

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 749 347

21 N° d'enregistrement national : 97 06598

51 Int Cl<sup>6</sup> : F 01 L 9/02

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.05.97.

30 Priorité : 31.05.96 DE 19621951.

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 05.12.97 Bulletin 97/49.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : DAIMLER BENZ  
AKTIENGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT  
— DE.

72 Inventeur(s) : LETSCHE ULRICH.

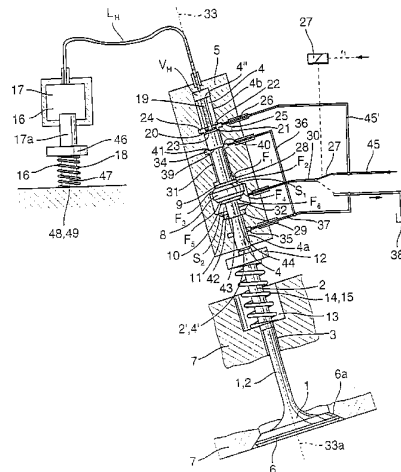
73 Titulaire(s) : .

74 Mandataire : REGIMBEAU.

54 DISPOSITIF DE COMMANDE HYDRAULIQUE DE SOUPAPE A COMMANDE LIBRE.

57 Dans ce dispositif de commande d'une soupape de levage (1) comprenant une tige de soupape (2) guidée dans un guide (3) dans la culasse (7) d'un moteur, la soupape (1) comprenant une tige de soupape (2) et un premier moyen formant ressort (14, 15) agissant dans le sens de la fermeture de la soupape et un second moyen formant ressort (16) agissant dans le sens de l'ouverture, le moyen formant ressort (16) est formé d'un ensemble de deux ressorts (17, 18) possédant des forces élastiques différentes et la force maximale du moyen formant ressort (16) est réglable au début de la course de la soupape dans certaines conditions de fonctionnement du dispositif de commande de soupape.

Application notamment aux moteurs à combustion interne de voitures de tourisme.



FR 2 749 347 - A1



L'invention concerne un dispositif de commande hydraulique de soupape pour une soupape de levage, notamment pour un moteur à combustion interne, qui comprend une tige de soupape et un premier moyen formant ressort, qui agit sur cette tige de soupape dans le sens de fermeture de la soupape, ainsi qu'un second moyen formant ressort agissant au moins par instants sur la tige de soupape dans le sens d'ouverture de la soupape, dans lequel la soupape de levage ou un poussoir de soupape actionnant cette soupape est reliée à au moins un piston de commande, qui est disposé dans une chambre de travail et peut être chargé sur ses deux faces par un liquide de travail et qui dans la zone de ses positions d'extrémité, limite partiellement respectivement une chambre de pression qui est associée à la chambre de travail et peut être séparée hydrauliquement de cette dernière, et dans lequel la pression du liquide de travail dans la chambre de travail est réglable et, au voisinage d'au moins l'une des deux positions d'extrémité du piston de commande, la chambre de pression associée à cette position d'extrémité peut être déchargée en pression à partir d'un conduit de liaison, et la force de précontrainte du second moyen formant ressort est réglable pendant le fonctionnement du dispositif de commande de soupape.

D'après le document DE 195 01 495 C1 on connaît un dispositif de commande hydraulique de soupape à commande libre, qui comporte une soupape de levage possédant une tige de soupape et un ressort hélicoïdal de pression agissant sur cette tige de soupape dans le sens de la fermeture de la soupape et un ressort hydraulique de pression agissant par instants sur la tige de soupape dans le sens de l'ouverture de la soupape. Le dispositif de commande de soupape comprend un piston de commande, qui est disposé dans une chambre de travail et peut être chargé par un liquide de travail et au moyen duquel, dans la zone de

ses positions d'extrémité, une chambre de pression associée à la chambre de travail et pouvant être séparée hydrauliquement de cette dernière, est limitée en partie. La pression du liquide de travail dans la chambre de travail est réglable au moyen d'une source de pression, en dehors d'une soupape de commutation pouvant être actionnée par voie électronique et d'une canalisation d'alimentation. La force de précontrainte du second moyen formant ressort est réglable pendant le fonctionnement du dispositif de commande de soupape et, dans le cas où le liquide de travail dans la chambre de travail est étendu en pression et dans le cas où le second moyen formant ressort est détendu, la soupape de levage est retenue dans une position fermée, par l'intermédiaire du premier moyen formant ressort.

On peut en outre citer le document DE 38 36 725 C1 comme arrière-plan technique général.

L'invention a pour but de perfectionner un dispositif de commande hydraulique de soupape du type indiqué de manière que tout en conservant un fonctionnement fiable, les forces de commande pour la soupape de levage sont aussi faibles que possible lorsqu'on les considère dans l'ensemble de la gamme de fonctionnement de cette soupape.

Ce problème est résolu conformément à l'invention grâce au fait que le second moyen formant ressort comprend un ensemble de ressorts comprenant au moins deux ressorts, qui possèdent des forces élastiques respectives différentes, et que dans certaines conditions de fonctionnement du dispositif de commande de soupape, notamment dans le fonctionnement en frein-moteur du moteur à combustion interne, une force maximale du second moyen formant ressort est réglable pour le début de la course d'ouverture de la soupape.

Un avantage du dispositif selon l'invention

réside dans le fait que les forces d'actionnement de la soupape peuvent être particulièrement bien adaptées aux forces effectivement nécessaires d'ouverture de la soupape. Ainsi au moyen du montage à ressorts, on peut obtenir une

5 courbe caractéristique élastique globale progressive de sorte qu'une force particulièrement intense des ressorts agit seulement dans une première course partielle du déplacement d'ouverture de la soupape, tandis qu'une force élastique nettement plus faible agit sur le reste de la

10 course d'actionnement de la soupape. Par exemple dans le fonctionnement en frein-moteur, des forces particulièrement intenses d'ouverture de la soupape sont nécessaires étant donné qu'ici la soupape doit être repoussée, à l'encontre de la pression élevée présente dans la chambre de

15 combustion, vers la fin du temps de compression, le travail dit de poussée de la soupape doit être produit. En raison de la pression élevée dans la chambre de combustion et de la surface active du plateau de soupape, les forces nécessaires de poussée de la soupape dans le fonctionnement

20 en frein-moteur sont plus élevées, de plusieurs ordres de grandeur, que dans le cas de l'entraînement ou de la marche de ralenti du moteur à combustion interne.

Etant donné que ces forces intenses doivent être appliquées uniquement lorsqu'elles sont également

25 effectivement nécessaires, alors que dans le reste de la gamme de fonctionnement, le ressort exécute l'ouverture de la soupape avec la force plus faible, on obtient en outre un allongement de la durée de vie du dispositif de commande de soupape ainsi qu'une réduction de la consommation en

30 énergie pour le fonctionnement du dispositif de commande de soupape, ceci étant considéré sur l'ensemble de la gamme de fonctionnement.

Par rapport à des dispositifs électromagnétiques de commande de soupapes, le dispositif électro-hydraulique

35 selon l'invention, pouvant être commandé librement,

présente notamment également des avantages liés au principe étant donné que des électroaimants lourds, de grandes dimensions et nécessitant des courants intenses pour l'application des forces de commande correspondantes sont  
5 supprimés. Dans le cas du dispositif de commande de soupape selon l'invention, des composants électriques sont nécessaires uniquement pour la commande électrique des commutateurs pour commander l'envoi de pression pour les canalisations individuelles d'alimentation en pression du  
10 dispositif de commande de soupape.

Dans le cas du dispositif de commande de soupape selon l'invention, aucune consommation d'huile sous pression ne se produit pendant le déplacement de la soupape, et au contraire seul un courant interne  
15 relativement faible d'huile réactive circule, ce qui est avantageux en particulier en ce qui concerne les temps de commande de la soupape et la consommation en énergie du dispositif. L'envoi d'énergie s'effectue dans une large mesure d'une manière auto-commandée, lorsque la soupape de  
20 levage est dans la position fermée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble de ressorts est un montage série d'un ressort hélicoïdal et d'un ressort hydraulique de pression et, selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble  
25 de ressorts est un montage parallèle de deux ressorts hélicoïdaux, ces dispositions correspondant à deux formes de réalisation préférées du dispositif de commande de soupape selon l'invention.

Selon une autre caractéristique de l'invention,  
30 la perte d'énergie, qui apparaît pendant un cycle de déplacement, peut être compensée au moyen d'une variation cyclique de la force de précontrainte du second moyen formant ressort; l'avantage qu'il y a de modifier la force de précontrainte du second moyen formant ressort étant que  
35 d'une part la perte d'énergie, qui apparaît essentiellement

par frottement lors de l'actionnement du dispositif, peut être compensée par un bandage complémentaire du second moyen formant ressort et que d'autre part on obtient une fermeture sûre de la soupape ouverte, par le fait qu'une  
5 force de bandage préalable, qui reste éventuellement trop élevée, du second moyen formant ressort peut être réduite de sorte que la force du premier moyen formant ressort peut exécuter de façon sûre le déplacement de fermeture.

Selon une autre caractéristique de l'invention,  
10 la transmission de force entre le second moyen formant ressort et la tige de soupape de la soupape de levage s'effectue à l'aide de moyens hydrauliques.

Selon une autre caractéristique de l'invention, une course de débattement élastique du ressort hélicoïdal  
15 peut être limitée par une butée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le ressort hélicoïdal peut être bandé au moyen d'un piston du ressort hydraulique de pression et que, une fois que le ressort hélicoïdal est bandé au maximum (butée), le ressort  
20 hydraulique de pression peut être bandé de façon supplémentaire.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le premier ressort hélicoïdal possède une raideur élastique inférieure à celle du second ressort hélicoïdal et que lors  
25 du déplacement de la soupape de levage venant dans la position fermée, le premier ressort hélicoïdal est bandé à l'aide du moyen hydraulique et que lorsque la soupape de levage est fermée, le second ressort hélicoïdal est bandé au moyen d'un accroissement supplémentaire de pression dans  
30 le moyen hydraulique.

Selon une autre caractéristique de l'invention, dans le cas où le piston plongeur est inséré dans la chambre de pression, la soupape de levage fermée peut être maintenue dans sa position fermée au moyen d'une charge en  
35 pression du liquide de travail dans la chambre de travail,

à l'encontre de la pression du second moyen formant ressort et à l'encontre de la pression régnant dans la chambre de pression ainsi qu'à l'encontre de forces agissant éventuellement dans la direction d'ouverture au niveau du plateau de soupape.

Selon une autre caractéristique de l'invention, lorsque le liquide de travail est détendu en pression dans la chambre de travail et lorsque le second moyen formant ressort est détendu, le premier moyen formant ressort maintient la soupape de levage dans une position fermée.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après prise en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente, pour un premier exemple de réalisation, un dispositif de commande hydraulique de soupape à commande libre situé dans le carter d'un moteur à combustion interne, dans le cas d'une soupape de levage fermée, comportant un premier moyen formant ressort qui agit dans le sens de la fermeture de la soupape et un second moyen formant ressort qui agit dans le sens de l'ouverture de la soupape, ce dernier moyen formant ressort comprenant un montage en série d'un ressort hélicoïdal et d'un ressort hydraulique de pression, une transmission de force hydraulique étant exécutée entre le ressort de pression hydraulique et le piston de commande;

- la figure 2 représente le dispositif de commande de soupape de la figure 1 dans le cas où la soupape de levage est complètement ouverte;

- la figure 3 représente, dans le cas d'un second exemple de réalisation, un dispositif de commande de soupape analogue à celui de la figure 1, mais dans lequel le second moyen formant ressort est constitué d'un montage parallèle de deux ressorts hélicoïdaux imbriqués l'un dans l'autre et le second ressort est bandé uniquement après un

certain bandage préalable du premier ressort; et

- la figure 4 représente une variation de force ou de pression, valable pour les exemples de réalisation des figures 1 et 3, des forces élastiques agissant sur la soupape de levage et sur le poussoir de soupape, en fonction de la course de soupape pour un fonctionnement d'entraînement et pour un fonctionnement en frein-moteur du moteur à combustion interne.

Sur les figures 1 et 2, on a représenté un dispositif de commande hydraulique de soupape à commande libre et comprenant une soupape de levage 1 ainsi qu'une tige de soupape 2, qui est guidée dans un guide de soupape 3 formé dans une culasse 7 d'un moteur à combustion interne non représenté de façon détaillée. La soupape de levage 1 est représentée dans la position fermée.

Au niveau de la face frontale supérieure 2' de la tige de soupape 2, un poussoir de soupape 4 s'applique, par sa face frontale inférieure 4', selon une liaison de force contre la tige de soupape 2, le poussoir de soupape 4 étant guidé dans des guides de poussoir 4a et 4b d'un carter 5 dans le moteur à combustion interne.

La soupape de levage 1 comprend, en dehors de la tige de soupape 2, un disque de soupape 6 et un siège de soupape 6a. Le poussoir de soupape 4 comprend un piston de commande 8, décrit plus loin de façon plus détaillée et qui est formé de préférence d'un seul tenant avec le poussoir de soupape 4. Le piston de commande 8 comprend deux pistons plongeurs 9 et 10, le piston plongeur 9 étant fixé à la face supérieure et le piston plongeur 10 à la face inférieure du piston de commande 8.

Dans le carter 5 est disposée, entre les deux guides 4a et 4b pour le poussoir, une cavité, qui forme une chambre de travail 11 pour le piston de commande 8 ainsi que pour les pistons plongeurs 9 et 10, le poussoir de soupape 4 traversant la chambre de travail 11. Un premier



moyen formant ressort 14, qui agit dans le sens de fermeture de la soupape, est disposé entre un logement 12 pour ressort de la tige de soupape 2 et un logement 13 pour ressort dans la culasse 7 du moteur à combustion interne.

5 Le moyen formant ressort 14 est un ressort hélicoïdal de pression 15, qui prend appui dans les logements 12, 13 pour ressorts et est fixé à ces derniers.

La liaison de force entre la soupape de levage 1 et le poussoir de soupape est garantie par le fait que le  
10 ressort hélicoïdal de pression 15 repousse en permanence la soupape de levage 1 contre le poussoir de soupape 4, indépendamment de l'état de fonctionnement du dispositif de commande de soupape.

A la face frontale supérieure du poussoir de  
15 soupape 4 se raccorde un volume hydraulique  $V_H$  qui est limité essentiellement par le carter 5 et la face frontale 4". Le volume hydraulique  $V_H$  est relié par l'intermédiaire d'une canalisation hydraulique  $L_H$  à un second moyen formant  
20 ressort 16 agissant dans la direction d'ouverture de la soupape et qui comprend un montage série (montage de ressorts) formé d'un ressort hydraulique de pression 17 et d'un ressort hélicoïdal 18 (ressort de pression). Le ressort hélicoïdal 18 est disposé entre les logements 46 et  
25 49 pour ressort, le logement pour ressort 46 étant une coupelle pour ressort, à laquelle est fixée une tige 47, qui fait saillie à partir du logement 46 pour ressort en direction de l'autre logement 49 pour ressort. Le ressort hélicoïdal 18 est emmanché sur la tige 47. Dans le logement  
30 49 pour ressort est disposée simultanément une butée 48, contre laquelle la tige 47 peut être en butée lors du bandage du ressort de pression 18. Le ressort hélicoïdal 18 (ressort de pression) est bandé par le fait qu'un piston  
35 17a du ressort hydraulique de pression 17 est repoussé contre la coupelle 46 pour ressort et que par conséquent le ressort hélicoïdal 18 est bandé tant que la tige 47 fixée à

la coupelle pour ressort, s'applique contre la butée 48.

Le volume hydraulique  $V_H$ , qui forme simultanément un espace de déplacement pour le poussoir de soupape 4, est relié par des conduits de pression 19 et 20, qui s'étendent dans le poussoir de soupape 4, à une gorge de commande 21 du poussoir de soupape 4, qui comporte deux arêtes de commande 22 et 23. La gorge de commande 21 est reliée par instants, d'une manière qui sera décrite plus loin de façon plus détaillée, selon une liaison hydraulique à un conduit de pression 24 en forme de gorge annulaire et disposé autour du poussoir de soupape 4 et qui est relié par l'intermédiaire d'un conduit ainsi que d'une canalisation 26 à une canalisation d'alimentation en pression 45-45'.

La chambre de travail 11 enveloppe le piston de commande 8 ainsi que les pistons plongeurs 9 et 10, et deux chambres de pression 28 et 29, associées respectivement aux pistons plongeurs 9 et 10 sont disposées dans la chambre de travail 11. Au voisinage de la position d'extrémité supérieure du piston de commande 8, le piston plongeur 9 peut être introduit dans la chambre de pression 28 et dans la zone de la position d'extrémité inférieure du piston de commande 8, le piston plongeur 10 peut être inséré dans la chambre de pression 29, ce qui a pour effet que le piston plongeur 9 ou 10 forme une limitation partielle de la chambre de pression respectivement associée 28 ou 29.

Dans la chambre de travail 11 est disposé un liquide de travail (par exemple de l'huile hydraulique, de l'huile de lubrification ou du carburant), dont la pression est réglable au moyen d'une source de pression non représentée (pompe à liquide de travail) ainsi que de préférence une soupape de commutation électrique 27 et une canalisation d'alimentation 30. Dans la zone de la position d'extrémité supérieure du piston de commande 8, la chambre de pression 28 peut être détendue en pression par l'intermédiaire d'un conduit de liaison 31, dans un conduit

annulaire de détente de pression 34 (voir figure 1) et, dans la zone de la position d'extrémité inférieure du piston de commande 8, la chambre de pression 29 peut être détendue en pression par l'intermédiaire d'un conduit de liaison 32, dans un conduit annulaire de détente de pression 35 (voir figure 2).

Lors de la pénétration du piston plongeur 9 ou 10 dans la chambre de pression 28 ou 29, il se produit une séparation hydraulique de la chambre de pression respective 28 ou 29 par rapport à la chambre de travail 11. Le piston de commande 8 équipé des pistons plongeurs 9 et 10 peut être chargé sur ses deux côtés par le liquide de travail situé dans la chambre de travail 11.

Le piston de commande 8 est agencé de telle sorte qu'après la sortie de l'un des deux pistons plongeurs 9, 10 hors de la chambre de pression associée 28 ou 29, la chambre de travail 11 et les deux chambres de pression 28 et 29 sont reliées hydrauliquement entre elles, auquel cas la liaison hydraulique des deux chambres de pression 28, 29 est établie par l'intermédiaire de la chambre de travail 11 elle-même.

La force de précontrainte du second moyen formant ressort 16 (montage en série formé du ressort hydraulique de pression 17 et du ressort hélicoïdal 18) peut être réglée d'une manière décrite plus loin de façon plus détaillée pendant le fonctionnement du dispositif de commande hydraulique de soupape. Dans le cas où un liquide de travail chargé en pression est présent dans la chambre de travail 11 et où le second moyen formant ressort 16 est bandé, le premier moyen formant ressort 14 (ressort hélicoïdal de pression 15) maintient la soupape de levage 1 dans une position fermée (voir figure 1).

La perte d'énergie, qui apparaît pendant un cycle de déplacement, peut être compensée par une variation cyclique de la force de précontrainte du second moyen

formant ressort 16. Lorsque la soupape de levage 1 est fermée, la pression de travail dans le volume hydraulique  $V_H$  ainsi que dans la conduite hydraulique  $L_H$  ainsi que le ressort hydraulique de pression 17 peut être établie par l'intermédiaire des conduits de pression 19, 20 ainsi que de la gorge de commande 21 par l'intermédiaire du conduit de pression en forme de gorge annulaire 24 ainsi que de la canalisation 26 s'étendant à partir de la canalisation d'alimentation en pression 45 - 45'.

Lorsque la soupape de levage 1 est fermée et qu'on désire l'ouvrir, une suppression de la pression d'huile dans la chambre de travail 1 peut être commandée au moyen de la canalisation d'alimentation 30 équipée de la soupape de commutation électrique 27. La soupape de commutation 27 est reliée d'une part par l'intermédiaire de la canalisation d'alimentation 30 à la chambre de travail 11 et d'autre part par l'intermédiaire de la canalisation d'alimentation en pression 45 - 45' à la pompe du fluide de travail ainsi qu'au réservoir 38 du liquide de travail.

Des surfaces F1-F6, actives du point de vue hydraulique, du piston de commande 8 du poussoir de soupape 4 sont orientées perpendiculairement ou obliquement par rapport à un axe 33 du poussoir de soupape, l'axe 33 du poussoir de soupape coïncidant de préférence avec un prolongement d'un axe 33a de la soupape de levage (voir figure 1), afin d'éviter des forces transversales inutiles dans le guide de soupape 3 ou dans les guides de poussoir 4a et 4b.

Sous l'effet de la charge en pression, une composante de force, qui correspond à la projection de la surface respective F1-F6, est produite parallèlement à l'axe 33 du poussoir de soupape. Les surfaces F1-F6, actives du point de vue hydraulique, du piston de commande 8 ainsi que des pistons plongeurs 9, 10 sont égales dans une position, écartée des positions d'extrémité du piston

de commande 8, dans la direction d'ouverture de la soupape et dans la direction de fermeture de la soupape. Les surfaces F1/F6, F2/F5 et F3/F4 sont égales et sont disposées symétriquement par rapport à un plan normal à l'axe 33 de la soupape de levage.

Dans le cas où le piston plongeur 10 est inséré dans la chambre de pression 29, la soupape de levage 1 ouverte (voir figure 2) peut être maintenue dans sa position ouverte par l'application de pression du liquide de travail dans la chambre de travail 11 à l'encontre de la pression du premier moyen formant ressort 14 (ressort hélicoïdal de pression 15) et d'une éventuelle pression encore présente dans la chambre de pression 29 ainsi qu'à l'encontre d'une force, qui agit éventuellement dans la direction de fermeture de la soupape, au niveau du plateau de soupape 6.

Les conduits annulaires de détente de pression 34 et 35 sont situés au-dessus et au-dessous de la chambre de travail 11 et sont reliés par l'intermédiaire de canalisations de liaison respectives 36 et 37 à un réservoir 38 du liquide de travail. La liaison hydraulique entre le conduit de liaison 31 et le conduit de détente de pression 34 est commandée par une gorge de commande 39 disposée dans le poussoir de soupape 4, en dehors de l'arête de commande 40. La liaison hydraulique entre le conduit de liaison 22 et le conduit annulaire de détente de pression 35 est obtenue de façon analogue au moyen d'une gorge de commande 42 disposée dans le poussoir de soupape 2, ainsi que de l'arête de commande 44. Les conduits de liaison 31 et 32 débouchent en des emplacements 41, 43 dans les gorges de commande respectives 39 et 42.

Lorsque le piston de commande 8 est dans la position d'extrémité supérieure, la surface oblique F3 est repoussée contre un siège S1 de la chambre de travail 11, ce qui a pour effet que la chambre de pression 28 est

séparée hydrauliquement de la chambre de travail 11 (voir figure 1). De façon analogue, lorsque le piston de commande 8 est dans la position d'extrémité inférieure, la surface oblique F4 est repoussée contre un siège S2 de la chambre de travail 11, ce qui a pour effet que la chambre de pression 29 est séparée hydrauliquement de la chambre de travail 11 (voir figure 2).

Le montage en série du ressort hydraulique de pression 17 et du ressort hélicoïdal 18 ainsi que du poussoir de soupape 4 en plus du piston de commande 8 forment, avec le ressort hélicoïdal de pression 15 et la soupape de levage 1, un système à ressort - masse. Dans le cas où la pression d'alimentation du liquide de travail n'existe pas, la soupape de levage 1 est en permanence fermée étant donné que le plateau de soupape 6 est repoussé par la force de précontrainte du ressort hélicoïdal de pression 15 contre le siège de soupape 6a.

Ci-après, on va décrire le fonctionnement du système de commande hydraulique de soupape selon l'invention et on va l'expliquer sur la base d'un cycle de travail et ce tout d'abord pour un cycle de travail du dispositif d'entraînement de soupape lors du fonctionnement d'entraînement et ensuite pour un cycle de travail pour le dispositif d'entraînement de soupape dans le cas du moteur à combustion interne en frein-moteur.

Pour l'ouverture de la soupape, du liquide de travail est entraîné depuis le réservoir 38 au moyen de la pompe de circulation du liquide de travail non représenté, et une pression d'alimentation, qui s'applique à la soupape de commutation 27 par l'intermédiaire de la canalisation d'alimentation en pression 45, est établie. Indépendamment de la position de commutation de la soupape, la charge en pression de la canalisation 26 avec le liquide de travail est garantie par l'intermédiaire de la canalisation d'alimentation en pression 45'.

La pression est établie par l'intermédiaire de la canalisation 26, du conduit 25, de la gorge de commande 21 et des conduits de pression 20 et 19 dans le volume hydraulique  $V_H$  de la canalisation hydraulique  $L_H$  ainsi que dans le ressort hydraulique de pression 17. Le ressort hydraulique de pression 17 est de ce fait bandé. Sous l'effet du bandage du ressort hydraulique de pression 17, le ressort hélicoïdal 18 est simultanément bandé par le fait que le piston 17a du ressort hydraulique de pression 17 est appliqué contre la coupelle de ressort 46 et par conséquent le ressort hélicoïdal 18 est bandé jusqu'à ce que la tige 47, qui est fixée à la coupelle de ressort, s'applique contre la butée 48. Lors du fonctionnement d'entraînement du moteur à combustion interne (ou également par exemple pendant la marche au ralenti), lors duquel seules des forces de poussée relativement modérées doivent être appliquées sur la base des instants d'ouverture de la soupape de levage 1, le ressort hydraulique de pression 17 n'est pas bandé en supplément de façon préalable. Pendant cette phase de fonctionnement, le ressort hydraulique de pression 17 sert de moyen hydraulique de transmission de force entre le poussoir de soupape 4 (ou le volume hydraulique  $V_H$ ) et le ressort hélicoïdal de pression 18 et par conséquent, du côté du second moyen formant ressort, seule la force de bandage du ressort hélicoïdal de pression agit sur le système ressort - masse.

Mais dans le fonctionnement en frein-moteur, le travail nettement plus intense de poussée de la soupape de levage 1 est nécessaire étant donné que cette dernière doit être ouverte uniquement à l'encontre de la pression dans la chambre de combustion, vers la fin de la phase de compression. Sous l'effet de la pression dans la chambre de combustion et de la surface efficace du plateau de soupape, on obtient des forces de poussée de la soupape, qui possèdent une intensité correspondante et ne peuvent plus

être vaincues par le ressort hélicoïdal de pression 18. Par conséquent, lorsque la tige 47 s'applique contre la butée 48, une charge supplémentaire de compression du ressort hydraulique de pression 17 se produit, ce qui a pour effet  
5 que ce ressort est précontraint nettement plus fortement que le ressort hélicoïdal de pression 18, tandis que le ressort hélicoïdal 18 lui-même ne peut plus être précontraint de façon supplémentaire en raison de la présence de la butée 48. On obtient ainsi la courbe  
10 caractéristique globale du ressort, qui est représentée sur la figure 4 et sera expliquée plus loin de façon plus détaillée (courbe  $F_M$ ). En particulier la force d'actionnement, qui est nécessaire pour l'ouverture de la soupape de levage 1 et agit dans la direction d'ouverture de la  
15 soupape, est disponible.

La pression désirée est également établie dans la chambre de travail 11 lorsque la soupape de commutation électrique 27 est située dans la position représentée sur la figure 1. Cependant, le système ressort - masse reste  
20 bloqué dans sa position d'extrémité supérieure (voir figure 1) car la face supérieure du piston de commande 8 (piston plongeur 9) est détendue en raison de la liaison qui existe entre la chambre de pression 28 et le réservoir 38 du liquide de travail, par l'intermédiaire du conduit de  
25 liaison 31 ainsi que du conduit annulaire de détente de pression 34 et de la canalisation de liaison 36. La pression dans la chambre de travail 11 charge au contraire la surface active hydraulique correspondante présente sur le piston de commande 8 (surfaces annulaires F5 et F6  
30 perpendiculaires à l'axe 33 de la soupape de levage et surface annulaire F4 oblique par rapport à cet axe) et fait apparaître une force antagoniste résultante qui repousse le piston de commande 8 vers le haut. La soupape de levage 1 reste par conséquent fermée. Lors de la commande de la  
35 soupape de commutation 27, la chambre de travail 11 est



séparée de l'alimentation en pression et est reliée au réservoir 38. De ce fait, la surface active hydraulique au niveau du piston de commande 8 est détendue en pression et par conséquent la force antagoniste est supprimée. Le piston de commande 8 peut, ainsi que le poussoir de soupape 4 et la soupape de levage 1, commencer son oscillation depuis la position d'extrémité supérieure vers la position d'extrémité inférieure. Lorsque, au niveau de la position d'extrémité supérieure du piston de commande 8, le piston plongeur 9 est complètement ressorti de la chambre de pression 28, cette chambre de pression 28 et la chambre de pression 29 sont reliées entre elles hydrauliquement par l'intermédiaire de la chambre de travail 11. A partir de cet instant, en raison de la symétrie indiquée plus haut des surfaces déterminantes F1-F6 du piston de commande 8, la pression dans la chambre de travail 11 n'a plus aucune influence sur le comportement de ce piston.

Lorsque le piston plongeur 9 ressort de la chambre de pression 28, la tige de soupape 22 ferme, par son arête de commande 40, la liaison hydraulique entre la chambre de pression 28 et le conduit annulaire de détente de pression 34. Alors la soupape de commutation 27 est commutée et la chambre de travail 11 est à nouveau placée sous pression. Ce processus n'a aucune influence sur le déplacement du piston de commande 8. Il faut cependant être certain que l'établissement de la pression dans la chambre de travail 11 est terminé avant que le piston de commande 8 ait atteint sa position d'extrémité inférieure étant donné que la pression dans la chambre de travail 11 est alors nécessaire pour maintenir fermement le système ressort - masse dans sa position d'extrémité inférieure.

Avant que le piston de commande 8 atteigne sa position d'extrémité inférieure, le poussoir de soupape 4 ouvre, par son arête de commande 44, la liaison hydraulique entre le conduit de liaison 32 et le conduit annulaire de

détente de pression 35. Le piston plongeur 10 ferme la liaison entre la chambre de travail 11 et la chambre de pression 29, les pressions différentes appliquées aux surfaces actives hydrauliques du piston de commande 8 (pistons plongeurs 9/10) font apparaître une force résultante appliquée au piston de commande 8 dans la direction d'ouverture de la soupape, qui déplace le système ressort - masse pour l'amener dans sa position d'extrémité inférieure et l'y maintient, ce qui a pour effet que la soupape de levage 1 (voir figure 2) reste ouverte.

La perte d'énergie, qui apparaît lors du cycle de déplacement, est compensée par l'intermédiaire d'une variation cyclique de la force de précontrainte du ressort hydraulique de pression. Ceci s'effectue, lorsque le système ressort - masse est dans la position d'extrémité inférieure, par suppression d'une pression résiduelle qui existe encore dans le ressort hydraulique de pression 17 par l'intermédiaire d'une canalisation hydraulique  $L_H$ , du volume hydraulique  $V_H$  et des conduits de pression 19 et 20 en dehors d'une gorge de commande 21, dans le conduit annulaire 34 de détente de pression (voir figure 2). Lors de la détente du ressort hydraulique de pression 17, le ressort hélicoïdal de pression 18 est également simultanément détendu. Lorsque le système ressort - masse est dans la position d'extrémité inférieure, l'arête de commande 23 de la gorge de commande 21 est située dans la zone du conduit annulaire de détente de pression 34.

Lorsque lors du déplacement de recul de la soupape de levage 1 dans sa position d'extrémité supérieure, le ressort hélicoïdal de pression 15 qui est précontraint plus fortement que le second moyen formant ressort 16 (ressort hydraulique de pression 17 et ressort hélicoïdal de pression 18) garantit que cette position d'extrémité supérieure est atteinte. En raison de la réduction précédente de la pression résiduelle dans le

ressort hydraulique de pression 17, ce dernier ne peut plus être comprimé à la pression initiale. C'est pourquoi la différence de pression, qui apparaît, est compensée, lorsque le système ressort - masse est dans la position d'extrémité supérieure (figure 1), par l'intermédiaire de la conduite 26 et du conduit 25, de la gorge de commande 21 et des conduits de pression 19, 20, 24 du ressort hélicoïdal de pression 17. Ceci garantit qu'au début de la phase de travail immédiatement suivante, le ressort hydraulique de pression 17 ainsi que le ressort hélicoïdal de pression 18 sont précontraints plus fortement que le ressort hélicoïdal de pression 15 (voir figure 4). L'énergie envoyée au système ressort - masse peut être modifiée dans les deux positions d'extrémité du système, indépendamment l'une de l'autre, par modification des pressions, entre lesquelles fonctionnent le ressort hydraulique de pression 17 ainsi que le ressort hélicoïdal de pression 18. Ces variations de pression peuvent être obtenues par des dispositifs non représentés de réglage de pression, pour les pressions régnant dans la canalisation d'alimentation en pression 45 et dans le réservoir 38.

En particulier dans le cas du fonctionnement en frein-moteur, lors du déplacement rétrograde de la soupape seul le ressort hélicoïdal de pression 18 est tout d'abord bandé, tandis que le bandage du ressort hydraulique de pression 17 s'effectue dans la position de repos de la soupape, au moyen d'une pression hydraulique du système, accrue de façon correspondante.

La figure 3 représente un dispositif de commande de soupape analogue à la figure 1, mais dans lequel le second moyen formant ressort est constitué par un montage parallèle "par instants" décrit plus loin de façon plus détaillée, de deux ressorts hélicoïdaux 50, 51 imbriqués l'un dans l'autre. La transmission de force entre le second moyen formant ressort 16 et le poussoir de soupape 4

s'effectue par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique 52 ainsi que d'un piston hydraulique 53, qui agit sur le logement 46 pour ressort. Le volume hydraulique  $V_Z$  du vérin hydraulique 52 est relié par l'intermédiaire de la canalisation  $L_H$  au volume hydraulique  $V_H$  au-dessus du 5 poussoir de soupape 4 (voir également les figures 1 et 2). Des composants identiques sur les figures 1 et 2 sont désignés par les mêmes chiffres de référence.

Le second ressort hélicoïdal de pression 51 a un 10 fonctionnement qui correspond à celui du ressort hydraulique de pression des figures 1 et 2. Cela signifie que le second ressort hélicoïdal de pression 51 (conjointement avec le premier ressort hélicoïdal de pression 50) est précontraint uniquement dans le 15 fonctionnement en frein-moteur, par une charge en pression, plus élevée correspondante du volume hydraulique  $V_H$ , tandis que seul le ressort hélicoïdal de pression 50 est précontraint lors du fonctionnement, qui produit un travail, du moteur à combustion interne.

20 Une particularité de cette forme de réalisation consiste en ce que le ressort hélicoïdal 51 bandé possède une longueur  $l_{51}$  inférieure, et ce de la course partielle  $F_{50}$  du ressort hélicoïdal de pression 50, à la longueur  $L_{50}$  du ressort hélicoïdal de pression 50 détendu. La course 25 partielle  $L_{50}$  du ressort hélicoïdal de pression 50 correspond à la course que parcourt au maximum le ressort hélicoïdal 50 lorsque le moteur à combustion interne exécute un fonctionnement d'entraînement ou bien marche au ralenti.

30 Le second ressort 51 est précontraint conjointement avec le ressort 50 uniquement lorsque le moteur à combustion interne exécute un fonctionnement en frein-moteur, ce qui permet d'obtenir l'accroissement 35 désiré de la force de précontrainte du second moyen formant ressort 16.

La figure 4 représente les variations de force et de pression, qui sont valables pour les exemples de réalisation des figures 1 et 3, de forces des ressorts, qui agissent sur la soupape de levage 1 ou sur le poussoir de soupape 4, pour le fonctionnement d'entraînement ou le fonctionnement de marche au ralenti (représentation par une ligne formée de tirets) et pour le fonctionnement en frein-moteur (représentation en trait plein) du moteur à combustion interne, en fonction de la course H de la soupape (voir figure 2). On reconnaît l'action intense  $F_M$  du ressort au début du déplacement de la soupape dans le cas du fonctionnement en frein-moteur et l'action  $F_A$  du ressort, qui est au contraire relativement faible, au début du déplacement de la soupape dans le cas du fonctionnement d'entraînement ou du fonctionnement de ralenti du moteur à combustion interne.

Lors du recul de la soupape, seuls les ressorts hélicoïdaux de pression plus faibles 18 et 50 agissent et la contrainte du ressort le plus fort (ressort hydraulique de pression 17 ou second ressort hélicoïdal de pression 51) s'effectue hydrauliquement par accroissement de la pression lorsque la soupape de levage 1 (soupape de changement de gaz) est déjà maintenue fermement dans sa position fermée. La courbe caractéristique désignée par SF représente la variation de la force du ressort hélicoïdal de pression 15 (premier moyen formant ressort 14), qui agit dans le sens de fermeture de la soupape, alors que l'encadrement de la surface hachurée représente la variation de la force ou de la pression du second moyen formant ressort 16 qui agit dans le sens d'ouverture de la soupape. Dans le cas où la soupape se déplace de la position fermée à la position ouverte et revient dans la position fermée, la surface hachurée est parcourue dans le sens des aiguilles d'une montre à partir de son coin supérieur gauche V ou V' (V-W-X-Y-Z dans le fonctionnement en frein-moteur et V'-W-X-Y-Z

dans le fonctionnement d'entraînement du moteur à combustion interne).

Pour le déplacement d'ouverture de la soupape, une transmission de force s'effectue dans le sens de l'ouverture de la soupape, étant donné que le point d'intersection  $S_O$  de la limite supérieure de la surface (courbe caractéristique de la force élastique du second moyen formant ressort 16) avec la courbe caractéristique SF du ressort hélicoïdal de pression 15 (premier moyen formant ressort) est situé à droite de la position centrale M (= moitié de la course de la soupape). Lorsque la soupape de levage 1 est dans sa position complètement ouverte, en raison de la détente de pression décrite plus haut qui s'effectue par l'intermédiaire du conduit annulaire 35, la soupape de levage 1 est maintenue dans la position ouverte. La courbe DL sur la figure 4 représente la détente de pression des espaces  $V_H$ ,  $L_Z$  et  $V_Z$ .

Au contraire lors du déplacement de fermeture de la soupape, un excès de force existe dans le sens de fermeture de la soupape étant donné que le point d'intersection  $S_U$  de la limite inférieure de la surface (courbe caractéristique de la force du second moyen formant ressort 16) et de la courbe caractéristique SF du ressort hélicoïdal de pression 15 est situé à gauche de la position centrale. Par conséquent, une obtention sûre de la position d'extrémité correspondante de déplacement peut être garantie. La taille de la surface hachurée est une mesure de l'énergie d'entraînement nécessaire pour un cycle de travail de la soupape de levage 1.

Avec le dispositif de commande de soupape selon l'invention, on peut réaliser sans problèmes des courses usuelles de soupape pour des temps de commande de par exemple 5 - 10 millisecondes avec une consommation d'énergie d'environ 100 - 250 watts (pour 50 ouvertures de soupape par seconde).

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, le volume de travail du ressort hydraulique de pression 17 englobe simultanément le volume hydraulique  $V_H$  ainsi que la canalisation hydraulique  $L_H$ .

5 Dans une autre forme de réalisation de l'invention, la commande de la canalisation 26 peut également être réalisée par l'intermédiaire d'une autre soupape de commutation.

10 Dans l'exemple de réalisation représenté, la tige de soupape 2 et le poussoir de soupape 4 ainsi que le piston de commande 8 sont réalisés en deux éléments, mais la tige de soupape et le poussoir de soupape ainsi que le piston de commande peuvent naturellement être également réalisés d'un seul tenant.

15 Dans une autre forme de réalisation de l'invention, la séparation par instants des chambres de pression 28, 29 par rapport à la chambre de travail 11 peut être réalisée à l'aide de sièges d'étanchéité coniques ou plats, qui sont formés entre les chambres de pression 28 et 29 et  
20 le piston de commande 8. Par exemple les surfaces S1/F3 et S2/F4 peuvent être également réalisées non pas sous la forme d'un siège conique (comme cela est représenté dans l'exemple de réalisation), mais également sous la forme d'un siège d'étanchéité plat. Aussi bien dans le cas de la  
25 forme de réalisation pourvue d'un siège conique que dans le cas de la forme de réalisation avec un siège d'étanchéité plat, la séparation par instants des chambres de pression 28, 29 peut être réalisée exclusivement au moyen de ces sièges d'étanchéité coniques ou plats, ce qui a pour effet  
30 que le piston de commande est alors supprimé conformément à l'exemple de réalisation indiqué ci-dessus.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, on peut naturellement prévoir un siège d'étanchéité plat également dans le cas des pistons plongeurs.

35 Le dispositif de commande de soupape décrit plus

haut peut être utilisé pour toutes les commandes de soupapes de levage, notamment pour des soupapes d'admission et d'échappement de moteurs à combustion internes et de compresseurs à pistons.



REVENDEICATIONS

1. Dispositif de commande hydraulique de soupape pour une soupape de levage, notamment pour un moteur à combustion interne, qui comprend une tige de soupape et un premier moyen formant ressort, qui agit sur cette tige de soupape dans le sens de fermeture de la soupape, ainsi qu'un second moyen formant ressort agissant au moins par instants sur la tige de soupape dans le sens d'ouverture de la soupape, dans lequel la soupape de levage ou un poussoir de soupape actionnant cette soupape est reliée à au moins un piston de commande, qui est disposé dans une chambre de travail et peut être chargé sur ses deux faces par un liquide de travail et qui dans la zone de ses positions d'extrémité, limite partiellement respectivement une chambre de pression qui est associée à la chambre de travail et peut être séparée hydrauliquement de cette dernière, et dans lequel la pression du liquide de travail dans la chambre de travail est réglable et, au voisinage d'au moins l'une des deux positions d'extrémité du piston de commande, la chambre de pression associée à cette position d'extrémité peut être déchargée en pression à partir d'un conduit de liaison, et la force de précontrainte du second moyen formant ressort est réglable pendant le fonctionnement du dispositif de commande de soupape, caractérisé en ce que le second moyen formant ressort (16) comprend un ensemble de ressorts comprenant au moins deux ressorts (17,18;50,51), qui possèdent des forces élastiques respectives différentes, et que dans certaines conditions de fonctionnement du dispositif de commande de soupape, notamment dans le fonctionnement en frein-moteur du moteur à combustion interne, une force maximale du second moyen formant ressort (16) est réglable pour le début de la course (H) d'ouverture de la soupape.

2. Dispositif de commande hydraulique de soupape selon la revendication 1, caractérisé en ce que la

transmission de force entre le second moyen formant ressort (16) et la tige de soupape (2) de la soupape de levage (1) s'effectue à l'aide de moyens hydrauliques ( $V_H$ ,  $L_H$ ).

3. Dispositif de commande hydraulique de soupape  
5 selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble de ressorts est un montage série d'un ressort hélicoïdal (18) et d'un ressort hydraulique de pression (17).

4. Dispositif de commande hydraulique de soupape  
10 selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'une course de débattement élastique du ressort hélicoïdal (18) peut être limitée par une butée (48).

5. Dispositif de commande hydraulique de soupape  
selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce  
15 que le ressort hélicoïdal (18) peut être bandé au moyen d'un piston (17a) du ressort hydraulique de pression (17) et que, une fois que le ressort hélicoïdal (18) est bandé au maximum (butée 18), le ressort hydraulique de pression peut être bandé de façon supplémentaire.

20 6. Dispositif de commande hydraulique de soupape selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'ensemble de ressorts est un montage parallèle de deux ressorts hélicoïdaux (50,51).

7. Dispositif de commande hydraulique de soupape  
25 selon la revendication 6, caractérisé en ce que le premier ressort hélicoïdal (50) possède une raideur élastique inférieure à celle du second ressort hélicoïdal (51) et que lors du déplacement de la soupape de levage (1) venant dans la position fermée, le premier ressort hélicoïdal (50) est  
30 bandé à l'aide du moyen hydraulique ( $52,53,L_H,V_H$ ) et que lorsque la soupape de levage (1) est fermée, le second ressort hélicoïdal (51) est bandé au moyen d'un accroissement supplémentaire de pression dans le moyen hydraulique ( $52,53,L_H,V_H$ ).

35 8. Dispositif de commande hydraulique de soupape

selon la revendication 1, caractérisé en ce que la perte d'énergie, qui apparaît pendant un cycle de déplacement, peut être compensée au moyen d'une variation cyclique de la force de précontrainte du second moyen formant ressort (16).

9. Dispositif de commande hydraulique de soupape selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, dans le cas où le piston plongeur (9) est inséré dans la chambre de pression (28), la soupape de levage fermée (1) peut être maintenue dans sa position fermée au moyen d'une charge en pression du liquide de travail dans la chambre de travail (11), à l'encontre de la pression du second moyen formant ressort (16) et à l'encontre de la pression régnant dans la chambre de pression (28) ainsi qu'à l'encontre de forces agissant éventuellement dans la direction d'ouverture au niveau du plateau de soupape (6).

10. Dispositif de commande hydraulique de soupape selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsque le liquide de travail est détendu en pression dans la chambre de travail (11) et lorsque le second moyen formant ressort (16) est détendu, le premier moyen formant ressort (14) maintient la soupape de levage (1) dans une position fermée.

Fig. 1

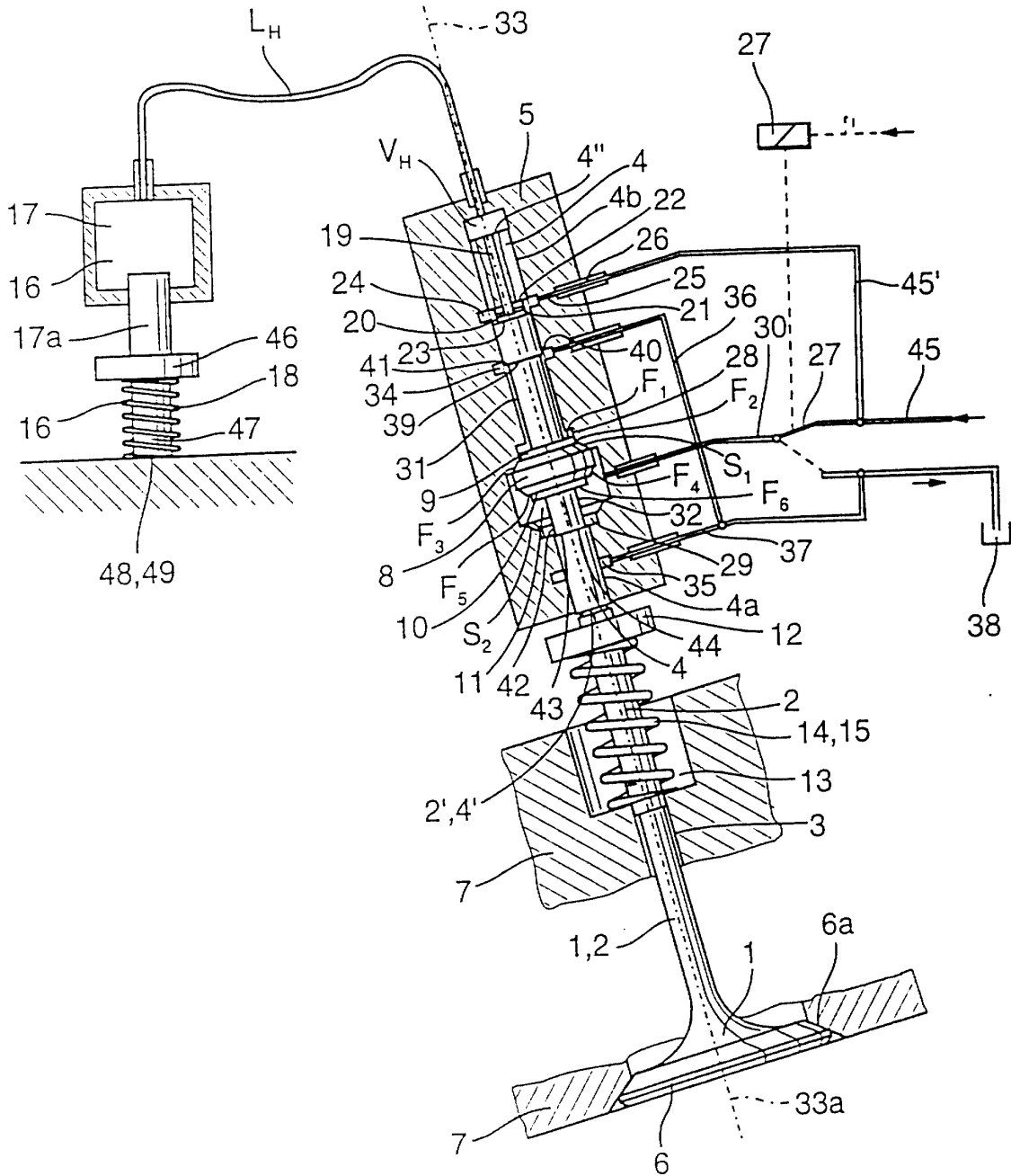
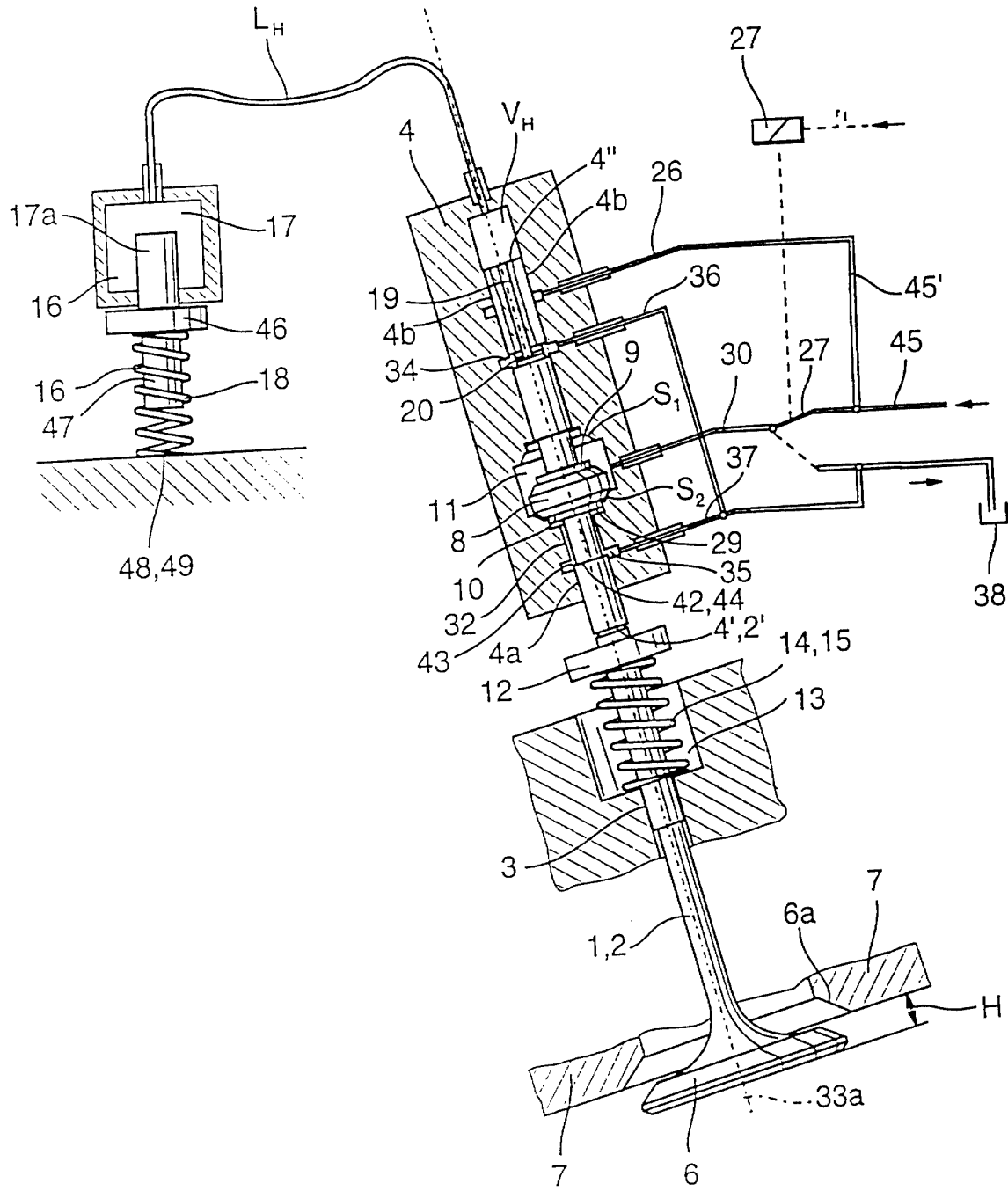
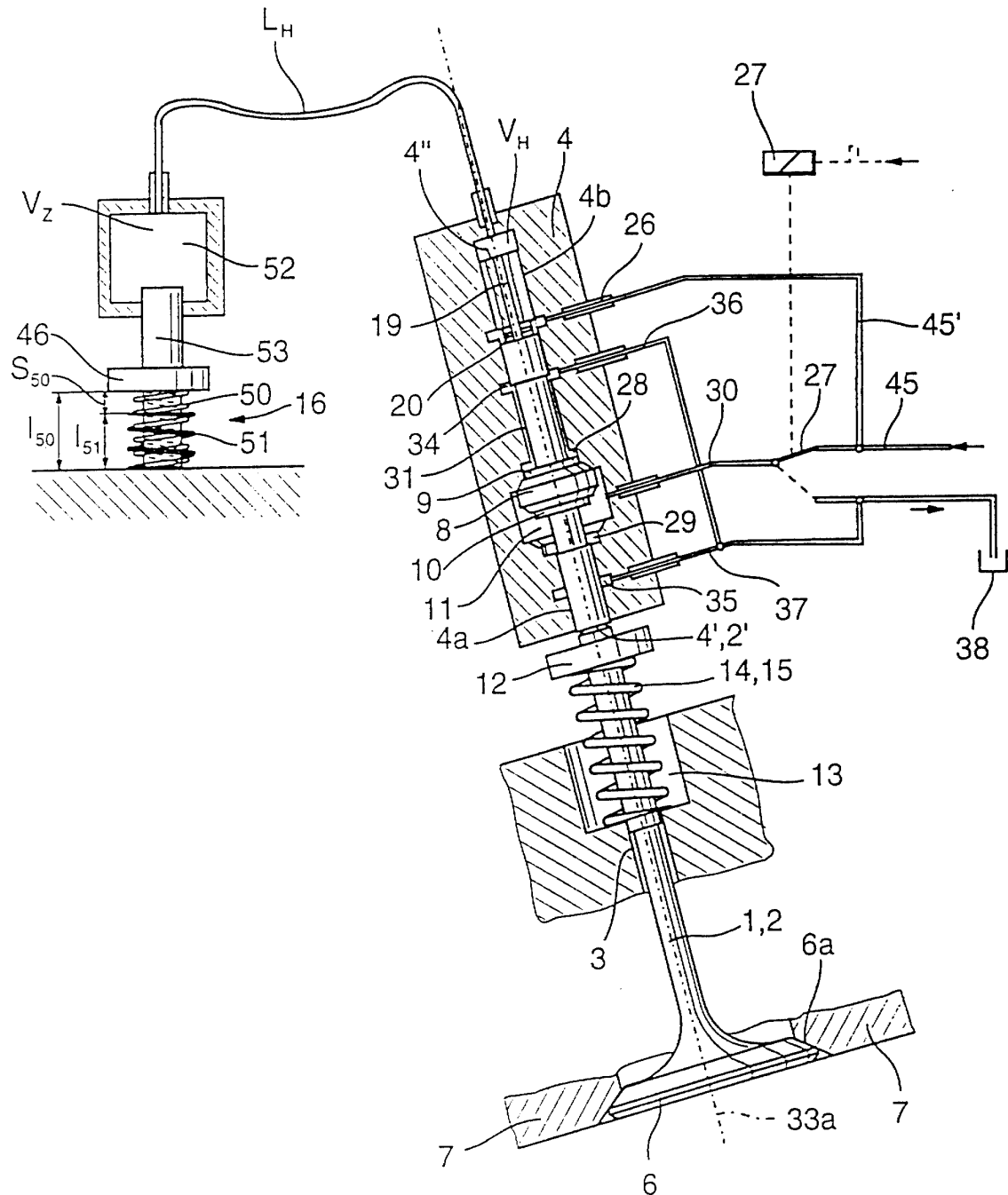


Fig. 2



3/4

Fig. 3



4/4

Fig. 4

