

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **88870129.9**

51 Int. Cl.4: **F 02 B 75/02**  
**F 02 B 41/06**

22 Date de dépôt: **29.07.88**

30 Priorité: **30.07.87 BE 8700847**

71 Demandeur: **Schmitz, Gerhard**  
**Silvio Gesell-Strasse, 19**  
**B-4780 Saint-Vith (BE)**

43 Date de publication de la demande:  
**01.02.89 Bulletin 89/05**

72 Inventeur: **Schmitz, Gerhard**  
**Silvio Gesell-Strasse, 19**  
**B-4780 Saint-Vith (BE)**

84 Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

74 Mandataire: **Vanhamme, Joseph Louis**  
**Office Parette (Fred Maes) 33 Avenue d'Auderghem Boîte**  
**4**  
**B-1040 Bruxelles (BE)**

54 **Moteur à combustion interne à six temps.**

57 Les six temps sont l'aspiration de l'air, la première compression accompagnée ou suivie d'un refroidissement éventuel, la deuxième compression suivie de la combustion, la première détente produisant un travail utile, la deuxième détente produisant également un travail utile et finalement le refoulement des gaz comburés. Ce nouveau moteur, dont la combustion est à allumage soit commandé (version essence), soit spontané (version Diesel), comportera de préférence un multiple de cinq cylindres non-uniformes. Il aura un rendement énergétique qui peut-être jusqu'à 30 % plus élevé que celui d'un moteur à combustion interne à quatre temps.

FIG. 1 a)

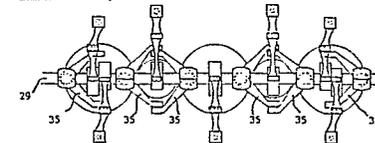


FIG. 1 b)

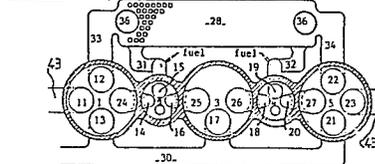
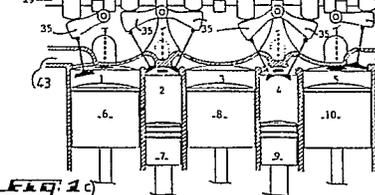


FIG. 1 c)



## Description

### Moteur à combustion interne à six temps

La présente invention concerne les moteurs à combustion interne à piston, tels qu'ils sont utilisés par exemple dans les véhicules de transport routier. Actuellement, il existe notamment deux types de moteur à combustion interne à piston, qui sont le moteur à allumage commandé, ou moteur à essence, et le moteur à allumage spontané ou encore appelé le moteur Diesel.

Ces moteurs utilisent un cycle thermodynamique soit à deux temps, soit, comme dans la grande majorité des cas, un cycle à quatre temps. Les parties principales d'un tel moteur sont un cylindre hébergeant un piston qui fait un mouvement alternatif qui est transformé au moyen d'une bielle et d'un vilebrequin en un mouvement rotatif. Expliquons brièvement les quatre temps d'un moteur à allumage commandé. Le piston, en reculant aspire un mélange air-combustible, puis en avançant le comprime et le combustible s'évapore sous l'élévation de température. Quand le piston arrive proche de son point mort, une bougie allume au moyen d'une étincelle le mélange ce qui provoque une brusque élévation de température et de la pression. Le piston, en reculant, permet au gaz comburés de se détendre et c'est à ce moment que le travail utilisable est produit. Finalement, en avançant, le piston chasse les gaz comburés. Les quatre temps sont donc l'aspiration, la compression, la détente et le refoulement. Le moteur Diesel utilise un principe comparable où la différence réside dans la manière d'introduction du combustible, qui dans ce cas est directement injecté dans l'air comprimé, et chaud par conséquent, et s'enflamme alors spontanément.

Dans les deux cas, le rendement énergétique dépend entre autres du rapport volumétrique de compression. Plus celui-ci est élevé, plus le rendement est élevé. Malheureusement, ce rapport de compression est limité, dans le cas du moteur à essence, par le risque du détonnement prématuré du mélange et dans le cas du moteur Diesel entre autres par la nécessité de préserver une chambre de combustion convenable. De toute façon, il faut remarquer que pour un cycle thermodynamique tel qu'il a été décrit ci-dessus, l'accroissement du rendement devient de plus en plus faible pour une augmentation égale du rapport de compression à partir d'une valeur de 10 à 15 pour ce dernier, et ce sont alors surtout, dans le cas du moteur Diesel, les sollicitations mécaniques qui déterminent le rapport de compression volumétrique critique. Les documents qui ont servi à refléter l'état de la technique antérieure sont l'ouvrage du professeur à l'Université Catholique de Louvain A. Houberechts intitulé "La thermodynamique technique", tome 2, 4 ième édition, pages 325 à 405, édité chez Ceuterick à Leuven en 1976 et les notes du cours "Moteurs à combustion interne" du professeur à l'UCL J. Martin de l'année 1981.

Le but principal de la présente invention est d'augmenter le rendement énergétique du moteur à combustion interne à pistons alternatifs. Nous avons

envisagé, tout d'abord dans le cas du moteur à allumage commandé où nous nous sommes alors rendu compte que le même principe peut être appliqué dans le cas du moteur à combustion spontanée également, d'augmenter le rapport de compression à l'aide d'une compression étagée où un refroidissement intensif sépare les deux ou plusieurs étages de compression afin de ne pas courir le risque d'un détonnement prématuré du mélange air-combustible. L'énergie interne des gaz comburés étant alors très importante après la combustion de façon à ce qu'une détente étagée nous semble nécessaire afin de transformer le maximum possible de celle-ci en travail mécanique. Dans le cas d'une double compression et d'une double détente, nous définissons le cycle thermodynamique à six temps comme un cycle comportant une aspiration de l'air ou d'un mélange air-combustible, une première compression de ce dernier accompagnée ou suivie d'un refroidissement éventuel, puis une deuxième compression suivie de la combustion, puis une première détente des gaz comburés produisant un travail mécanique utilisable, puis une deuxième détente de ces mêmes gaz comburés produisant également un travail mécanique utilisable et comportant finalement le refoulement des gaz comburés.

L'invention est un moteur à combustion interne à pistons alternatifs réalisant le cycle thermodynamique à six temps, tel qu'il a été défini ci-dessus, d'une façon efficace. La nouveauté essentielle de ce moteur par rapport au moteur à combustion interne à pistons alternatifs classique est le caractère non-uniforme des différents cylindres. En effet, les cylindres du nouveau moteur correspondront à une des trois définitions suivantes. Il y aura au moins un "cylindre aspirant à basse pression" défini comme un ensemble cylindre et piston alternatif, ce dernier étant relié à l'aide d'une bielle au vilebrequin, et dont la culasse est équipée d'au moins une soupape d'aspiration, d'au moins une soupape de refoulement d'air ou de mélange air-combustible précomprimé, d'au moins une soupape de refoulement des gaz comburés sous faible pression et d'au moins une soupape ou tubulure de transvasement des gaz comburés sous haute pression, et ne servant qu'à aspirer l'air ou le mélange air-combustible, de le comprimer une première fois en le refoulant, puis à accueillir les gaz comburés sous haute pression, à participer à leur deuxième détente et finalement à les refouler. Dans ce même moteur, il y aura au moins un "cylindre comburant à haute pression" défini comme un ensemble cylindre et piston alternatif, ce dernier étant relié à l'aide d'une bielle au vilebrequin et dont la culasse est équipée d'au moins une soupape d'introduction d'air ou de mélange air-combustible précomprimé, d'au moins une soupape ou tubulure de transvasement des gaz comburés sous haute pression, d'au moins d'une bougie d'allumage ou une buse d'injection de combustible, et servant uniquement à accueillir l'air ou le mélange air-com-

bustible précomprimé, à le comprimer la deuxième fois, à subir la combustion, à détendre les gaz comburés la première fois et finalement à refouler ces mêmes gaz sous haute pression à travers la ou les tubulures de transvasement. Dans ce même nouveau moteur, il y aura éventuellement un troisième type de cylindre, qui est le "cylindre refoulant à basse pression" défini comme un ensemble cylindre et piston, ce dernier étant relié à l'aide d'une bielle au vilebrequin, et dont la culasse est équipée d'au moins une soupape de refoulement des gaz comburés sous faible pression et d'au moins une soupape ou tubulure de transvasement des gaz comburés sous haute pression, et servant uniquement à accueillir les gaz comburés sous haute pression, à participer à leur deuxième détente et à les refouler.

Le premier temps du cycle à six temps, c'est-à-dire l'aspiration de l'air ou du mélange air-combustible, ne fait intervenir que des cylindres aspirants basse pression. Les troisième et quatrième temps de ce même cycle, c'est-à-dire la deuxième compression et la première détente des gaz comburés respectivement, ne font intervenir que des cylindres comburants haute pression. Le refoulement final des gaz comburés sous faible pression, qui représente le sixième temps du cycle, ne fait intervenir que des cylindres aspirants basse pression et, s'ils en existent, des cylindres refoulants basse pression. Le deuxième temps du cycle en question, c'est-à-dire la première compression de l'air ou du mélange air-combustible accompagnée ou suivie éventuellement d'un refroidissement, fait intervenir un cylindre aspirant basse pression et un cylindre comburant haute pression de préférence d'une manière à ce que le piston du second recule pour pouvoir accueillir l'air ou le mélange air-combustible précomprimé pendant que le piston de l'autre avance et refoule ce même fluide. Ils se déplaceront par conséquent en opposition de phase l'un par rapport à l'autre et nous appellerons dans la suite de ce texte un tel ensemble d'un cylindre aspirant basse pression et d'un cylindre comburant haute pression une "paire de cylindres comprimants". Le cinquième temps du cycle à six temps, c'est-à-dire la seconde détente des gaz comburés, fait intervenir un cylindre aspirant basse pression, un cylindre comburant haute pression et éventuellement un cylindre refoulant basse pression de manière à ce que le piston du cylindre comburant haute pression, en avançant, refoule les gaz comburés à travers la ou les tubulures de transvasement vers le cylindre aspirant basse pression adjacent dont le piston recule alors pour accueillir ces mêmes gaz ou une partie de ceux-ci, et éventuellement vers le cylindre refoulant basse pression, lui aussi adjacent à ce même cylindre comburant haute pression, et dont le piston recule également pour accueillir l'autre partie des gaz comburés. ce piston et celui du cylindre aspirant à basse pression se déplacent en phase mutuellement et en opposition de phase par rapport au piston du cylindre comburant haute pression. Dans l'absence du cylindre refoulant basse pression, nous appellerons l'ensemble des deux cylindres effectuant la seconde détente comme décrit ci-avant une

"paire de cylindres détendants" et dans le cas où le cylindre refoulant basse pression existe un "triplet de cylindres détendants". On voit alors que deux cylindres formant une paire de cylindres comprimants ne formeront pas, de préférence, une paire de cylindres détendants ou de préférence n'appartient pas à un même triplet de cylindres détendants. Il va de soi, que la cylindrée des cylindres aspirants basse pression doit être plus grande que celle des cylindres comburants haute pression pour que l'on puisse parler d'air ou d'un mélange air-combustible précomprimé à la fin du deuxième temps.

Pour des raisons de symétrie, tous les cylindres aspirants basse pression, ainsi que tous les cylindres comburants haute pression auront, de préférence, le même alésage et la même course respectivement. En ce qui concerne la cylindrée des cylindres refoulants basse pression, s'ils en existent, celle-ci est à optimiser en fonction des cylindrées des cylindres comburants haute pression et aspirants basse pression. Probablement, pour des raisons de facilité constructive, celui-ci aura les mêmes alésage et course que les cylindres aspirants basse pression.

Ce mode de réalisation de l'invention est donc un moteur à combustion interne composé essentiellement d'au moins une paire de cylindres comprimants et d'au moins une paire, éventuellement un triplet, de cylindres détendants.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le moteur comprend une seule paire de cylindres, l'air précomprimé refoulé par le cylindre aspirant à basse pression est stocké dans un réservoir avant d'être transmis au bon moment au cylindre de combustion.

L'allumage sera soit du type commandé, soit du type spontané et nous parlerons d'un moteur à combustion interne à six temps à allumage commandé et dans l'autre cas d'un moteur à combustion interne à six temps à allumage spontané.

Le principal avantage, qui est d'ailleurs le but recherché de la présente invention, par rapport aux moteurs existants est un accroissement notable du rendement énergétique. Pour des puissances d'échangeur et des pressions maximales qui nous semblent tout à fait admissibles, les calculs nous promettent un accroissement de ce rendement d'environ 25 à 30% dans le cas des moteurs à allumage commandé, ceci étant surtout dû à l'augmentation du taux global de compression. Dans le cas des moteurs à allumage spontané, le gain en rendement ne sera probablement pas aussi important. En tous les cas, la présence du cylindre refoulant à basse pression est bénéfique au rendement car il nous assure un taux global de détente supérieur au taux global de compression, ce qui est d'ailleurs, en toute généralité, un avantage du cycle à six temps par rapport au cycle à quatre temps.

La compacité de la chambre à combustion, qui est en fait l'espace mort du cylindre comburant à haute pression dont nous savons qu'il est relativement de petite cylindrée, contribue, dans le cas de la version essence, à éviter le cliquetis ce qui permet d'augmenter davantage le taux de compression ou d'utiliser de l'essence à indice d'octane moins élevé,

donc moins nuisible, et dans le cas de version Diesel, permet probablement d'augmenter la richesse lors de l'injection du combustible.

La compacité de la chambre de combustion, c'est-à-dire le rapport volume/alésage plus élevé, apporte une économie des pertes thermiques au moment de la combustion.

Un deuxième rapport de compression (4...6) plus petit et la répartition de la détente sur un tour complet du vilebrequin diminue notablement l'effet défavorable sur le rendement interne d'une combustion non instantanée (durée de combustion environ 2 millisecondes) pour des vitesses de rotation importantes.

La concentration des grandes pressions sur des petits cylindres permet d'économiser des segments d'étanchéité dans les grands cylindres basse pression, d'où une diminution des pertes mécaniques. Cette concentration permet aussi de diminuer le poids du moteur.

Un autre avantage du nouveau moteur est que les gaz d'échappement sont nettement moins chauds ce qui assurera une durée de vie plus longue du système d'échappement et en plus en combinaison avec le fait que l'espace mort des cylindres aspirants va être le plus petit possible, l'on peut s'attendre à un taux de remplissage important.

Le fait que les cylindres en communication directe avec l'extérieur, c'est-à-dire les cylindres basse pression, ne subissent pas de combustion et le fait que les dépressions lors des ouvertures des soupapes de refoulement basse pression seront nettement plus faibles, conduiront probablement à une sonorité plus favorable.

L'inconvénient majeur est le fait que le rapport puissance-cylindrée totale est probablement inférieur à celui des moteurs existants.

L'invention est décrite plus en détail à l'appui des figures annexées, se référant à deux réalisations, qui sont un moteur à combustion interne à six temps à cinq cylindres et un moteur à deux cylindres. Remarquons d'abord que toutes les figures ne sont que des dessins de principe à caractère qualitatif. Parmi ces figures,

Les figures 1a à 1c sont respectivement des vues en élévation du bloc moteur où l'on distingue le système de la commande des soupapes, c'est-à-dire l'arbre à cames et les culbuteurs, en coupe horizontale du bloc moteur et finalement en coupe verticale dans celui-ci,

la figure 2 à échelle plus grande, montre les différents organes repris à la figure 4, où l'on a disposé toutes les soupapes sur une ligne pour simplifier le dessin,

la figure 3 à grande échelle, montre en une coupe verticale un ensemble raccord de tubulure et soupape, où le ressort est du type vase d'expansion.

la figure 4 à petite échelle, montre en a à d les quatre phases que l'on observe pour deux tours de rotation du vilebrequin, où comme à la figure 2, toutes les soupapes sont alignées,

la figure 5 montre de façon schématique un moteur selon l'invention ne comprenant qu'une paire de cylindres,

la figure 6 montre en a à d les quatre phases de

fonctionnement du moteur selon la figure 5 de façon correspondant à la figure 4,

la figure 7 montre de façon schématique un moteur selon l'invention à six temps et quatre cylindres, a étant une vue en coupe verticale, b montrant la disposition des soupapes et tubulures et c montrant la disposition des cames et poussoirs, et

la figure 8 montre le diagramme pression-volume dans les cylindres du cycle à six temps.

En référence aux figures, le moteur à combustion interne à six temps à allumage commandé est réalisé à l'aide de cinq cylindres rangés en ligne. Il comporte deux cylindres aspirants basse pression 1, 5 se trouvant aux extrémités du vilebrequin, deux cylindres comburants haute pression 2, 4 se trouvant aux côtés des cylindres aspirants basse pression respectivement et finalement un cylindre refoulant basse pression 3 se trouvant au milieu. L'entrée de l'échangeur de chaleur 28 est reliée aux cylindres aspirants basse pression 1, 5 par les tubulures de refoulement d'air précomprimé 33, 34 respectivement et sa sortie est reliée aux cylindres comburants haute pression 2, 4 par les tubulures d'introduction du mélange air-combustible précomprimé 31, 32 respectivement. C'est au niveau de ces tubulures d'introduction 31 et 32 que se fait l'introduction du combustible au moyen d'une injection commandée ou d'un, de préférence deux carburateurs mis sous pression, en mettant, par exemple, la cuve de ceux-ci sous la pression qui règne à l'intérieur de l'échangeur au moyen d'un simple tube qui relie les deux. Les soupapes de transvasement 14, 16, 18 et 20 se trouvent dans les culasses des cylindres comburants haute pression 2 et 4. Les cylindres aspirants et refoulants basse pression sont reliés à la tubulure ou collecteur d'échappement 30 par les soupapes de refoulement des gaz comburés sous faibles pressions 13, 21 et 17 respectivement. Les tubulures de transvasement 24, 25 et 26, 27 relient intimement les cylindres 1 et 2, 2 et 3, 3 et 4, ainsi que 4 et 5 respectivement. Le cylindre aspirant basse pression 1 du côté gauche et le cylindre comburant haute pression 4 du côté droit forment une paire de cylindres comprimants telle que celle-ci a été définie ci-avant. La deuxième paire de cylindres comprimants est formée par le cylindre aspirant basse pression 5 du côté droit et le cylindre comburant haute pression 2 du côté gauche. Ce moteur comporte deux triplets de cylindres détendants comme ils ont été définis plus haut. Ce sont d'abord le cylindre refoulant basse pression 3 se trouvant au centre et les deux cylindres aspirant basse pression 1 et comburant haute pression 2 du côté gauche et puis le même cylindre refoulant basse pression 3 et les cylindres aspirant basse pression 5 et comburant haute pression 4 du côté droit.

Examinons maintenant en détail les quatre phases que l'on rencontre lors de deux tours du vilebrequin, pour le moteur à six temps et à cinq cylindres décrit ci-avant, en se référant aux figures 2 et 4.

Figure 4 a) : Les pistons des cylindres comburants haute pression 7 et 9 sont en train de monter, et les pistons des cylindres basse pression 6, 8 et 10 sont en train de descendre. Le cylindre aspirant

basse pression du côté gauche 1 effectue l'aspiration d'air amené par un collecteur d'admission indiqué en 43 et la soupape correspondante 11 est ouverte. Le cylindre comburant haute pression 2 adjacent comprime une deuxième fois le mélange air-combustible et la bougie va l'allumer vers la fin de cette compression. Le deuxième triplet de cylindres détendants 3, 4 et 5, défini plus haut, effectue la deuxième détente des gaz comburés, les soupapes de transvasement correspondantes 18 et 20 étant ouvertes.

Figure 4 b) : Les pistons des cylindres comburants haute pression descendent et ceux des cylindres basse pression remontent maintenant. La première paire de cylindres comprimants 1, 4 effectue la première compression, les soupapes correspondantes 12, 19 étant ouvertes. Le cylindre comburant haute pression 2 effectue la première détente des gaz comburés. Les cylindres refoulant basse pression 3 et aspirant basse pression 5 du côté droit chassent les gaz comburés, les soupapes de refolement 17 et 21 étant ouvertes.

Figure 4 c) : Les pistons des cylindres comburants haute pression remontent pendant que les pistons des cylindres basse pression descendent. Le cylindre aspirant basse pression 5 du côté droit effectue l'aspiration d'air à son tour, la soupape d'aspiration 23 étant ouverte. Le cylindre comburant haute pression 4 adjacent effectue la deuxième compression du mélange air-combustible et la bougie va l'allumer vers la fin de cette compression. Le premier triplet de cylindres détendants 1, 2 et 3 effectue la deuxième détente des gaz comburés, les soupapes de transvasement correspondantes 14, 16 étant ouvertes.

Figure 4 d) : Les pistons des cylindres comburants haute pression redescendent et ceux des cylindres basse pression remontent une nouvelle fois. La deuxième paire de cylindres comprimants 5 et 2 effectue la première compression du mélange air-combustible, les soupapes de refolement et d'introduction correspondantes 22 et 15 étant ouvertes. Le cylindre comburant haute pression du côté droit 4 effectue la première détente des gaz comburés. Les cylindres refoulant 3 et aspirant 1 basse pression chassent les gaz comburés. Les soupapes de refolement 17 et 13 sont ouvertes.

Maintenant, nous pouvons retourner à la figure 4 a).

Une autre réalisation du moteur à combustion interne à six temps serait un moteur à cinq cylindres tel qu'il vient d'être décrit, où la différence réside dans la façon d'introduire le combustible, qui cette fois sera directement injecté aux chambres à combustion des cylindres comburants haute pression 2 et 4 où il s'enflammera alors spontanément. La puissance du radiateur 28 ainsi que les rapports des cylindrées et de compression devront être évidemment réajustés.

De ces deux réalisations, nous déduisons encore une autre en supprimant simplement le cylindre refoulant basse pression 3, toute autre chose restant inchangée.

Cette version se prête évidemment aux deux types d'allumage en question. Maintenant, on n'est

plus obligé de ranger les quatre cylindres en ligne. Nous pouvons les ranger également d'une part et d'autre du vilebrequin où les cylindres basse pression se trouvent en face du cylindre comburant haute pression avec lequel ils forment une paire de cylindres comprimants et à côté du cylindre comburant haute pression avec lequel ils forment une paire de cylindres détendants. Il va de soi, que l'on peut en juxtaposant des blocs de cinq ou quatre cylindres comme décrits ci-avant, créer, d'autres réalisations de la présente invention.

Pour toutes les réalisations envisagées, l'échangeur de chaleur 28 peut être remplacé par deux radiateurs indépendants de façon à ce que chacun relie la tubulure de refolement d'air précomprimé 33 (ou 34) du cylindre aspirant basse pression 1 (ou 5) à la tubulure d'introduction 32 (ou 31) du cylindre comburant haute pression 4 (ou 2) correspondant. Mais dans ce cas, les surfaces d'échange thermique seront moins bien rentabilisées, car la vitesse d'écoulement d'air à travers l'échangeur n'est notable que pendant 25% du temps, par contre, dans le cas de l'échangeur unique, c'est le cas pendant 50% du temps. Malgré cela, ceci peut devenir intéressant pour des raisons de simplicité constructive dans le cas du moteur à six temps version Diesel, car la puissance de l'échangeur, peut être que l'expérience montre qu'il n'en faut même pas du tout, sera probablement plus faible.

Un autre détail est intéressant à examiner. Les soupapes de refolement et d'introduction d'air précomprimé 12, 15, 19 et 22 doivent assurer une étanchéité dans les deux sens. En effet, en régime, l'échangeur de chaleur sera constamment sous pression et ces soupapes subissent momentanément une force qui tend à les ouvrir quand la pression en aval (c'est-à-dire la pression qui règne à l'intérieur de l'échangeur) dépasse celle qui règne en amont. Ceci sera le cas lors de l'aspiration pour les cylindres aspirants basse pression et vers la fin du refolement des gaz sous pression pour les cylindres comburants haute pression. D'autre part, il faut éviter que l'air puisse s'échapper le long de la tige de soupape 38. Pour remédier à ces deux difficultés, l'on pourra envisager d'utiliser à la place des ressorts de soupape classiques des ressorts du type vase d'expansion 39. En forant des trous de communication 40 pour mettre le vase sous la pression qui règne dans le radiateur 28 et en s'assurant que le diamètre du vase soit plus grand que celui du pied de la soupape 41, la pression régnant à l'intérieur de l'échangeur de même que la pression régnant dans le cylindre auront tendance, toutes les deux, à fermer la soupape en question. Lors du démarrage, le radiateur n'étant pas sous pression, seule la raideur mécanique du vase 39 devra assurer la fermeture de la soupape en question. Rien n'empêche d'utiliser ce même type de ressort pour les autres soupapes, notamment les soupapes de transvasement 14, 16, 18 ou 20. Pour les soupapes d'aspiration et de refolement basse pression 11, 13, 17, 21 et 23, on utilisera de préférence des ressorts de soupape classiques.

Un autre détail à noter est que les soupapes de transvasement 14, 16, 18 et 20 et les soupapes

d'aspiration 11 et 23 se trouvent centrées par rapport au plan de symétrie vertical du bloc moteur. Par conséquent, les culbuteurs correspondants 35 seront d'une forme spéciale de façon à ce que leurs axes de pivotement seront, de préférence, orthogonales à l'axe du vilebrequin.

Un dernier détail constructif concerne le démarrage à froid, qui posera probablement un problème pour le moteur à six temps. Un système de tubes 36 et clapets 37, repris schématiquement à la figure 2, actionnés par l'utilisateur ou d'une façon automatique, permettra de détourner l'écoulement de l'air comprimé de telle manière qu'il arrive aux cylindres comburants haute pression sans traverser l'échangeur de chaleur. Les flèches en traits pleins, en se référant à la figure 2, indiquent l'écoulement de l'air comprimé en régime et en pointillés celui lors du démarrage. Les positions correspondantes des clapets sont également dessinées en traits pleins et pointillés respectivement.

La figure 5 montre un mode de réalisation de moteur selon l'invention qui n'a besoin que d'une seule paire de cylindres, à savoir un cylindre aspirant à basse pression 1 et un cylindre de combustion 2. Le moteur à deux cylindres comporte un réservoir 44 sous pression (5 à 6 bars) qui accueille l'air précomprimé venant du cylindre aspirant basse pression 1 et le stocke jusqu'à ce que le cylindre de combustion à haute pression puisse l'accueillir.

La détente en deux temps est réalisée de la même façon que pour le moteur à quatre ou cinq cylindres, décrit précédemment. La deuxième détente a lieu au moment où la soupape 14 est ouverte, le piston 7 remonte et le piston 6 descend. La seule différence dans le fonctionnement entre le moteur à six temps version deux et quatre cylindres concerne la première compression. Au lieu de refouler l'air précomprimé lors de la première compression vers le cylindre de combustion à haute pression 4 de la deuxième paire, le cylindre basse pression dans la version à deux cylindres refoule l'air précomprimé dans le réservoir 44, comme le montre la figure 6 qui illustre les quatre phases du fonctionnement d'un moteur à deux cylindres fonctionnant en mode à six temps. Il est à noter que le combustible peut être ajouté à l'air précomprimé pendant que le piston 7 aspire lors de la course de descente, juste avant l'entrée dans la chambre de combustion (figure 6d).

La figure 7 illustre de façon schématique en plusieurs vues un moteur à combustion interne à six temps et quatre cylindres selon la présente invention. Les figures 7b et 7c montrent de façon schématique respectivement la disposition des soupapes et des tubulures et la disposition des cames et des poussoirs.

La figure 8 illustre le cycle à six temps selon l'invention. Cette figure donne le diagramme de la pression en fonction du volume dans les cylindres. La courbe 1 indique la pression régnant dans le cylindre comburant haute pression, tandis que la courbe b donne la pression que l'on obtient dans le cylindre aspirant à basse pression. Ce diagramme a été établi pour un moteur correspondant à celui qui est représenté à la figure 7.

Le moteur à combustion interne à six temps, objet

de la présente invention, trouvera une utilisation partout là, où l'on utilise actuellement des moteurs à combustion interne à quatre temps, notamment dans le transport routier.

5 Le nouveau moteur selon l'invention, dont la combustion est à allumage soit commandé (version essence), soit spontané (version Diesel), comportera de préférence un multiple de cinq cylindres non-uniformes. Il aura un rendement énergétique qui peut être jusqu'à 30% plus élevé que celui d'un  
10 moteur à combustion interne à quatre temps.

## 15 Revendications

20 1. Moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre qui comporte une chambre de travail de volume variable par le déplacement dans le cylindre d'un piston entre une position de point mort haut et une position de point mort bas, sous l'effet des forces de pression engendrées périodiquement dans ladite chambre, à chaque cylindre étant  
25 associés des moyens de soupape d'admission et d'évacuation d'un fluide gazeux, le piston de chaque cylindre étant relié à un arbre-vilebrequin du moteur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins quatre cylindres (1, 2, 4, 5) agencés de façon à former deux paires (1, 2 ; 4, 5), un cylindre (2) ou (4) de chaque  
30 paire étant un cylindre de combustion à haute pression tandis que l'autre cylindre (1) ou (5) est adapté pour fonctionner en cylindre aspirant à basse pression, la chambre de travail de chaque cylindre (1) ou (5) aspirant à basse pression est susceptible de communiquer avec un collecteur d'admission d'air (43) par au moins un organe commandé tel qu'une soupape d'admission (11) ou (23), en vue d'une précompression de l'air admis, avec la  
35 chambre de travail du cylindre de combustion (4) ou (2) de l'autre paire pour refouler dans celle-ci l'air précomprimé auquel on a ajouté, le cas échéant, du combustible, par au moins une soupape de refoulement (12) ou (22) associée au cylindre aspirant et au moins une soupape d'introduction (19) ou (15) dudit air ou mélange précomprimé refoulé, associée au cylindre de combustion, en vue de la compression et combustion du mélange air-combustible, à haute  
40 pression, avec la chambre de travail du cylindre de combustion (2) ou (4), qui lui est associé, à travers au moins une soupape de transvasement (14) ou (20), pour transférer les gaz comburés sous haute pression dans le cylindre de combustion, dans le cylindre aspirant, en vue d'une deuxième détente, et avec un collecteur d'échappement (30) des gaz brûlés ayant subi ladite deuxième détente, par au moins une soupape d'échappement (13) ou (21), les  
45 soupapes étant commandées de façon que le moteur fonctionne comme moteur à combustion interne à six temps.

50 2. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un troisième cylindre basse pression (3) dont la chambre de travail est susceptible de communiquer avec les chambres de travail des deux cylindres de combustion (2, 4) par au  
55

moins deux soupapes de transvasement (16, 18) avantageusement associées à ces derniers et fonctionnant en synchronisme respectivement avec lesdites soupapes de transvasement (14, 20) pour contribuer à ladite deuxième détente des gaz brûlés, et avec le collecteur d'échappement (30), par au moins une soupape d'échappement (17).

3. Moteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les cinq cylindres (1 à 5) sont rangés en ligne, les deux cylindres aspirants (1,5) se trouvant aux extrémités de l'arbre-vilebrequin auquel ils sont reliés, le troisième cylindre à basse pression (3) se trouvant au milieu.

4. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un échangeur de chaleur (28) dont les entrées (33, 34) sont susceptibles de communiquer avec les chambres de travail des cylindres aspirants (1, 5), par les soupapes de refoulement précitées (12, 22), et par les sorties (31, 32) avec les chambres de travail des cylindres de combustion (2, 4), par l'intermédiaire des soupapes précitées d'introduction (15, 19).

5. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les passages de communication des chambres de travail des cylindres aspirants (1, 5) avec les cylindres de combustion (2,4) comportent des moyens d'introduction du combustible dans l'air précomprimé, tels que des moyens d'injection commandée pour un allumage spontané ou des moyens carburateurs.

6. Moteur selon l'une des revendications 1 et 3 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un multiple de quatre cylindres.

7. Moteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un multiple de cinq cylindres.

8. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins un ressort de soupape est du type à vase d'expansion (39) sous pression.

9. Moteur selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'un vase d'expansion (39) servant de ressort de soupapes est pourvu de perforations (40) dans la paroi de la tubulure permettant l'établissement de la pression qui règne en aval de la soupape à l'intérieur du vase (39).

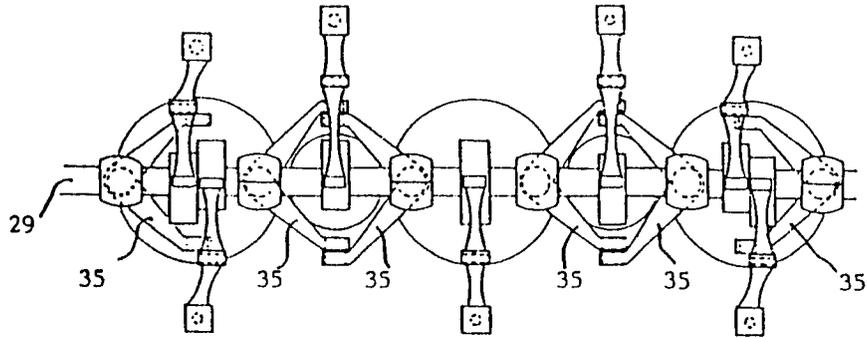
10. Moteur à combustion interne comprenant au moins un cylindre qui comporte une chambre de travail de volume variable par le déplacement dans le cylindre d'un piston entre une position de point mort haut et une position de point mort bas sous l'effet des forces de pression engendrées périodiquement dans ladite chambre, à chaque cylindre étant associés des moyens de soupape d'admission et d'évacuation d'un fluide gazeux, le piston de chaque cylindre étant relié à un arbre-vilebrequin du moteur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux cylindres (1, 2) agencés de façon à former une paire, un cylindre (2) étant un cylindre de combustion à haute pression, tandis que l'autre cylindre (1) est adapté pour fonctionner en cylindre aspirant à basse pression, la chambre de travail du cylindre (1) aspirant à basse pression est susceptible de communiquer avec un collecteur d'admission d'air (43), par au moins un organe commandé tel qu'une

soupape d'admission (11), en vue d'une précompression de l'air admis et avec un réservoir (44) pour refouler dans celui-ci l'air précomprimé par au moins une soupape de refoulement (12) associé au cylindre aspirant (1), la chambre de travail du cylindre de combustion (2) est susceptible de communiquer avec ledit réservoir (44) par au moins une soupape d'admission (15) dudit air précomprimé auquel on a ajouté, le cas échéant, du combustible, en vue de la compression et combustion du mélange air-combustible, à haute pression, et avec la chambre de travail du cylindre basse pression (1) à travers au moins une soupape de transvasement (14), pour transférer les gaz comburés sous haute pression, dans le cylindre aspirant, en vue d'une deuxième détente, et le cylindre basse pression (1) est susceptible de communiquer avec un collecteur d'échappement (30) des gaz brûlés ayant subi ladite deuxième détente, par au moins une soupape d'échappement (13), les soupapes étant commandées de façon que le moteur fonctionne comme moteur à combustion interne à six temps.

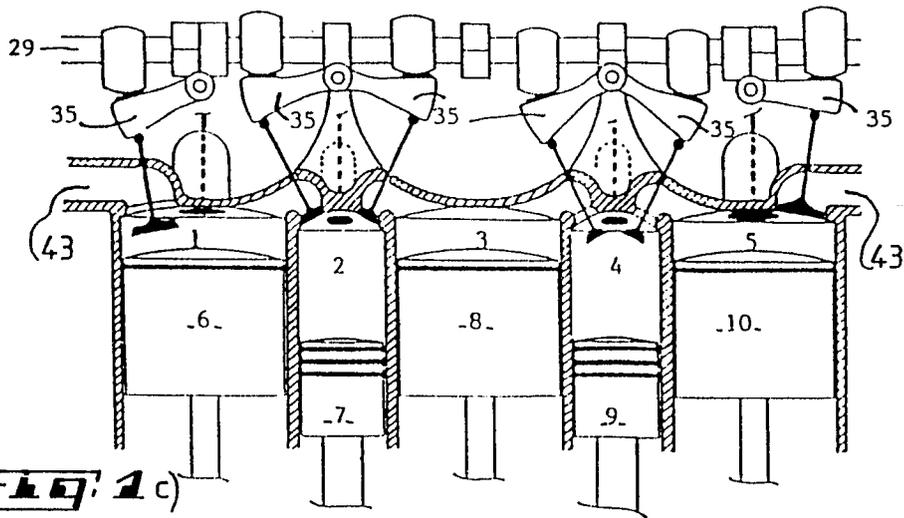
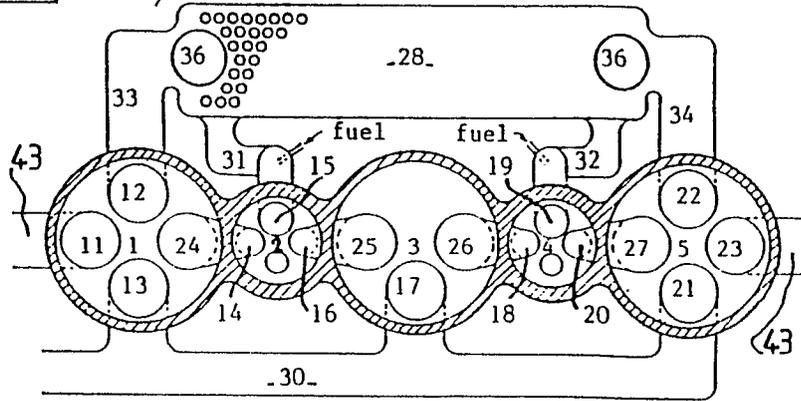
11. Moteur selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les deux ou trois pistons (6,8,10) des cylindres basse pression (1,3,5) sont adaptés pour se déplacer en phase et en opposition de phase aux pistons (7,9) des cylindres de combustion à haute pression (2,4).

12. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les soupapes précitées associées aux différents cylindres sont maintenues à un état de fonctionnement d'ouverture ou de fermeture pendant sensiblement toute la durée de la course du piston du cylindre correspondant.

**FIG. 1 a)**



**FIG. 1 b)**



**FIG. 1 c)**

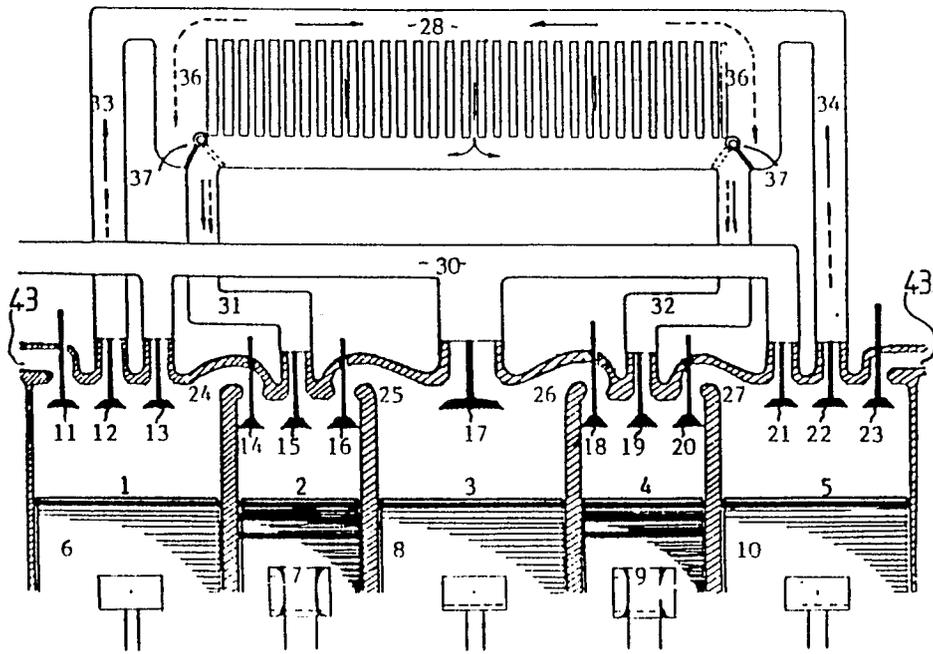


FIG. 2

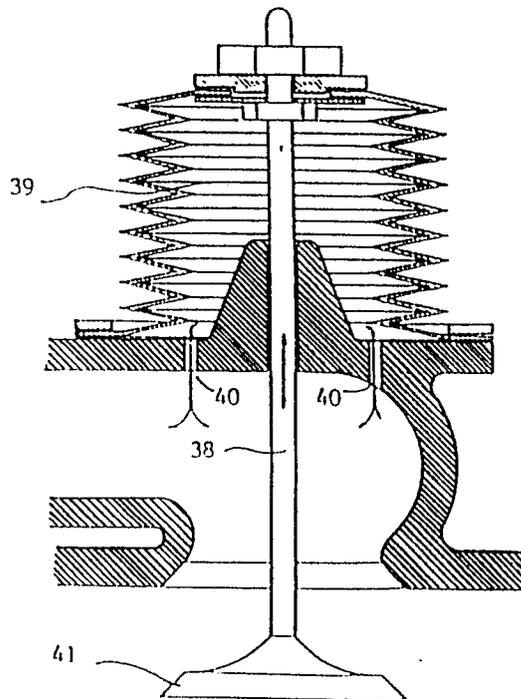
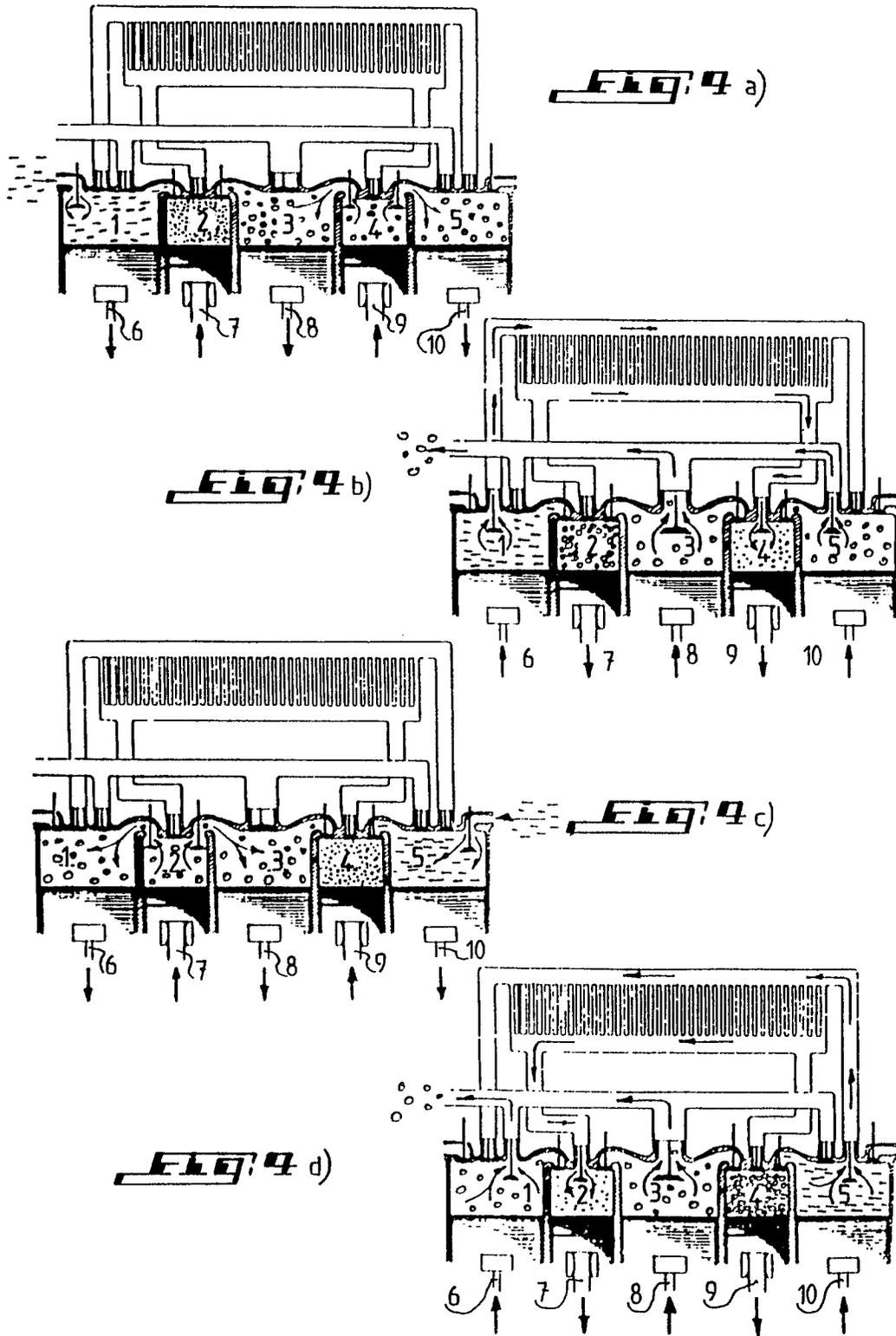
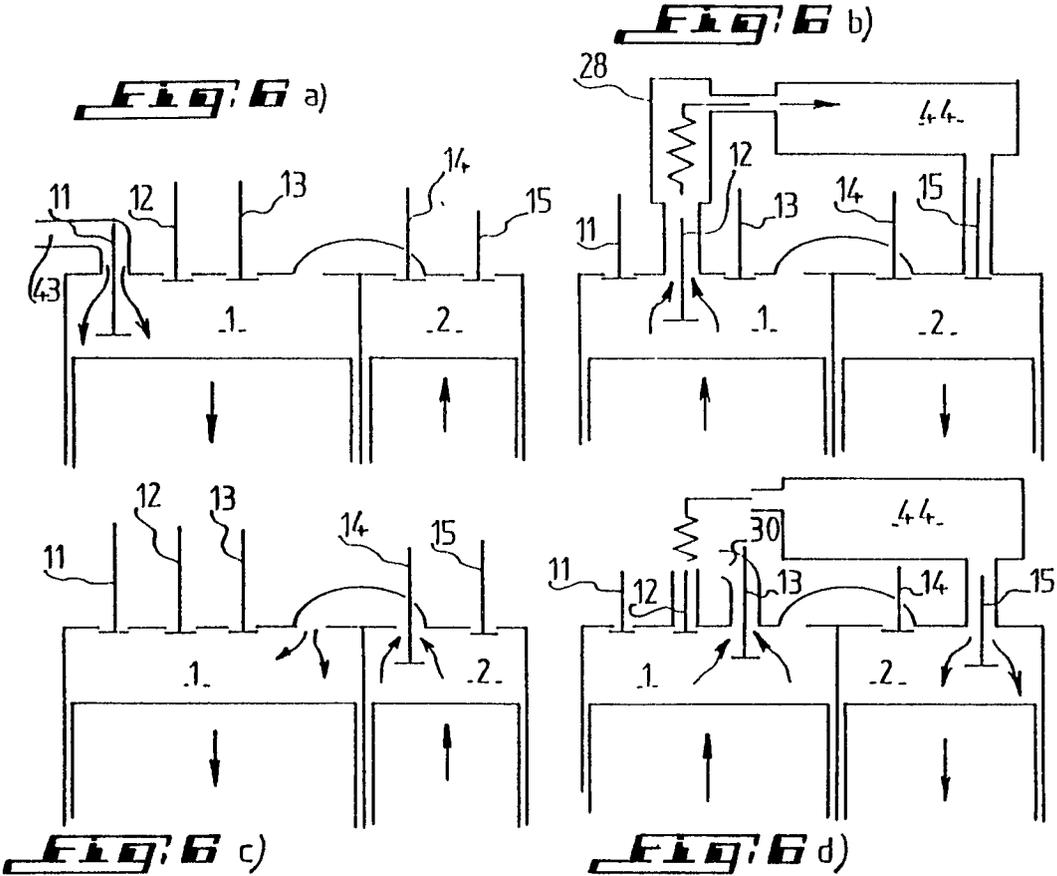
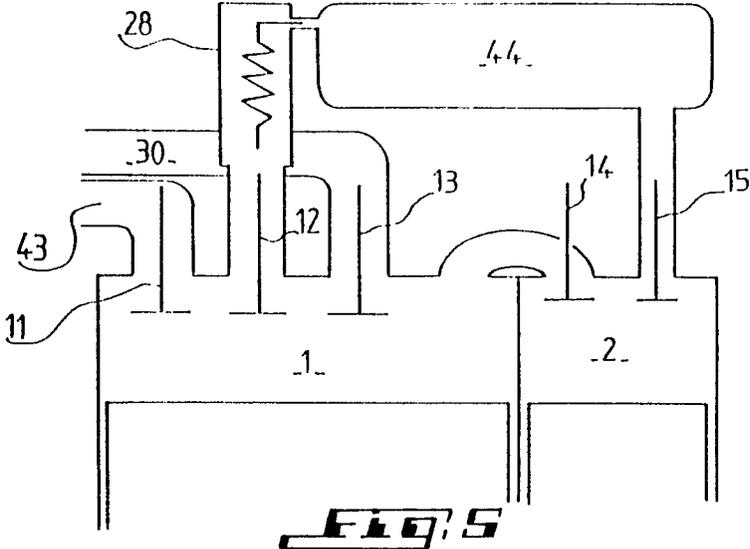
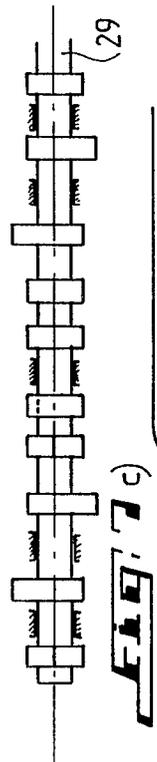
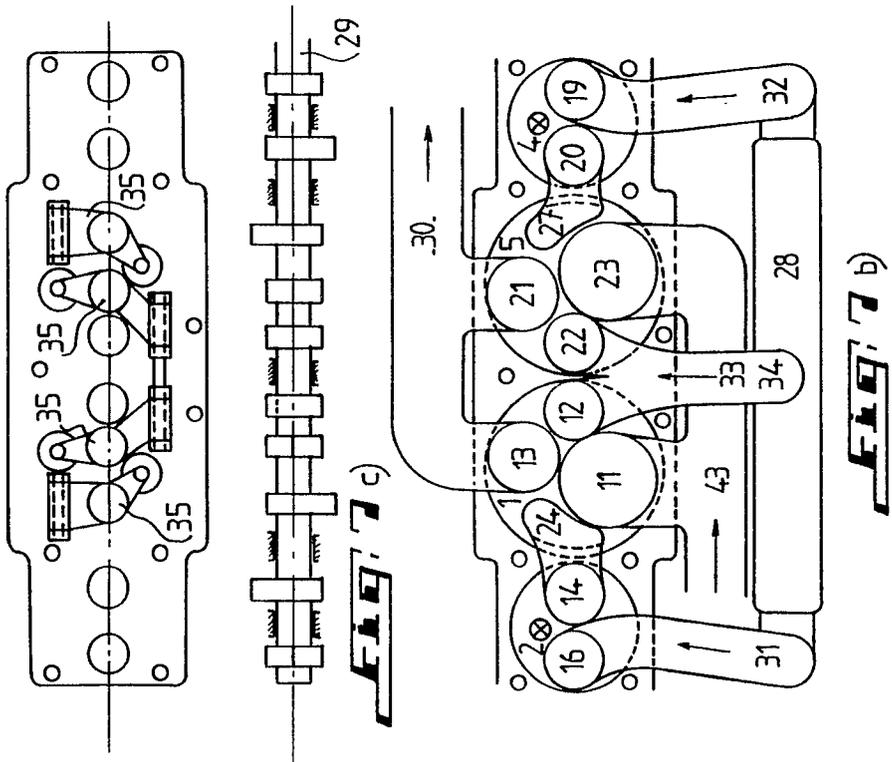
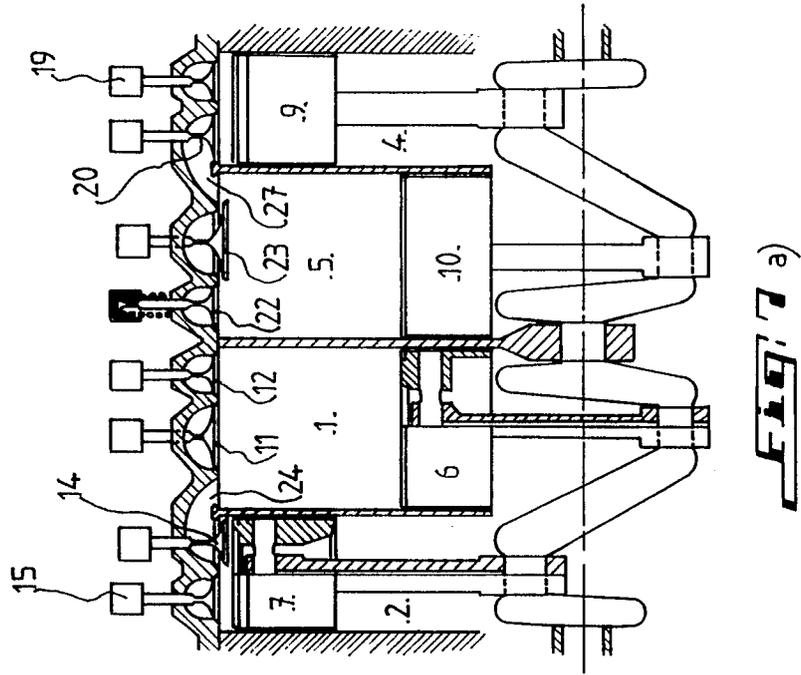


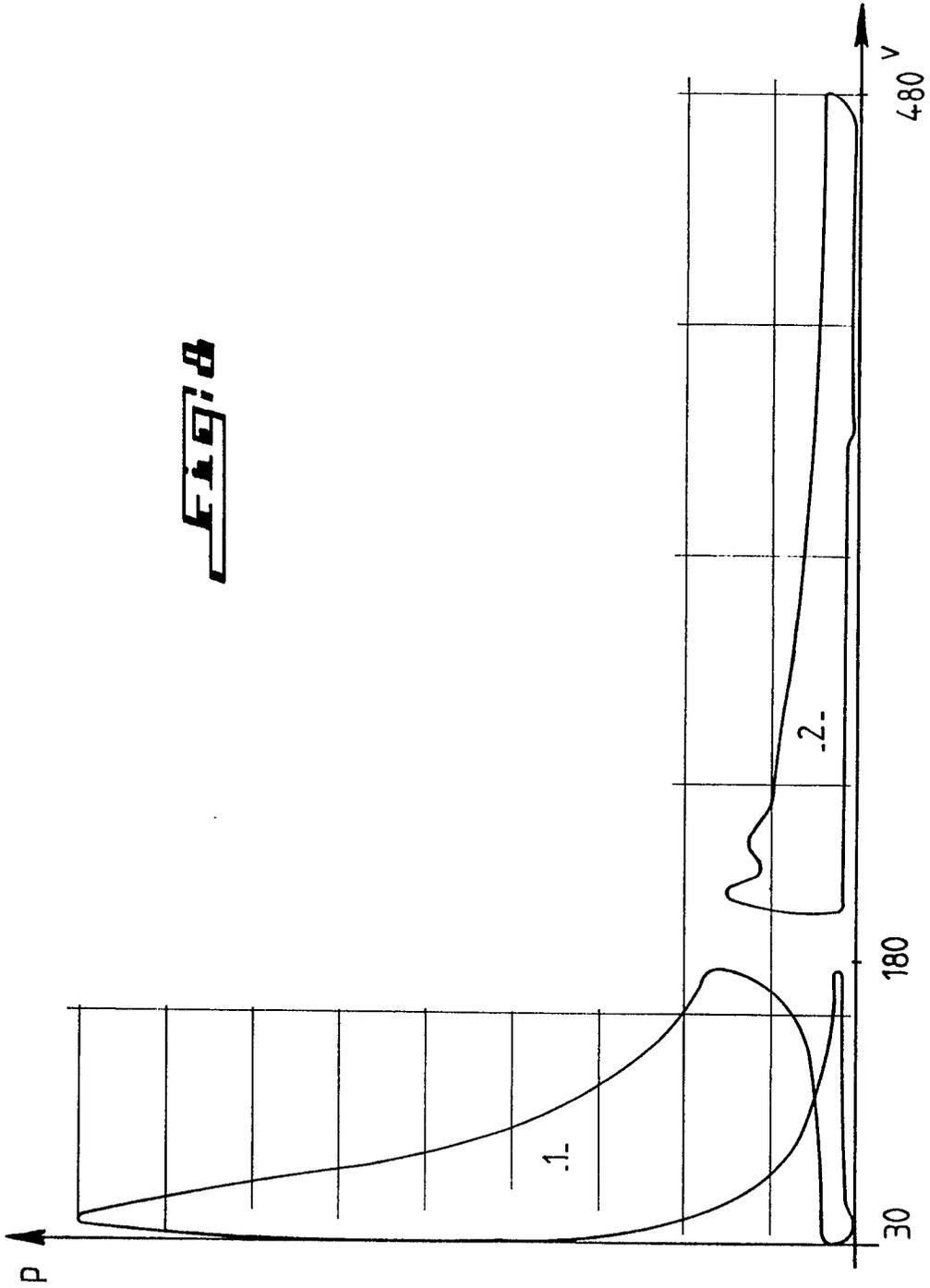
FIG. 3







0302042



8:15:18



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	US-A-3 789 807 (PINKERTON) * Figures 1,2; colonne 2, ligne 7 - colonne 6, ligne 58 * ---	1,3,4,6 ,7,10, 11,12	F 02 B 75/02 F 02 B 41/06
A	US-A-4 307 687 (HOLSTEIN) * Figure 1; colonne 4, lignes 1-49 * ---	1,8	
A	DE-A-3 518 031 (SCHLISSMANN) * Figure 1; page 1 * ---	1,10	
A	EP-A-0 126 812 (PAL) * Figure 1; résumé; page de garde * -----	1,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			F 02 B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>30-09-1988</b>	Examineur <b>WASSENAAR G.</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			