(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 552 492**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 15128**

(51) Int Cl⁴ : F 01 L 9/00; F 02 D 23/02.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 23 septembre 1983.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 29 mars 1985.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *SOCIETE ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MECANIQUES DE MULHOUSE, société anonyme.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jacques Delesalle.

(73) Titulaire(s) :

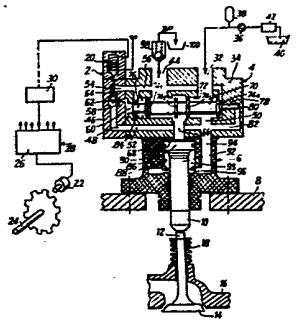
(74) Mandataire(s) : SA Fedit-Loriot.

(54) Bloc électro-hydraulique de commande des soupapes pour moteur à combustion interne.

(57) L'invention concerne l'industrie des moteurs à combustion interne.

Le bloc de commande comprend : une électro-valve 2 excitée par les signaux d'un dispositif de contrôle électronique 22, 24, 26, 30; un distributeur hydraulique 4 dont le tiroir 70 est piloté par l'électro-valve 2; un vérin hydraulique de puissance 6 dont la tige 92 commande en poussée l'ouverture de la soupape 14 lorsque le tiroir 70 vient en position d'alimentation.

Application à la commande des soupapes sur les moteurs Diesel.



FR 2 552 492 - A1

Bloc électro-hydraulique de commande des soupapes pour moteur à combustion interne.

La présente invention concerne les moteurs à combustion interne, notamment les moteurs Diésel, et elle vise un bloc électro-hydraulique de commande des soupapes pour des moteurs de ce genre pourvus d'un système de contrôle électronique.

On a déjà proposé, par exemple dans le brevet français 2.339.748 déposé le 26 janvier 1977, de remplacer le contrôle mécanique classique, généralement obtenu au moyen de cames, de certaines fonctions des moteurs (commande des injecteurs, commande des soupapes, contrôle de la régulation) par un système de contrôle électronique comportant un ou plusieurs calculateurs dans lesquels sont introduits divers paramètres de fonctionnement du moteur et qui fournissent des signaux électriques de commande des organes intéressés du moteur.

De tels systèmes de contrôle électronique des moteurs ont surtout été appliqués jusqu'à présent au contrôle électronique de l'injection de combustible, mais il ne semble pas que le contrôle électronique de la levée des soupapes ait été couramment utilisé, par suite des difficultés pratiques de réalisation de telles commandes.

Avec le système classique de commande des

soupapes par cames, la loi d'ouverture des soupapes est figée mécaniquement par le profil et le calage des cames qui procurent des conditions optimales de fonctionnement seulement pour un point de fonctionnement bien déterminé.

Or, les moteurs modernes, notamment les moteurs suralimentés, doivent avoir une très large plage d'utilisation (en vitesse et couple) et sont donc soumis à de très grandes variations des débits d'air et de combustible. Il en résulte qu'il est difficile d'obtenir un fonctionnement correct du moteur à certains régimes, à cause de la loi d'ouverture des soupapes fixée une fois pour toutes par les cames. On a proposé des systèmes mécaniques permettant de faire varier le point d'attaque des cames sur les poussoirs de soupapes, mais ces systèmes étaient compliqués et ne présentaient pas une fiabilité suffisante.

La présente invention a pour but d'améliorer le fonctionnement des moteurs à combustion interne grâce à la commande et à l'asservissement de la loi d'ouverture des soupapes au moyen d'un bloc électro-hydraulique de commande piloté par un système de contrôle électronique, ledit bloc de commande ayant un fonctionnement sûr et un faible encombrement qui permet le logement de deux blocs (un pour l'admission et un pour l'échappement) dans une culasse du moteur existant.

L'invention a pour objet un bloc électro-hydraulique de commande de soupapes pour moteur à combustion interne pourvu d'un système de contrôle électronique fournissant un signal électrique d'ouverture de la soupape, caractérisé : en ce qu'il comprend une électro-valve à trois voies, alimentation/purge, recevant ledit signal électrique ; un distributeur hydraulique à trois voies, alimentation/purge, dont

l'organe de commutation est actionné par un vérin pilote hydraulique raccordé à ladite électro-valve, ledit distributeur comportant un premier orifice relié à une source haute pression, un deuxième orifice relié à une enceinte basse pression et un troisième orifice d'utilisation ; un vérin hydraulique de puissance dont la chambre de travail est reliée au troisième orifice du distributeur ; des moyens de rappel du piston dudit vérin en position de repos ; des moyens de liaison en poussée de la tige dudit vérin avec la tige de la soupape à commander ; et en ce que les trois organes : électro-valve, distributeur hydraulique et vérin de puissance sont accolés en un seul bloc monté sur un organe du moteur solidaire de la culasse du moteur.

Suivant une forme préférée de réalisation de l'invention, l'organe de commutation du distributeur hydraulique est constitué par un tiroir coulissant dans un corps de distributeur, ledit tiroir étant équilibré hydrauliquement. L'une des extrémités dudit tiroir est soumise en permanence à la haute pression, tandis que l'autre extrémité, qui constitue le piston du vérin pilote, est soumise sélectivement, par l'intermédiaire de l'électro-valve, à la haute pression en position de repos, ou bien, en position d'alimentation du vérin de puissance, à la basse pression établie par l'intermédiaire de l'électro-valve lorsque celle-ci est excitée par le signal électrique produit par le système de contrôle électrique du moteur.

De préférence les moyens de rappel du vérin de puissance en position de repos (correspondant à la fermeture de la soupape) sont des moyens hydrauliques, le vérin de puissance étant un vérin différentiel dont la deuxième chambre, opposée à la chambre de travail, est soumise en permanence à la haute pression.

On prévoit avantageusement, dans le circuit hydraulique haute pression d'alimentation du bloc un accumulateur hydraulique de pression et, sur chaque bloc, un clapet de retenue taré maintenant dans le bloc une pression résiduelle de purge (basse pression) supérieure à la pression atmosphérique.

On prévoit également, sur le vérin de puissance, un système d'amortissement, par laminage d'huile, pour les fins de course d'ouverture et de fermeture de la soupape. Enfin il est avantageux, dans un bloc de commande électro-hydraulique suivant l'invention d'utiliser, comme fluide hydraulique, l'huile du moteur, convenablement filtrée, ce qui évite tout circuit hydraulique supplémentaire spécial.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre et à l'examen des dessins annexés qui représentent, à titre d'exemples non limitatifs, plusieurs modes de réalisation de l'invention.

La figure 1 est une vue en coupe du bloc de commande suivant l'invention.

La figure 2 est une vue partielle agrandie de la partie centrale du bloc de la figure 1.

La figure 3 est une vue schématique d'un bloc de commande unique commandant deux soupapes.

Le bloc de commande comprend trois parties accolées et assemblées les unes aux autres : une électro-valve 2, un distributeur hydraulique 4 et un vérin hydraulique de puissance 6, ce bloc étant monté sur le capot de culasse 8 du moteur. Le poussoir 10 du vérin hydraulique agit en poussée sur la tige 12 d'une soupape 14 qu'on a représentée schématiquement montée dans la culasse 16 du moteur et rappelée en position fermée par un ressort de soupape 18.

Le solénoïde 20 de l'électro-valve 2 reçoit

ses signaux électriques d'excitation à partir d'un système de contrôle électronique, qui ne fait pas partie de l'invention, et qu'on a représenté schématiquement par un capteur 22 de la vitesse et de la position de l'arbre 24 du moteur et par une unité de traitement 26 qui reçoit les informations fournies par le capteur 22 ainsi que d'autres informations 28 relatives à d'autres paramètres de fonctionnement du moteur. L'unité de traitement 26 élabore et conditionne les signaux de commande d'ouverture des différentes soupapes, avec leur instant, leur durée et leur forme optimaux, chaque signal étant transmis à l'électro-valve concernée par l'intermédiaire d'une interface de puissance 30, transformant le signal reçu de l'unité de traitement 26 en un courant de puissance compatible avec le solénoïde 20 de l'électro-valve 2.

Le bloc de commande comporte un orifice 32 d'alimentation en huile haute pression, de préférence ménagé dans le corps 34 du distributeur 4. Cet orifice est raccordé à une source haute pression (par exemple de l'ordre de 150 à 250 bars) comportant une pompe 36, un accumulateur hydraulique 38 et un réservoir 40. Dans le cas préféré où on utilise, comme fluide hydraulique pour le bloc de commande, l'huile du moteur, on interpose un filtre 42 donnant par exemple une filtration à 3 microns.

Le bloc de commande comporte également un orifice 44 d'évacuation d'huile basse pression qui est de préférence, lui aussi, ménagé dans le corps 34 du distributeur.

L'électro-valve 2 est une valve à trois voies, alimentation/purge, dont le corps 46 est accolé au corps du distributeur 34. Le corps 46 comporte : une entrée haute pression 48 qui est raccordée en permanence à l'orifice haute pression 32 par des perçages

50-52 percés dans le corps 34 du distributeur ; une sortie basse pression 54 qui est raccordée en permanence à l'orifice basse pression 44 par un perçage 56 percé dans le corps 34 ; et un orifice d'utilisation 58 qui est en communication avec une chambre 60 du distributeur. L'organe obturateur de l'électro-valve 2 est constitué par un clapet, tel qu'une bille 62, sur laquelle agit en poussée la tige 64 du solénoïde 20 lorsque celui-ci est excité. Dans la position de repos (non excitée) représentée sur la figure, la chambre 60 est sous pression. Dans la position de travail (excitée), la bille 62 découvre la canalisation de purge 54 et obture la canalisation haute pression 48, ce qui met la chambre 60 à la basse pression.

L'électro-valve 2 joue le rôle d'une servovalve à faible débit commandant le distributeur 4 qui, lui, est une valve de puissance à grand débit commandant le vérin de puissance 6.

Le distributeur 4 est également une valve à trois voies qui comporte, en plus des deux orifices haute pression et basse pression 32, 44 déjà mentionnés, un troisième orifice 66, orifice d'utilisation, qui est raccordé à la chambre de travail 68 du vérin de puissance.

L'organe de commutation du distributeur 4 est constitué par un tiroir 70 qui coulisse dans un alésage 72 percé dans le corps 34 du distributeur. Le tiroir 70 présente quatre épanouissements 74_1, 74_2, 74_3, 74_4 coulissant de façon étanche dans l'alésage 72 et délimitant les voies de commutation du distributeur.

L'actionnement du tiroir 70 est commandé hydrauliquement par un vérin pilote dont le piston 76 est constitué par l'une des extrémités (l'extrémité gauche sur la figure 1) du tiroir qui pénètre dans la

chambre 60. L'autre extrémité 78 du tiroir 70 constitue également un piston, de plus faible section que le piston 76, qui débouche dans une chambre 80 qui est ménagée dans le corps de distributeur 34 et qui est soumise en permanence à la haute pression par communication avec une canalisation 82 communiquant elle-même avec les perçages 50-32. En position de repos du distributeur, représentée sur la figure 1 (solénoïde 20 non excité), les deux extrémités 76-80 du tiroir sont soumises à la haute pression, mais, par suite des différences de section des pistons 76, 78, le tiroir est maintenu vers la droite, position dans laquelle les épanouissements 74_2, 74_3 mettent en communication l'orifice d'utilisation 66 avec la sortie à basse pression 44 (position de purge). Un léger ressort 84 fixe cette position du tiroir, même en l'absence de pression dans le circuit de fluide haute pression 36, 38.

Le vérin de puissance 6 comprend un corps de vérin 86 dans lequel est creusé un cylindre de vérin 88 recevant le piston 90 du vérin, qui est relié au poussoir 10 par une tige de vérin 92.

Des moyens de rappel sont prévus pour ramener le piston 90 dans la position de repos représentée sur la figure 1. Ces moyens de rappel peuvent être constitués par un ressort, mais on utilise de préférence un moyen de rappel hydraulique.

La chambre 93, située à l'opposé de la chambre de travail 60 par rapport au piston est soumise en permanence à la haute pression par une canalisation 94-96 qui est percée dans le corps de vérin 86 et qui communique avec la canalisation haute pression 50-32 du corps de distributeur.

Le vérin 6 fonctionne donc comme un vérin différentiel à double effet et c'est la différence

de section entre le piston 90 et la tige 92 qui produit le déplacement du piston vers sa position de travail.

Il est également prévu des organes d'amortissement de fin de course, pour le piston du vérin, qui seront décrits plus loin à propos de la figure 2.

Le fonctionnement du bloc de commande est le suivant : partant de la position de repos représentée sur la figure 1, avec l'alimentation haute pression en service, lorsque le système électronique de contrôle 22, 24, 26, 30 émet un ordre d'ouverture de la soupape, le doigt 64 du solénoïde 20 pousse la bille 62 qui vient obturer l'arrivée haute pression 48 et met en communication la canalisation 58 avec les canalisations basse pression 54, 44.

La chambre 60 du vérin pilote 76 du distributeur est ainsi mise à la basse pression et le tiroir 70 est déséquilibré, c'est-à-dire qu'il est repoussé vers la gauche par la haute pression s'exerçant en permanence sur son extrémité 78. Dans cette position "travail" du tiroir, les épanouissements 74_2, 74_3 du tiroir 70 mettent en communication l'orifice d'utilisation 66 du distributeur avec l'entrée haute pression 32 et isolent cet orifice 66 de la sortie basse pression 44. L'huile haute pression est ainsi introduite dans la chambre de travail 68 du vérin de puissance. L'huile haute pression étant de part et d'autre du piston 90, dans les chambres 68 et 93, c'est la différence de section qui crée le déplacement de l'ensemble 90, 92, 10 et la force à communiquer à la soupape 14 pour l'ouvrir, à l'encontre de la force du ressort de soupape 18.

Lorsque l'ordre de fermeture de la soupape est donné, le signal électrique cesse et le solénoïde 20 n'est plus excité. Sous l'action de la pression

haute pression, la bille 62 vient obturer le retour 54, 44 à la basse pression et admet à nouveau cette haute pression dans la chambre 60 du distributeur. Le tiroir 70 est à nouveau déséquilibré et se déplace vers la droite jusqu'à la position de la figure 1 pour laquelle la chambre de travail 68 du vérin de puissance est mise en communication avec la basse pression. La chambre 93 étant toujours sous pression, le piston 90 remonte et retrouve sa position de repos dans laquelle la soupape est fermée.

La fréquence d'ouverture des soupapes étant relativement élevée (par exemple 20 à 30 Hz), l'une des difficultés, pour le bon fonctionnement d'un bloc de commande suivant l'invention, consiste dans le maintien de l'intégrité des lignes hydrauliques et de leur bon remplissage, sans émulsion d'huile ni cavitation. La présence de l'accumulateur 38 dans le circuit d'alimentation haute pression favorise la maîtrise des lignes hydrauliques, mais il est également avantageux de prévoir le maintien d'une pression résiduelle dans le circuit basse pression. Pour cela, on monte un clapet de retenue taré 98 (par exemple taré pour 3 à 10 bars) sur l'orifice de sortie basse pression 44, ce clapet étant de préférence incorporé au corps de distributeur 34.

Au-delà du clapet de retenue 98, l'huile de purge du vérin pilote 76, 60 et du vérin de puissance retourne à une bâche 100 à la pression atmosphérique qui peut être avantageusement constituée, lorsqu'on utilise l'huile du moteur elle-même dans le circuit hydraulique du bloc de commande, par la culasse, de façon à graisser les ensembles mécaniques de liaison (rotules, culbuteurs, etc.) entre le poussoir 10 et les soupapes. Dans ce cas, il est préférable de prévoir la sortie d'huile basse pression 44 à la partie

inférieure du bloc de commande et débouchant directement à l'intérieur du capot de culasse 8, ce qui évite de faire traverser le capot de culasse par des canalisations d'huile.

Il faut noter également que les trois organes principaux du bloc étant accolés les uns aux autres, comme représenté sur la figure 1, ou ayant des corps communs, il n'existe aucune canalisation de liaison longue susceptible d'apporter des retards de réponse à l'ouverture ou à la fermeture des soupapes.

Le bloc de commande suivant l'invention permet d'obtenir des vitesses d'ouverture et de fermeture des soupapes qui seraient irréalisables mécaniquement, le système mécanique étant limité par les accélérations liées aux profils des cames.

Les vitesses de déplacement du piston 90 du vérin de puissance étant très élevées, on prévoit des systèmes d'amortissement hydraulique des fins de course du vérin, par laminage d'huile, dont un mode de réalisation est représenté sur la figure 2.

Cette figure est une vue partielle en coupe de la partie centrale de la figure 1. Le piston 90 du vérin de puissance 6 comporte, à sa partie supérieure, une collerette en saillie 102 qui pénètre, avec un jeu réduit, dans un alésage 104 délimitant la chambre de travail 68 du vérin de puissance, à la fin de course supérieure du piston 90. Une ou plusieurs fentes 106 sont ménagées dans la collerette 102 pour produire un laminage de l'huile refoulée par le piston 90 lorsque celui-ci remonte jusqu'à sa position de fin de course de repos.

En-dessous du piston 90, sur la tige 92, on prévoit une portion conique 108 qui, en fin de course basse du piston 90, pénètre dans une bague d'amortissement 110. L'alésage intérieur 112 de cette bague

détermine, avec la portion conique 108, une fente annulaire à section variable pour le laminage de l'huile en fin de course basse du piston. Il est à noter que, dans cette bague 110 sont percés les passages 96 (voir figure 1) d'alimentation en huile haute pression de la chambre inférieure 93 du vérin de puissance 6.

Grâce à ces systèmes amortisseurs, il est possible d'appliquer une grande vitesse d'ouverture et de fermeture aux soupapes, sans choc des organes en fin de course. Ceci permet, en plus, d'effectuer des réouvertures intermédiaires brèves des soupapes d'échappement à certains régimes pour diminuer la charge thermique des soupapes ou réchauffer l'air admis.

On a représenté sur la figure 1 la commande d'une seule soupape au moyen du bloc de commande suivant l'invention. Mais il est également possible, comme il est représenté schématiquement sur la figure 3, de commander deux soupapes d'admission 14, 14' (ou d'échappement) au moyen d'un seul bloc dont le poussoir 10 du vérin de puissance 6 agit en poussée sur un palonnier 112 dont les extrémités prennent appui sur les tiges 12, 12' des soupapes 14, 14'. Bien entendu, on prévoit des liaisons mécaniques par rotules, analogues à celles des culbuteurs ou tiges de culbuteurs, pour éviter les effets parasites dus aux défauts d'alignement.

Il est à noter que le bloc de commande suivant l'invention procure une grande sécurité car, en cas d'anomalie de fonctionnement (manque de pression hydraulique, manque de signal électrique sur l'électro-valve), le bloc revient toujours dans la position de repos représentée sur la figure 1, avec la ou les soupapes correspondantes en position de fermeture, ce

qui évite tout risque de choc soupape/piston vers le point mort haut.

Comme il a été indiqué, le bloc de commande est très compact ce qui autorise le logement de deux ensembles (admission et échappement) dans une culasse de moteur existant. Au surplus, l'ensemble constitué par l'électro-valve 2 et le distributeur 4 peut être standard quel que soit le type de moteur, ce qui réduit les prix de revient. Le vérin de puissance 6 peut comporter aussi une majorité de constituants standards, le vérin étant simplement adapté aux efforts exigés par tel ou tel type de moteur par modification de sa section différentielle, ce qui permet l'adaptation sur tout moteur existant.

L'invention permet d'obtenir des durées et des instants d'ouverture des soupapes variables suivant la loi de levée des soupapes la plus favorable en fonction des divers paramètres de fonctionnement du moteur (vitesse, puissance, etc.), ce qui était impossible avec les soupapes commandées par came. On peut même obtenir, avec un programme convenable, la marche sur un nombre réduit de cylindres à faible charge (sans pertes par transvasement) et, également, une réversibilité du moteur simple et immédiate.

REVENDICATIONS

1. Bloc électro-hydraulique de commande des soupapes pour moteur à combustion interne pourvu d'un système de contrôle électronique fournissant un signal électrique d'ouverture de la soupape, caractérisé : en ce qu'il comprend une électro-valve (2) à trois voies, alimentation/purge, recevant ledit signal électrique ; un distributeur hydraulique (4) à trois voies, alimentation/purge, dont l'organe de commutation (70) est actionné par un vérin pilote hydraulique (60, 76) raccordé à ladite électro-valve ; ledit distributeur comportant un premier orifice (32) relié à une source haute pression (36, 38), un deuxième orifice (44) relié à une enceinte basse pression (100) et un troisième orifice d'utilisation (66) ; un vérin hydraulique de puissance (6) dont la chambre de travail (68) est reliée au troisième orifice (66) du distributeur ; des moyens de rappel (93) du piston (90) dudit vérin en position de repos ; des moyens de liaison en poussée (10) de la tige (92) dudit vérin avec la tige (12) de la soupape (14) à commander ; et en ce que les trois organes : électro-valve (2), distributeur hydraulique (4) et vérin de puissance (6) sont accolés en un seul bloc monté sur un organe (8) du moteur solidaire de la culasse (16) du moteur.

2. Bloc suivant la revendication 1, caracté-

risé en ce que l'organe de commutation du distributeur hydraulique est constitué par un tiroir (70) dont une première extrémité (78) est toujours soumise à la haute pression et dont la deuxième extrémité (76) constituant le piston du vérin hydraulique pilote précité est soumise sélectivement, par l'électro-valve précitée, à la haute pression lorsque ladite électrovalve n'est pas excitée par le signal électrique précité et à la basse pression lorsqu'elle est excitée par ledit signal électrique.

3. Bloc suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le tiroir (70) du distributeur (4) est rappelé vers la position "purge" par un ressort de rappel (84).

4. Bloc suivant l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le vérin de puissance (6) est un vérin différentiel dont la chambre (93), opposée à la chambre de travail (68), est raccordée en permanence par des canalisations (96, 94, 32) au circuit d'alimentation haute pression (38, 36).

5. Bloc suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le circuit d'alimentation haute pression comporte une pompe (36) et un accumulateur hydraulique (38).

6. Bloc suivant la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit d'alimentation haute pression (36, 38) utilise l'huile de graissage du carter (40) du moteur et en ce qu'un filtre à huile (42) est interposé dans le circuit (40, 36, 38) d'alimentation haute pression.

7. Bloc suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'un clapet de retenue taré (98) est monté sur le deuxième orifice (44) du distributeur (4) pour maintenir une pression résiduelle dans les circuits de purge (44, 56) du bloc.

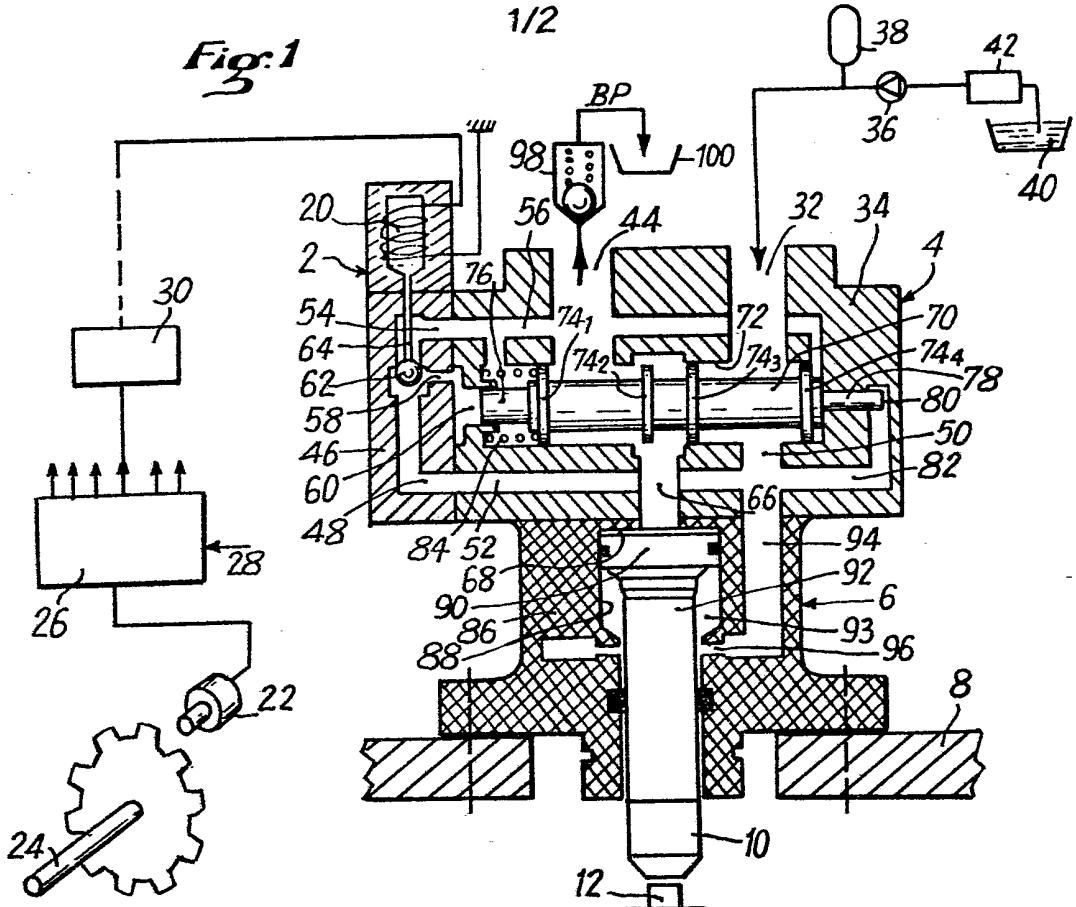
8. Bloc suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le piston (90) du vérin différentiel porte des organes (102, 108) d'amortissement des fins de course du piston coopérant avec des organes fixes (104, 110) prévus dans le corps (94) du vérin (6).

9. Bloc suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est monté sur le capot de culasse (8) recouvrant la culasse (16).

10. Bloc suivant la revendication 6, caractérisé en ce que l'orifice (44) de retour d'huile de purge est raccordé pour ramener l'huile de purge sur la culasse.

11. Bloc suivant l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le doigt de poussée (10) de la tige (92) du vérin de puissance agit en poussée sur un palonnier (112) qui commande l'ouverture de deux soupapes (14, 14').

Fig:1


38
42
BP
36
40
98
100
20
56
44
32
34
4
2
76
30
54
74₁
72
70
64
74₂
74₃
74₄
78
62
80
58
50
46
82
60
66
48
84
52
94
68
92
90
6
86
93
88
96
8
22
28
26
24
10
12
18
16
14

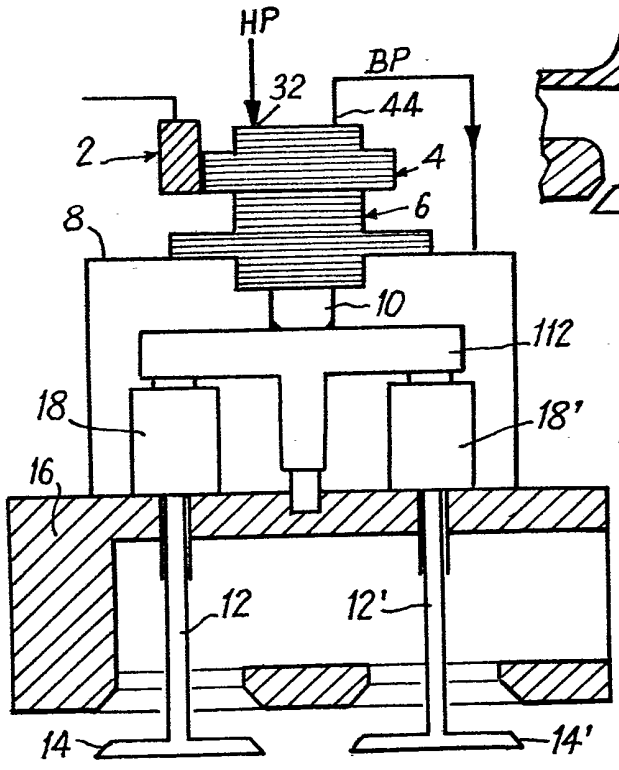
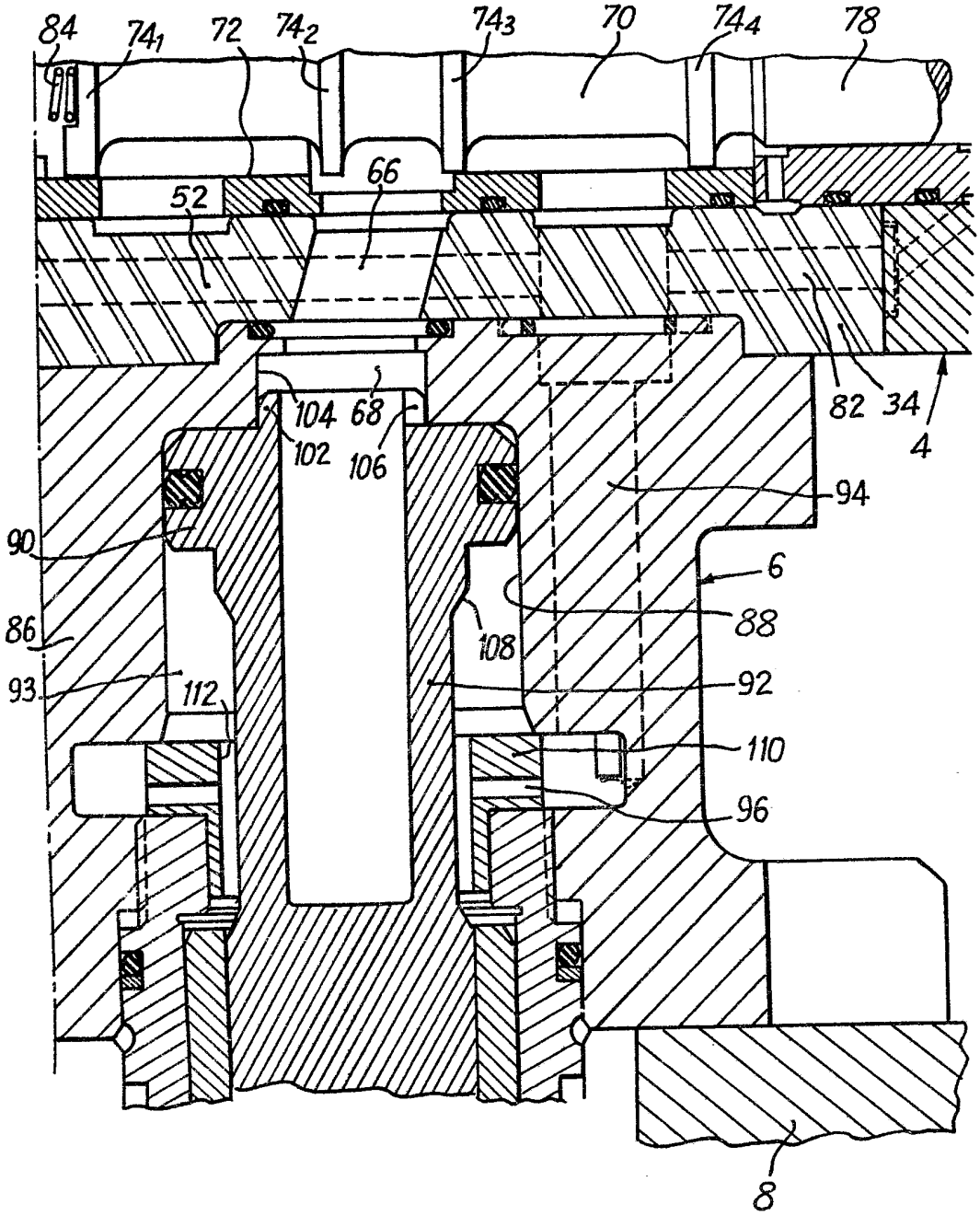

HP
BP
32
44
2
4
6
8
10
112
18
18'
16
12
12'
14
14'

Fig:3

Fig: 2


84
74₁
72
74₂
74₃
70
74₄
78
66
52
82
34
4
104
68
102
106
94
90
6
88
86
108
93
112
92
110
96
8