

ORGANISATION AFRICAINE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE (O.A.P.I.)



(19)

(11) N°

12308

(51)

Inter. Cl.⁷

F02B 75/32

F01B 9/02

BREVET D'INVENTION

(21) Numéro de dépôt : 1200000110

(22) Date de dépôt : 16.10.1998

(30) Priorité(s) : 17.10.1997 N° FR 97/13313
16.10.1998 N° PCT/FR 98/02227
24.04.1999 N° WO 99/20881

(24) Délivré le : 07.10.2003

(45) Publié le : **18 2 MAI 2006**

(73) Titulaire(s) :

GUY NEGRE
Zone Industrielle
3405-4ème Avenue
B.P. 547
F-06516 CARROS CEDEX (FR)

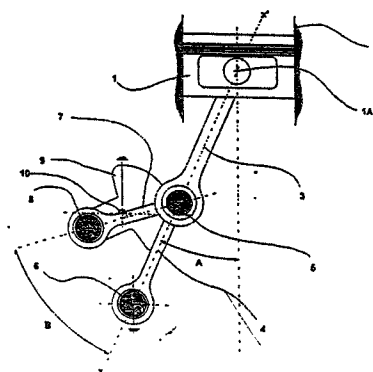
(72) Inventeur(s) : (Le titulaire)

1- Guy NEGRE
Zone Industrielle
3405-4ème Avenue
B.P. 547
F-06516 CARROS CEDEX (FR)
2- Cyril NEGRE (FR)

(74) Mandataire : CABINET NANA KOUANANG
B.P. 3233
YAOUNDE - Cameroun

(54) Titre : Procédé de contrôle du mouvement du piston de machine, dispositif de mise en oeuvre et équilibrage du dispositif.

(57) Abrégé : Procédé de contrôle du mouvement de piston de machine permettant d'effectuer des opérations telles que transfert de gaz dans les moteurs à chambre de combustion indépendante ou telles que allumage et combustion dans les moteurs classiques, à volume constant en arrêtant le piston et en le maintenant à sa position de point mort haut durant une période de temps et dispositif de mise en oeuvre dans lequel le piston (1) est commandé par un levier à pression (3, 4) lui même commandé par un vilebrequin (9) et une bielle (7).



PROCEDE DE CONTROLE DU MOUVEMENT DE PISTON DE MACHINE DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE ET EQUILIBRAGE DU DISPOSITIF

L'invention concerne la cinématique de fonctionnement du système bielle manivelle des moteurs à piston, des compresseurs à piston ou de toute machine à piston et plus particulièrement des moteurs dépollués ou dépolluant à chambre de combustion et/ou d'expansion indépendante.

Les moteurs à combustion interne 2 ou 4 temps fonctionnent pour la plupart, avec un système bielle manivelle bien connu entraînant (et entraîné par) un piston couissant dans un cylindre. Le piston dans son mouvement descendant aspire un mélange air carburant puis le comprime dans son mouvement ascendant vers la chambre de combustion dans la partie haute du cylindre, à son plus petit volume, pour y être enflammé, augmenter sa température et sa pression. Les gaz, ayant été ainsi portés à très haute pression, vont en se détendant repousser le piston qui par l'intermédiaire de la bielle entraîne la rotation du vilebrequin créant ainsi un travail appelé temps moteur.

La course du piston qui décrit une courbe sensiblement sinusoïdale crée un mouvement du piston permanent et, bien que ralentissant son mouvement au voisinage du point mort haut le piston est toujours en mouvement. De cet état de fait résulte un des plus grand problème des motoristes, plus particulièrement lors de la combustion qui doit être déclenchée par l'allumage avant le point mort haut. Le début de la combustion crée de ce fait une augmentation de pression générant un travail négatif qui fait perdre du rendement au moteur alors que la charge n'ayant pas terminé sa combustion le piston entame sa course descendante en augmentant le volume de la chambre tendant à diminuer la pression que la combustion tend à faire croître. De même lors de la fermeture de l'échappement et de l'ouverture de l'admission il existe du travail négatif par perte de charge lors des mouvements de fermeture et d'ouverture anticipée des conduits.

L'auteur a décrit dans sa demande de brevet publié WO 96/27737 un procédé de dépollution de moteur à chambre de combustion externe indépendante, fonctionnant suivant un principe bi-mode à deux types d'énergie, utilisant soit un carburant conventionnel de type essence ou gasoil sur route (fonctionnement mono-mode à air-carburant), soit, à basse vitesse, notamment en zone urbaine et suburbaine, une addition d'air comprimé (ou tout autre gaz non polluant) à l'exclusion de tout autre carburant, (fonctionnement mono-mode à air, c'est à dire avec addition d'air comprimé). Dans sa demande de brevet 9607714, l'auteur a décrit l'installation de ce type de moteur en fonctionnement mono-mode, avec addition d'air comprimé, sur les véhicules de service, par exemple des autobus urbains.

Dans ce type de moteur, en mode air-carburant, le mélange air carburant est aspiré et comprimé dans une chambre d'aspiration et de compression indépendante. Puis

ce mélange est transféré, toujours en pression dans une chambre de combustion indépendante et à volume constant pour y être enflammé afin d'augmenter la température et la pression dudit mélange. Après l'ouverture d'un transfert reliant ladite chambre de combustion ou d'expansion à une chambre de détente et d'échappement, ce mélange
5 sera détendu dans cette dernière pour y produire un travail. Les gaz détendus sont ensuite évacués à l'atmosphère à travers un conduit d'échappement.

En fonctionnement à air, à faible puissance, l'injecteur de carburant n'est plus commandé ; dans ce cas, l'on introduit dans la chambre de combustion, sensiblement après l'admission dans cette dernière de l'air comprimé -sans carburant- provenant de la
10 chambre d'aspiration et de compression, une petite quantité d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir externe où l'air est stocké sous haute pression, par exemple 200 bars, et à la température ambiante. Cette petite quantité d'air comprimé à température ambiante va s'échauffer au contact de la masse d'air à haute température contenue dans la chambre de combustion ou d'expansion, va se dilater et augmenter la pression régnant
15 dans la chambre pour permettre de délivrer lors de la détente un travail moteur.

Dans ce type de moteur, dit dépollué ou dépolluant, le transfert des gaz ou de l'air de la chambre de combustion vers la chambre de détente doit également commencer avant le point mort haut et crée un travail négatif préjudiciable au bon fonctionnement du moteur de même que la pression doit être établie dans la chambre de détente avant que
20 le piston n'entame sa course descendante.

L'un des problèmes principaux du système bielle manivelle classique est une perte de rendement et de pollution durant les opérations d'allumage, de combustion, d'injection, de transfert, de fin d'échappement et/ou de début d'admission. Pour résoudre ce problème, il a été remarqué que ces opérations s'effectuent dans des volumes toujours
25 variables, en effet le piston est toujours en mouvement et les volumes engendrés par ce dernier ne sont jamais constants.

Plus précisément, l'invention a pour objet un procédé de contrôle du mouvement de piston de machine telle que moteur ou compresseur, caractérisé par les moyens mis en oeuvre et plus particulièrement par le fait qu'à son point mort haut le piston
30 est arrêté dans son mouvement et maintenu à sa position point mort haut durant une période de temps permettant d'effectuer à volume constant:

- les opérations d'allumage et de combustion dans le cas des moteurs classiques ,
- les opérations d'injection de carburant dans le cas des moteurs diesel
- 35 - les opérations de transfert de gaz et/ou d'air comprimé dans le cas des moteurs à chambre de combustion et/ou d'expansion indépendante,
- les opérations de fin d'échappement, de début d'admission dans tous les cas de moteurs et autres compresseurs.

On peut donc dans le cas d'un moteur classique 2 ou 4 temps, allumer la charge alors que le piston est maintenu à son point mort haut et que la chambre de combustion reste à son plus petit volume de façon constante, d'attendre que la charge soit complètement brûlée avant d'entamer la course descendante du piston ce qui a pour effet d'éliminer la contre pression lors de l'allumage anticipé (tel que dans les moteurs actuels) et d'obtenir grâce à une combustion plus complète des émissions de gaz d'échappement peu polluantes.

Dans le cas d'un moteur diesel, on peut donc injecter le carburant alors que le piston est à son point mort haut en évitant ainsi les contre-pressions dues au début de combustion avant le point mort haut et qui provoque un travail négatif.

On peut donc dans le cas de moteur à chambre de combustion et ou d'expansion indépendante transférer la pression des gaz et ou de l'air comprimé dans la chambre de détente sans créer de contre pression avant le point mort haut du piston et d'attendre que le transfert soit effectif avant que le piston n'entame sa course descendante en augmentant le volume de la chambre de détente ce qui aurait pour effet de perdre de la pression donc de la puissance.

Dans tous les cas, il est possible de fermer le conduit d'échappement alors que le piston est arrivé à son point mort haut ou peu avant, évitant ainsi les pertes de charges dues à une fermeture anticipée ainsi que d'ouvrir l'admission avant que le piston n'entame sa course descendante.

L'arrêt du piston et son maintien au point mort haut peut être réalisé par tous moyens connus de l'homme de l'art, par exemple cames, pignons etc...

Préférentiellement, pour permettre l'arrêt du piston à son point mort haut, et selon un autre aspect de l'invention, la commande du piston est mise en oeuvre par un dispositif de levier à pression lui-même commandé par un système bielle manivelle. On appelle levier à pression un système de deux bras articulés dont l'un a une extrémité immobile, ou pivot, et l'autre peut se déplacer suivant un axe. Si l'on exerce une force approximativement perpendiculaire à l'axe des deux bras, lorsqu'ils sont alignés, sur l'articulation entre ces deux bras, on provoque alors le déplacement de l'extrémité libre. Cette extrémité libre peut être liée au piston et commander ses déplacements. Le point mort haut du piston est effectif lorsque sensiblement les deux tiges articulées sont dans le prolongement l'une de l'autre (aux environs de 180°).

Le vilebrequin est relié par une bielle de commande à l'axe d'articulation des deux bras. Le positionnement des différents éléments dans l'espace et leurs dimensions permettent de modifier les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble. Le positionnement de l'extrémité immobile détermine un angle entre l'axe de déplacement du piston et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont alignés. Le positionnement du vilebrequin détermine un angle entre la bielle de commande et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont

alignés. La variation des valeurs de ces angles, ainsi que des longueurs de bielles et bras, permet de déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le piston est arrêté à son point mort haut. Ceci correspond à la durée de l'arrêt du piston.

Selon un mode de réalisation particulier, l'ensemble du dispositif (piston et levier à pression) est équilibré en prolongeant le bras inférieur au delà de son extrémité immobile, ou pivot, par un levier à pression miroir opposé en direction, symétrique et d'inertie identique auquel est fixée, pouvant se déplacer sur un axe parallèle à l'axe de déplacement du piston, une masse d'inertie identique et opposé en direction à celle du piston. On appelle inertie le produit de la masse par la distance de son centre de gravité au point de référence. Dans le cas d'un moteur pluricylindres la masse opposée peut être un piston fonctionnant normalement comme le piston qu'il équilibre.

L'invention s'applique à tous les moteurs thermiques conventionnels de tous types, plus particulièrement aux moteurs dépollués et dépolluants à chambre de combustion ou d'expansion indépendante à volume constant, de même qu'aux compresseurs, ou autres machines utilisant des pistons. Le nombre de piston, les formes et dimensions des bielles peuvent varier sans pour autant changer l'invention qui vient d'être décrite.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, à titre non limitatif, de plusieurs modes de réalisation, faite en regard des dessins annexés ou :

La figure 1 représente schématiquement, vu en coupe transversale, un exemple de cinématique de commande de piston selon l'invention

La figure 2 représente une courbe de la course du piston selon l'invention comparée à la courbe de la course d'un piston classique.

La figure 3 représente un dispositif, selon l'invention, équipé d'un équilibrage par masse de même inertie.

La figure 4 représente un dispositif, selon l'invention, équipé d'un équilibrage par piston de fonctionnement opposé.

La figure 1 montre schématiquement, vu en coupe transversale, un dispositif selon l'invention et pour sa mise en oeuvre ou le piston 1 (représenté à son point mort haut), couissant dans un cylindre 2, est commandé par un levier à pression. Le piston 1 est relié par son axe à l'extrémité libre 1A d'un levier à pression constitué d'un bras 3 articulé sur un axe commun 5 à un autre bras 4 fixé oscillant, sur un axe immobile 6. Sur l'axe commun 5 aux deux bras 3 et 4 est attachée une bielle 7 de commande reliée au maneton 8 d'un vilebrequin 9 tournant sur son axe 10. Lors de la rotation du vilebrequin la bielle de commande 7 exerce un effort sur l'axe commun 5 des deux bras 3 et 4 du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 1 suivant l'axe du cylindre 2, et transmet en retour au vilebrequin 9 les efforts exercés sur le piston 1 lors du temps

moteur provoquant ainsi sa rotation. L'axe immobile 6 est positionné latéralement à l'axe de déplacement du piston 1 et détermine un angle A entre l'axe de déplacement du piston et l'axe d'alignement X'X des deux bras 3 et 4 lorsqu'ils sont alignés. Le vilebrequin est positionné latéralement à l'axe du cylindre et/ou du levier à pression et son positionnement détermine un angle B entre la bielle de commande 7 et l'axe d'alignement X'X des deux bras 3 et 4 lorsqu'ils sont alignés. En faisant varier les angles A et B ainsi que les longueurs des différentes bielles et bras on modifie les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble pour obtenir une courbe de la course du piston 1 asymétrique et déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le piston est arrêté à son point mort haut.

A titre d'exemple non limitatif d'une réalisation du dispositif selon l'invention, le déplacement du piston décrit la courbe représentée sur la figure 2 avec des dimensions et positions suivante :

	Rayon de manivelle du vilebrequin :	32.8 mm
	Longueur de la bielle de commande 7 :	99.76 mm
15	Longueur du bras de piston 3 :	124 mm
	Longueur du bras inférieur 4 :	128 mm
	Angle A =	21.4 °
	Angle B =	29.6 °

On constate ainsi Figure 2, que, dans cette configuration, sur la courbe 11, le piston reste à son point mort haut sur un angle de 70° alors qu'une courbe de déplacement de piston avec un système bielle manivelle classique 12 de même course montre que le piston ne s'arrête qu'en un point (son point mort haut)

L'homme de l'art peut ainsi choisir le temps d'arrêt du piston au point mort haut en fonction des paramètres de fonctionnements désirés: durée de la combustion, durée du transfert, etc.. sans changer pour cela le principe de l'invention.

L'équilibrage de cet ensemble cinématique est réalisé selon l'invention figure 3 en prolongeant le bras inférieur 4 au delà de son extrémité immobile ou pivot 6 par un levier à pression miroir constitué de 2 bras 4A et 3A articulés sur un axe commun 5A sur lequel est attaché à l'extrémité libre 1B une masse 15 se déplaçant suivant un axe parallèle à l'axe de déplacement du piston 1. Le bras 4A qui est le prolongement du bras inférieur 4, est de fait la même pièce. Par rapport au point de pivotement 6, l'inertie des bras 4 et 4A sont identiques, il en va de même pour les inerties des bras 3 et 3A et les inerties du piston 1 et de sa masse d'équilibrage 15. Le système de levier à pression est ainsi parfaitement équilibré, alors que l'équilibrage de la bielle de commande 7 et de l'ensemble vilebrequin est effectué d'une manière classique. Cette disposition est plus particulièrement intéressante pour équilibrer des moteurs mono-cylindres ou des ensembles pluricylindres non symétriques.

Dans le cas d'un pluricylindre symétrique représenté figure 4, la masse d'équilibrage est un piston 1C opposé se déplaçant sur un axe parallèle au piston 1, et les pistons s'équilibrent entre eux. Les bras 3A et 4A sont symétriques aux bras 3 et 4 et s'équilibrent entre eux.

5 L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisations décrits et représentés. Les angles A et B peuvent être positifs ou négatifs ensembles ou séparément ou non simultanément nuls. Le nombre de cylindres peut varier en nombre pair ou impair, le mode d'arrêt du piston et de son maintien au point mort haut peut être
10 réalisé par d'autres moyens tels que cames, ou pignons, ou autres, sans pour cela changer l'invention qui vient d'être décrite.

REVENDEICATIONS

1.- Procédé de contrôle du mouvement de piston (1) de moteur, ou de compresseur, ou de moteur dépollué ou dépolluant, caractérisé en ce que le piston (1) est arrêté dans son mouvement et maintenu à sa position de point mort haut durant une période permettant d'effectuer à volume constant :

- les opérations d'allumage et de combustion dans le cas des moteurs à allumage commandé,
- les opérations d'injection de carburant dans le cas des moteurs diesel,
- les opérations de transfert de gaz et/ou d'air comprimé dans le cas des moteurs à chambre de combustion et/ou d'expansion indépendante,
- les opérations de fin d'échappement, de début d'admission dans tous les cas de moteurs et autres compresseurs.

2.- Procédé de contrôle du mouvement de piston selon la revendication 1 dans un moteur à chambre de combustion et/ou d'expansion indépendante, caractérisé en ce que les opérations de transfert de gaz de la chambre de combustion et/ou d'expansion dans la chambre de détente sont effectuées durant l'arrêt du piston à son point mort haut pour permettre d'établir la pression dans la chambre de détente avant le début de la course descendante du piston qui conditionne une augmentation de volume nuisible au maintien de la pression.

3.- Procédé de contrôle du mouvement de piston selon la revendication 1 dans un moteur à combustion interne à allumage commandé, caractérisé en ce que les opérations d'allumage et de combustion du mélange gazeux sont effectuées durant l'arrêt du piston à son point mort haut pour permettre, d'une part d'éviter les contre-pressions dues à un allumage précoce avant le point mort haut et d'autre part de brûler le mélange durant une longue période améliorant ainsi la combustion.

4.- Procédé de contrôle du mouvement de piston selon la revendication 1 dans un moteur de type diesel, caractérisé en ce que l'injection du carburant provoquant la combustion est effectuée durant l'arrêt du piston à son point mort haut, pour permettre d'éviter les contrepressions dues à l'augmentation de pression créée par l'inflammation du gazole lors de son injection avant le point mort haut.

5.- Procédé de contrôle du mouvement de piston selon l'une quelconque des revendications de 1 à 3, caractérisé en ce que les opérations de fermeture de l'échappement et/ ou de l'ouverture de l'admission sont effectuées durant au moins une partie de l'arrêt du piston à son point mort haut.

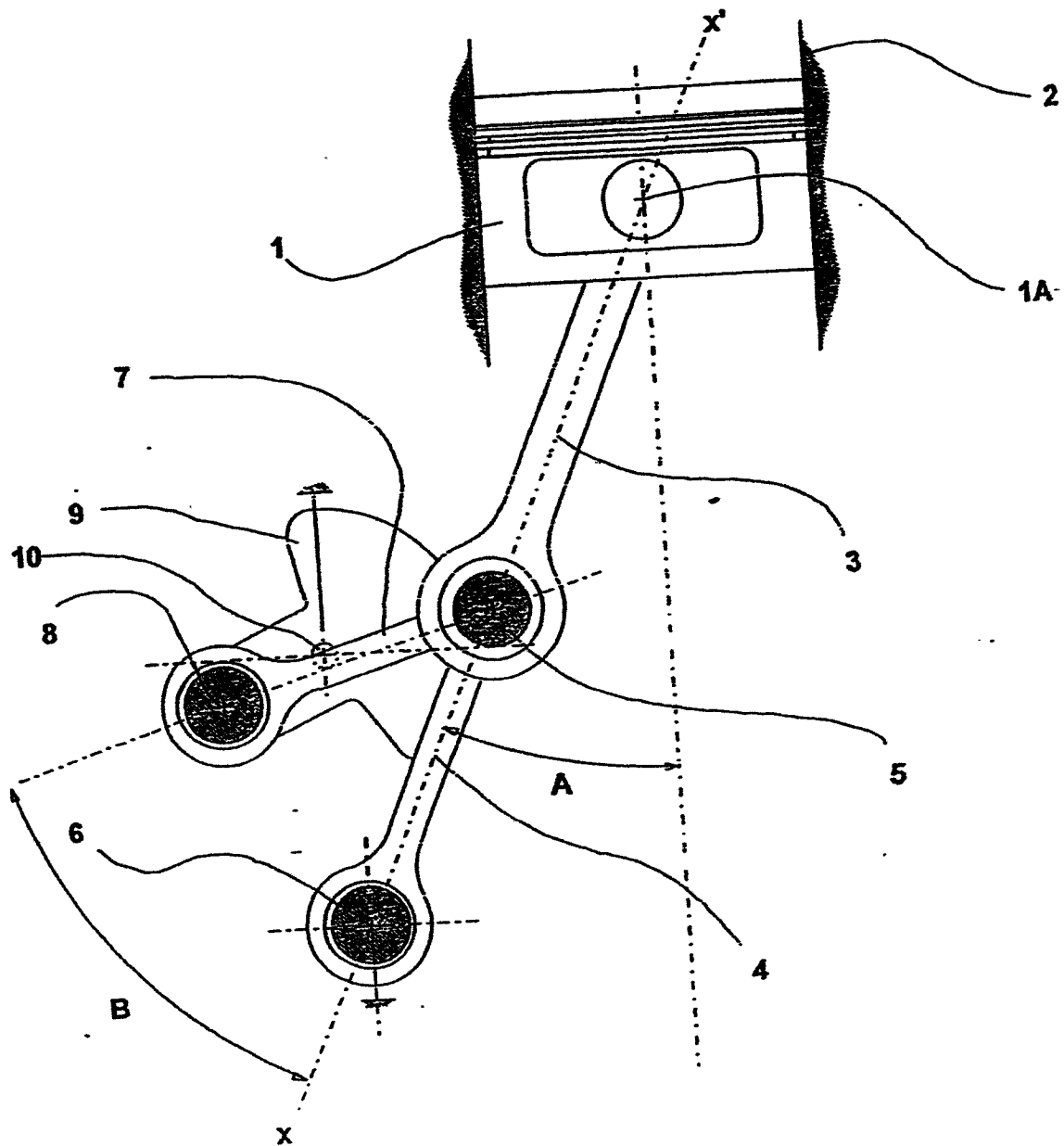
6.- Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le déplacement du piston est commandé par un levier à pression constitué d'un premier bras (4) et d'un second bras (3), articulés entre

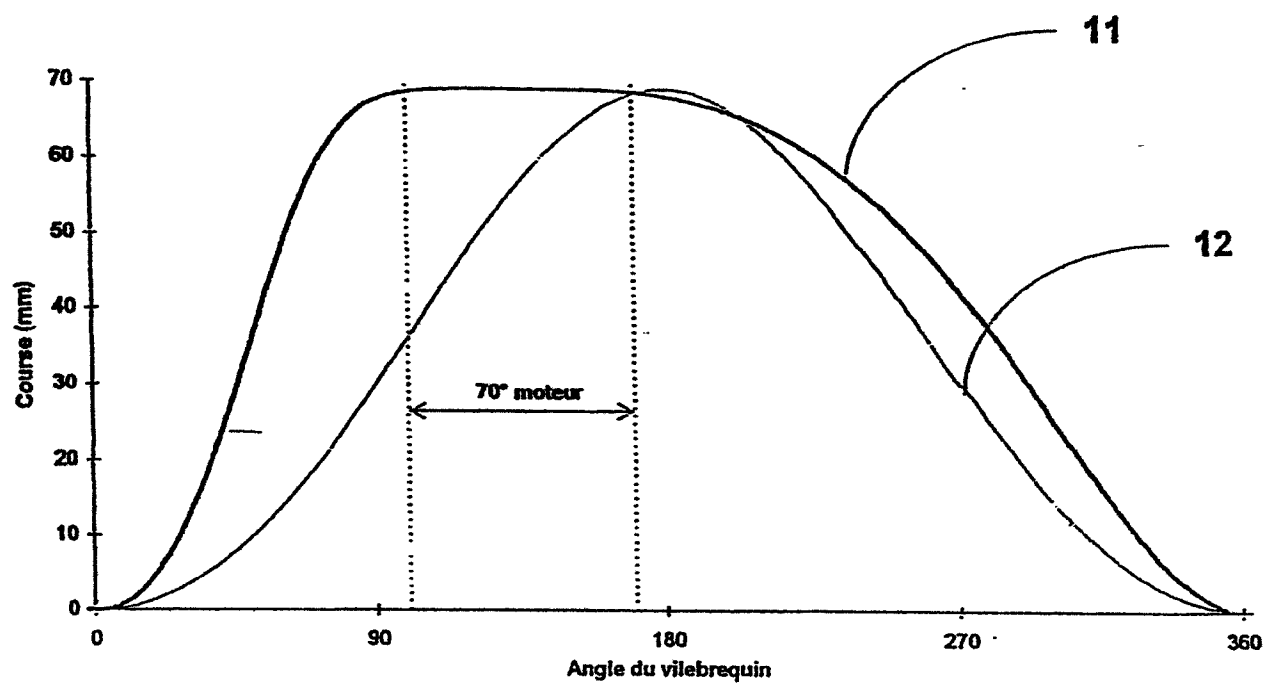
eux autour d'un axe mobile (5) commun, parmi lesquels un second bras (4) est monté oscillant autour d'un axe immobile (6) distinct de l'axe mobile (5) commun aux deux bras (3, 4), et parmi lesquels un premier bras (3) a une extrémité libre, opposée à son extrémité articulée autour de l'axe mobile (5) commun, qui est reliée à l'axe du piston (1) qui se
5 déplace suivant l'axe du cylindre (2) lorsque l'on exerce une force, sur l'axe mobile (5) commun aux deux bras du levier à pression, qui est transmise par une bielle de commande (7) qui relie l'axe mobile (5), commun aux deux bras (3, 4) du levier à pression, au maneton (8) d'un vilebrequin (9) positionné latéralement à l'axe de déplacement du piston (1), ladite bielle de commande (7) entraînant la rotation du vilebrequin lorsque les
10 efforts sont appliqués sur le piston (1), durant le temps moteur par exemple, et caractérisé en ce que, lorsque les deux bras (3, 4) du levier à pression sont alignés selon un axe d'alignement (X-X'), la position de l'axe immobile (6) d'oscillation du second bras (3) détermine un angle (A) entre l'axe de déplacement du piston (1) dans le cylindre (2), et le positionnement latéral de l'axe (10) de rotation du vilebrequin (9) détermine un autre angle
15 (B) entre la bielle de commande (7) et l'axe (X-X') d'alignement des deux bras (3, 4) du levier à pression, les angles (A, B) ainsi déterminés pouvant être positifs, négatifs ou non simultanément nuls.

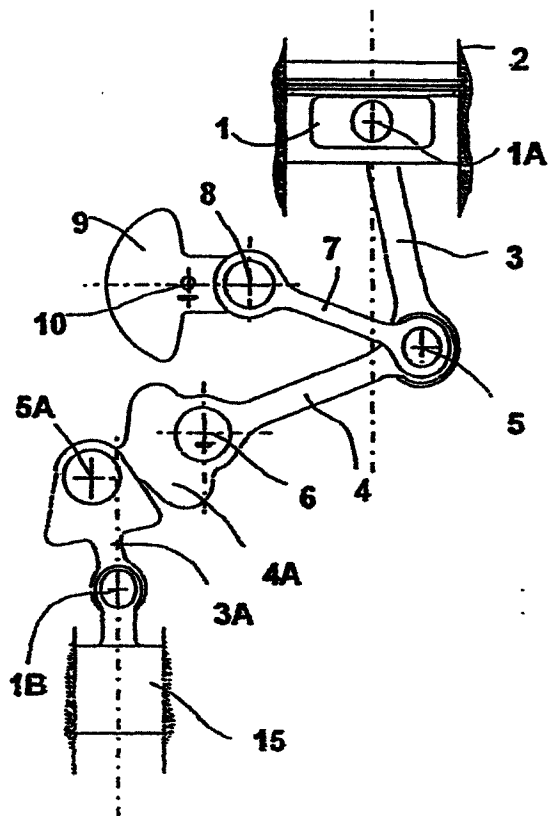
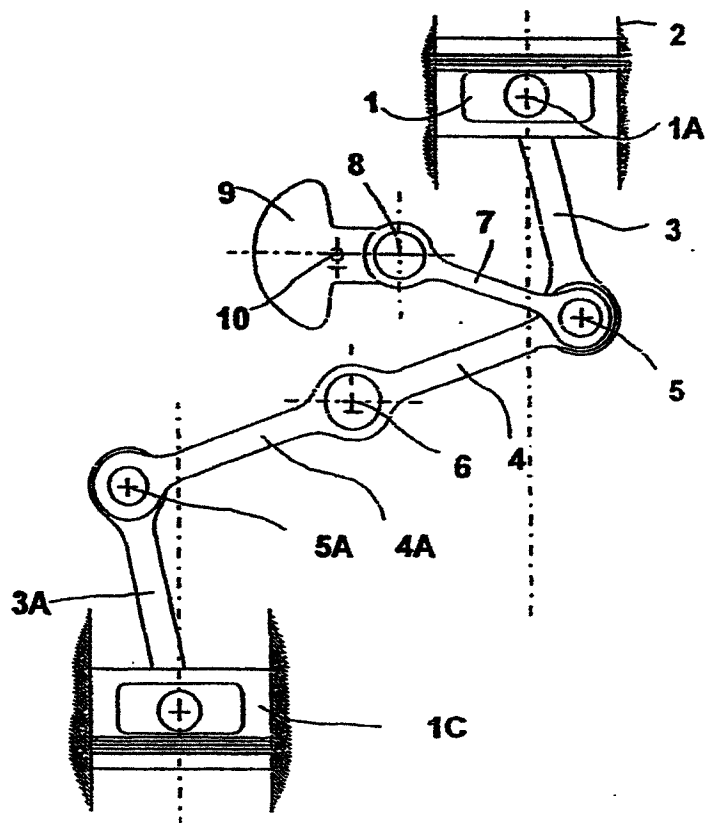
7.- Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la variation des valeurs des angles (A, B) formés d'une part entre l'axe (XX') d'alignement
20 des deux bras (3, 4) du levier à pression et l'axe de déplacement du piston et, d'autre part, entre l'axe (XX') d'alignement des deux bras (3, 4) du levier à pression et la bielle de commande (7), des longueurs de la bielle de commande (7) et des deux bras (3, 4) du levier à pression, conditionne la cinématique générale du dispositif et détermine la valeur de l'angle de rotation du vilebrequin (8) durant lequel le piston est arrêté à son point mort
25 haut.

8.- Dispositif selon les revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que, à des fins d'équilibrage, ledit premier bras (4) du levier à pression se prolonge, au-delà de son axe immobile (6) d'articulation, pour constituer le premier bras (4A) d'un autre levier à pression (3A, 4A), miroir dudit levier à pression (3, 4), constitué de ce premier bras (4A) et d'un
30 second (3A) articulés autour d'un axe mobile (5A) commun, l'extrémité libre (1B) du second bras portant une masse (15, 1C) se déplaçant sur un axe parallèle à l'axe de déplacement dudit piston (1) de telle sorte que, par rapport audit axe immobile (6) d'articulation, l'inertie des seconds bras (4, 4A) articulés autour de l'axe (6) immobile, des axes mobiles (5, 5A) communs aux bras (3, 3A, 4, 4A) des leviers à pression, des
35 seconds bras (3, 3A) reliés audit piston (1) et à la masse (15, 1C), et l'inertie du piston (1) et celle de la masse (15, 1C), soient identiques entre elles.

9.- Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la masse d'équilibrage est un autre piston (1C) de poids, d'inertie et de fonctionnement identiques à ceux dudit piston (1).

**Fig. 1**

Fig.2

**Fig. 3****Fig. 4**