(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

PCT

(43) Date de la publication internationale
22 novembre 2007 (22.11.2007)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/132128 A1

(51) **Classification internationale des brevets :**
G05D 7/01 (2006.01)

(21) **Numéro de la demande internationale :**
PCT/FR2007/051277

(22) **Date de dépôt international :** 15 mai 2007 (15.05.2007)

(25) **Langue de dépôt :** français

(26) **Langue de publication :** français

(30) **Données relatives à la priorité :**
06290803.3 16 mai 2006 (16.05.2006) EP

(71) **Déposant** *(pour tous les États désignés sauf US)* : **MESURA** [FR/FR]; Technopôle Forbach Sud, rue Robert Bunsen, BP 50102, F-57602 Forbach cedex (FR).

(72) **Inventeur; et**

(75) **Inventeur/Déposant** *(pour US seulement)* : **SCHLADERER, Max** [FR/FR]; 6, rue Claude Monet, F-33740 Ares (FR).

(74) **Mandataire : THINAT, Michel**; Cabinet Weinstein, 56A, rue du Faubourg Saint-Honoré, F-75008 Paris (FR).

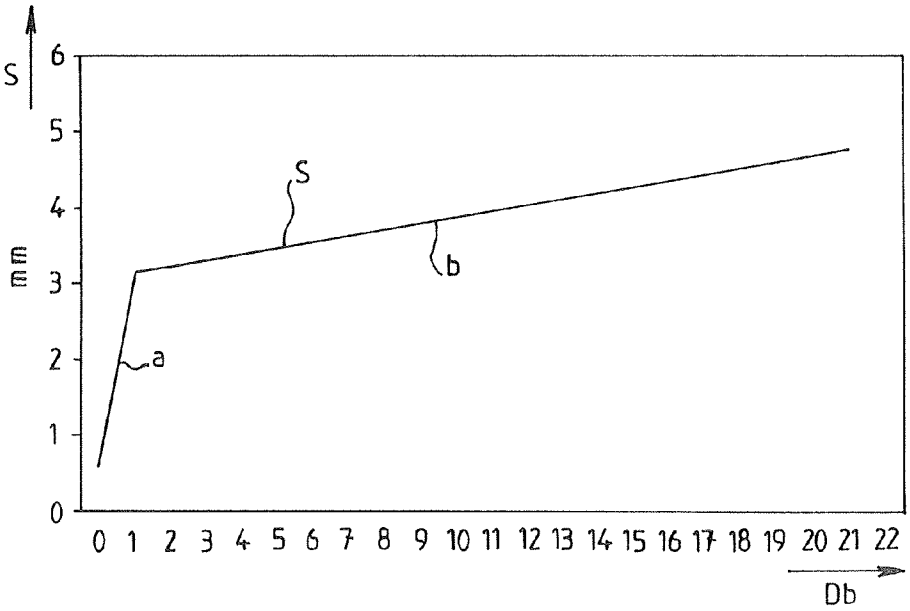
(81) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: GAS FLOW CHANNEL CHECK VALVE AND EXPANSION GAS FLOW METER AND CONTROL DEVICE

(54) Titre : APPAREIL RÉGULATEUR ET DÉBITMÈTRE DE GAZ À DÉTENTE ET À CLAPET D'OBTURATION DE LA VOIE D'ÉCOULEMENT DU GAZ



(57) Abstract: The invention relates to a gas flow channel check valve and expansion gas flow meter and control device. The device is of the type comprising a check valve device and a seat device, moveable with respect to each other, under the effect of membrane means subject to the antagonist action of a force and the gas outlet pressure. The device is characterised in that the check valve device comprises at least one check valve part having a configuration ensuring that the scale of the displacement ratio (S) of the check valve device with respect to the gas flow rate (DB) is substantially constant in the low flow rate range (a) and greater than the also substantially constant scale of this ratio in the higher flow rate range (b). The invention can be used for gas controllers.

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/132128 A1

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un appareil régulateur et débitmètre de gaz à détente et à clapet d'obturation de la voie d'écoulement du gaz. L'appareil est du type comprenant un dispositif clapet et un dispositif siège, mobiles l'un par rapport à l'autre, sous l'effet de moyens de membrane soumis à l'action antagoniste d'une force et de la pression de sortie du gaz. L'appareil est caractérisé en ce que le dispositif clapet comprend au moins un organe de clapet ayant une configuration assurant que l'échelle du rapport du déplacement (S) du dispositif clapet par rapport au débit de gaz (DB) est sensiblement constante dans le domaine (a) des faibles débits et plus grande que l'échelle également sensiblement constante de ce rapport dans le domaine (b) des débits plus grands. L'invention est utilisable pour les régulateurs de gaz.

« Appareil régulateur et débitmètre de gaz à détente et à clapet d'obturation de la voie d'écoulement du gaz ».

L'invention concerne un appareil régulateur et débitmètre de gaz à détente et à clapet d'obturation, du type comprenant un dispositif clapet et un dispositif siège, mobile l'un par rapport à l'autre entre une position d'obturation d'une voie d'écoulement de gaz entre un orifice d'entrée et un orifice de sortie et une position d'ouverture de cette voie, sous l'effet de moyens de membrane soumis à l'action antagoniste d'une force et de la pression de sortie du gaz.

On connaît déjà des appareils régulateurs et régulateurs et débitmètres de ce type, réalisés à partir de régulateurs à simple et double étages de détente. Ces appareils présentent des inconvénients majeurs dont celui d'une résolution insuffisante pour des petits débits entre 0,5 et 5% du débit nominal.

L'invention a pour but de proposer un appareil débitmètre qui pallie ces inconvénients.

Pour atteindre ce but, un débitmètre selon l'invention est caractérisée en ce que le dispositif clapet comprend au moins un organe de clapet ayant une configuration assurant que l'échelle du rapport du déplacement du dispositif clapet par rapport au débit de gaz est sensiblement constante dans le domaine des faibles débits et plus grande que l'échelle de ce rapport dans le domaine des débits plus grands.

Selon une caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le clapet comprend un élément obturateur d'un siège de clapet, placé à une extrémité d'une partie de clapet cylindrique axialement déplaçable dans un orifice cylindrique d'un gicleur, en formant un espace annulaire entre cette partie cylindrique et le gicleur, entre une position de

fermeture de la voie d'écoulement de gaz par application de l'élément obturateur sur le siège et une position d'ouverture totale de cette voie dans laquelle la partie cylindrique est sortie de l'orifice de gicleur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que la partie cylindrique se termine par une partie tronconique.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que l'espace annulaire constitue un moyen de perte de charge introduite dans la voie d'écoulement du gaz dans le domaine des faibles débits provoquant une augmentation du déplacement du dispositif clapet qui est plus grand par rapport au débit dans le domaine des débits plus faibles que dans le domaine des débits plus importants.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le dispositif clapet comporte deux clapets précités montés en tandem chacun dans un gicleur précité.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le dispositif double clapet délimite dans la voie d'écoulement un espace intermédiaire entre les deux clapets dans lequel la pression intermédiaire varie fortement par rapport aux pressions amont et aval lors du déplacement du clapet.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que la pression intermédiaire précitée est utilisée pour entraîner en rotation l'organe mobile d'un dispositif générateur de courant d'alimentation d'un dispositif électronique associé au régulateur.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le dispositif générateur de courant comprend une turbine montée dans la voie d'écoulement de gaz, en amont du dispositif clapet et adaptée pour produire des

impulsions de gaz utilisables pour l'entraînement de l'organe générateur précité.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le nombre des impulsions de gaz précitées est proportionnel au débit et en ce que le comptage des impulsions donne une valeur du débit qui peut être corrélée soit à la valeur de la pression intermédiaire soit à la valeur du déplacement.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le dispositif double clapet constitue un moyen d'auto-étalonnage de surveillance des dérives des valeurs de mesure du débit par comparaison des valeurs de la pression intermédiaire, de la valeur du déplacement et du nombre des impulsions.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce qu'il comporte un plan de pose contenant toutes les prises de pression, de température et de mouvement utiles pour la mesure du débit de gaz et l'entraînement de l'organe de générateur de courant et sur lequel peut être monté un boîtier électronique ayant un plan de pose complémentaire.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, l'appareil régulateur est caractérisé en ce que le boîtier électronique comporte un compartiment de batterie rechargeable, un potentiomètre d'indicateur du déplacement du dispositif clapet, un dispositif d'engrenage de transmission de mouvement, associé au potentiomètre et un dispositif générateur de courant.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement dans la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple

illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un régulateur débitmètre et compteur de gaz à détente équipé d'un clapet d'obturation du passage du gaz selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma illustrant le déplacement S du clapet selon la figure 1 en fonction du débit du gaz DB ;
- la figure 3 est une vue schématique illustrant l'utilisation d'un double clapet à la place du clapet simple de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue en coupe axiale d'un dispositif à double clapet selon la figure 3 ;
- la figure 5 illustre plusieurs courbes caractéristiques du fonctionnement du dispositif de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue en coupe d'un débitmètre à détente simple et double clapet selon l'invention pourvu en outre d'un dispositif générateur d'énergie électrique et d'un boîtier électronique ;
- la figure 7 est une vue en coupe selon la ligne VII-VII de la figure 6 ;
- la figure 8 est une vue similaire à la figure 7, mais montre une version différente de réalisation du dispositif générateur d'énergie électrique ;
- la figure 9 est une vue à plus grande échelle de la partie IX de la figure 6 ;
- la figure 10 est une vue similaire à la figure 7, mais montre une autre version de réalisation du dispositif générateur ;
- la figure 11 est une vue schématique, à plus grande échelle, d'une deuxième version de réalisation de la partie du dispositif générateur, monté dans le module de boîtier électronique ;
- la figure 12 est une vue schématique d'une première version de réalisation de la partie du

dispositif générateur selon la figure 10, qui est monté dans le module de boîtier électronique ;

- la figure 13 est une vue de la face de pose du module de boîtier électronique selon l'invention ;

- la figure 14 est une vue en coupe d'un régulateur selon l'invention, à double détente et à double clapet, sans turbine en amont de ce dernier ;

- la figure 15 est une vue similaire à la figure 14 d'un régulateur pourvu d'une turbine amont ;

- la figure 16 est une vue en coupe perpendiculaire à la ligne XVI-XVI de la figure 15 ;

- la figure 17 est une vue de la turbine amont du dispositif générateur selon l'invention, perpendiculaire à son axe.

L'invention concerne un dispositif régulateur débitmètre et compteur du gaz à détente simple et double détente, tel que représenté sur les figures 4 et 12 et dont la structure générale est connue.

En se référant aux figures 1 à 4, on décrira ci-après tout d'abord une première caractéristique essentielle de l'invention, qui réside dans le dispositif clapet d'obturation du passage du gaz des régulateurs selon l'invention. Sur la figure 1, qui est un schéma de principe, la référence 1 désigne de façon générale le corps du détendeur, qui est subdivisé par une membrane 2 en une chapelle 3 et en une chambre 4 de détente. Cette chambre comporte un conduit de gaz 5 dans lequel est monté un dispositif obturateur 6 disposé entre une entrée de gaz 7 et une sortie de gaz 8. Le dispositif obturateur 6 en forme d'un clapet d'obturateur est déplaçable entre une position d'obturation d'un siège 9 et une position de dégagement de ce dernier, sous l'effet d'une tringlerie 10 reliée à la membrane 2, de façon que le déplacement de la membrane entraîne le déplacement du clapet 6. La chapelle 3 loge un ressort 11 qui est interposé entre le corps 1 et la membrane 2.

Selon un premier mode de réalisation, illustré à la figure 1, le dispositif clapet 6 est formé par un corps de clapet unique 12 comportant une partie cylindrique 13 d'une longueur prédéterminée et, de part et d'autre de cette partie 13, respectivement un élargissement annulaire d'obturation 14 et une partie tronconique 15 dont le diamètre diminue en direction de l'extrémité. A une certaine distance axiale de cette extrémité et reliée à celle-ci par un élément en forme d'une tige 16 est prévu un organe en forme d'un disque obturateur de sécurité 17. Ce clapet 12 est axialement déplaçable dans un orifice cylindrique de gicleur 19 d'un diamètre supérieur à celle de la partie cylindrique 13 du clapet de façon à laisser subsister entre cette partie 13 et l'orifice de gicleur 19 un espace annulaire 20. Dans l'exemple représenté le gicleur en forme d'une restriction annulaire cylindrique du conduit d'entrée est montée fixe et le clapet est mobile, mais il est également envisageable que le gicleur soit mobile et le clapet fixe, le déplacement relatif entre les deux organes étant produit par la tringlerie 10, de façon correspondant à la figure 1.

Grâce à la configuration, qui vient d'être décrite, du clapet 12 et du gicleur 19, le régulateur selon l'invention permet d'obtenir la courbe caractéristique du déplacement S du clapet en fonction du débit de gaz Db, telle qu'illustrée par la figure 2. La particularité de cette courbe caractéristique réside dans le fait qu'elle présente une pente beaucoup plus raide a dans le domaine des faibles débits que dans le domaine b des débits plus élevés. Cet effet amplificateur des déplacements du clapet, appelé effet loupe, pour les petits débits en régime subsonique est dû à la partie cylindrique 13 du clapet 12 qui, en coopération avec l'orifice cylindrique du gicleur oblige le gaz de s'écouler à travers l'espace annulaire 20 dont la section transversale est constante tant que la partie de clapet cylindrique 13 est engagée

dans l'orifice de gicleur cylindrique. L'espace annulaire 20 occasionne une perte de charge entre le gicleur et le clapet, qui est importante et provoque la pente raide de la partie de courbe a dans le domaine des faibles débits dans lequel l'effet loupe est produit. La pente est occasionnée par la section transversale de l'espace annulaire tandis que les extensions de ce domaine de débit est dû à la longueur axiale La de cette partie de clapet cylindrique 13. Comme le montre la figure 2, dans ces circonstances, le déplacement S augmente rapidement et sensiblement linéairement en fonction du débit de gaz Db dans la mesure où la portion cylindrique restant engagée dans l'orifice du gicleur diminue lors du déplacement du clapet dans la direction de la flèche F1, jusqu'au moment où la partie cylindrique 13 est entièrement sortie de l'orifice. A partir de cet instant, c'est essentiellement l'ouverture X, c'est-à-dire l'écartement du rebord d'obturation 14 du siège du gicleur, qui détermine la perte de charge, la conicité de la partie 15 de clapet n'ayant pour fonction essentiellement d'éviter de phénomène de turbulence dans l'écoulement du gaz.

Il ressort de ce qui précède, que la partie de clapet annulaire 13 introduit une perte de charge supplémentaire lors de l'ouverture du clapet. Il est évident que les caractéristiques de l'effet de loupe sont variables en choisissant de façon appropriée la configuration du clapet, à savoir le diamètre de la partie cylindrique par rapport au diamètre de l'orifice du gicleur et la longueur axiale de cette partie cylindrique.

La figure 3 illustre un deuxième mode de réalisation du dispositif de clapet 6 selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, ce dispositif comporte deux corps de clapet, chacun présentant la configuration générale du clapet 12 selon la figure 1 et coopérant avec un gicleur ayant la configuration du gicleur 19 de cette

même figure 1. Ces deux organes de clapet sont désignés par les références 12, 12' et les gicleurs par les références 19 et 19'. Les deux organes de clapet 12, 12' ainsi que leurs gicleurs sont espacés axialement dans le conduit d'écoulement du régulateur entre l'entrée 7 et la sortie 8. Les clapets 12, 12' sont reliés par un élément porte-clapet en forme d'une tige 22 interconnectant l'extrémité de la partie tronconique 15 du clapet 12' à l'extrémité d'obturation 14 du clapet 12.

Le dispositif a deux clapets montés en tandem, dont chacun présente la configuration générale du clapet unique de la figure 1, en plus de produire l'effet de loupe dans le domaine des faibles débits ressortant de la courbe caractéristique de la figure 2, procure d'autres avantages qui sont expliqués ci-après en se reportant à la figure 5, grâce à un dimensionnement approprié des deux clapets. Ce dimensionnement découle déjà de la représentation schématique de la figure 3, mais apparaît plus précisément à la figure 4 qui illustre la configuration du double clapet tel qu'il est, utilisée dans les régulateurs qui seront décrits ci-après. Les courbes de la figure 5 ont été établies en utilisant le dispositif de clapet selon la figure 4.

On constate notamment que le diamètre d_c de la partie cylindrique 13 du clapet 12 qui est le clapet amont est inférieur au diamètre d_c' de la partie cylindrique 13' du clapet 12' constituant le clapet aval. Le diamètre d_g du gicleur 19 du clapet amont est inférieur au diamètre d_g' du gicleur 19' du clapet aval. Concernant les longueurs des parties cylindriques des deux clapets, la longueur axiale l_a de la partie cylindrique 13 du clapet amont 12 est inférieure à la longueur l_a' de la partie cylindrique 13’ du clapet aval 12'.

La figure 5, par les trois courbes P_{am}, P_i, P_{av} illustre le fonctionnement spécifique du régulateur selon l'invention, grâce au dispositif double clapet selon les figures 3 et 4. Les courbes P_{am}, P_i et P_{av} montrent

respectivement la pression en amont du clapet amont 12, la pression entre les deux clapets amont 12 et aval 12' et la pression en aval du clapet aval 12', la pression P étant indiquée sur l'axe d'ordonnées en mbar à gauche tandis que le déplacement axial du dispositif clapet est indiqué en mm sur l'axe d'ordonnées à droite. Les chiffres ne sont donnés qu'à titre d'exemple pour indiquer ce qu'il faut entendre par "domaine des faibles débits".

La figure 5 montre que la pression aval P_{av} est constante et que la pression amont P_{am} ne varie que faiblement, contrairement à la pression intermédiaire P_i dont la variation est importante. Il en est de même pour le déplacement S en fonction du débit. Ces modifications sont dues aux pertes de charge occasionnées par les restrictions des clapets amont et aval du dispositif obturateur. Concernant le déplacement S de ce dispositif, la courbe S correspond à la courbe de la figure 2 et reflète l'effet de loupe dans le domaine des faibles débits. On constate une première zone de déplacement déterminée par les restrictions des clapets amont et aval, tandis que la zone des déplacements plus importants est déterminée par la perte de charge de la restriction du clapet amont. Quant à la pression intermédiaire P_i, elle diminue tout d'abord fortement dans la zone des débits les plus faibles, sous l'effet des restrictions des clapets amont et aval, atteint une valeur minimum pour monter ensuite progressivement sous l'effet essentiellement de la variation de la perte de charge produite par la restriction du clapet aval. La descente rapide initiale de la courbe P_i est variable en fonction des restrictions des deux clapets, c'est-à-dire des jeux ou espaces annulaires 20, 20', la valeur minimum par le choix des longueurs axiales des parties cylindriques 13, 13' et la pente finale essentiellement par la variation de l'espace annulaire constituant la restriction aval du

clapet aval, comme cela est schématiquement indiqué par les flèches.

En se reportant aux figures suivantes 6 à 17, on décrira ci-après des caractéristiques avantageuses de l'invention obtenues grâce au dispositif obturateur 6, notamment le dispositif à double clapet tel que représenté sur les figures 3 et 4.

Les figures 6 et 7 montrent un régulateur à détente simple, équipé d'un dispositif à double clapet 6 selon la figure 4 et en plus d'un dispositif générateur d'énergie électrique et d'un boîtier électronique, tous les deux constituant d'autres caractéristiques avantageuses selon l'invention. Le régulateur ou détendeur présente une structure générale connue en soi, pourvue, comme cela est déjà montré sur la figure schématique 1, d'un corps de détendeur 1 subdivisé par une membrane 2 en une chapelle 3 et une chambre de détente 4. La membrane est reliée au dispositif 6 aux deux clapets 12, 12' montés en tandem, au moyen d'une tringlerie 10 de la manière montrée schématiquement sur la figure 1. Le conduit de sortie 8 communique avec la chambre de détente 4 par une tubulure 25 qui traverse axialement le dispositif à double clapet 6, à l'intérieur de la tige de clapet 24.

Le dispositif générateur d'énergie électrique invoqué plus haut comprend une turbine 26 dont le stator et le rotor sont indiqués respectivement en 27 et 28. En se reportant à la figure 17 qui montre la turbine 26 plus en détail et à plus grande échelle, on constate que le stator comporte une partie de stator interne 30 solidaire de la tige de clapet 24 qui relie les deux clapets amont et aval 12, 12' et une partie de stator tubulaire externe 31 pourvue de perçages 32 régulièrement répartis autour de sa circonférence. Ces perçages 32 permettent aux gaz arrivant par le conduit d'entrée 7 de s'écouler dans le rotor 27, après avoir traversé un filtre micronique 34 qui entoure coaxialement le stator externe tubulaire 31.

Le rotor 27 comporte un organe tiroir 36 pourvu d'ailettes 37. En s'engageant dans les compartiments délimités par des ailettes, et en agissant sur les ailettes orientées en conséquence, le gaz provoque la rotation du rotor.

Le tiroir 36 comprend, dans l'exemple représenté, deux ou plusieurs ouvertures de tiroir 39, chacune en forme d'un arc de cercle qui, lors de la rotation du rotor passe devant deux trous 41 de prise de pression de gaz provenant de la conduite d'entrée 7, qui sont diamétralement opposés. Ces trous 41 sont disposés de façon à être périodiquement fermés ou ouverts par les ouvertures en forme d'un arc de cercle 39. Les trous 41 sont pratiqués dans une paroi de fond du stator.

Comme le montre notamment la figure 7, une des ouvertures 41 communique avec un canal interne 43 s'étendant sensiblement axialement dans la paroi tubulaire du conduit de gaz dans lequel est monté le dispositif obturateur 6 à double clapet 12, 12' et s'ouvre vers l'extérieur par un canal radial qui débouche dans une face extérieure spécifique 46 constituant la face de pose d'un boîtier électronique portant la référence générale 48.

D'autre part, le gaz, après avoir traversé la turbine en l'entraînant en rotation, s'écoule à travers une ouverture 49 dans la paroi de fond dans l'espace 50 délimité dans le conduit de gaz en amont du clapet amont 12.

Comme on le voit sur la figure 9, l'espace intermédiaire 52, délimité entre les deux clapets 12, 12' dans le conduit de gaz 5 communique par un canal 54 interne à la paroi du conduit et une ouverture 55 avec l'extérieur, cette ouverture constituant une prise de la pression intermédiaire, c'est-à-dire régnant dans l'espace intermédiaire 52.

Cet espace intermédiaire est encore relié par un canal radial 57 de prise de pression intermédiaire

calibré avec le canal 43 qui établit la communication entre le trou 41 périodiquement ouvert et fermé lors de la rotation du rotor de turbine et l'ouverture 44 qui constitue ainsi une prise des impulsions de pression produites par l'ouverture et fermeture cycliques du trou 41. Il est à noter que le trou 41 sert aussi de prise de la pression en amont du clapet amont 12.

La figure 9 montre encore, de façon détaillée, que le dispositif 6 à double clapet est pourvu d'un élément porte-clapet en forme d'une tige 58 qui s'étend coaxialement à partir du joint de clapet aval 14' dans le canal de sortie 5 en étant engagé dans un guide clapet 59. Cette tige porte-clapet 58 qui se déplace axialement avec le dispositif à double clapet comporte, au niveau de sa partie engagée dans un guide de clapet 59 une crémaillère 60, laquelle engrène un pignon 61 à travers une fenêtre 62 pratiquée dans un guide clapet. Le pignon 61 est monté solidaire en rotation sur un axe 63 qui transmet donc le mouvement axial du dispositif double clapet 6 à l'extérieur du bâti du régulateur où ce mouvement rectiligne S illustrée sur les courbes des figures 2 et 5 peut être pris sous forme d'un mouvement rotatif.

La figure 9 montre en outre que l'espace 65 situé en aval du clapet aval 12', en communication directe avec la sortie 8 du régulateur, communique par un canal radial 66 avec l'extérieur, son ouverture vers l'extérieur constituant l'orifice de la prise de pression aval.

Pour compléter la description de la figure 9, les références 67 et 69 représentent respectivement un joint d'étanchéité pour le montage du conduit de gaz dans le bâti du régulateur et un joint de clapet de sécurité à l'extrémité de la partie cylindrique 13 du clapet amont 12.

La figure 6 ou 10 montre les différentes prises qui sont rendues accessibles et disponibles dans un même plan, à savoir le plan de pose 46. Ainsi, on voit placée

dans ce plan, la prise de pression aval 66 servant aussi de prise de température aval, la prise de pression intermédiaire 55 servant aussi de prise de température intermédiaire, en 44 la prise simultanément de la pression et température amont et des impulsions de pression, ainsi qu'en 63 l'axe représentatif du déplacement axial du dispositif à double clapet.

Comme on le voit sur la figure 7, le plan de pose 46 est destiné à recevoir le boîtier électronique 48 dont la face de pose est représentée sur la figure 13. La face de pose est désignée par la référence 71. Les références 44', 55', 66' et 63' désignent respectivement les prises de pression et température amont et d'impulsion de pression, la prise de pression et de température intermédiaire, la prise de pression et de température aval et la prise de l'arbre rotatif 63, du boîtier 48, qui coopèrent avec les prises portant les mêmes numéros que le plan de pose 46 du bâti du détenteur.

Le boîtier 48 est susceptible d'être fixé par des vis sur le plan de pose, prévues aux quatre angles du boîtier et dont les trous de passage sont représentés en 73.

Il ressort des figures que le boîtier électronique représenté par des vues amont et de côté s'intègre dans l'encombrement du régulateur et peut être déconnecté sans fuite de gaz dans la mesure où les connexions au niveau des différentes prises de gaz sont équipées de clapets anti-retour. Comme on le voit sur la figure 7, le boîtier contient des accumulateurs d'énergie et des batteries rechargeables qui sont placés dans un compartiment d'accumulateur indiqué schématiquement en 75, un potentiomètre 77 servant de capteur de déplacement de l'obturateur à double clapet, par l'intermédiaire d'un engrenage 79 de transmission de l'axe 63' qui est connecté au déplacement axial du dispositif à double clapet à l'axe 63 qui capte le mouvement axial S du dispositif à double clapet, ainsi qu'un dispositif

générateur de courant désigné par la référence générale 81 qui sera décrit plus en détail plus loin. Le boîtier 48 comporte en outre sur sa face extérieure libre un afficheur du type LCD 93 et des boutons de commande indiqués en 95.

En se reportant à la figure 11, on constate que le dispositif générateur de courant 81 comporte essentiellement un aimant noyau 97 axialement mobile dans un bobinage 98 sous l'effet des impulsions de pression en provenance de la prise 44' et produites par la turbine 26. L'ouverture de réception des impulsions de pression est indiquée en 99. La référence 100 indique une vis d'équilibrage.

La figure 12 illustre un autre mode de réalisation du dispositif générateur de courant 81. Ce dispositif comprend une turbine 102 entraînée en rotation par l'écoulement de gaz produit par la différence de pression en amont du dispositif à double clapet et la pression intermédiaire. A cette fin, le dispositif comporte une entrée 104 reliée à la prise de pression amont et une connexion 105 à la prise de pression intermédiaire équipée de clapets anti-retour agissant lors de la déconnexion du boîtier électrique. La turbine est destinée à entraîner en rotation un rotor 106 tournant à l'intérieur d'un bobinage de stator 107. Le courant induit dans le bobinage 107 est utilisé pour charger la batterie du boîtier électronique.

Le dispositif générateur à turbine tel que représenté à la figure 12 permet de supprimer la turbine 26 montée dans la voie d'écoulement du gaz à l'amont du dispositif à double clapet.

La figure 8 illustre un mode de réalisation du dispositif générateur de courant qui exploite directement la rotation de la turbine 26 pour la génération d'un courant de chargement de l'accumulateur du boîtier électronique. A cette fin, le rotor de la turbine est pourvu d'aimants 108 qui tournent devant un bobinage

approprié fixe non représenté. Pour être compatible avec le boîtier électronique 48, le régulateur équipé de ce générateur de courant comporte le plan de pose déjà décrit avec les prises disposées de la même manière.

Les figures 14 à 16 montrent que l'ensemble qui vient d'être décrit ci-avant dans son application à un régulateur à détente simple, c'est-à-dire comprenant un dispositif obturateur 6 pourvu d'un clapet amont 12 et d'un clapet aval 12', une turbine 26 disposée en amont de cet obturateur dans le conduit d'écoulement de gaz 5 et le boîtier électronique 48 peut également être monté dans un régulateur à double détente de structure générale classique comportant un étage de prédétente 111 et une tubulure de liaison de pression aval 113.

Il ressort de la description qui précède de l'invention que celle-ci procure des spécificités et avantages considérables. En effet, grâce à la configuration à deux clapets 12, 12', montés en tandem, on obtient un effet amplificateur des déplacements du dispositif obturateur 6, pour des petits débits, ce qui permet une mesure précise et fiable, même dans ce domaine des faibles débits, ce qui était impossible jusqu'à présent et considéré même comme étant incompatible avec un régulateur. La plage des débits où l'effet loupe recherché est fonction de la longueur axiale des parties concentriques et cylindriques des clapets et gicleurs et est ainsi variable.

D'autre part, la configuration à deux clapets, avec création d'un espace intermédiaire entre ces deux clapets permet d'obtenir un critère, à savoir la pression intermédiaire P_i, qui varie fortement en fonction du débit de gaz et peut être utilisée pour assurer un étalonnage des débits établis de façon connue en soi à partir des pressions de gaz amont et aval et du déplacement axial du dispositif obturateur, grâce à des capteurs de pression et du déplacement. La mesure de la pression intermédiaire pourrait même permettre de remplacer la mesure du

déplacement, relativement complexe, par la simple mesure de seulement trois pressions. La forte variation de la pression intermédiaire P_i, par rapport aux pressions amont P_{am} et aval P_{av} qui sont sensiblement constantes, ressort clairement de la figure 5. De plus, cette variation peut être modifiée par un dimensionnement approprié des clapets amont 12 et aval 12', de la manière décrite plus haut et symbolisée par des flèches.

Un autre avantage majeur de l'invention réside dans l'utilisation de l'écoulement du gaz et de la forte différence entre la pression amont P_{am} et la pression intermédiaire P_i pour l'entraînement d'un dispositif générateur de courant électrique, ce qui permet de conférer au détendeur une large autonomie en énergie. En disposant une turbine, c'est-à-dire la turbine 26 dans le conduit de gaz, en amont du dispositif obturateur à double clapet, ayant la structure décrite plus haut, on produit des impulsions pneumatiques variant entre la pression amont et la pression intermédiaire. Ces impulsions seront utilisées pour entraîner un générateur de courant disposé dans le boîtier électronique. Le comptage des impulsions dont le nombre est proportionnel au débit donne une valeur supplémentaire du débit qui pourra être corrélée soit à la valeur de la pression intermédiaire Pi soit à la valeur du déplacement S. Ce boîtier et le fait que le régulateur comprend une face de pose groupant toutes les prises de pression, de température et du déplacement axial du dispositif obturateur à double clapet présente un autre avantage spécifique de l'invention. La configuration du boîtier telle que décrite grâce aux clapets anti-retour dans l'interface de pose permet de mettre en place ou enlever le boîtier pendant le fonctionnement sans coupure de gaz.

Bien entendu, de multiples modifications peuvent être apportées aux régulateurs tels que décrits ci-avant et représentés aux figures, à titre d'exemple. Ainsi, le générateur d'énergie peut être du type à cellules

piézoélectriques et le boîtier électronique pourrait être équipé d'un émetteur, récepteur radio ou GSM, l'autonomie étant donnée par le dispositif générateur d'énergie.

REVENDICATIONS

1. Appareil régulateur et débitmètre de gaz à détente et à clapet d'obturation de la voie d'écoulement du gaz, du type comprenant un dispositif clapet et un dispositif siège, mobiles l'un par rapport à l'autre entre une position d'obturation de la voie d'écoulement de gaz entre un orifice d'entrée et un orifice de sortie et une position d'ouverture de cette voie, sous l'effet de moyens de membrane soumis à l'action antagoniste d'une force et de la pression de sortie du gaz, caractérisé en ce que le dispositif clapet (6) comprend au moins un organe de clapet (12) ayant une configuration assurant que l'échelle du rapport du déplacement (S) du dispositif clapet (6) par rapport au débit de gaz (DB) est sensiblement constante dans le domaine (a) des faibles débits et plus grande que l'échelle également sensiblement constante de ce rapport dans le domaine (b) des débits plus grands.

2. Appareil régulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le clapet (12) comprend un élément obturateur (14) d'un siège de clapet (9), placé à une extrémité d'une partie de clapet cylindrique (13) axialement déplaçable dans un orifice cylindrique d'un gicleur (19), en formant un espace annulaire (20) entre cette partie cylindrique et le gicleur, entre une position de fermeture de la voie d'écoulement de gaz par application de l'élément obturateur (14) sur le siège (9) et une position d'ouverture totale de cette voie dans laquelle la partie cylindrique (13) est sortie de l'orifice de gicleur (19).

3. Appareil régulateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la partie cylindrique (13) se termine par une partie tronconique (15).

4. Appareil régulateur selon l'une des revendications 2 à 3, caractérisé en ce que l'espace annulaire (20) constitue un moyen de perte de charge

introduite dans la voie d'écoulement du gaz dans le domaine (a) des faibles débits provoquant une augmentation du déplacement (S) du dispositif clapet (6) qui est plus grand par rapport au débit (DB) dans le domaine (a) des débits plus faibles que dans le domaine des débits plus importants (b).

5. Appareil régulateur selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que le dispositif clapet comporte deux clapets précités (12, 12') montés en tandem chacun dans un gicleur précité (19, 19').

6. Appareil régulateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif double clapet (6) délimite dans la voie d'écoulement un espace intermédiaire (52) entre les deux clapets (12, 12') dans lequel la pression intermédiaire (P_i) varie fortement par rapport aux pressions amont (P_{am}) et aval (P_{av}) lors du déplacement (S) du clapet.

7. Appareil régulateur selon la revendication 6, caractérisé en ce que la pression intermédiaire précitée (P_i) est utilisée pour entraîner en rotation l'organe mobile d'un dispositif générateur de courant d'alimentation d'un dispositif électronique associé au régulateur.

8. Appareil régulateur selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif générateur de courant comprend une turbine (26) montée dans la voie d'écoulement de gaz, en amont du dispositif clapet (6) et adaptée pour produire des impulsions de gaz utilisables pour l'entraînement de l'organe générateur précité.

9. Appareil régulateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que le nombre des impulsions de gaz précitées est proportionnel au débit (DB) et en ce que le comptage des impulsions donne une valeur du débit qui peut être corrélée soit à la valeur de la pression intermédiaire (P_i) soit à la valeur du déplacement (S).

10. Appareil régulateur selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que le

dispositif double clapet constitue un moyen d'auto-étalonnage de surveillance des dérives des valeurs de mesure du débit par comparaison des valeurs de la pression intermédiaire (P_i), de la valeur du déplacement (S) et du nombre des impulsions.

11. Appareil régulateur selon l'une des revendications 2 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte un plan de pose contenant toutes les prises de pression, de température (44, 55, 66) et de mouvement (63) utiles pour la mesure du débit de gaz et l'entraînement de l'organe de générateur de courant et sur lequel peut être monté un boîtier électronique (48) ayant un plan de pose complémentaire.

12. Appareil régulateur selon la revendication 11, caractérisé en ce que le boîtier électronique (48) comporte un compartiment de batterie rechargeable (75), un potentiomètre (77) d'indicateur du déplacement (S) du dispositif clapet (6), un dispositif d'engrenage (79) de transmission de mouvement, associé au potentiomètre et un dispositif générateur de courant (81).

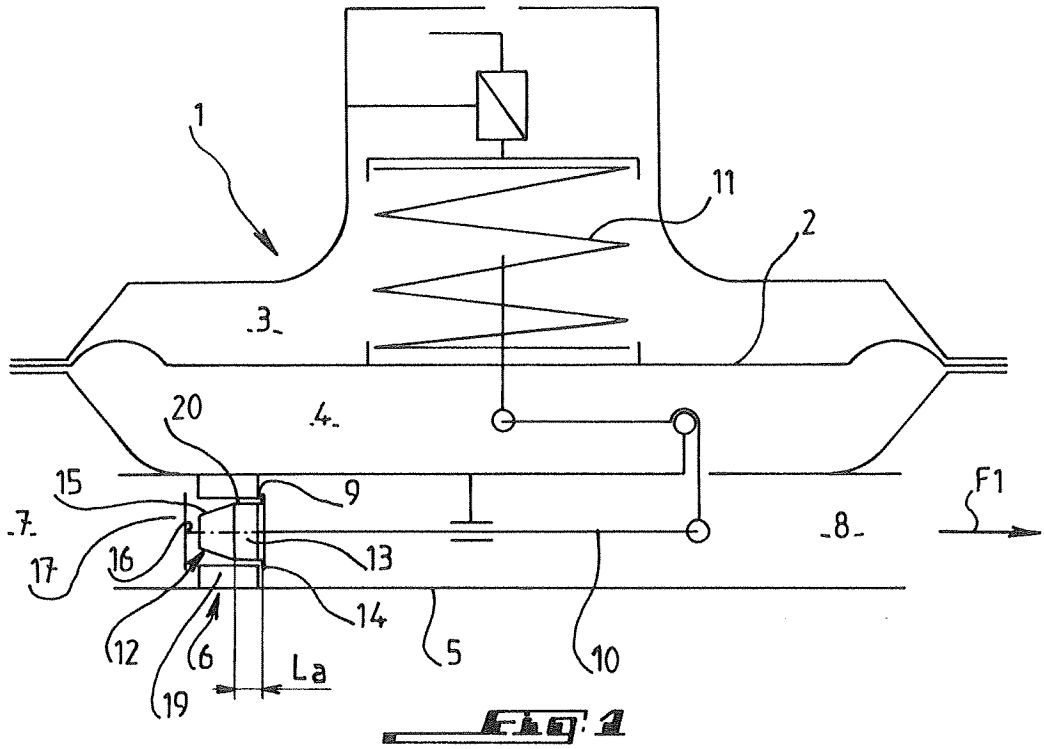

1
11
2
3
20
4
15
9
F1
7
8
17
16
13
14
12
6
5
10
19
La

Fig: 1

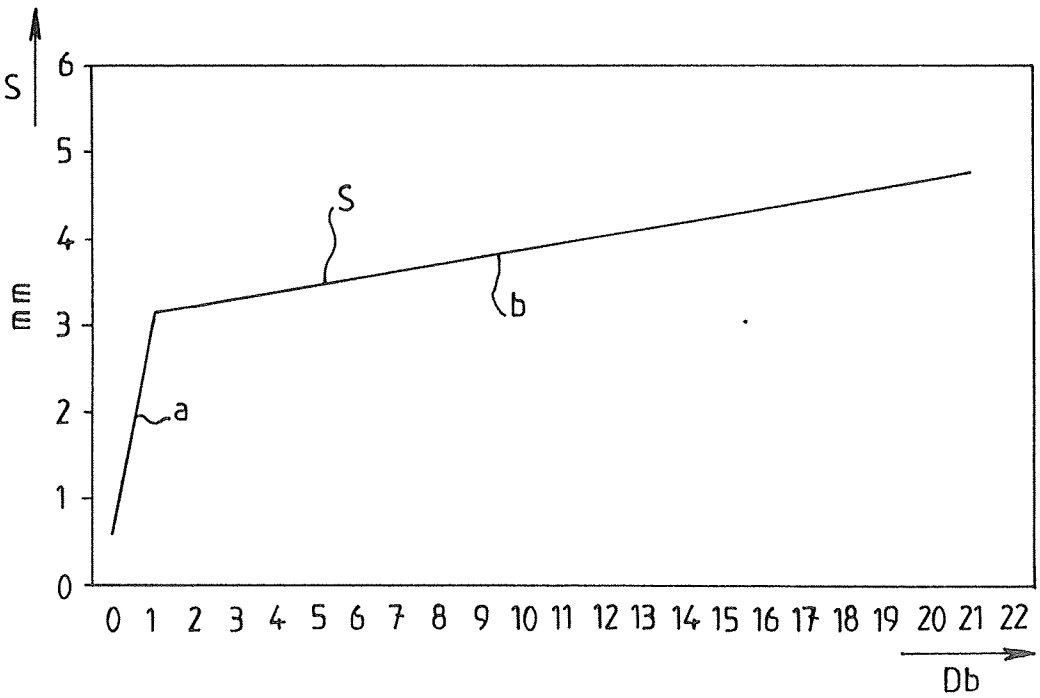

S
6
5
4
3
2
1
0
mm
S
b
a
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22
Db

Fig: 2

Fig 3

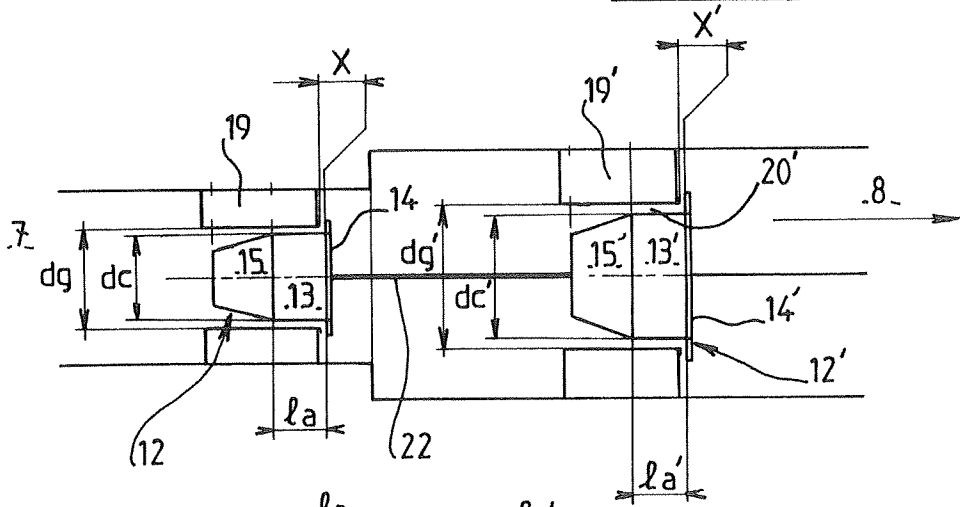


Fig 4

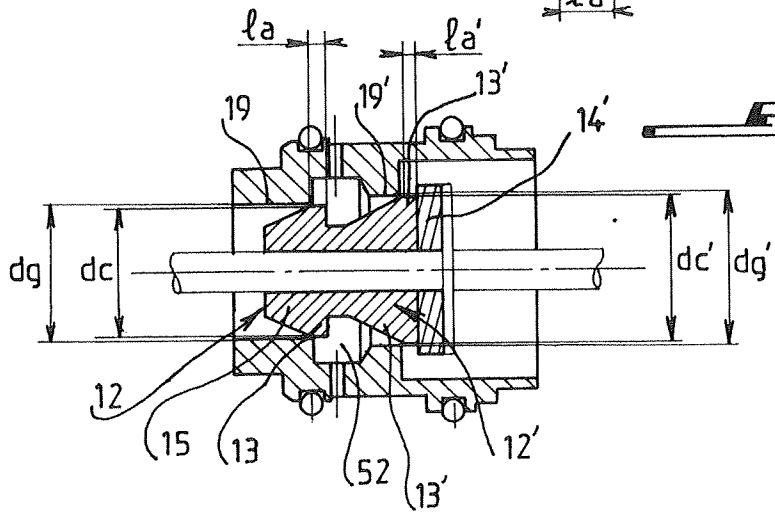
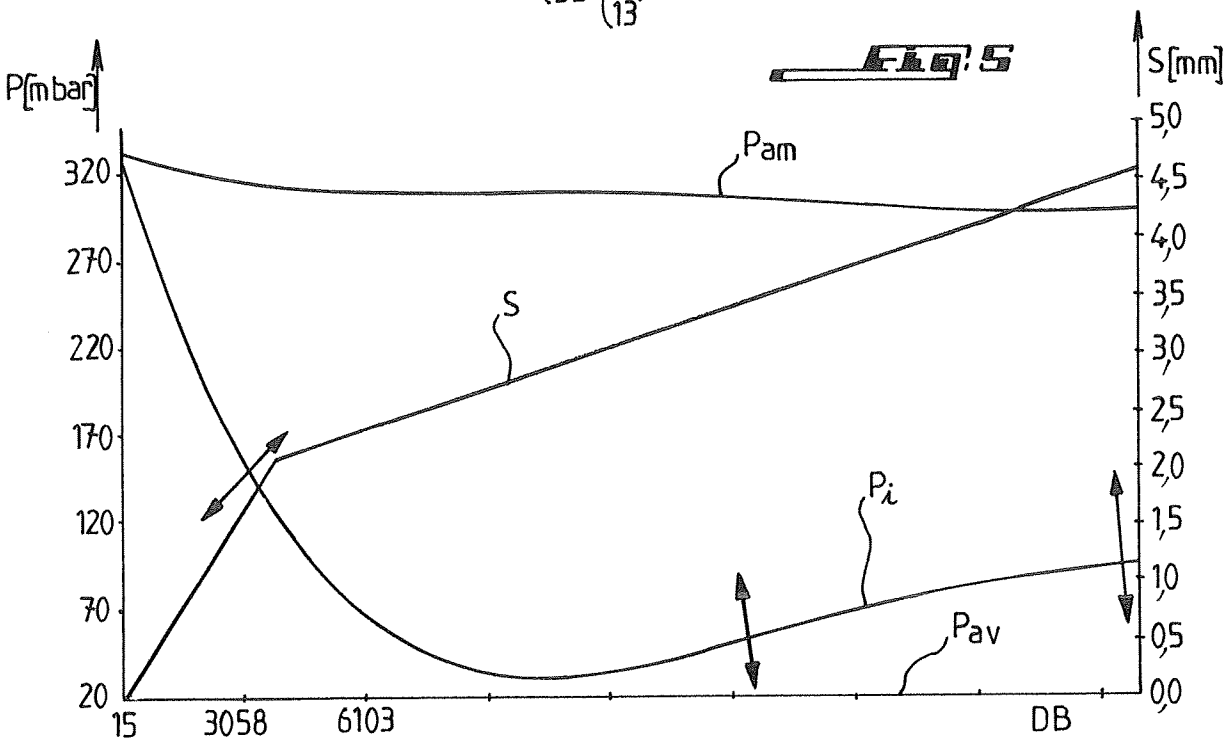


Fig 5



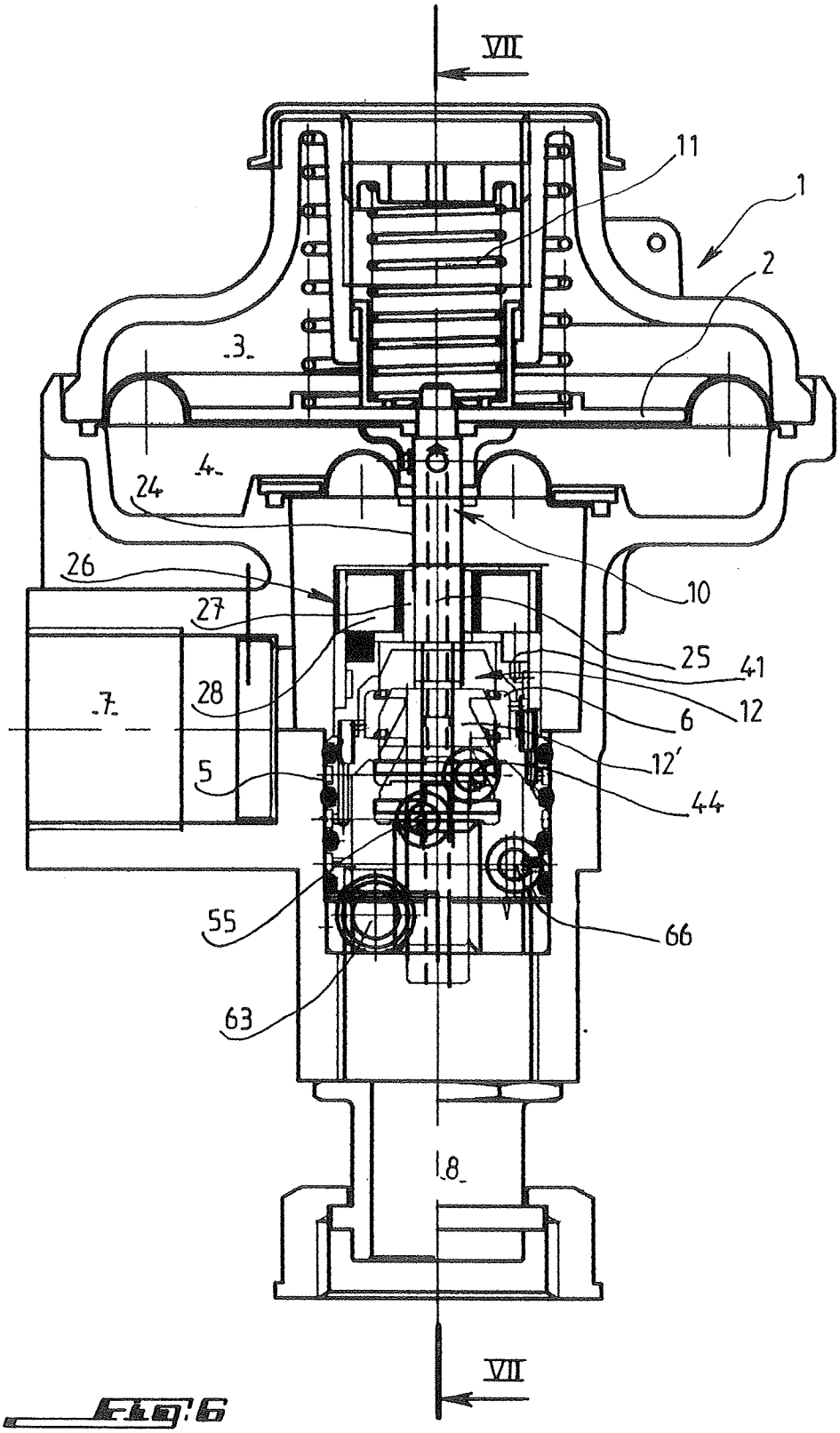


Fig. 6

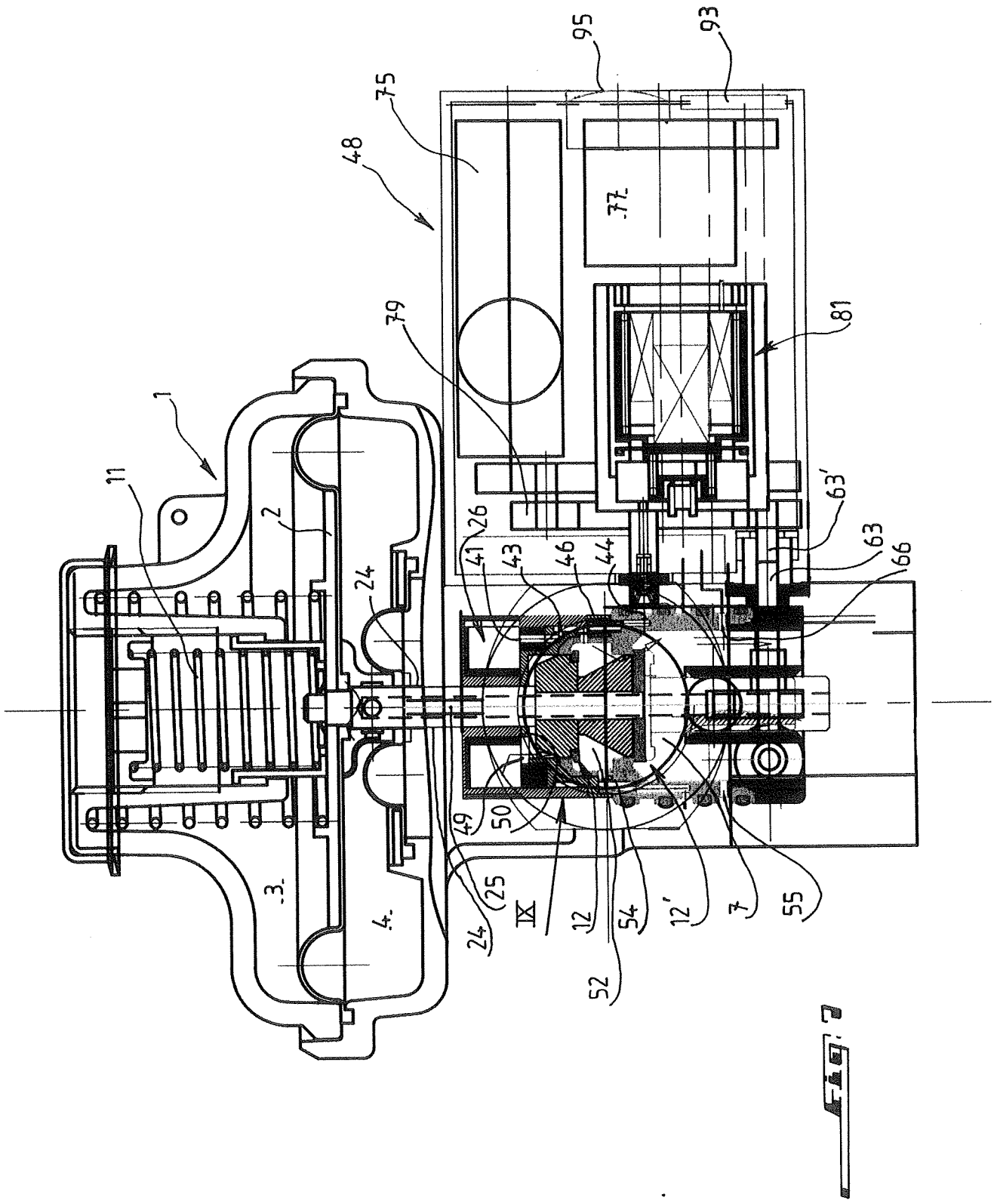

95
93
75
48
77
79
81
1
11
2
24
63'
63
66
26
41
43
46
44
49
50
25
IX
12
54
12'
7
55
52
3
4

Fig. 7

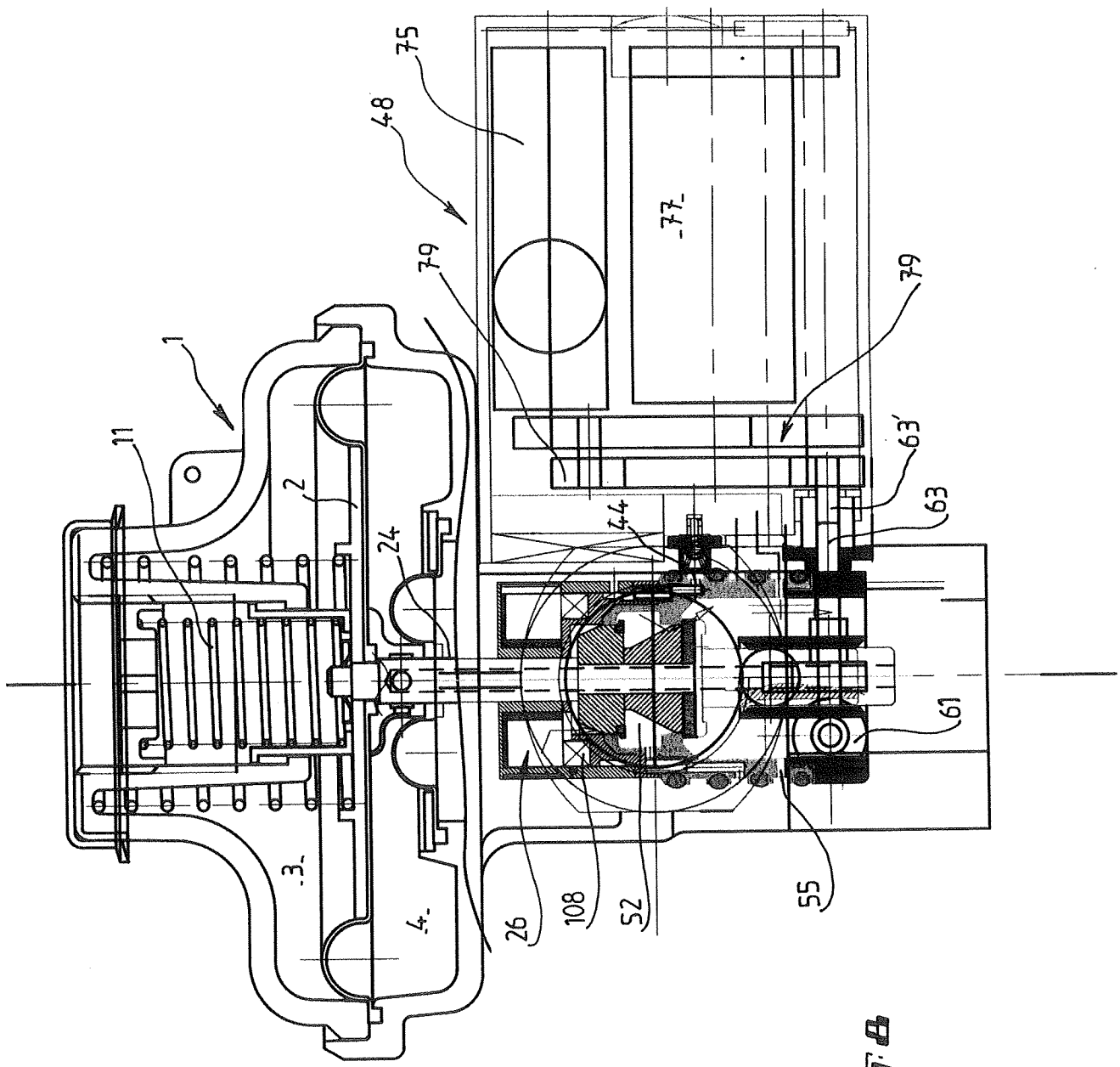


Fig. 8

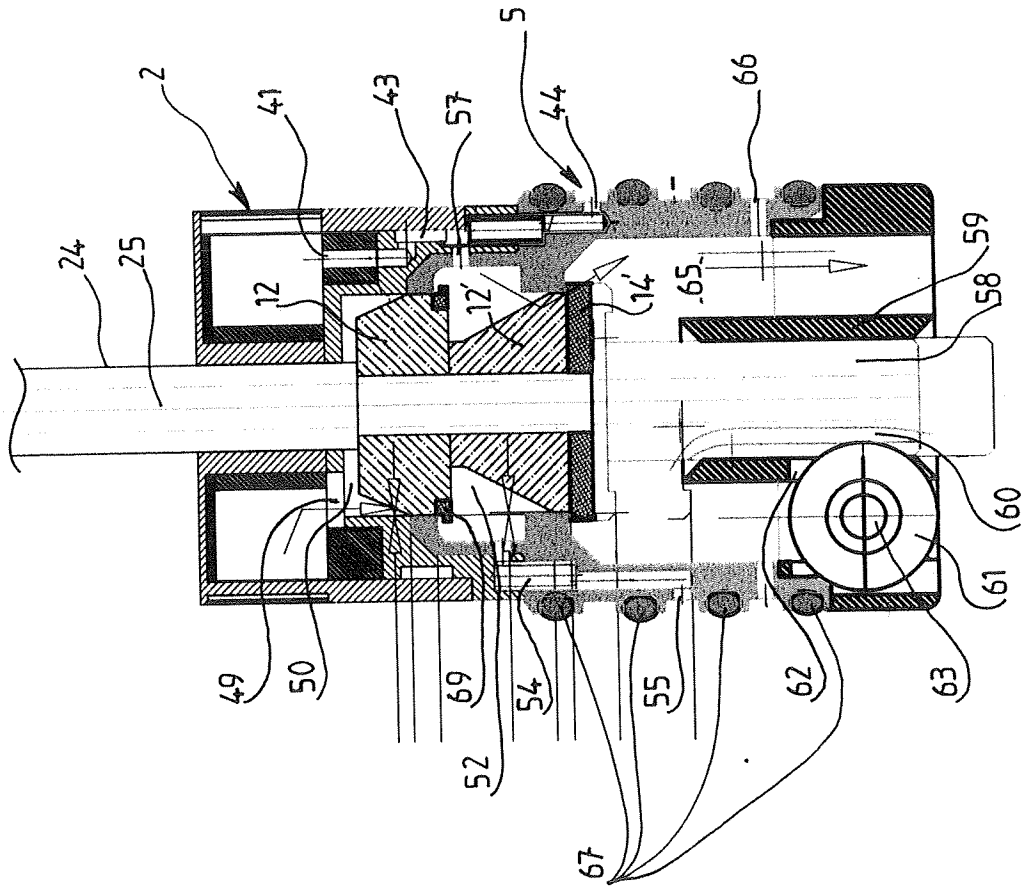

2
41
43
57
5
44
66
24
25
12
12'
14'
65
59
58
60
61
63
62
55
54
69
52
67
49
50

Fig. 6

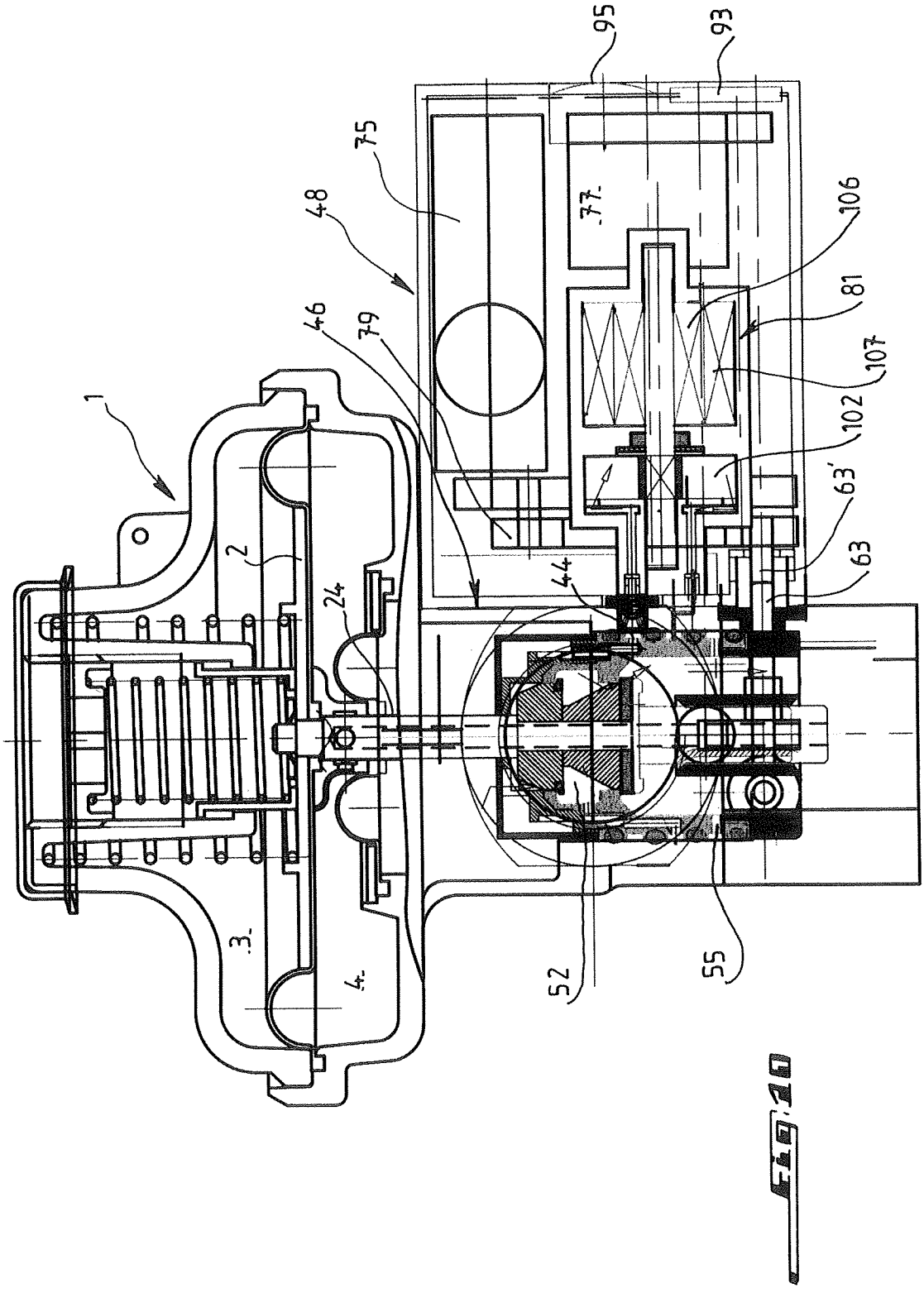


Fig 10

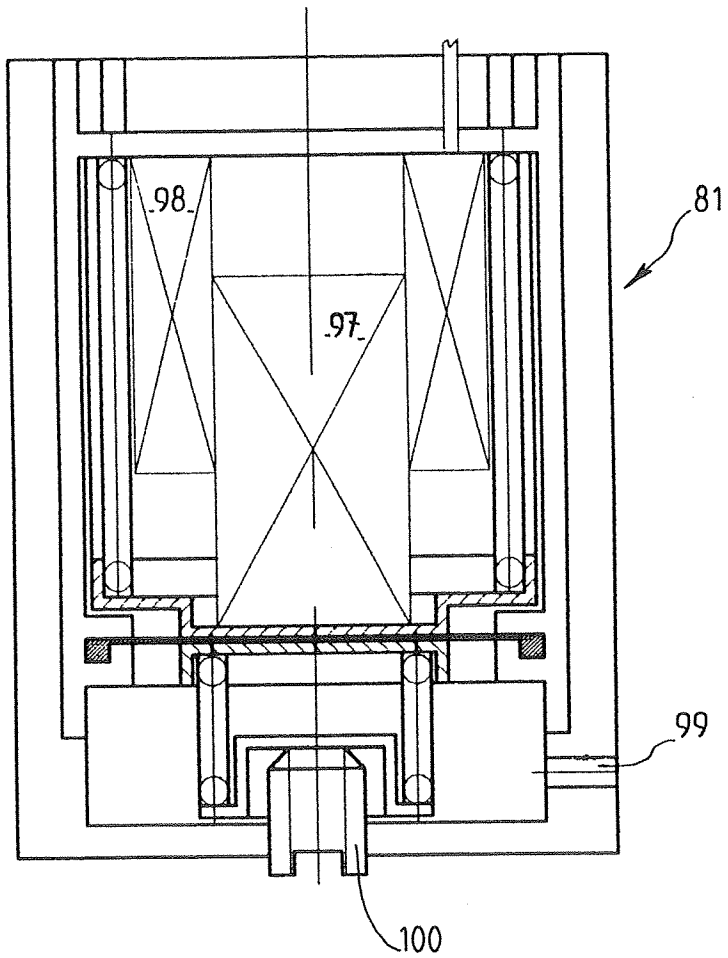


Fig 11

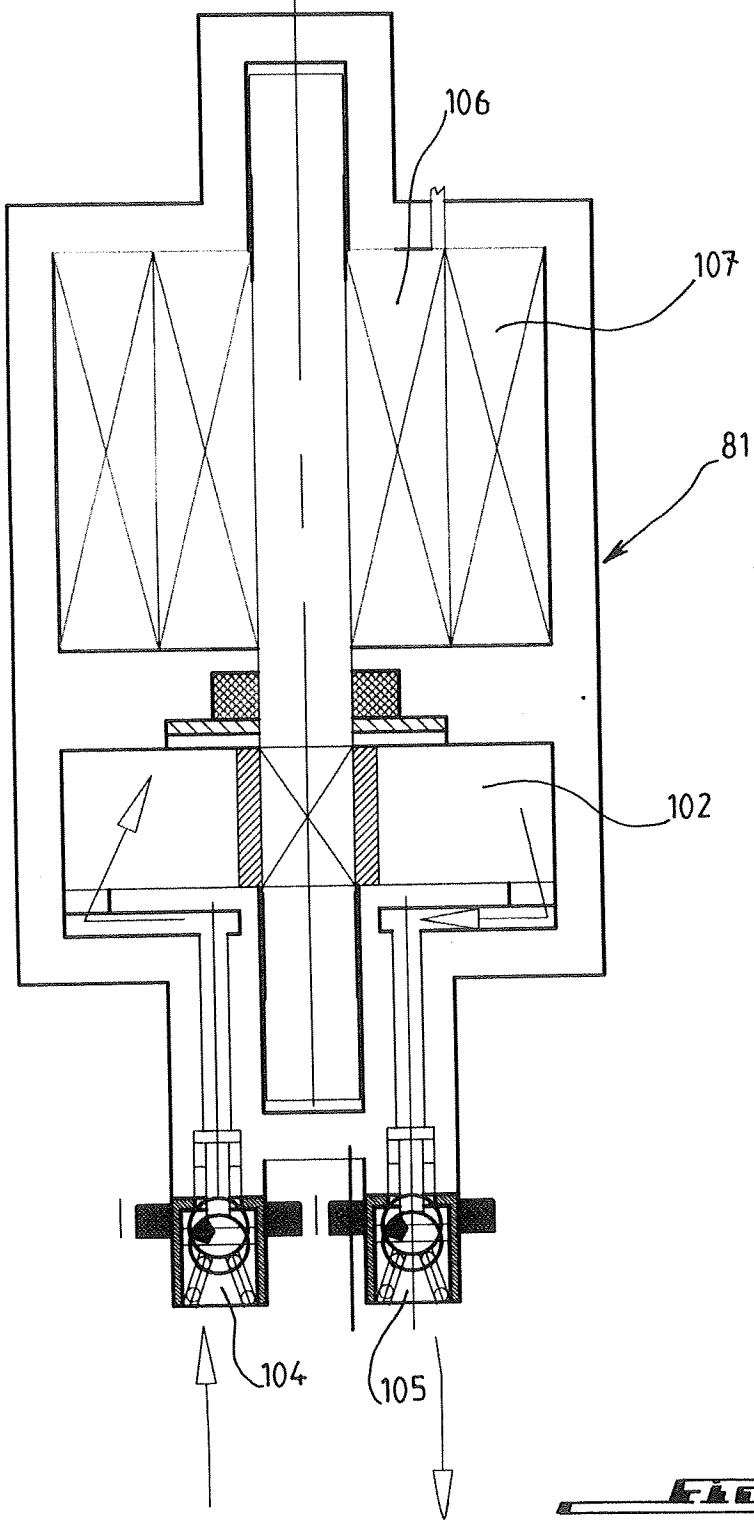
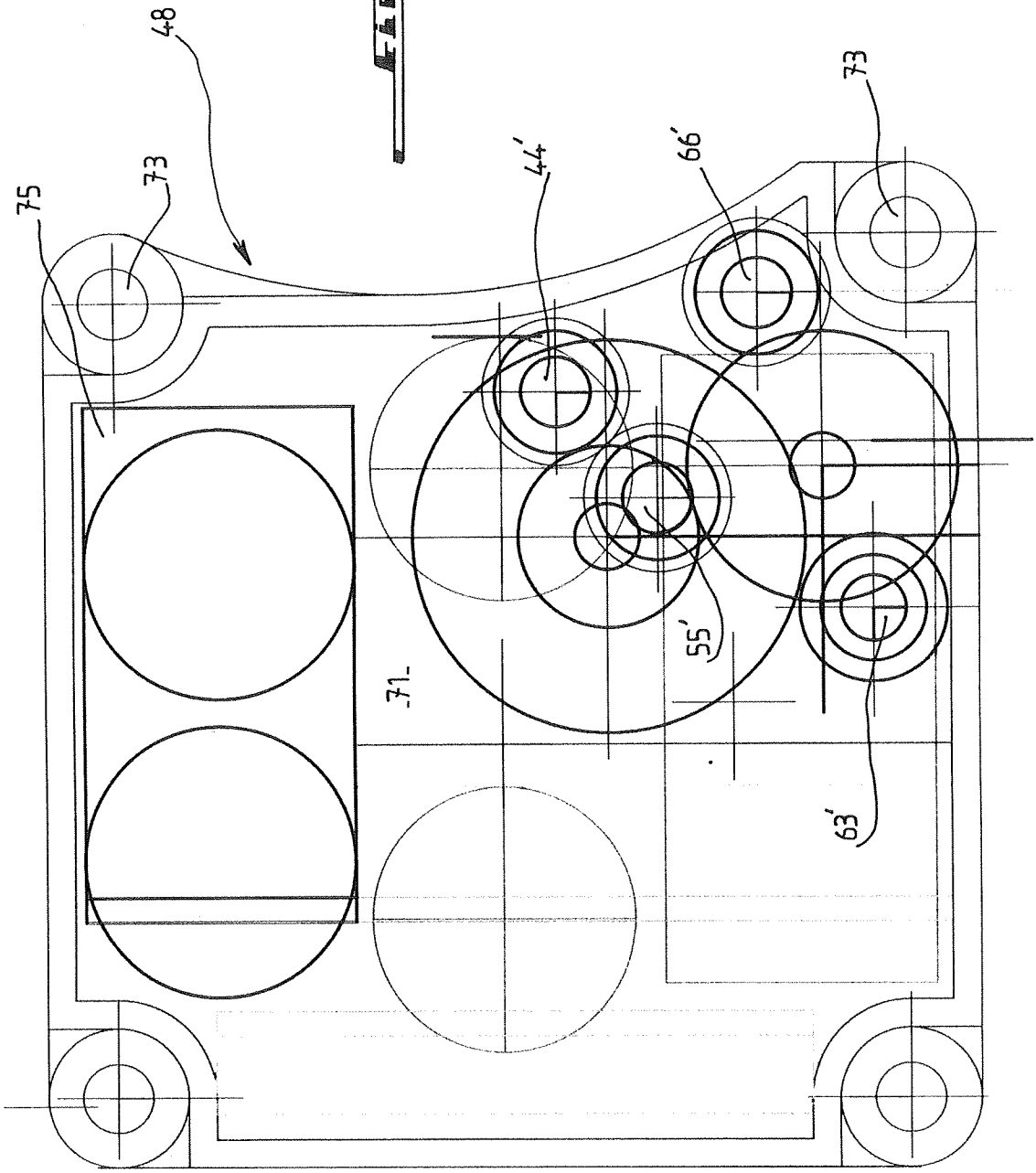


Fig: 12

Fig.13



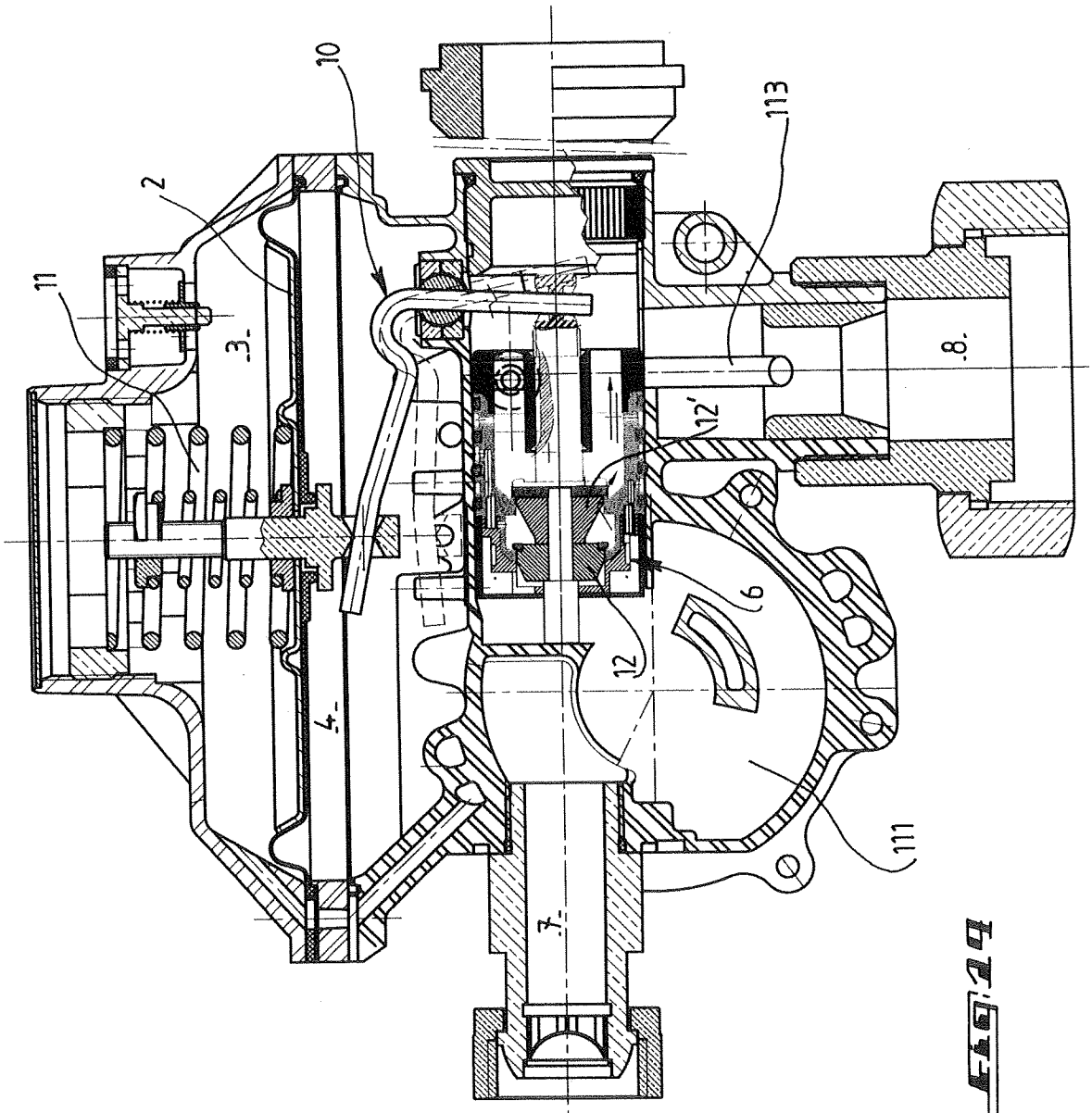


Fig 14

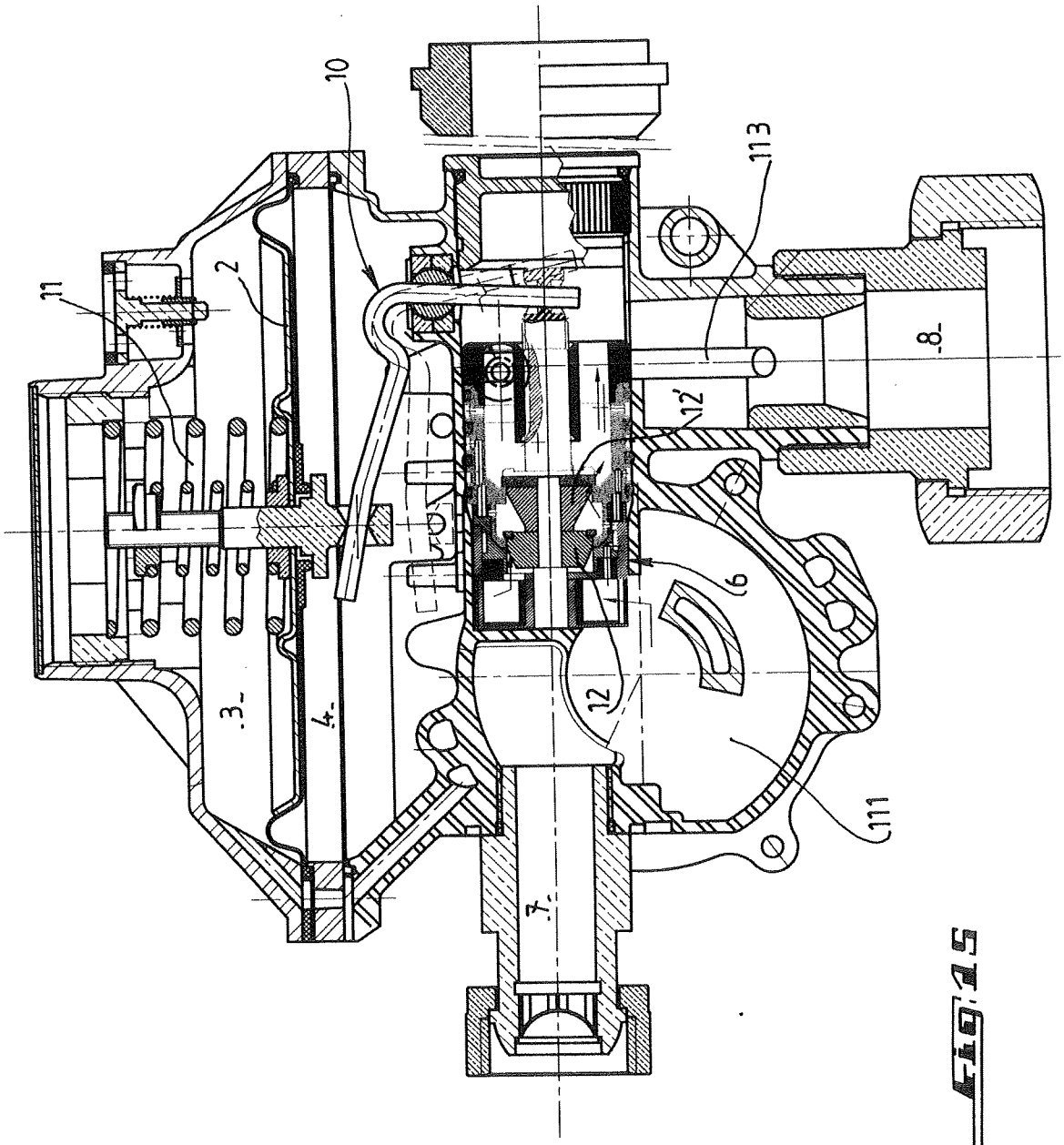


FIG.15

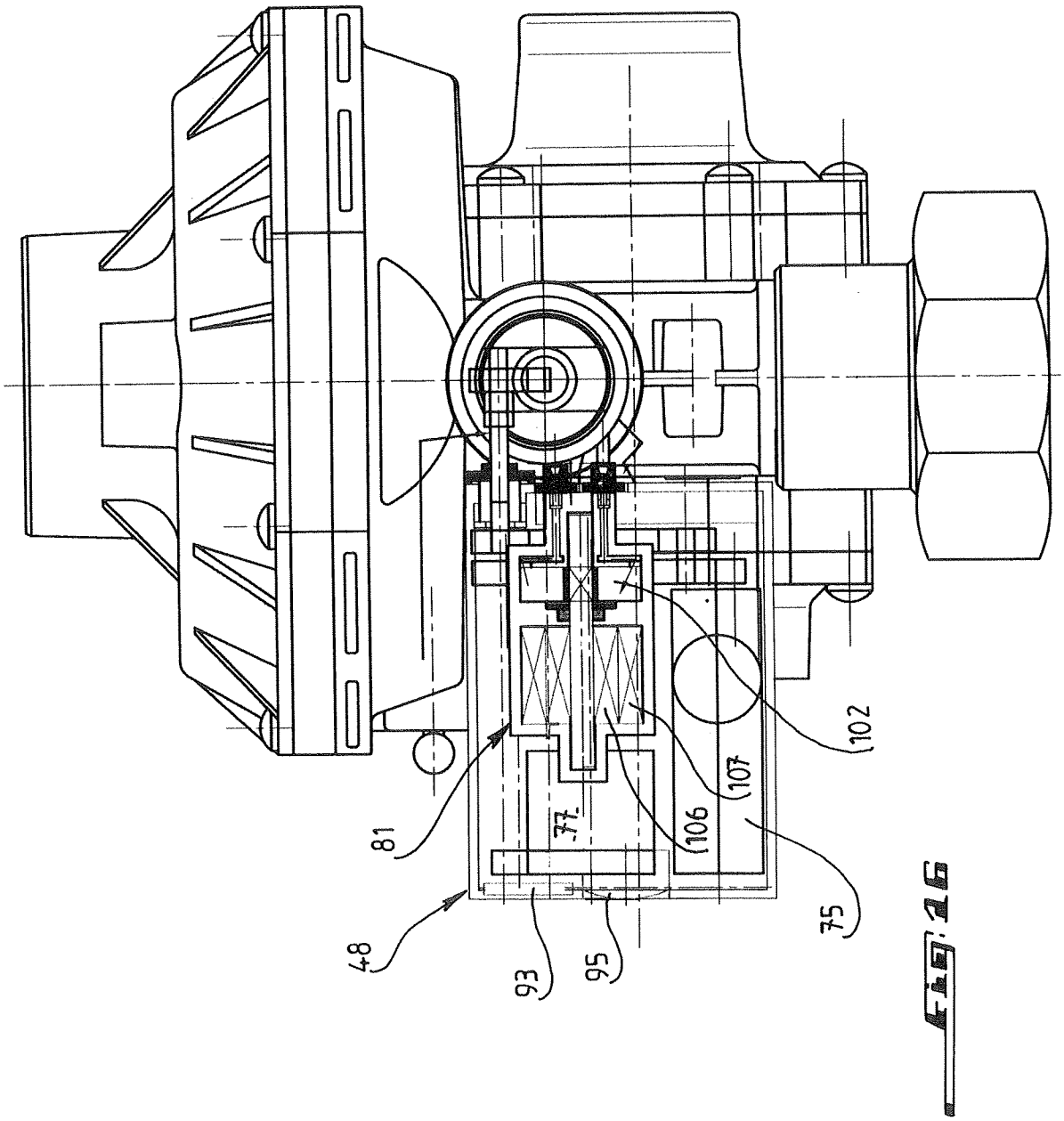


Fig. 16

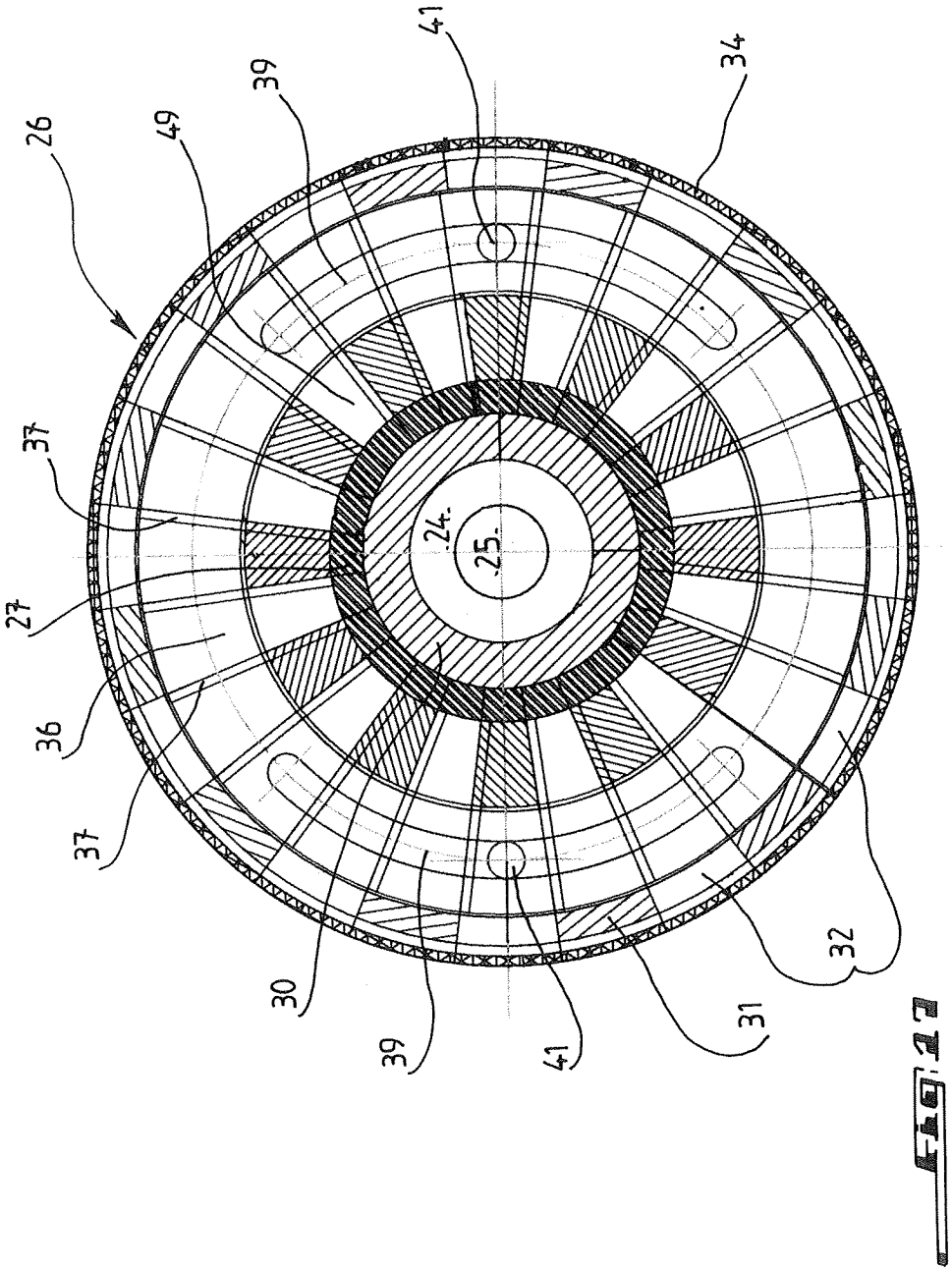


Fig. 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2007/051277

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G05D7/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G05D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 199 404 A (COOK ET AL) 6 April 1993 (1993-04-06) abstract column 9, line 35 - column 10, line 39; figures 11-13	1-4
A	US 4 606 652 A (SWEARINGEN ET AL) 19 August 1986 (1986-08-19) abstract column 3, line 12 - line 31; figure	1
A	US 4 491 149 A (TRINKWALDER ET AL) 1 January 1985 (1985-01-01) abstract column 6, line 29 - column 8, line 11; figures 6-9	1,5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 August 2007	28/08/2007

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Helot, Henri

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2007/051277

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5199404 A	06-04-1993	NONE	
US 4606652 A	19-08-1986	NONE	
US 4491149 A	01-01-1985	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2007/051277

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. G05D7/01

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G05D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela estréalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 199 404 A (COOK ET AL) 6 avril 1993 (1993-04-06) abrégé colonne 9, ligne 35 - colonne 10, ligne 39; figures 11-13	1-4
A	US 4 606 652 A (SWEARINGEN ET AL) 19 août 1986 (1986-08-19) abrégé colonne 3, ligne 12 - ligne 31; figure	1
A	US 4 491 149 A (TRINKWALDER ET AL) 1 janvier 1985 (1985-01-01) abrégé colonne 6, ligne 29 - colonne 8, ligne 11; figures 6-9	1,5

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
21 août 2007	28/08/2007

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Helot, Henri

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2007/051277

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5199404 A	06-04-1993	AUCUN	
US 4606652 A	19-08-1986	AUCUN	
US 4491149 A	01-01-1985	AUCUN	