un ressort hélicoïdal a une relation force-déplacement qui est linéaire dans une plage de fonctionnement, on peut choisir le ou les ressorts de façon à équilib- 30 brer les forces magnétiques qui sollicitent l'armature vers une position verrouillée. On a représenté sur la figure 6 la force exercée sur l'armature (en ordonnée) en fonction de la position de l'armature (en abscisse). Les diverses boucles magnétiques produisent des forces qui sollicitent l'armature 35 de façon à la déplacer vers une position verrouillée ou l'autre, comme l'indique la courbe 94. On notera que la courbe 94 comporte une partie intermédiaire pratiquement linéaire de pente M_1 , à l'intérieur d'une plage de fonctionnement pour la position de l'armature. On peut choisir soigneusement les res-

sorts 93 et 94 de façon que leur action résultante produise une courbe indiquée en 95 sur la figure 6, ayant une pente M_2 , dont la valeur absolue est pratiquement égale à celle de la pente M_1 , mais dont le signe est opposé. On peut aisément
5 faire varier la pente de la courbe 95 en choisissant des ressorts ayant la constante de rappel désirée, ou en réglant sélectivement la valeur de leurs déplacement de compression. Ainsi, lorsque les courbes 94 et 95 sont superposées dans la plage de fonctionnement, elles s'annulent effectivement mu-
10 mutuellement, ce qui fait qu'une force résultante nulle s'exerce sur l'armature à n'importe quelle position de l'armature dans la plage de fonctionnement. La figure 6 montre également avec des lignes en trait mixte l'application d'un courant de bobine positif ($i = +1$) et l'application d'un courant de bobine
15 négatif ($i = -1$).

A cet égard, on peut employer un dispositif de détection de position 95 de type approprié, tel par exemple qu'un potentiomètre, pour détecter la position réelle de l'armature, et pour fournir l'équivalent électrique d'une telle
20 position détectée, sous la forme d'un signal de réaction négative, comme le montre la figure 7. Dans ce dispositif, un signal électrique de consigne (représentatif de la position désirée de l'armature) est appliqué au point de sommation 96. Le dispositif de détection de position 95 applique le signal
25 de réaction négative au point de sommation, et la somme algébrique de ces deux signaux est appliquée à la bobine en tant que signal d'erreur. Le signal d'erreur produit un déplacement de correction de l'armature. Finalement, l'armature atteint la position de consigne et le signal d'erreur est alors égal à
30 zéro. Dans ces conditions, l'armature demeure à la position de consigne du fait qu'aucune force résultante ne s'exerce sur elle, dans la plage de fonctionnement. Ainsi, un ressort au moins peut être disposé fonctionnellement de façon à offrir la possibilité d'un fonctionnement proportionnel dans la plage de
35 fonctionnement, et cette possibilité peut être renforcée par l'utilisation d'un transducteur de détection de position dans une boucle de réaction négative. Ainsi, bien que l'actionneur de la figure 5 soit représenté avec deux ressorts, on peut

n'en utiliser qu'un seul si on le désire.

Variantes

L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes. On considère que les matières particulières qui
5 constituent les diverses parties et les divers éléments ne sont pas critiques et peuvent aisément être changées. On peut changer la position particulière des aimants. Bien que des aimants annulaires soient préférés à l'heure actuelle, ceci n'est pas absolument intangible. De façon similaire, l'homme
10 de l'art peut modifier ou changer la forme particulière des éléments individuels. Les divers éléments peuvent être réalisés d'un seul tenant ou en plusieurs pièces, comme on le désire. Le blindage diélectrique, qui sépare la boucle longue de chaque aimant par rapport à sa boucle courte, peut égale-
15 ment prendre diverses formes. Si on le désire, la tige du noyau mobile peut être constituée par une matière à perméabilité magnétique. On peut également modifier la manière selon laquelle l'armature ferreuse est fixée fonctionnellement à la tige. On peut également apporter d'autres change-
20 ments et modifications. L'invention procure ainsi de façon générale un actionneur électromécanique perfectionné qui comporte un grand nombre d'avantages fonctionnels. L'actionneur peut être adapté à de nombreuses utilisations, comme la commande du mouvement ou du déplacement d'un élément de vanne
25 par rapport à un siège ou un orifice. Ces applications sont diverses et étendues.

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

REVENDEICATIONS

1. Actionneur électromécanique caractérisé en ce qu'il comprend : un corps (11) formé par une matière à perméabilité magnétique élevée et comportant une chambre intérieure (85) qui est limitée par des première et seconde parois d'extrémité (35, 43) distantes ; un noyau mobile (12) monté de façon coulissante dans le corps et ayant une armature (76) qui est disposé dans la chambre, ce noyau mobile pouvant être déplacé entre une première position extrême dans laquelle une première surface (81) de l'armature porte contre la première paroi (35), et une autre position extrême dans laquelle une seconde surface (82) de l'armature porte contre la seconde paroi (43), tout espace entre la première surface et la première paroi définissant un premier entrefer (86) et tout espace entre la seconde surface et la seconde paroi définissant un second entrefer (88) ; une bobine (13) montée dans le corps (11) et entourant l'armature ; et au moins deux aimants permanents (14, 15) montés dans le corps, un premier (14) de ces aimants étant disposé fonctionnellement de façon à établir dans le corps (11) et l'armature (76) une boucle magnétique courte (L_{S1}) ne traversant pas la seconde paroi (43) et une boucle magnétique longue (L_{L1}) ne traversant pas la première paroi (35), tandis qu'un second (15) des aimants est disposé fonctionnellement de façon à établir dans le corps et l'armature une boucle magnétique courte (L_{S2}) ne traversant pas la première paroi et une boucle magnétique longue (L_{L2}) ne traversant pas la seconde paroi.

2. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les aimants (14, 15) sont disposés de façon que la direction du flux dans la boucle courte du premier aimant (L_{S1}) soit opposée à la direction du flux dans la boucle courte du second aimant (L_{S2}).

3. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les aimants (14, 15) sont disposés de façon que la direction du flux dans la boucle longue du premier aimant (L_{L1}) soit opposée à la direction du flux dans la boucle longue du second aimant (L_{L2}).

4. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les aimants (14, 15) sont disposés de façon que la direction du flux dans la boucle longue du premier aimant (L_{L1}) soit identique à la direction du flux 5 dans la boucle courte du second aimant (L_{S2}).

5. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les aimants (14, 15) sont disposés de façon que la direction du flux dans la boucle longue du second aimant (L_{L2}) soit identique à la direction du flux 10 dans la boucle courte du premier aimant (L_{S1}).

6. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les inductions magnétiques dans la boucle courte du premier aimant (L_{S1}) et dans la boucle longue du second aimant (L_{L2}) augmentent lorsque la largeur 15 du premier entrefer (86) diminue.

7. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les inductions magnétiques dans la boucle longue du premier aimant (L_{L1}) et dans la boucle courte du second aimant (L_{S2}) augmentent lorsque la largeur 20 du second entrefer (88) diminue.

8. Actionneur électromécanique selon la revendication 6, caractérisé en ce que les inductions magnétiques dans la boucle courte du second aimant (L_{S2}) et dans la boucle longue du premier aimant (L_{L1}) diminuent lorsque la largeur 25 du premier entrefer (86) diminue.

9. Actionneur électromécanique selon la revendication 7, caractérisé en ce que les inductions magnétiques dans la boucle courte du second aimant (L_{S2}) et dans la boucle longue du premier aimant (L_{L1}) diminuent lorsque la largeur 30 du second entrefer (88) diminue.

10. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les directions du flux des boucles longues des premier et second aimants (L_{L1} , L_{L2}) sont en opposition dans une partie (16) du corps.

35 11. Actionneur électromécanique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on peut exciter sélectivement la bobine (13) pour produire dans ladite partie (16) du corps un flux correspondant à une direction et à une induction ma-

gnétique désirées.

12. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier aimant (14) est placé à proximité de la première paroi (35) et le second aimant 5 (15) est placé à proximité de la seconde paroi (43).

13. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une surface située à un bord de l'armature (76), en position adjacente à la première paroi (35), vient en contact glissant avec le premier aimant (14).

10 14. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une surface située à un bord de l'armature (76), en position adjacente à la seconde paroi (43), vient en contact glissant avec le second aimant (15).

15 15. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que les boucles courtes des premier et second aimants (L_{S1} , I_{S2}) ne manifestent aucune interaction.

16. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'armature (76) demeure dans une 20 condition verrouillée lorsque la première surface (81) porte contre la première paroi (35), jusqu'à ce que la bobine (13) soit excitée de façon appropriée pour écarter l'armature par rapport à la première paroi (35).

17. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'armature (76) demeure dans une 25 condition verrouillée lorsque la seconde surface (82) porte contre la seconde paroi (43), jusqu'à ce que la bobine (13) soit excitée de façon appropriée pour écarter l'armature par rapport à la seconde paroi (43).

30 18. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un blindage diélectrique (74) qui est placé entre la bobine (13) et les aimants (14, 15) pour séparer les boucles courtes par rapport aux boucles longues.

35 19. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre au moins un ressort (91, 93) qui agit entre le corps (11) et le noyau mobile (12) et qui s'oppose, de façon équilibrée, aux forces

magnétiques qui sollicitent l'armature (76) vers une condition verrouillée, dans une plage de mouvement de fonctionnement.

20. Actionneur électromécanique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux ressorts (91, 93) disposés de façon à solliciter l'armature (76) vers une position centrale par rapport au corps (11), et ces ressorts s'opposent, de façon équilibrée, aux forces magnétiques qui sollicitent l'armature vers une condition verrouillée, dans une plage de mouvement de fonctionnement.

21. Actionneur électromécanique selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif de détection de position (95) qui est disposé fonctionnellement de façon à détecter la position réelle de l'armature (76) et à fournir l'équivalent électrique de cette position détectée.

22. Actionneur électromécanique selon la revendication 21, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un point de sommation (96) conçu de façon à recevoir un signal de consigne, ainsi que l'équivalent électrique de la position détectée, sous la forme d'un signal de réaction négative; et en ce que le signal que ce point de sommation applique à la bobine (13) est la somme algébrique du signal de consigne et du signal de réaction négative.

Fig. 1.

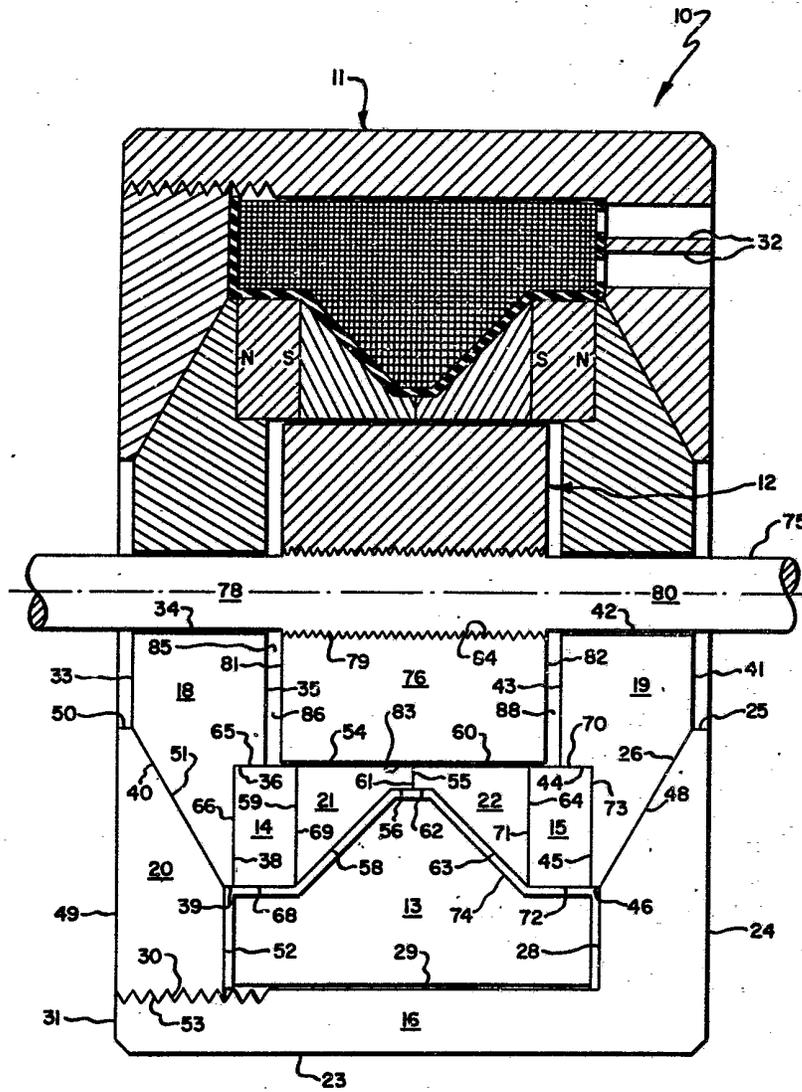


Fig. 5.

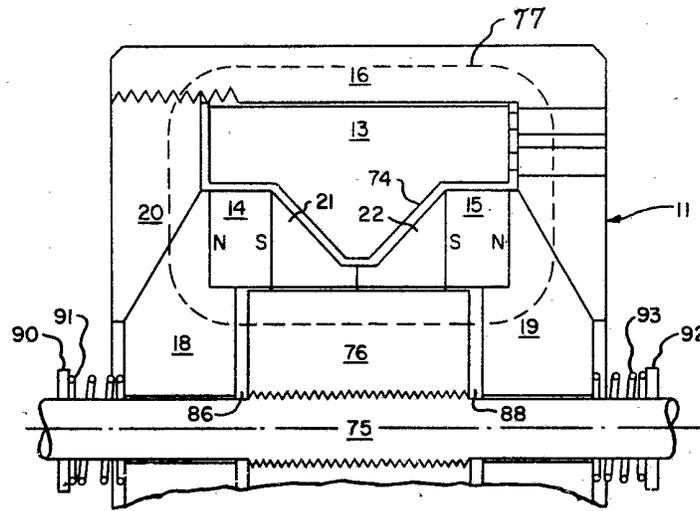


Fig. 6.

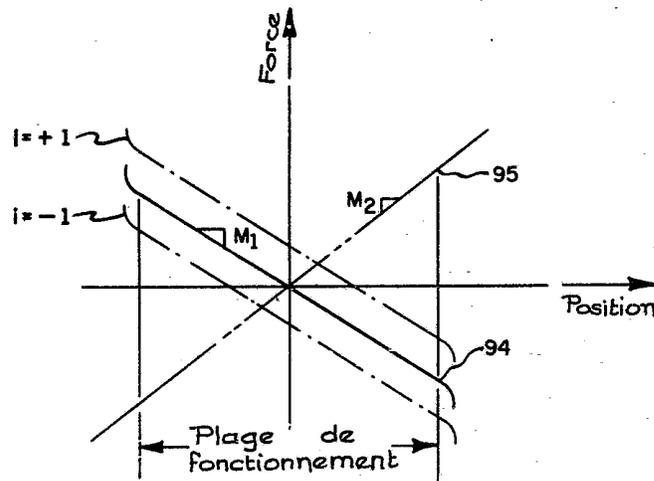


Fig. 7.

