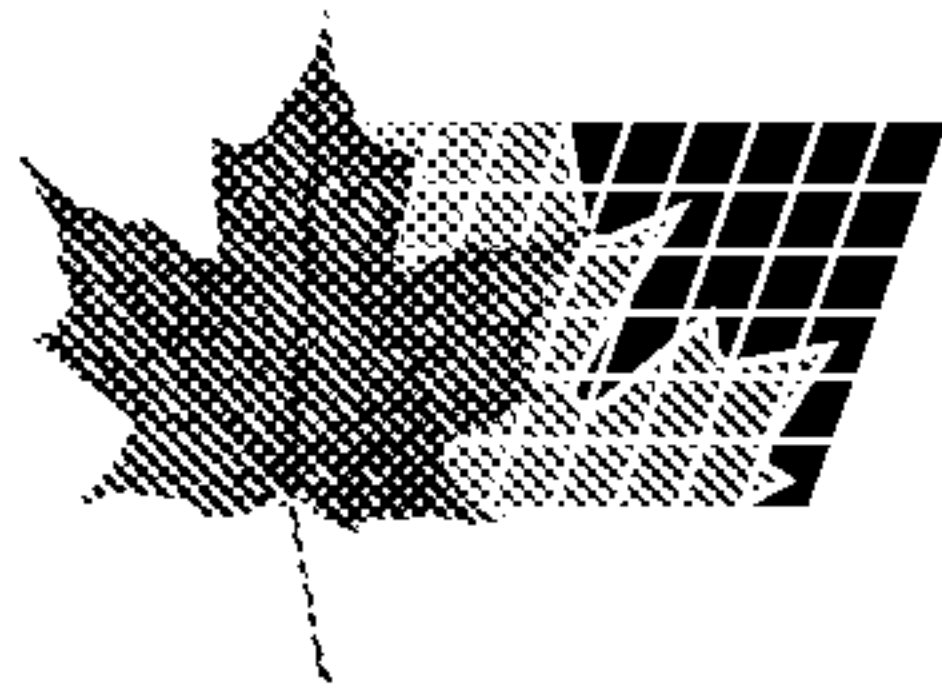




(72) FABRE, Christian, FR

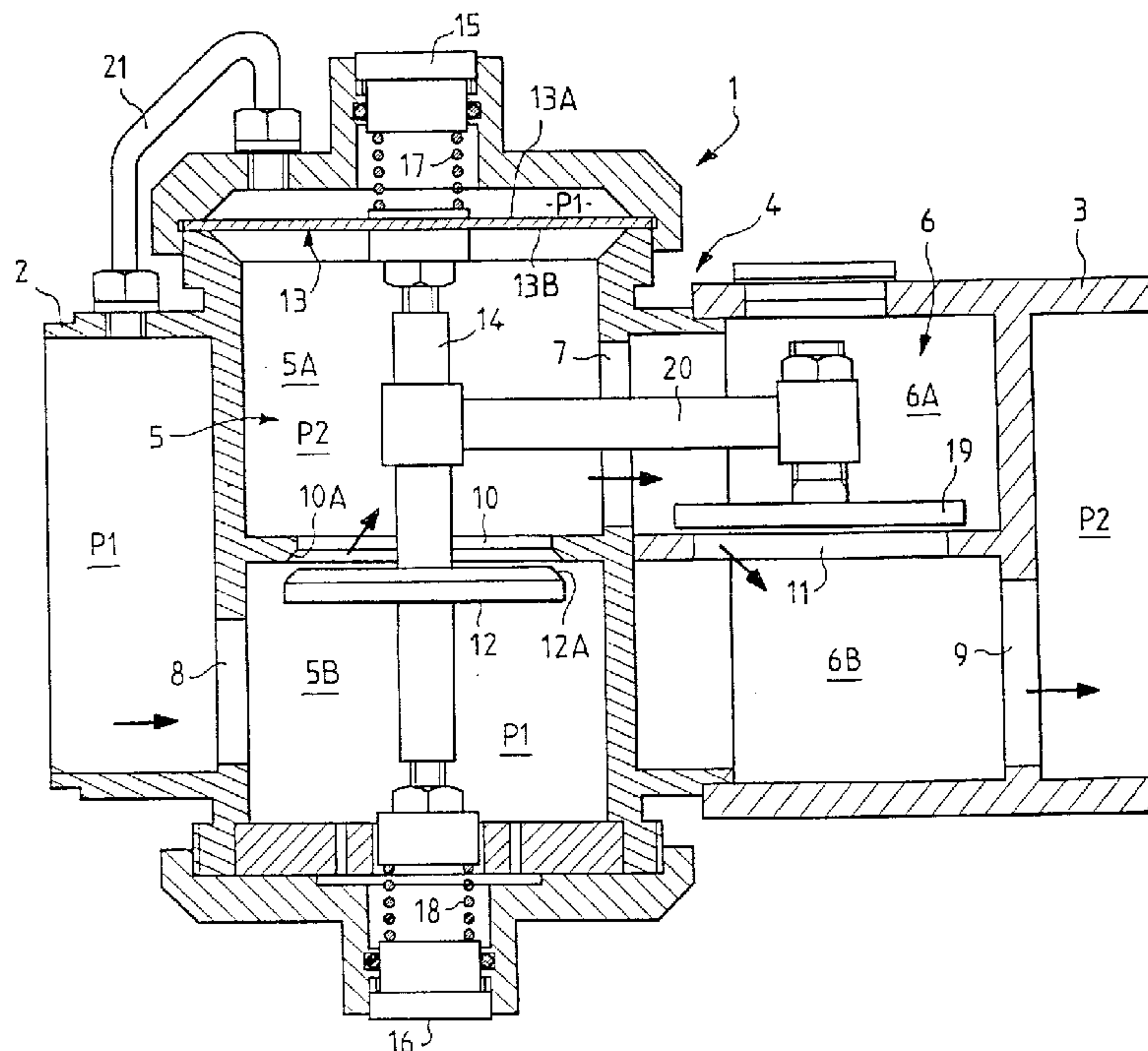
(71) AÉROSPATIALE SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE, FR

(51) Int.Cl.⁶ G05D 7/00, F16K 17/22

(30) 1998/06/19 (98 07741) FR

(54) **DISPOSITIF AUTONOME DE LIMITATION DU DEBIT D'UN
FLUIDE DANS UNE CANALISATION ET CIRCUIT DE
CARBURANT POUR AERONEF COMPORTANT UN TEL
DISPOSITIF**

(54) **INDEPENDENT FLUID FLOW LIMITATION DEVICE FOR USE
IN A DUCT, AND AIRCRAFT FUEL SYSTEM COMPRISING
SUCH A DEVICE**



(57) La présente invention concerne un dispositif autonome de limitation du débit d'un fluide dans une canalisation, le débit dudit fluide dépendant de la section de passage dudit fluide dans ladite canalisation et de la différence des pressions amont et aval, relativement à ladite section de passage, dans le sens d'écoulement dudit fluide. Selon l'invention, ce dispositif comprend : des moyens de réglage (12, 19) de ladite section de passage (S), des moyens déformables (13), reliés rigidement auxdits moyens de réglage (12, 19) et soumis, d'un côté, à ladite pression amont (P1) et, de l'autre côté, à ladite pression aval (P2), et des moyens (15, 16; 17, 18) aptes à définir, pour une différence prédéterminée desdites pressions amont et aval, une position d'équilibre pour lesdits moyens de réglage (12, 19) et lesdits moyens déformables (13).

ABRÉGÉ

La présente invention concerne un dispositif autonome de limitation du débit
5 d'un fluide dans une canalisation, le débit dudit fluide dépendant de la section
de passage dudit fluide dans ladite canalisation et de la différence des
pressions amont et aval, relativement à ladite section de passage, dans le sens
d'écoulement dudit fluide. Selon l'invention, ce dispositif comprend : des
moyens de réglage (12, 19) de ladit^e section de passage (S), des moyens
10 déformables (13), reliées rigidement auxdits moyens de réglage (12, 19) et
soumis, d'un côté, à ladite pression amont (P1) et, de l'autre côté, à ladite
pression aval (P2), et des moyens (15, 16: 17, 18) aptes à définir, pour une
différence prédéterminée desdites pressions amont et aval, une position
d'équilibre pour lesdits moyens de réglage (12, 19) et lesdits moyens
15 déformables (13).

Figure 1.

TITRE: DISPOSITIF AUTONOME DE LIMITATION DU DÉBIT D'UN
FLUIDE DANS UNE CANALISATION ET CIRCUIT DE CARBURANT
POUR AÉRONEF COMPORTANT UN TEL DISPOSITIF

La présente invention concerne un dispositif autonome de limitation du débit d'un fluide dans une canalisation, ainsi qu'un circuit de carburant pour aéronef comportant un tel dispositif.

Il est souvent utile, dans de nombreuses applications, lorsque l'on est en présence d'un fluide circulant dans une canalisation, de pouvoir limiter le débit de ce fluide à une valeur préétablie.

On connaît des dispositifs permettant de limiter le débit d'un fluide, mais tous ne peuvent pas être indifféremment utilisés avec des gaz et des liquides. En outre, de tels dispositifs connus fonctionnent suivant l'un ou l'autre des modes suivants :

- soit en mode contrôlé, nécessitant alors au moins un organe de mesure d'une grandeur physique (tension ou courant issu d'un débitmètre, pression, notamment) qui, associé via une boucle de régulation, permet la commande d'un organe régulateur (vanne obturatrice par exemple),
- soit en mode non contrôlé, dans lequel cas la limitation du débit est assurée par le dimensionnement d'organes restrictifs placés directement dans la canalisation (diaphragme, tuyère, notamment), éventuellement associés à des dispositifs détendeurs.

Dans le cas du mode contrôlé, le fonctionnement n'est pas autonome et reste tributaire d'organes de mesure d'une grandeur physique et de régulation, associés à une logique adaptée et à une source d'énergie extérieure.

En mode non contrôlé, le fonctionnement demeure dépendant de paramètres susceptibles d'évoluer, comme la pression en amont du dispositif, par exemple, et le débit ne peut être limité que pour une pression maximale amont bien définie.

Ainsi, tous les dispositifs connus ne peuvent pas s'affranchir à la fois de la nature du fluide (gazeux ou liquide), de valeurs connues des niveaux de pression, ou d'une alimentation en énergie pour alimenter les organes de limitation de débit (obturateur ou vanne par exemple).

5 Quoique non exclusivement, la présente invention est plus particulièrement appropriée pour la limitation du débit de carburant fourni par un aéronef au(x) moteur(s) de celui-ci, afin d'éviter le phénomène d'embarquement de poussée ou "sur-poussée" (également connu sous le nom de "overthrust") susceptible de se produire en cas de dysfonctionnement
10 des systèmes de régulation du débit de carburant. Ce phénomène, pouvant apparaître pendant les phases les plus délicates de vol, en particulier à l'atterrissage (approche finale et arrondi notamment), peut conduire à une situation dangereuse, la limite de contrôlabilité de l'appareil pouvant être atteinte.

15 La présente invention a pour but d'éviter ces inconvénients.

A cet effet, le dispositif autonome de limitation du débit d'un fluide dans une canalisation, le débit dudit fluide dépendant de la section de passage dudit fluide dans ladite canalisation et de la différence des pressions amont et aval, relativement à ladite section de passage, dans le
20 sens d'écoulement dudit fluide, est remarquable, selon l'invention, en ce qu'il comprend :

- des moyens de réglage de ladite section de passage,
- des moyens déformables, reliés rigidement auxdits moyens de réglage et soumis, d'un côté, à ladite pression amont et, de l'autre côté, à la
25 dite pression aval, et
- des moyens aptes à définir, pour une différence prédéterminée desdites pressions amont et aval, une position d'équilibre pour lesdits moyens de réglage et lesdits moyens déformables,

une variation de la différence desdites pressions amont et aval entraînant une déformation desdits moyens déformables et un déplacement concomitant desdits moyens de réglage pour ramener la différence desdites pressions amont et aval à celle correspondant à ladite position d'équilibre.

5 Ainsi, le dispositif selon l'invention est totalement autonome sans aucun apport d'énergie extérieur, il est utilisable quelle que soit la nature du fluide circulant dans la canalisation sur laquelle il est monté, et sa mise en oeuvre ne dépend que de la valeur, imposée, de la différence des pressions amont et aval, laquelle est maintenue constante entre l'amont et
10 l'aval d'une section de passage bien définie.

De préférence, les moyens de réglage de ladite section de passage comprennent, dans une première chambre d'un boîtier subdivisée en deux parties de chambre reliées entre elles par un premier orifice, un clapet dont la surface tronconique présente une configuration adaptée à la
15 surface en regard du bord dudit orifice, et lesdits moyens déformables sont constitués par une membrane souple, ancrée à la surface interne dudit boîtier et reliée audit clapet tronconique par une tige rigide.

Avantageusement, un conduit de dérivation, relié à une partie d'extrémité de raccord amont dudit boîtier, permet de soumettre une
20 première face de ladite membrane à ladite pression amont, la seconde face de ladite membrane étant soumise à ladite pression aval régnant dans ladite partie de chambre comprise entre ledit clapet tronconique et ladite membrane.

Par ailleurs, lesdits moyens aptes à définir ladite position d'équilibre comprennent au moins un ensemble vis-ressort précontraint destiné à
25 agir sur ledit ensemble membrane - clapet tronconique - tige.

Selon une autre caractéristique de l'invention, lesdits moyens de réglage comprennent, dans une seconde chambre dudit boîtier, reliée à ladite première chambre et subdivisée en deux parties de chambre reliées

entre elles par un second orifice, un clapet plan, en regard dudit second orifice, qui est relié rigidement, par l'intermédiaire d'une tige de liaison et de ladite tige, audit clapet conique.

5 La présente invention concerne également un circuit de carburant pour aéronef, présentant, au niveau d'une aile de ce dernier, un réservoir de carburant et une canalisation menant à un moteur, remarquable en ce qu'il comporte un dispositif tel que défini précédemment, monté sur ladite canalisation.

10 Par ailleurs, dans le circuit de carburant pour aéronef, dans lequel des pompes de gavage ou de suralimentation alimentent ladite canalisation en carburant, cette dernière présentant une vanne d'isolation basse pression, le dispositif selon l'invention peut être monté en amont de ladite vanne d'isolation, relativement au sens d'écoulement du carburant vers le moteur, ou au niveau du mât dudit moteur et, donc, immédiatement en
15 aval de la vanne d'isolation.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

20 La figure 1 est une coupe transversale schématique d'un exemple de réalisation du dispositif de limitation du débit d'un fluide dans une canalisation.

La figure 2 illustre schématiquement, en vue de dessus, une partie du circuit de carburant d'un aéronef, montrant le(s) emplacement(s) possible(s) du dispositif selon l'invention.

25 La figure 3 est une vue en perspective schématique reprenant les éléments essentiels du circuit de la figure 2.

La figure 4 illustre le fonctionnement du dispositif selon l'invention de la figure 1.

La figure 5 montre un détail agrandi de la figure 4.

En regard de la figure 1, le dispositif 1 de limitation du débit d'un fluide est destiné à être installé dans une canalisation (non représentée sur la figure 1) par l'intermédiaire de deux parties d'extrémité de raccord 2, 3 respectivement amont et aval, relativement au sens d'écoulement du fluide indiqué par les flèches sur la figure 1, faisant partie d'un boîtier 4 dans lequel sont prévues des première et seconde chambres 5, 6 respectivement, reliées entre elles par un orifice 7, et aux parties d'extrémité de raccord 2, 3, par des orifices 8, 9, respectivement.

La première chambre 5 est elle-même subdivisée en deux parties de chambre 5A, 5B, respectivement supérieure et inférieure, reliées par un orifice 10, de même que la seconde chambre 6 dont les parties supérieure 6A et inférieure 6B sont reliées par un orifice 11.

Par ailleurs, le dispositif 1 comporte, dans la partie de chambre 5B, un clapet ou obturateur 12 dont la surface tronconique supérieure 12A présente une configuration correspondant à la surface inférieure 10A du bord de l'orifice 10 (cet obturateur 12 sera désigné ci-après comme clapet conique). Le clapet conique 12 est relié à une membrane souple 13 (ancrée à la surface interne du boîtier 4) par l'intermédiaire d'une tige rigide 14, elle-même reliée à deux vis respectivement supérieure 15 et inférieure 16, soumises, chacune, à l'action d'un ressort de compression 17, 18. Comme on le verra plus en détail par la suite, en regard de la figure 4, le clapet conique 12 permet d'augmenter ou de réduire la section de passage de l'orifice amont d'alimentation, ce qui a pour effet de modifier la pression aval P2.

En outre, le dispositif 1 comporte, dans la partie de chambre 6A, le clapet plan 19 (dénommé également ci-après, clapet à fond plat), en regard de l'orifice 11, qui est relié rigidement, par l'intermédiaire d'une tige de liaison 20 et de la tige 14, au clapet conique 12, l'ouverture de

l'un entraînant la fermeture de l'autre, et inversement, comme on le verra également plus en détail par la suite.

A l'aide du conduit de dérivation 21 relié à la partie d'extrémité de raccord amont 2, la membrane 13 est soumise, sur sa face supérieure 13A, à la pression amont P1. La face inférieure 13B de la membrane 13, quant à elle, est soumise à la pression aval P2 régnant dans la partie de chambre 5A.

Le clapet conique 12, la tige 14 et la membrane 13 constituent un ensemble soumis, suivant les surfaces considérées et de façon explicitée ci-après, aux pressions P1 et P2, ainsi qu'aux efforts (R1 et R2) engendrés, respectivement, par les ressorts 17 et 18, efforts pouvant être réglés à l'aide des vis respectives 15 et 16.

Le dispositif selon l'invention comprend donc essentiellement un clapet conique 12 permettant de réduire ou d'agrandir une section de passage de fluide, ce qui entraîne une modification plus ou moins importante de la pression en aval du dispositif. Ce clapet 12 est relié à une membrane 13, sur laquelle agissent de part et d'autre, respectivement, les pressions amont P1 et aval P2.

A la position d'équilibre (membrane horizontale), correspond un différentiel ou différence de pressions amont-aval $\Delta P = P1 - P2$ réglable (ressorts précontraints 17, 18), et la position (réglable également) du clapet 12 par rapport à son siège 10A est alors telle que la section de passage résultante, associée au ΔP , conditionne le débit maximal.

Toute baisse de pression aval P2 (qui traduit une augmentation du débit demandée par le moteur) entraîne une rupture de l'équilibre et l'ouverture du clapet 12 pour augmenter la section de passage et, ainsi, rétablir la pression P2. L'ouverture du clapet 12 entraîne la fermeture du clapet 19, ce qui a pour conséquence de limiter le débit pendant cette phase de retour à l'équilibre.

De façon semblable, toute augmentation de pression aval P2 entraîne le phénomène inverse.

Le dispositif fonctionne quel que soit le niveau de pression amont P1 (sous réserve d'un bon dimensionnement mécanique) et n'est pas affecté par la diminution ou l'augmentation (éventuelle) de cette pression en cours de fonctionnement.

Seule la différence de pressions amont-aval $\Delta P = P1 - P2$ doit être prise en compte.

On notera de plus que le dispositif selon l'invention, utilisable que le fluide soit un gaz ou un liquide, est un dispositif limiteur de débit, monté directement sur une canalisation véhiculant un fluide et fonctionnant de façon totalement autonome, sans aucun apport d'énergie extérieur.

La figure 2 illustre schématiquement, en vue de dessus, une partie du circuit de carburant d'un aéronef, au niveau d'une aile 100 de ce dernier, laquelle présente un réservoir de carburant 101, comportant une cellule collectrice 102, et une canalisation 103 montrée menant à un moteur 104.

Des pompes de gavage ou de suralimentation 105, 106, 107 alimentent la canalisation 103 en carburant, cette dernière présentant également, comme on le voit mieux sur la figure 3, une vanne d'isolation basse pression 110. Comme montré sur les figures 2 et 3, le dispositif 1 selon l'invention, dans cette application particulière à l'alimentation en carburant d'un moteur d'aéronef, peut être monté en amont de la vanne d'isolation 110, relativement au sens d'écoulement du carburant indiqué par les flèches sur la figure 3 vers le moteur 104, ou au niveau du mât 111 du moteur 104 immédiatement en aval de la vanne d'isolation 110, ce qui peut être préféré pour des raisons de facilité de maintenance.

La bonne compréhension du fonctionnement du dispositif nécessite la mise en équilibre mécanique de l'ensemble : obturateur, tige et membrane, explicitée ci-après en regard des figures 4 et 5.

La projection des efforts sur l'axe Y-Y fournit la relation :

$$5 \quad P1.S1 + R1 + P2.S3 + P1.S4.\cos(45) + P1.S6 = P2.S2 + P1.S5 + P1.S7 + R2$$

$$\text{soit } P1.(S1 + S4.\cos(45) + S6 - S5 - S7) - P2.(S2 - S3) = R2 - R1$$

S1-S7 désignant les surfaces correspondantes, indiquées sur la figure 4.

$$\text{En posant : } K1 = S1 + S4.\cos(45) + S6 - S5 - S7$$

$$K2 = S2 - S3,$$

10 K1 et K2 étant des constantes,

$$\text{on obtient : } K1.P1 - K2.P2 = R2 - R1.$$

Par construction, et dans le cas de dimensionnement donné ici à titre d'exemple,

$$K1 = K2 = K$$

$$15 \quad \text{soit } K(P1 - P2) = R2 - R1$$

En réglant, avec les vis 15, 16, les efforts R1 et R2 engendrés par les ressorts 17 et 18, on peut donc imposer un différentiel de pression $\Delta P = P1 - P2$.

20 L'obturateur 12 est en équilibre lorsque ce différentiel de pression est exactement respecté.

La position de l'obturateur 12 par rapport à son siège 10A (cote H) est réglée (système vis-écrou) de façon que la section de passage soit telle que, avec le différentiel de pression considéré (P1-P2), le débit ne puisse pas dépasser une valeur donnée.

25 De même, le clapet à fond plat 19 est positionné (cote H1, système vis-écrou également) pour que la section de passage soit identique à celle indiquée ci-dessus. Dans le fonctionnement "à l'équilibre", cette surface ne participe pas à la limitation du débit.

A la position d'équilibre, le débit atteint la valeur maximale souhaitée, le différentiel de pression étant imposé.

Si la pression aval P_2 diminue, suite à une augmentation de la demande de carburant par le moteur (due par exemple à un phénomène d'embarquement), le débit instantané tend à augmenter puisque le différentiel de pression augmente. Cependant, la pression aval diminuant, l'équilibre est rompu, la membrane 13 fléchit vers le bas, ouvrant le clapet conique 12 et fermant le clapet à fond plat 19, ce qui permet simultanément la remontée de la pression sous la membrane 13 et la limitation du débit durant la phase de retour à l'équilibre.

Si, en revanche, la pression aval P_2 augmente, le débit instantané tend à diminuer puisque le différentiel de pression diminue. De façon similaire au cas précédent, l'équilibre est rompu, la membrane 13 fléchit vers le haut fermant le clapet conique 12 et ouvrant le clapet à fond plat 19, ce qui permet la diminution de la pression sous la membrane 13 (par diminution de l'alimentation) et le retour à l'équilibre. On notera que, dans ce cas, il n'existe pas de limitation de débit, le débit demandé étant inférieur au débit maximal imposé.

En fait, le fonctionnement nominal du système est une fluctuation permanente entre les deux états décrits ci-dessus, sauf pour le cas où le débit demandé par le moteur est identique au débit maximal. On notera que le déplacement de l'obturateur est très faible et que le phénomène est continu.

L'exemple numérique suivant fournit un exemple de calcul concret pour un modèle d'aéronef choisi qui semble plus spécialement exposé à un phénomène de "sur-poussée", tel que précédemment défini.

La limite de qualité de vol, c'est-à-dire de contrôlabilité de l'aéronef (au niveau de la mer), en terme de débit de carburant correspondant à la poussée maximale admissible est, pour cet exemple, de 4,065 kg/s.

Le débit demandé pour la poussée de décollage et majoré de 15% (vieillessement) (au niveau de la mer) est de 3,6 kg/s.

Pour cet exemple, on choisit de limiter le débit à $Q_{\max} = 3,7 \text{ kg/s}$, tandis que la différence de pression est choisie à $\Delta P = P_1 - P_2 = 0,3 \text{ bar}$ (cela est un choix arbitraire, il peut très bien être plus important ou plus faible).

Le débit à travers le système s'exprime comme suit :

$$Q = b.S.\sqrt{2.\rho.\Delta P}$$

où b est un coefficient qui caractérise la géométrie du système, déterminé expérimentalement et estimé ici égal à 0,8, $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ et $\Delta P = 0,3 \text{ bar}$.

La section de passage S doit être :

$$S = Q/(b.\sqrt{2.\rho.\Delta P})$$

soit, avec les valeurs ci-dessus, $S = 6,68.10^{-4} \text{ m}^2$.

La section de passage au niveau du clapet conique 12 se calcule comme suit :

$$e = H.\sin(45)$$

$ds = 2.\pi.r.e$, ds étant l'élément de surface (surface d'un petit tronc de cône), $r = D/2$ et e représentant l'écartement surface tronconique 12A du clapet-siège 10A,

$$\text{or, } e = H.\sin(45) \text{ et } dr = e.\cos(45) = H.\sin(45).\cos(45)$$

$$\text{d'où } ds = 2.\pi.r.dr/(\cos(45))$$

soit

$$S = (2.\pi /(\cos(45))) \cdot \int_{r_1}^{r_2} r.dr$$

avec $r_1 = D/2$ (D étant le diamètre de l'orifice 10)

et $r_2 = D/2 + H.\sin(45).\cos(45)$,

d'où $S = \pi.(D.H.\sin(45) + H^2.\sin(45)^2.\cos(45))$

Si, par exemple, $D=53$ mm et si une section de passage
 $S=6,68.10^{-4}$ m² est souhaitée, cela correspond à une "levée" de l'obtu-
 5 rateur $H=5,4$ mm.

Concernant la section de passage du clapet à fond plat 19, $S_1 = \pi.D_1.H_1$, où $D_1 = D = 53$ mm, et $S_1 = S = 6,68.10^{-4}$ m², correspondant à une levée de l'obturateur $H_1 = 4$ mm.

Le réglage du système peut se faire comme suit.

10 On impose, par exemple, $\Delta P = P_1 - P_2 = 3.10^4$ Pa.

De plus, le fonctionnement du dispositif est tel que : $K.(P_1 - P_2) = R_2 - R_1$ avec par construction, par exemple, $K = 4,26.10^{-3}$ m², d'où, dans ce cas, $R_2 - R_1 = 12,8$ daN.

En définitive, le réglage du système se limite aux trois opérations
 15 suivantes :

- a) on positionne le clapet conique 12 de façon que, à la position d'équilibre (membrane 13 plane), corresponde une levée $H = 5,4$ mm (réglage par système vis-écrou),
- b) on positionne le clapet à fond plat 19 de façon que, à la position
 20 d'équilibre (membrane 13 plane), corresponde une levée $H_1 = 4$ mm (réglage par système vis-écrou),
- c) à l'aide des vis 15, 16, on contraint les ressorts 17, 18 de façon que les efforts engendrés soient tels que $R_2 - R_1 = 12,8$ daN (les ressorts 17, 18 étant identiques, le réglage s'effectue uniquement sur les
 25 courses relatives).

L'effort exercé par un tel ressort est proportionnel à sa course :

$$R_1 = K_r.X_1$$

$$R_2 = K_r.X_2$$

$$R2-R1 = Kr.(X2-X1) = 12,8 \text{ daN.}$$

Pour la simplification de la démonstration, on prendra :

$Kr = 1,28 \text{ daN/mm}$, valeur raisonnable pour des ressorts de cette taille, soit pour cette valeur, $(X2-X1) = 10 \text{ mm}$. Choisisant pour $X1$ la valeur arbitraire, $X1 = 5 \text{ mm}$, cela fournit $R1 = 6,4 \text{ daN}$ et $X2 = 15 \text{ mm}$, soit $R2 = 19,2 \text{ daN}$.

Avec un tel réglage, l'obturateur est en équilibre lorsque $\Delta P = 3.10^4 \text{ Pa}$ et le débit est limité à $3,7 \text{ kg/s}$.

En supposant que, pour une raison quelconque, la pression aval $P2$ augmente, par exemple, de 10^4 Pa , ΔP diminue alors à 2.10^4 Pa .

On a toujours $K(\Delta P) = R2-R1$, soit $R2-R1 = 8,5 \text{ daN}$, soit $4,3 \text{ daN}$ en moins par rapport à la position d'équilibre.

Les ressorts $R1$ et $R2$ étant identiques, les déplacements correspondant à $4,3 \text{ daN}$ se répartiront de manière égale.

Pour $4,3 \text{ daN}$, avec $Kr = 1,28 \text{ daN/mm}$, on a $X2-X1 = 3,3 \text{ mm}$, soit $1,65 \text{ mm}$ de plus en compression (par rapport à la position d'équilibre) pour le ressort $R1$

$$X1 = 6,65 \text{ mm} \quad R1 = 8,51 \text{ daN}$$

et $1,65 \text{ mm}$ de moins en compression (par rapport à la position d'équilibre) pour le ressort $R2$

$$X2 = 13,35 \text{ mm} \quad R2 = 17,09 \text{ daN.}$$

La membrane 13 remonte de $1,65 \text{ mm}$, le clapet conique 12 se ferme, le clapet à fond plat 19 s'ouvre, ce qui a pour conséquence de diminuer le débit entrant dans le dispositif, le débit sortant étant constant (demande du moteur). La pression $P2$ sous la membrane 13 diminue et il y a retour à l'équilibre.

De façon semblable, en supposant que la pression aval P2 diminue (demande excessive du moteur) de 10^4 Pa, ΔP augmente alors à 4.10^4 Pa.

On a toujours $K(\Delta P) = R_2 - R_1$, soit $R_2 - R_1 = 17$ daN, soit 4,3 daN en plus par rapport à la position d'équilibre.

Les ressorts R1 et R2 étant identiques, les déplacements correspondant à 4,3 daN se répartissent de manière égale.

Pour 4,3 daN, avec $K_r = 1,28$ daN/mm, on a $X_2 - X_1' = 3,3$ mm, soit 1,65 mm de moins en compression (par rapport à la position d'équilibre) pour le ressort R1

$$X_1 = 3,35 \text{ mm} \quad R_1 = 4,3 \text{ daN}$$

et 1,65 mm de plus en compression (par rapport à la position d'équilibre) pour le ressort R2

$$X_2 = 16,65 \text{ mm} \quad R_2 = 21,3 \text{ daN.}$$

La membrane 13 descend de 1,65 mm, le clapet conique 12 s'ouvre, le clapet à fond plat 19 se ferme, ce qui a pour conséquence d'augmenter le débit entrant dans le dispositif et donc d'augmenter la pression sous la membrane 13 jusqu'au retour de la position d'équilibre. Pendant cette phase, la fermeture du clapet à fond plat 19 assure la limitation du débit sortant du dispositif.

On notera que, pour la simplicité de la démonstration, on a considéré des variations de 10^4 Pa (soit environ 0,1 bar), mais, en fait, le déplacement de l'obturateur se fait de façon continue, dès que l'on s'éloigne de la position d'équilibre, ce qui lui confère sa précision.

Il est à noter de plus que le dispositif décrit ci-dessus ne constitue pas un régulateur de débit proprement dit, mais simplement un limiteur de débit. En toute logique, son fonctionnement est "transparent" tant que le

débit demandé par le moteur reste inférieur au débit maximal prédéfini, ce qui représente le cas nominal.

Par ailleurs, le dispositif se compose d'un nombre restreint de pièces, qui ne sont que faiblement sollicitées, et les problèmes d'étanchéité
5 sont limités (en pratique, uniquement liés à la membrane).

En ce qui concerne l'alimentation par gravité (pompe de suralimentation coupée), le système devra être "contourné" du fait de la perte de charge engendrée par le dispositif et de la faible marge (en pression) disponible. Dans ce cas, un embarquement (ou sur-poussée) ne peut sur-
10 venir que si l'on est en présence d'une double panne (perte de la pompe de suralimentation et défaillance du système de régulation du débit de carburant du moteur).

En outre, le dispositif limiteur de débit selon l'invention est auto-nettoyant. Si, pour une raison quelconque, la section de passage au ni-
15 veau du clapet conique se bouche, la pression sous la membrane diminue, ce qui entraîne une ouverture plus importante dudit clapet. De façon semblable, si le clapet à fond plat se bouche, la pression sous la membrane augmente, ce qui entraîne la fermeture du clapet conique et une ouverture plus importante du clapet à fond plat.

20 En résumé, le dispositif selon l'invention présente les caractéristiques et avantages suivants.

C'est un dispositif limiteur de débit utilisable pour des fluides à l'état gazeux ou liquide. Ce dispositif fonctionne de manière autonome sans aucune source d'énergie extérieure, indépendamment du niveau de
25 pression amont, en fonctionnant par différence (imposée) de pressions amont-aval. Par ailleurs, il est facilement réglable et, puisqu'il ne comporte que peu de pièces, sa fiabilité de fonctionnement est élevée, tout en ayant une masse et un encombrement limités.

En tout état de cause, le dispositif selon l'invention, dans l'application aéronautique, limite le débit de carburant à un niveau tel que la poussée maximale résultante en cas d'embarquement ne dépasse pas une valeur limite acceptable.

5 Le dispositif selon l'invention permet donc :

- de fonctionner de manière autonome sans aucun apport d'énergie extérieur (système mécanique),
- de limiter le débit de carburant (dans le cas de l'application aéronautique) au plus au niveau du débit correspondant à la poussée maximale
10 admissible,
- de fournir le débit demandé pour la poussée de décollage et majoré de 15% (vieillessement) "au niveau de la mer", et cela avec les pompes de gavage en fonctionnement,
- de ne pas être un point privilégié d'accumulation de débris,
- 15 – d'être testé périodiquement et facilement.

REVENDICATIONS

Les réalisations de l'invention, au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué sont définies comme suit :

5 1. Dispositif autonome de limitation du débit d'un fluide dans une canalisation, le débit dudit fluide dépendant de la section de passage dudit fluide dans ladite canalisation et de la différence des pressions amont et aval, relativement à ladite section de passage, dans le sens d'écoulement dudit fluide,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens de réglage (12, 19) de ladite section de passage (S),
- des moyens déformables (13), reliés rigidement auxdits moyens de réglage (12, 19) et soumis, d'un côté, à ladite pression amont (P1) et, de
10 l'autre côté, à ladite pression aval (P2), et
- des moyens (15, 16 ; 17, 18) aptes à définir, pour une différence prédéterminée desdites pressions amont et aval, une position d'équilibre pour lesdits moyens de réglage (12, 19) et lesdits moyens déformables
15 (13),

une variation de la différence desdites pressions amont et aval entraînant une déformation desdits moyens déformables (13) et un déplacement concomitant desdits moyens de réglage (12, 19) pour ramener la différence desdites pressions amont et aval à celle correspondant à ladite po-
20 sition d'équilibre.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de réglage de ladite section de passage (S) comprennent, dans une première chambre (5) d'un boîtier (4) subdivisée en deux parties de chambre (5A, 5B) reliées entre elles par un premier orifice (10), un clapet (12) dont la surface tronconique présente une
25 configuration adaptée à la surface en regard (10A) du bord dudit orifice (10), et en ce que lesdits moyens déformables sont constitués par une membrane souple (13), ancrée à la surface interne dudit boîtier (4) et reliée audit clapet tronconique (12) par une tige rigide (14).

3. Dispositif selon la revendication 2,
caractérisé en ce qu'un conduit de dérivation (21), relié à une partie d'ex-
trémité de raccord amont (2) dudit boîtier (4), permet de soumettre une
première face (13A) de ladite membrane (13) à ladite pression amont
5 (P1), la seconde face (13B) de ladite membrane (13) étant soumise à la-
dite pression aval (P2) régnant dans ladite partie de chambre (5A) com-
prise entre ledit clapet tronconique (12) et ladite membrane (13).

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3,
caractérisé en ce que lesdits moyens aptes à définir ladite position
10 d'équilibre comprennent au moins un ensemble vis-ressort précontraint
(15, 16 ; 17, 18) destiné à agir sur ledit ensemble membrane (13) - clapet
tronconique (12) - tige (14).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 4,
caractérisé en ce que lesdits moyens de réglage comprennent, dans une
15 seconde chambre (6) dudit boîtier (4), reliée à ladite première chambre (5)
et subdivisée en deux parties de chambre (6A, 6B) reliées entre elles par
un second orifice (11), un clapet plan (19), en regard dudit second orifice
(11), qui est relié rigidement, par l'intermédiaire d'une tige de liaison (20)
et de ladite tige (14), audit clapet conique (12).

20 6. Circuit de carburant pour aéronef, présentant, au niveau d'une
aile de ce dernier, un réservoir de carburant et une canalisation menant à
un moteur,
caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (1) selon l'une quelconque
des revendications 1 à 5, monté sur ladite canalisation (103).

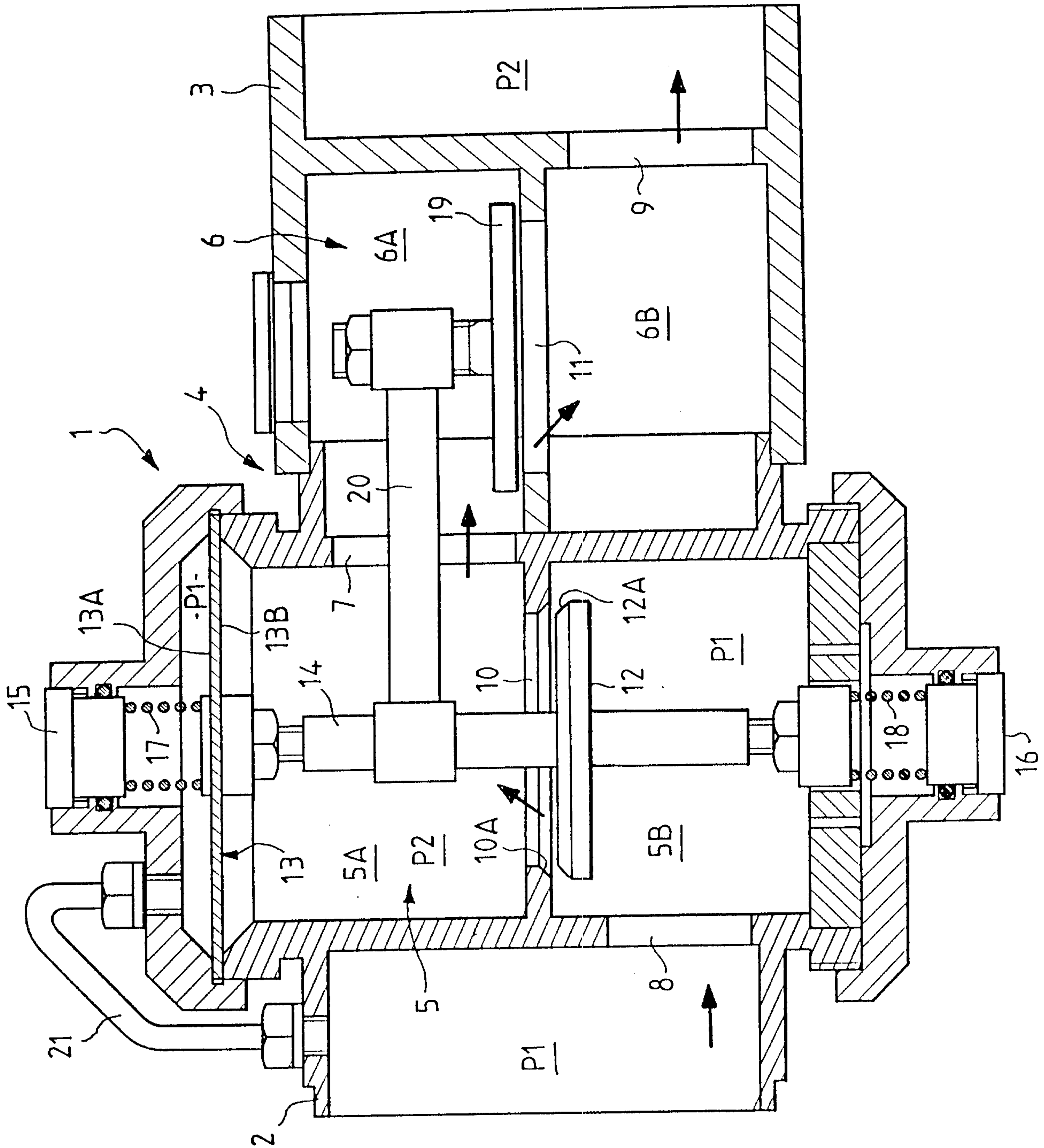
25 7. Circuit de carburant pour aéronef selon la revendication 6, dans
lequel des pompes de gavage ou de suralimentation alimentent ladite ca-
nalisation en carburant, cette dernière présentant une vanne d'isolation
basse pression,

caractérisé en ce que ledit dispositif (1) est monté en amont de ladite vanne d'isolation (110), relativement au sens d'écoulement du carburant vers le moteur (104).

8. Circuit de carburant pour aéronef selon la revendication 6, dans
5 lequel des pompes de gavage ou de suralimentation alimentent ladite canalisation en carburant, cette dernière présentant une vanne d'isolation basse pression,
caractérisé en ce que ledit dispositif (1) est monté au niveau du mât (111) dudit moteur (104) et, donc, immédiatement en aval de ladite
10 vanne d'isolation (110).

1/4

FIG.1



2/4

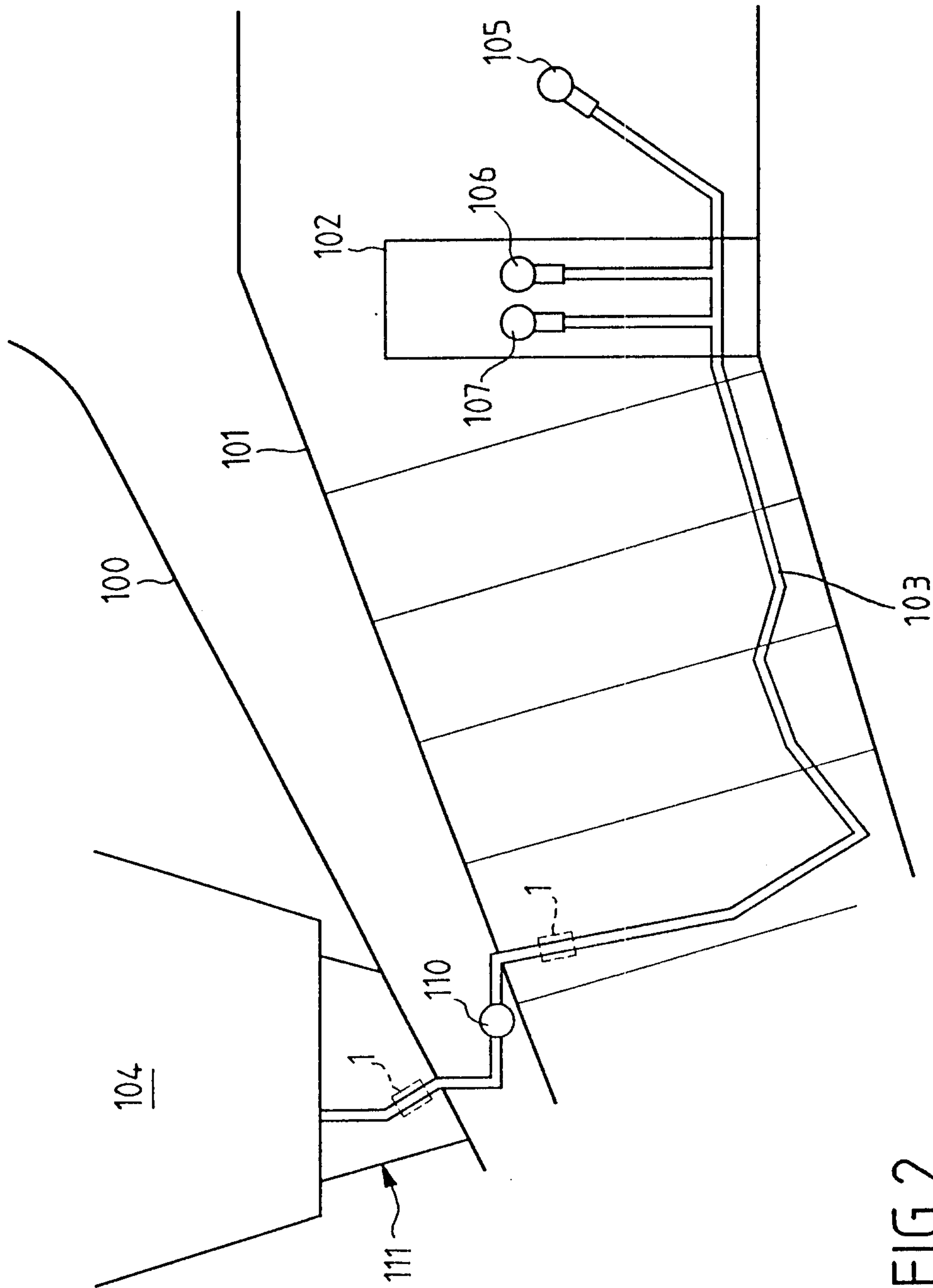


FIG. 2

3/4

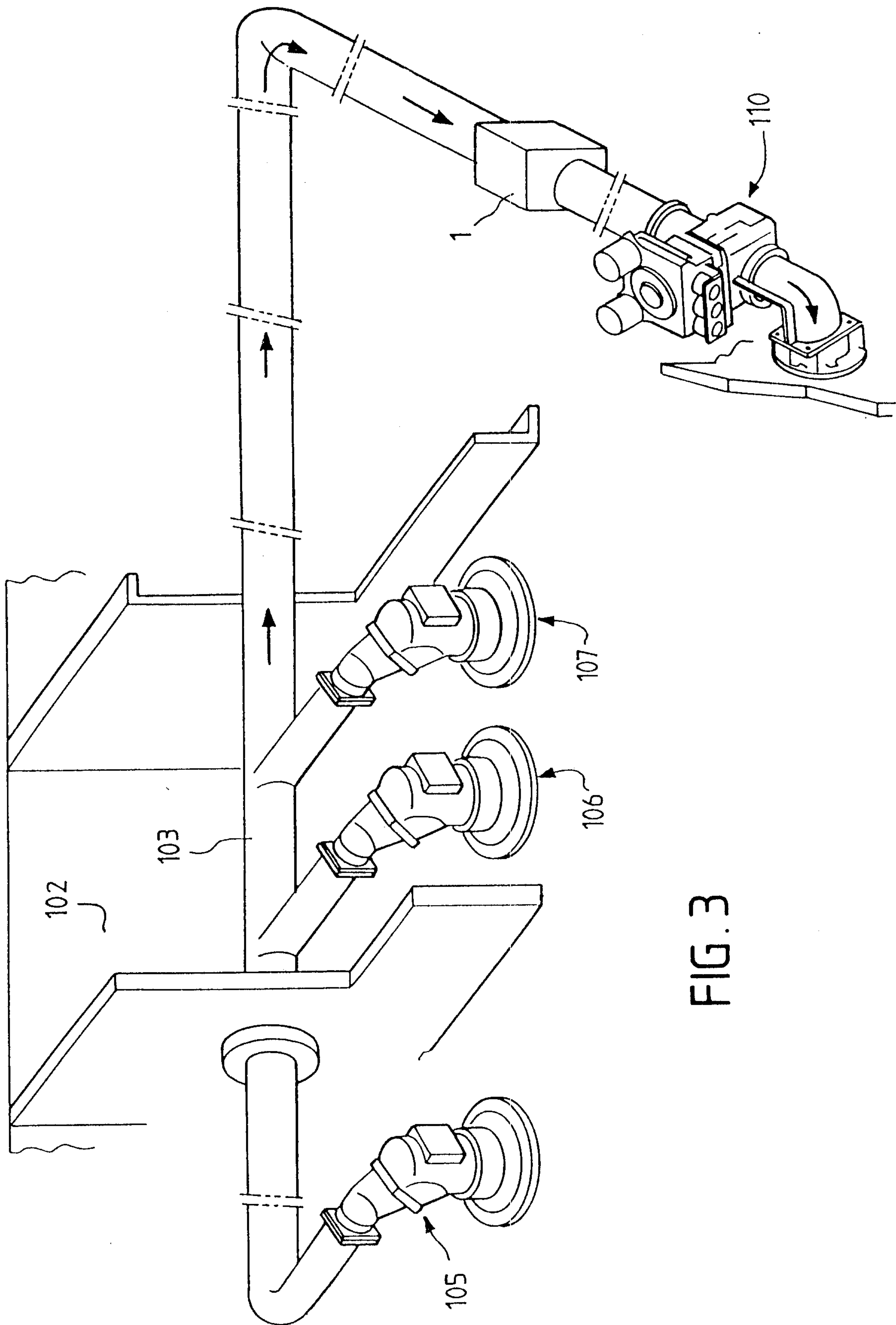


FIG. 3

4/4

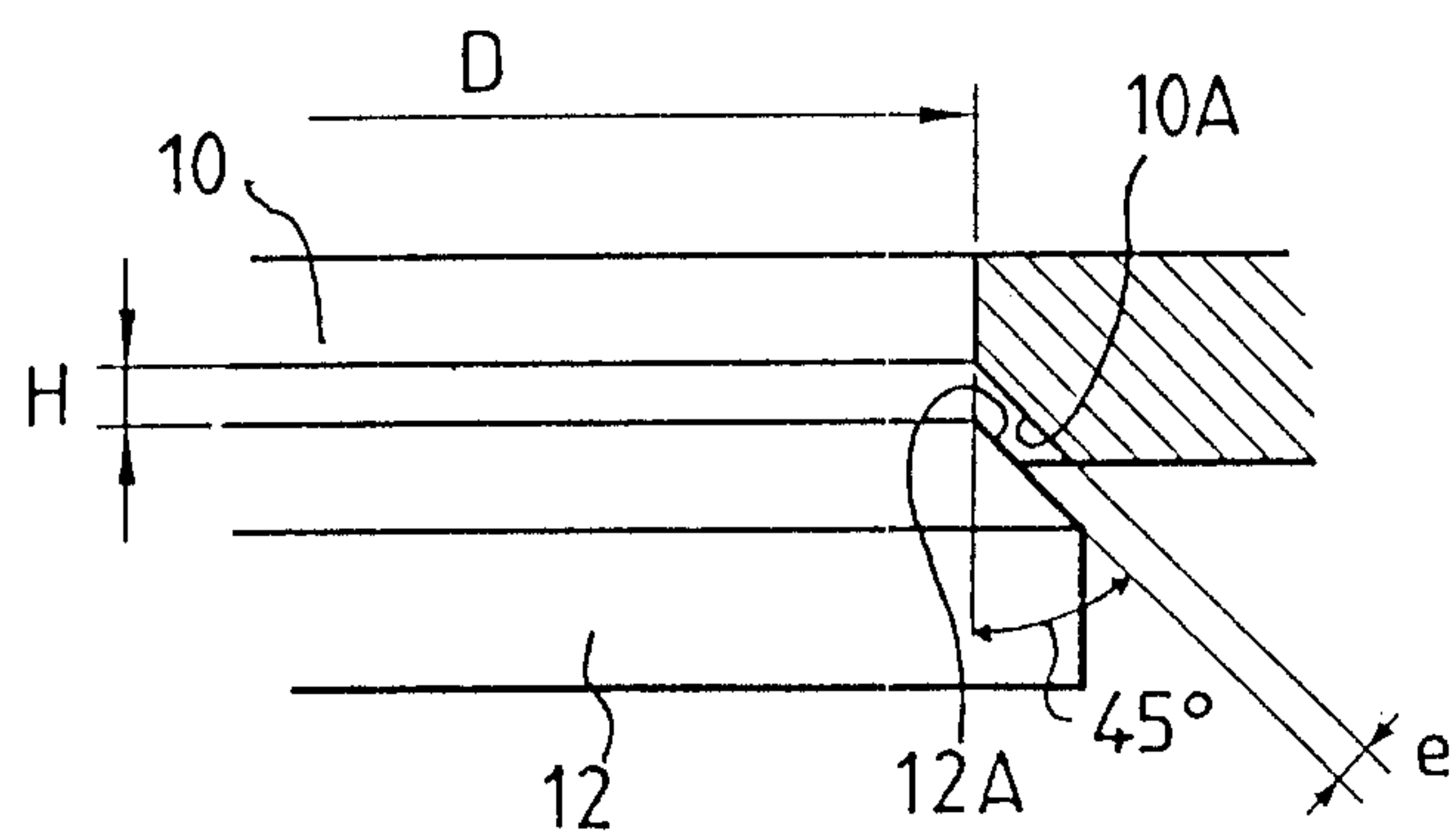
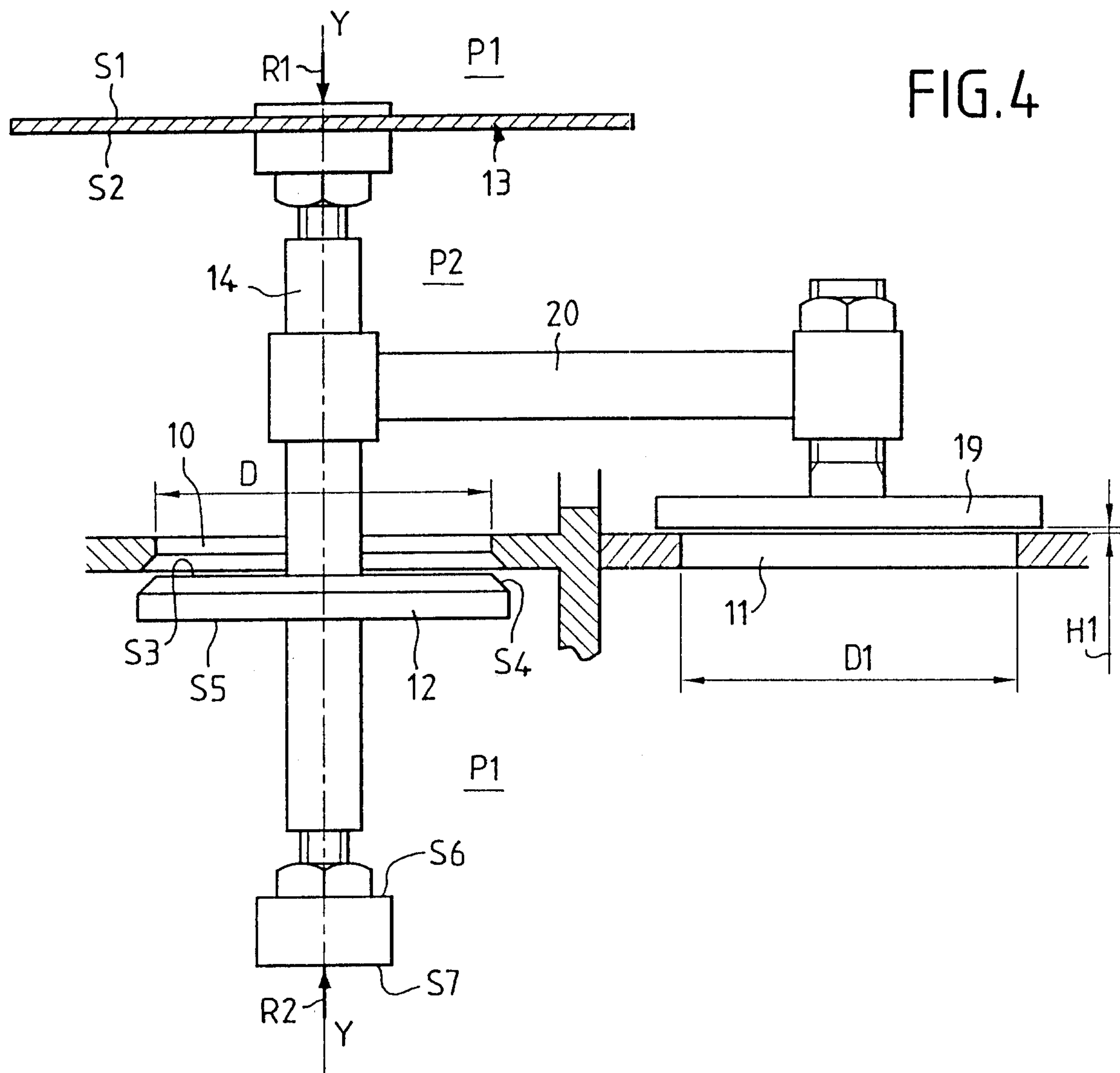


FIG. 5