

(72) RABHI, VIANNEY, FR

(71) RABHI, VIANNEY, FR

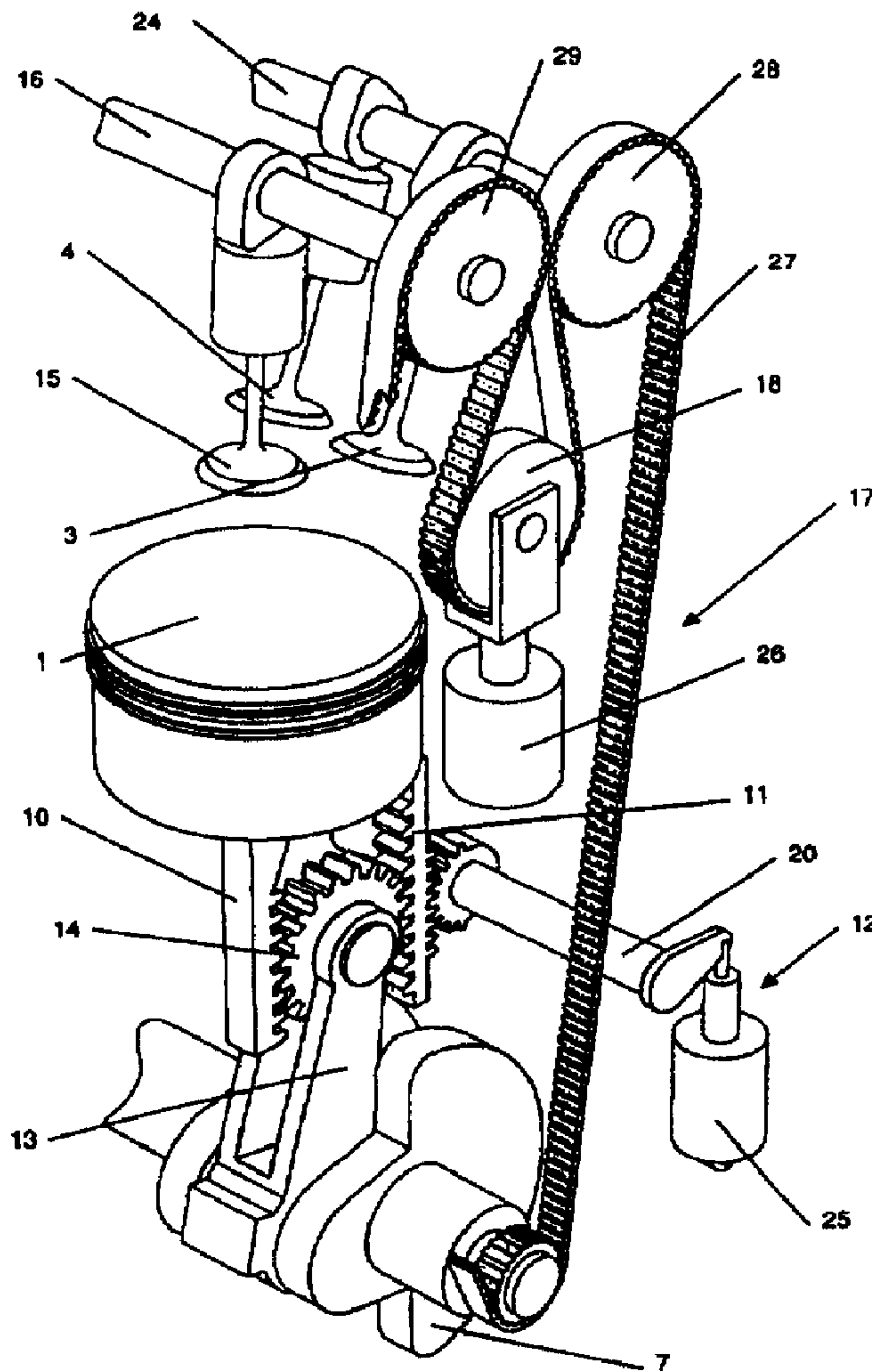
(51) Int.Cl.<sup>7</sup> F02B 75/04, F01L 1/348

(30) 1997/05/09 (97/05943) FR

(30) 1998/04/07 (98/04601) FR

(54) **DISPOSITIF PERMETTANT DE FAIRE VARIER LA  
CYLINDREE ET/OU LE RAPPORT VOLUMETRIQUE  
EFFECTIFS D'UN MOTEUR A PISTONS PENDANT SON  
FONCTIONNEMENT**

(54) **DEVICE FOR VARYING A PISTON ENGINE EFFECTIVE  
VOLUMETRIC DISPLACEMENT AND/OR VOLUMETRIC  
RATIO OF DURING ITS OPERATION**





(57) L'invention concerne un dispositif servant à améliorer le rendement global des moteurs à combustion interne à pistons utilisés à charge et régime variables par adaptation en marche de leur cylindrée et/ou de leur rapport volumétrique. La modification de la cylindrée effective du moteur s'opère par refoulement dans la tubulure d'admission des gaz frais admis en excès dans le cylindre et par contrôle de la longueur de course utilisée pour compresser les gaz par le biais d'une soupape d'admission additionnelle (15) à retard fermeture variable. L'ajustement du rapport volumétrique effectif du moteur s'opère en modifiant la position d'origine de la course du piston (1) par rapport au cylindre par le biais d'un engrenage (14) monté libre à l'extrémité supérieure de la bielle (13), d'une crémaillère (10) solidaire du piston (1) et d'une crémaillère de commande (11) dont la position est contrôlée par un dispositif de contrôle (12). Le dispositif selon l'invention est particulièrement destiné aux moteurs d'automobiles.

(57) The invention concerns a device for improving the global performance of internal combustion piston engines with variable charge and range by adapting while running their volumetric displacement and/or their volumetric ratio. The modification of the engine effective volumetric displacement is operated by delivering into the induction pipe fresh gases supplied in excess in the cylinder and by controlling the length of the stroke used to compress the gases by means of a supplementary induction valve (15) with variable closing retard. The adjustment of the engine effective volumetric ratio is operated by modifying the initial position of the piston (1) stroke relative to the cylinder by means of a valve gear (14) mounted free at the connecting rod (13) end, of a rack (10) integral with the piston (1) and of a control rack (11) the position of which is controlled by a control device (12) The invention is particularly applicable to motor vehicle engines.



## **DISPOSITIF PERMETTANT DE FAIRE VARIER LA CYLINDREE ET/OU LE RAPPORT VOLUMETRIQUE EFFECTIFS D'UN MOTEUR A PISTONS PENDANT SON FONCTIONNEMENT**

5

10 La présente invention a pour objet un dispositif permettant de faire varier la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons pendant son fonctionnement.

15 La cylindrée d'un moteur désigne usuellement les caractéristiques géométriques dudit moteur défini par la course et l'alésage. Nous retiendrons ici la notion de cylindrée effective représentée par le volume de gaz à précision atmosphérique effectivement retenue par le moteur pour réaliser chaque cycle.

20 Le rapport volumétrique est également, selon le langage usuel, une relation géométrique existant entre le volume de chambre et le volume défini par la course que multiplie l'alésage. Nous retiendrons ici le rapport volumétrique effectif déterminé par le taux de compression effectif des gaz frais.

25 Le rendement maximum des moteurs à combustion interne à pistons est en général enregistré à pleine charge, c'est à dire papillon des gaz à pleine ouverture, au régime ou plage de régime où la pression moyenne effective du cycle moteur est à sa valeur maximum.

30 A ces conditions de fonctionnement correspondent, pour chaque moteur, une puissance et un régime définis. Ceci revient à dire que dès lors que le travail demandé à un moteur ne correspond pas à ces conditions de puissance et de régime, son rendement décroît.

35 La principale caractéristique des moteurs qui définit leur puissance et régime de rendement maximum, est leur cylindrée.

40 En utilisation courante, notamment dans le domaine de l'automobile, les conditions de fonctionnement des moteurs génératrices d'un rendement optimal sont rarement réunies. En effet, la cylindrée des moteurs est constante et la puissance qui leur est demandée par le conducteur varie de façon considérable.

45 En pratique générale, plus les conditions de travail imposées au moteur par le conducteur sont éloignées de ses conditions de rendement maximal, plus son rendement est bas.

En utilisation à faible puissance, par exemple lors de déplacements urbains, à travail égal, les moteurs de grosse cylindrée consomment plus d'énergie que les moteurs de petite cylindrée, du fait d'un éloignement plus important de leurs

conditions de fonctionnement génératrices d'un rendement maximal. Les inconvénients des moteurs de grosse cylindrée peuvent devenir un avantage lors de conditions d'utilisation nécessitant une forte puissance, par exemple sur autoroute à vitesse élevée.

5

Dans tous les cas, le réglage de la puissance des moteurs s'opère principalement par action sur leur régime par l'intermédiaire d'une boîte de vitesses, et sur leur charge par le biais du papillon des gaz qui contrôle la pression d'admission par laminage et modifie le taux de remplissage du(des) cylindre(s) et la pression moyenne effective du cycle moteur.

10

Une autre caractéristique des moteurs détermine leur rendement général : c'est leur rapport volumétrique. Celui-ci est défini par la relation existant entre le volume du cylindre et le volume de la chambre d'explosion. Ce rapport est fixe, il est calculé en tenant compte des conditions de charge maximales du moteur et du carburant utilisé, or, à charge partielle ou lorsque le cylindre est insuffisamment rempli à hauts régimes, ce rapport pourrait être sensiblement augmenté afin d'accroître le rendement du moteur.

15

Si l'avantage d'adapter la cylindrée des moteurs au travail qui leur est demandé est évident, il n'existe aujourd'hui pratiquement aucun dispositif performant permettant aux moteurs, et en particulier aux moteurs d'automobiles, d'obtenir ce résultat.

20

Des dispositifs ont toutefois été expérimentés qui prévoient notamment de débrayer ou de rendre passifs un certain nombre de cylindres sur des moteurs multi-cylindres.

25

Aucun de ces dispositifs, en raison de leur lourdeur de mise en œuvre et de leur efficacité relative, n'a pu être considéré comme digne d'être reproduit en grand nombre.

30

S'il est avantageux, pour conserver un rendement optimal, d'adapter le rapport volumétrique des moteurs aux conditions de remplissage de leur(s) cylindre(s), notamment à hauts régimes, aucun dispositif n'apporte aujourd'hui de solution pertinente qui permette d'obtenir un tel résultat.

35

C'est pour améliorer de façon significative le rendement global des moteurs à combustion interne à pistons, tenant compte de leur contexte d'utilisation variable, que le dispositif selon l'invention prévoit que tout moteur qui en est doté présente des particularités qui le distinguent d'un moteur tel que défini selon les règles de l'art antérieur.

40

Ainsi le dispositif suivant l'invention présente selon un mode particulier de réalisation les avantages suivants :

45

- Afin de rester à l'optimum de son rendement, le moteur adapte automatiquement sa cylindrée au travail qui lui est demandé, tenant compte des conditions de régime qui lui sont imposées.

- Associé à un dispositif de suralimentation le moteur peut être de plus petites dimensions qu'un moteur conventionnel en conservant une puissance élevée et ceci sans pénaliser le rendement à charge partielle.
- 5
- Lors de mauvaises conditions de remplissage de son(ses) cylindre(s), notamment à régime élevé, le moteur adapte son rapport volumétrique auxdites conditions de remplissage afin d'optimiser son rendement soit, il optimise son taux de compression effectif en fonction du régime.
- 10
- La puissance maximale du moteur est accrue notamment par amélioration du remplissage de son(ses) cylindre(s) à régime élevé.
  - Le rendement du moteur est accru de façon importante sur l'essentiel de sa plage de puissance.
- 15
- Le rendement maximal du moteur peut être obtenu sur une plage de régime élargie.
- 20
- Les pertes en pompage sont réduites sur l'essentiel de la plage de puissance du moteur.
  - Le régime de ralenti peut être abaissé grâce à la réduction des gaz brûlés résiduels.
- 25
- Le moteur peut fonctionner à rendement dégradé permettant un réchauffement rapide du catalyseur utilisé à l'échappement pour traiter les polluants.
- 30
- Les frottements pistons/cylindres sont réduits grâce au mode de guidage longitudinal du piston.
  - Le régime à une moindre incidence sur le frottement.
- 35
- Les pièces mécaniques sont particulièrement ramassées et leur vitesse à l'exception du piston est réduite.
  - L'ovalisation du(des) cylindre(s) par usure est réduite grâce à l'absence de poussée latérale sur le piston dû à l'obliquité de la bielle.
- 40
- En outre, le dispositif selon l'invention prévoit notamment que :
- A basse cylindrée, le cycle moteur exploite une course de détente plus longue que la course utilisée pour compresser les gaz, le diagramme de détente étant alors tronqué plus tard que sur un moteur de même cylindrée tel que défini selon
- 45 l'art antérieur.

A basse cylindrée, le temps nécessaire à la compression des gaz est réduit, ceci limite le temps de confinement des gaz propice au déclenchement d'effets indésirables de détonation.

5 Pour atteindre ces résultats, le dispositif selon l'invention comporte selon une première caractéristique :

- 10 • Un système permettant de contrôler durant son fonctionnement le rapport volumétrique du moteur. Le système agit par modification de l'origine de la course du piston par rapport au cylindre sans modifier la longueur de ladite course.
- 15 • Un système de contrôle de la cylindrée effective du moteur. Le système opère par refoulement dans la tubulure d'admission d'une partie des gaz admis dans le cylindre du moteur grâce au concours d'une soupape d'admission additionnelle. En fonctionnement à cylindrée réduite, la fermeture de la
- 20 soupape d'admission additionnelle peut être retardée de façon significative afin que le piston refoule durant son ascension dans le cylindre les gaz admis en excès et que le début de compression des gaz ait lieu plus tard durant la course ascensionnelle du piston. Selon une variante du dispositif selon l'invention, la soupape d'admission telle que définie selon l'art antérieur peut elle-même être utilisée à cette tâche, ceci en contrôlant ses diagrammes d'ouverture et de fermeture.

25 Ce dispositif selon l'invention comporte notamment pour une cylindrée :

- 30 • Un piston muni d'une crémaillère montée solidairement de sa partie inférieure, ladite crémaillère constituant l'une des parties d'un système d'engrènement, et étant maintenue dans un système de guidage qui lui autorise un mouvement de translation longitudinale.
- 35 • Une crémaillère de commande montée dans une cavité ou sur un guide aménagés dans le bloc moteur qui lui autorisent un mouvement de translation longitudinale, la position de ladite crémaillère de commande étant contrôlée par un dispositif de contrôle.
- 40 • Une bielle montée libre sur le vilebrequin du moteur qui comporte en sa partie supérieure un engrenage monté libre, ledit engrenage constituant l'élément de transmission du mouvement entre le piston et ladite bielle.
- 45 • Une soupape d'admission additionnelle dont l'arbre à cames qui commande son ouverture/fermeture est asservie à un dispositif qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin du moteur, ceci permettant de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de ladite soupape par rapport au vilebrequin.

Selon un mode particulier de réalisation, son fonctionnement nécessite :

- Des sondes transmettant divers paramètres de fonctionnement du moteur ;

- Un ou plusieurs calculateurs ou dispositifs effectuant le traitement desdits paramètres ;
- 5 • Un dispositif de contrôle qui permet d'agir sur la position de la crémaillère de commande tenant compte du résultat du traitement des paramètres en provenance desdites sondes ;
- 10 • Un dispositif d'asservissement qui permet d'agir sur le décalage angulaire de l'arbre à cames commandant l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle tenant compte du résultat du traitement des paramètres en provenance desdites sondes.

Enfin, le dispositif suivant l'invention comprend :

- 15 • Un piston solidaire dans sa partie inférieure d'une crémaillère et qui assure la même fonction que le piston de tout moteur tel que défini selon les règles de l'art antérieur. Seul diffère son mode de transmission mécanique du mouvement au vilebrequin ;
- 20 • Une bielle montée libre sur le vilebrequin qui assure la même fonction que la bielle de tout moteur tel que défini selon les règles de l'art antérieur. Seul diffère son mode de liaison mécanique avec le piston ;
- 25 • Un engrenage monté libre en la partie supérieure de la bielle et qui est assujéti au déplacement du piston par l'intermédiaire du système d'engrènement qu'il constitue avec la crémaillère solidaire de la partie inférieure dudit piston d'une part, et la crémaillère de commande montée dans une cavité ou sur un guide, aménagés dans le bloc moteur et maintenue en position par son dispositif de contrôle d'autre part. L'engrenage est prévu pour
- 30 constituer l'organe de transmission du mouvement entre le piston et la bielle ;
- Un dispositif de contrôle qui permet d'agir sur la position de la crémaillère de commande et qui comprend :
  - 35 \* Au moins un vérin hydraulique ou tout autre système permettant d'imprimer un mouvement de translation à la crémaillère de commande et rendu solidaire de ladite crémaillère de commande par une quelconque liaison mécanique ;
  - 40 \* Au moins un vérin hydraulique ou tout autre système permettant de constituer un dispositif qui contrôle le décalage angulaire de l'arbre à cames qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle, ledit vérin hydraulique pouvant agir, selon un mode particulier de réalisation et à titre d'exemple non limitatif, sur la position d'une poulie additionnelle faisant
  - 45 ainsi varier la longueur de courroie ou de chaîne située entre la poulie de l'arbre à cames des soupapes d'admission et d'échappement du moteur tel que défini selon l'art antérieur, et la poulie de l'arbre à cames de la soupape d'admission additionnelle ;

- 5 • Et un dispositif qui contrôle le décalage angulaire de l'arbre à cames commandant l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle et qui n'agit pas nécessairement sur l'arbre à cames commandant les soupapes d'admission et d'échappement du moteur tel que défini selon les règles de l'art antérieur.

10 Afin de limiter le coût de production du moteur à cylindrée variable et de minimiser la consommation de puissance du dispositif de contrôle permettant d'agir sur la position de la crémaillère de commande, ce dernier présente selon un mode particulier de réalisation les avantages suivants :

- 15 • Le déplacement et le maintien permanent à la position souhaitée de la crémaillère de commande sont assurés sans pompe hydraulique ;
- Le contrôle de la position de la crémaillère de commande et donc du volume de chambre d'explosion du moteur peut être obtenu avec un dispositif d'asservissement de très faible puissance ;
- 20 • Tout transfert de fluide hydraulique nécessaire à tout changement de position de la crémaillère de commande est assuré sans pompe hydraulique auxiliaire. Selon l'invention, le vérin hydraulique utilisé pour effectuer tout changement de position de ladite crémaillère de commande opère lui-même lesdits transferts en utilisant pour cela les changements permanents du sens de
- 25 l'effort auquel il est soumis ;
- La correction de la position de la crémaillère de commande s'effectue automatiquement et de façon permanente durant le fonctionnement du moteur ;
- 30 • Le dispositif est particulièrement robuste et simple à réaliser, il ne fait en outre appel qu'à des techniques de réalisation bien connues de l'art antérieur ;

35 Le dispositif de contrôle prévoit notamment que :

- Le contrôle de la position de la crémaillère de commande est suffisamment précis pour permettre un contrôle précis du rapport volumétrique du moteur ;
- 40 • La précision de contrôle de la position de la crémaillère de commande est peu altérée durant toute la durée de vie du moteur, et toute fuite de liquide hydraulique est automatiquement compensée de façon permanente.

45 Pour atteindre ces résultats, le dispositif de contrôle qui permet d'agir sur la position de la crémaillère de commande comporte :

- Un corps de vérin monté fixe par rapport au bloc moteur parallèlement à la crémaillère de commande ;

- Un couvercle de vérin monté fixe par rapport au corps de vérin ;
- 5 • Un piston de vérin, un axe de vérin et un prolongateur d'axe de vérin assemblés avec la crémaillère de commande, qui constituent le système de guidage supérieur de ladite crémaillère de commande du moteur et qui peuvent se déplacer longitudinalement par rapport au corps de vérin ;
- 10 • Une tige de contrôle positionnée parallèlement à l'axe de vérin comportant un épaulement et pouvant se déplacer longitudinalement, ladite tige de contrôle traversant de part en part le couvercle de vérin, le corps de vérin et le piston de vérin grâce à des orifices aménagés dans lesdits couvercle de vérin, corps de vérin et piston de vérin ;
- 15 • Des valves logées dans un conduit aménagé dans la masse du piston de vérin, permettant d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure et inférieure du vérin telles que définies par la position du piston de vérin relative au corps de vérin ;
- 20 • Un clapet anti-retour logé dans un conduit d'arrivée de fluide hydraulique dont l'orifice débouche dans la partie centrale du corps de vérin ledit clapet anti-retour autorisant l'entrée du fluide hydraulique dans le corps de vérin, mais en interdisant la sortie ;
- 25 • Des ressorts assurant le maintien en contact sur leur siège des valves et clapets ;
- 30 • Des dispositifs d'étanchéité pouvant être constitués, selon un mode particulier de réalisation selon l'invention, de joints toriques en caoutchouc.
- 30 Selon un mode particulier de réalisation, son fonctionnement nécessite un ou des moyens d'asservissement de faible puissance permettant d'agir sur la position longitudinale de la tige de contrôle par rapport au corps de vérin, tenant compte des impératifs de fonctionnement du moteur.
- 35 Le dispositif de contrôle permettant d'agir sur la position de la crémaillère de commande comprend :
  - 40 • Un conduit longitudinal excentré qui est aménagé dans la masse du piston de vérin et qui relie les surfaces circulaires inférieure et supérieure dudit piston de vérin. Le conduit est réalisé de telle sorte qu'il constitue un logement pour les deux valves permettant d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique. Le conduit est d'un diamètre supérieur à celui des valves afin de permettre l'écoulement du fluide au travers dudit conduit lorsque lesdites valves sont ouvertes ;
  - 45 • Un conduit longitudinal excentré qui est aménagé dans la masse du piston de vérin et qui assure le guidage longitudinal de la tige de contrôle ;

- 5 • Un piston de vérin qui comporte une cavité sur sa surface cylindrique en regard avec l'orifice d'arrivée de fluide hydraulique débouchant dans la partie centrale du corps de vérin. La cavité est d'une hauteur au moins équivalente à la course maximale du piston de vérin et est reliée au conduit longitudinal excentré aménagé dans la masse du piston de vérin ;
- 10 • Des valves qui permettent d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure et inférieure du vérin telles que définies par la position du piston de vérin relative au corps de vérin. Les valves sont constituées de bagues pouvant coulisser autour de la tige de contrôle. Le diamètre intérieur des valves est inférieur au diamètre de l'épaule de la tige de contrôle. Lorsque les valves ne sont pas maintenues ouvertes par l'épaule de la tige de contrôle, elles sont maintenues sur leur siège par des ressorts ;
- 15 • Un épaulement de la tige de contrôle qui assure le centrage de ladite tige de contrôle dans le conduit longitudinal excentré aménagé dans la masse du piston de vérin. L'épaulement permet de déplacer l'une ou l'autre des valves permettant d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure et inférieure du vérin. L'épaulement est pourvu de rainures ou de gorges autorisant la circulation du fluide au travers du conduit ;
- 20 • Un clapet anti-retour qui est logé dans le conduit d'arrivée de fluide hydraulique dont l'orifice débouche dans la partie centrale du corps de vérin et qui peut être constitué, selon un mode particulier de réalisation, d'une bille maintenue sur une portée par un ressort et obturant un orifice ;
- 25 • Un conduit d'arrivée de fluide hydraulique dont l'orifice débouche dans la partie centrale du corps de vérin et qui peut être connecté, selon un mode particulier de réalisation, au circuit hydraulique sous pression assurant la lubrification du moteur à cylindrée variable.
- 30

35 Le dispositif suivant l'invention permettant de faire varier la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons pendant son fonctionnement, comprend:

- 40 • Un premier dispositif permettant de contrôler le rapport volumétrique du moteur en agissant par modification de l'origine de la course du piston par rapport au cylindre sans modifier la longueur de ladite course ;
- 45 • Et un second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur en opérant par refoulement des gaz admis en excès dans le cylindre du moteur dans la tubulure d'admission et par ajustement de la longueur de la course ascensionnelle du piston utilisée pour compresser les gaz.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un premier dispositif permettant de contrôler le rapport volumétrique du moteur constitué d'un système d'engrènement qui comprend :

- 5 • Une crémaillère solidaire de la partie inférieure du piston et qui est maintenue dans un système de guidage autorisant un mouvement de translation longitudinale à ladite crémaillère ;
- Une crémaillère de commande guidée en translation longitudinale dans le bloc moteur ;
- 10 • Un dispositif permettant de contrôler la position de la crémaillère de commande ;
- 15 • Et un engrenage monté libre sur une bielle également libre sur un vilebrequin de manière que l'engrenage soit disposé entre les deux crémaillères pour constituer l'élément de transmission du mouvement entre le piston et la bielle.

20 Le dispositif suivant la présente invention comprend un second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur constitué d'une soupape d'admission additionnelle et d'un dispositif qui contrôle son ouverture/fermeture et qui permet de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de ladite soupape par rapport au vilebrequin.

25 Le dispositif suivant la présente invention comprend un second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur sans soupape d'admission additionnelle constitué d'un dispositif qui contrôle l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission connue en soi et qui permet de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de ladite soupape par rapport au vilebrequin.

30 Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif contrôlant l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission additionnelle qui est un arbre à cames asservi à un dispositif qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin du moteur.

35 Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif contrôlant l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission connue en soi qui est constitué d'un arbre à cames additionnel asservi à un dispositif qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin du moteur, ledit arbre à cames additionnel actionnant ladite soupape par l'intermédiaire d'une liaison mécanique  
40 en complément du mouvement imprimé à ladite soupape par son arbre à cames.

45 Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif contrôlant le décalage angulaire de l'arbre à cames commandant l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle qui est constitué d'une poulie intermédiaire dont la position définit la longueur de courroie de distribution ou de chaîne comprise entre la poulie de l'arbre à cames des soupapes d'admission et d'échappement du moteur et la poulie de l'arbre à cames qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif contrôlant la position de la crémaillère de commande qui est constitué d'un vérin hydraulique qui agit sur ladite crémaillère par l'intermédiaire d'une liaison mécanique.

- 5 Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif qui contrôle la position de la poulie intermédiaire constitué d'un vérin hydraulique.

10 Le dispositif suivant la présente invention comprend un engrenage présentant un profil tronqué de manière à conserver uniquement les dentures utiles à la transmission du mouvement entre le piston et la bielle.

15 Le dispositif suivant la présente invention comprend des surfaces de roulement qui sont aménagées respectivement sur l'engrenage et les crémaillères assurant le centrage permanent dudit engrenage entre lesdites crémaillères, tandis que le point de contact entre lesdites surfaces de roulement est en permanence positionné au niveau de la primitive de l'engrenage.

20 Le dispositif suivant la présente invention comprend un piston dont la partie cylindrique est d'une hauteur suffisante pour loger des segments, mais ne comporte pas de jupe assurant son guidage longitudinal.

25 Le dispositif permettant de faire varier la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons comprend un dispositif contrôlant la position de la crémaillère de commande qui comporte :

- 30 • Un vérin hydraulique comportant des moyens pour le prolongement de son axe permettant de conserver un volume de fluide déplacé en fonction de la course du piston de vérin qui est identique pour chacune des chambres supérieure et inférieure dudit vérin.
- Des moyens de contrôle qui permettent de déplacer vers une position déterminée ou de maintenir dans une position déterminée l'axe du vérin par rapport au corps du vérin.

35 Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle qui comporte :

- 40 • Un corps de vérin monté fixe par rapport au bloc moteur parallèlement à la crémaillère de commande, un couvercle de vérin monté fixe par rapport au corps de vérin, un piston de vérin, un axe de vérin et un prolongateur d'axe de vérin assemblés avec la crémaillère de commande, qui constituent le système de guidage supérieur de ladite crémaillère de commande et qui peuvent se déplacer longitudinalement par rapport au corps de vérin ;
- 45 • Des moyens de contrôle qui sont constitués d'une tige de contrôle comportant un épaulement et pouvant se déplacer longitudinalement, ladite tige de contrôle étant positionnée parallèlement à l'axe de vérin et traversant de part en part le couvercle de vérin, le corps de vérin et le piston de vérin grâce à des orifices aménagés dans lesdits couvercle de vérin, corps de vérin et piston

de vérin, de valves logées dans un conduit placé longitudinalement et de façon excentrée aménagé dans la masse du piston de vérin, lesdites valves permettant d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure et inférieure du vérin telles que définies par la position du piston de vérin relative au corps de vérin, lesdites valves étant constituées de bagues qui peuvent coulisser autour de la tige de contrôle, et leur diamètre intérieur étant inférieur au diamètre de l'épaulement de la tige de contrôle de telle sorte qu'il soit possible de les maintenir ouvertes grâce audit épaulement de ladite tige de contrôle, lorsque lesdites valves ne sont pas maintenues ouvertes par ledit épaulement de ladite tige de contrôle, elles sont maintenues sur leur siège par des ressorts, et d'un clapet anti-retour logé dans un conduit d'arrivée de fluide hydraulique dont l'orifice débouche dans la partie centrale du corps de vérin, ledit clapet anti-retour autorisant l'entrée du fluide hydraulique dans le corps de vérin, mais en interdisant la sortie.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle qui comporte un piston de vérin pourvu d'une cavité sur sa surface cylindrique en regard avec l'orifice du conduit d'arrivée de fluide hydraulique débouchant dans la partie centrale du corps de vérin, ladite cavité étant d'une hauteur au moins équivalente à la course maximale dudit piston de vérin et étant reliée au conduit placé longitudinalement et de façon excentrée aménagé dans la masse dudit piston de vérin reliant les surfaces circulaires inférieure et supérieure dudit piston de vérin, par un canal de liaison.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle qui comprend un clapet anti-retour constitué d'une bille maintenue sur une portée par un ressort et obturant un orifice.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle qui comprend un conduit d'arrivée de fluide hydraulique dont l'un des orifices débouche dans la partie centrale du corps de vérin et qui est connecté au circuit hydraulique sous pression assurant la lubrification du moteur à cylindrée variable.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle qui comporte des éléments d'étanchéité constitués de joints toriques en caoutchouc.

Le dispositif suivant la présente invention comprend un dispositif de contrôle dont l'épaulement assure le centrage de la tige de contrôle dans le conduit placé longitudinalement et de façon excentrée aménagé dans la masse dudit piston de vérin, ledit épaulement comportant des rainures ou des gorges autorisant la circulation du fluide hydraulique au travers dudit conduit.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, faite en relation avec les dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue de face en coupe schématique du dispositif selon l'invention.

La figure 2 est une vue de droite en coupe schématique selon la ligne A-A de la figure 1 du dispositif selon l'invention.

5 La figure 3 est une vue en coupe schématique du dispositif de commande d'ouverture de la soupape d'admission telle que définie selon l'art antérieur, qui, selon une variante du dispositif selon l'invention, peut être utilisée pour contrôler la cylindrée du moteur.

10 La figure 4 est une vue en perspective mettant en évidence la disposition des principaux éléments qui constituent le dispositif selon l'invention.

15 La figure 5 est une vue d'ensemble mettant en évidence le positionnement du dispositif de contrôle selon l'invention qui permet d'agir sur la position de la crémaillère de commande par rapport aux autres éléments constituant le moteur à cylindrée variable, et la représentation d'une variante de réalisation du système d'engrènement.

20 La figure 6 est une vue de face en coupe schématique du dispositif de contrôle de la crémaillère de commande.

25 La figure 7 est une vue en perspective mettant en évidence la disposition et l'apparence des principaux éléments qui constituent le dispositif de contrôle de la position de la crémaillère de commande selon l'invention.

Comme on peut le voir sur les figures, le dispositif selon l'invention vient s'insérer dans un environnement bien connu de l'art antérieur : les moteurs à pistons.

30 En figures 1 à 4 on a montré un moteur comprenant un piston 1, un cylindre 2, des soupapes 3, 4, 15 ou 22, un bloc moteur 5, une culasse 6, un vilebrequin 7, une bougie d'allumage 8 et une chambre d'explosion 9.

35 La fonction de ces organes est, selon l'invention, inchangée eut égard à l'état antérieur de la technique.

40 Le dispositif selon l'invention comporte essentiellement une crémaillère 10 solidaire de la partie inférieure du piston 1, une crémaillère de commande 11 montée dans une cavité ou sur un guide, aménagés dans le bloc moteur 5, un dispositif 12 qui contrôle la position de ladite crémaillère de commande par rapport au bloc moteur. Il comporte également une bielle 13 montée libre sur le vilebrequin 7 du moteur et qui comprend dans sa partie supérieure un engrenage 14 monté libre.

45 On remarque que la partie cylindrique du piston 1 est d'une hauteur suffisante pour loger des segments, mais ne comporte pas de jupe assurant son guidage longitudinal (figure 5).

On note que suivant un mode particulier de réalisation, l'engrenage 14 peut présenter un profil tronqué de manière à conserver uniquement les dentures utiles à la transmission du mouvement entre le piston 1 et la bielle 13 (figure 5).

5 On constate que des surfaces de roulement sont aménagées respectivement sur l'engrenage 14 et les crémaillères 10, 11 assurant le centrage permanent dudit engrenage entre lesdites crémaillères, tandis que le point de contact entre lesdites surfaces de roulement est en permanence positionné au niveau de la primitive de l'engrenage 14 (figure 5).

10 Le dispositif selon l'invention comporte en outre une soupape d'admission supplémentaire 15 dont l'arbre à cames 16 commandant son ouverture est asservie à un dispositif 17 qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin 7 du moteur.

15 Selon une variante, la fonction remplie par la soupape d'admission supplémentaire 15 peut être assumée par la soupape d'admission 22 telle que définie selon l'art antérieur comme montré en figure 3.

20 Un dispositif additionnel permet alors de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de la soupape 22 par rapport au vilebrequin 7. Le dispositif additionnel peut comporter un arbre à cames additionnel 21 asservi à un dispositif non représenté qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin du moteur. L'arbre à cames additionnel 21 actionne la soupape d'admission 22 par l'intermédiaire d'une liaison mécanique 23 en complément du  
25 mouvement imprimé à ladite soupape par son arbre à cames 24 tel que défini selon l'art antérieur.

30 Le dispositif selon l'invention peut également comporter divers accessoires non représentés tels que des sondes transmettant divers paramètres de fonctionnement du moteur, un ou plusieurs calculateurs ou dispositifs effectuant le traitement des informations en provenance desdites sondes et un système permettant d'assujettir le dispositif 12 qui contrôle la position de la crémaillère de commande 11 par rapport au bloc moteur 5 et le dispositif 17 qui contrôle le  
35 décalage angulaire de la soupape d'admission supplémentaire 15 au résultat du traitement des informations en provenance desdites sondes.

Le fonctionnement du dispositif permettant de faire varier la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons est le suivant :

40 La modification de la cylindrée effective du moteur en conservant un rapport volumétrique adéquat s'opère par l'action conjuguée des dispositifs permettant de contrôler durant son fonctionnement le rapport volumétrique du moteur d'une part et la cylindrée effective dudit moteur d'autre part.

45 Le contrôle du rapport volumétrique du moteur s'opère par contrôle de la position d'origine de la course du piston 1 par rapport au cylindre 2, sans modifier la longueur de ladite course.

Le contrôle de la cylindrée effective du moteur s'opère comme suit :

5 Le dispositif de contrôle 12 de la crémaillère 11 reçoit l'ordre de déplacer ladite crémaillère de commande 11. Cet ordre est matérialisé, par exemple, par l'introduction dans un vérin hydraulique 25 d'un certain volume d'huile sous pression en provenance d'une pompe (non représentée).

10 Le volume introduit est au préalable calculé par le ou les dispositifs (non représentés) effectuant le traitement des informations en provenance de sondes paramétriques du moteur (non représentées). L'action du dispositif de contrôle 12 sur la crémaillère de commande 11 par l'intermédiaire d'une liaison mécanique 20 a pour effet d'imprimer à ladite crémaillère de commande 11 un mouvement de translation parallèle à son axe longitudinal.

15 La crémaillère de commande 11 constitue un système d'engrènement avec l'engrenage 14 monté libre dans la partie supérieure de la bielle 13 et la crémaillère 10 solidaire de la partie inférieure du piston 1. Le déplacement de la crémaillère de commande 11 implique une modification du point d'origine de la course du piston 1 par rapport au cylindre 2. La modification du point d'origine de la course a pour effet de modifier le volume de la chambre d'explosion 9, la  
20 longueur de ladite course étant inchangée, le rapport volumétrique du moteur est modifié.

Le contrôle de la cylindrée effective du moteur s'opère également comme suit :

25 Le dispositif 17 qui contrôle le décalage angulaire de l'arbre à cames 16 qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle 15 reçoit l'ordre de retarder ou d'avancer la fermeture de ladite soupape d'admission additionnelle 15.

30 Cet ordre est matérialisé selon un exemple particulier de réalisation du dispositif de contrôle 17 par l'introduction dans un vérin hydraulique 26 d'un certain volume d'huile sous pression en provenance d'une pompe (non représentée).

35 Le volume introduit est préalablement calculé par le ou les dispositifs non représentés effectuant le traitement des informations en provenance de sondes paramétriques du moteur (non représentées).

40 Le vérin hydraulique 26 peut agir sur la position d'une poulie intermédiaire 18 qui modifie la longueur de courroie de distribution 27 ou de chaîne comprise entre la poulie 28 de l'arbre à cames 24 des soupapes d'admission 3 et d'échappement 4 du moteur, et la poulie 29 de l'arbre à cames 16 qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle 15.

45 Selon l'invention, un retard calculé à la fermeture de la soupape d'admission additionnelle 15 a pour effet de permettre au piston 1 de refouler dans la tubulure d'admission 19 une certaine quantité de gaz frais admis en excès d'une part, et de n'exploiter qu'une partie de la longueur de la course du piston 1 pour compresser les gaz d'autre part. Selon une caractéristique de l'invention, sur

moteur à cylindres multiples, les gaz frais refoulés dans la tubulure d'admission 19 peuvent être re-aspirés par un cylindre voisin en phase d'admission.

5 Le dispositif selon l'invention prévoit que le rapport entre le volume de la chambre d'explosion défini par le système qui contrôle le rapport volumétrique et la longueur de la course du piston utilisée pour compresser les gaz frais peut ne pas rester constant, ceci afin de permettre au moteur de travailler selon le rapport volumétrique effectif le plus élevé possible autorisé par les conditions de fonctionnement dudit moteur.

10 En fonctionnement, la cylindrée effective du moteur ainsi que son rapport volumétrique effectif sont assujettis en permanence aux impératifs d'optimisation du rendement du moteur.

15 On a montré en figures 5 à 7 une variante de réalisation du dispositif 12 qui contrôle la position de la crémaillère de commande 11 par rapport au bloc moteur 5.

20 Le dispositif de contrôle 12 comporte essentiellement un corps de vérin 45 monté fixe par rapport au bloc moteur 5 parallèlement à la crémaillère de commande 11, un couvercle de vérin 46 monté fixe par rapport au corps de vérin 45, un piston de vérin 47, un axe de vérin 48 et un prolongateur d'axe de vérin 49 assemblés avec la crémaillère de commande 11, qui constituent le système de guidage supérieur de ladite crémaillère de commande 11 et qui peuvent se  
25 déplacer longitudinalement par rapport au corps de vérin 45.

30 En figures 6 et 7 on a montré le dispositif 12 comportant des moyens de contrôle 42 qui sont constitués d'une tige de contrôle 50 munie d'un épaulement 51 et pouvant se déplacer longitudinalement.

35 La tige de contrôle 50 est positionnée parallèlement à l'axe de vérin 48 et traverse de part en part le couvercle de vérin 46, le corps de vérin 45 et le piston de vérin 47 grâce à des conduits aménagés dans lesdits couvercles de vérin 46, corps de vérin 45 et piston de vérin 47.

Les moyens de contrôle 42 sont également constitués de valves 52, 53 logées dans un conduit 54 aménagé dans la masse du piston de vérin 47.

40 Les valves 52, 53 permettent d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure 40 et inférieure 41 du vérin telles que définies par la position du piston de vérin 47 relative au corps de vérin 45. Les valves 52, 53 sont constituées de bagues pouvant coulisser autour de la tige de contrôle 50. Le diamètre intérieur des bagues est prévu inférieur au diamètre de l'épaulement 51 de la tige de contrôle 50 de telle sorte qu'il soit possible de les  
45 maintenir ouvertes grâce audit l'épaulement 51. Lorsque les valves 52, 53 ne sont pas maintenues ouvertes par l'épaulement 51, elles sont maintenues sur leur siège par des ressorts 55, 56.

Les moyens de contrôle 42 sont constitués d'un clapet anti-retour 43 logé dans un conduit d'arrivée de fluide hydraulique 57 dont l'un des orifices débouche dans la partie centrale du corps de vérin 45. Le clapet anti-retour 43 autorise l'entrée du fluide hydraulique dans le corps de vérin 45, mais en interdit la sortie.

5 Le clapet 43 peut être constitué, selon un mode particulier de réalisation, d'une bille 58 maintenue sur une portée par un ressort 59 afin d'obturer un orifice 44.

Les moyens de contrôle 42 du dispositif 12 prévoient que le piston de vérin 47 comporte une cavité 30 sur sa surface cylindrique en regard avec le conduit d'arrivée 57 prévu dans la partie centrale du corps de vérin 45. La cavité 30 est d'une hauteur au moins équivalente à la course maximale du piston de vérin 47. La cavité 30 communique avec le conduit 54 placé longitudinalement et de façon excentrée afin de relier les surfaces circulaires inférieures et supérieures du piston de vérin 47, par un canal de liaison 31.

Les moyens de contrôle 42 prévoient également que sur les éléments en mouvement 49, 48, 47, 50, 52, 53 soient respectivement prévus des éléments d'étanchéité qui peuvent être constitués de joints toriques en caoutchouc 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39.

Le fonctionnement du dispositif de contrôle 12 montré en figures 5 à 7 est le suivant :

Le contrôle de la position de la crémaillère de commande 11 s'effectue par l'intermédiaire de la tige de contrôle 50 dont la position détermine la position du piston de vérin 47 grâce à l'action des deux valves 52, 53.

Les valves 52, 53 permettent de contrôler le volume d'huile emprisonné respectivement dans la chambre supérieure 40 et inférieure 41 du vérin hydraulique.

Le contrôle de la position de la crémaillère de commande 11 s'opère comme suit :

• Obtention d'une nouvelle position de la crémaillère de commande 11 :

\* Le calculateur non représenté qui définit en permanence la hauteur adéquate de la crémaillère de commande 11 tenant compte des conditions de fonctionnement du moteur agit sur la position de la tige de contrôle 50 par l'intermédiaire d'un dispositif d'asservissement pouvant par exemple être constitué d'un moteur électrique pas à pas de faible puissance (non représenté). La nouvelle position de la tige de contrôle 50 par rapport au piston de vérin 47 solidaire de la crémaillère de commande 11, a pour effet d'ouvrir la valve 52, 53 située du côté du sens du déplacement de ladite tige de contrôle 50, la valve étant alors soulevée par l'épaulement 51.

\* Le changement fréquent du sens de l'effort sur le piston de vérin 47, dû au mouvement alternatif des pièces mécaniques qui constituent une partie de l'ensemble mobile inférieur du moteur à cylindrée variable, implique une

pression alternativement plus forte au dessus, puis au dessous du piston de vérin 47.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- \* Lorsque la pression devient plus importante du côté de la valve 52, 53 maintenue ouverte par la tige de contrôle 50, le fluide hydraulique s'échappe par l'orifice alors ouvert et soulève la valve 52, 53 du côté opposé libre par rapport à la tige de contrôle et maintenue fermée jusqu'alors par un ressort 55, 56. Le fluide hydraulique se déplace alors vers le côté opposé tant que le piston de vérin n'a pas une position telle que la tige de contrôle ne permette plus le maintien en ouverture de ladite valve ouverte.
  - \* Si un cycle de changement de sens de l'effort n'a pu suffire à obtenir la position désirée, et si le piston de vérin 47 n'est pas arrivé à une position telle que la tige de contrôle 50 ne puisse plus maintenir ouverte la valve 52, 53 ouverte, un ou plusieurs cycle de changement de sens de l'effort supplémentaires peuvent être nécessaires. La valve 52, 53 restée libre par rapport à la tige de contrôle 50 assurant alors un rôle d'anti-retour interdisant au fluide hydraulique stocké de son côté de retourner du côté de la valve 52, 53 est maintenue ouverte par la tige de contrôle 50, et ce jusqu'à obtention de la position désirée du piston de vérin 47 par rapport au corps de vérin 45.
  - Maintien permanent à une position définie de la crémaillère de commande 11 :
    - \* Des petites fuites ou des suintements peuvent survenir au niveau des joints d'étanchéité 32 à 39, et cela en raison des pressions importantes qui règnent dans le corps du vérin 45. Pour conserver en position adéquate la crémaillère de commande 11 malgré ces pertes hydrauliques, il est nécessaire de corriger en permanence, même de façon infime, sa position par rapport à la tige de contrôle 50.
    - \* Ce résultat est obtenu par l'action conjuguée des deux valves 52, 53 qui permettent de contrôler le volume d'huile emprisonné respectivement dans la chambre supérieure 40 et inférieure 41 du vérin hydraulique, et du clapet anti-retour 43 logé dans le conduit 57 d'arrivée de fluide hydraulique dont l'orifice débouche dans la partie centrale du corps de vérin 45.
    - \* Si une fuite de fluide hydraulique existe dans la chambre supérieure 40 ou inférieure 41 du vérin dont les volumes respectifs sont définis par la position du piston de vérin 47 par rapport au corps de vérin 45, il s'ensuit, lorsque la pression est importante du côté de la chambre qui fuit, un déplacement du piston de vérin 47 dans le sens de ladite chambre qui fuit non autorisé par la position de la tige de contrôle 50. Ce déplacement non autorisé a pour conséquences de maintenir fermée la valve 52, 53 positionnée du côté de la chambre qui fuit, mais d'ouvrir la valve 52, 53 positionnée du côté opposé, ceci étant induit par l'épaulement 51 de la tige de contrôle 50 dont la position par rapport au piston de vérin 47 ne sera plus adéquate. La fermeture et l'ouverture des valves correspondantes a pour effet de remplir

5 la chambre opposée à la chambre qui fuit de fluide hydraulique admis via le clapet anti-retour 43 logé dans le conduit 57. Le fluide hydraulique est acheminé vers la chambre 40, 41 opposée à la chambre qui fuit grâce à la cavité 30 aménagée sur la surface cylindrique du piston de vérin 47 qui est en regard d'une part avec l'orifice du conduit 57 débouchant dans la partie centrale du corps de vérin 45 et d'autre part avec le canal de liaison 31 qui relie ladite cavité 30 au conduit 54, aménagé dans la masse du piston de vérin 47.

10 \* Lorsque le sens de l'effort appliqué au piston de vérin 47 par la crémaillère de commande 11 s'inverse, le fluide hydraulique admis dans la chambre 40, 41 opposée à la chambre qui fuit est refoulé vers ladite chambre qui fuit jusqu'à ce que la valve 52, 53 maintenue ouverte par l'épaulement 51 de la tige de contrôle 50 repose sur son siège, assurant alors la remise en bonne position de la crémaillère de commande 11.

15

Selon l'invention, la position de la tige de contrôle 50 conditionne donc en permanence la position de la crémaillère de commande 11 par rapport au bloc moteur 5, et donc le volume de la chambre d'explosion 9 du moteur. Il est ainsi possible de contrôler le volume de chambre du moteur avec un dispositif d'asservissement de très faible puissance (non représenté).

20

On constate que, outre les avantages inhérents au dispositif lui-même qui, selon l'invention, permet de faire varier durant leur fonctionnement la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons et d'augmenter son rendement global lorsqu'il est utilisé à charge et régime variables, l'invention présente celui de ne poser aucun problème particulier de faisabilité. L'invention fait appel à des procédés et techniques connus et éprouvés.

25

30 La présente invention n'est pas limitée à l'exemple de réalisation qui vient d'être décrit ; elle est, au contraire, susceptible de modifications et de variantes qui apparaîtront à l'homme de l'art.

35

## REVENDEICATIONS

- 5 1. Dispositif permettant de faire varier la cylindrée et/ou le rapport volumétrique effectifs d'un moteur à pistons, pendant son fonctionnement, **caractérisé en ce qu'il comprend :**
- 10 • Un premier dispositif permettant de contrôler le rapport volumétrique du moteur en agissant par modification de l'origine de la course du piston (1) par rapport au cylindre (2) sans modifier la longueur de ladite course ;
- 15 • Et un second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur en opérant par refoulement des gaz admis en excès dans le cylindre (2) du moteur dans la tubulure d'admission (19) et par ajustement de la longueur de la course ascensionnelle du piston utilisée pour compresser les gaz.
- 20 2. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dispositif permettant de contrôler le rapport volumétrique du moteur est constitué d'un système d'engrènement qui comprend :
- 25 • Une crémaillère (10) solidaire de la partie inférieure du piston (1) et qui est maintenue dans un système de guidage autorisant un mouvement de translation longitudinale à ladite crémaillère ;
- 30 • Une crémaillère de commande (11) guidée en translation longitudinale dans le bloc moteur (5) ;
- 35 • Un dispositif (12) permettant de contrôler la position de la crémaillère de commande (11) ;
- 40 • Et un engrenage (14) monté libre sur une bielle (13) également libre sur un vilebrequin (7) de manière que l'engrenage (14) soit disposé entre les deux crémaillères (10, 11) pour constituer l'élément de transmission du mouvement entre le piston (1) et la bielle (13).
- 45 3. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur est constitué d'une soupape d'admission additionnelle (15) et d'un dispositif (16, 17) qui contrôle son ouverture/fermeture et qui permet de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de ladite soupape par rapport au vilebrequin (7).
4. Dispositif suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le second dispositif permettant de contrôler la cylindrée effective du moteur, sans soupape d'admission additionnelle (15), est constitué d'un dispositif (21) qui contrôle l'ouverture et la fermeture d'une soupape d'admission (22) connue

en soi et qui permet de modifier le décalage angulaire du point de fermeture et d'ouverture de ladite soupape par rapport au vilebrequin (7).

- 5 5. Dispositif suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** le dispositif qui contrôle l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission additionnelle (15) est un arbre à cames (16) asservi à un dispositif (17) qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin (7) du moteur.
- 10 6. Dispositif suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** le dispositif qui contrôle l'ouverture et la fermeture de la soupape d'admission (22) connue en soi est constitué d'un arbre à cames additionnel (21) asservi à un dispositif qui contrôle son décalage angulaire par rapport au vilebrequin (7) du moteur, ledit arbre à cames additionnel (21) actionnant ladite soupape par l'intermédiaire d'une liaison mécanique (23) en complément du mouvement imprimé à ladite soupape par son arbre à cames (24).
- 15 7. Dispositif suivant la revendication 5, **caractérisé en ce que** le dispositif (17) qui contrôle le décalage angulaire de l'arbre à cames (16) qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle (15) est constitué d'une poulie intermédiaire (18) dont la position définit la longueur de courroie de distribution ou de chaîne comprise entre la poulie (28) de l'arbre à cames (24) des soupapes d'admission (3) et d'échappement (4) du moteur et la poulie (29) de l'arbre à cames (16) qui commande l'ouverture de la soupape d'admission additionnelle (15).
- 20 25 8. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif (12) qui contrôle la position de la crémaillère de commande (11) est constitué d'un vérin hydraulique (25) qui agit sur ladite crémaillère par l'intermédiaire d'une liaison mécanique (20).
- 30 9. Dispositif suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** le dispositif (17) qui contrôle la position de la poulie intermédiaire (18) est constitué d'un vérin hydraulique (26).
- 35 10. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'engrenage (14) présente un profil tronqué de manière à conserver uniquement les dentures utiles à la transmission du mouvement entre le piston (1) et la bielle (13).
- 40 11. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** des surfaces de roulement sont aménagées respectivement sur l'engrenage (14) et les crémaillères (10, 11) assurant le centrage permanent dudit engrenage entre lesdites crémaillères, tandis que le point de contact entre lesdites surfaces de roulement est en permanence positionné au niveau de la primitive de l'engrenage (14).
- 45 12. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** la partie cylindrique du piston (1) est d'une hauteur suffisante pour loger des segments, mais ne comporte pas de jupe assurant son guidage longitudinal.

13. Dispositif suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif de contrôle (12) comporte :

- 5 • Un vérin hydraulique comportant des moyens (49) pour le prolongement de son axe (48) permettant de conserver un volume de fluide déplacé en fonction de la course du piston de vérin qui est identique pour chacune des chambres supérieure (40) et inférieure (41) dudit vérin.
- 10 • Des moyens de contrôle (42) qui permettent de déplacer vers une position déterminée ou de maintenir dans une position déterminée l'axe (48) du vérin par rapport au corps du vérin (45).

14. Dispositif suivant la revendication 13, **caractérisé en ce que** le dispositif de contrôle (12) comporte :

- 15 • Un corps de vérin (45) monté fixe par rapport au bloc moteur (5) parallèlement à la crémaillère de commande (11), un couvercle de vérin (46) monté fixe par rapport au corps de vérin (45), un piston de vérin (47), un axe de vérin (48) et un prolongateur d'axe de vérin (49) assemblés avec la crémaillère de commande (11), qui constituent le système de guidage supérieur de ladite crémaillère de commande (11) et qui peuvent se déplacer longitudinalement par rapport au corps de vérin (45),
- 20 • Des moyens de contrôle (42) qui sont constitués d'une tige de contrôle (50) comportant un épaulement (51) et pouvant se déplacer longitudinalement, ladite tige de contrôle (50) étant positionnée parallèlement à l'axe de vérin (48) et traversant de part en part le couvercle de vérin (46), le corps de vérin (45) et le piston de vérin (47) grâce à des orifices aménagés dans lesdits couvercle de vérin (46), corps de vérin (45) et piston de vérin (47), de valves (52, 53) logées dans un conduit (54) placé longitudinalement et de façon excentrée aménagé dans la masse du piston de vérin (47), lesdites valves (52, 53) permettant d'autoriser ou d'interdire la circulation du fluide hydraulique entre les chambres supérieure (40) et inférieure (41) du vérin telles que définies par la position du piston de vérin (47) relative au corps de vérin (45), lesdites valves (52, 53) étant constituées de bagues qui peuvent coulisser autour de la tige de contrôle (50), et leur diamètre intérieur étant inférieur au diamètre de l'épaulement (51) de la tige de contrôle (50) de telle sorte qu'il soit possible de les maintenir ouvertes grâce audit épaulement (51) de ladite tige de contrôle (50), lorsque lesdites valves ne sont pas maintenues ouvertes par ledit épaulement (51) de ladite tige de contrôle (50), elles sont maintenues sur leur siège par des ressorts (55, 56), et d'un clapet anti-retour (43) logé dans un conduit (57) d'arrivée de fluide hydraulique dont l'un des orifices débouche dans la partie centrale du corps de vérin (45), ledit clapet anti-retour autorisant l'entrée du fluide hydraulique dans le corps de vérin (45), mais en interdisant la sortie.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45

15. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le piston de vérin (47) comporte une cavité (30) sur sa surface cylindrique en regard avec l'orifice du conduit (57) d'arrivée de fluide hydraulique débouchant dans la

- partie centrale du corps de vérin (45), ladite cavité (30) étant d'une hauteur au moins équivalente à la course maximale dudit piston de vérin (47) et étant reliée au conduit (54) placé longitudinalement et de façon excentrée aménagé dans la masse dudit piston de vérin (47) reliant les surfaces circulaires inférieure et supérieure dudit piston de vérin (47), par un canal de liaison (31).
- 5
16. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le clapet anti-retour (43) est constitué d'une bille (58) maintenue sur une portée par un ressort (59) et obturant un orifice (44).
- 10
17. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** le conduit (57) d'arrivée de fluide hydraulique dont l'un des orifices débouche dans la partie centrale du corps de vérin (45) est connecté au circuit hydraulique sous pression assurant la lubrification du moteur à cylindrée variable.
- 15
18. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce** qu'il comporte des éléments d'étanchéité constitués de joints toriques en caoutchouc (32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39).
- 20
19. Dispositif suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'épaulement (51) de la tige de contrôle (50) assure le centrage de ladite tige de contrôle dans le conduit (54) longitudinal excentré aménagé dans la masse du piston de vérin (47), ledit épaulement comporte des rainures ou des gorges autorisant la circulation du fluide au travers dudit conduit.
- 25

1/7

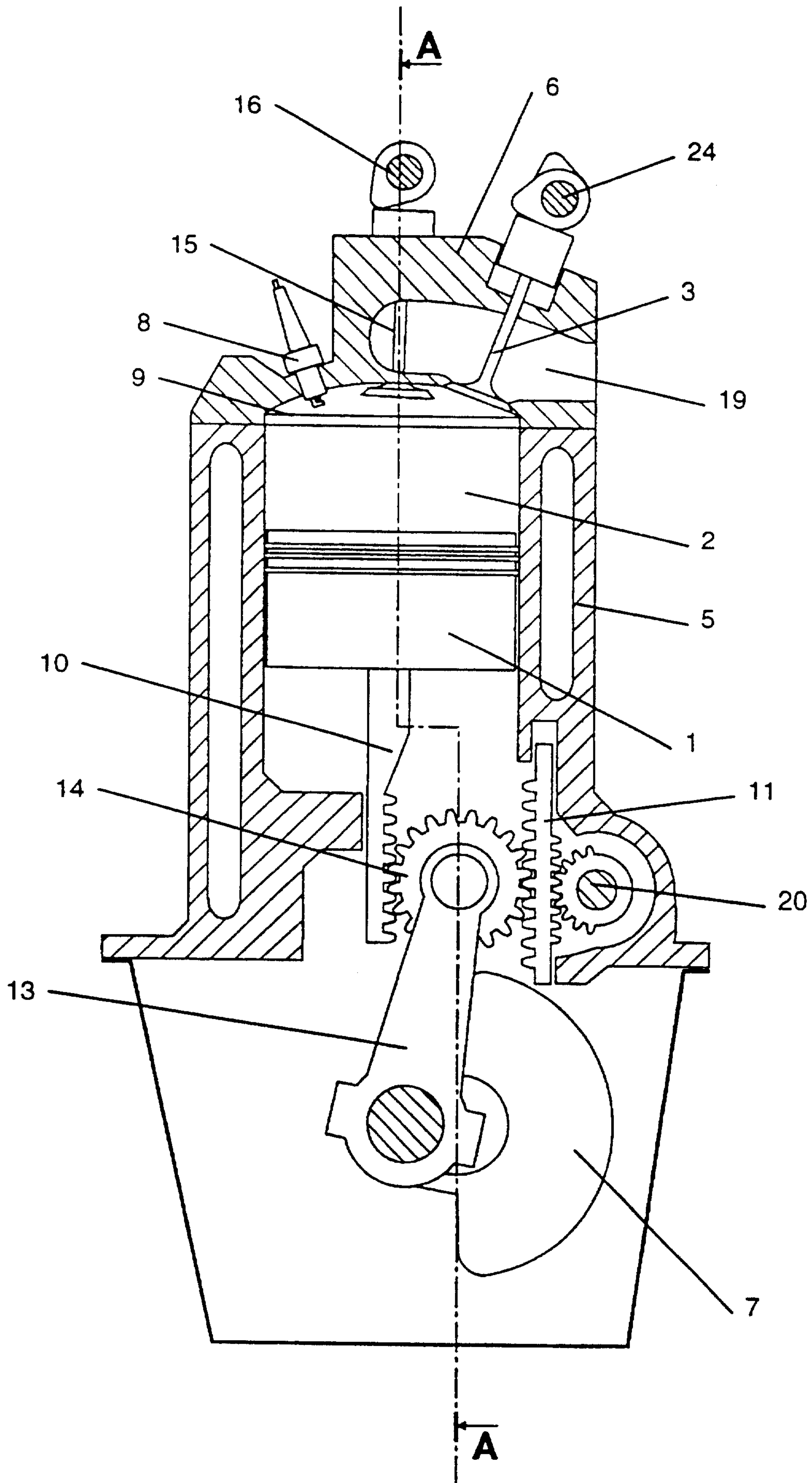


FIGURE 1

2/7

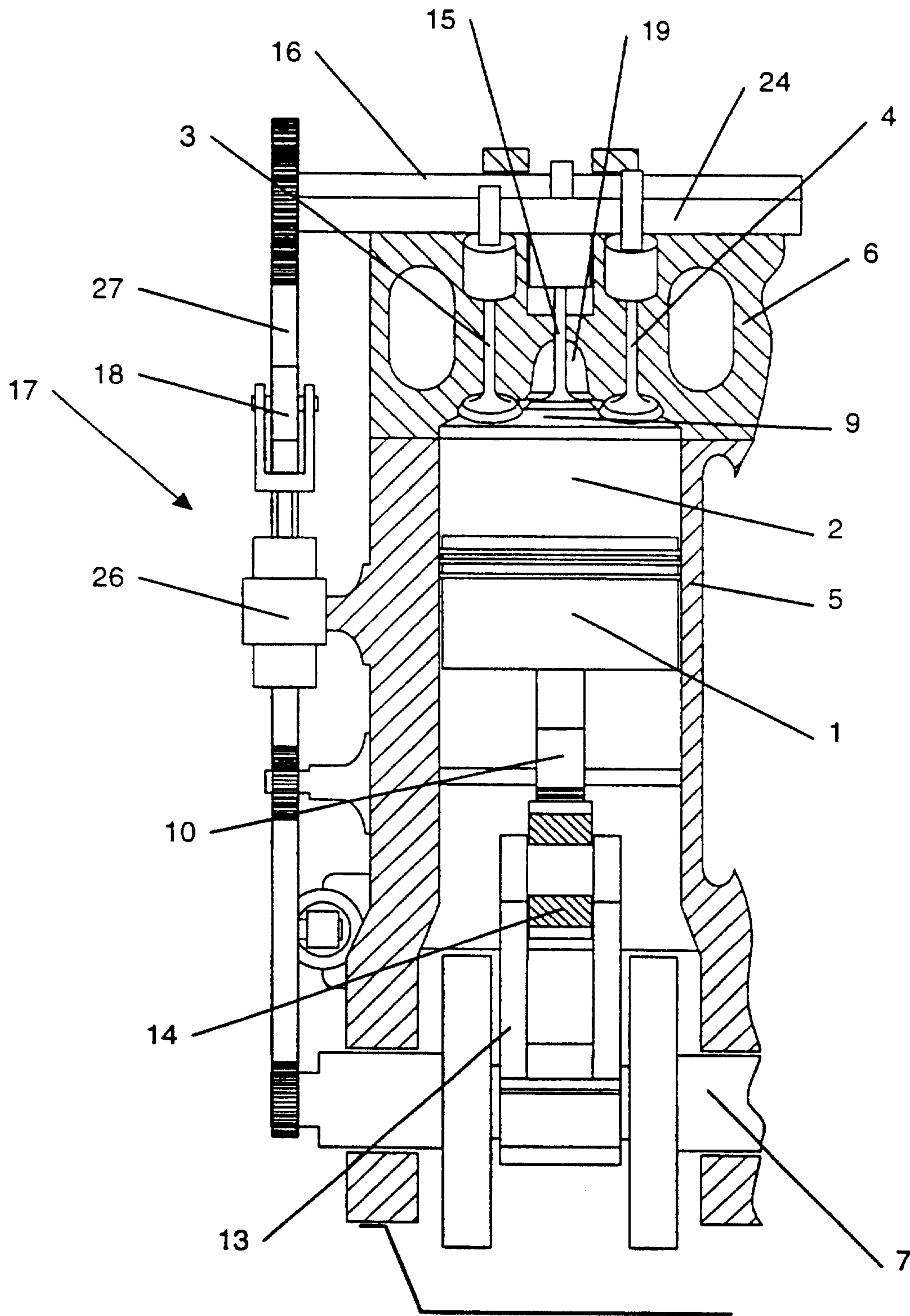


FIGURE 2

3/7

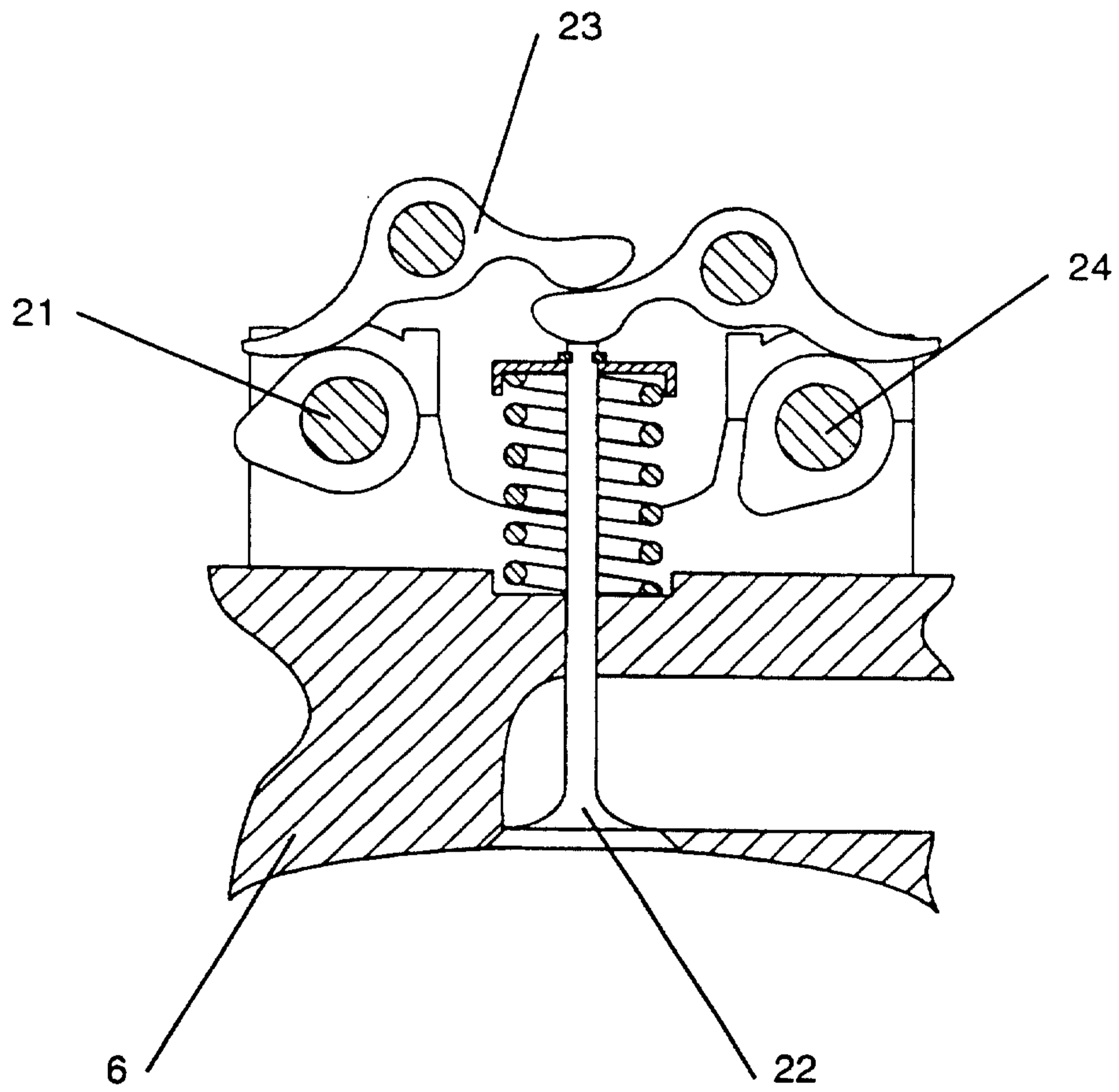


FIGURE 3

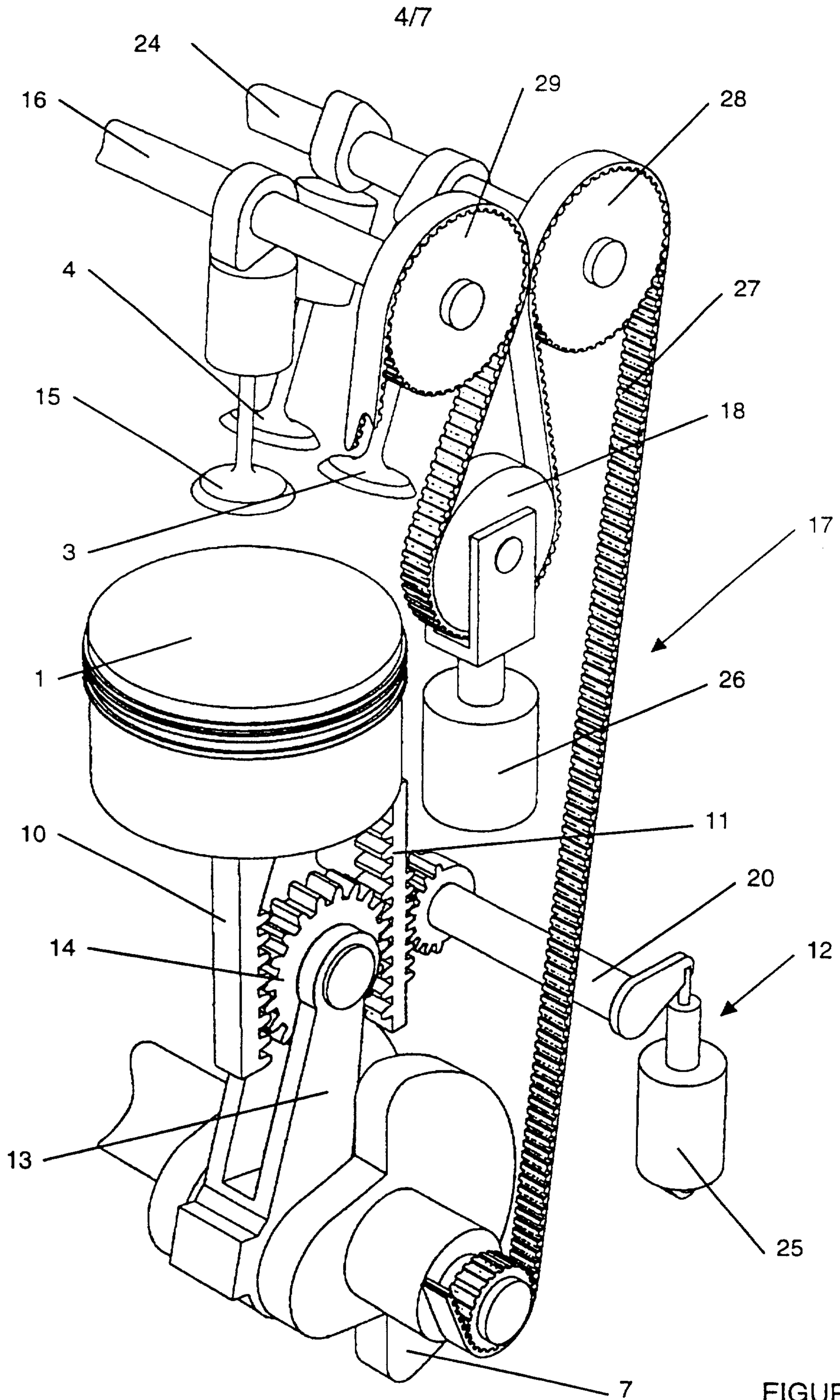


FIGURE 4

5/7

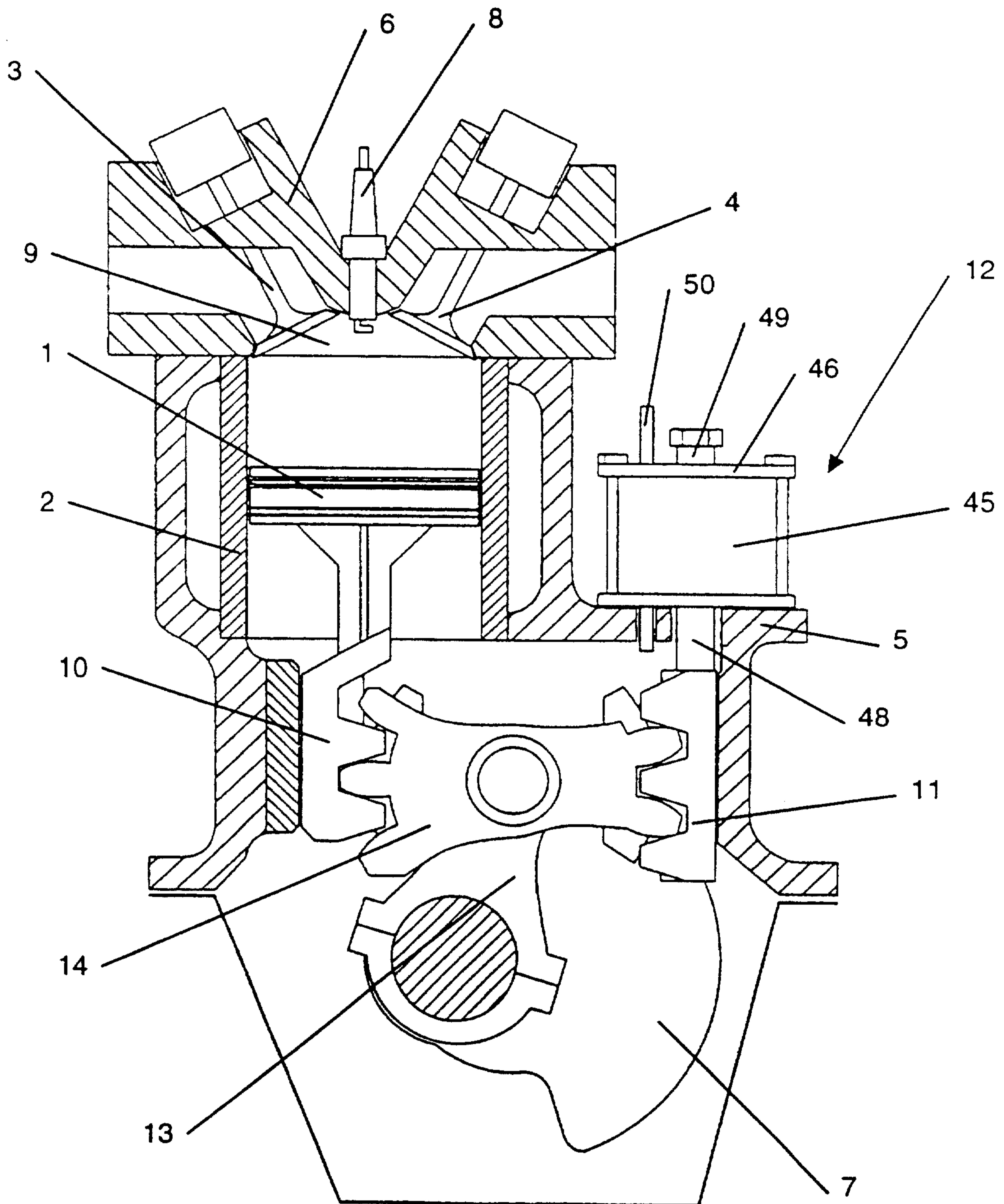


FIGURE 5



7/7

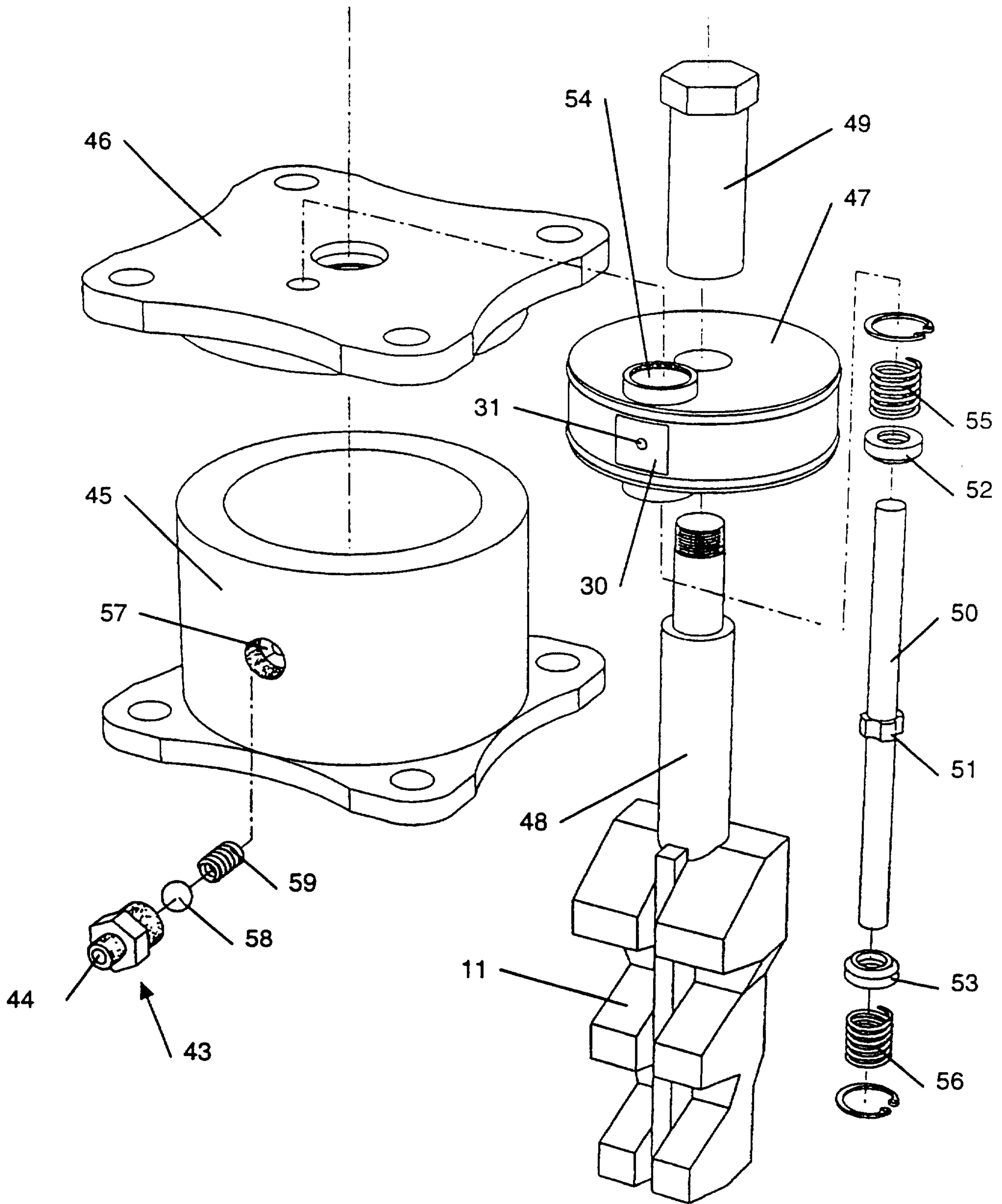


FIGURE 7