

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 531 788**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **82 19390**
⑤1 Int Cl³ : G 05 D 7/03, 7/06 // F 04 F 1/02.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

②2 Date de dépôt : 19 novembre 1982.
③0 Priorité US, 19 novembre 1981, n° 06/322 729.
④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 17 février 1984.
⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société dite : GETTY OIL COMPANY.*
— US.

⑦2 Inventeur(s) : Peter L. Sigwardt.

⑦3 Titulaire(s) :

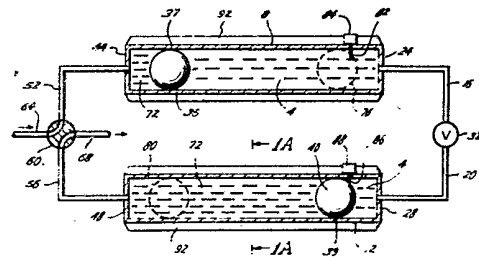
⑦4 Mandataire(s) : Rinuy, Santarelli.

⑤4 Appareil et procédé de régulation de débit.

⑤7 L'invention concerne un appareil et un procédé de réglage
et de régulation du débit d'écoulement d'un fluide.

L'appareil comporte deux chambres 8, 12 entre lesquelles
peut se déplacer un liquide 4 de commande passant par une
vanne 32 qui permet d'en régler le débit d'écoulement. Les
chambres 8, 12 renferment des obturateurs mobiles 36, 40,
pouvant se présenter sous la forme de sphères, qui séparent
un fluide commandé 72 du fluide de commande 4. Une vanne
60 permet l'introduction alternée du liquide commandé 72
dans les deux chambres 8, 12 et sa sortie de ces chambres.

Domaine d'application : injection de solutions de polymère
dans des puits pour la récupération secondaire et tertiaire du
pétrole.



FR 2 531 788 - A1

L'invention concerne le domaine de la régulation de débit d'écoulement et du dosage de fluides, et elle a trait plus particulièrement à la régulation du débit d'écoulement et au dosage de liquides sensibles au cisaillement.

Des solutions de polymère sont probablement les liquides sensibles au cisaillement les plus couramment utilisés. Certains liquides tels que des solutions de polyacrylamide, utilisés dans des opérations complémentaires de récupération du pétrole, sont très sensibles aux effets du cisaillement. De nombreux autres liquides sont également sujets à une dégradation importante sous l'effet du cisaillement, par exemple des solutions CMC (carboxyméthyl-cellulose) utilisées pour le forage de puits de pétrole, HEC (hydroxyéthyl-cellulose) utilisées dans l'industrie alimentaire, des polymères de latex utilisés dans la préparation de peintures, des solutions de biopolymères tels que de la gomme guar et des polysaccharides utilisés comme agents d'injection dans la récupération complémentaire du pétrole, certaines huiles lubrifiantes et certaines lotions et pommades à usage cosmétique.

Des solutions de polymère sensibles au cisaillement sont fréquemment utilisées dans des processus chimiques et dans diverses phases de la production de pétrole pour produire un liquide ayant des propriétés de viscosité élevée souhaitées. Par exemple, durant certains types de récupération secondaire et tertiaire du pétrole, une solution de polymère tel qu'un polyacrylamide est injectée par les puits d'entrée, comme agent de noyage, pour refouler le pétrole retenu dans la formation géologique adjacente. Des solutions de polymère à haute viscosité tendent à s'écouler d'une manière cohésive, c'est-à-dire que le volume de la solution de polymère tend à s'écouler uniformément à travers la formation géologique, évitant ainsi un cheminement séparé et indépendant de la solution de polymère à travers la formation géologique. Par conséquent, le noyage ou l'injection de polymères fluides à haute viscosité est souvent utilisé pour assister la récupération

du pétrole en déplaçant une partie du pétrole retenu généralement supérieure à celle qui serait autrement déplacée par un liquide ayant une viscosité relativement plus faible.

Ordinairement, des solutions de polymère sont
5 refoulées dans des puits d'injection par une ou plusieurs grosses pompes volumétriques. La pression manométrique appliquée à chaque puits d'injection peut s'élever à 17,5 MPa ; cependant, la pression de décharge demandée dans le puits d'injection peut descendre à une valeur nulle,
10 suivant la pression de la formation et le débit d'écoulement souhaité de la solution de polymère. Si la solution de polymère est sensible au cisaillement, il est nécessaire de prévoir des moyens appropriés pour réguler le débit d'écoulement avec une chute de pression élevée et sans provoquer
15 une dégradation de la viscosité du liquide. Il est également souhaitable de prévoir des moyens appropriés pour réguler le débit d'écoulement à chaque puits d'injection ou à proximité de chaque puits d'injection.

En général, la contrainte de cisaillement est due
20 à un gradient de pression élevé qui peut être appliqué directement à un liquide par des moyens classiques de réglage de débit ou par des moyens classiques de régulation. Malheureusement, la contrainte de cisaillement détériore les solutions de polymère sensibles au cisaillement par
25 un phénomène connu sous le nom de dégradation physique (au cisaillement). Une dégradation notable au cisaillement affecte de tels liquides sous l'effet de toute réduction sensible de la pression à travers des moyens classiques de réglage de débit. La chute de pression à travers une
30 vanne ou un dispositif de réglage de débit, qui doit être considérée comme entraînant une pression différentielle substantielle ou notable, varie suivant la composition du liquide sensible au cisaillement, le débit d'écoulement à travers la vanne et d'autres variables. Néanmoins,
35 pour la plupart des liquides sensibles au cisaillement, une pression différentielle d'environ 175 kPa à travers une vanne de réglage ou un élément de régulation constitue une chute de pression notable, entraînant une dégradation

importante du liquide. Ainsi, une pression différentielle d'environ 175 kPa est considérée comme étant importante pour des liquides sensibles au cisaillement tels que ceux dont il est question dans le présent mémoire.

5 La dégradation physique de solutions de polymère sensibles au cisaillement, utilisées pour des opérations de récupération secondaire et tertiaire du pétrole, est très indésirable, car elle provoque généralement une dimi-
10 nution importante de la viscosité de la solution de polymère. Comme mentionné précédemment, un agent convenable d'in-
15 jection pour la récupération secondaire et tertiaire du pétrole doit avoir une viscosité élevée. Cependant, la perte de viscosité des solutions de polymère, provoquée par les dispositifs classiques de réglage de débit d'écou-
20 lement et les dispositifs classiques de régulation à turbine, est souvent si importante que l'efficacité de la solution de polymère comme agent d'injection est diminuée ou même détruite.

Par exemple, on a procédé à un essai de cisaillement
20 sur une vanne classique d'étranglement du type à orifice en utilisant une solution de polymère du type polyacrylamide à une concentration de 800 ppm. La pression manométrique de la solution sur le côté à haute pression de la vanne d'étranglement a été maintenue sensiblement à 16,1 MPa,
25 tandis que le débit d'écoulement de la solution était modifié par réglage de la vanne d'étranglement. La solution a perdu définitivement 50 % de sa viscosité après avoir été soumise à une chute de pression de 4,2 MPa, en valeur manométrique, à travers la vanne d'étranglement.

30 En raison du problème posé par la dégradation au cisaillement, les moyens classiques pour régler le débit d'écoulement avec une chute de pression élevée, tels que les vannes classiques d'étranglement du type à orifice ou les vannes de réglage de débit d'écoulement (conçues
35 pour maintenir un débit constant avec une chute de pression variable à travers la vanne), et les moyens classiques de régulation de débit d'écoulement tels que les compteurs à turbine en ligne, ne donnent pas satisfaction lorsqu'ils

sont utilisés avec des solutions de polymère dans diverses applications nécessitant des liquides à haute viscosité. Ils sont tout à fait insatisfaisants en tête de puits, au cours d'opérations de récupération secondaire et tertiaire du pétrole, car ils engendrent d'importantes contraintes de cisaillement dans les solutions de polymère.

On a suggéré d'utiliser une solution de polymère ayant une concentration de polymère suffisamment élevée pour compenser la perte de viscosité provoquée par les vannes classiques de réglage de débit d'écoulement. Cependant, dans une chute de pression de 4,2 MPa, comme dans l'exemple décrit ci-dessus, il faudrait environ 30 % de plus de polymère pour maintenir une solution de 60 cP au lieu d'une solution de 30 cP. Ordinairement, un tel procédé est très coûteux et est donc indésirable.

Il est donc nécessaire de disposer d'un appareil et d'un procédé permettant de réduire sensiblement la pression d'un liquide et de régler et réguler son débit d'écoulement sans imposer à ce liquide d'importantes contraintes de cisaillement. Cependant, pour diverses raisons, les essais antérieurs pour réaliser un tel dispositif ont donné des résultats ne convenant pas et/ou très coûteux.

Certains dispositifs antérieurs de réglage de débit d'écoulement, qui ont été étudiés pour éviter une détérioration des solutions de polymère, sont encombrants, exigeant le démontage de tuyaux ou le remplacement d'éléments pour régler le débit d'écoulement.

Un exemple d'un tel dispositif utilise plusieurs serpentins en tubes de cuivre. Les tubes de cuivre de diverses longueurs et de divers diamètres intérieurs sont façonnés en serpentins. Ces derniers sont branchés en série avec la conduite d'écoulement entre la pompe et la tête du puits d'injection afin qu'une solution de polymère passe nécessairement dans ces serpentins. Une chute de pression à faible gradient est imposée à la solution de polymère à son passage dans les serpentins, évitant ainsi les fortes contraintes de cisaillement qui détérioreraient autrement la solution.

Ce dispositif à tubes de cuivre est coûteux. De plus, la pression différentielle des serpentins et le débit d'écoulement à travers les serpentins de ce dispositif ne peuvent être réglés qu'en modifiant la combinaison de la longueur et du diamètre intérieur du tube de cuivre utilisé, ce qui consiste habituellement à changer les serpentins. Un dimensionnement approprié des serpentins dépend d'autres variables telles que la pression de la solution en amont et en aval des serpentins et la viscosité de la solution. Il est évident qu'un changement des serpentins est incommode et long et qu'il interrompt l'écoulement de la solution vers la tête du puits d'injection, ce qui risque de provoquer un ralentissement substantiel de l'opération de récupération à la suite de changements répétés de serpentins si les variables précitées font l'objet de fluctuations notables.

Un autre dispositif de réglage du débit d'une solution de polymère comprend une longueur particulière de conduite d'écoulement, garnie de perles de verre sphériques qui engendrent une chute de pression à faible gradient lorsque la solution s'écoule à travers les perles de verre. Cependant, en plus du problème posé par les remplacements répétés dus au fait que le débit d'écoulement du dispositif dépend des pressions régnant en amont et en aval et de la viscosité de la solution, le dimensionnement du dispositif doit être déterminé de façon expérimentale, ce qui ralentit davantage l'opération de récupération.

Une description plus complète de ces dispositifs est donnée dans :

"Operational Problems in North Burbank Unit Surfactant/Polymer Project", Journal of Petroleum Technology, (Jan., 1980), pages 11-17 ; "Micellar-Polymer Injection System Has Special Features", The Oil and Gas Journal, (3 Oct. 1977), pages 79-85 ; and SPE/DOE 9826, "Polymer Augmented Waterflooding at the West Yellow Creek Field ; Recovery and Cost Experience".

Les dispositifs de réglage du débit d'une solution de l'art antérieur ne peuvent détecter ni enregistrer les débits d'écoulement des solutions de polymère sur lesquelles ils travaillent. Par conséquent, les opérations actuelles
5 de récupération secondaire et tertiaire du pétrole exigent le coût et la complication supplémentaires de moyens convenables de régulation, qui ne détériorent pas de façon notable les solutions de polymère sensibles au cisaillement.

Les inconvénients de l'art antérieur sont éliminés
10 par la présente invention qui a trait à un appareil et à un procédé perfectionnés pour régler et réguler le débit d'écoulement d'un liquide, avec une différence sensible entre les pressions s'exerçant en amont et en aval de l'appareil, sans que des contraintes importantes de cisaillement agissent sur le liquide régulé, passant à travers
15 l'appareil.

L'invention concerne donc un appareil et un procédé de réglage de l'écoulement d'un liquide. L'appareil et le procédé peuvent engendrer une pression différentielle
20 importante dans le liquide sans soumettre le liquide régulé à des contraintes de cisaillement notables.

Un volume de liquide de réglage (ou liquide de commande), tel que de l'eau, des solutions aqueuses de glycols ou de glycérine, des huiles hydrocarbonées, des
25 huiles synthétiques ou autres, est placé dans un conduit de commande qui comporte une première chambre volumétrique une seconde chambre volumétrique et un dispositif de commande d'écoulement dans le conduit. Un premier dispositif d'arrêt, placé dans la première chambre volumétrique du
30 conduit de commande, empêche le liquide de commande de s'écouler de cette première chambre volumétrique. Un second dispositif d'arrêt retient également le liquide de commande dans la seconde chambre volumétrique du conduit de commande. Les deux dispositifs d'arrêt sont disposés
35 sur les côtés opposés du volume de liquide de commande et ils présentent des surfaces mobiles destinées à retenir le liquide de commande tout en permettant à ce dernier de s'écouler à travers le dispositif de réglage d'écoulement

en conduit et à travers d'autres parties du conduit de commande, entre les premier et second dispositifs mobiles d'arrêt. Le dispositif de commande d'écoulement réalise un réglage direct de l'écoulement du liquide de commande
5 dans le conduit de commande.

La première chambre volumétrique et la seconde chambre volumétrique du conduit de commande communiquent également avec un dispositif d'orientation d'écoulement destiné à introduire alternativement un volume de liquide
10 commandé, sous une pression relativement élevée, dans une première extrémité du conduit de commande, en même temps que sort un volume de liquide commandé, sous une pression relativement plus basse, de l'autre extrémité du conduit de commande pour passer dans un conduit de décharge relié
15 à l'appareil. Dans une première position du dispositif d'orientation d'écoulement, un liquide commandé sous pression peut être introduit dans la première chambre volumétrique du conduit de commande. Une pression est appliquée au liquide de commande à travers le premier dispositif
20 d'arrêt. Le liquide de commande peut alors s'écouler dans le conduit de commande, à un débit qui est déterminé par le dispositif de réglage d'écoulement dans le conduit. La pression est transmise, à travers le second dispositif d'arrêt, du liquide de commande à la partie du fluide com-
25 mandé communiquant avec le conduit de décharge, ce qui provoque l'écoulement du fluide commandé de la seconde partie du conduit de commande, au débit auquel le liquide de commande s'écoule dans l'appareil. Une fois que les premier et second dispositifs d'arrêt ont atteint un
30 volume souhaité, le dispositif d'orientation d'écoulement peut être utilisé pour introduire un fluide commandé sous pression dans la seconde chambre volumétrique du conduit de commande et pour permettre la sortie du fluide commandé, précédemment introduit dans la première chambre volumétri-
35 que du conduit de commande, jusqu'à ce que les premier et second dispositifs d'arrêt atteignent un autre déplacement souhaité. Ce cycle peut être répété pour permettre un écoulement sensiblement continu du liquide commandé

à un débit prédéterminé.

Une caractéristique de l'invention réside dans l'utilisation d'un dispositif de réglage de débit d'écoulement destiné à régler l'écoulement d'un liquide sous une pression différentielle substantielle, sans soumettre le liquide commandé à des contraintes de cisaillement notables. Une autre caractéristique de l'invention réside dans l'utilisation d'un dispositif volumétrique pratiquement sans cisaillement, pour réaliser un réglage et une régulation de l'écoulement de liquides sensibles au cisaillement, avec chute de pression. Une autre caractéristique de l'invention réside dans l'utilisation d'un dispositif pour réguler avec précision l'écoulement d'un liquide sans soumettre ce dernier à une contrainte de cisaillement importante. Une autre caractéristique de l'invention réside dans l'utilisation d'un dispositif permettant de régler le débit d'écoulement d'un liquide pratiquement sans cisaillement.

L'invention sera décrite plus en détail en regard des dessins annexés à titre d'exemples nullement limitatifs et sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe longitudinale schématique d'une forme préférée de réalisation du dispositif de réglage de débit d'écoulement selon l'invention ;
- 25 - la figure 1A est une coupe d'un détail du dispositif de la figure 1, suivant la ligne 1A-1A de la figure 1 ;
- la figure 2 est une coupe longitudinale schématique d'une forme de réalisation d'un dispositif de réglage de débit d'écoulement selon l'invention, dans lequel des soufflets sont utilisés comme dispositifs d'arrêt retenant un liquide ;
- 30 - la figure 3 est une coupe longitudinale schématique d'une autre forme de réalisation d'un appareil de réglage de débit d'écoulement selon l'invention, dans lequel des vessies flexibles sont utilisées comme dispositifs d'arrêt de liquide ;
- 35

- la figure 4 est une coupe longitudinale schématique d'une autre forme préférée de réalisation de l'invention, dans laquelle des pistons constituent les dispositifs d'arrêt et de retenue de liquide ;

5 - la figure 5 est une coupe longitudinale schématique d'une autre forme de réalisation de l'invention comportant un dispositif automatique préféré de réglage et de mesure de débit ; et

10 - la figure 6 est un schéma illustrant une application possible de l'appareil selon l'invention à la récupération secondaire ou tertiaire du pétrole.

Si l'on se réfère d'abord à la figure 1, on peut voir une représentation schématique d'une forme préférée de réalisation de l'invention. Un liquide 4 sert de liquide
15 de commande et comprend un liquide pratiquement incompressible tel que de l'eau, de l'huile hydraulique ou autre. Ce liquide de commande ne doit pas être corrosif et il doit être compatible avec les éléments d'étanchéité et d'arrêt qu'il contacte ; il est également préféré, actuelle-
20 ment, de choisir un liquide stable au cisaillement et ayant une viscosité relativement faible.

Dans l'appareil de la figure 1, le liquide 4 est placé à l'intérieur d'un conduit de commande comprenant des chambres volumétriques cylindriques 8 et 12, ainsi qu'un
25 tube 16, une vanne 32 et un tube 20 qui communiquent avec elles. Le tube 16 est relié à la chambre 8 par l'extrémité 24 de cette dernière et, de même, le tube 20 est relié à l'extrémité 28 de la chambre 12. Les autres extrémités des tubes 16 et 20 communiquent à travers la vanne 32. Le
30 liquide 4 peut donc sortir de la chambre 8 par l'extrémité 24 de celle-ci, et passer dans le tube 16, la vanne 32 et le tube 20 pour pénétrer dans la chambre 12, par son extrémité 28.

La vanne 32 est de préférence une vanne classique
35 de réglage de débit d'écoulement destinée à maintenir un débit d'écoulement constant lorsque des pressions différentielles variables sont appliquées à cette vanne ; cependant, tout dispositif permettant de régler les débits

d'écoulement du liquide de commande peut être utilisé dans le cadre de l'invention. Par exemple, une plaque à orifice, diverses vannes d'étranglement à réglage manuel et autres peuvent être utilisés à la place de la vanne 22 dans la mise en oeuvre de la présente invention.

Des sphères 36 et 40 assument la fonction de dispositifs mobiles d'arrêt qui retiennent de manière étanche le liquide 4 tout en permettant son écoulement entre les chambres communicantes 8 et 12. Dans la forme de réalisation de la figure 1, les chambres volumétriques 8 et 12 sont cylindriques et présentent chacune un diamètre intérieur sensiblement constant afin que les sphères 36 et 40, respectivement, puissent glisser convenablement dans ces chambres. En particulier, le jeu entre la sphère 36 et la chambre 8 et le jeu entre la sphère 40 et la chambre 12 doivent être établis pour assurer un contact périphérique étroit avec la surface intérieure de la paroi des chambres 8 et 12 pour empêcher toute fuite notable de liquide dans un sens ou dans l'autre, sur les sphères 36 et 40, tout en permettant à ces dernières de glisser sur toute la longueur des chambres respectives 8 et 12.

Bien que les dispositifs mobiles d'arrêt de la forme préférée de réalisation représentée sur la figure 1 soient sensiblement sphériques au sens propre, il est possible d'utiliser à leur place, d'une façon générale, des sphéroïdes sans sortir du cadre de l'invention. De préférence, de tels sphéroïdes sont réalisés en une matière telle que du type "VITON" qui est un caoutchouc synthétique dérivé de l'association de fluorure de vinylidène et d'hexafluoropropylène, produits par la firme E. I. DuPont DeNemours & Co. Cependant, de nombreuses autres matières naturelles et synthétiques convenables, connues de l'homme de l'art, peuvent être utilisées pour la réalisation de ces sphères. Des matières convenables sont déformables et élastiques de manière que les sphéroïdes réalisés avec de telles matières produisent un joint étanche meilleur avec les chambres volumétriques respectives.

Comme représenté sur la figure 1, l'appareil selon l'invention comporte également un dispositif d'orientation d'écoulement destiné à alterner entre une première position dans laquelle un fluide sous pression est introduit dans l'extrémité 44 de la chambre 8 en même temps qu'un fluide peut s'écouler à travers l'extrémité 48 de la chambre 12, et une seconde position dans laquelle un fluide sous pression est introduit dans l'extrémité 48 de la chambre 12 en même temps qu'un fluide peut s'écouler de l'extrémité 44 de la chambre 8. Le dispositif d'orientation d'écoulement comprend un tube 52 qui communique à la fois avec une vanne 60 et l'extrémité 44 de la chambre 8, un tube 56 qui communique à la fois avec la vanne 60 et une extrémité 48 de la chambre 12, un tube 64 d'alimentation qui communique avec une source de liquide sous pression et la vanne 60, et un tube 68 de décharge qui communique également avec la vanne 60. D'autres formes classiques de réalisation de dispositifs d'orientation d'écoulement alternant entre deux positions sont connues de l'homme de l'art et peuvent être utilisées sans sortir du cadre de l'invention.

Une forme préférée de réalisation de la vanne 60 est une vanne classique à quatre voies qui est représentée dans l'une de ses deux positions de travail sur la figure 1. Dans la position représentée, un liquide sous pression arrivant à la vanne 60 par le conduit 64 d'alimentation est canalisé vers le tube 52 qui introduit le liquide 72 sous pression dans l'extrémité 44 de la chambre 8. Simultanément, la partie du liquide 72 contenue dans la chambre 12 est déchargée, sous l'action de la vanne 60, par le tube 56 dans le tube 68 de décharge. Dans son autre position de travail, la vanne 60 dirige le liquide sous pression provenant du tube 64 d'alimentation dans le tube 56 en même temps qu'elle permet l'écoulement du fluide du tube 52 dans le tube 68 de décharge. La vanne 60 peut être commandée manuellement ou automatiquement par des moyens hydrauliques, pneumatiques, électriques ou d'autres types similaires de moyens d'actionnement.

La forme de réalisation montrée sur la figure 1 est conçue pour régler le débit d'écoulement d'un liquide dans des conditions pouvant entraîner des chutes de pression relativement grandes sans soumettre les liquides commandés à une contrainte de cisaillement importante. Le liquide 72 à haute pression provenant du tube 52 peut être introduit dans la chambre 8, par l'extrémité 44. La pression de liquide 72 repousse la sphère 36 contre le liquide 4 contenu dans la chambre 8, de sorte que le liquide 4 contenu à la fois dans la chambre 8 et dans le tube 16 est soumis à une pression sensiblement égale à celle du liquide 72. La sphère 36 est conçue pour glisser à partir de sa position initiale 37, à travers la chambre 8, tout en servant d'élément d'arrêt séparant le liquide 72 du liquide 4. La vanne 32 est utilisée pour régler directement le débit d'écoulement du liquide 4 (qui sert de liquide de commande) vers l'intérieur de la chambre 12 en passant par les tubes 16 et 20.

Comme indiqué précédemment, des moyens classiques de réglage de débit d'écoulement sont souvent utilisés dans des conditions provoquant une chute de pression relativement grande et soudaine dans le fluide les traversant, et une telle chute de pression, considérée comme un gradient de pression élevé, soumet le fluide à des contraintes de cisaillement importantes. Le liquide 4 montré sur la figure 1 est le seul fluide de l'appareil de réglage de débit d'écoulement selon l'invention à être commandé directement par la vanne 32 et, par conséquent, seul le liquide 4 est soumis à un gradient de pression élevé ou à la contrainte de cisaillement qui en résulte.

La pression du liquide 4 dans la chambre volumétrique 12, qui peut être sensiblement inférieure à la pression du liquide contenu dans la chambre 8, agit sur la sphère 40 qui est comprimée contre le liquide 72 à basse pression communiquant avec le conduit 68 de décharge. Par conséquent, le liquide 72 de la chambre 12 est soumis à une pression sensiblement équivalente à celle du fluide 4 contenu dans la chambre 12. La sphère 40 peut glisser

à travers la chambre 12 tout en séparant le liquide 4 du liquide 72 de manière que ce dernier s'écoule par l'extrémité 48 de la chambre 12, par le conduit 56 et par la vanne 60 dans le conduit 68 de décharge.

5 Le liquide 72 montré sur la figure 1 présente des volumes de liquide qui sont introduits dans les chambres volumétriques 8 et 12 à partir du tube 64 d'alimentation et il est parfois appelé liquide commandé. Il convient de noter que le liquide 72 sort par le tube 68 de décharge
10 sensiblement au même débit d'écoulement que celui auquel le liquide 4 s'écoule de la chambre 8 vers la chambre 12. Par conséquent, le débit d'écoulement du liquide 4 détermine ou commande le débit d'écoulement du liquide 72 par le
15 conduit 68 de décharge. Dans le même temps, seul le liquide 4 est commandé directement par la vanne 32, de sorte que le liquide commandé 72 n'est soumis à aucune contrainte de cisaillement par la vanne 32.

Lorsque le liquide 4 de commande continue de s'écouler de la chambre 8 dans la chambre 12, les sphères 36 et 40
20 se déplacent à partir de leurs positions respectives 37 et 39 d'origine vers la position 76 (représentée par un cercle en traits pointillés) dans la chambre 8 et la position 80 (représentée par un cercle en traits pointillés) dans la chambre 12, respectivement. A ce moment, la vanne
25 60 est normalement basculée vers son autre position afin que le tube 64 d'alimentation communique avec le tube 56 à travers la vanne 60 et que le tube 52 communique avec le tube 68 de décharge, également à travers la vanne 60. Ainsi, le liquide sous pression provenant du tube 64
30 d'alimentation peut être introduit dans l'extrémité 48 de la chambre 12, ce qui provoque un écoulement du liquide 4 à travers l'extrémité 24 de la chambre 8, à un débit réglé par la vanne 32. Par conséquent, le liquide 72 s'écoule de l'extrémité 44 de la chambre 8 dans le tube
35 68 de décharge à un débit d'écoulement réglé. Cet écoulement se poursuit jusqu'à ce que les sphères 36 et 40 reviennent dans leurs positions d'origine 37 et 39, proches des extrémités 44 et 28 des chambres, respectivement ; à

ce moment, la vanne 60 peut être ramenée dans sa première position telle que montrée sur la figure 1. En faisant passer la vanne 60 de l'une de ses positions à l'autre, suivant un cycle approprié comme décrit précédemment, on
5 peut maintenir un écoulement sensiblement continu du fluide vers le conduit 68 de décharge, à un débit souhaité.

Les caractéristiques de régulation volumétrique selon l'invention peuvent être utilisées par la mise en oeuvre d'un dispositif destiné à indiquer un déplacement
10 prédéterminé des dispositifs mobiles d'arrêt, c'est-à-dire un dispositif indiquant le déplacement des sphères 36 et 40 de la forme de réalisation montrée sur la figure 1. La forme préférée de réalisation représentée sur la figure 1 comporte des dispositifs d'indication du déplacement des
15 dispositifs d'arrêt, ces dispositifs d'indication comprenant des indicateurs 84 et 88 destinés à indiquer l'actionnement de détecteurs 82 et 86, respectivement. Les indicateurs 84 et 88 sont placés dans une position visible sur la surface extérieure des chambres respectives 8 et 12,
20 à proximité des extrémités 24 et 28 des chambres. Des éléments sensibles ou doigts 82 et 86 font saillie des indicateurs correspondants 84 et 88, à travers la paroi des chambres respectives 8 et 12 et vers l'intérieur des chambres correspondantes. Lorsqu'une sphère 36 ou 40 approche
25 de la position de l'indicateur 84 ou 88, respectivement, la surface de la sphère enfonce le doigt 82 ou 86 de détection, permettant ainsi une indication visuelle, électrique ou hydraulique de la présence de cette sphère à l'aide de ces indicateurs 84 ou 88. D'autres moyens
30 d'indication de déplacement sont connus de l'homme de l'art et peuvent être utilisés pour indiquer le déplacement des dispositifs d'arrêt sans sortir du cadre de l'invention.

La figure 1 représente un doigt 82 de détection dans sa position d'extension complète, tandis que la
35 sphère 36 se trouve à l'extrémité 44 de la chambre 8. Cependant, lorsque la sphère 36 atteint la position 76 à l'intérieur de la chambre 8, le doigt 82 de détection est enfoncé, de la même manière que le doigt 86 de

détection est enfoncé par la sphère 40 dans sa position 39 à l'intérieur de la chambre 12, comme montré sur la figure 1.

Si l'on se réfère encore à la figure 1, on voit
5 que les indicateurs 84 et 88 peuvent être utilisés pour
déterminer le débit d'écoulement du liquide 72 à travers
l'appareil. Le volume de liquide 4 maintenu entre les
sphères 36 et 40 doit rester sensiblement constant pendant
le fonctionnement normal de l'appareil de manière que,
10 lorsque le doigt 86 de détection est enfoncé par la sphère
40 comme montré sur la figure 1, la sphère 36 soit placée
sensiblement dans la position 37 indiquée sur la figure 1.
De façon similaire, lorsque le doigt 82 de détection est
enfoncé par la sphère 36 dans la position 76, la sphère
15 40 doit être placée sensiblement dans la position 80.

Les chambres cylindriques 8 et 12 montrées sur la
figure 1 sont chacune d'un diamètre sensiblement uniforme.
Par conséquent, le volume de liquide 4 s'écoulant vers
l'intérieur des chambres 8 et 12 ou sortant de ces chambres
20 lors de chaque course complète des dispositifs d'arrêt 36
et 40 peut être calculé par une détermination du déplace-
ment latéral des sphères 36 et 40 à l'intérieur de leurs
chambres respectives 8 et 12 et par un calcul du volume
de liquide s'écoulant à la suite de ces mouvements des
25 sphères, ou bien le volume déplacé par une course complète
de chaque sphère peut être déterminé par un étalonnage
volumétrique direct de l'appareil en correspondance avec
le déplacement des sphères 36 et 40.

Le déplacement des sphères 36 et 40 peut être déter-
30 miné avec précision pour connaître la régulation pendant
le fonctionnement continu de l'appareil, à l'aide des indi-
cateurs 84 et 88, après étalonnage de l'appareil. Cet
étalonnage s'effectue généralement par une détermination,
par essai ou de toute autre manière, du volume de liquide
35 72 sortant de la chambre 8 à travers l'extrémité 44 lorsque
la sphère 36 se déplace de la position 76 à la position
37 (la position montrée sur la figure) et du volume de
liquide 72 sortant de la chambre 12 à travers l'extrémité 48

lorsque la sphère 40 se déplace de la position 39 montrée sur la figure 1 jusqu'à la position 80. Après étalonnage de l'appareil, une détermination précise du volume de liquide ayant été déchargé dans le tube 68 de décharge par l'appareil peut être effectuée d'après le nombre de courses complètes exécutées par les sphères 36 et 40 pendant l'intervalle de temps particulier. Des techniques connues d'étalonnage, convenant à des dispositifs volumétriques de régulation, peuvent être appliquées à cette caractéristique de l'invention.

De préférence, le passage de la vanne 60 de l'une de ses deux positions à l'autre, en séquence, lorsque les sphères 36 et 40 atteignent leurs positions respectives 76 et 39 telles que déterminées par les installations fournies par les indicateurs 84 et 86, est coordonné avec l'utilisation, décrite précédemment, des possibilités de régulation volumétrique de la présente invention. Lorsque l'indicateur 88 indique la présence de la sphère 40 dans la position montrée sur la figure 1, la vanne 60 doit être actionnée afin que le liquide 72 provenant du conduit 64 d'alimentation soit dirigé vers l'extrémité 44 de la chambre 8 et que le liquide 72 soit canalisé de l'extrémité 48 de la chambre 12 vers le conduit 68 de décharge. Lorsque l'indicateur 84 indique la présence de la sphère 36 dans la position 76, la sphère 40 doit être placée dans la position 80 à l'intérieur de la chambre 12 et, par conséquent, un volume de liquide 72, qui peut être déterminé par l'étalonnage mentionné ci-dessus, aura été déchargé de la chambre 12 en passant par le conduit 68 de décharge. Au moment, approximativement, de cette indication fournie par l'indicateur 84, la vanne 60 doit être actionnée afin que le liquide provenant du conduit 64 d'alimentation soit dirigé vers l'extrémité 48 de la chambre 12 et que le liquide soit canalisé de l'extrémité 44 de la chambre 8 vers le conduit 68 de décharge. Lorsque l'indicateur 88 indique le retour de la sphère 40 dans la position montrée sur la figure 1, la sphère 36 est également revenue dans la position montrée sur la figure 1

et, par conséquent, un volume étalonné de liquide 72 a donc été déchargé de la chambre 8 dans le conduit 68 de décharge. Le processus mentionné ci-dessus peut être répété aussi longtemps que souhaité pour fournir un écoulement sensiblement continu de fluide. Le volume de liquide qui est déchargé par le conduit 68 de décharge pendant une période de temps choisie peut être déterminé par une totalisation du volume connu de liquide sortant des chambres 8 et 12 lors de chacune des courses complètes des dispositifs d'arrêt, à chaque mouvement. Cette totalisation des volumes est de préférence réalisée par un comptage du nombre d'indications de position ou de contact fournies par les indicateurs 84 et 88, ce comptage étant réalisé par des moyens mécaniques ou électroniques.

L'énergie dissipée par le cisaillement répété du liquide 4 sous l'action de la vanne 32 peut provoquer un accroissement sensible de la température du liquide 4. Divers moyens classiques de transmission de la chaleur peuvent être utilisés avec le conduit de commande. La forme préférée de réalisation représentée sur la figure 1 comprend, par exemple, des moyens améliorant la transmission de la chaleur à partir du liquide 4 et comprenant plusieurs ailettes 92 de transmission de chaleur qui s'étendent longitudinalement sur les surfaces extérieures des chambres 8 et 12. Ainsi, la chaleur du liquide 4 peut être transmise à travers les parois des chambres 8 et 12 et par l'intermédiaire des ailettes 92 à l'atmosphère environnante, à un débit accru. Les ailettes 92 de transmission de la chaleur sont de préférence réalisées en une matière à haute conductibilité thermique.

La figure 1A est une coupe transversale de la chambre 12 montrant, à titre illustratif, les ailettes 92 de transmission de la chaleur, qui sont d'un type classique. Des ailettes de transmission de la chaleur telles que les ailettes 92 peuvent être utilisées comme représentées, non seulement avec la chambre 12 de la figure 1, mais également avec la chambre 8 montrée aussi sur la figure 1. Les ailettes 92 de transmission de la chaleur

dépassent de préférence radialement de la surface extérieure de la chambre à laquelle elles sont fixées. Ces ailettes sont représentatives de moyens classiques de transmission de la chaleur et elles peuvent être utilisées avec les
5 chambres ou avec d'autres conduits des autres formes de réalisation de l'invention, au prix d'ajustements convenables de leurs dimensions, de leurs nombres et leurs configurations, ces ajustements pouvant être considérés comme souhaitables et déterminés par des procédés connus
10 dans le domaine de la conception des dispositifs de transmission de la chaleur.

La figure 2 représente une autre forme de réalisation de l'invention, sensiblement analogue à la forme de réalisation montrée sur la figure 1, sauf en ce qui
15 concerne les dispositifs mobiles d'arrêt qui comprennent des soufflets 136 et 140, les moyens d'indication de déplacement des dispositifs d'arrêt qui comprennent des indicateurs 184 et 188, des commutateurs 182 et 186 de détection et des déclencheurs 116 et 120. Etant donné que
20 les autres éléments sont sensiblement identiques, en structure et en fonction, à ceux de la forme de réalisation de la figure 1, ces éléments communs portent les mêmes références numériques que celles utilisées sur la figure 1. En outre, la description précédente de ces éléments, donnée
25 en regard de la figure 1, s'applique également à la figure 2 et on peut se reporter, à cet égard, à la description faite en regard de la figure 1.

Les soufflets cylindriques 136 et 134 sont fixés et scellés chacun par une extrémité aux extrémités 24
30 et 28 des chambres, à l'intérieur des chambres 8 et 12, respectivement, afin que les tubes 16 et 20 communiquent avec les soufflets respectifs 136 et 140. Les extrémités 102 et 106 des soufflets sont laissées à l'état libre pour pouvoir se déplacer le long des chambres correspon-
35 dantes 8 et 12 lorsque les soufflets 136 et 140 se dilatent. Le dimensionnement des soufflets 136 et 140 est de préférence suffisant pour permettre leur retrait, dans un premier cas, afin qu'ils n'occupent qu'un volume relativement petit

des chambres correspondantes 8 et 12, et leur expansion pour occuper un volume relativement grand des chambres 8 et 12, dans un autre cas.

Les soufflets 136 et 140 constituent une variante des dispositifs mobiles d'arrêt et ils fonctionnent donc
5 d'une façon analogue à celle des sphères 36 et 40 de la figure 1. La vanne 60 étant dans la position représentée sur la figure 2, le liquide 72 sous pression provenant du conduit 64 d'alimentation est introduit dans la chambre
10 12 à travers l'extrémité 48, tandis que le liquide 72 contenu dans la chambre 8 peut sortir à travers l'extrémité 44 pour pénétrer dans le conduit 68 de décharge. Le liquide 4, qui est retenu à l'intérieur des chambres 8 et 12 par les soufflets 136 et 140, respectivement, peut
15 s'écouler de la chambre 12, à l'extrémité 28, dans la chambre 8, à l'extrémité 24, sous l'effet de la mise sous pression de la chambre 12 par le liquide 72, à un débit déterminé par la vanne 32. A ce moment, le soufflet
20 140 peut se rétracter afin que l'extrémité 106 du soufflet approche de l'extrémité 28 de la chambre 12. Simultanément, le soufflet 136 s'expande de manière que son extrémité 102 approche de l'extrémité 44 de la chambre 8, refoulant le liquide 72 dans le conduit 68 de décharge, sensiblement au même débit d'écoulement que celui du liquide 4 à travers
25 la vanne 32 de commande d'écoulement. La sortie du liquide 72 de la chambre 8 dans le conduit 68 de décharge est donc commandée par la vanne 32 qui règle directement le débit d'écoulement du liquide 4.

Les caractéristiques de régulation volumétrique
30 de la présente invention peuvent être utilisées dans la forme de réalisation montrée sur la figure 2. Le déplacement des extrémités 102 et 106 des soufflets, à partir de leur position de retrait complet, est en corrélation directe avec le volume de liquide 72 qui est déplacé
35 dans les chambres 8 et 12 par le liquide 4 pendant le fonctionnement normal de l'appareil. On peut utiliser des techniques classiques d'étalonnage, comme décrit précédemment en regard de la figure 1, pour établir une telle

corrélation.

Les indicateurs 184 et 188 permettent d'indiquer le déplacement des extrémités correspondantes 102 et 106 des soufflets, respectivement. Les déclencheurs 116 et 5 120, qui sont disposés sur les extrémités correspondantes 102 et 106 des soufflets, avertissent les indicateurs correspondants 184 et 188 du retrait complet des soufflets. 136 et 140 en portant contre des éléments sensibles tels que des commutateurs 182 et 186. Comme décrit précédemment, 10 le volume de liquide 4 reste sensiblement constant pendant le fonctionnement normal de l'appareil de manière que, lorsque l'un ou l'autre des indicateurs 184 et 188 indique le retrait complet du soufflet 136 ou 140 (par exemple le soufflet 136 sur la figure 2), un certain volume de 15 liquide, qui peut être déterminé par les techniques d'étalonnage précitées, est déchargé par le conduit 68 de décharge. Par conséquent, le volume total de liquide déchargé par le conduit 68 de décharge pendant un intervalle de temps peut être déterminé par un comptage des indications provenant des indicateurs 184 et 188, ces indications représentant des volumes distincts de liquide déchargé des 20 chambres 8 et 12 pendant cette période de temps.

On peut à présent se référer à la figure 3 qui représente une autre forme de réalisation de l'invention, 25 sensiblement analogue à la forme de réalisation montrée sur la figure 1, à l'exception des dispositifs mobiles d'arrêt qui comprennent des vessies 236 et 240, des moyens d'indication de déplacement des dispositifs d'arrêt qui comprennent des indicateurs 284 et 288 et des commutateurs 30 sensibles 282 et 286, et d'un conduit de commande qui comprend, en partie, des chambres volumétriques sphériques 124 et 128. La partie restante des éléments est sensiblement identique, en structure et en fonction, à la forme de réalisation de la figure 1 et ces éléments portent 35 donc les mêmes références numériques que celles utilisées sur la figure 1.

Les vessies 236 et 240 qui sont disposées à l'intérieur des chambres sphériques correspondantes 124 et 128,

communiquent respectivement avec les conduits 16 et 20. Elles sont flexibles et dimensionnées de façon appropriée afin de pouvoir remplir sensiblement les chambres 124 et 128 lorsqu'elles sont elles-mêmes remplies de liquide 4. Ainsi, le liquide 4 peut s'écouler entre les chambres 124 et 128 tout en étant séparé du volume de liquide commandé 72 contenu dans ces chambres.

Les indicateurs 284 et 288 peuvent être utilisés pour déterminer le débit d'écoulement du liquide dans le conduit 68 de décharge pendant une période de temps. Des doigts sensibles 282 et 286 détectent l'expansion complète des vessies correspondantes 236 et 240, ce qui provoque l'actionnement des indicateurs 284 et 288. Lorsque les vessies 236 et 240 s'expansent complètement à partir de leur état totalement contracté, un certain volume de liquide peut être déterminé par les techniques précitées d'étalonnage, ce volume étant déchargé par le conduit 68 de décharge.

La figure 4 représente une autre forme de réalisation de l'invention dans laquelle les dispositifs mobiles d'arrêt comprennent des pistons circulaires 336 et 340. Les pistons 336 et 340 retiennent le liquide 4 dans le conduit de commande tout en permettant à ce liquide 4 de s'écouler entre les chambres 8 et 12 à un débit déterminé par la vanne 32. Des bagues 360 et 364 réalisent un joint périphérique coulissant entre les pistons correspondants 336 et 340 et les chambres correspondantes 8 et 12. Ainsi, les pistons 336 et 340 peuvent coulisser librement à l'intérieur des chambres 8 et 12, respectivement, tout en séparant le liquide 72 du liquide 4.

La détermination du débit d'écoulement de fluide déchargé par le conduit 68 de décharge peut être effectuée à l'aide des indicateurs 84 et 88, utilisés avec des doigts sensibles respectifs 82 et 86 qui fonctionnent d'une façon sensiblement identique à celle décrite en référence à la figure 1. Des techniques pour utiliser les indicateurs 84 et 88 avec les pistons 336 et 340 sont sensiblement identiques à celles décrites pour les sphères 36 et 40

de la figure 1.

La figure 5 représente un perfectionnement apporté à la forme de réalisation montrée sur la figure 1. Le perfectionnement montré sur la figure 5 consiste en un dispositif 402 destiné à actionner automatiquement la vanne 60 lorsqu'il est lui-même actionné par un dispositif 406 de commande. Ce dispositif 406 peut être tout dispositif classique de commande, connu dans la technique, par exemple un contrôleur à microprocesseur convenablement programmé. La vanne 60 peut donc être déplacée alternativement d'une position à l'autre, en séquence avec le déplacement des sphères 36 et 40. Le dispositif 406 coopère avec les éléments 82 et 86 de détection et avec le dispositif 402 de commande d'écoulement pour calculer et enregistrer le volume de liquide commandé 72, déchargé par le conduit 68 de décharge, pendant un déplacement complet (ou autre déplacement souhaité) du volume de liquide 4 contenu dans l'appareil. Le dispositif 406 de mesure et de commande d'écoulement peut également être utilisé pour actionner et commander un dispositif 408 de commande de vanne afin de maintenir constamment le débit d'écoulement souhaité du liquide 4 à travers la vanne 32.

Comme indiqué précédemment, le liquide 4 doit être choisi afin d'être compatible avec l'appareil. Cependant, il peut être nécessaire d'ajuster de temps à autre le volume de liquide 4 contenu dans le conduit de commande en injectant ou retirant une partie de ce liquide 4. Cette fonction peut être incorporée dans le dispositif 406 de commande automatique, des détecteurs 410 et 412, faisant partie d'indicateurs 414 et 416, respectivement, donnant une indication concernant le déplacement complet des sphères 36 et 40 à proximité des extrémités 44 et 48 des chambres 8 et 12, respectivement. Des moyens, connectés aux détecteurs 82 et 86, peuvent être incorporés dans le dispositif 406 de mesure et de commande d'écoulement afin que tout contact prématuré par une sphère 36 ou 40 indique automatiquement la nécessité d'ajuster la quantité de liquide 4 dans le conduit. Par exemple, sur la figure 5,

si la sphère 36 est dans la position représentée et que la sphère 40 ne s'est pas déplacée sur toute sa course pour porter contre le détecteur 86, ceci indique qu'en raison d'une dilatation, de fuites ou de toute autre cause, le volume de liquide 4 doit être réduit par l'élimination d'une quantité de liquide suffisante pour que la sphère 40 effectue la totalité de sa course pour pouvoir entrer en contact avec le détecteur 86. Lorsque cette condition est détectée, le dispositif 406 de mesure et de commande d'écoulement peut être sollicité pour actionner une vanne à deux voies 422 afin que le liquide 4 soit déchargé par un conduit 424 jusqu'à ce que le contact souhaité entre la sphère 40 et le détecteur 86 soit réalisé. A ce stade, la vanne 422 est ramenée automatiquement dans sa position de fermeture telle que montrée sur la figure 5.

Par ailleurs, si la sphère 40 entre en contact avec le détecteur 86 avant que la sphère 36 porte elle-même contre le détecteur 410, ceci indique qu'il faut ajouter une quantité supplémentaire de liquide 4 au conduit pour provoquer une entrée en contact simultanée des sphères 36 et 40 avec les détecteurs 410 et 86, respectivement. Ceci peut être réalisé automatiquement à l'aide du dispositif 406 de mesure et de commande d'écoulement, par programmation de ce dernier afin qu'il modifie la position de la vanne 422 pour qu'une quantité supplémentaire suffisante de fluide 4 pénètre du conduit 430 d'alimentation dans le conduit 20 jusqu'à ce que la sphère 36 porte contre le détecteur 410.

Il apparaît que le réglage automatique du volume de liquide de commande, tel que décrit ci-dessus, ne dépend pas de la position indiquée de la vanne 60 dirigeant l'écoulement du liquide sous pression vers l'intérieur de la chambre 12. Ce réglage de volume peut être effectué alors que la vanne 60 est dans la position représentée sur la figure 1 ; cependant, la course des dispositifs d'arrêt 36 et 40 doit être inversée et, dans cette autre position de la vanne 60, le doigt 412 de détection fonctionne de manière à déterminer la course complète du

dispositif 40 d'arrêt à l'intérieur de la chambre 12 et le doigt 82 de détection indique la course complète du dispositif 36 d'arrêt à l'intérieur de la chambre 8.

Pour empêcher l'écoulement continu du fluide 72 pendant les réglages précités du liquide de commande, une vanne d'arrêt peut être montée dans le conduit 64, ou, de préférence, la vanne à quatre voies 60 peut être amenée automatiquement en position d'arrêt, par le dispositif 406 de commande d'écoulement, pendant toutes les opérations de réglage automatique de volume du liquide 4 dans le conduit.

La figure 6 représente une application spécifique de l'appareil selon l'invention à la commande du débit d'écoulement d'une solution de polymère dans des opérations d'injection pour la récupération secondaire et tertiaire du pétrole. Dans cette utilisation de la présente invention, des pompes volumétriques 500 alimentent des conduites d'écoulement 508 en solution de polymère sous pression, par l'intermédiaire d'un collecteur 504. Les conduites 508 d'écoulement transportent la solution de polymère sous pression jusqu'au champ de pétrole souhaité où des têtes de puits d'injection 120 sont placées. Des conduites 512 d'alimentation canalisent chacune la solution de polymère sous pression vers un dispositif 514 de réglage et de régulation de débit d'écoulement, constitué d'une forme convenable de réalisation de la présente invention. Les dispositifs 514 de réglage et de régulation de débit d'écoulement peuvent eux-mêmes réaliser un réglage et une régulation, sensiblement continus et ajustables du débit d'écoulement, avec chute de pression élevée, de la solution de polymère sans soumettre cette solution à une contrainte de cisaillement importante. Enfin, la solution de polymère peut être déchargée des dispositifs 514, au débit d'écoulement souhaité, au moyen de conduits 516 de décharge qui débouchent dans les têtes de puits d'injection 520.

Il va de soi que de nombreuses modifications peuvent être apportées à l'appareil décrit et représenté sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Appareil de réglage de débit d'écoulement destiné à commander l'écoulement d'un fluide, caractérisé en ce qu'il comporte un conduit (16, 20) de commande comprenant une première chambre volumétrique (8) et une seconde chambre volumétrique (12), et avec lesquelles communiquent des conduits (52, 56), et des dispositifs mobiles (36, 40) d'arrêt placés chacun dans une chambre volumétrique, l'appareil étant caractérisé en ce qu'il comporte un liquide (4) de commande contenu dans le conduit de commande et entre les dispositifs d'arrêt, des moyens (60) destinés à introduire alternativement un fluide commandé sous pression dans la première chambre volumétrique et dans la seconde chambre volumétrique dudit conduit de commande afin qu'une pression soit transmise, à travers l'un des dispositifs d'arrêt, pour mettre sous pression le liquide de commande en contact avec le dispositif d'arrêt, un élément (32) de commande qui commande directement le débit d'écoulement du liquide de commande à travers ledit conduit en provoquant une chute de pression à travers ledit élément de commande, et des moyens (60) pour décharger alternativement le liquide commandé des seconde et première chambres volumétriques dudit conduit de commande.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs d'arrêt comprennent plusieurs sphéroïdes (36, 40).

3. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs d'arrêt comprennent plusieurs soufflets (136, 140).

4. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs d'arrêt comprennent plusieurs vessies (236, 240).

5. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les dispositifs d'arrêt comprennent plusieurs pistons (336, 340).

6. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément de commande d'écoulement dudit conduit comprend une vanne réglable (32)

de commande de débit d'écoulement.

7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'élément de commande d'écoulement comprend une vanne d'étranglement (32).

5 8. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens destinés à introduire alternativement un liquide commandé sous pression dans les première et seconde chambres volumétriques dudit conduit de commande comprennent une vanne à quatre voies (60) présentant un
10 canal destiné à conduire un fluide commandé sous pression dans l'une des première et seconde chambres dudit conduit de commande, et un second canal au moyen duquel le fluide commandé s'écoule dans un conduit (68) de décharge.

9. Appareil selon l'une quelconque des revendications 2, 3 et 5, caractérisé en ce qu'il comporte des
15 moyens (82, 86) de détection destinés à détecter une limite prédéterminée du déplacement des dispositifs d'arrêt vers l'élément de commande d'écoulement, et des moyens d'intervention reliés aux moyens de détection
20 pour modifier automatiquement l'écoulement de l'une des dites chambres volumétriques du conduit de commande vers l'autre chambre volumétrique lorsque la limite prédéterminée dudit déplacement a été atteinte.

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé
25 en ce que le volume du liquide de commande passant dans ledit conduit est déterminé, à chaque déplacement des dispositifs d'arrêt, et en ce qu'un élément de comptage est relié aux moyens de détection pour compter le nombre
30 de fois que chaque dispositif d'arrêt atteint les moyens de détection à la suite d'un déplacement vers l'élément de commande d'écoulement, de façon à mesurer ainsi l'écoulement du fluide à travers l'appareil.

11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé
35 en ce qu'il comporte un dispositif de minutage destiné à enregistrer le nombre de mouvements comptés pendant une période prédéterminée pour établir ainsi le débit auquel le liquide commandé s'écoule de l'appareil de réglage de débit.

12. Appareil selon l'une quelconque des revendications 2, 3 et 5, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de réglage destinés à maintenir un volume constant de liquide de commande dans ledit conduit de commande, ces
5 moyens de réglage comprenant un élément (410) de détection qui détecte une position prédéterminée, à la suite d'une course complète, d'un premier dispositif d'arrêt qui est en contact avec le fluide commandé sous pression, un
10 second élément (412) de détection qui détecte une position correspondante, à la suite d'une course complète, d'un second dispositif d'arrêt placé dans l'autre chambre volumétrique, un dispositif (422) destiné à injecter un fluide de commande dans ledit conduit tant que le second dispositif d'arrêt n'a pas atteint sa position de course complète
15 en même temps que le premier dispositif d'arrêt a atteint sa position de course complète, et un dispositif (422) destiné à décharger le fluide de commande dudit conduit tant que le premier dispositif d'arrêt n'a pas atteint sa position de course complète alors que le second dispositif d'arrêt est dans sa position de course complète.
20

13. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte des éléments (82, 86) de détection destinés à détecter une limite prédéterminée du déplacement des dispositifs d'arrêt lorsqu'ils s'éloignent dudit élément
25 de commande d'écoulement, et des éléments d'intervention reliés aux éléments de détection pour modifier automatiquement l'écoulement de l'une des chambres volumétriques du conduit de commande vers l'autre chambre lorsque la limite prédéterminée de ladite course a été atteinte.

14. Appareil selon la revendication 13, caractérisé en ce que le volume de liquide de commande circulant dans le conduit est déterminé, à chaque course de chaque dispositif d'arrêt, et en ce qu'un élément de comptage est
30 relié aux éléments de détection pour compter le nombre de fois que les dispositifs d'arrêt atteignent les éléments de détection à la suite d'un mouvement s'éloignant de l'élément de commande d'écoulement, de façon à mesurer l'écoulement de fluide à travers l'appareil.

15. Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de minutage destiné à enregistrer le nombre de mouvements détectés dans une période prédéterminée afin d'enregistrer le débit d'écoulement du liquide commandé à travers l'appareil.

16. Appareil selon l'une quelconque des revendications 2, 3, 4 et 5, caractérisé en ce qu'il comporte des ailettes (92) de refroidissement par dissipation de la chaleur, disposées sur chaque chambre volumétrique.

10 17. Procédé de réglage volumétrique du débit d'écoulement d'un liquide d'alimentation commandé, sous pression relativement élevée, le procédé, qui est également destiné à réduire sensiblement la pression du liquide commandé, étant caractérisé en ce qu'il consiste à diriger le liquide
15 commandé, sous pression relativement élevée, afin qu'il entre en contact avec un premier dispositif mobile d'arrêt (36) pour imposer une pression relativement élevée, à travers ce dispositif d'arrêt, à une partie sensiblement confinée d'un liquide (4) de commande se trouvant sur
20 le côté opposé du dispositif d'arrêt, à régler l'écoulement du liquide de commande, sous pression relativement élevée, vers une chambre à pression réduite, contenant une partie dudit liquide de commande, sous une pression réduite, et à transmettre la pression du liquide de commande à
25 pression réduite audit liquide commandé, à travers un second dispositif mobile d'arrêt (40), pour refouler une partie dudit liquide commandé de ladite chambre à pression réduite.

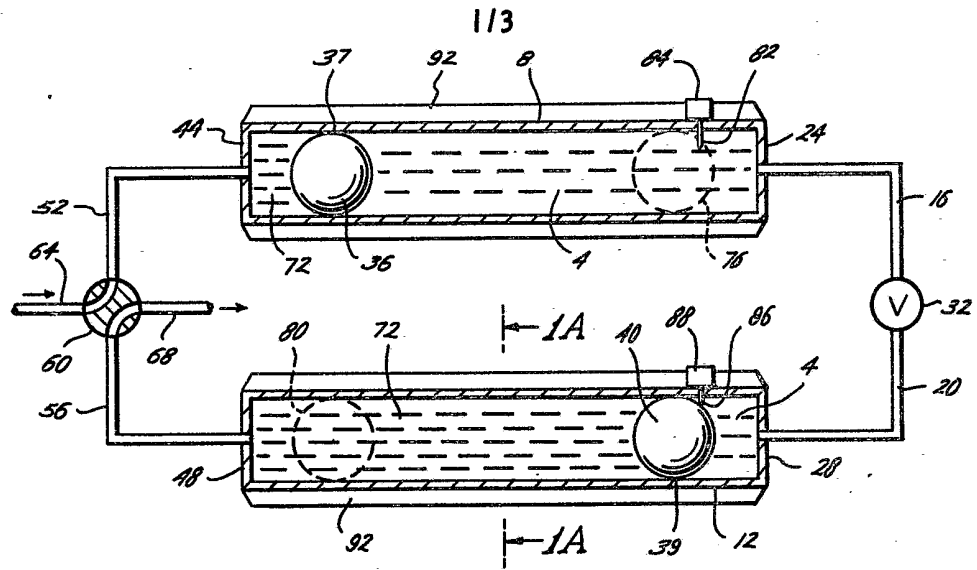


Fig. 1

Fig. 1A

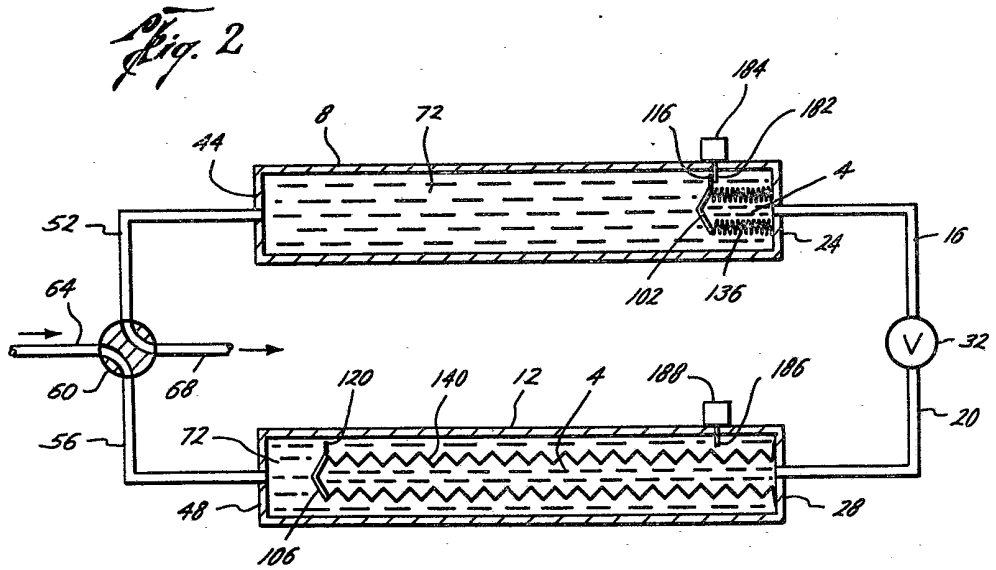
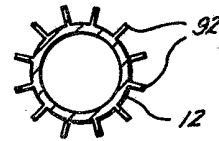
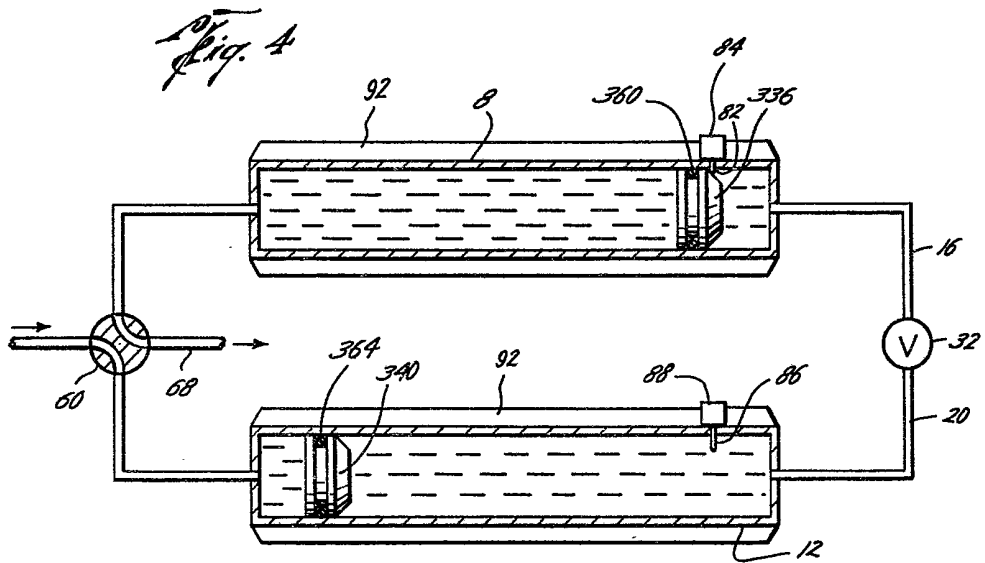
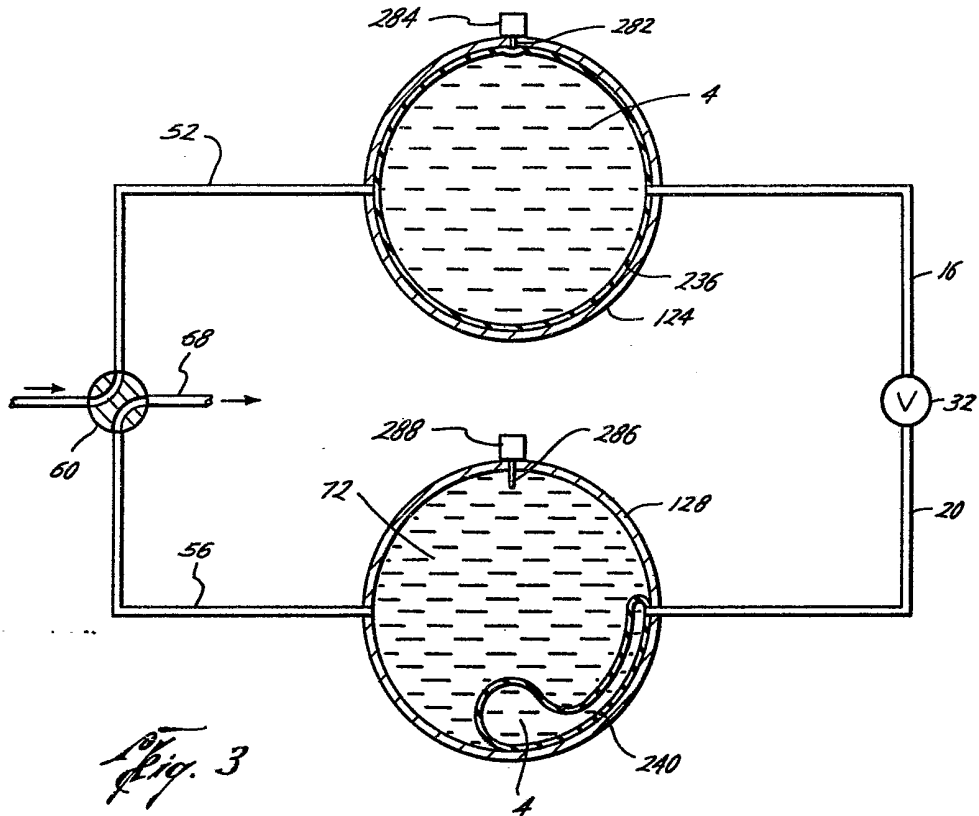


Fig. 2



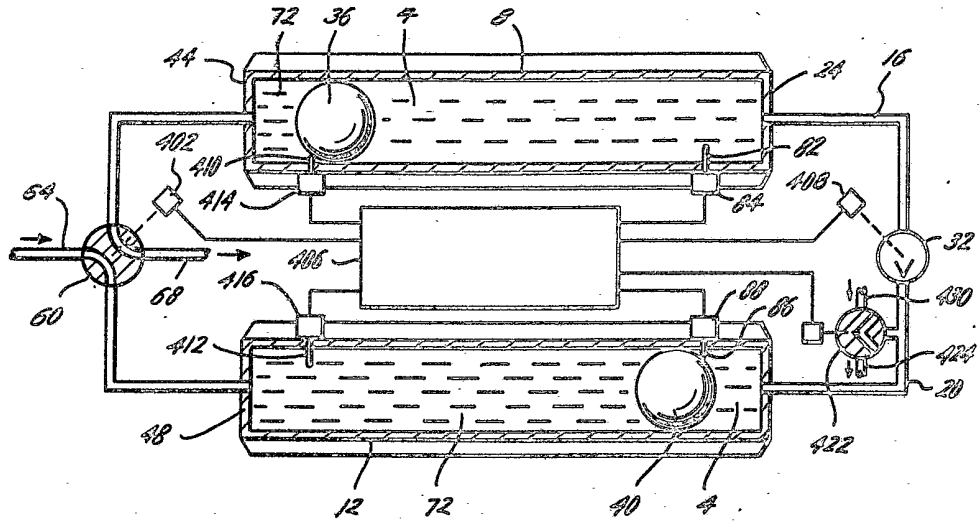


Fig. 5

Fig. 6

