

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 25421 A1

(51) Cl. internationale :
**B01D 61/00; F04B 9/113;
F04B 39/16**

(43) Date de publication :
01.04.2002

(21) N° Dépôt :
26485

(22) Date de Dépôt :
14.01.2002

(30) Données de Priorité :
15.06.1999 FR 99/07795

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/FR00/01642 14.06.2000

(71) Demandeur(s) :
MARINZET BERNARD, CHEMIN SAINT-JOSEPH 84400 RUSTREL (FR)

(72) Inventeur(s) :
MARINZET

(74) Mandataire :
M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI

(54) Titre : **POMPE A PISTONS, PROCEDE ET INSTALLATION DE FILTRATION D'EAU**

(57) Abrégé : **POMPE A PISTONS, PROCEDE ET INSTALLATION DE FILTRATION D'EAU**

MEMOIRE DESCRIPTIF

joint à l'appui d'une demande de brevet d'invention ayant pour titre :

"Pompe à pistons, procédé et installation de filtration d'eau"

Déposant/Inventeur

MARINZET Bernard
Chemin Saint-Joseph
84400 RUSTREL
FRANCE

Mandataire

M. Mehdi SALMOUNI-ZERHOUNI
Forum International
62 Boulevard d'Anfa
20000 CASABLANCA MAROC

25
01 AVR 2002

Pompe à pistons, procédé et installation de filtration d'eau

La présente invention a pour objet un procédé et une installation de filtration d'un liquide utilisant un dispositif de filtration à membrane.

5 Le secteur technique de l'invention est le domaine de la fabrication de dispositifs de filtration à membrane semi-perméable.

La présente invention est plus particulièrement relative à un procédé et à un dispositif de dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre par osmose inverse; et aux procédés et dispositifs d'ultrafiltration d'un liquide
10 tel que de l'eau, pour fournir une eau apte à la consommation ou à l'irrigation par exemple.

Un inconvénient des installations de filtration d'eau de mer en vue de son dessalement est leur rendement faible: l'énergie consommée pour obtenir un mètre cube d'eau dessalée est de l'ordre de 5 à 10 kWh; dans le
15 cas où l'on utilise une turbine, telle qu'une turbine de type « PELTON », pour récupérer l'énergie de l'eau sursalée produite, le rendement de la turbine étant faible, le rendement global de l'installation est peu amélioré; en outre, de telles installations équipées de pompes centrifuges et de turbines sont d'un coût élevé, et d'une fiabilité et d'une durée de vie
20 relativement faibles.

Dans les installations de dessalement d'eau de mer par osmose inverse, on délivre l'eau à traiter à l'entrée du dispositif de filtration, à une pression d'entrée qui est supérieure à la pression osmotique de l'eau; généralement, la pression d'alimentation en eau à l'entrée du filtre est au
25 moins égale à 25 bars, par exemple de l'ordre de 30 à 100 bars, en particulier de l'ordre de 60 à 80 bars; on récupère en sortie du filtre un concentrat d'eau dite « sursalée » d'une part, et un perméat d'eau dessalée (qui est à une pression voisine de la pression atmosphérique) d'autre part; la pression du concentrat en sortie du filtre est généralement peu inférieure
30 à la pression d'alimentation d'eau à dessaler, par exemple inférieure à celle-ci d'une valeur de l'ordre de 1 à 5 bars, étant donné que la chute de pression dans le filtre est faible.

Dans les installations de filtration moins poussée, notamment dans les installations de nanofiltration pour le traitement d'eau saumâtre, on alimente le filtre en eau à traiter à une pression de l'ordre de 10 bars, et on récupère un concentrat à une pression de l'ordre de 4 à 8 bars.

5 Le brevet US 3,825,122 décrit un dispositif de pompage pour la filtration d'un fluide par osmose inverse qui comporte plusieurs cylindres alignés qui délimitent une chambre principale de pompage du fluide, une chambre d'appoint (« booster ») servant à la récupération de l'énergie du concentrat, et une chambre hydraulique pour l'actionnement du dispositif
10 par un fluide hydraulique pressurisé par une pompe ; chaque chambre est munie d'un piston mobile en translation alternative sous l'action d'une tige de piston qui est commune à tous les pistons ; bien que l'objectif annoncé dans ce document soit de maintenir un débit constant de fluide pressurisé, le système d'inversion du sens de déplacement de la tige par des capteurs de
15 fin de course commandant des distributeurs placés sur les conduits raccordés aux chambres, ne permet pas d'assurer un débit continu ; c'est vraisemblablement la raison pour laquelle ce dispositif, comme tous les systèmes de pompe à piston, n'a pas connu de développement industriel effectif pour la filtration par osmose inverse. Les membranes sont en effet
20 extrêmement sensibles aux variations de pression et de débit qui provoquent leur colmatage ou leur rupture.

Le brevet US 4,432,876 décrit différents dispositifs visant à réduire les fluctuations de pression et de débit d'eau en sortie de pompe : Un dispositif de variation simultanée du volume de la chambre de pompage et
25 du volume de la chambre d'expansion couplée à la chambre de pompage ; deux variantes du dispositif - à vanne commandée et respectivement à double clapet pilotés et montés tête-bêche - provoquent la mise en communication momentanée de ces deux chambres, lorsque le piston est en fin de course, afin d'écrêter les surpressions dues au brusques ouvertures et
30 fermeture des vannes disposées sur les conduits d'eau ; en outre ce document propose un dispositif comportant trois pistons ou plus - qui sont entraînés par un vilebrequin commun - ou plus, et recommande d'éviter les machines à 2, 4, 8 ou 16 pistons. Afin d'augmenter la compacité du

dispositif décrit dans US 4,432,876 et d'en supprimer les dispositifs de variation de volume des chambres, le brevet US 4,913,809 décrit un dispositif de pompage à deux pistons reliés par une tige et mû par un actionneur hydraulique à double effet, dont la pression commande la position d'un distributeur prévu sur les conduits d'eau avec un faible décalage dans le temps.

Malgré ces améliorations apportées aux pompes à piston, on constate à ce jour que les installations à osmose inverse comportent essentiellement des pompes centrifuges de faible rendement, les dispositifs de pompage à piston étant trop complexes et inadaptés à la pressurisation d'eau délivrée aux filtres à membrane.

Un objectif de la présente invention est de proposer un procédé et une installation de filtration de liquide qui soient améliorés.

Un objectif de la présente invention est d'améliorer le rendement global de ces procédés et installations de filtration.

Selon un premier aspect, l'invention consiste à proposer un dispositif de pompage d'eau qui comporte au moins deux pompes, chacune des pompes comportant :

- au moins deux chambres alignées selon un axe longitudinal,
- au moins deux pistons respectivement montés mobiles en translation alternative dans chacune des deux chambres,
- un arbre de transmission d'efforts entre les deux pistons, qui s'étend en partie dans chacune des chambres et est monté coulissant par rapport à celles-ci selon ledit axe longitudinal ;

en outre, le dispositif de pompage comporte un actionneur susceptible d'apporter à l'eau l'énergie nécessaire à sa compression - déduction faite de l'énergie du concentrat récupérée par lesdits pistons - , en provoquant un mouvement alternatif, généralement périodique, de translation (coulissement) de l'arbre et des pistons de chacune des pompes, et des moyens pour provoquer un arrêt prolongé de l'arbre et des pistons de chaque pompe, à chaque fin de course, c'est à dire deux fois pour chaque période du mouvement périodique, ce qui permet d'éviter ou de limiter fortement des variations de la pression d'eau à l'entrée du (ou des) filtre(s).

Le dispositif de pompage comporte en outre des moyens pour accélérer une desdites deux pompes pendant qu'une autre desdites deux pompes est en arrêt prolongé de fin de course, ce qui permet de maintenir le débit (cumulé) d'eau refoulée par les pompes vers le (ou les) filtre(s) à une valeur sensiblement constante.

Au sens de la présente demande, l'expression "arrêt prolongé" désigne une durée pendant laquelle au moins un desdits pistons - et généralement les deux pistons d'une pompe ainsi que leur arbre associé - sont sensiblement immobiles ; ladite durée de l'arrêt prolongé est telle que son rapport à la période du mouvement de l'arbre (et des pistons) est généralement supérieure à 10^{-3} ; ce rapport peut atteindre des valeurs très élevées - par exemple de l'ordre de 0,1 ou plus - en particulier dans le cas où lesdites deux pompes n'ont pas la même capacité ; dans ce cas, l'arrêt prolongé de la pompe de plus forte capacité sera d'une durée supérieure à celle de l'arrêt de la pompe de moins forte capacité.

Cependant, en général les deux pompes auront la même capacité et seront chacune commandées de manière à effectuer un arrêt prolongé en fin de course de durée sensiblement identique pour les deux pompes.

En vue de commander le ralentissement suivi de l'arrêt prolongé en fin de course, au moins une des chambres d'au moins une des pompes sera de préférence équipée d'un capteur de position du piston (et/ou de l'arbre) qui soit positionné de façon à émettre un signal de détection avant que ledit piston (et/ou ledit arbre) atteigne sa position de fin de course ; ce signal de détection est transmis à une unité électronique de contrôle qui, en réponse à la réception de ce signal, commande l'arrêt de la délivrance d'énergie par ledit actionneur à la pompe considérée.

L'énergie motrice fournie par ledit actionneur est de préférence transmise à l'eau par l'intermédiaire d'un fluide hydraulique (moteur) agissant sur un piston - dit moteur - lié audit arbre, de façon similaire à celle décrite dans les brevets suscités ; l'arrêt prolongé de la délivrance du fluide moteur sous pression au piston moteur provoque alors l'arrêt prolongé de la pompe considérée.

Selon un autre aspect, l'invention consiste à proposer un dispositif de pompage d'eau comportant deux pompes, chaque pompe comportant deux chambres alignées recevant chacune un piston mobile en translation dans la chambre, les deux pistons étant reliés par un arbre coulissant ; le dispositif
5 comporte en outre un vérin hydraulique à double effet pour l'entraînement de chaque pompe, et une boucle de circulation de fluide hydraulique (moteur) sous pression, qui est unique et par conséquent commune à tous les vérins hydrauliques du dispositif de pompage ; le dispositif comporte en outre des moyens de mise en communication sélective de chaque vérin avec
10 ladite boucle qui sont commandés de façon à ce que la somme des débits de fluide hydraulique (moteur) délivré aux vérins soit sensiblement constante dans le temps, de sorte que la somme des débits d'eau refoulée par les pompes du dispositif est sensiblement constante.

Ladite boucle commune de circulation de fluide moteur comporte de
15 préférence une seule pompe ainsi qu'un organe de mesure du débit circulant dans ladite boucle.

Lesdits moyens de mise en communication sélective comportent des moyens empêchant, en permanence, la fermeture simultanée de tous les circuits de délivrance de fluide moteur aux vérins ; par conséquent,
20 lorsqu'une partie desdits moyens de mise en communication sélective sont fermés de façon à empêcher la délivrance du fluide moteur à un desdits vérins - pour provoquer l'arrêt prolongé de la pompe correspondante - , une partie au moins desdits moyens de mise en communication sélective sont ouverts ; étant donné que le débit global (cumulé) de fluide moteur
25 reste constant, le débit du fluide moteur délivré aux autres vérins alimentés par ladite boucle, est alors augmenté ; il en résulte une accélération de ces derniers et de la (des) pompe(s) correspondante(s).

Lesdits moyens de mise en communication sélective consistent essentiellement en des vannes commandées électriquement par l'unité
30 électronique de commande qui reçoit des signaux représentatifs de la position des pistons des vannes, ainsi que, de préférence, d'un débit-mètre prévu sur ladite boucle commune ; alternativement, ce débitmètre mesurant le débit global de fluide moteur utilisé par le dispositif de pompage, peut

être remplacé par un débitmètre placé sur un conduit de transport d'eau refoulée par les pompes vers le filtre à membrane ; il peut également être remplacé par plusieurs (au moins deux) débitmètres placés sur les conduits de transport d'huile reliant chaque vérin à la boucle commune ; il peut également être remplacé par au moins un capteur de la vitesse de déplacement de l'arbre coulissant d'une des pompes - au moins - , dans le cas où les différentes pompes du dispositif sont dotées de chambres, d'arbres coulissants et de pistons de géométrie identiques ; dans ce cas en effet, pour assurer un débit global d'eau refoulée constant, il suffit de maintenir en permanence la somme des vitesses des arbres coulissants des différentes pompes, à une valeur constante.

Selon un mode préféré de réalisation, chaque pompe comporte un piston moteur fixé au milieu dudit arbre coulissant ; dans ce mode de réalisation, chacune des dites pompes comporte trois pistons et un arbre coulissant commun de transmission d'efforts, chacun des pistons étant mobile en translation alternative dans une chambre cylindrique respective, les trois chambres étant alignées (selon l'axe longitudinal de l'arbre, qui correspond à l'axe de translation des pistons) ; deux pistons d'extrémité identiques servent chacun, d'une part à la compression du liquide à filtrer et d'autre part à la récupération d'énergie du concentrat, et sont respectivement disposés aux deux extrémités longitudinales de l'arbre ; le troisième piston - dit moteur - (de plus petit diamètre) est fixé sur l'arbre et disposé à égale distance des deux extrémités de l'arbre ; ainsi, chacune des deux chambres d'extrémité (appelées chambres communes) dans lesquelles se déplacent respectivement les deux pistons d'extrémité, est divisée en deux portions ou cavités (de volume variable selon la position du piston) séparées par le piston : une première portion de chaque chambre, dans la partie centrale de laquelle coulisse une partie de l'arbre, est raccordée au filtre à membrane pour recevoir le concentrat (eau sursalée) ; une deuxième portion de chaque chambre est raccordée aux conduits de liquide à filtrer (eau salée). La chambre centrale dans laquelle se déplace le piston moteur est raccordée aux conduits d'alimentation et d'échappement du fluide hydraulique (moteur), de préférence constitué par de l'huile.

Le dispositif selon l'invention présente des avantages :

- chacun des pistons d'extrémité, qui est en contact par une première (face avant) de ses deux faces avec le fluide à filtrer et qui est en contact par une deuxième (face arrière) de ses deux faces avec le concentrat sortant du filtre, est soumis à des contraintes mécaniques faibles, étant donné la faible différence de pression existant entre ces deux liquides ; en outre cette faible différence de pression ne nécessite pas d'équiper le piston de garnitures (segments) d'étanchéité complexes et coûteux ; en tout état de cause, une légère fuite est parfaitement tolérable pour cette garniture ;
- contrairement au dispositif décrit dans le brevet US 3,825,122, aucune portion d'arbre ne s'étend à l'extérieur des chambres, ce qui diminue le nombre de garnitures d'étanchéité et par conséquent le risque de fuite ; en outre cela simplifie grandement l'usinage et le montage des pièces fixes et mobiles en diminuant le nombre d'orifices (paliers) de passage de l'arbre - qui doivent être parfaitement alignés ; ceci diminue également les efforts de frottement de l'arbre et des pistons et augmente le rendement.

La structure du dispositif permet en outre de réduire les contraintes mécaniques appliquées à l'arbre ; cette structure permet l'utilisation de chambres allongées, en particulier dont le rapport de la longueur au diamètre est supérieur ou égal à 3, plus particulièrement voisin de 5 à 10 ou de 10 à 20 ; cette forme allongée (tubulaire) facilite la réalisation des corps (délimitant les chambres) qui doivent résister à des hautes pressions ; ceci contribue également à l'obtention d'un débit continuellement variable ou constant, pour éliminer (et/ou diminuer notablement) des surpressions transitoires (en fin de course), notamment par un contrôle facilité de la vitesse des pistons - (et par conséquent de l'arbre commun).

Ces avantages sont augmentés lorsque l'un au moins des deux pistons d'extrémité n'est pas liés rigidement à l'extrémité correspondante de l'arbre coulissant, en particulier lorsque le piston est lié à l'arbre par des moyens de liaison autorisant un déplacement (relatif) du piston par rapport à l'arbre, selon au moins un axe ; en particulier, la liaison peut être constituée par une rotule ou un cardan, autorisant une rotation relative selon au moins un axe transversal (par exemple perpendiculaire à l'axe longitudinal), par un

palier autorisant une translation relative selon l'axe longitudinal, ou bien par une combinaison de ces moyens de liaison ; dans le cas où le piston n'est pas lié à l'arbre, il présente – ainsi que l'arbre – une face de contact (d'appui) sur l'extrémité de l'arbre : pendant le refoulement de l'eau à filtrer sous haute pression, l'arbre transmet au piston d'extrémité par cette face l'effort qu'exerce le fluide moteur sur le piston central ; pendant le remplissage de la chambre d'extrémité par des moyens (pompe) de gavage sous une basse pression, le piston d'extrémité "suit" l'extrémité d'arbre en restant à son contact par cette face d'appui, sous l'effet de la pression (faible) que l'eau à filtrer exerce sur sa première face (face avant) ; dans ce cas, des moyens de guidage en coulissement du piston dans la chambre, sont de préférence intégrés à la périphérie du piston d'extrémité.

Conformément à une des caractéristiques de l'invention, le rapport de la section transversale (par référence à l'axe longitudinal commun des chambres et de l'arbre) de ladite première portion de la chambre d'extrémité à la section de ladite deuxième portion de la chambre d'extrémité, est en proportion (égale) avec le taux de conversion du filtre, qui est généralement de l'ordre de 20 à 75% ; le diamètre de l'arbre et des chambres de chacune des pompes sont choisis afin de respecter cette proportion.

De préférence, les deux chambres d'extrémités sont identiques et symétriques par rapport à la chambre centrale recevant le piston (moteur) mû par le fluide hydraulique ; les conduits de raccordement de la pompe au filtre sont également sensiblement symétriques.

Selon un autre aspect, une installation de filtration d'eau comporte au moins deux pompes telles que ci-dessus, qui sont raccordées en parallèle en entrée et en sortie, dont le fonctionnement est maintenu déphasé et dont les vitesses sont commandées et/ou contrôlées pour assurer un débit (cumulé pour les différentes pompes) de liquide (eau) admis en entrée et de liquide (eau) pressurisé en sortie, qui sont sensiblement constants (de préférence à 10 % près, en particulier à au plus 5 % près).

De préférence l'installation comporte deux pompes identiques, dont les arbres sont mus avec une vitesse et un déphasage variables au cours

d'un cycle, la différence de phase étant non nulle, ni égale à 180° , la somme des valeurs absolues des vitesses des deux arbres étant sensiblement constante au cours du temps.

Etant donné que les deux chambres de compression d'eau de chaque
5 pompe fonctionnent, par construction, en opposition de phase, l'adjonction d'une deuxième pompe en parallèle avec la première et dont le déplacement de l'arbre est par exemple déphasé (avec le déplacement de l'arbre de la première pompe) d'une valeur comprise entre 10 et 170 degrés, permet
10 d'éviter un passage à zéro du débit de fluide à filtrer qui interviendrait - en présence d'une seule pompe - lorsque l'arbre (et les trois pistons associés) de la pompe arriverait en fin de course.

Selon une caractéristique de l'invention, on accélère à cet effet un premier des deux arbres lorsque le deuxième arbre s'arrête en fin de course (point mort); en outre, la portion de chambre d'extrémité peut être
15 raccordée à une source de fluide sous pression afin de permettre la pressurisation par ce fluide de l'eau aspirée par le piston (et/ou refoulée par une pompe amont de lavage) dans cette portion de chambre, jusqu'à la pression normale d'alimentation du filtre, afin d'éviter une chute (temporaire) de la pression à l'entrée du filtre, lors de la mise en
20 communication de cette portion de chambre avec l'entrée du filtre; cette pressurisation temporaire est effectuée lorsque le piston correspondant est en fin de course (point mort) suite au remplissage de cette portion; à cet effet, cette portion de chambre peut être momentanément isolée des circuits d'aspiration et de refoulement.

25 Selon un mode préférentiel de réalisation, on utilise en outre l'eau sursalée (concentrat) pour refroidir l'huile hydraulique de propulsion, par passage dans un échangeur thermique.

Selon d'autres caractéristiques préférées de l'invention :

- on choisit des chambres tubulaires de pompage d'eau de diamètre
30 situé dans une plage allant de 50 à 1000 mm, en particulier de 100 à 600 mm;

- on maintient la vitesse de pointe des arbres et pistons à une valeur située dans une plage allant 0,1 mètre par seconde à 10 mètres par seconde, de préférence de 0,25 mètre par seconde à 3 mètres par seconde ;

- on provoque l'arrêt prolongé des arbres et pistons à chaque 5 extrémité des chambres (point mort « haut » et « bas »), notamment pour réaliser une étape de pressurisation d'eau, pendant une durée dont le rapport à la période du mouvement de l'arbre est situé dans une plage allant de 0,005 à 0,1, en particulier voisin de 0,01 à 0,05 ;

- on utilise un arbre creux pour réduire l'inertie de l'équipage mobile 10 et les frottements sur les paliers.

Les avantages procurés par l'invention seront mieux compris au travers de la description suivante qui se réfère aux dessins annexés, qui illustrent sans aucun caractère limitatif des modes préférentiels de réalisation de l'invention.

15 Dans les dessins, les éléments identiques ou similaires portent, sauf indication contraire, les mêmes références d'une figure à l'autre.

La figure 1 illustre schématiquement une installation de dessalement d'eau de mer comportant deux pompes identiques; les figures 2 et 3 illustrent la même installation dans deux états différents du cycle de 20 pompage.

La figure 4 est un histogramme de la vitesse de l'arbre de chacune des pompes des figures 1 à 3, qui montre les variations de ces vitesses au cours d'un cycle.

La figure 5 illustre de la même manière qu'aux figures 1 à 3, une 25 installation similaire où des électrovannes deux voies sont utilisées à la place des distributeurs des figures 1 à 3.

La figure 6 illustre schématiquement des moyens de maintien de la pressurisation des chambres d'une pompe.

La figure 7 illustre en vue schématique partielle une variante de 30 réalisation de l'invention dans laquelle l'installation comporte trois pompes disposées en parallèle.

L'installation 1 est destinée à dessaler de l'eau délivrée en entrée 2 par une pompe - dite de gavage - (non représentée) sous une pression de 3

à 4 bars ; à cet effet l'eau salée est pressurisée par chacune des deux pompes identiques 3, 4 à une pression de 70 bars et délivrée par des conduits 5 à l'entrée 6 du filtre 7 à osmose inverse ; l'eau douce obtenue est évacuée en 8 tandis que l'eau sursalée sortant en 9 du filtre 7, sous une pression de 69 bars, est transportée vers les pompes 3, 4 par des conduits 10 ; l'eau sursalée transmet dans la pompe son énergie à l'eau de mer à filtrer et est évacuée en 11 sous une pression de 1 bar.

L'appoint d'énergie nécessaire à la pressurisation de l'eau de mer à filtrer jusqu'à 70 bars, est fourni à chaque pompe 3, 4 par une centrale hydraulique 12 qui délivre en sortie 13 un débit d'huile sous une pression et un débit sensiblement constants ; l'huile est acheminée aux pompes par un conduit 14 et revient à la bache de la centrale par un conduit 15.

Par référence à la figure 1 en particulier, chacune des pompes 3, 4 comporte :

- 15 - un corps 16 qui délimite trois chambres cylindriques 18a, 18b d'une part, 19a, 19b d'autre part, et 20a, 20b d'une troisième part ; ces trois chambres tubulaires alignées selon l'axe 17 sont séparées par deux cloisons 21, 22 percées d'un orifice équipé d'un palier muni de joints d'étanchéité ; et
- 20 - un arbre 23 creux s'étendant selon l'axe 17 et portant trois pistons 24, 25, 26 ; l'arbre est monté coulissant en translation (selon les flèches 28) dans les paliers équipant les cloisons 21, 22 ; le milieu de l'arbre 23 est équipé d'un piston moteur 25 qui peut coulisser dans la chambre centrale 19a, 19b sous l'effet de la pression qui est appliquée sur l'une de ses faces
- 25 par l'huile introduite, selon le sens de déplacement souhaité, dans la portion 19a (ou cavité) ou au contraire dans la portion (ou cavité) 19b, en fonction de la position du distributeur 27 reliant cette chambre aux conduits 14, 15 ; le piston 24 sépare les portions 18a et 18b d'une première chambre d'extrémité tandis que le piston 26 sépare les portions (ou cavités)
- 30 20a et 20b de la deuxième chambre d'extrémité ; la configuration géométrique de l'équipage mobile est symétrique par rapport à un plan transversal médian, de même que pour la configuration des chambres du corps 16.

Dans l'état représenté figure 1, le mouvement (selon la flèche 28) du piston 24 de chaque pompe 3, 4 provoque le refoulement à 70 bars de l'eau à filtrer présente dans la cavité 18a de chaque pompe, dans les conduits ~~5~~ par l'intermédiaire d'un distributeur 29, 50, jusqu'au filtre 7 ;
5 simultanément, l'eau à filtrer remplit la cavité 20b d'extrémité de chaque pompe, en s'écoulant dans les conduits 30, 31, 32 ; l'énergie nécessaire à la compression de l'eau dans la cavité 18a, par la face 24a du piston 24, est fournie pour partie par le concentrat pénétrant dans la cavité 18b et délivré par le conduit 10 et les distributeurs 51, 52, la pression de ce concentrat
10 s'exerçant sur la deuxième face 24b du piston 24, et pour partie par l'effet de poussée sur le piston 25 par l'huile pénétrant dans la cavité 19b en provenance de la centrale 12, lequel effort est transmis au piston 24 par l'arbre 23.

Le contrôle et la commande du module et du sens de la vitesse de
15 déplacement des deux arbres s'effectue par la commande de variation de position (et/ou d'état) des deux distributeurs hydrauliques 27 respectivement associée aux deux pompes 3, 4.

Cette régulation peut être commandée électriquement ou hydrauliquement par des moyens usuels non représentés.

20 Dans la position des distributeurs 27 illustrée figure 1, l'huile refoulée dans le conduit 14 par la pompe de la centrale 12, est pour partie transportée dans la cavité 19b de la pompe 3 par le conduit 33b, et est pour partie transportée dans la cavité 19b de la pompe 4 par le conduit 34b ; le débit des deux courants d'huile circulant respectivement dans les deux
25 conduits 33b, 34b, qui sont fonction de la position des distributeurs 27, sont ajustés pour provoquer le démarrage de la pompe 3 (à partir de son point mort bas) et pour assurer une vitesse de 1 mètre par seconde pour l'arbre de la pompe 4 ; comme illustré figures 2 et 4, les distributeurs sont ensuite commandés pour augmenter le débit d'huile dans le conduit 33b et
30 simultanément diminuer le débit d'huile dans le conduit 34b, jusqu'à ce que ces deux débits soient sensiblement équilibrés (identiques) de sorte qu'ils assurent (figure 2) un déplacement des deux arbres 23 selon une vitesse identique de 0,5 mètre par seconde.

Comme illustré figure 4, la vitesse de l'arbre de chacune des pompes suit une variation périodique et alternative (de valeur moyenne nulle), avec des paliers ; la vitesse moyenne (en valeur absolue) de chaque arbre de pompe est de 0,5 mètre par seconde, et la somme des modules des vitesses des deux arbres est maintenue à une valeur de 1 mètre par seconde, ce qui provoque l'admission d'eau de mer et le refoulement d'eau de mer pressurisée, selon un débit constant. Les trois états de fonctionnement illustrés figures 1 à 3, correspondent respectivement aux points des graphes de la figure 4 d'abscisse 0,7 seconde (deuxièmes points des graphes), 0,8 seconde (troisièmes points des graphes) et 3,5 secondes (sixièmes points des graphes).

La figure 4 montre qu'un palier d'arrêt à vitesse nulle de 0,1 seconde de durée est effectué à chaque point mort (extrémité de course) ; les graphes des vitesses des deux pompes 3, 4 sont déphasés d'une valeur qui est variable pendant une période autour d'une valeur moyenne de déphasage qui est de l'ordre de 1,2 secondes, c'est-à-dire de 54 degrés compte tenu de la valeur (8 secondes environ) de la période du mouvement.

Un échangeur de chaleur repère 80 figure 7 est de préférence raccordé au conduit 35 d'évacuation d'eau sursalée basse pression ainsi qu'à un des conduits 14, 15 de transport d'huile pour refroidir l'huile.

Un organe 36 sensible à la proximité du piston 24 (tel qu'un capteur électromagnétique) est disposé au voisinage de l'extrémité longitudinale de chaque chambre 18a, 20b et est raccordé à une unité de contrôle repère 81 figure 7 pour la commande des vannes et distributeurs.

Durant le palier d'arrêt, après remplissage par de l'eau à filtrer des cavités 18a, 20b, un organe de pressurisation est momentanément mis en communication avec la cavité pour faire passer la pression de 4 à 70 bars ; ceci peut être réalisé, comme illustré figure 6, en utilisant un vase d'expansion 43 (à membrane 44) connecté à la chambre ainsi qu'à une réserve 40 d'huile sous pression par des conduits munis d'un organe 41, 42 commandé (électrovanne) d'isolement ; un accumulateur 82 est raccordé à la cavité 18b de récupération recevant l'eau sursalée, qui permet d'amortir les variations de pression dans cette cavité.

L'installation de pompage illustrée figure 7 comporte trois pompes identiques 3, 4, 60 qui sont raccordées en parallèle en entrée et en sortie sur les conduits d'aspiration et de refoulement d'eau (non représentés) de la même manière que décrit précédemment.

5 A la différence des figures 1, 2, 3, 5, le vérin hydraulique 61 associé à chaque pompe pour son entraînement n'est pas disposé en partie centrale de chaque pompe, mais est séparé du corps délimitant les cavités d'aspiration et de refoulement d'eau à filtrer (18a, 20b) et d'eau sursalée (18b, 20a).

10 Chaque vérin 61 comporte ledit piston moteur 25 coulissant dans une chambre 19a, 19b cylindrique alignée avec les chambres de la pompe à eau 3, 4, 60 associée au vérin, lequel piston 25 est lié par une tige 62 à l'arbre coulissant 23 de la pompe ; la tige (ou arbre secondaire) 62 est montée coulissante par rapport aux corps du vérin 61 et de la pompe associée,
15 grâce à des paliers étanches tels que 63 prévus au travers des parois desdits corps ; afin que le rapport des sections transversales des cavités 20a, 20b soit identique à celui des sections transversales des cavités 18b, 18a, une tige 64 de section identique à celle de la tige 62 est fixé au piston 26 et est
20 montée coulissante au travers d'un orifice percé dans le corps de pompe, grâce à un palier étanche 65 ; les tiges 62, 64 sont alignées, de même que l'arbre 23, selon l'axe longitudinal 17 commun à la pompe et au vérin, qui est de préférence horizontal, afin que le poids de l'équipage mobile (tiges, pistons et arbres) de chaque pompe ne complique pas le contrôle de son mouvement.

25 La boucle 66 commune aux trois pompes, de production d'huile sous pression pour l'entraînement des trois vérins 61, comporte une pompe 12 refoulant dans un conduit 14 équipé d'un débitmètre 67, et un conduit 15 de retour d'huile à une bache 68 sur lequel est disposé ledit refroidisseur 80.

L'huile pressurisée par la pompe 12 est transportée par le conduit 14
30 à l'entrée d'un distributeur 68 dont la sortie de retour est raccordée au conduit 15.

Le distributeur 68 provoque la répartition du débit d'huile refoulé par la pompe 12 vers les vérins 61 pour l'actionnement des pompes 3, 4, 60

comme décrit précédemment, sous la commande de l'unité de contrôle 81 recevant les signaux des capteurs 36, 67.

A cet effet, chaque vérin 61 à double effet est raccordé au distributeur 68 par deux conduits 69, 70.

1. Dispositif de pompage d'eau qui comporte deux pompes (3, 4, 60), chaque pompe comportant deux chambres (18a, 18b, 20a, 20b) alignées recevant chacune un piston mobile (24, 26) en translation dans la chambre, 5 les deux pistons étant reliés par un arbre (23) coulissant, ledit dispositif comportant en outre un vérin (19a, 19b, 25, 61) hydraulique à double effet pour l'entraînement de chaque pompe, et une boucle (14, 15) de circulation de fluide hydraulique moteur, qui est commune auxdits vérins hydrauliques, le dispositif comportant en outre des moyens (27, 68) de mise en 10 communication sélective de chaque vérin avec ladite boucle qui sont commandés de façon à ce que la somme des débits de fluide hydraulique moteur délivré aux vérins soit sensiblement constante dans le temps.

2. Dispositif de pompage d'eau qui comporte au moins deux pompes (3, 4, 60), chacune des pompes comportant :

15 - au moins deux chambres (18a, 18b, 20a, 20b) alignées selon un axe longitudinal (17),

- au moins deux pistons (24, 26) respectivement montés mobiles en translation alternative dans chacune des deux chambres,

20 - un arbre (23) de transmission d'efforts entre les deux pistons, qui s'étend en partie dans chacune des chambres et est monté coulissant par rapport à celles-ci selon ledit axe longitudinal,

le dispositif de pompage comportant en outre un actionneur (19a, 19b, 25, 61) susceptible d'apporter à l'eau l'énergie nécessaire à sa compression - déduction faite de l'énergie du concentrat récupérée par 25 lesdits pistons - , en provoquant un mouvement alternatif de translation (coulissement) de l'arbre (23) et des pistons de chacune des pompes, et des moyens (27, 68, 81) pour provoquer un arrêt prolongé de l'arbre et des pistons de chaque pompe, à chaque fin de course, ainsi que des moyens (27, 68, 81) pour accélérer une desdites deux pompes pendant qu'une autre 30 desdites deux pompes est en arrêt prolongé de fin de course, afin de maintenir le débit cumulé d'eau refoulée par les pompes à une valeur sensiblement constante.

3. Dispositif de pompage d'eau caractérisé en ce qu'il comporte :

- deux pompes (3, 4, 60) disposées en parallèle, chacune des pompes comportant deux pistons (24, 26) montés mobiles en translation dans deux chambres (18a, 18b, 20a, 20b) alignées, ainsi qu'un arbre (23) coulissant de transmission d'efforts entre les pistons, dans laquelle une face arrière (24b, 26b) de chacun des deux pistons (24, 26) délimite avec le corps (16) de pompe et avec l'arbre (23), une cavité (18b, 20a) recevant un concentrat sous pression pour contribuer à la pressurisation de l'eau dans une cavité (18a, 20b) délimitée par ledit corps et la face avant (24a, 26a) du piston (24, 26),
- 10 - un vérin (19a, 19b, 25, 61) associé à chaque pompe pour son entraînement,
- des moyens (27, 68, 81) de commande des vérins permettant d'assurer en permanence un déphasage entre les mouvements des deux pompes, dont la valeur n'est ni nulle ni égale à 180°.
- 15 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, qui comporte en outre des moyens (40 à 44, 82) de pressurisation des chambres (18a, 18b, 20a, 20b) de pompage d'eau.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, qui comporte des moyens (12, 27, 68, 81) pour maintenir la somme des valeurs
20 absolues des vitesses des arbres (23) à une valeur sensiblement constante.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, qui comporte une centrale hydraulique (12) commune aux pompes (3, 4, 60).
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle lesdits pistons (24, 26) sont identiques et sont disposés aux
25 deux extrémités de l'arbre (23).
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle un troisième piston (25) est fixé à l'arbre (23) à égale distance des deux pistons (24, 26), lequel troisième piston est coulissant dans une chambre (19a, 19b) destinée à recevoir un fluide hydraulique moteur, et
30 dans laquelle l'équipage mobile (23 à 26) et les chambres (18a à 20b) sont symétriques par rapport à un plan transversal médian.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans laquelle les chambres (18a, 18b, 20a, 20b) sont tubulaires et allongées, le rapport de leur longueur à leur diamètre étant supérieur ou égal à 3.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle les deux pistons (24, 26) ne sont pas liés rigidement aux extrémités de l'arbre (23).
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans laquelle les deux pistons (24, 26) sont liés aux extrémités de l'arbre (23) par des moyens comportant une rotule, un cardan ou un palier de coulissement.
12. Procédé de dessalement d'eau de mer par osmose inverse, dans lequel on utilise un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, et dans lequel on maintient la vitesse de pointe des arbres et pistons à une valeur située dans une plage allant de 0,1 mètre par seconde à 10 mètres par seconde.
13. Procédé de dessalement d'eau de mer par osmose inverse, dans lequel on utilise un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, et dans lequel on maintient un déphasage entre deux pompes (3, 4, 60) dont la valeur est située dans une plage allant de 10 à 170 degrés.
14. Procédé de dessalement d'eau de mer par osmose inverse, dans lequel on utilise un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, et dans lequel on provoque un mouvement périodique de chaque pompe dont la période a une valeur située dans une plage allant de 1 à 100 secondes.
15. Procédé selon la revendication 14 dans lequel on provoque un arrêt prolongé en fin de course desdits pistons (24, 26) pendant une durée dont le rapport à ladite période a une valeur située dans une plage allant de 10^{-3} à 10^{-1} .

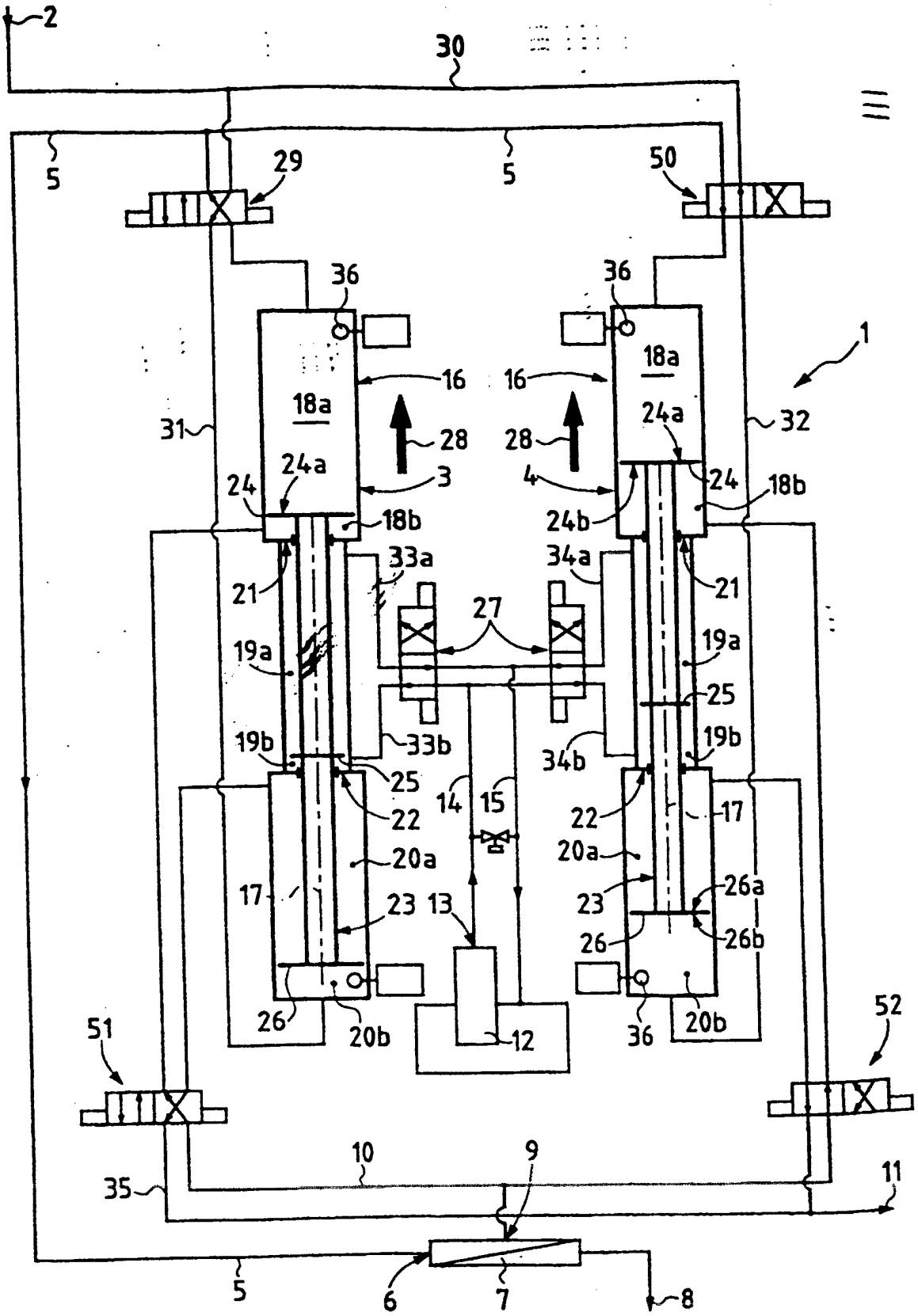


FIG.1

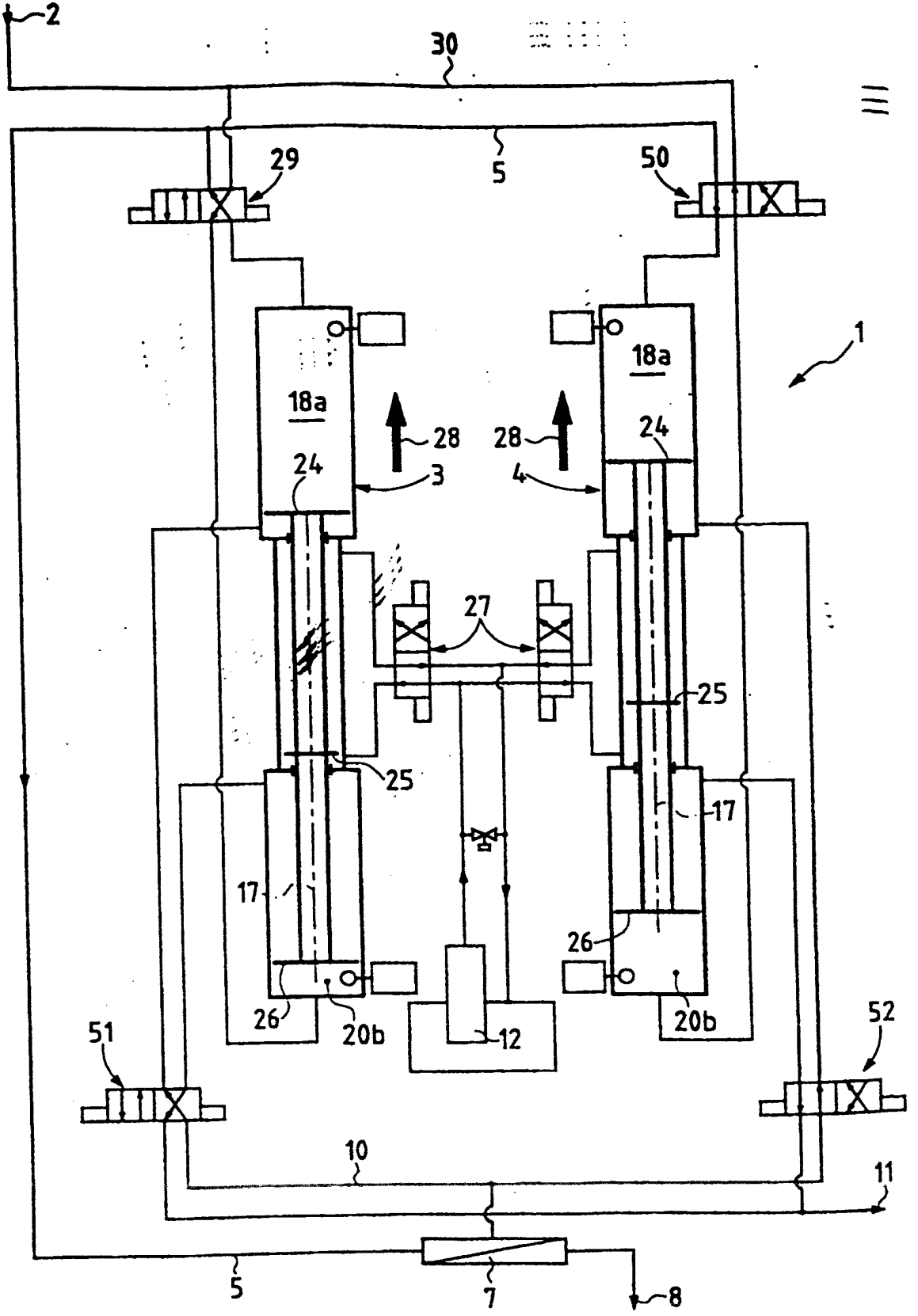


FIG. 2

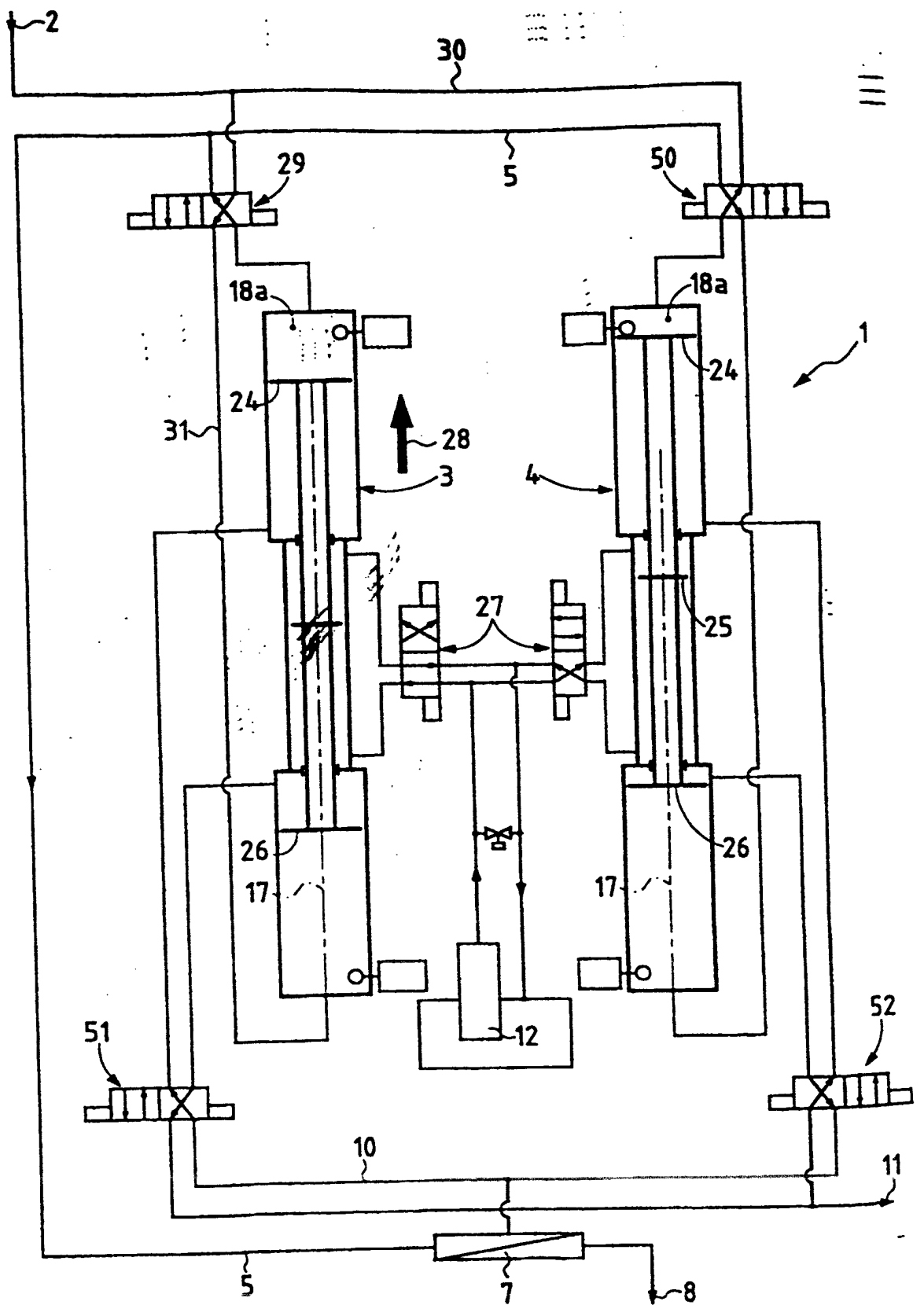


FIG.3

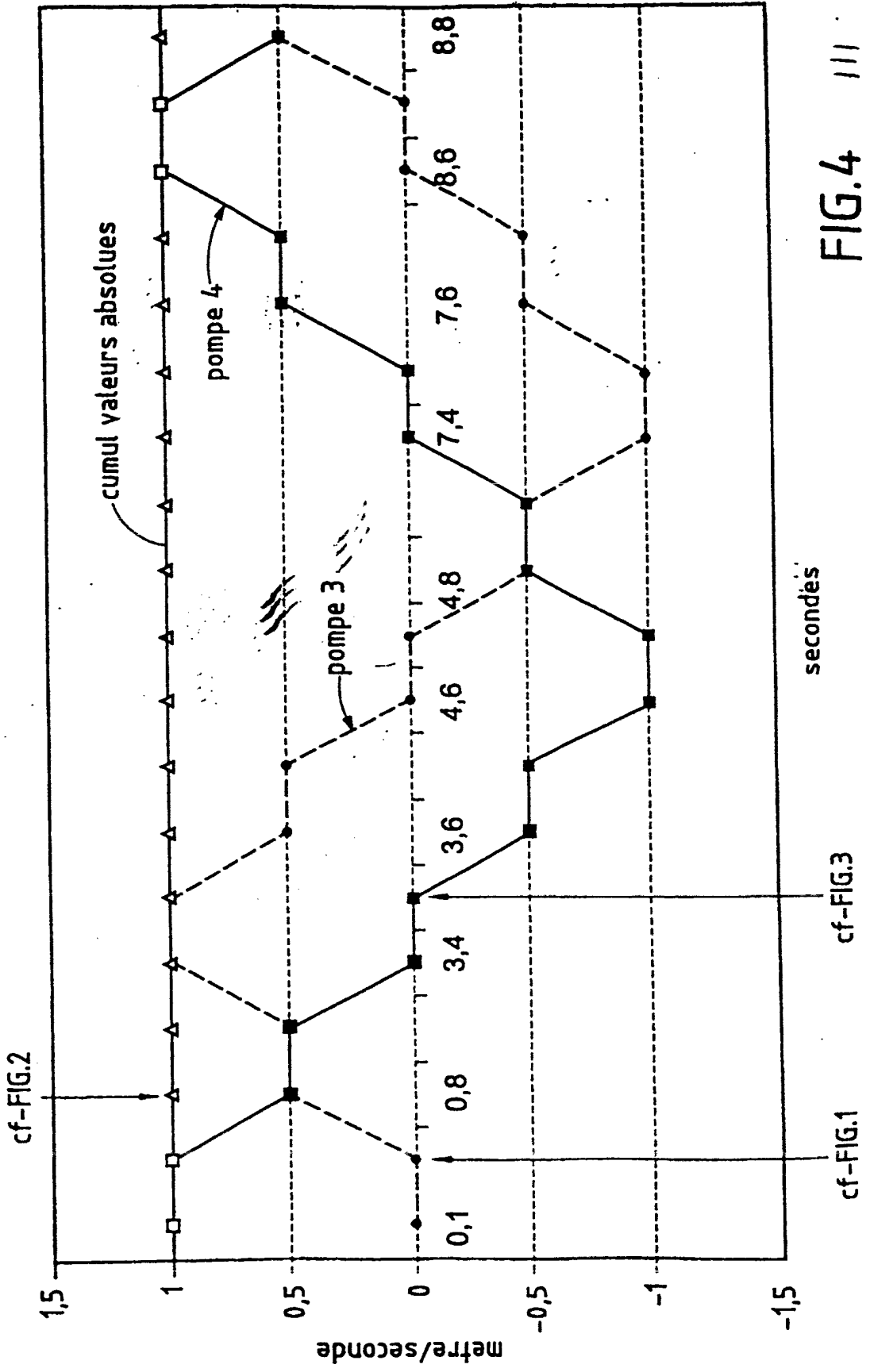


FIG.4

111

1/10/22

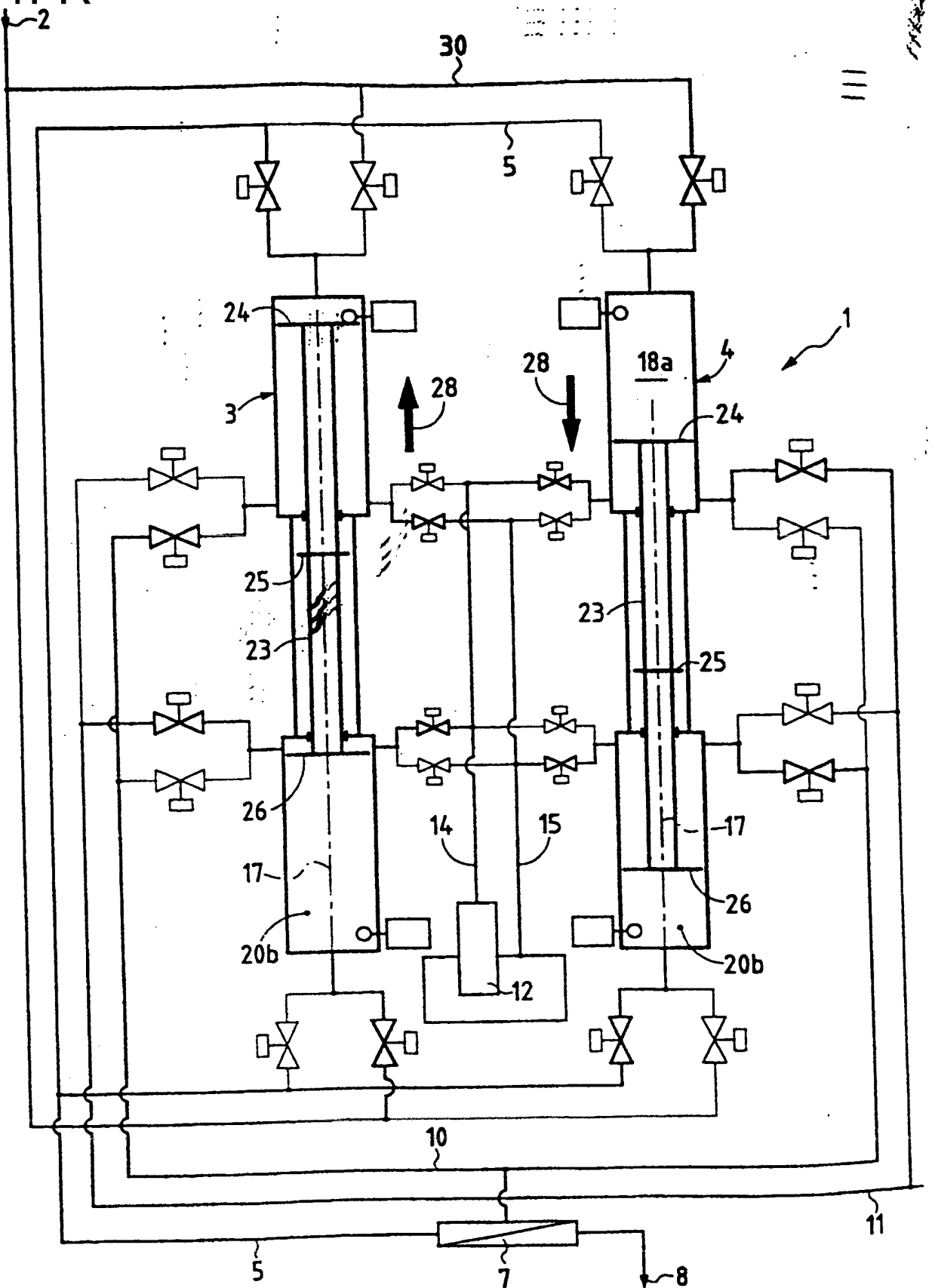


FIG.5

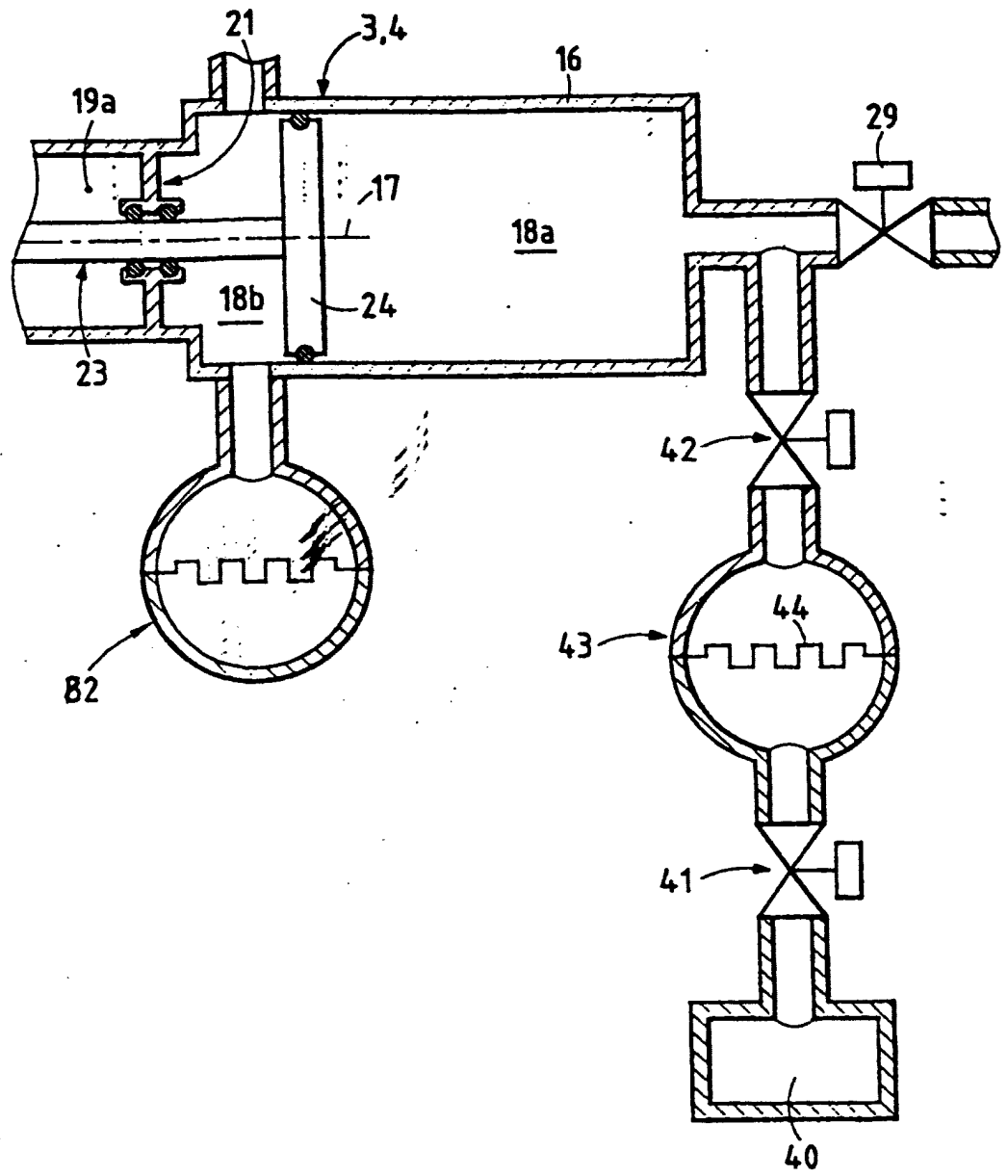


FIG.6

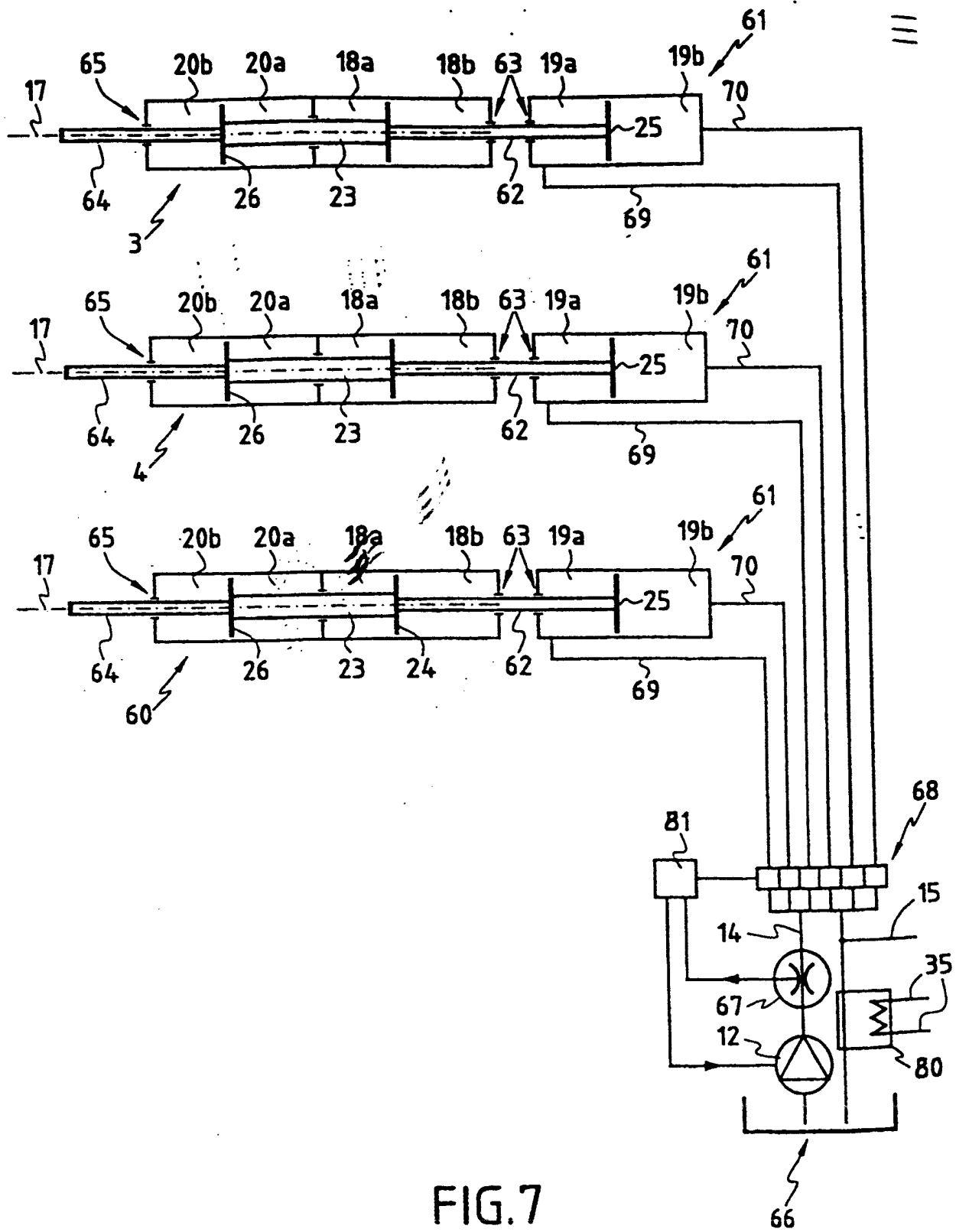


FIG. 7