



(11) **EP 1 979 595 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
24.10.2012 Bulletin 2012/43

(21) Numéro de dépôt: **07730865.8**

(22) Date de dépôt: **26.01.2007**

(51) Int Cl.:
F02D 15/02 ^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2007/000147

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/085737 (02.08.2007 Gazette 2007/31)

(54) **DISPOSITIF ELECTROMECHANIQUE DE COMMANDE D'UN MOTEUR A RAPPORT
VOLUMETRIQUE VARIABLE**

ELEKTROMECHANISCHE VORRICHTUNG ZUR STEUERUNG EINES MOTORS MIT VARIABLER
VERDICHTUNG

ELECTROMECHANICAL DEVICE FOR CONTROLLING A VARIABLE COMPRESSION RATIO
ENGINE

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorité: **26.01.2006 FR 0600708
30.01.2006 US 762904 P**

(43) Date de publication de la demande:
15.10.2008 Bulletin 2008/42

(73) Titulaire: **Rabhi, Vianney
69006 Lyon (FR)**

(72) Inventeur: **Rabhi, Vianney
69006 Lyon (FR)**

(74) Mandataire: **Schmitt, John
Roosevelt Consultants,
109, rue Sully,
BP 6138
69466 Lyon Cédex 06 (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 634 319 WO-A-2005/098219
US-A- 5 406 911 US-B1- 6 354 252**

EP 1 979 595 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à un dispositif électromécanique permettant de piloter le taux de compression d'un moteur à rapport volumétrique variable.

[0002] On connaît, d'après les brevets internationaux WO98/51911, WO00/31377, WO03/008783 appartenant au demandeur, différents dispositifs mécaniques pour moteur à rapport volumétrique variable.

[0003] On remarque que le brevet international WO98/51911 au nom du demandeur décrit 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 effective et/ou de leur rapport volumétrique.

[0004] On constate que selon les brevets internationaux WO00/31377 et WO03/008783 au nom du demandeur le dispositif de transmission mécanique pour moteur à rapport volumétrique variable comprend au moins un cylindre dans lequel se déplace un piston qui est solidaire, dans sa partie inférieure, d'un organe de transmission coopérant d'une part au moyen d'une crémaillère de faible dimension avec un dispositif de guidage à roulement, et d'autre part au moyen d'une autre crémaillère de forte dimension avec une roue dentée solidaire d'une bielle, ceci permettant de réaliser la transmission du mouvement entre ledit piston et ladite bielle.

[0005] Le dispositif de transmission mécanique pour moteur à rapport volumétrique variable comprend également au moins une crémaillère de commande coopérant avec la roue dentée, des moyens de fixation du piston sur l'organe de transmission qui offrent une précontrainte de serrage, des moyens de liaison qui permettent de rigidifier les dents des crémaillères, et des moyens de renforcement et d'allègement de la structure de la roue dentée.

[0006] On observe que la position verticale de la crémaillère de commande du moteur détermine le rapport volumétrique dudit moteur.

[0007] Le maintien en position verticale de ladite crémaillère de commande et son déplacement vers une autre position verticale sont assurés par un vérin de commande.

[0008] Le vérin comporte une chambre inférieure et une chambre supérieure dont la cylindrée est maintenue identique à celle de ladite chambre inférieure grâce à un prolongateur d'axe de vérin également appelé tige supérieure de vérin.

[0009] Le vérin de commande comprend également un piston de vérin, des valves maintenues en place par des ressorts et une tige de contrôle. L'extrémité supérieure dudit vérin est fermée par une culasse.

[0010] On note que selon le brevet international WO 98/51911 au nom du demandeur, la position verticale de la tige de contrôle peut être modifiée par des moyens électriques de faible puissance qui peuvent imprimer à ladite tige de contrôle un mouvement de translation verticale permettant d'ouvrir ou de fermer les valves du vérin

de commande afin qu'il se place automatiquement à la même position verticale que celle de la tige de contrôle.

[0011] On note que les différents brevets au nom du demandeur ne décrivent aucune solution permettant de transmettre un travail généré par des moyens électriques de faible puissance à la ou les tiges(s) de contrôle du moteur à rapport volumétrique variable pour en régler la position verticale.

[0012] C'est pour permettre la réalisation des moyens de transmission compris entre des moyens électriques de faible puissance et la ou les tiges(s) de contrôle d'un moteur à rapport volumétrique variable que l'invention comporte un moteur à rapport volumétrique variable selon la revendication 1.

Avantageusement :

[0013] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames qui est positionné au-dessus d'une culasse du ou des vérin(s) de commande dudit moteur.

[0014] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames qui est positionné au-dessous du ou des vérin(s) de commande du moteur, à l'intérieur du bloc moteur dudit moteur.

[0015] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames comportant un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit arbre à cames.

[0016] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames comportant un ressort de rappel en rotation.

[0017] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames qui est relié au moteur électrique par des moyens de transmission intermédiaires.

[0018] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un arbre à cames qui est positionné dans l'axe longitudinal de la ou des tige(s) de contrôle du ou des vérin(s) de commande et perpendiculairement au dit axe, et agit sur la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle par l'intermédiaire d'au moins un poussoir.

[0019] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un poussoir qui comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle du moteur.

[0020] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un dispositif de réglage que comporte le poussoir qui est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation.

[0021] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend arbre à cames dont la position est déportée par rapport à celle de la ou des

tige(s) de contrôle du ou des vérin(s) de commande, ledit arbre à cames permettant de régler la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle du moteur par l'intermédiaire d'au moins un culbuteur.

[0022] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un culbuteur comportant une articulation à proximité de son centre lui permettant de pivoter par rapport au moteur, l'une des extrémités dudit culbuteur coopérant avec au moins une came de l'arbre à cames pour régler la position angulaire dudit culbuteur, tandis que l'autre extrémité dudit culbuteur coopère avec au moins une tige de contrôle pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle.

[0023] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend une articulation que comprend le culbuteur à proximité de son centre et qui permet audit culbuteur de pivoter par rapport au moteur, qui comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle du moteur.

[0024] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un dispositif de réglage que comporte l'articulation aménagée à proximité du centre du culbuteur qui est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation.

[0025] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des un culbuteur comportant une articulation en son extrémité lui permettant de pivoter par rapport au moteur d'une part, et une surface ménagée à proximité de son centre coopérant avec au moins une came de l'arbre à cames pour régler la position angulaire dudit culbuteur d'autre part, l'autre extrémité dudit culbuteur coopérant avec au moins une tige de contrôle pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle.

[0026] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend une articulation que comprend le culbuteur en son extrémité et qui permet audit culbuteur de pivoter par rapport au moteur, comportant un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle du moteur.

[0027] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un dispositif de réglage, que comporte l'articulation aménagée à l'extrémité du culbuteur qui est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation.

[0028] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des moyens mécaniques de transmission du mouvement entre au moins un moteur électrique et au moins une tige de contrôle qui sont constitués d'au moins un arbre à roues dentées comportant au moins une roue dentée coopérant avec une crémaillère de très petite dimension montée à l'extrémité d'au moins une tige de contrôle du moteur.

[0029] Le moteur à rapport volumétrique variable sui-

vant la présente invention comprend des moyens de transmission intermédiaires qui permettent de relier l'arbre à roues dentées au moteur électrique.

[0030] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend une crémaillère de très petite dimension qui comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle du moteur.

[0031] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un dispositif de réglage, que comporte la crémaillère de très petite dimension qui est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation.

[0032] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend un moteur électrique 802 qui comporte un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit moteur électrique.

[0033] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comporte autant de moteurs électriques que de tiges de contrôle, lesdites tiges de contrôle possédant chacune leur propre moteur électrique pour régler leur position verticale.

[0034] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend une tige de contrôle qui comporte deux épaulements de petit diamètre qui permettent de soulever deux valves de petit diamètre se trouvant respectivement dans des chambres supérieures et inférieures du vérin de commande, ladite tige de contrôle comportant également deux autres épaulements de gros diamètre qui permettent de soulever deux autres valves de gros diamètre se trouvant aussi respectivement dans les chambres supérieures et inférieures du vérin de commande, lesdits épaulements étant positionnés de sorte que les valves de petit diamètre soient toujours ouvertes par la tige de contrôle avant les valves de gros diamètre.

[0035] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des valves de petit diamètre présentent en leur centre un alésage traversé par la tige de contrôle, et une zone de contact sphérique qui vient coopérer avec une zone de contact conique aménagée dans les valves de gros diamètre.

[0036] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des valves de petit diamètre qui sont maintenues en contact avec les valves de gros diamètre logées dans la même chambre au moyen de ressorts venant prendre appui sur lesdites valves de petit diamètre d'une part, et sur la paroi de la chambre du vérin de commande dans laquelle elles sont logées d'autre part, lesdits ressorts permettant également de maintenir les valves de gros diamètre en contact avec un piston du vérin du vérin de commande.

[0037] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des valves de petit diamètre qui sont maintenues en contact avec les valves

de gros diamètre logées dans la même chambre au moyen d'au moins un ressort fixé sur un piston de vérin du vérin de commande et venant prendre appui sur lesdites valves de petit diamètre, ledit ressort permettant également de maintenir les valves de gros diamètre en contact avec le piston de vérin du vérin de commande.

[0038] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des valves de gros diamètre qui présentent une surface annulaire lisse pouvant être maintenue en contact avec une face lisse aménagée respectivement sur les faces supérieures et inférieures d'un piston de vérin du vérin de commande afin de réaliser une étanchéité avec ledit piston.

[0039] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend des valves de gros diamètre qui comportent des moyens de centrage qui les maintiennent toujours centrées sur la tige de commande selon leur axe longitudinal.

[0040] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend au moins une tige de contrôle d'un vérin de commande qui comporte au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite tige de contrôle.

[0041] Le moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention comprend au moins une crémaillère de commande comportant au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite crémaillère.

[0042] La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente et les avantages qu'elle est susceptible de procurer :

Figures 1 et 2 sont des vues en perspective illustrant un dispositif électromécanique suivant la présente invention permettant de piloter le taux de compression d'un moteur à rapport volumétrique variable.

Figure 3 est une vue schématique montrant une première variante du dispositif électromécanique suivant la présente invention.

Figure 4 est une vue schématique illustrant une seconde variante du dispositif électromécanique suivant la présente invention.

Figure 5 est une vue schématique représentant une troisième variante du dispositif électromécanique suivant la présente invention.

Figures 6 et 7 sont des vues montrant un dispositif de contrôle d'un moteur à rapport volumétrique variable suivant la présente invention.

[0043] On a montré en figures 1 et 2 un dispositif électromécanique 800 permettant de piloter le taux de com-

pression d'un moteur à rapport volumétrique variable comprenant pour chaque cylindre un dispositif de transmission 1 et un piston 2. Le dispositif de transmission mécanique 1 comporte dans la partie inférieure du piston 2 un organe de transmission 3 solidaire dudit piston et coopérant, d'une part avec un dispositif de guidage à roulement 4, et d'autre part avec une roue dentée 5. La roue dentée 5 coopère avec une bielle 6 reliée à un vilebrequin 9 afin de réaliser la transmission du mouvement entre le piston 2 et ledit vilebrequin 9. La roue dentée 5 coopère à l'opposé de l'organe de transmission 3 avec une autre crémaillère dite crémaillère de commande 7 dont la position verticale par rapport au bloc moteur est pilotée par un dispositif de contrôle 12. Le dispositif de contrôle 12 du moteur à rapport volumétrique variable comporte un vérin de commande 8 qui est constitué d'une tige supérieure de vérin 10, d'une tige inférieure de vérin 16, d'un piston de vérin 13 et d'une tige de contrôle 20. **[0044]** Le dispositif électromécanique 800 comporte des moyens mécaniques de transmission du mouvement 801 entre au moins un moteur électrique 802 et au moins une tige de contrôle 20 d'un dispositif de contrôle 12 permettant de régler la position verticale de la crémaillère de commande 7 dudit moteur à rapport volumétrique variable.

[0045] Le moteur électrique 802 peut être, par exemple, un moteur pas à pas, un servomoteur ou un moteur linéaire.

[0046] Le dispositif électromécanique 800 comprend un moteur électrique 802 qui comporte un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit moteur électrique.

[0047] Le dispositif électromécanique 800 comprend autant de moteurs électriques 802 que de tiges de contrôle 20, lesdites tiges de contrôle possédant chacune leur propre moteur électrique pour régler leur position verticale.

[0048] Le dispositif électromécanique 800 comporte des moyens mécaniques de transmission 801 qui sont constitués d'au moins un arbre à cames 803 qui comporte au moins une came 804.

[0049] L'arbre à cames 803 peut être, par exemple, monté sur des paliers ou sur des roulements, non représentés.

[0050] Le profil de la came 804 de l'arbre à cames 803 peut être quelconque ou bien, par exemple, en spirale afin d'offrir un rapport constant entre le déplacement angulaire de l'arbre à cames 803 et le déplacement linéaire de l'organe qui est en contact avec la came.

[0051] Le dispositif électromécanique 800 peut comporter un arbre à cames 803 qui est positionné au-dessus de la culasse du ou des vérin(s) de commande 8 du dispositif de contrôle 12 du moteur.

[0052] Le dispositif électromécanique 800 peut comporter un arbre à cames 803 qui est positionné au-dessous du ou des vérin(s) de commande 8 du dispositif de contrôle 12 du moteur et à l'intérieur du bloc moteur dudit moteur.

[0053] Le dispositif électromécanique 800 comprend un arbre à cames 803 qui comporte un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit arbre à cames.

[0054] Le dispositif électromécanique 800 comprend un arbre à cames 803 qui comporte un ressort 805 de rappel en rotation.

[0055] Le ressort 805 peut être, par exemple, un ressort de torsion constitué d'un fil enroulé suivant une forme cylindrique ou un ressort en spirale constitué d'une tôle d'acier enroulée en spirale.

[0056] Le dispositif électromécanique 800 comprend un arbre à cames 803 qui est relié au moteur électrique 802 par des moyens de transmission intermédiaires 806.

[0057] Les moyens de transmission intermédiaires 806 peuvent être constitués, par exemple, d'une roue dentée 807 qui coopère avec une vis sans fin 808.

[0058] En variante, les moyens de transmission intermédiaires 806 peuvent être constitués, par exemple, d'un système d'engrenage comportant au moins deux roues dentées, ou de roues dentées reliées entre elles par une chaîne ou de poulies crantées reliées entre elles par une courroie crantée.

[0059] On a montré en figure 1, 2 et 4, le dispositif électromécanique 800 suivant la présente invention comprenant un arbre à cames 803 dont la position est déportée par rapport à celle de la ou des tige(s) de contrôle 20 du ou des vérin(s) de commande 8.

[0060] L'arbre à cames 803 permet de régler la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle 20 du moteur par l'intermédiaire d'au moins un culbuteur 810 et 813.

[0061] Le culbuteur 810 et 813 peut être réalisé par exemple en fonderie, en acier forgé ou en tôle emboutie.

[0062] Chaque culbuteur 810 comporte une articulation 811 prévue à proximité de son centre lui permettant de pivoter par rapport au moteur.

[0063] L'une des extrémités du culbuteur 810 coopère avec au moins une came 804 de l'arbre à cames 803 pour régler la position angulaire dudit culbuteur, tandis que l'autre extrémité dudit culbuteur coopère avec au moins une tige de contrôle 20 pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle.

[0064] On note que l'articulation 811 prévue à proximité du centre du culbuteur 810 peut être, par exemple, une rotule ou une liaison pivot.

[0065] Egalement, l'articulation 811, que comporte chaque culbuteur 810 à proximité de son centre, comporte un dispositif de réglage 812 qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle 20 d'un vérin de commande 8 par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle 20 de l'autre ou des autres vérin(s) de commande 8 du moteur.

[0066] Le dispositif de réglage 812, que comporte l'articulation 811 aménagée à proximité du centre de chaque culbuteur 810, est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation, par exemple, par un contre écrou, par

collage, par clavetage ou par un frein de type « Nylstop ».

[0067] On a représenté en figure 3 le dispositif électromécanique 800 suivant la présente invention comprenant un arbre à cames 803 qui est positionné dans l'axe longitudinal de la ou des tige(s) de contrôle 20 du ou des vérin(s) de commande 8 et perpendiculairement audit axe, et agit sur la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle 20 par l'intermédiaire d'au moins un poussoir 809.

[0068] Le poussoir 809 comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle 20 par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle 20 de chaque vérin de commande 8 du moteur.

[0069] Le dispositif de réglage, que comporte le poussoir 809, est constitué d'un filetage pouvant être arrêté en rotation, par exemple, par un contre-écrou, par collage, par clavetage ou par un frein de type « Nylstop ».

[0070] On a montré en figure 4 le dispositif électromécanique 800 suivant la présente invention comprenant un culbuteur 813 qui comporte à l'une de ses extrémités une articulation 814 lui permettant de pivoter par rapport au moteur d'une part, et une surface 815 ménagée à proximité de son centre et coopérant avec au moins une came 804 de l'arbre à cames 803 pour régler la position angulaire dudit culbuteur 813 d'autre part.

[0071] L'autre extrémité dudit culbuteur 813 est prévue pour coopérer avec au moins une tige de contrôle 20 des vérins de commande 8 pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle.

[0072] On note que l'articulation 814 que comporte le culbuteur 813 en son extrémité peut être, par exemple, une rotule ou une liaison pivot.

[0073] L'articulation 814, que comporte le culbuteur 813 en son extrémité et qui permet audit culbuteur de pivoter par rapport au moteur, comporte un dispositif de réglage 816 permettant de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle 20 par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle 20 du moteur.

[0074] Le dispositif de réglage 816, que comporte l'articulation 814 aménagée à l'extrémité du culbuteur 813, est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation, par exemple, par un contre-écrou, par collage, par clavetage ou par un frein de type « Nylstop ».

[0075] On a illustré en figure 5 le dispositif électromécanique 800 suivant la présente invention comprenant des moyens mécaniques de transmission du mouvement 801 entre au moins un moteur électrique 802 et au moins une tige de contrôle 20.

[0076] Les moyens mécaniques de transmission du mouvement 801 sont constitués d'au moins un arbre à roues dentées 817 qui comporte au moins une roue dentée 818 coopérant avec une crémaillère de très petite dimension 819 montée à l'extrémité d'au moins une tige de contrôle 20 du moteur.

[0077] L'arbre à roues dentées 817 peut être, par exemple, monté sur des paliers ou sur des roulements

non représentés.

[0078] L'arbre à roues dentées 817 peut être, par exemple, monté sur des paliers ou sur des roulements non représentés.

[0079] Le dispositif électromécanique 800 comprend un arbre à roues dentées 817 qui est relié au moteur électrique 802 par des moyens de transmission intermédiaires 806.

[0080] Les moyens de transmission intermédiaires 806 peuvent être constitués, par exemple, d'une roue dentée 807 qui coopère avec une vis sans fin 808 ou d'un système d'engrenage comportant au moins deux roues dentées, de roues dentées reliées entre elles par une chaîne ou de poulies crantées reliées entre elles par une courroie crantée.

[0081] La crémaillère de très petite dimension 819 comporte un dispositif de réglage permettant de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle 20 par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle 20 du moteur.

[0082] Le dispositif de réglage, que comporte la crémaillère de très petite dimension 819, est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation, par exemple, par un contre-écrou, par collage, par clavetage ou par un frein de type « Nylstop ».

[0083] Lorsque le dispositif électromécanique 800 suivant la présente invention comporte soit au moins un poussoir 809, soit au moins un culbuteur 810, 813, soit au moins crémaillère de très petite dimension 819, le réglage de la position verticale initiale des tiges de contrôle 20 du moteur les unes par rapport aux autres est effectué lors de l'assemblage du moteur.

[0084] Le réglage de la position verticale initiale des tiges de contrôle 20 lors de l'assemblage du moteur est effectué soit en mesurant l'altitude des pistons 2 du moteur au point mort haut au moyen d'un comparateur ou de tout autre instrument de mesure installé dans le puits de bougie, soit en mesurant le volume des chambres de combustion dudit moteur lorsque les pistons 2 dudit moteur sont au point mort haut.

[0085] Selon un autre mode de réalisation, lorsque le dispositif électromécanique 800 coopère avec un poussoir 809, ou avec un culbuteur 810, 813, ou avec une crémaillère de très petite dimension 819, le dispositif de réglage de la position verticale initiale des tiges de contrôle 20 du moteur les unes par rapport aux autres peut être constitué d'un moteur électrique. A cet effet, chaque moteur électrique peut être, par exemple, un moteur piézoélectrique linéaire.

[0086] Dans ce cas, le réglage de la position verticale initiale des tiges de contrôle 20 du moteur les unes par rapport aux autres peut s'effectuer moteur en marche, soit en mesurant la pression effective dans les chambres de combustion du moteur au moyen de capteurs appropriés, soit en déduisant la pression effective régnant dans les chambres de combustion du moteur à partir de la pression mesurée dans la chambre supérieure des vérins de commande du moteur au moyen d'au moins un

capteur de pression.

[0087] On a montré en figures 6 et 7 un dispositif de contrôle 12 du moteur à rapport volumétrique variable comportant un vérin de commande 8 qui est constitué d'une tige supérieure de vérin 10, d'une tige inférieure de vérin 16, d'un piston de vérin 13 et d'une tige de contrôle 20.

[0088] Le piston de vérin 13 comporte une bague de rotulage périphérique 180 qui épouse la forme sphérique dudit piston de vérin.

[0089] La tige supérieure de vérin 10 comporte dans sa partie interne et en son centre un clapet anti-retour 185 de compensation des fuites dont l'entrée est en communication avec une chambre 184 ménagée dans la culasse 300 du vérin de commande 8.

[0090] La tige de contrôle 20 du vérin de commande 8 du dispositif électromécanique 800 comporte deux épaulements 23 de petit diamètre permettant de soulever deux valves 21 de petit diamètre se trouvant respectivement dans les chambres supérieures 121 et inférieure 122 du vérin de commande 8.

[0091] La tige de contrôle 20 comporte, également, deux épaulements 24 de gros diamètre qui permettent de soulever deux valves 25 de gros diamètre se trouvant aussi respectivement dans les chambres supérieures 121 et inférieure 122 du vérin de commande 8.

[0092] Les épaulements 23 de petit diamètre et les épaulements 24 de gros diamètre sont positionnés de sorte que les valves de petit diamètre 21 soient toujours ouvertes par la tige de contrôle 20 avant les valves 25 de gros diamètre.

[0093] Les valves 21 de petit diamètre comportent en leur centre un alésage traversé par la tige de contrôle 20, et une zone de contact sphérique 26 qui vient coopérer avec une zone de contact conique 27 aménagée dans les valves 25 de gros diamètre.

[0094] Selon un mode particulier de réalisation, l'alésage aménagé au centre des valves 21 de petit diamètre et qui est traversé par la tige de contrôle 20 peut comporter une gorge contenant un joint d'étanchéité 28 pouvant être torique en matériau élastique, ou en deux parties l'une annulaire directement en contact avec la tige de contrôle 20 et qui présente des caractéristiques particulières de résistance à l'usure, et l'autre torique qui présente des caractéristiques particulières d'élasticité et d'étanchéité et qui reste toujours en contact avec le fond de ladite gorge.

[0095] A cet effet, pour faciliter le montage du joint 28, les valves 21 de petit diamètre peuvent être réalisées en deux parties qui sont assemblées par frettage, collage ou sertissage après montage du joint.

[0096] Les valves 21 de petit diamètre sont maintenues en contact avec les valves 25 de gros diamètre logées dans la même chambre au moyen de ressorts 22 venant prendre appui sur lesdites valves 21 de petit diamètre d'une part, et sur la paroi de la chambre 121, 122 du vérin de commande 8 dans laquelle elles sont logées d'autre part, lesdits ressorts 22 permettant également de

maintenir les valves 25 de gros diamètre en contact avec le piston du vérin 13 du vérin de commande 8.

[0097] Selon un mode particulier de réalisation, les ressorts 22 peuvent être, par exemple, de type hélicoïdal et être montés coaxialement à la tige de contrôle 20.

[0098] En variante, les valves 21 de petit diamètre sont maintenues en contact avec les valves 25 de gros diamètre logées dans la même chambre 121, 122 au moyen d'au moins un ressort fixé sur le piston de vérin 13 et venant prendre appui sur lesdites valves de petit diamètre, ledit ressort permettant également de maintenir les valves 25 de gros diamètre en contact avec le piston de vérin 13 du vérin de commande 8.

[0099] Selon un mode particulier de réalisation, le ressort fixé sur le piston de vérin 13 peut être constitué d'une tôle d'acier de forme appropriée ou peut être un ressort de torsion constitué d'un enroulement de fil d'acier.

[0100] Les valves 25 de gros diamètre comportent une surface annulaire lisse 29 pouvant être maintenue en contact avec une face lisse aménagée respectivement sur les faces supérieures et inférieures du piston du vérin 13 du vérin de commande 8 afin de réaliser une étanchéité avec ledit piston.

[0101] Les valves 25 de gros diamètre comportent des moyens de centrage qui les maintiennent toujours centrées sur la tige de commande 20 selon leur axe longitudinal.

[0102] Selon un mode particulier de réalisation, les moyens de centrage qui assurent le centrage des valves de gros diamètre sur la tige de commande 20 laissent une mobilité radiale suffisante aux dites valves 25 de gros diamètre pour que l'étanchéité entre lesdites valves et le piston du vérin 13 du vérin de commande 8 soit toujours réalisée quelle que soit l'orientation dudit piston par rapport au moteur.

[0103] Le dispositif électromécanique 800 comprend au moins une tige de contrôle 20 qui comporte au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite tige.

[0104] Le dispositif électromécanique 800 comprend au moins une crémaillère de commande 7 qui comporte au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite crémaillère.

[0105] Il doit d'ailleurs être entendu que la description qui précède n'a été donnée qu'à titre d'exemple et qu'elle ne limite nullement le domaine de l'invention dont on ne sortirait pas en remplaçant les détails d'exécution décrits par tout autre équivalent sans sortir du cadre de la revendication 1.

Revendications

1. Moteur à rapport volumétrique variable comprenant un dispositif électromécanique (800) permettant de piloter le taux de compression dudit moteur, ledit moteur à rapport volumétrique variable comprenant au

moins un dispositif de transmission (1) permettant la transmission du mouvement à chaque piston (2) par l'intermédiaire d'un organe de transmission (3) solidaire dudit piston et coopérant d'une part avec un dispositif de guidage à roulement (4) et d'autre part avec une roue dentée (5) montée sur une bielle (6) solidaire d'un vilebrequin (9), une crémaillère de commande (7) coopérant à l'opposé de l'organe de transmission (3) avec la roue dentée (5), et au moins un dispositif de contrôle (12), ledit dispositif de contrôle (12) comportant pour chaque piston (12) d'une part un vérin de commande (8) qui est constitué d'un piston de vérin (13) solidaire d'une tige supérieure de vérin (10) et d'une tige inférieure de vérin (16) coopérant avec ladite crémaillère de commande (7), et d'autre part une tige de contrôle (20) traversant le piston de vérin (13) afin de piloter la position verticale de ladite crémaillère de commande (7) par rapport au bloc moteur dudit moteur, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens mécaniques de transmission du mouvement (801) qui sont constitués d'un arbre (803, 817) comprenant au moins une came (804) ou au moins une roue dentée (818), lesdits moyens mécaniques de transmission du mouvement (801) dudit dispositif électromécanique (800) étant disposés entre au moins un moteur électrique (802) et au moins une tige de contrôle (20) d'un vérin de commande (8) du dispositif de contrôle (12) pour permettre de régler la position verticale de la crémaillère de commande (7) dudit moteur à rapport volumétrique variable.

2. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) est positionné au-dessus d'une culasse (300) du ou des vérin(s) de commande (8) dudit moteur.

3. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) est positionné au-dessous du ou des vérin(s) de commande (8) du moteur, à l'intérieur du bloc moteur dudit moteur.

4. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) comporte un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit arbre à cames.

5. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) comporte un ressort (805) de rappel en rotation.

6. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803)

comprenant au moins une came (804) est relié au moteur électrique (802) par des moyens de transmission intermédiaires (806).

7. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) est positionné dans l'axe longitudinal de la ou des tige(s) de contrôle (20) du ou des vérin(s) de commande (8) et perpendiculairement audit axe, et agit sur la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle (20) par l'intermédiaire d'au moins un poussoir (809). 5
8. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 7, **caractérisé en ce que** le poussoir (809) comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle (20) par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle (20) du moteur. 10
9. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage que comporte le poussoir (809) est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation. 15
10. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la position de l'arbre (803) comprenant au moins une came (804) est déportée par rapport à celle de la ou des tige(s) de contrôle (20) du ou des vérin(s) de commande (8), ledit arbre (803) permettant de régler la position verticale de ladite ou desdites tige(s) de contrôle (20) du moteur par l'intermédiaire d'au moins un culbuteur (810, 813). 20
11. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que** le culbuteur (810) comporte une articulation (811) à proximité de son centre lui permettant de pivoter par rapport au moteur, l'une des extrémités dudit culbuteur coopérant avec au moins une came (804) de l'arbre (803) pour régler la position angulaire dudit culbuteur, tandis que l'autre extrémité dudit culbuteur (810) coopère avec au moins une tige de contrôle (20) pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle. 25
12. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'articulation (811), que comprend le culbuteur (810) à proximité de son centre et qui permet audit culbuteur de pivoter par rapport au moteur, comporte un dispositif de réglage (812) qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle (20) par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle (20) du moteur. 30
13. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la re- 35

vendication 12, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage (812), que comporte l'articulation (811) aménagée à proximité du centre du culbuteur (810), est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation.

14. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 10, **caractérisé en ce que** le culbuteur (813) comporte une articulation (814) en son extrémité lui permettant de pivoter par rapport au moteur d'une part, et une surface (815) ménagée à proximité de son centre coopérant avec au moins une came (804) de l'arbre (803) pour régler la position angulaire dudit culbuteur d'autre part, l'autre extrémité dudit culbuteur (813) coopérant avec au moins une tige de contrôle (20) pour régler la position verticale de ladite tige de contrôle. 40
15. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'articulation (814), que comprend le culbuteur (813) en son extrémité et qui permet audit culbuteur de pivoter par rapport au moteur, comporte un dispositif de réglage (816) qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle (20) par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle (20) du moteur. 45
16. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 15, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage (816), que comporte l'articulation (814) aménagée à l'extrémité du culbuteur (813) est constitué d'un filetage qui peut être arrêté en rotation. 50
17. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'arbre (817) comporte au moins une roue dentée (818) coopérant avec une crémaillère de très petite dimension (819) montée à l'extrémité d'au moins une tige de contrôle (20) du moteur. 55
18. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 17, **caractérisé en ce que** des moyens de transmission intermédiaires (806) permettent de relier l'arbre (817) au moteur électrique (802).
19. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 17, **caractérisé en ce que** la crémaillère de très petite dimension (819) comporte un dispositif de réglage qui permet de fixer la position verticale initiale d'au moins une tige de contrôle (20) par rapport à la position verticale initiale de l'autre ou des autres tige(s) de contrôle (20) du moteur.
20. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 19, **caractérisé en ce que** le dispositif de réglage, que comporte la crémaillère de très petite dimension (819), est constitué d'un filetage qui

peut être arrêté en rotation.

21. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moteur électrique (802) comporte un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position angulaire dudit moteur électrique. 5
22. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte autant de moteurs électriques que de tiges de contrôle (20), lesdites tiges de contrôle (20) possédant chacune leur propre moteur électrique pour régler leur position verticale. 10
23. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tige de contrôle (20) comporte deux épaulements (23) de petit diamètre qui permettent de soulever deux valves (21) de petit diamètre se trouvant respectivement dans deux chambres supérieures (121) et inférieures (122) du vérin de commande (8) séparées par le piston de vérin (13), ladite tige de contrôle (20) comportant également deux autres épaulements (24) de gros diamètre qui permettent de soulever deux autres valves (25) de gros diamètre se trouvant aussi respectivement dans les chambres supérieures (121) et inférieures (122) du vérin de commande (8), lesdits épaulements étant positionnés de sorte que les valves (21) de petit diamètre soient toujours ouvertes par la tige de contrôle (20) avant les valves (25) de gros diamètre. 15 20 25 30
24. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 23, **caractérisé en ce que** les valves (21) de petit diamètre présentent en leur centre un alésage traversé par la tige de contrôle (20), et une zone de contact sphérique (26) qui vient coopérer avec une zone de contact conique (27) aménagée dans les valves (25) de gros diamètre. 35 40
25. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 23, **caractérisé en ce que** les valves (21) de petit diamètre sont maintenues en contact avec les valves (25) de gros diamètre logées dans la même chambre (121, 122) au moyen de ressorts (22) venant prendre appui sur lesdites valves de petit diamètre d'une part, et sur la paroi de la chambre (121, 122) du vérin de commande (8) dans laquelle elles sont logées d'autre part, lesdits ressorts (22) permettant également de maintenir les valves (25) de gros diamètre en contact avec le piston du vérin (13) du vérin de commande (8). 45 50
26. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 23, **caractérisé en ce que** les valves (21) de petit diamètre sont maintenues en contact avec les valves (25) de gros diamètre logées dans 55

la même chambre (121, 122) au moyen d'au moins un ressort fixé sur le piston de vérin (13) du vérin de commande (8) et venant prendre appui sur lesdites valves de petit diamètre, ledit ressort permettant également de maintenir les valves de gros diamètre en contact avec le piston de vérin (13) du vérin de commande (8).

27. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 23, **caractérisé en ce que** les valves (25) de gros diamètre présentent une surface annulaire lisse (29) pouvant être maintenue en contact avec une face lisse aménagée respectivement sur les faces supérieures et inférieures du piston de vérin (13) du vérin de commande (8) afin de réaliser une étanchéité avec ledit piston. 10 15
28. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 23, **caractérisé en ce que** les valves (25) de gros diamètre comportent des moyens de centrage qui les maintiennent toujours centrées sur la tige de commande selon leur axe longitudinal. 20
29. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'au moins** une des tiges de contrôle (20) d'un vérin de commande (8) comporte au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite tige de contrôle (20). 25 30
30. Moteur à rapport volumétrique variable suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'au moins** une des crémaillères de commande (7) comporte au moins un capteur permettant de renseigner le système de gestion du moteur sur la position verticale de ladite crémaillère. 35 40

Claims

1. A variable compression ratio engine comprising an electromechanical device (800) making it possible to steer the compression ratio of said engine, said variable compression ratio engine comprising at least one transmission device (1) making it possible to transmit movement to each piston (2) by means of a transmission member (3) secured to said piston and engaging on the one hand with a rolling guiding device (4) and on the other hand with a toothed wheel (5) mounted on a connecting rod (6) secured to a crankshaft (9), a control rack (7) engaging opposite the transmission member (3) with the toothed wheel (5), and at least one control device (12), said control device (12) including, for each piston (2), on the one hand a control actuator (8) that is made up of an actuator piston (13) secured to an upper actuator pin (10) and a lower actuator pin (16) engaging with said control rack (7), and on the other hand a control rod 50 55

- (20) passing through the actuator piston (13) so as to steer the vertical position of said control rack (7) relative to the engine block of said engine, **characterized in that** it includes mechanical movement transmission means (801) that are made up of a shaft (803, 817) comprising at least one cam (804) or at least one toothed wheel (818), said mechanical movement transmission means (801) of said electromechanical device (800) being positioned between at least one electric engine (802) and at least one control rod (20) of a control actuator (8) of the control device (12) to make it possible to adjust the vertical position of the control rack (7) of said variable compression ratio engine.
2. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) is positioned above a cylinder head (300) of the control actuator(s) (8) of said engine.
 3. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) is positioned below the control actuator(s) (8) of the engine, inside the engine block of said engine.
 4. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) includes a sensor making it possible to inform the management system of the engine about the angular position of said cam-shaft.
 5. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) includes a rotational return spring (805).
 6. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) is connected to the electric engine (802) by intermediate transmission means (806).
 7. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (803) comprising at least one cam (804) is positioned in the longitudinal axis of the control rod(s) (20) of the control actuator(s) (8) and perpendicular to said axis, and acts on the vertical position of said control rod (s) (20) by means of at least one pusher (809).
 8. The variable compression ratio engine according to claim 7, **characterized in that** the pusher (809) includes an adjusting device that makes it possible to set the initial vertical position of at least one control rod (20) relative to the initial vertical position of the other control rod(s) (20) of the engine.
 9. The variable compression ratio engine according to claim 8, **characterized in that** the adjusting device included in the pusher (809) is made up of a thread that may be stopped in rotation.
 10. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the position of the shaft (803) comprising at least one cam (804) is offset relative to that of the control rod(s) (20) of the control actuator(s) (8), said shaft (803) making it possible to adjust the vertical position of said control rod (s) (20) of the engine by means of at least one rocker arm (810, 813).
 11. The variable compression ratio engine according to claim 10, **characterized in that** the rocker arm (810) includes a joint (811) close to its center allowing it to pivot relative to the engine, one of the ends of said rocker arm engaging with at least one cam (804) of the shaft (803) to adjust the angular position of said rocker arm, while the other end of said rocker arm (810) engages with at least one control rod (20) to adjust the vertical position of said control rod.
 12. The variable compression ratio engine according to claim 11, **characterized in that** the joint (811), comprised by the rocker arm (810) near its center and which allows the rocker arm to pivot relative to the engine, includes an adjusting device (812) that makes it possible to set the initial vertical position of at least one control rod (20) relative to the initial vertical position of the other control rod(s) (20) of the engine.
 13. The variable compression ratio engine according to claim 12, **characterized in that** the adjusting device (812), included in the joint (811) formed near the center of the rocker arm (810), is made up of a thread that can be stopped in rotation.
 14. The variable compression ratio engine according to claim 10, **characterized in that** the rocker arm (813) includes a joint (14) at the end thereof allowing it to pivot relative to the engine on the one hand, and a surface (815) formed near its center engaging with at least one cam (804) of the shaft (803) to adjust the angular position of said rocker arm on the other hand, the other end of said rocker arm (813) engaging with at least one control rod (20) to adjust the vertical position of said control rod.
 15. The variable compression ratio engine according to claim 14, **characterized in that** the joint (814), comprised by the rocker arm (813) at the end thereof and which allows said rocker arm to pivot relative to the engine, includes an adjusting device (816) that

makes it possible to set the initial vertical position of at least one control rod (20) relative to the initial vertical position of the other control rod(s) (20) of the engine.

16. The variable compression ratio engine according to claim 15, **characterized in that** the adjusting device (816), included in the joint (814) formed at the end of the rocker arm (813), is made up of a thread that can be stopped in rotation.
17. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the shaft (817) includes at least one toothed wheel (818) engaging with a very small rack (819) mounted at the end of at least one control rod (20) of the engine.
18. The variable compression ratio engine according to claim 17, **characterized in that** intermediate transmission means (806) make it possible to connect the shaft (817) to the electric engine (802).
19. The variable compression ratio engine according to claim 17, **characterized in that** the very small rack (819) includes an adjusting device that makes it possible to set the initial vertical position of at least one control rod (20) relative to the initial vertical position of the other control rod(s) (20) of the engine.
20. The variable compression ratio engine according to claim 19, **characterized in that** the adjusting device, included in the very small rack (819), is made up of a thread that can be stopped in rotation.
21. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the electric engine (802) includes a sensor making it possible to inform the management system of the engine about the angular position of said electric engine.
22. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** it includes as many electric engines as there are control rods (20), said control rods (20) each having their own electric engine to adjust their vertical position.
23. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** the control rod (20) includes two shoulders (23) of small diameter that make it possible to raise two valves (21) of small diameter respectively located in two upper (121) and lower (122) chambers of the control actuator (8) separated by the actuator piston (13), said control rod (20) also including two other shoulders (24) of large diameter that make it possible to raise two other valves (25) of large diameter also respectively located in the upper (121) and lower (122) chambers of the control actuator (8), said shoulders being posi-

tioned so that the valves (21) of small diameter are always opened by the control rod (20) before the valves (25) of large diameter.

24. The variable compression ratio engine according to claim 23, **characterized in that** the valves (21) of small diameter have a bore in their center through which the control rod (20) passes, and a spherical contact area (26) that engages with a conical contact area (27) formed in the valves (25) of large diameter.
25. The variable compression ratio engine according to claim 23, **characterized in that** the valves (21) of small diameter are kept in contact with the valves (25) of large diameter housed in the same chamber (121, 122) using springs (22) bearing on said valves of small diameter on the one hand, and on the wall of the chamber (121, 122) of the control actuator (8) in which they are housed on the other hand, said springs (22) also making it possible to keep the valves (25) of large diameter in contact with the piston of the actuator (13) of the control actuator (8).
26. The variable compression ratio engine according to claim 23, **characterized in that** the valves (21) of small diameter are kept in contact with the valves (25) of large diameter housed in the same chamber (121, 122) by at least one spring fastened on the actuator piston (13) of the control actuator (8) and bearing on said valves of small diameter, said spring also making it possible to keep the valves of large diameter in contact with the actuator piston (13) of the control actuator (8).
27. The variable compression ratio engine according to claim 23, **characterized in that** the valves (25) of large diameter have a smooth annular surface (29) that can be kept in contact with a smooth surface respectively formed on the upper and lower surfaces of the actuator piston (13) of the control cylinder (8) in order to achieve sealing with said piston.
28. The variable compression ratio engine according to claim 23, **characterized in that** the valves (25) of large diameter include centering means always keeping them centered on the control rod along their longitudinal axis.
29. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** at least one of the control rods (20) of a control actuator (8) includes at least one sensor making it possible to inform the management system of the engine about the vertical position of said control rod (20).
30. The variable compression ratio engine according to claim 1, **characterized in that** at least one of the control racks (7) includes at least one sensor making

it possible to inform the management system of the engine about the vertical position of said rack.

Patentansprüche

1. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung, umfassend eine elektromechanische Vorrichtung (800), die eine Steuerung des Verdichtungsverhältnisses der Kraftmaschine ermöglicht, wobei die Kraftmaschine mit variabler Verdichtung Folgendes umfasst: mindestens eine Übertragungseinrichtung (1), welche die Übertragung der Bewegung auf jeden Kolben (2) mittels eines Übertragungsorgans (3) ermöglicht, das mit dem Kolben fest verbunden ist und einerseits mit einer Wälzführungseinrichtung (4) und andererseits mit einem Zahnrad (5) zusammenwirkt, das an einer Pleuelstange (6) befestigt ist, die mit einer Kurbelwelle (9) fest verbunden ist, wobei eine Steuerzahnstange (7) auf der dem Übertragungsorgan (3) gegenüberliegenden Seite mit dem Zahnrad (5) zusammenwirkt, und mindestens eine Steuereinrichtung (12), wobei die Steuereinrichtung (12) für jeden Kolben (2) einerseits einen Stellzylinder (8) aufweist, der aus einem Zylinderkolben (13) gebildet ist, der mit einer oberen Kolbenstange (10) und einer mit der Steuerzahnstange (7) zusammenwirkenden unteren Kolbenstange (16) fest verbunden ist, und andererseits eine Stellstange (20), die den Zylinderkolben (13) durchquert, um die vertikale Stellung der Steuerzahnstange (7) in Bezug auf den Zylinderblock der Kraftmaschine zu steuern, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mechanische Bewegungsübertragungsmittel (801) aufweist, die aus einer Welle (803, 817) mit mindestens einem Nocken (804) oder mindestens einem Zahnrad (818) gebildet sind, wobei die mechanischen Bewegungsübertragungsmittel (801) der elektromechanischen Vorrichtung (800) zwischen mindestens einem Elektromotor (802) und mindestens einer Stellstange (20) eines Stellzylinders (8) der Steuereinrichtung (12) angeordnet sind, um ein Einstellen der vertikalen Stellung der Steuerzahnstange (7) der Kraftmaschine mit variabler Verdichtung zu ermöglichen.
2. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, unterhalb eines Zylinderkopfes (300) des oder der Stellzylinder(s) (8) der Kraftmaschine positioniert ist.
3. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, unterhalb des oder der Stellzylinder(s) (8) der Kraftmaschine, im Inneren des Zylinderblocks der Kraftmaschine positioniert ist.

4. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, einen Sensor aufweist, der ermöglicht, das Steuerungssystem der Kraftmaschine über die Winkelposition der Nockenwelle zu informieren.
5. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, eine drehbewegliche Rückföhrfeder (805) aufweist.
6. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, mit einem Elektromotor (802) verbunden ist und zwar über dazwischen angeordnete Übertragungsmittel (806).
7. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, auf der Längsachse der Stellstange(n) (20) des oder der Stellzylinder(s) (8) und senkrecht zu dieser Achse positioniert ist und über mindestens einen Stößel (809) auf die vertikale Stellung der Stellstange(n) (20) einwirkt.
8. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stößel (809) einen Einstellmechanismus aufweist, der ermöglicht, die anfängliche vertikale Stellung der mindestens einen Stellstange (20) im Verhältnis zur anfänglichen vertikalen Stellung der anderen Stellstange(n) (20) der Kraftmaschine zu fixieren.
9. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstellmechanismus, den der Stößel (809) aufweist, von einem Gewinde gebildet wird, das gegen Verdrehen gesichert werden kann.
10. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Position der Welle (803), die mindestens einen Nocken (804) aufweist, im Vergleich zu jener der Stellstange (n) (20) des oder der Stellzylinder (8) verschoben ist, wobei die Welle (803) ermöglicht, die vertikale Stellung der Stellstange(n) (20) der Kraftmaschine über mindestens einen Kipphebel (810, 813) einzustellen.
11. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kipphebel (810) in der Nähe seines Schwerpunkts ein Gelenk (811) aufweist, das ihm ein Schwenken in Bezug auf die Kraftmaschine ermöglicht, wobei eines der Enden des Kipphebels mit mindestens ei-

nem Nocken (804) der Welle (803) zusammenwirkt, um die Winkelposition des Kipphebels einzustellen, während das andere Ende des Kipphebels (810) mit mindestens einer Stellstange (20) zusammenwirkt, um die vertikale Stellung der Stellstange einzustellen.

12. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gelenk (811), das der Kipphebel (810) in der Nähe seines Schwerpunkts aufweist und das ein Schwenken des Kipphebels in Bezug auf die Kraftmaschine ermöglicht, einen Einstellmechanismus (812) aufweist, der ermöglicht, die anfängliche vertikale Stellung mindestens einer Stellstange (20) im Verhältnis zur anfänglichen vertikalen Stellung der anderen Stellstange(n) (20) der Kraftmaschine zu fixieren.

13. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstellmechanismus (812), den das in der Nähe des Schwerpunkts des Kipphebels (810) angeordnete Gelenk (811) aufweist, von einem Gewinde gebildet wird, das gegen Verdrehen gesichert werden kann.

14. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kipphebel (813) einerseits an seinem Ende ein Gelenk (814) aufweist, das ihm ein Schwenken in Bezug auf die Kraftmaschine ermöglicht, und andererseits eine Oberfläche (815), die in der Nähe seines Schwerpunkts vorgesehen ist und mit mindestens einem Nocken (804) der Welle (803) zusammenwirkt, um die Winkelposition des Kipphebels einzustellen, während das andere Ende des Kipphebels (813) mit mindestens einer Stellstange (20) zusammenwirkt, um die vertikale Stellung der Stellstange einzustellen.

15. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gelenk (814), das der Kipphebel (813) an seinem Ende aufweist und das ein Schwenken des Kipphebels in Bezug auf die Kraftmaschine ermöglicht, einen Einstellmechanismus (816) aufweist, der ermöglicht, die anfängliche vertikale Stellung mindestens einer Stellstange (20) im Verhältnis zur anfänglichen vertikalen Stellung der anderen Stellstange(n) (20) der Kraftmaschine zu fixieren.

16. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstellmechanismus (816), den das am Ende des Kipphebels (813) angeordnete Gelenk (814) aufweist, von einem Gewinde (813) gebildet wird, das gegen Verdrehen gesichert werden kann.

17. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach An-

spruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welle (817) mindestens ein Zahnrad (818) aufweist, das mit einer Zahnstange sehr kleiner Abmessungen (819) zusammenwirkt, die am Ende mindestens einer Stellstange (20) der Kraftmaschine angebracht ist.

18. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** dazwischen angeordnete Übertragungsmittel (806) ermöglichen, die Welle (817) mit dem Elektromotor (802) zu verbinden.

19. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zahnstange sehr kleiner Abmessungen (819) einen Einstellmechanismus aufweist, der ein Fixieren der anfänglichen vertikalen Stellung mindestens einer Stellstange (20) im Verhältnis zur anfänglichen vertikalen Stellung der anderen Stellstange(n) (20) der Kraftmaschine ermöglicht.

20. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstellmechanismus, den die Zahnstange sehr kleiner Abmessungen (819) aufweist, von einem Gewinde gebildet wird, das gegen Verdrehen gesichert werden kann.

21. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (802) einen Sensor aufweist, der ermöglicht, das Steuerungssystem der Kraftmaschine über die Winkelposition des Elektromotors zu informieren.

22. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie genau so viele Elektromotoren wie Stellstangen (20) aufweist, wobei die Stellstangen (20) jeweils einen eigenen Elektromotor zum Einstellen ihrer vertikalen Stellung besitzen.

23. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellstange (20) zwei Bunde (23) kleiner Abmessungen aufweist, die ermöglichen, zwei Klappen (21) kleinen Durchmessers anzuheben, die sich in zwei Kammern, einer oberen Kammer (121) bzw. unteren Kammer (122) des Stellzylinders (8), durch den Zylinderkolben (13) voneinander getrennt, befinden, wobei die Stellstange (20) auch zwei weitere Bunde (24) großen Durchmessers aufweist, die ermöglichen, zwei andere Klappen (25) großen Durchmessers anzuheben, die sich ebenfalls in der oberen Kammer (121) bzw. unteren Kammer (122) des Stellzylinders (8) befinden, wobei die Bunde derart positioniert sind, dass durch die Stellstange (20) die

Klappen (21) kleinen Durchmessers immer schon vor den Klappen (25) großen Durchmessers geöffnet werden.

24. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappen (21) kleinen Durchmessers in ihrer Mitte eine Bohrung aufweisen, die von der Stellstange (20) durchquert wird, und eine sphärische Kontaktfläche (26), die mit einer konischen Kontaktfläche (27) zusammenwirkt, die an den Klappen (25) großen Durchmessers vorgesehen ist. 5
25. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappen (21) kleinen Durchmessers mit den in derselben Kammer (121, 122) untergebrachten Klappen (25) großen Durchmessers in Kontakt gehalten werden und zwar mittels Federn (22), die einerseits an den Klappen kleinen Durchmessers und andererseits an der Wand der Kammer (121, 122) des Stellzylinders (8), in der sie untergebracht sind, zur Anlage kommen, wobei die Federn (22) auch ermöglichen, die Klappen (25) großen Durchmessers mit dem Zylinderkolben (13) des Stellzylinders (8) in Kontakt zu halten. 10 15 20 25
26. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappen (21) kleinen Durchmessers mit den in derselben Kammer (121, 122) untergebrachten Klappen (25) großen Durchmessers in Kontakt gehalten werden und zwar mittels mindestens einer Feder, die am Zylinderkolben (13) des Stellzylinders (8) befestigt ist und an den Klappen kleinen Durchmessers zur Anlage kommt, wobei die Feder auch ermöglicht, die Klappen großen Durchmessers mit dem Zylinderkolben (13) des Stellzylinders (8) in Kontakt zu halten. 30 35 40
27. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappen (25) großen Durchmessers eine glatte Kreisringfläche (29) aufweisen, die mit einer glatten Fläche, die an der Oberseite bzw. Unterseite des Zylinderkolbens (13) des Stellzylinders (8) vorgesehen ist, in Kontakt gehalten werden kann, um bei dem Kolben Dichtheit zu erzielen. 45
28. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klappen (25) großen Durchmessers Zentriermittel aufweisen, die sie mit ihrer Längsachse immer auf den Stößel zentriert halten. 50 55
29. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Stellstangen (20) eines Stellzylinders

(8) mindestens einen Sensor aufweist, der ermöglicht, das Steuerungssystem der Kraftmaschine über die vertikale Stellung der Stellstange (20) zu informieren.

30. Kraftmaschine mit variabler Verdichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Steuerzahnstangen (7) mindestens einen Sensor aufweist, der ermöglicht, das Steuerungssystem der Kraftmaschine über die vertikale Stellung der Zahnstange zu informieren.

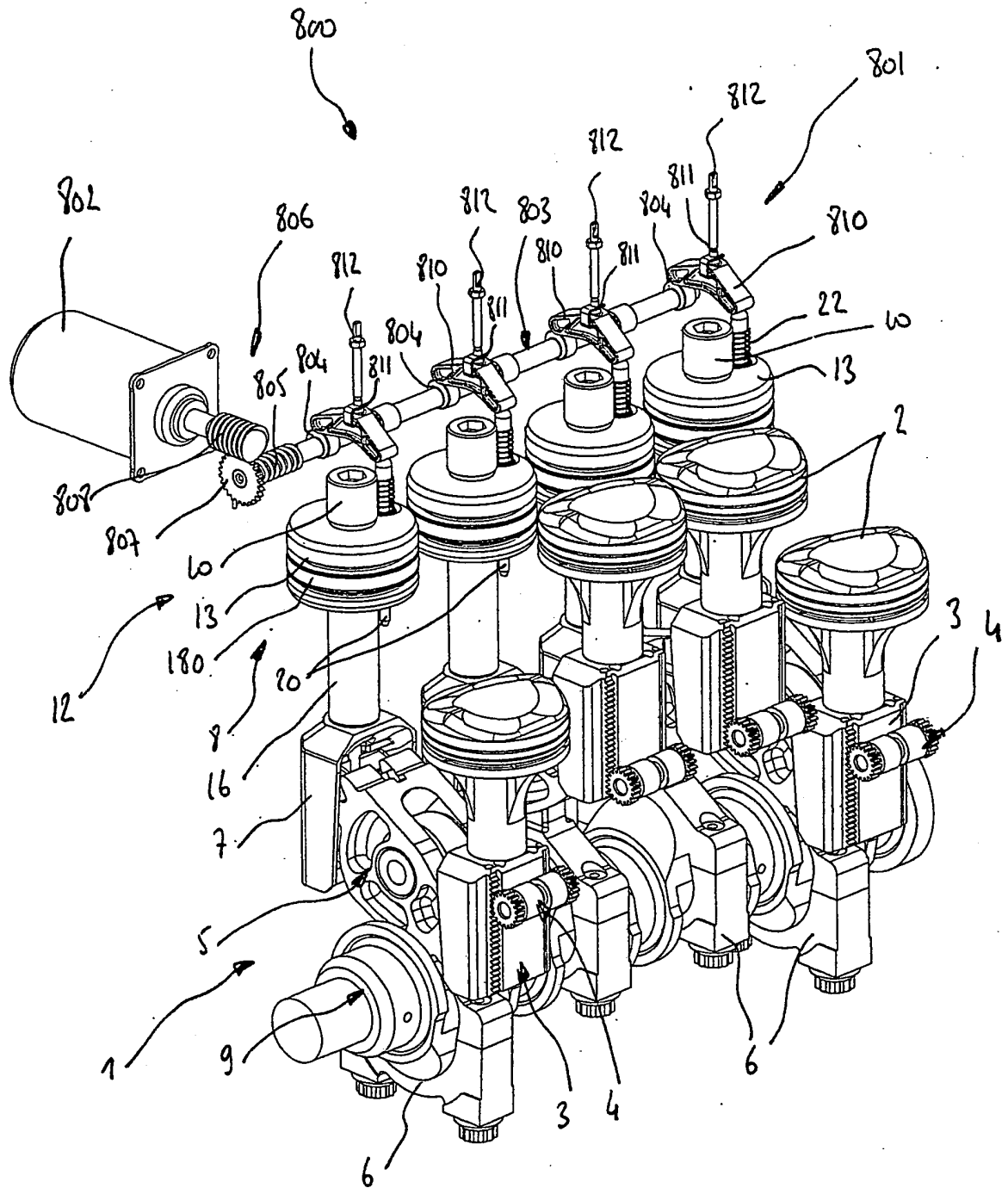


FIG. 1

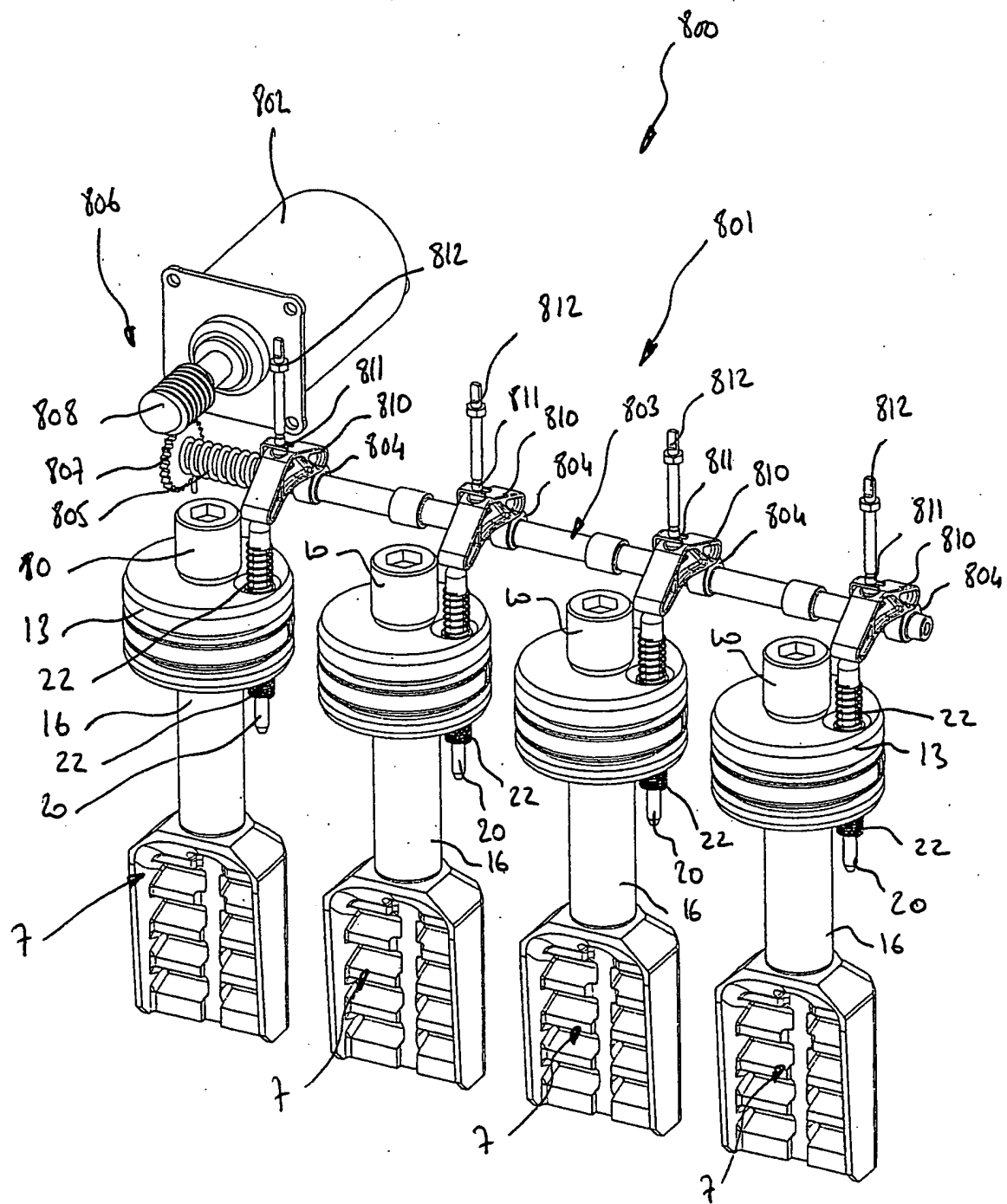
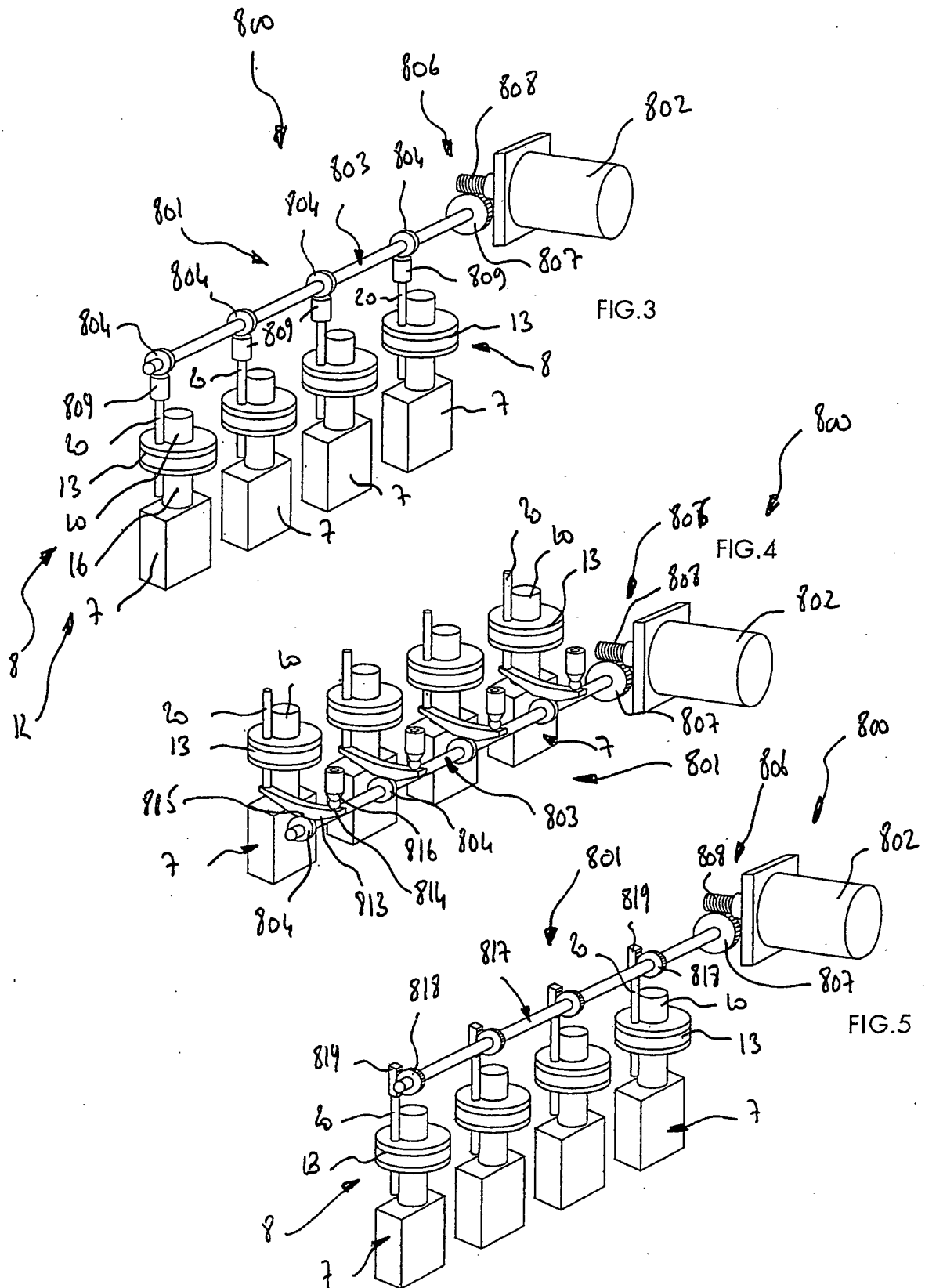


FIG.2



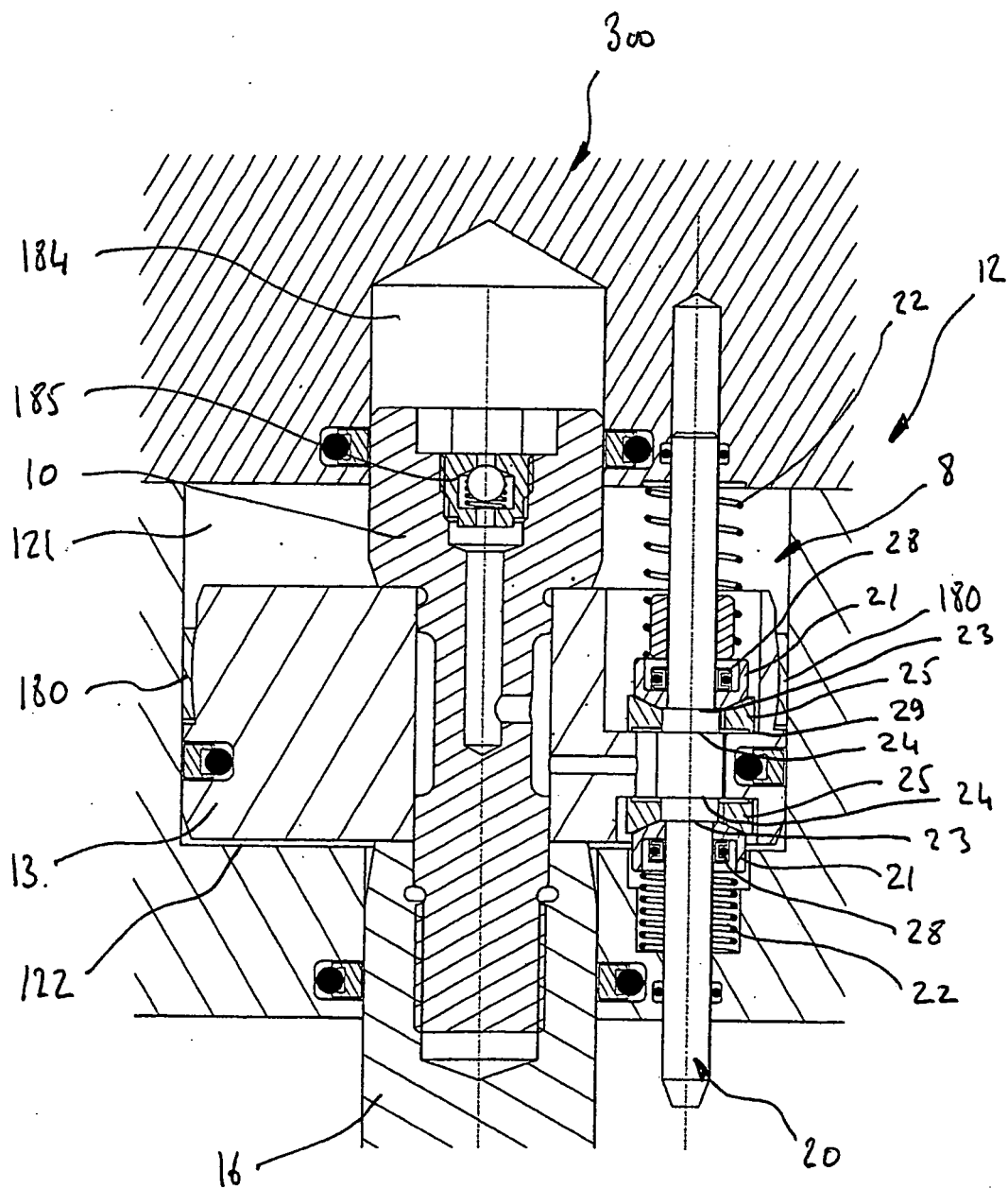


FIG. 6

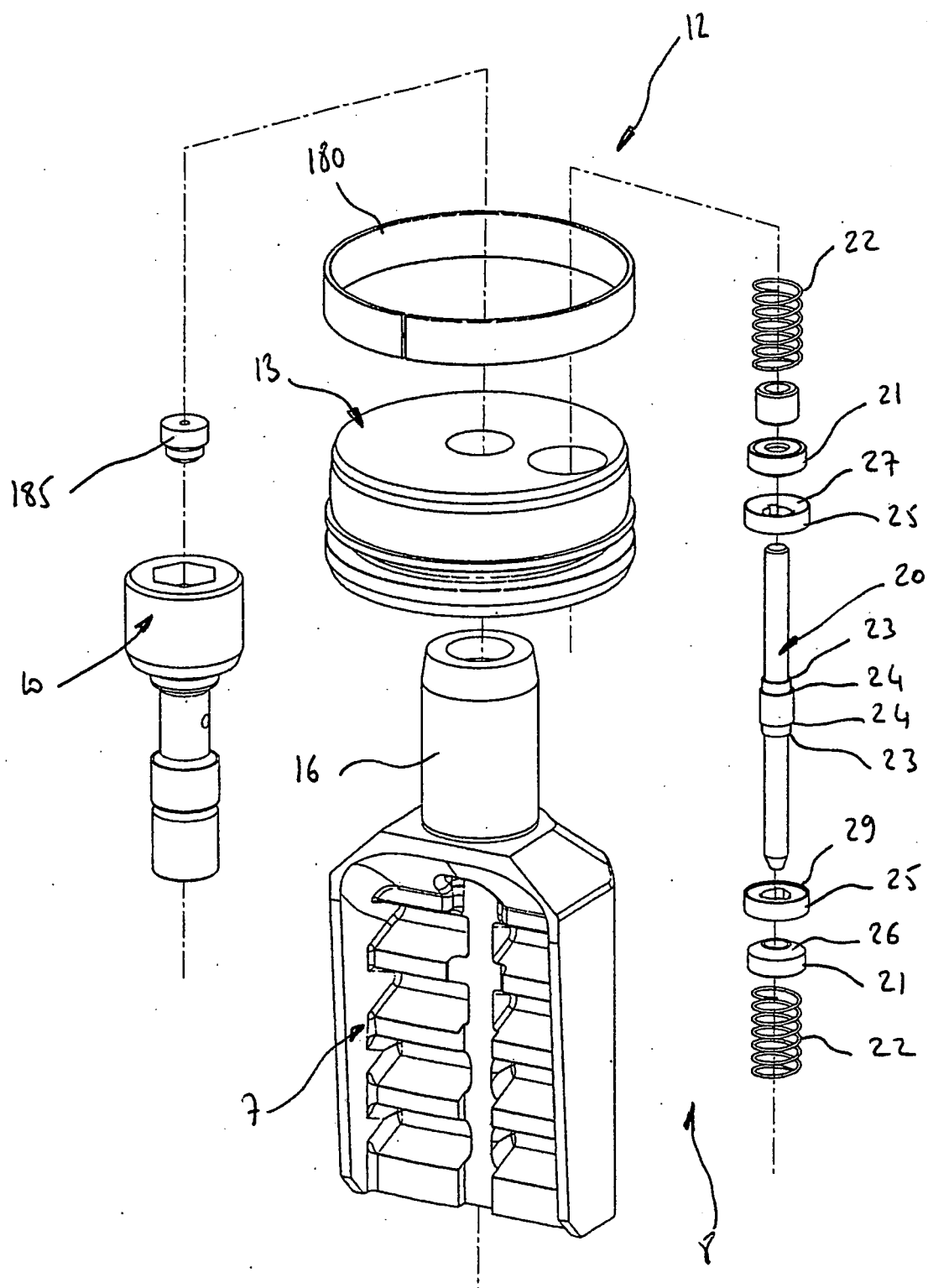


FIG.7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 9851911 A [0002] [0003] [0010]
- WO 0031377 A [0002] [0004]
- WO 03008783 A [0002] [0004]