

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 542 497

②1 N° d'enregistrement national :

84 02445

⑤1 Int Cl³ : H01 F 7/14.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17 février 1984.

③0 Priorité : US, 10 mars 1983, n° 473,888.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 14 septembre 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : THE SINGER COMPANY.
— US.

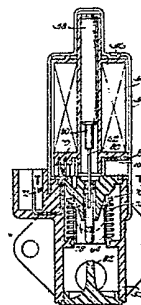
⑦2 Inventeur(s) : Alan L. Mumbower.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Lavoix.

⑤4 Dispositif de commande linéaire hybride.

⑤7 Ce dispositif de commande linéaire est hybride en ce sens que le mouvement de l'armature 18 est influencé par le champ d'aimants 66 et par le champ de la bobine 54 lorsque celle-ci est excitée par un courant continu. La bobine est fixée dans une carcasse ferromagnétique 50 et deux aimants permanents 66 sont fixés dans la carcasse, selon l'axe de la bobine. L'armature 58 possède une extrémité 60 de diamètre réduit qui est influencée par les aimants 66 lorsque la bobine 54 est désexcitée, et qui a pour effet que la force exercée sur l'armature reste à peu près uniforme sur toute la longueur de la course travaillante de l'armature. Ce dispositif de commande linéaire actionne un robinet à piston 64 qui est rappelé en position fermée par un ressort 74 et amené en position d'ouverture par rapport à un cône doseur 78 sous l'effet de l'application d'un courant continu à la bobine 54. L'intensité effective du courant détermine l'amplitude de l'ouverture du robinet.



FR 2 542 497 - A1

La présente invention se rapporte aux dispositifs de commande linéaires à courant continu. Il existe essentiellement deux types de dispositifs de commande linéaire, le type le plus courant étant un électro aimant à courant continu à enveloppe ferromagnétique, qui comprend un noyau ferromagnétique entouré d'une bobine fixe enfermée dans un boîtier ferromagnétique. Le noyau est attiré dans la bobine et il s'approche d'une butée ou pièce polaire fixe qui est engagée dans la lumière de la bobine en partant d'une extrémité de la bobine et, habituellement, il entre en contact avec cette butée ou pièce polaire. Lorsque la bobine est excitée, l'armature ou le noyau est attiré dans la bobine et effectue le travail désiré. La force exercée sur l'armature croît lorsque l'entrefer entre l'armature et la pièce polaire fixe décroît. Ces électro-aimants sont utiles lorsque la charge se déplace sur une distance ou course fixe mais ils sont moins avantageux lorsque la course doit être variable. Dans ce cas, l'électro-aimant ne peut pas être utilisé efficacement.

L'autre type de dispositif de commande linéaire à courant continu est qualifié de dispositif de commande linéaire à bobine mobile, il comprend un aimant fixé dans une carcasse ferromagnétique et un noyau ferromagnétique. Une bobine mobile est située entre l'aimant et le noyau et se déplace par rapport à l'aimant lorsque l'intensité passant dans la bobine varie. Le mouvement de la bobine a pour conséquence d'exiger des fils conducteurs très souples ou des balais pour connecter la bobine à une source de courant électrique continu. Ceci peut être coûteux et se traduit par des pertes mécaniques (ou une résistance au mouvement) qui affectent la réponse de la bobine. Pour obtenir une course longue, il est nécessaire d'utiliser des aimants de grande longueur et ces derniers sont coûteux. Le travail mécanique est accompli par le mouvement axial de la bobine et la masse de la bobine affecte la force de sortie et le temps de réponse, ce qui a pour résultat que certaines applications li-

mitent les dimensions physiques de la bobine et que ceci à son tour impose des limites à la dissipation de la chaleur et limite la capacité d'absorption de puissance de la bobine et du mécanisme. Toutefois, l'avantage de la bobine mobile consiste en ce qu'elle développe une force raisonnablement uniforme sur toute la longueur de la course de la bobine. Ceci est à opposer à l'accroissement rapide de la force qu'on rencontre dans le dispositif de commande du type à électro-aimant lorsqu'il approche de la pièce polaire fixe (c'est-à-dire lorsque l'entrefer décroît).

Le principal but de l'invention est de réaliser un dispositif de commande linéaire à courant continu qui réunisse les caractéristiques avantageuses d'un dispositif de commande linéaire à bobine mobile et celles d'un électro-aimant. Dans cette construction, des aimants permanents fixes augmentent le champ magnétique développé par une bobine fixe. Ceci se traduit par un dispositif de commande linéaire qui développe une force de sortie mécanique plus élevée (c'est-à-dire plus grande qu'un ensemble analogue ne comportant pas d'aimant permanent) et qui est essentiellement constante puisque le noyau ou l'armature se déplace dans les limites nominales.

La présente invention utilise une armature ou un noyau ayant un grand diamètre et un petit diamètre pour combiner efficacement les champs magnétiques de la bobine et les aimants permanents de manière à obtenir une force à peu près uniforme. Il va de soi que, si l'on ne désire pas une force uniforme, le mode de construction permet de modifier les diamètres, etc., pour adapter les caractéristiques de la force à chaque cas particulier considéré.

Un autre but de l'invention est de réaliser un dispositif de commande linéaire qui possède une courbe de force de sortie analogue à celle d'un dispositif de commande linéaire à bobine mobile mais qui possède une bobine fixe et une armature mobile, en éliminant ainsi les problèmes liés aux balais et aux fils conducteurs de connexion aboutissant à la bobine fixe.

tissant à une bobine mobile.

La présente invention présente l'avantage de permettre d'obtenir les caractéristiques de force avantageuses précitées tout en réduisant en même temps la longueur des aimants, en réduisant ainsi le coût des aimants.

La masse de la bobine selon l'invention n'affecte pas directement la force de sortie ni le temps de réponse, comme c'est le cas dans le dispositif de commande linéaire à bobine mobile. Un autre avantage de cette construction consiste en ce que, lorsque la bobine n'est pas excitée, il s'exerce une force sur l'armature lorsque cette dernière est tenue dans une position autre que sa position de repos.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre. Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple,

- la Fig. 1 est une coupe schématique d'un dispositif de commande linéaire selon l'invention ;

- la Fig. 2 est analogue à la Fig. 1 mais où l'armature a été amenée à une autre position ;

- la Fig. 3 est analogue aux Fig. 1 et 2 mais où maintenant, l'armature a été amenée à une position qui peut être considérée comme une position de repos ;

- la Fig. 4 est un graphique sur lequel la courbe inférieure représente la force qui agit sur l'armature ou le noyau dans les positions représentées sur les Fig. 1, 2 et 3 en l'absence de courant appliqué à la bobine, et la courbe supérieure représente la force exercée sur le noyau lorsque ce dernier passe de la position de la Fig. 1 à celle de la Fig. 2 alors qu'un courant est appliqué à la bobine ;

- la Fig. 5 est une représentation schématique d'une variante de construction ;

- la Fig. 6 est une représentation schématique d'une autre variante ;

- la Fig. 7 représente un appareil qui utilise le dispositif de commande linéaire ;

- la Fig. 8 est une coupe de l'appareil de la Fig. 7 prise selon la ligne 8-8.

Les Fig. 1, 2 et 3 peuvent être considérées de deux façons. Dans cette description, on considèrera tout d'abord chacune des figures dans le cas où la bobine n'est pas excitée, de sorte qu'on peut considérer uniquement les forces magnétiques développées par les aimants permanents. On examinera ensuite ce qui se produit lorsque la bobine est excitée.

Le dispositif de commande comprend une bobine 10 montée dans une carcasse ferromagnétique 12 en forme de godet et munie d'aimants permanents 14 montés à l'extrémité ouverte de la carcasse. Une armature ou un noyau ferromagnétique 16 d'un seul tenant est monté à coulissement dans l'axe de cet ensemble. L'armature 16 possède une partie de grand diamètre 18 qui présente un diamètre d et une petite partie saillante 20 qui présente un diamètre d' plus petit. Les aimants 14 sont orientés de manière que les lignes de force passent à travers l'entrefer X pour atteindre la protubérance 20 du noyau, puis à travers le noyau 18 pour atteindre la carcasse 12 à travers un entrefer X' puis revenir à l'ensemble magnétique 14 en passant par la carcasse 12, le tout comme représenté sur la Fig. 1. La fonction de la protubérance de petit diamètre 20, qui présente la dimension d' , consiste à atténuer ou à réduire à un minimum la variation subie par l'induction magnétique lorsque la distance entre la partie de grand diamètre 18 et les aimants permanents 14 croît. Lorsque la bobine n'est pas excitée et que le noyau est positionné comme représenté sur la Fig. 1, les lignes d'induction produisent une force mécanique dans la direction F'. Lorsque le noyau 16 passe de la position Y' représentée sur la Fig. 1 à la position X'' représentée sur la Fig. 2, la force mécanique varie comme on l'a représenté par la courbe inférieure de la Fig. 4, la valeur correspondant à la Fig. 1 ou valeur Y' étant désignée par Y'-1 et la valeur correspondant à la position de

la Fig. 2 étant désignée par $Y''-2$ sur la courbe inférieure.

Sur la Fig. 2, certaines lignes de force passent directement de la partie de grand diamètre 18 aux aimants 14 tandis que certaines des lignes de force passent par la partie de petit diamètre 20 pour atteindre les aimants 14. Il est évident que la force F' croît lorsqu'on passe de Y' à Y'' (ou de la position de la Fig. 1 à la position de la Fig. 2).

Si la bobine 10 reste désexcitée et si l'armature est libérée de toute résistance, cette armature passe à la position représentée sur la Fig. 3, qui est désignée par Y'' sur la Fig. 4. On peut voir que la force F' est tombée à zéro. Tout est en équilibre et l'ensemble est au repos.

Lorsque la bobine est excitée pour produire un champ magnétique qui renforce le champ magnétique des aimants permanents 14, la force mécanique résultante qui s'exerce sur le noyau (dans la direction F') croît. Par exemple, dans la position représentée sur la Fig. 1, la combinaison des champs magnétiques a pour effet que la force exercée sur le noyau croît comme représenté sur la courbe supérieure de la Fig. 4 et cette force est désignée par Y' . Il est évident que la force est considérablement augmentée. Lorsque le noyau 16 passe à la position de la Fig. 2, alors que la bobine 10 est encore excitée, la force suit la courbe supérieure (Fig. 4) pour passer de Y' à Y'' . On voit que la force est pratiquement constante, pourvu que la longueur et le diamètre du noyau, c'est-à-dire les dimensions d et d' , soient proportionnés de manière à combiner efficacement les champs magnétiques de la bobine 10 et des aimants permanents 14. On peut remarquer que la partie 20 de diamètre réduit du noyau peut être en forme, c'est-à-dire qu'elle peut être conique, en forme de cloche, etc., de manière à donner à la courbe de variation de la force une forme qui répond aux besoins particuliers d'une application donnée. Par exemple, si un mécanisme à ressort est prévu pour exercer une résistance sur le noyau ou pour

agir en antagonisme par rapport à la force F' , ce mécanisme à ressort possédant une caractéristique déterminée, la courbe peut être adaptée de manière à correspondre à peu près à cette caractéristique. Si la polarité de la bobine est inversée, le champ magnétique de la bobine est antagoniste au champ des aimants permanents et ceci réduit l'efficacité. L'inversion du champ magnétique de la bobine devrait donc être accompagnée d'une inversion du champ magnétique des aimants permanents, de façon que les deux champs continuent à se renforcer mutuellement.

On peut remarquer que les aimants permanents 14 ne doivent pas nécessairement couvrir un arc de 360° mais que la couverture d'un arc de moins de 360° peut avoir un certain effet sur les caractéristiques, ce qui peut demander d'autres modifications du dessin. Si, comme on peut le voir sur la Fig. 8, les aimants occupent moins de 360° , de manière à donner passage aux connexions aboutissant à la bobine, on peut placer des pièces polaires ferromagnétiques dans l'entrefer X (tel que l'entrefer X représenté sur la Fig. 1), pour appliquer un champ magnétique sur 360° , même si les aimants ne couvrent pas 360° . Ceci laisse libre un segment en forme de couronne pour donner passage aux connexions électriques aboutissant à la bobine.

La Fig. 5 montre une autre forme de réalisation qui s'est révélée efficace au laboratoire mais qui est moins avantageuse parce qu'elle est plus coûteuse. Ici, la bobine 30 est fixée à l'intérieur de la carcasse 12 avec une entretoise non magnétique 32 à l'extérieur de la bobine et un aimant 34 également à l'extérieur de la bobine. L'armature 36 continue à aller et venir dans le centre. Cette forme de réalisation a une caractéristique de force analogue à celle de la forme de réalisation préférée.

La forme de réalisation représentée sur la Fig. 6 présente une certaine ressemblance avec la forme de réalisation préférée représentée sur la Fig. 1 mais, ici, il y a des aimants 40, 42 à chacune des deux extrémités de la

bobine 44, dans la carcasse tubulaire 46. La forme du noyau ou de l'armature 48 est analogue à celle représentée dans la forme préférée de réalisation. On remarquera que les polarisations des aimants 40, 42 sont inverses l'une de l'autre, de sorte que les lignes de force ne butent pas les unes contre les autres et ne sont pas antagonistes. Cette construction possède également une courbe de force forte et raisonnablement plate mais elle présente évidemment un coût supérieur à celui de la forme de réalisation préférée.

Le dispositif de commande hybride élimine les pertes mécaniques résultant de la connexion d'une bobine mobile à une source de courant par des fils conducteurs ou des balais. Les aimants sont plus courts dans la direction axiale et ceci réduit considérablement le coût. La masse de la bobine n'affecte pas directement la force de sortie ni le temps de réponse comme dans les dispositifs à bobine mobile. Il est évident que la caractéristique de force est beaucoup plus uniforme que dans le cas des électro-aimants et qu'elle est égale ou supérieure à celle des dispositifs à bobine mobile. Finalement, un avantage distinct consiste en ce qu'il s'exerce une force sur l'armature même lorsque la bobine est désexcitée (si l'armature n'est pas dans son état de repos représenté sur la Fig. 3). Ceci présente une grande utilité dans de nombreuses applications. Cette construction présente une force de sortie mécanique élevée (supérieure à celle d'un ensemble analogue qui ne comprend pas d'aimant permanent) en raison de l'effet d'addition des forces de la bobine et du champ magnétique. Cette construction peut être utilisée en remplacement des dispositifs de commande à bobine mobile et elle peut être utilisée pour positionner un objet ou un organe de commande avec précision en fonction du courant appliqué ou de la largeur des impulsions de courant modulé. Les caractéristiques de force sont évidemment supérieures à celles de n'importe quel dispositif de la technique antérieure dans les

applications à course longue qui exigent une grande force mécanique sur toute la course. Finalement, étant donné que la masse mobile est fortement réduite, le temps de réponse est plus avantageux.

5 La Fig. 7 représente le dispositif de commande linéaire actionnant une soupape pneumatique. Le dispositif de commande est enfermé dans une enveloppe ferromagnétique 50 qui est assemblée au corps 52 de la soupape pneumatique. La bobine 54 est bobinée sur un corps de bobine 56 en matière plastique qui sert également de guide pour l'armature 10 58 laquelle présente une extrémité de petit diamètre 60 qui porte sur la tige non magnétique 62 de la soupape, qui est portée par un piston de robinet 64. Deux aimants 66 de forme générale semi-annulaire sont montés à l'intérieur de 15 l'enveloppe 50, espacés axialement de la bobine 54 et leurs extrémités très rapprochées sont séparées par l'entretoise 58 en matière plastique tandis que leurs autres extrémités sont suffisamment espacées pour donner passage aux connecteurs 70 qui relient la bobine 54 aux bornes 72. Un res- 20 sort 74 comprimé tend à appliquer le piston 64 sur le siège 76. Lorsque la bobine 54 est excitée, elle ouvre la soupape par rapport au cône de dosage 78. Les autres détails du fonctionnement de cette soupape ne sont pas critiques pour la présente invention.

25 On remarquera que des pièces polaires 80, 80 sont prévues pour amener le champ magnétique des aimants permanents 66 à plus grande proximité de l'armature 58 et pour couvrir 360°. Le mouvement du piston dans le sens de l'ouverture est limité par la butée 82. Si la butée 82 était 30 supprimée, le mouvement de l'armature serait limité par le ressort 74 puisque le mouvement en direction de la position de la Fig. 3, à partir de celle de la Fig. 2, implique une force décroissante et que le ressort finirait par neutraliser la force.

35 Un compensateur 84 en fer-Nickel est placé entre

les aimants 66 et la collerette du corps de bobine en matière plastique . Le compensateur magnétique 84 est réalisé en une seule pièce, avec des ouvertures pour le passage des connecteurs électriques 70 et pour l'entretoise 70 en matière plastique. Le compensateur 84 est en contact avec toute la surface interne des aimants permanents 66, de sorte qu'une certaine fraction du champ magnétique est dérivée à travers le compensateur. La fraction dérivée dépend principalement de la composition de la température de la matière (les propriétés magnétiques de la matière du compensateur varient avec la température). La fonction du compensateur 84 consiste à réduire à un minimum la variation de la force du dispositif de commande (dans la direction F') lorsque tout l'ensemble composé du dispositif de commande et du robinet pneumatique (Fig.7) est soumis à des températures ambiantes très chaudes ou froides. En l'absence d'une compensation, la force du dispositif de commande varie considérablement lorsque la température ambiante varie entre le froid et le chaud. Avec une compensation, la force mécanique décroît mais reste à peu près uniforme lorsque la température ambiante varie (à intensité constante dans la bobine). Cette compensation magnétique peut également s'appliquer aux formes de réalisation représentées sur les Fig. 5 et 6. En outre, le compensateur représenté sur la Fig.7 pourrait avoir été placé sur la surface externe des aimants (le long de la ligne 8-8) et il donnerait alors des résultats analogues.

Sur toutes les figures, on a représenté une paire d'aimants (par exemple les aimants 14 sur la Fig. 1). Ces aimants sont plus simples à aimanter que ne le serait un aimant annulaire. L'effet est le même.

L'invention a été décrite dans son application à un dispositif cylindrique. Le dispositif de commande peut avoir une carcasse ouverte ou une géométrie carrée, rectangulaire, etc., Toutefois, une telle variante de construction affectera les caractéristiques, ce qui peut exiger la prise en considération d'autres aspects de la construction.

R E V E N D I C A T I O N S

1 - Dispositif de commande caractérisé en ce qu'il comprend une carcasse ferromagnétique (12, 46, 50) ; une bobine électrique (10, 30, 44, 54) fixée dans cette carcasse, un aimant (14, 34, 40, 42, 66) fixé à la carcasse ;
5 et une armature ferromagnétique (18, 36, 48, 58) pouvant se déplacer axialement dans le champ magnétique de la bobine et de l'aimant, ladite armature étant d'une forme telle que la force exercée sur l'armature reste à peu près uniforme sur toute sa course.

10 2 - Dispositif de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aimant (14, 34, 40, 42, 66) exerce une force sur l'armature (18, 36, 48, 58) sur toute la longueur de la course de l'armature, le champ de la bobine s'ajoutant au champ de l'aimant.

3 - Dispositif de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que le milieu de l'axe de l'aimant (14, 34, 40, 42, 66) est espacé axialement du milieu de l'axe de la bobine (10, 30, 44, 54).

20 4 - Dispositif de commande selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'aimant (14, 66) est espacé axialement de la bobine (10, 54) et que l'armature (18, 58) possède une extrémité (20, 60) de diamètre réduit, qui est plus proche de l'aimant.

25 5 - Dispositif de commande selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un ressort (74) agissant sur l'armature (58) dans le sens antagoniste à celui de la force magnétique, et des moyens (62) qui sont positionnés par l'armature (58) en réponse à un courant continu appliqué à la bobine.

30 6 - Dispositif de commande caractérisé en ce qu'il comprend : une carcasse ferromagnétique (12, 50), une bobine électrique (10, 54) fixée dans la carcasse, deux aimants permanents (14, 66) fixés dans la carcasse, dans des positions espacées axialement du milieu de l'axe de la bo-

bine, et dont les pôles de même nom sont dirigés vers l'axe ;
et une armature ferromagnétique (18, 59) mobile dans la direction axiale de la bobine et des aimants, entre des limites fixes.

5 7 - Dispositif de commande selon la revendication
6, caractérisé en ce que l'extrémité (20, 60) de l'armature
(18, 58) qui est la plus proche des aimants (14, 66) est
d'une forme appropriée pour donner naissance à une force
magnétique agissant sur l'armature (lorsque la bobine est
10 désexcitée) qui est différente de celle qui serait engendrée
si l'armature possédait une section uniforme sur toute sa
longueur.

 8 - Dispositif de commande selon la revendication
6, caractérisé en ce que l'armature (18, 58) possède une
15 section uniforme sur la majeure partie de sa longueur et
une section réduite à son extrémité (20, 60) la plus proche
des aimants permanents (14, 66).

 9 - Dispositif de commande selon la revendication
6, caractérisé en ce que la section de l'armature (18, 58)
20 est réduite à son extrémité la plus proche des aimants (14,
66) et est d'une forme appropriée pour qu'il s'exerce une
force à peu près uniforme sur l'armature (18, 58) dans toutes
les positions axiales de l'armature pendant que la bobine
(10, 54) est excitée.

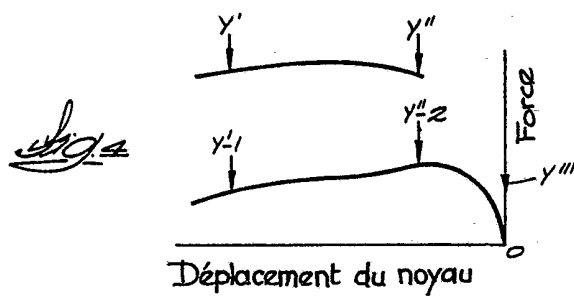
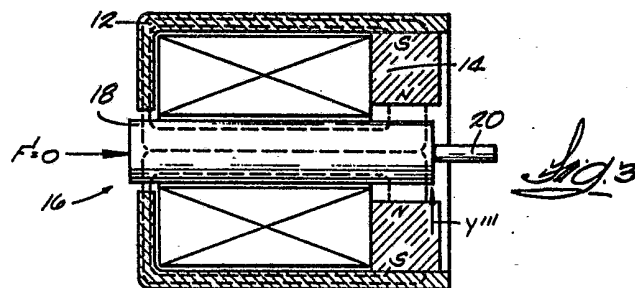
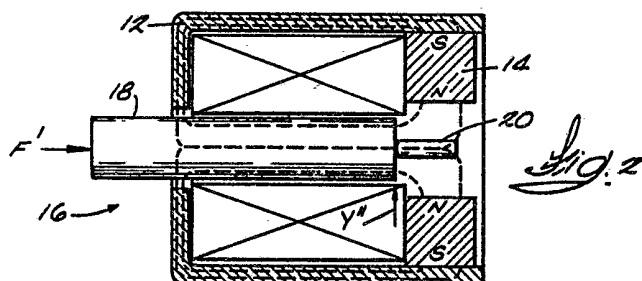
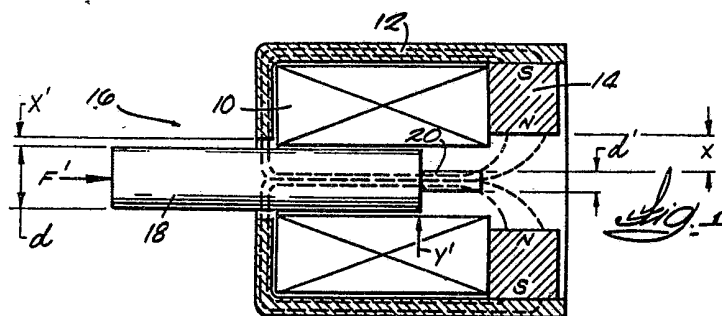
25 10 - Dispositif de commande selon la revendication
6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un compensa-
teur (84) qui est en contact avec les deux aimants permanents
(66) pour dériver une certaine fraction du champ magnétique
et rendre la force combinée exercée sur l'armature
30 (58) plus uniforme lorsque la température ambiante varie.

 11 - Dispositif de commande caractérisé en ce qu'il
comprend une enveloppe ferromagnétique (50), une bobine (54)
fixée dans l'enveloppe, deux aimants permanents (66) fixés
dans l'enveloppe, selon l'axe de la bobine et qui ménagent
35 entre eux une ouverture alignée sur l'ouverture centrale de
la bobine, les aimants (66) étant polarisés de manière que

des pôles de même nom des deux aimants soient dirigés vers l'axe et la bobine (54) étant adaptée pour être excitée par un courant continu de manière à développer un champ magnétique qui s'ajoute au champ des aimants permanents ;
5 une armature ferromagnétique (58) pouvant se déplacer axialement sur l'axe de la bobine et des aimants, la pointe (60) de l'armature (58) qui est la plus rapprochée des aimants étant réduite ; et des moyens élastiques (74) exerçant une action antagoniste au mouvement de l'armature
10 dans le sens dans lequel cette armature se déplace lorsque la bobine (54) est excitée.

12 - Dispositif de commande selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des pièces polaires semi-cylindriques (80) placées à l'intérieur des-
15 dits aimants (66), entre ces aimants et l'armature.

13 - Dispositif de commande selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un compensateur (84) qui est en contact avec les deux aimants permanents (66) pour dériver une certaine fraction du champ magnétique et rendre la force combinée agissant sur l'armature (58) plus uniforme lorsque la température ambiante
20 varie.



2/2

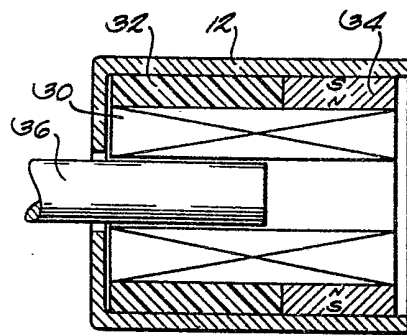


Fig. 5

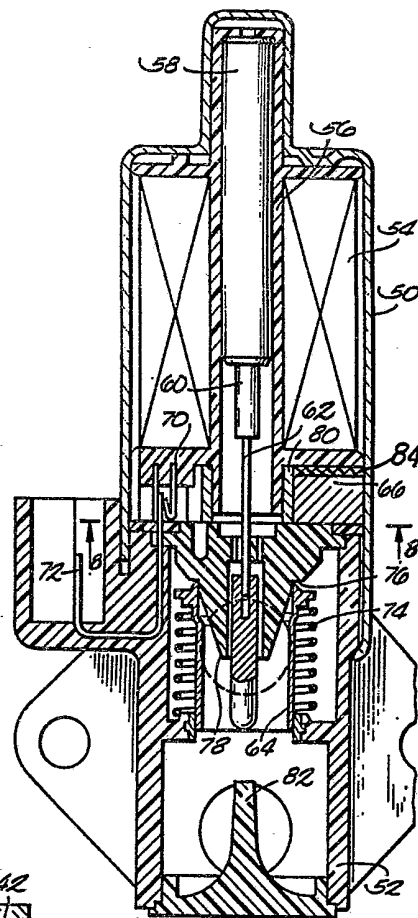


Fig. 7

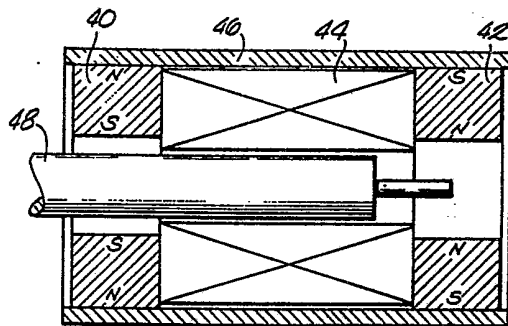


Fig. 6

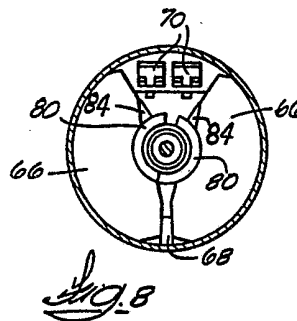


Fig. 8