

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 09438**

---

(54) Installation de pompage pneumohydraulique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 15 B 3/00, 13/02.

(22) Date de dépôt..... 12 mai 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 46 du 19-11-1982.

---

(71) Déposant : MOSKOVSKY AVIATIONNY INSTITUT IMENI SERGO ORDZHONIKIDZE et  
VOLZHSKOE OBIEDINENIE PO PROIZVODSTVU LEGKOVYKH AVTOMOBILEI, résidant en  
URSS.

(72) Invention de : E. M. Godin, L. N. Kebets, I. Z. Beregovoi, Y. O. Korf, V. I. Matskevich, V. Y.  
Pushkarev et A. G. Dorofeev.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne les installations de pompage des équipements technologiques et a notamment pour objet une installation de pompage pneumohydraulique.

Il est plus efficace d'appliquer la présente invention  
5 dans les commandes des robots industriels.

L'installation de pompage pneumohydraulique réalisée conformément à la présente invention peut être également utilisée dans les commandes de machines-outils, des soudeuses, des équipements de forgeage et d'estampage,  
10 dans les systèmes de formage de soufflets, dans les machines automatiques d'assemblage, ainsi que dans les commandes des organes de direction et d'autres dispositifs.

On connaît une installation de pompage pneumohydraulique (cf., par exemple, le brevet d'invention  
15 Grande-Bretagne n° 1477556, cl. IPC<sup>2</sup> F 15b 3/00, publié le 22 juin 1977).

L'installation comporte deux multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet comportant des vérins pneumatiques, dont chacun renferme un piston partageant ceux-ci  
20 en deux enceintes pneumatiques à volume variable et possédant aussi des enceintes hydrauliques renfermant les tiges des pistons.

Les enceintes hydrauliques de chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet sont reliées par l'intermédiaire de ponts de soupapes de retenue hydrauliques aux  
25 conduites de refoulement et d'évacuation auxquelles est branché un organe d'exécution et est relié un multiplicateur hydraulique. Les enceintes du multiplicateur hydraulique sont reliées auxdites canalisations successivement  
30 par l'intermédiaire d'un circuit de réglage automatique de la pression de service dans l'enceinte de refoulement du multiplicateur. Ce circuit de réglage automatique comprend un distributeur hydraulique à deux positions branchés aux enceintes du multiplicateur hydraulique, un  
35 distributeur hydraulique à "n" circuits, dont une entrée et une sortie sont raccordées aux canalisations de refoulement et d'évacuation, respectivement, de l'installation

de pompage pneumohydraulique, tandis que les autres sorties sont branchées aux régulateurs hydrauliques de pression. Les sorties des régulateurs hydrauliques de pression sont reliées par l'intermédiaire des soupapes de retenue hydrauliques à l'entrée du distributeur hydraulique à deux positions du multiplicateur hydraulique. Il y a aussi des éléments de distribution hydraulique reliant les enceintes hydrauliques des multiplicateurs pneumohydrauliques à l'enceinte de compensation et auxdits ponts de soupapes hydrauliques.

Les éléments de distribution hydraulique des multiplicateurs pneumohydrauliques comportent des soupapes de retenue hydrauliques commandées, reliées à un réservoir de compensation.

A l'enceinte de refoulement du multiplicateur hydraulique, est branché aussi un circuit haute pression relié par l'intermédiaire des distributeurs hydrauliques à "n" positions à l'organe d'exécution.

Les entrées des distributeurs hydrauliques à "n" positions sont mises en communication avec la canalisation de refoulement de l'installation de pompage pneumohydraulique à travers une soupape de retenue hydraulique.

L'installation connue en question comporte deux distributeurs de force à deux positions, un pour chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet, destinés à la commande du déplacement du piston d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet conformément au déplacement prescrit du piston de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet. L'entrée de chaque distributeur de force à deux positions est reliée à la source de gaz comprimé, et la sortie de chacun d'eux est reliée à l'enceinte pneumatique correspondante de chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet.

L'installation pneumohydraulique comporte deux distributeurs de commande à deux positions destinés chacun au changement de position des distributeurs de force à deux positions en fonction de la position des pistons des

deux multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet.

Les distributeurs de commande pneumohydrauliques mentionnés sont reliés par leurs enceintes de commande à l'entrée et à la sortie du distributeur de force pneumatique à deux positions correspondant et sont mis en communication par leurs entrées avec le vérin pneumatique de chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet, et par ses sorties avec l'enceinte de commande correspondante du distributeur de force pneumatique à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet.

L'installation pneumohydraulique connue réalisant des cycles de travail pendant lesquels le piston de l'organe d'exécution se déplace sous charge, est caractérisé par une assez haute consommation d'énergie du fait que les gaz comprimés remplissant les enceintes pneumatiques des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet s'échappe à l'air libre à la fin du déplacement de leur pistons pendant le refoulement du liquide moteur dans la canalisation de refoulement hydraulique.

Cet inconvénient provoque de grandes pertes de porteur d'énergie (gaz comprimé) quand l'installation fonctionne en cycles nécessitant constamment un grand débit de liquide moteur vers l'organe d'exécution, ainsi qu'en cas d'utilisation d'une source autonome de gaz comprimé par exemple d'une bouteille de gaz.

En outre, l'installation de pompage pneumohydraulique connue n'exclut pas le risque de formation de faux signaux dans le système pneumatique de commande du multiplicateur pneumohydraulique à double effet qui comprennent des distributeurs de force et de commande à deux positions et des éléments réglant la pression du gaz comprimé dans les conduits pneumatiques.

Les faux signaux dans l'installation de pompage sont des signaux de pression de gaz comprimé arrivant aux enceintes de commande des distributeurs de force à deux positions à la suite d'un changement de position intensif

des distributeurs de commande pneumatique à deux positions.

Le changement de position intensif desdits distributeurs peut être causé par le fait que l'évacuation de la pression de leurs enceintes de commande se fait à travers un distributeur de force à deux positions branché à l'enceinte pneumatique à vidanger du multiplicateur pneumohydraulique à double effet correspondant.

Les faux signaux produits pendant l'utilisation de l'installation de pompage pneumohydraulique peuvent entraîner des fluctuations sensibles du liquide moteur dans la canalisation de refoulement, et les pistons des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet ne réalisent pas toujours des courses de refoulement complets.

En conséquence, des changements de position assez fréquents de tous les dispositifs du système de commande pneumatique peuvent avoir lieu, ce qui baisse le rendement de l'installation de pompage pneumohydraulique et sa durée de vie.

On s'est donc proposé de mettre au point une installation de pompage pneumohydraulique, dont le système de commande pneumatique serait réalisé de manière à assurer une consommation minimale d'énergie de l'installation de pompage pneumohydraulique en comparaison de l'installation connue, et à supprimer le risque de formation de faux signaux arrivant aux enceintes de commande des distributeurs de force à deux positions.

Ce problème est résolu à l'aide d'une installation de pompage pneumohydraulique comportant deux multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, les vérins pneumatiques de chacun desquels renferment des pistons formant, dans les vérins pneumatiques, des enceintes pneumatiques à volume variable reliées aux sorties du distributeur de force à deux positions correspondant, tandis que celles des enceintes hydrauliques desdits multiplicateurs qui renferment les tiges des pistons sont mises en communication, par l'intermédiaire d'éléments de distribution hydrauliques, avec les canalisations de refou-

lement et d'évacuation hydrauliques auxquelles est raccordé un organe d'exécution, et deux distributeurs de commande pneumatiques à deux positions destinés chacun à changer la position des distributeurs de force à deux positions, qui  
5 sont destinés, à leur tour, à commander le déplacement du piston d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet dans un sens en correspondance déterminée avec le déplacement du piston de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet, et comportant un appareillage de distribution  
10 pneumatique servant à inverser la marche des pistons des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, caractérisé, suivant l'invention, en ce que l'appareillage de distribution pneumatique comporte d'autres distributeurs de force à deux positions, un pour chaque multiplicateur  
15 pneumohydraulique à double effet, ainsi que d'autres distributeurs de commande pneumatique à deux positions, un pour chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet, destinés à commander en même temps les distributeurs de force à deux positions de chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet, les enceintes pneumatiques  
20 d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet étant mises en communication à travers les distributeurs de force à deux positions correspondants de l'un et de l'autre multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, avec  
25 les enceintes pneumatiques de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet.

Grâce à cette réalisation du système de commande pneumatique, on assure la possibilité de réaliser une succession stricte du fonctionnement des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, dont chacun est mis en action  
30 après que le piston correspondant de l'autre multiplicateur ait achevé son déplacement.

En conséquence, à la fin du déplacement du piston d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet, le gaz  
35 comprimé est envoyé de son enceinte pneumatique à l'enceinte pneumatique de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet et, en se détendant dans cette enceinte

pneumatique, fait déplacer son piston en assurant ainsi le refoulement du liquide moteur vers l'organe d'exécution.

On assure ainsi une économie de gaz comprimé porteur d'énergie pour la réalisation des cycles de travail de  
5 l'installation de pompage pneumohydraulique.

Le déplacement successif des pistons des multipli-  
cateurs pneumohydrauliques à double effet assure un fonc-  
tionnement strictement déterminé des distributeurs de  
commande et des distributeurs de force pneumatiques à  
10 deux positions du fait que les distributeurs de commande  
pneumatiques à deux positions sont mis en action en fonction  
de la position des pistons desdits multiplicateurs, qui  
fournissent directement le signal de début de l'étape  
appropriée du cycle de travail.

15 Cette succession du fonctionnement des éléments du  
système de commande pneumatique exclut la formation de  
faux signaux dans celui-ci et, par conséquent, une pression  
du liquide moteur à l'entrée de l'organe hydraulique.

Il est avantageux que les deux distributeurs de force  
20 à deux positions d'un multiplicateur pneumohydraulique à  
double effet soient raccordés par leurs entrées directement  
à la source de gaz comprimé et que la sortie de l'autre  
distributeur de force à deux positions d'un multiplicateur  
pneumohydraulique à double effet soit reliée elle aussi  
25 à l'enceinte pneumatique correspondante de ce multipli-  
cateur, que les distributeurs de commande pneumatique à  
deux positions soient choisis de manière qu'ils puissent  
réaliser le changement de position simultané de l'autre  
distributeur de force à deux positions d'un multiplicateur  
30 pneumohydraulique à double effet et d'un distributeur de  
force à deux positions de l'autre multiplicateur pneumo-  
hydraulique à double effet, et que les autres distributeurs  
de commande pneumatiques à deux positions soient choisis  
de façon qu'ils puissent réaliser le changement de position  
35 simultané d'un distributeur de force à deux positions  
d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet et  
de l'autre distributeur de force à deux positions de l'autre

multiplicateur pneumohydraulique à double effet, les entrées des distributeurs de commande pneumatiques à deux positions étant reliées à la source de gaz comprimé, la sortie d'un distributeur de commande pneumatique à deux positions d'un

5 multiplicateur pneumohydraulique à double effet étant reliée à l'enceinte de commande correspondante de l'autre distributeur de force à deux positions de ce multiplicateur et raccordée aussi à l'enceinte de commande correspondante d'un distributeur de force à deux positions de l'autre multi-

10 plicateur pneumohydraulique à double effet, la sortie de l'autre distributeur de commande pneumatique à deux positions d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet étant reliée à l'enceinte de commande correspondante d'un distributeur de force à deux positions du multiplicateur

15 pneumohydraulique à double effet, et étant reliée aussi à l'enceinte de commande correspondante de l'autre distributeur de force à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet, tandis que la sortie d'un distributeur de commande pneumatique à deux positions de

20 l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet est mise en communication avec l'enceinte de commande correspondante de l'autre distributeur de force à deux positions de ce multiplicateur et reliée aussi à l'enceinte de commande correspondante de l'autre distributeur de

25 force à deux positions d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet, la sortie de l'autre distributeur de commande pneumatique à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet étant reliée à l'enceinte de commande correspondante d'un distributeur

30 de force à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet et étant mise en communication aussi avec l'enceinte de commande d'un distributeur de force à deux positions d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet, les sorties de l'un et l'autre distributeurs de force à deux positions d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet étant reliées aux enceintes de

35 commande pneumatiques d'un multiplicateur pneumohydraulique



à double effet, et étant reliées par leurs autres sorties, à travers des réducteurs pneumatiques, aux entrées des distributeurs de force à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet, tandis que les  
5 sorties des distributeurs de force à deux positions de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet sont raccordées à ses enceintes pneumatiques.

Une telle liaison des distributeurs de commande pneumatiques à deux positions et des distributeurs de force à  
10 deux positions assure leur mise en action opportune et successive en supprimant ainsi le risque de formation de faux signaux dans le système de commande pneumatique arrivant dans les enceintes des distributeurs de force à deux positions.

15 Cette liaison desdits distributeurs permet d'obtenir une construction relativement simple et tout à fait fiable de l'installation de pompage pneumohydraulique revendiquée.

Il est recommandé que l'installation de pompage pneumohydraulique soit munie d'un accumulateur pneumatique dont  
20 la sortie est raccordée à la canalisation hydraulique de refoulement et qui sert à fournir le liquide moteur au moment de la mise communication, à tour de rôle, d'une des enceintes pneumatiques d'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet avec l'une des enceintes pneumatiques de  
25 l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet.

Dans le cas de la réalisation précitée du système de commande pneumatique, l'utilisation de l'accumulateur pneumohydraulique permet de supprimer, au moment de la  
mise en action de l'autre multiplicateur pneumohydraulique  
30 à double effet, les chutes de pression à l'entrée de l'organe d'exécution. Ceci permet d'élever la fiabilité de fonctionnement de l'installation de pompage pneumohydraulique et d'augmenter sa durée de vie.

Il est avantageux que dans l'installation de pompage  
35 pneumohydraulique, l'un et l'autre multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet soient choisis de manière qu'un multiplicateur pneumohydraulique à double effet soit

réalisé avec une valeur du rapport entre la surface du piston et la surface de la section transversale de sa tige inférieure à la valeur du rapport correspondant de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet.

5        Cette réalisation des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet assure aussi , en cas de chute de la pression du gaz comprimé dans les enceintes 14 ou 15 (voir le dessin annexé) du multiplicateur 3 pendant le mouvement de son piston 13, le maintien de la pression dans l'enceinte  
10 de refoulement hydraulique 16 ou 17 du même multiplicateur 3 à une valeur non inférieure à la pression dans l'enceinte de refoulement hydraulique 8 ou 9 pendant le déplacement du piston 5 du multiplicateur 2. On assure ainsi le fonctionnement stable de l'installation de pompage pneumohy-  
15 draulique.

Il en ressort que l'installation de pompage pneumatique réalisée conformément à la présente invention est caractérisée par une consommation plus réduite d'énergie en comparaison de l'installation connue, supprime le risque  
20 de formation de faux signaux dans son système de commande pneumatique, et est de conception simple et fiable.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de  
25 différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemple non limitatifs, en référence au dessin unique annexé représentant une vue schématique de l'installation de pompage pneumatique conforme à l'invention.

L'installation de pompage pneumohydraulique revendiquée est destinée à refouler en continu un liquide moteur  
30 vers un organe opératoire 1.

L'installation de pompage pneumohydraulique exécutée selon la présente invention comporte un multiplicateur pneumohydraulique à double effet 2 et un autre multipli-  
35 cateur pneumohydraulique à double effet 3.

Le multiplicateur 2 comporte un vérin pneumatique 4 dans lequel est placé un piston 5 qui le partage en deux

enceintes pneumatiques 6 et 7 de volume variable.

Le multiplicateur 2 comporte deux enceintes hydrauliques 8 et 9 renfermant les tiges identiques 10 et 11 du piston 5. Ce multiplicateur 2 possède des poussoirs 2a et 2b.

5 L'autre multiplicateur 3 comporte un vérin pneumatique 12 dans lequel se trouve un piston 13 qui le partage en deux enceintes pneumatiques 14 et 15 de volume variable. Le multiplicateur 3 comprend des enceintes hydrauliques 16 et 17 dans lesquelles sont logées des tiges identiques 18 et 19 du piston 13. Ce multiplicateur 3 est pourvu de poussoirs 3a et 3b.

Les enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur 2 et les enceintes hydrauliques 16 et 17 de l'autre multiplicateur 3 sont reliées par des éléments de distribution hydrauliques 20 et 21 aux canalisations de refoulement 22 et d'évacuation 23. Les éléments de distribution hydraulique 20 et 21 sont réalisés sous forme de ponts désignés par les mêmes chiffres de référence 20 et 21, des soupapes de retenue hydrauliques 20a, 20b, 20c, 20d, 21a, 21b, 21c, 21d, réalisées selon une conception connue en soi.

Les éléments de distribution hydrauliques 20 et 21 sont mis en communication avec les enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur 2 et avec les enceintes hydrauliques 16 et 17 du multiplicateur 3.

25 Les canalisations hydrauliques de refoulement 22 et d'évacuation 23 sont raccordées à l'organe d'exécution 1 par l'intermédiaire d'un distributeur 24 à trois positions et à six circuits, d'une conception connue.

30 Les canalisations hydrauliques 25 et 26 reliant les enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur 2 et les enceintes hydrauliques 16 et 17 du multiplicateur 3 aux ponts 20 et 21 des soupapes de retenue hydrauliques font office tantôt de conduites de refoulement tantôt de conduites d'évacuation en fonction des pressions dans lesdites  
35 enceintes.

Les soupapes de retenue hydrauliques commandées 27 et 28, réalisées selon une conception connue en soi, sont

reliées aux enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur :

Les soupapes de retenue hydrauliques commandées 29 et 30 réalisées elles-aussi selon une conception connue, sont branchées sur les enceintes hydrauliques 16 et 17 du multiplicateur 3.

Les soupapes de retenue hydrauliques commandées 27, 28, 29 et 30 comportent des sorties 27a, 28a, 29a et 30a, des enceintes de commande 27b; 28b, 29b et 30b et des sorties 27c, 28c, 29c et 30c.

Les soupapes de retenue hydrauliques à commande 27, 28, 29 et 30 sont destinées à assurer le remplissage à tour de rôle des enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur 2 et des enceintes hydrauliques 16 et 17 du multiplicateur 3 au moment où chacune de ces enceintes est reliée successivement à la canalisation d'évacuation 25 ou 26 respectivement.

L'installation comporte un réservoir de compensation 31 destiné à compenser la différence des volumes de l'enceinte côté tige et de celle côté piston (non représentées) de l'organe d'exécution 1 lors du mouvement inverse de son piston et lors du remplissage à tour de rôle des enceintes hydrauliques 8 et 9 du multiplicateur 2 et des enceintes 16 et 17 du multiplicateur 3 pendant l'évacuation, ainsi qu'à compenser les fuites de la canalisation d'évacuation hydraulique 23 de l'installation de pompage hydraulique.

Le réservoir de compensation 31 est relié en parallèle par son entrée 31a à la soupape de décharge 32 et au réducteur pneumatique 33 mis en communication avec la source de gaz comprimé 34.

Par sa sortie 31b, le réservoir de compensation 31 est mis en communication avec les entrées 27c, 28c, 29c, 30c, des soupapes de retenue commandées 27, 28, 29, 30.

Le système de commande pneumatique de l'installation de pompage pneumohydraulique comprend des distributeurs de force à deux positions 35 et 36, à raison d'un pour chaque multiplicateur 2 et 3, comportant des entrées 35a,

36a, des sorties 35b, 36b, des enceintes de commande 35c, 35d, 36c, 36d, d'autres sorties 35e, 36e, réalisés selon une conception connue en soi.

5 Ces distributeurs de force 35 et 36 sont destinés à commander le déplacement du piston 5 du multiplicateur 2 en correspondance prédéterminée avec le déplacement du piston 13 de l'autre multiplicateur 3.

10 Il y a aussi deux distributeurs de commande pneumatiques à deux positions 37 et 38, comme dans le cas précédent, à raison d'un pour chaque multiplicateur 2 et 3, possédant des entrées 37a, 38a, des sorties 37b, 38b et des poussoirs 37c, 38c destinés à coopérer avec les poussoirs 2a et 3a des multiplicateurs 2 et 3.

15 Le système de commande pneumatique comporte aussi un appareillage de distribution pneumatique destiné à inverser les pistons 5 et 13 des multiplicateurs 2 et 3.

20 L'appareillage de distribution pneumatique comporte, selon l'invention, deux autres distributeurs de force à deux positions 39 et 40, à raison d'un pour chaque multiplicateur 2 et 3.

Lesdits autres distributeurs de force 39 et 40 sont réalisés selon une conception connue et ont des entrées 39a, 40a, des sorties 39b, 40b, des enceintes de commande 39c, 39d, 40c, 40d et d'autres sorties 39e et 40e.

25 L'appareillage de distribution pneumatique comporte aussi deux autres distributeurs de commande pneumatiques à deux positions 41 et 42 réalisés selon une conception connue, à raison d'un pour chaque multiplicateur 2 et 3.

30 Les distributeurs pneumatiques 41 et 42, comportent des entrées 41a, 42a et des sorties 41b, 42b, sont prévus pour commander comportement l'un et l'autre distributeurs de force 35, 36, 39, 40 et assurer un refoulement continu du liquide moteur vers l'organe d'exécution 1, et possèdent des poussoirs 41c, 42c coopérant avec les poussoirs 2b et 35 3b des multiplicateurs 2 et 3. Les enceintes pneumatiques 6 et 7 du multiplicateur 2 sont reliées, par l'intermédiaire des distributeurs de force correspondants 35, 36,

39, 40, aux enceintes pneumatiques 14, 15 de l'autre multiplicateur 3.

5 L'un et l'autre distributeur de force 35 et 39 du multiplicateur 2 sont mises en communication par leurs entrées 35a et 39a directement avec la source de gaz comprimé 34. La sortie 39b de l'autre distributeur de force 39 du multiplicateur 2 est raccordée à l'enceinte pneumatique 7 du multiplicateur 2.

10 Les distributeurs de commande pneumatiques 41 et 42 sont choisis de manière qu'ils puissent assurer le changement de position simultané du distributeur de force 35 du multiplicateur 2 et du distributeur de force 40 de l'autre multiplicateur 3. Les entrées 37a, 38a, 41a et 42a des distributeurs de commande pneumatiques 37, 38, 41  
15 et 42 sont reliées à la source de gaz comprimé 34. La sortie 37b du distributeur de commande pneumatique 37 du multiplicateur 2 est raccordée à l'enceinte de commande 39c de l'autre distributeur de force 39 du multiplicateur 2 et est mise en communication aussi avec l'enceinte de  
20 commande 36c du distributeur de force 36 et l'autre multiplicateur 3.

La sortie 41b de l'autre distributeur de commande pneumatique 41 du multiplicateur 2 est reliée à l'enceinte de commande 35c du distributeur de force 35 du multiplicateur 2 et est mise en communication avec l'enceinte de  
25 commande 40c de l'autre distributeur de force 40 de l'autre multiplicateur 3.

La sortie 38c du distributeur de commande pneumatique 38 de l'autre multiplicateur 3 est raccordée à  
30 l'enceinte de commande 40d de l'autre distributeur de force 40 de l'autre multiplicateur 3 et est reliée aussi à l'enceinte de commande 39d de l'autre distributeur de force 39 du multiplicateur 2.

La sortie 42b de l'autre distributeur de commande pneumatique 42 de l'autre multiplicateur 3 est raccordée à  
35 l'enceinte de commande 36d du distributeur de force 36 de l'autre multiplicateur 3 et est mise en communication

avec l'enceinte de commande 35d du distributeur de force 35 du multiplicateur 2.

5 Les sorties respectives 35b et 39b des distributeurs 35 et 39 du multiplicateur 2 sont reliées aux enceintes pneumatiques 6 et 7 du multiplicateur 2 et sont raccordées par leurs autres sorties 35e et 39e, par l'intermédiaire de réducteurs pneumatique 43 et 44 de conception connue en soi, aux entrées respectives 36a et 40a des distributeurs de force 36 et 40 de l'autre multiplicateur 3.

10 Les sorties 36b, 40b respectives des distributeurs de force 36 et 40 de l'autre multiplicateur 3 sont reliées à ses enceintes pneumatiques 14 et 15.

15 Une telle liaison assure la mise en communication des enceintes pneumatiques 6 ou 7 du multiplicateur 2 avec respectivement, les enceintes pneumatiques 14 et 15 de l'autre multiplicateur 3 quand le piston 5 du multiplicateur 2 atteint l'une des positions extrêmes.

20 L'installation de pompage pneumohydraulique comporte aussi un accumulateur pneumohydraulique 45 pourvu d'une sortie 45a reliée à la canalisation de refoulement hydraulique 22.

25 L'accumulateur pneumohydraulique 45 est destiné à pomper le liquide moteur au moment du branchement à tour de rôle de l'une des enceintes pneumatiques 6 et 7 du multiplicateur 2 à l'une des enceintes pneumatiques 14 et 15 de l'autre multiplicateur 3.

30 L'utilisation de l'accumulateur pneumohydraulique 45 dans le mode de réalisation décrit ci-dessus de l'installation de pompage pneumohydraulique, supprime les chutes ou manques de pression du liquide moteur dans la canalisation de refoulement 22 au moment de la mise en communication des enceintes pneumatiques 6, 7, 14, 15 des multiplicateurs pneumohydrauliques 2 et 3.

35 Les multiplicateurs pneumohydrauliques 2, 3 sont choisis de manière que dans l'un d'eux la valeur du rapport entre la surface du piston 5 et la surface de la section transversale des tiges 10, 11 soit inférieure à la valeur

du rapport entre la surface du piston 13 et l'aire de section transversale des tiges 18, 19 de l'autre multiplicateur 3.

5 Une telle réalisation des multiplicateurs pneumohydrauliques 2 et 3 dans l'installation de pompage pneumohydraulique permet d'utiliser le gaz comprimé usé dans les enceintes 6 et 7 du multiplicateur 2 pour la réalisation des courses actives du piston 13 de l'autre multiplicateur 3.

10 Le principe de fonctionnement de l'installation de pompage pneumohydraulique réalisée conformément à la présente invention consiste en ce qui suit.

Le porteur d'énergie, c'est-à-dire le gaz comprimé, arrive de la source de gaz comprimé 34 aux entrées 35a, 39a respectives des distributeurs de force à deux positions 15 35, 39 et aux entrées 37a, 38a, 41a, 42a respectives des distributeurs de commande pneumatiques 37, 38, 41, 42.

Le schéma montre l'installation dans la position dans laquelle le piston 5 du multiplicateur 2 a achevé son déplacement à gauche et s'est arrêté sur le butoir gauche, 20 en qualité duquel est utilisée la paroi frontale gauche (d'après le dessin) du vérin pneumatique 4. Avant cela, le poussoir 2a du piston 5 du multiplicateur 2 agit sur le poussoir 37c du distributeur de commande pneumatique à deux positions 37. En conséquence, le signal pneumatique en 25 provenance de la source 34 et ensuite de la sortie 37b du distributeur de commande pneumatique à deux positions 37, parvient à l'enceinte de commande 39c de l'autre distributeur de force à deux positions 39 et dans l'enceinte de commande 36c du distributeur de force à deux positions 36, en 30 le mettant dans la position dans laquelle l'entrée 36c est reliée à la sortie 36b.

Ensuite le poussoir 2a du piston 5 se déplace vers la paroi frontale gauche (d'après le dessin) du vérin pneumatique 4 et cesse de coopérer avec le poussoir 37c du 35 distributeur de commande pneumatique à deux positions 37, qui en revenant en position de départ, diminue la pression dans l'enceinte de commande 39a de l'autre distributeur



de force à deux positions 39 et de l'enceinte de commande 36a distributeur de force à deux positions 36.

5        Ensuite l'autre distributeur de force à deux positions 39 et le distributeur de force à deux positions 36 occupent la position dans laquelle l'enceinte pneumatique 7 du multiplicateur 2, remplie de gaz comprimé sous pression initiale (c'est-à-dire sous la pression de la source 34), est mise en communication par l'intermédiaire de la sortie 39b de l'autre distributeur de force à deux positions 39, 10 du réducteur pneumatique 43 et du distributeur de force à deux positions 36 avec l'enceinte pneumatique 14 de l'autre multiplicateur pneumohydraulique 3, dont le piston 13 se trouve dans la position extrême gauche (d'après le dessin).

15        Cette succession de mise en action du piston 13 de l'autre multiplicateur 3 en fonction du déplacement du piston 5, et inversement, du piston 5 en fonction du déplacement du piston 13, assure un cycle de travail strictement successif de l'installation de pompage, supprime 20 le risque de formation de faux signaux. Dans le système de commande pneumatique et utilise l'effet d'expansion du gaz comprimé lors de son échappement des enceintes 6 ou 7 du multiplicateur 2 vers l'enceinte pneumatique 14 ou 15 de l'autre multiplicateur 3.

25        Après la mise en communication de l'enceinte pneumatique 7 du multiplicateur 2 avec l'enceinte pneumatique 14 de l'autre multiplicateur 3, le piston 13 de l'autre multiplicateur 3 commence à se déplacer à droite (d'après le dessin) en chassant le liquide moteur de l'enceinte hydraulique 17 à travers la soupape de retenue hydraulique 21d de 30 l'élément de distribution hydraulique 21 dans la canalisation de refoulement hydraulique 22, et ensuite, à travers les canaux du distributeur hydraulique à trois positions et à six circuits 24, dans l'organe d'exécution 1.

35        Le liquide moteur est évacué de l'organe d'exécution 1 en passant par un canal correspondant du distributeur hydraulique à trois positions et à six circuits 24, par

la canalisation d'évacuation hydraulique 23 et par la soupape de retenue hydraulique 21c de l'élément de distribution hydraulique 21, vers l'enceinte hydraulique 16 de l'autre multiplicateur pneumohydraulique 3. La compensation de la différence des volumes du liquide moteur refoulé dans la canalisation de refoulement hydraulique 22 et évacué dans la canalisation d'évacuation hydraulique 23 se fait à l'aide du réservoir de compensation 31 à travers les soupapes de retenue hydraulique commandées 29 et 30.

Le volume des enceintes pneumatiques 14 et 15 de l'autre multiplicateur 3 est imposé de manière qu'après le déplacement de son piston 13 dans l'un ou l'autre sens, la pression dans l'une des enceintes pneumatiques 6 ou 7 du multiplicateur 2 décroisse de sa valeur initiale jusqu'à une valeur déterminée quelconque. Les réducteurs pneumatiques 43 et 44 sont réglés à la même valeur.

Le taux de multiplication de l'autre multiplicateur 3 est choisi de manière à assurer une pression constante dans la canalisation de refoulement hydraulique 22, tant pendant le fonctionnement du multiplicateur pneumohydraulique 2 que pendant le fonctionnement de l'autre multiplicateur pneumohydraulique 3.

Ainsi, le multiplicateur pneumohydraulique 2 et l'autre multiplicateur pneumohydraulique 3 fonctionnent successivement, le déplacement de l'autre multiplicateur 3 étant obtenu en utilisant l'énergie du gaz comprimé usé dans les enceintes pneumatiques 6 et 7 du multiplicateur pneumohydraulique 2, ce qui assure une augmentation notable du rendement de l'installation et une diminution du bruit lors de l'évacuation du gaz comprimé usé.

Pour supprimer les chutes de pression au moment du branchement des enceintes pneumatiques 6 ou 7 du multiplicateur 2 sur l'enceinte pneumatique correspondante 14 ou 15 de l'autre multiplicateur 3, l'accumulateur pneumohydraulique 45 est relié à la canalisation de refoulement hydraulique 22.

L'utilisation des distributeurs de commande pneumatiques à deux positions 37, 38, 41, 42 en tant que capteurs de fin de déplacement des pistons 5 et 13 des multiplicateurs 2 et 3, permet d'exclure la possibilité de faux fonctionnement des distributeurs de force pneumatiques à deux positions 35 et 39 et de cycles anormaux de fonctionnement de l'installation de pompage.

Ensuite le cycle de fonctionnement de l'installation de pompage pneumohydraulique recommence.

Les modèles expérimentaux de l'installation pneumohydraulique conforme à l'invention ont subi des essais sous tous les aspects. Les résultats de ces essais ont confirmé la baisse notable de la consommation d'énergie électrique et la fiabilité du fonctionnement de l'installation.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

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

1. Installation de pompage pneumohydraulique comportant deux multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, les vérins pneumatiques de chacun d'eux renferment des pistons dans lesdits vérins pneumatiques des enceintes pneumatiques à volume variable reliées aux sorties de l'un de deux distributeurs de force à deux positions, tandis que celles des enceintes hydrauliques desdits multiplicateurs qui renferment les tiges de piston respectives sont mises en communication par l'intermédiaire d'éléments de distribution hydrauliques avec une canalisation hydraulique de refoulement et une canalisation hydraulique d'évacuation auxquelles est raccordé un organe d'exécution, et deux distributeurs de commande pneumatiques à deux positions destiné chacun à changer la position de distributeurs de force à deux positions servant à leur tour à la commande du déplacement dans un sens du piston de l'un des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet en correspondance déterminée avec le déplacement du piston de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet, et comportant un appareillage de distribution pneumatique servant à inverser le déplacement des pistons des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet, caractérisé en ce que l'appareillage de distribution pneumatique comporte deux autres distributeurs de force à deux positions (39 et 40 un pour chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2 et 3) et deux autres distributeurs de commande pneumatiques à deux positions (41 et 42), un pour chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2 et 3), destinés à commander conjointement les distributeurs de force à deux positions (35, 36, 39, 40), respectivement, de chaque multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2, 3), les enceintes pneumatiques (6 et 7) de l'un (2) des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet étant mises en communication à travers les distributeurs de force à deux positions correspondants (35, 36, 39, 40) de l'un et

de l'autre multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet (2, 3) avec les enceintes pneumatiques (14, 15) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3).

2. Installation de pompe pneumohydraulique selon
- 5 à la revendication 1, caractérisée en ce que l'un et l'autre distributeurs de force à deux positions (35 et 39) de l'un des multiplicateurs pneumohydrauliques à double effet (2) communiquent par leurs entrées (35 et 39a) directement avec la source de gaz comprimé (34) et que la sortie (39b)
- 10 de l'autre distributeur de force à deux positions (39) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) est reliée elle aussi à l'enceinte pneumatique correspondante (7) de ce même multiplicateur, et en ce que les distributeurs de commande pneumatiques à deux positions (37 et 38)
- 15 sont choisis de manière qu'ils puissent réaliser le changement de position simultané de l'autre distributeur de force à deux positions (39) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) et du distributeur de force à deux positions (36) de l'autre multiplicateur pneumohy-
- 20 draulique à double effet (3), tandis que les autres distributeurs de commande pneumatiques à deux positions (41 et 42) sont choisis de façon qu'ils puissent réaliser le changement de position simultané du distributeur de force à deux positions (35) du multiplicateur pneumo-
- 25 hydraulique à double effet (2) et de l'autre distributeur de force à deux positions (40) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3), les entrées (37a, 38a, 41a et 42) étant reliées à la source de gaz comprimé (34), alors que la sortie (37b) du distributeur de commande pneu-
- 30 matique à deux positions (37) du multiplicateur à double effet (2) est reliée à l'enceinte de commande correspondante (39c) de l'autre distributeur de force à deux positions (39) de ce multiplicateur et raccordée elle aussi à l'enceinte de commande correspondante (36c) du distributeur de force à deux positions (36) de l'autre multi-
- 35 plicateur pneumohydraulique à double effet (3), la sortie (37b) de l'autre distributeur de commande pneumatique à

deux positions (37) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) étant reliée à l'enceinte de commande correspondante (39c) du distributeur de force à deux positions (39) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) et étant reliée aussi à l'enceinte de commande correspondante (36c) de l'autre distributeur de force à deux positions (36) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3), tandis que la sortie (38c) du distributeur de commande pneumatique à deux positions (38) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3) est mise en communication avec l'enceinte de commande correspondante (40d) de l'autre distributeur de force à deux positions (40) de ce même multiplicateur et reliée aussi à l'enceinte de commande correspondante (39d) de l'autre distributeur de force à deux positions (39) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2), la sortie (42b) de l'autre distributeur de commande pneumatique à deux positions (42) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3) étant reliée à l'enceinte de commande correspondante (36d) du distributeur de force à deux positions (36) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3) et étant mise en communication aussi avec l'enceinte de commande (35d) du distributeur de force à deux positions (35) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2), les sorties (35b et 39b) des distributeurs de force à deux positions (35 et 39) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) étant reliées aux enceintes de commande pneumatique (6 et 7) du multiplicateur pneumohydraulique à double effet (2) et leurs autres sorties (35e et 39e) étant reliées à travers des réducteurs pneumatiques (43 et 44) aux entrées (36a et 40a) des distributeurs de force à deux positions (36 et 40) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3), tandis que les sorties (36b et 40b) des distributeurs de force à deux positions (36 et 40) de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3) sont raccordées à ses enceintes pneumatiques (14 et 15).

3. Installation de pompage pneumohydraulique selon  
l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'elle  
comporte un accumulateur pneumohydraulique (45) comportant  
une sortie (45a) raccordée à la canalisation de refoulement  
5 hydraulique (22) et destiné à fournir le liquide moteur lors  
de la mise en communication à tour de rôle de l'une des  
enceintes pneumatiques (6 et 7) du multiplicateur à double  
effet (2) avec l'une des enceintes pneumatiques (14 et 15)  
de l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3).
- 10 4. Installation de pompage pneumohydraulique selon  
l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce  
que l'un et l'autre multiplicateurs pneumohydrauliques  
à double effet (2 et 3) sont choisis de manière que dans  
l'un d'eux (2) la valeur du rapport de la surface du piston  
15 (5) à l'aire de section transversale de sa tige (10, 11)  
soit inférieure à la valeur du rapport correspondant dans  
l'autre multiplicateur pneumohydraulique à double effet (3).

