

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

**2 503 314**

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 82 05673**

(54) Procédé pour compenser la force d'écoulement du fluide dans une soupape à tiroir plan et soupape utilisant ce procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). F 16 K 3/30, 3/02, 31/02.

(22) Date de dépôt..... 1<sup>er</sup> avril 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : RFA, 1<sup>er</sup> avril 1981, n° P 31 13 116.6.

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 8-10-1982.

(71) Déposant : Société dite : ROBERT BOSCH GMBH, résidant en RFA.

(72) Invention de : Dietmar Meier et Berthold Pfuhl.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

L'invention concerne un procédé pour compenser la force dynamique ou force d'écoulement du fluide de pression dans une soupape ou organe analogue dont le corps présente une cavité dans laquelle est guidé un tiroir plan mobile et dans lequel des douilles de distribution que le fluide de pression peut traverser et des orifices de distribution conjugués aux douilles et de même grandeur qu'elles se joignent dans une face de distribution, de sorte que des arêtes annulaires de distribution sur le tiroir coopèrent avec des arêtes annulaires de distribution conjuguées à elles sur le corps de soupape, les arêtes sur le tiroir et les arêtes sur le corps étant coaxiales à la position médiane du tiroir, la soupape comportant en outre des faces de déviation situées à un certain écartement des arêtes de distribution et destinées à dévier le courant de fluide de pression passant par les arêtes.

On connaît déjà un tel procédé par le livre "Fluid Power Control", de John F. Blackburn, Krauskopf-Verlag Allemagne 1962, page 191, figure 10.17, où des faces de déviation sont utilisées dans une soupape à tiroir plan avec des douilles de distribution et des orifices conjugués de même grandeur pour dévier le courant de fluide de pression passant par les arêtes de distribution dans le but d'obtenir une compensation de la force d'écoulement. Ce procédé a l'inconvénient qu'il demande des profils déflecteurs formés spécialement, qui sont disposés fixes dans le corps de soupape et qui traversent les orifices de distribution ménagés dans le tiroir. Ce procédé de compensation implique donc une dépense de construction relativement grande. Il peut également être un inconvénient pour le processus de compensation que le tiroir plan soit traversé par le courant de fluide à partir des deux côtés du tiroir. Encore un autre inconvénient est que le procédé est appliqué à une soupape dont le tiroir plan est mobile longitudinalement.

Par le brevet des Etats-Unis d'Amérique 2 875 782, en particulier figure 15, on connaît une soupape à tiroir plan où des douilles de distribution traversées par le fluide de pression et disposées dans le tiroir coopèrent avec des orifices de distribution de même grandeur dans le corps. Cette exécution est censée permettre une réalisation facile et précise des arêtes de distri-

bution. Les orifices de distribution ménagés dans le corps de soupape sont fermés vers l'extérieur par des bouchons disposés sur le côté du corps opposé à celui présentant les orifices (de raccordement) d'utilisation. Les bouchons de cette soupape servent donc 5 uniquement à fermer des orifices; il ne peut pas être déduit de ce document que les bouchons pourraient servir à compenser la force d'écoulement du fluide dans une soupape à tiroir plan. Cela ressort aussi de la trop grande distance des bouchons par rapport aux arêtes de distribution correspondantes. De plus, les douilles de 10 distribution possèdent encore toute leur épaisseur de paroi dans la région du plan de distribution, ce qui constitue également un obstacle à la compensation de la force d'écoulement. Le principal inconvénient est toutefois que les arêtes annulaires de distribution des douilles sont situées dans une face courbe et non pas dans 15 un plan.

Par le brevet allemand DE 2 160 490, on connaît aussi une vanne à tiroir plan qui est du type à deux étages. Bien que cette vanne avec son tiroir plan rotatif puisse satisfaire des exigences sévères, sa construction est trop onéreuse et trop volumineuse dans la pratique pour de nombreuses applications où les 20 exigences sont moins sévères, du fait qu'elle travaille avec un convertisseur électrohydraulique et un moteur de positionnement hydraulique.

On connaît encore, par la demande de brevet allemand 25 DE-OS 27 06 572, une servovanne à un étage et à tiroir plan, qui est à commande électromagnétique. L'inconvénient est que les forces d'écoulement agissant sur le tiroir ne sont pas équilibrées, de sorte que des variations de charge provoquent des changements de position du tiroir, dont la force de commande ou de pilotage reste 30 la même.

L'invention vise notamment à éviter les inconvénients décrits ci-dessus de l'état de la technique.

Selon l'invention, un procédé comme indiqué au début est essentiellement caractérisé en ce que l'on dispose les faces de 35 déviation parallèlement à la face de distribution formée par les arêtes de distribution et à un écartement tel des arêtes conjuguées à elles que les forces d'écoulement exercées par les courants de

fluide de pression sur le tiroir plan sont au moins à peu près compensées.

Ce procédé a notamment l'avantage qu'il rend une vanne de réglage à un étage et à tiroir plan apte à régler des débits de fluide relativement élevés et à des pertes de charge élevées, ce qui lui ouvre des domaines d'application où règnent des conditions qui ne sont plus maîtrisables par les soupapes de réglage monoétagées comparables connues. Le procédé de l'invention permet donc de fabriquer des soupapes à tiroir plan qui sont relativement compactes et simples et qui ont en plus un comportement stable en service.

Selon d'autres caractéristiques avantages du procédé de l'invention, le tiroir plan est traversé d'un côté seulement par le fluide de pression et la face de distribution et les faces de déviation sont planes.

Selon un mode de mise en oeuvre très avantageux du procédé de l'invention, on dispose les faces de déviation sur des bouchons placés - de préférence de façon réglable - dans des orifices de distribution ménagés dans le corps de soupape.

Une autre mise en oeuvre très avantageuse du procédé de l'invention concerne une vanne de réglage comportant une soupape à un étage à tiroir plan et une commande électromagnétique, dont l'armature est directement accouplée mécaniquement au tiroir, qui est caractérisée en ce que :

- 25 a) le tiroir plan est un tiroir rotatif
- b) la commande électromagnétique est une commande de rotation
- c) le tiroir et le corps de soupape présentent deux douilles de distribution et des orifices coaxiaux conjugués, ces orifices présentant des faces de déviation qui deviennent les courants de fluide de pression traversant les douilles, et l'écartement des faces de déviation par rapport aux arêtes de distribution des douilles étant choisi de telle manière que les forces d'écoulement exercées par les courants de fluide de pression sur le tiroir rotatif sont compensées
- 30 d) le tiroir rotatif est réalisé comme un tiroir plan pouvant être traversé d'un côté par le fluide de pression

d) les arêtes de distribution du tiroir sont situées dans un plan, auquel les faces de déviation planes sont parallèles.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description qui va suivre d'un 5 exemple de réalisation non limitatif, ainsi que des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe axiale d'une vanne de réglage comportant une soupape à tiroir plan par laquelle le procédé de l'invention peut être mis en oeuvre;

10 - la figure 2 est une coupe axiale simplifiée mais avec des détails supplémentaires d'une partie de la soupape de figure 1, avec le tiroir plan rotatif décalé par rapport à sa position médiane de figure 1; et

15 - la figure 3 est un graphique montrant la caractéristique d'une vanne fonctionnant selon le procédé de l'invention, comme celle de figure 1, et la caractéristique d'une vanne de réglage monoétagée comparable qui existe sur le marché.

Figure 1 représente une vanne de réglage 10 qui se compose essentiellement de la soupape à tiroir plan proprement dite, 20 désignée par 11, et d'une commande électromagnétique 12 fixée sur elle. La soupape 11 possède un corps 13 en trois parties, constituées essentiellement d'une partie de raccordement 14, d'une plaque intermédiaire 15 et d'une partie 16 formant couvercle. La plaque intermédiaire 15 renferme, avec les faces adjacentes de la partie 25 de raccordement 14 et du couvercle 16, une cavité à tiroir 17 qui est déchargée dans la bâche 18 (voir figure 2). Un tiroir plan 19 est monté rotatif par un arbre 21 et est guidé dans la cavité 17 par le corps 13. Le tiroir 19 contient une première 22 et une seconde douille de distribution 23. Ces douilles sont parallèles 30 à l'axe de l'arbre 21 donc perpendiculaires à un plan de distribution 24 s'étendant entre le tiroir 19 et le couvercle 16. Dans ce plan de distribution 24 sont situées les arêtes de distribution annulaires 25 (voir figure 2) des douilles 22, 23 et les arêtes de distribution annulaires 26 de deux orifices de distribution 27, 28 35 qui sont conjugués chacun à l'une des douilles 22, 23 et sont situés sur le même axe que la douille correspondante à la position neutre représentée figure 1 du tiroir plan 19. Le diamètre des

orifices 27, 28 est exactement égal au diamètre extérieur des douilles, de sorte que leurs arêtes de distribution respectives 25, 26 sont à recouvrement zéro c'est-à-dire sont situées exactement l'une en face de l'autre à la position neutre représentée. Les 5 deux orifices 27 et 28 sont situés dans le couvercle 16 et contiennent chacun un bouchon 29, 31 qui présente, du côté des arêtes de distribution 25, 26, une face de déviation plane 32 ou 33. Les douilles 22, 23 présentent en outre des évasements intérieurs conique 34 aux extrémités, de sorte que leurs arêtes de distribution 25 sont formées par des 10 parois effilées en pointe en section. La partie de raccordement 14 présente un canal 35 coaxial à la douille 22 et menant à un premier orifice d'utilisation 36, de même qu'un canal 37 coaxial à la douille 23 et menant à un second orifice d'utilisation 38. Le diamètre des canaux 35, 37 est plus petit que le diamètre extérieur des douilles 15 22, 23 correspondantes et ces canaux communiquent toujours et exclusivement avec l'intérieur des douilles 22, 23 correspondantes, même lorsque le tiroir 19 est décalé de sa position neutre représentée figure 1. Comme cela ressort plus clairement de la figure 2, les douilles de distribution 22, 23 délimitent dans la cavité à 20 tiroir 17 une chambre d'entrée 39, laquelle communique avec l'orifice d'entrée 41 dans lequel une pompe P refoule du fluide de pression. Les douilles 22 et 23 délimitent en outre une chambre de retour 42, laquelle est déchargée dans la bâche 18.

L'arbre 21 est fixé à la fois au tiroir plan 19 et 25 à une armature 43 dans la commande électromagnétique 12, si bien qu'un mouvement de rotation produit par l'excitation d'une bobine 44 de la commande 12 est transmis par l'armature 43 et l'arbre 21 au tiroir 19.

Pour la description suivante du procédé de compensation de la force d'écoulement du fluide, il y a lieu de se reporter plus particulièrement à la figure 2, laquelle montre le tiroir 19 de façon simplifiée et à une position décalée vers la droite par rapport à la figure 1. A cet effet, la commande de rotation 12 a déplacé le tiroir plan 19 en direction de la flèche 45 jusqu'à une 30 position de réglage déterminée. A la position représentée figure 2 du tiroir 19, le courant de fluide de pression venant de la pompe P pénètre de la chambre d'entrée 39 dans le premier orifice de 35

distribution 27 en passant entre les deux arêtes de distribution 25, 26 concernées; dans cet orifice, le courant de fluide est dévié par la face de déviation 32 vers l'intérieur de la première douille de distribution 22, à travers laquelle le courant est envoyé au premier 5 orifice d'utilisation 36. En même temps, le courant de fluide de pression qui revient du servomoteur constituant l'utilisateur et traverse le second orifice d'utilisation 38, puis la seconde douille de distribution 23, est dévié par la face de déviation 33 du second bouchon 31 pour passer ensuite entre les arêtes de distribution 25, 10 26 concernées dans la chambre de retour 42 puis dans la bâche 18. Ces courants de fluide de pression, par suite de changements de débit et de pression, exercent des forces d'impulsion ou d'écoulement, lesquelles peuvent également agir sur le tiroir plan 19. La figure 2 représente de façon simplifiée, sous forme d'une force F1, 15 la force d'écoulement exercée par le courant de fluide de pression qui traverse les arêtes de distribution 25, 26 côté entrée, tandis que la force exercée par le courant de fluide de pression renvoyé par la face de déviation 32 dans la première douille 22 est désignée par F2. Côté sortie, une force F3 est indiquée de façon analogue 20 pour le courant de fluide passant entre les arêtes 25 et 26, tandis qu'une force F4 est indiquée pour le courant dirigé vers la face de déviation 33. Des composantes des forces F1 et F3 s'opposent de façon connue au mouvement du tiroir 19 dans le sens de la flèche 45, tandis que des composantes des forces F2 et F4 agissent 25 dans le sens où le tiroir a été déplacé, c'est-à-dire en direction de la flèche 45. Les composantes de force agissant sur le tiroir 19 en tant que forces tendant à déplacer le tiroir sont déterminées essentiellement par trois facteurs. Leur grandeur dépend en premier lieu de la masse du courant de fluide de pression, laquelle est 30 cependant la même sur toutes les arêtes de distribution 25, 26. La grandeur des forces d'écoulement de fluide tendant à déplacer le tiroir dépend en second lieu de la vitesse d'écoulement des courants, donc de la section d'écoulement ouverte à chaque instant. Ces sections sont également fixées en chaque position du tiroir 19. 35 En troisième lieu, les forces d'écoulement de fluide tendant à déplacer le tiroir dépendent de l'angle sous lequel les courants de fluide de pression agissent sur le tiroir 19, c'est-à-dire des

angles 46 que forment les forces F1 à F4 avec le tiroir. Ces angles 46 dépendent essentiellement de l'écartement 47 de la face de déviation 32 ou 33 concernée par rapport au plan de distribution 24. Par le choix approprié de l'écartement 47 sur chaque bouchon 29 ou 31,

5 les angles 46 peuvent être ajustés de telle manière que les composantes des forces F1 et F2 agissant côté entrée sur le tiroir 19 s'annulent mutuellement et que, de façon analogue, les composantes des forces F3 et F4 agissant sur le tiroir 19 côté sortie s'annulent également. Une telle compensation des forces d'écoulement sur le

10 tiroir 19 peut être obtenue dans la vanne de réglage 10 avec un écartement 47 d'environ 1,4 mm. Ce procédé permet ainsi de façon simple de réaliser individuellement la compensation de la force d'écoulement sur chaque arête de distribution. Bien entendu, cette compensation peut être effectuée de manière qu'il subsiste une petite force

15 d'écoulement agissant dans le sens de la fermeture ou de l'ouverture de la vanne. Le diamètre intérieur des douilles de distribution 23, 22 est choisi de manière que le courant de fluide de pression qui les traverse ne soit pas étranglé excessivement et que la section d'écoulement ouverte entre les arêtes 25 et 26 soit déterminante

20 pour l'étranglement. D'un autre côté, le diamètre intérieur des douilles ne doit pas non plus être trop grand afin qu'il s'établisse encore une force F4 suffisante pour compenser la force F3 sur le tiroir 19. De plus, l'écartement 47 doit être relativement petit par rapport au diamètre intérieur des douilles 22, 23; de bons

25 résultats ont été obtenus avec un rapport d'environ 1:4.

La figure 3 est un diagramme où le débit Q est représenté en fonction de la différence de pression  $\Delta P$ . La caractéristique 48 représente le comportement d'une vanne de réglage se trouvant sur le marché, qui est également à un étage et comporte un tiroir plan rotatif. Comme le montre la caractéristique 48, lorsque le débit et la différence de pression  $\Delta P$  deviennent relativement importants, l'influence des forces d'écoulement sur le tiroir devient si grande que la caractéristique 48 s'écarte fortement d'une forme parabolique. Cette vanne connue ne travaille donc plus de manière stable dans ce domaine limite. Par contre, l'application du procédé selon l'invention permet de conférer à la vanne

de réglage 10 une caractéristique comme celle désignée par 49. Cette caractéristique 49 montre que, grâce à la compensation de la force d'écoulement de fluide sur le tiroir plan 19, la vanne 10 est également en mesure de maîtriser des débits relativement importants sous 5 des différences de pression élevées. La vanne de réglage 10 peut par conséquent travailler de façon stable dans une plage beaucoup plus grande et elle convient particulièrement pour une régulation de la position du tiroir plan.

Le procédé selon l'invention peut être mis en oeuvre 10 de façon particulièrement simple et avantageuse lorsque les orifices de distribution 27, 28 contiennent des bouchons par lesquels l'écartement de la face de déviation 32 respectivement 33 par rapport au plan de distribution peut être réglé individuellement.

Il est possible, en appliquant le procédé de l'invention, de réaliser une soupape à tiroir plan à un étage qui est 15 particulièrement avantageuse lorsque le tiroir est un tiroir rotatif actionné directement par une commande électromagnétique et lorsque le tiroir est seulement traversé d'un côté par le fluide de pression. Il est également avantageux dans ce cas que l'arête 20 de distribution de chaque douille se trouve dans une face de distribution plane, à laquelle la face de déviation correspondante est parallèle.

Il va de soi que des modifications au procédé et à 25 la soupape utilisant ce procédé sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, le procédé est applicable aussi à un tiroir plan mobile longitudinalement, auquel cas il est possible notamment d'utiliser un électro-aimant proportionnel (dont la course de l'armature est proportionnelle à une grandeur d'excitation). Le procédé n'est pas davantage limité à une vanne ou un 30 organe analogue comportant deux douilles de distribution; il est possible de prévoir un plus grand nombre de douilles. Les faces de déviation peuvent être disposées fixes ou réglables dans le corps de soupape ou dans l'organe mobile de la soupape. Une combinaison d'une face de distribution plane et d'une face de déviation courbe 35 ou inversement n'est pas non plus exclue.

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

1 - Procédé pour compenser la force dynamique ou force d'écoulement du fluide de pression dans une soupape ou organe analogue dont le corps présente une cavité dans laquelle est guidé un tiroir plan mobile et dans lequel des douilles de distribution que le fluide de pression peut traverser et des orifices de distribution conjugués aux douilles et de même grandeur qu'elles se joignent dans dans une face de distribution, de sorte que des arêtes annulaires de distribution sur le tiroir coopèrent avec des arêtes annulaires de distribution conjuguées à elles sur le corps de soupape, les arêtes sur le tiroir et les arêtes sur le corps étant coaxiales à la position médiane du tiroir, la soupape comportant en outre des faces de déviation situées à un certain écartement des arêtes de distribution et destinées à dévier le courant de fluide de pression passant par les arêtes, caractérisé en ce que l'on dispose les faces de déviation (32, 33) parallèlement à la face de distribution (24) formée par les arêtes de distribution (25, 26) et à un écartement tel des arêtes conjuguées à elles que les forces d'écoulement exercées par les courants de fluide de pression sur le tiroir plan (19) sont au moins à peu près compensées.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tiroir plan (19) est traversé d'un côté seulement par le fluide de pression.

3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la face de distribution (24) et les faces de déviation (32, 33) sont planes.

4 - Soupape à tiroir plan, dont le corps présente une cavité dans laquelle est guidé un tiroir plan mobile présentant au moins deux douilles de distribution que le fluide de pression peut traverser et dont les arêtes de distribution coopèrent avec des arêtes de distribution correspondantes sur des orifices ménagés dans le corps de soupape, ces orifices étant coaxiaux aux douilles à la position médiane du tiroir, les tronçons des orifices situés d'un côté du tiroir servant d'orifices de raccordement pour un

servomoteur et les tronçons situés de l'autre côté du tiroir recevant des bouchons qui devient les courants de fluide de pression, les faces de déviation sur les bouchons étant situées à un certain écartement des arêtes de distribution, caractérisée en ce que les bouchons (29, 31) sont utilisés pour ajuster les écartements (47) à une grandeur où les forces d'écoulement de fluide exercées sur le tiroir plan (19) par les courants de fluide de pression sont compensées.

5 - Vanne de réglage à un étage comportant une soupape  
10 à tiroir plan et une commande électromagnétique, dont l'armature est directement accouplée mécaniquement au tiroir, caractérisée en ce que :

- a) le tiroir plan est un tiroir rotatif (19)
- b) la commande électromagnétique est une commande de rotation (12)
- 15 c) le tiroir (19) et le corps de soupape (13) présentent deux douilles de distribution (22, 23) et des orifices (27, 28) coaxiaux conjugués, ces orifices présentant des faces de déviation (32, 33) qui devient les courants de fluide de pression traversant les douilles (22, 23), et l'écartement (47) des faces de déviation par rapport aux arêtes de distribution (25) des douilles étant choisi de telle manière que les forces d'écoulement exercées par les courants de fluide de pression sur le tiroir rotatif (19) sont compensées
- d) le tiroir rotatif (19) est réalisé comme un tiroir plan pouvant être traversé d'un côté par le fluide de pression
- 25 e) les arêtes de distribution (25) du tiroir (19) sont situées dans un plan, auquel les faces de déviation planes (32, 33) sont parallèles.

6 - Vanne de réglage selon la revendication 5, caractérisée en ce que les douilles de distribution (22, 23) présentent des évasements intérieurs coniques (34) pour définir les arêtes de distribution (25).

7 - Vanne de réglage selon la revendication 5, caractérisée en ce que le diamètre intérieur de la douille de distribution (22, 23) est choisie de telle manière que, d'une part, au débit nominal, il se produit un faible étranglement du courant

de fluide de pression dans la douille (22, 23), par rapport à la section d'écoulement ouverte et que, d'autre part, le courant de fluide de pression traversant la douille exerce sur le tiroir plan une force d'écoulement suffisante pour la compensation de la force d'écoulement.

5           8 - Vanne de réglage selon la revendication 7, caractérisée en ce que le rapport entre l'écartement (47) et le diamètre intérieur de la douille de distribution (22, 23) est de préférence de l'ordre de 1:4.

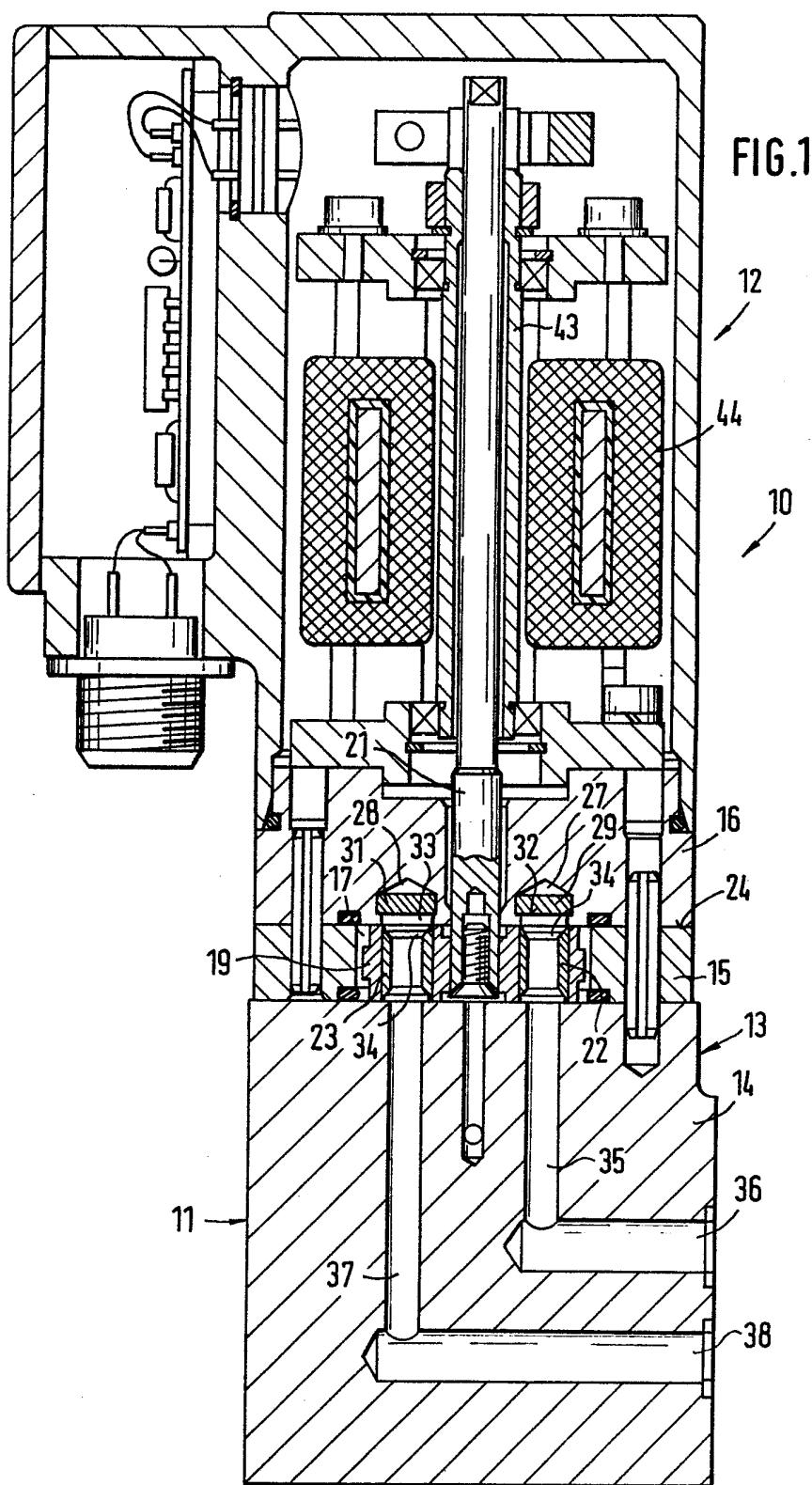


FIG.2

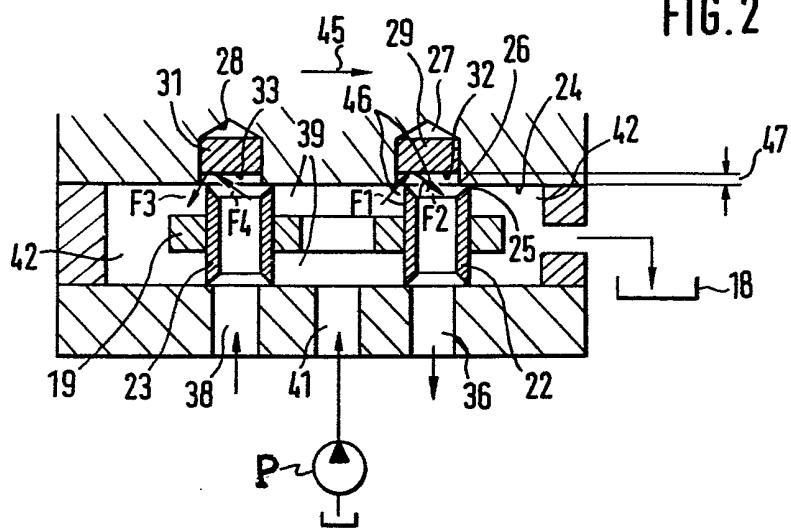


FIG.3

