

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovible pour bielle et procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé utilisant ledit dispositif.

②② Date de dépôt : 08.08.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *Renault s.a.s Société par actions
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 09.02.24 Bulletin 24/06.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 28.06.24 Bulletin 24/26.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : ABRAMCZUK Marek et JUSTET
Frédéric.

⑦③ Titulaire(s) : Renault s.a.s Société par actions
simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : FEDIT-LORIOT.



Description

Titre de l'invention : Dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovible pour bielle et procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé utilisant ledit dispositif

- [0001] L'invention concerne l'équilibrage des vilebrequins pour moteur à combustion, et plus particulièrement des vilebrequins assemblés avec leurs bielles.
- [0002] Dans la construction de moteurs, il est connu, soit de réaliser des vilebrequins monoblocs, soit de les composer de plusieurs éléments. Les vilebrequins pour moteurs à combustion interne ou pour compresseurs sont destinés à transformer le mouvement alternatif des pistons en un mouvement de rotation de l'arbre du moteur ou du compresseur. Avec la bielle, le vilebrequin contribue à la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu.
- [0003] Les vilebrequins habituellement utilisés dans les moteurs à combustion interne comprennent au moins deux motifs élémentaires, ledit motif étant constitué d'au moins un bras de vilebrequin, d'un maneton et d'un tourillon constitués par des tubes en acier, et en outre d'une bielle portée par le maneton. Le maneton assure la liaison pivot avec la bielle et reçoit la poussée du piston, et une excentration du maneton permet la transformation du mouvement de translation en un mouvement de rotation du vilebrequin autour des axes coaxiaux tourillonnant dans des paliers correspondants du carter de moteur.
- [0004] L'attelage mobile d'un moteur bicylindre 2 temps équipé d'un vilebrequin dont les motifs sont décalés de 180° l'un par rapport à l'autre, génère les couples de galop et de lacet d'ordre 1. Le torseur de déséquilibre génère les sollicitations du groupe moto-propulseur (les accélérations au niveau des tampons de la suspension du moteur dans un véhicule), ce qui se traduit par un bruit transmis par la voie solidienne.
- Les couples de galop et de lacet d'ordre 1 peuvent être annulés grâce à un arbre d'équilibrage tournant à $-\omega$, avec pour inconvénients, une augmentation de la masse, des frottements et des coûts. Néanmoins, il est possible de trouver un bon compromis d'équilibrage entre le galop et le lacet sans ledit dispositif en créant des couples en opposition de phase par des balourds placés au niveau des contrepoids ou alors selon le mode privilégié au niveau du volant d'inertie et de la poulie d'accessoires. Par conséquent, ces masses doivent être prises en compte lors d'équilibrage du vilebrequin.
- [0005] L'équilibrage d'un vilebrequin conventionnel s'effectue sur une machine d'équilibrage par enlèvement de matière, principalement par des perçages dans les contrepoids, et de préférence dans les plus éloignés du centre du vilebrequin, de façon à ramener le centre de gravité sur l'axe de rotation et d'aligner avec celle-ci l'axe de

l'inertie.

En outre pour un vilebrequin de moteur bicylindre comprenant des bielles démontables, pour son équilibrage on réalise un vilebrequin temporaire 1'' comme illustré par la [Fig.6]. Ledit vilebrequin temporaire 1'' comprend un axe de rotation dont à l'une des extrémités est monté un volant d'inertie balourdé 7 et à l'autre extrémité est montée une poulie d'accessoires balourdée 8. Entre ses deux composants, sont installés deux motifs comprenant chacun une paires de bras en fonte 140, 141, 140', 141', des tubes en acier formés de tourillons 2 et d'un maneton (non visibles sur la figure), et en outre un roulement 6 est installé entre ces motifs. Un maneton est monté entre une paire de bras munis de contrepoids. A la place de chaque bielle qui se monte autour d'un maneton, a été montée respectivement une masse d'équilibrage sphérique m_1 , m_1' sous forme de deux demi-sphères fixées autour du maneton récepteur de la bielle, pour un motif donné, masse qui a été préalablement déterminée et représente la somme de la masse rotative de bielle et de la moitié de la masse alternative afférente (dont celle du piston).

De plus une masse d'équilibrage sphérique m_2 est monté sur l'axe de rotation du vilebrequin à la place d'une biellette de compresseur volumétrique dont la tête se monte sur ledit axe de rotation. La masse d'équilibrage m_2 a aussi été préalablement déterminée et représente la somme de la masse rotative de la biellette et de la moitié de la masse alternative correspondante.

Le terme « sphérique » s'entend au sens large, la forme des masses d'équilibrage pouvant être plus ou moins en coquille ou annulaire, notamment pour celle relative à la biellette.

[0006] Il existe des vilebrequins assemblés qui comprennent des bielles monoblocs.

[0007] Dans le document de brevet US5435059, on décrit un procédé d'équilibrage pour un vilebrequin assemblé à partir d'une pluralité de pièces forgées usinées avec précision, ledit assemblage comprenant un axe de rotation récepteur de la tête d'une bielle monobloc et relié à deux disques de contrepoids de part et d'autre. Dans ce procédé, un poids de remplacement dudit axe récepteur de la tête de bielle est positionné entre les deux disques de contrepoids, qui font partie de sous-ensembles correspondants d'un vilebrequin assemblé temporairement. Ce vilebrequin temporaire est placé sur une machine d'équilibrage dynamique, et tout balourd est corrigé. Puis la bielle, avant d'être assemblée dans le vilebrequin, est équilibrée en plaçant la bielle sur une balance, qui a été calibrée à la position zéro, à l'aide d'une bielle maîtresse de centre de gravité connu. Les parties de bielle nécessaires pour corriger l'erreur sont meulées jusqu'à ce que l'affichage de la balance revienne à la position zéro. Une fois que la bielle est équilibrée, elle est placée sur le vilebrequin en insérant sa tête dans l'axe de rotation prévu à cet usage.

Le vilebrequin objet de ce procédé d'équilibrage implique l'emploi d'un axe de rotation récepteur de la tête de bielle pour réaliser le vilebrequin ou d'un poids de remplacement de l'axe dans un vilebrequin temporaire. En outre il implique une opération d'usinage de la bielle. L'équilibrage convient à un type de vilebrequin spécifique et est relativement complexe.

- [0008] Il existe des vilebrequins assemblés qui comprennent des bielles monoblocs, donc d'une seule pièce chacune, dont la tête est intégrée à un maneton, soit par conception d'une pièce monobloc avec le maneton soit qui est emmanchée entièrement sur le maneton du vilebrequin, dès l'assemblage du vilebrequin.
- [0009] Un exemple d'un tel vilebrequin assemblé est illustré suivant une vue en perspective de trois-quarts par la [Fig.1], qui sera reprise en description détaillée plus loin. Le vilebrequin 1 est assemblé de manière similaire à celui qui correspondrait au vilebrequin à équilibrer selon le vilebrequin temporaire 1'' représenté en [Fig.6] commentée plus haut, toutefois le vilebrequin 1 de la [Fig.1] comprend des bielles monoblocs non démontables. Le vilebrequin 1 comprend ainsi un axe de rotation R dont à l'une des extrémités est monté un volant d'inertie balourdé 7 et à l'autre extrémité est montée une poulie d'accessoires balourdée 8. Entre ses deux composants sont montés deux motifs comprenant chacun une paire de bras en fonte 140, 141 et 140', 141', avec contrepoids 1401, 1411 (les mêmes que pour le vilebrequin de Fig. 6), des tubes en acier formés de tourillons 2 et de manetons 3, 3' intégrant des bielles monoblocs 4, 4'. En outre sont montés une petite bielle dite biellette 5, monobloc, de compresseur volumétrique dont la tête est montée sur ledit axe de rotation R, adjacente à un bras 140 de l'une des dites paires de bras en fonte, et un roulement 6 situé entre les motifs. Les différents composants reliés les uns aux autres le sont par emmanchement ou frettage (emmanchement à chaud ou à froid).
- [0010] Dans le cas d'un vilebrequin assemblé avec des bielles monoblocs ayant un degré de liberté en rotation autour de l'axe de maneton, il n'est pas possible d'équilibrer l'ensemble sur la machine d'équilibrage d'un vilebrequin conventionnel.
- L'invention vise ainsi à résoudre cet inconvénient.
- [0011] Le problème technique à résoudre consiste à permettre facilement l'équilibrage statique et dynamique de l'ensemble d'un tel vilebrequin assemblé avec tous ses composants et comportant des bielles qui peuvent notamment être monoblocs.
- [0012] A cet effet, l'invention propose un dispositif de maintien et de pré-équilibrage pour bielle, en particulier pour bielle monobloc, d'un vilebrequin assemblé comportant au moins un bras avec contrepoids, un maneton, et une bielle comportant un corps s'étendant longitudinalement entre un pied et une tête, la tête de la bielle se montant sur le maneton, ledit dispositif étant amovible, et comprenant au moins :
- deux demi-coquilles longitudinales de forme intérieure respective apte à recevoir le

corps de la bielle et la tête de la bielle, et lesdites deux demi-coquilles étant aptes à s'assembler en entourant le corps et la tête de la bielle, leur assemblage comprenant une forme de positionnement apte à entourer au moins la tête de la bielle,

- des moyens de fermeture réversible desdites demi-coquilles permettant la solidarisation desdites demi-coquilles entre elles autour de la bielle,

- des moyens de réglage disposés en prolongement longitudinal desdites demi-coquilles, en partie avant dudit dispositif, partie proximale de la tête de bielle quand la bielle est installée dans ledit dispositif, et lesdits moyens de réglage étant mobiles en translation longitudinale et ayant un poids déterminé par rapport à une masse d'équilibrage prédéterminée pour le pré-équilibrage de la bielle et l'équilibrage final du vilebrequin à équilibrer.

[0013] On entend par « moyens de fermeture réversible » que ces moyens permettent la solidarisation des demi-coquilles pour fermer le dispositif autour de la bielle, et leur désolidarisation rendant ledit dispositif amovible.

[0014] Ladite forme de positionnement permet de maintenir la position de la bielle dans ledit dispositif, de sorte que ladite bielle ainsi enserrée ne puisse pas bouger dans ledit dispositif, et de sorte que la bielle sera bloquée en rotation par rapport à l'axe de rotation passant par le centre du maneton intégrant la bielle du vilebrequin monté sur une machine d'équilibrage.

De préférence selon l'invention, ladite forme de positionnement a sensiblement une forme d'un V.

[0015] Plus particulièrement, ladite forme de positionnement comprend une ouverture traversante en chaque face dudit dispositif, pour permettre d'installer ledit dispositif sur une bielle emmanchée autour d'un maneton, le bord de ladite ouverture ayant une forme définie apte à suivre le bord de la tête de bielle (qui se monte autour du maneton) et d'une partie d'extrémité du corps de bielle proximale de la tête de bielle.

[0016] De préférence lesdits moyens de réglage sont amovibles, ce qui permet de pouvoir installer ou enlever lesdits moyens de réglage par rapport aux demi-coquilles en fonction des besoins pour atteindre la masse d'équilibrage prédéterminée.

[0017] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, lesdits moyens de réglage comprennent deux masses de réglage, une masse par demi-coquille, et des vis de réglage longitudinal desdites masses de réglage. Ladite vis sert au réglage longitudinal de la masse de réglage qui la comporte, de manière à ajuster plus finement la position d'équilibre du dispositif, c'est-à-dire son centre de gravité, lorsque ledit dispositif enserre au moins une bielle. Les vis se fixent dans des portions aménagées en partie avant dudit dispositif, en particulier situées dans le prolongement longitudinal desdites demi-coquilles. De préférence ces portions comportent des formes réceptrices respectives desdites masses de réglage.

En particulier lesdites masses de réglage sont sensiblement cylindriques.

En particulier lesdites masses de réglage sont configurées pour avoir un dispositif avec bielle d'un poids adapté à la masse d'équilibrage prédéterminée.

En particulier lesdites masses de réglage ont été choisies parmi une pluralité de masses de réglage associables aux demi-coquilles, pour avoir un dispositif avec bielle d'un poids adapté à la masse d'équilibrage prédéterminée.

Ledit dispositif selon l'invention a donc un poids total ajustable à un poids correspondant à une masse d'équilibrage prédéterminée.

[0018] De préférence selon l'invention, chaque demi-coquille comprend une ailette de blocage, qui permet de bloquer en rotation ledit dispositif lorsqu'il enserre une bielle sur une machine d'équilibrage. En outre cette ailette est de préférence munie d'au moins un tampon élastique apte à reposer sur une partie d'un contrepoids d'un bras du vilebrequin relatif à la bielle. L'élasticité du tampon permet de compenser les irrégularités de surface sur laquelle reposera ledit dispositif afin d'avoir un bon ajustement de la position dudit dispositif.

[0019] En particulier lesdits moyens de fermeture réversible comprennent au moins un moyen de fermeture, dit moyen de fermeture arrière, apte à entourer l'extrémité du corps de bielle proximale du pied de la bielle.

[0020] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, ledit dispositif de maintien et de pré-équilibrage comprend en outre un logement apte à enserrer une partie d'une biellette à proximité d'une bielle, quand le vilebrequin comprend en outre une telle biellette. En particulier ledit logement est apte à enserrer l'extrémité du corps d'une biellette, extrémité proximale du pied de la biellette.

Ledit logement est de préférence disposé en partie avant dudit dispositif (partie proximale de la tête de la bielle), de manière à ce que ladite biellette soit fixe et que la direction longitudinale de ladite biellette munie dudit dispositif de maintien soit immobilisée parallèlement à la direction longitudinale de ladite bielle qui sera aussi enserrée comme décrit précédemment.

[0021] En particulier lesdits moyens de fermeture réversible du dispositif de maintien et de pré-équilibrage comprennent un moyen de fermeture, dit moyen de fermeture avant, situé en partie avant dudit dispositif. De préférence ledit logement pour la biellette est intégré dans ce moyen de fermeture avant.

[0022] En particulier lesdites portions réceptrices des moyens de réglage sont situées en face avant dudit moyen de fermeture avant.

[0023] L'invention concerne aussi un procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé comprenant un axe de rotation et au moins un motif composé d'au moins un bras avec contrepoids, d'un maneton relié au bras ; et d'une bielle comportant un corps s'étendant longitudinalement entre un pied et une tête se disposant autour dudit

maneton et apte à tourner autour de l'axe du maneton.

[0024] Ledit procédé comprend une étape de pré-équilibrage de la bielle isolée (c'est-à-dire de la bielle seule, avant son montage sur le vilebrequin) selon laquelle :

- on enserre la bielle entre lesdites demi-coquilles d'un dispositif de maintien et de pré-équilibrage comme décrit précédemment, de manière à entourer la tête et le corps de la bielle isolée, la forme de positionnement entourant la tête de la bielle, puis
- on installe lesdits moyens de réglage dudit dispositif à l'extrémité avant dudit dispositif, lesdits moyens de réglage étant configurés de manière à ce que l'ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » ait un poids total égal à une masse d'équilibrage prédéterminée correspondant à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à ladite bielle, puis
- on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage, pour amener le centre de gravité de cet ensemble à la position souhaitée.

Autrement dit, cette étape de pré-équilibrage permet d'ajuster la position d'équilibre dudit dispositif de maintien et de pré-équilibrage avec la bielle, lorsque ledit dispositif sera réinstallé sur la bielle pour réaliser l'équilibrage du vilebrequin entier sur une machine d'équilibrage, cet ensemble se trouvera autour de l'axe du maneton dédié à la bielle, de sorte que l'ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » soit équivalent, pour une bielle donnée, en termes de masse et position du centre de gravité, à une masse d'équilibrage sphérique déterminée montée sur le maneton et connue selon le procédé d'équilibrage antérieur usuel comme décrit plus haut en relation avec la [Fig.6] (masse m_1 ou m'_1 pour une bielle seule (non adjacente à une biellette).

Ce réglage peut se faire par pesée de l'ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage », et adaptation des masses de réglage pour atteindre la masse d'équilibrage. Le réglage longitudinal de la position de ces masses de réglage permet d'amener le centre de gravité de l'ensemble à la position souhaitée. Le centre de gravité de l'ensemble « bielle - dispositif avec moyens de réglage », est sur l'axe de la tête de bielle, quand ledit dispositif enserre une bielle seule (sans biellette adjacente sur le vilebrequin).

Une fois le pré-équilibrage terminé, on retire le dispositif de la bielle.

[0025] Ledit procédé comprend en outre, après ladite étape de pré-équilibrage, les étapes suivantes :

- on réalise un vilebrequin assemblé temporaire en installant la bielle sur le maneton, et en installant le dispositif de maintien et de pré-équilibrage dédié à la bielle selon l'étape de pré-équilibrage, en enserrant la tête et le corps de ladite bielle dans ledit dispositif, la forme de positionnement entourant la tête de la bielle, et la bielle ainsi enserrée étant positionnée de sorte que son pied soit du côté du contrepoids solidaire dudit bras, et en installant en outre un volant d'inertie balourdé en une extrémité de

l'axe de rotation dudit vilebrequin et une poulie d'accessoires balourdée en l'autre extrémité dudit axe, puis

- sur une machine d'équilibrage sur lequel est installé ledit vilebrequin assemblé temporaire, on détermine les quantités de matière à enlever pour équilibrer ledit vilebrequin, puis on élimine les quantités de matière ainsi déterminées dans la masse dudit volant et/ou de ladite poulie, et on réitère si besoin ces opérations,
- on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage de la bielle une fois l'équilibrage terminé.

[0026] Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, ledit vilebrequin comprend en outre une biellette, par exemple une biellette de compresseur volumétrique, le dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovible sert à maintenir à la fois la bielle et la biellette adjacente lors de l'équilibrage du vilebrequin sur machine d'équilibrage.

Dans ce cas particulier, l'invention a aussi pour objet, un procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé comprenant un axe de rotation, et au moins un motif composé d'au moins un bras avec contrepoids, d'un maneton relié au bras, et d'une bielle comportant un corps s'étendant longitudinalement entre un pied et une tête se disposant autour du maneton et apte à tourner autour de l'axe dudit maneton, et en outre une biellette dont la tête se monte sur l'axe de rotation du vilebrequin de sorte que son pied soit adjacent à un bras d'un motif et du côté de la tête de la bielle relative audit bras.

Ledit procédé d'équilibrage de ce vilebrequin comprend une étape préliminaire de pré-équilibrage de la bielle et de la biellette, dans laquelle on utilise un dispositif de maintien et de pré-équilibrage avec logement pour une biellette mais sans installer physiquement la biellette dans le dispositif, donc seule ladite bielle isolée (c'est-à-dire de la bielle seule, avant son montage sur le vilebrequin) est enserrée dans ledit dispositif de maintien et de pré-équilibrage comme décrit précédemment. On règle ensuite le poids total de cet ensemble « bielle (sans la biellette) - dispositif avec moyens de réglage » par des moyens de réglage s'installant à l'avant dudit dispositif, lesdits moyens de réglage étant configurés pour tenir compte de la bielle et de la biellette pour la masse d'équilibrage, c'est-à-dire configurés de manière à ce que l'ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » ait un poids total égal à une masse d'équilibrage prédéterminée correspondant à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à ladite bielle et de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la biellette.

[0027] En effet dans ce cas particulier, la masse d'équilibrage d'un seul dispositif avec ses dits moyens de réglage doit compenser l'équivalent des masses sphériques d'équilibrage respectives de la bielle et de la biellette adjacente connues selon le procédé d'équilibrage antérieur usuel présenté plus haut en relation avec la [Fig.6]

(masses m_1 et m_2). La masse d'équilibrage de cet ensemble « bielle (sans la biellette) - dispositif avec moyens de réglage » correspond à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la bielle, et de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la biellette.

[0028] Puis, dans ce cas particulier où le dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovible servira à maintenir une bielle et une biellette adjacente, on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage pour amener le centre de gravité de cet ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » à une position prédéterminée, en particulier prédéterminée par conception assistée par ordinateur, En effet le centre de gravité de l'ensemble « bielle (sans la biellette) - dispositif avec moyens de réglage », est dans une position à pré-déterminer pour tenir compte de la biellette, position qui est en particulier pré-déterminée par conception assistée par ordinateur.

Le critère pour déterminer la masse d'équilibrage et la position du centre de gravité de l'ensemble « bielle (sans la biellette) - dispositif avec moyens de réglage » tout en prenant en compte la biellette, est que l'axe de giration du vilebrequin complet avec son volant balourdé, sa poulie balourdée et les autres composants dont les bielles et biellette(s) munies des dispositifs de maintien et de pré-équilibrage, (soit le vilebrequin assemblé temporaire) soit confondu avec l'axe de rotation du vilebrequin.

Cet ajustement de la position du centre de gravité de l'ensemble peut être réalisé de façon statique à l'aide de deux balances, par action sur le réglage longitudinal desdits moyens de réglage. L'une des balances est placée au niveau du pied de la bielle et l'autre au niveau de la tête de bielle y compris avec lesdits moyens de réglage.

Une fois le pré-équilibrage terminé, on retire le dispositif de la bielle.

[0029] Dans ce cas particulier, ledit procédé comprend en outre, après ladite étape de pré-équilibrage, les étapes suivantes :

- on réalise un vilebrequin assemblé temporaire en installant la bielle sur le maneton, et en installant le dispositif de maintien et de pré-équilibrage dédié à la bielle adjacente à la biellette selon l'étape de pré-équilibrage, en enserrant la tête et le corps de ladite bielle dans ledit dispositif, la forme de positionnement entourant la tête de la bielle, et ladite bielle ainsi enserrée étant positionnée de sorte que son pied soit du côté du contrepoids du bras, et la biellette étant installée sur l'axe du vilebrequin et maintenue dans ledit logement dudit dispositif, la direction longitudinale de ladite biellette munie dudit dispositif étant parallèle à la direction longitudinale de ladite bielle enserrée, et en installant en outre un volant d'inertie balourdé en une extrémité de l'axe de rotation dudit vilebrequin et une poulie d'accessoires balourdée en l'autre extrémité dudit axe, puis

- sur une machine d'équilibrage sur lequel est installé ledit vilebrequin assemblé temporaire, on détermine les quantités de matière à enlever pour équilibrer ledit vi-

lebrequin, puis on élimine les quantités de matière ainsi déterminées dans la masse dudit volant et/ou de ladite poulie, et on réitère si besoin ces opérations,

- on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage de la bielle adjacente à la biellette une fois l'équilibrage terminé.

[0030] Selon un mode de réalisation préféré de l'étape de pré-équilibrage (pour un motif de vilebrequin avec bielle, sans ou avec une biellette), le réglage peut comprendre de sélectionner une paire de masses de réglage, qui seront adéquates pour lesdits moyens de réglage, parmi une pluralité de paires de masses, lesdites paires ayant des poids différents, de manière à ce que leur poids permette que le poids total d'un ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » atteigne la masse d'équilibrage souhaitée.

Ensuite on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage, en particulier des masses de réglage avec leurs vis, pour amener le centre de gravité de l'ensemble à la position souhaitée.

[0031] De préférence le contrepoids du bras du vilebrequin est intégré avec ledit bras pour former un monobloc.

[0032] De préférence on réalise un vilebrequin assemblé temporaire en installant le dispositif de maintien et de pré-équilibrage sur la bielle de sorte qu'une ailette dudit dispositif vienne en appui sur une surface du contrepoids du bras, en particulier le tampon élastique de l'ailette repose sur cette surface. De préférence cette surface que comprend le contrepoids du bras est plane.

[0033] Ledit dispositif de maintien et de pré-équilibrage et ledit procédé d'équilibrage selon l'invention sont particulièrement destinés aux vilebrequins comprenant une bielle qui est une pièce monobloc, et le cas échéant une biellette qui est aussi monobloc.

[0034] Selon un mode préféré de l'invention, ledit vilebrequin comprend au moins un motif composé d'un maneton, d'une paire de bras, avec contrepoids comportant une surface plane, bras entre lesquels est relié un maneton, et d'une bielle, en particulier monobloc, comportant un corps s'étendant longitudinalement entre un pied et une tête disposée autour dudit maneton et apte à tourner autour de l'axe du maneton. Selon le procédé d'équilibrage, on réalise un vilebrequin assemblé temporaire correspondant avec ledit au moins un motif à deux bras, sur une machine d'équilibrage, la tête et le corps de ladite bielle étant enserrée par un dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovible qui lui est dédié selon l'étape de pré-équilibrage comme expliqué précédemment, les ailettes de blocage du dispositif reposant l'une sur la surface plane du contrepoids d'un des bras et l'autre ailette reposant sur la surface plane du contrepoids de l'autre bras, l'ensemble bielle-dispositif ayant été pré-équilibré comme décrit précédemment.

Si le vilebrequin comporte en outre une biellette, en particulier monobloc, dont la tête est montée autour de l'axe de rotation du vilebrequin, le pied de la biellette étant

adjacent à un des bras du motif et orienté du côté de la tête de la bielle du motif, on enserre aussi la biellette en enserrant l'extrémité du corps de la biellette proximale du pied de la biellette dans son logement que comprend ledit dispositif, de manière à ce que ladite biellette soit fixe et que la direction longitudinale de ladite biellette maintenue dans ledit dispositif soit parallèle à la direction longitudinale de ladite bielle adjacente aussi enserrée.

- [0035] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés.
- [0036] [Fig.1] représente, suivant une vue en perspective de trois-quarts, un vilebrequin assemblé comprenant des bielles monoblocs, connu en soi .
- [0037] [Fig.2] représente une vue d'une face d'un dispositif de maintien et de pré-équilibre amovible, installé autour d'une bielle, selon l'invention, pour l'équilibre d'un vilebrequin assemblé tel que celui représenté en [Fig.1].
- [0038] [Fig.3] illustre suivant une vue en perspective partiellement éclatée, d'un dispositif de maintien et de pré-équilibre installé autour d'une bielle, tel que représenté en [Fig.2].
- [0039] [Fig.4] illustre suivant une vue en coupe longitudinale dans le plan IV-IV, d'un dispositif de maintien et de pré-équilibre installé autour d'une bielle, tel que représenté en figures 2 à 3 sans ses masses cylindriques et ses vis de réglage.
- [0040] [Fig.5] illustre un vilebrequin assemblé tel que représenté [Fig.1] dont les bielles sont équipées chacune d'un dispositif de maintien et de pré-équilibre comme représenté en figures 2 à 4, pour réaliser son équilibre ;
- [0041] [Fig.6] illustre un vilebrequin assemblé équipé de sphères d'équilibre selon l'art antérieur.
- [0042] Les figures sont commentées ensemble, et par référence à un trièdre orthonormé X, Y, Z, l'axe X définissant la direction longitudinale du dispositif de maintien et de pré-équilibre, et la direction longitudinale de la bielle que ledit dispositif enserre.
- [0043] En outre l'avant du dispositif de maintien et de pré-équilibre est défini par rapport à la tête de la bielle qu'il enserre, et l'arrière étant à l'opposé, est défini par rapport au pied de la bielle enserrée.
- [0044] [Fig.1] décrit un vilebrequin assemblé qui comprend des bielles monoblocs, donc qui sont réalisées d'une seule pièce chacune. Un tel vilebrequin convient à un moteur bicylindre, et est connu en soi. Il a été décrit brièvement en introduction.
- [0045] [Fig.6] décrit un vilebrequin assemblé, pour un moteur bicylindre, se composant similairement au vilebrequin de la [Fig.1], mais qui comprendrait deux bielles et une biellette non monoblocs, ledit vilebrequin représenté étant un vilebrequin d'équilibre temporaire, les bielles et biellette ayant été remplacées par des masses d'équilibre

sphériques déterminées m_1 , m_1' , m_2 , montées à la place respectivement des bielles et biellette selon l'art antérieur. Un tel vilebrequin d'équilibrage temporaire est connu en soi, et a été décrit en introduction.

[0046] Le vilebrequin assemblé, représenté en [Fig.1], comprend un axe de rotation R sur lequel sont montés deux motifs entre lesquels est installé un roulement 6, et des paliers de ligne. L'un des motifs comprend une paire de bras en fonte 140, 141 montés en symétrie sur l'axe de rotation R, et un maneton 3 qui est monté entre lesdits bras, ainsi qu'une bielle monobloc 4 intégrée et montée en rotation autour de l'axe du maneton 3. Lesdits bras comprennent symétriquement des contrepoids 1401, 1411. L'autre motif comprend de même une paire de bras en fonte 140', 141' montés en symétrie sur l'axe de rotation R, et un maneton 3' monté entre lesdits bras, ainsi qu'une bielle monobloc 4' intégrée et montée en rotation autour de l'axe du maneton 3'. Ces bras 140', 141', comprennent aussi symétriquement des contrepoids.

En outre une biellette monobloc 5 de compresseur volumétrique est montée sur l'axe du vilebrequin, et elle est adjacente à l'un des bras 140 de l'une des paires de bras et à la bielle 4.

Les différents composants sont reliés les uns aux autres par emmanchement ou freinage (emmanchement à chaud ou à froid).

En l'une des extrémités de l'axe de rotation R est monté un volant d'inertie balourdé 7, et à l'autre extrémité est montée une poulie d'accessoires balourdée 8.

Après le montage, l'ensemble composé du volant, des paliers de ligne, des bras, des manetons et de la poulie est rigide, et ces composants ne tournent pas l'un par rapport à l'autre. Cet ensemble a un degré de liberté en rotation par rapport à l'axe du vilebrequin. Les bielles ont un degré de liberté en rotation par rapport à l'axe de leur maneton support.

[0047] Les bielles monoblocs 4, 4' respectives des deux motifs comportent chacune un corps 40, 40', un pied 42, 42', et une tête 41, 41' intégrée autour d'un maneton 3, 3'. Les motifs sont disposés à 180 degrés l'un par rapport à l'autre. Le pied de bielle 42, 42' sera relié à l'axe d'un piston de moteur thermique.

[0048] En référence aux figures 2 à 5, selon l'invention, le vilebrequin assemblé temporaire représenté en [Fig.5] correspond au vilebrequin représenté en [Fig.1], une fois équipé de deux dispositifs de maintien et de pré-équilibrage amovibles 10, 10', un par bielle, qui fixent les bielles 4, 4', et qui ont servi à pré-équilibrer les bielles et biellette selon un pré-équilibrage détaillé plus loin, ce vilebrequin temporaire sera ensuite apte à être équilibré sur une machine d'équilibrage connue en soi. La biellette 5 proximale de la bielle 4 est aussi fixée par ledit dispositif 10 équipant ladite bielle 4, selon l'exemple.

Chaque dispositif de maintien et de pré-équilibrage a un poids contrôlé afin de corriger exactement les problèmes d'équilibrage que pourrait générer l'ajout de ces

dispositifs, l'ensemble dispositif et bielle faisant l'objet d'un ajustement de son poids total et de la position d'équilibre avec les moyens de réglage du dispositif, lors d'une étape de pré-équilibrage qui va être décrite. Après équilibrage sur la machine à équilibrer, les dispositifs de maintien et de pré-équilibrage seront enlevés.

- [0049] Avant de procéder à l'étape d'équilibrage du vilebrequin sur une machine d'équilibrage, on procède à une étape de pré-équilibrage selon l'exemple d'une part de la bielle 4' (non adjacente à une biellette) d'un motif, et d'autre part à la fois d'une bielle 4 et de la biellette 5 adjacente de l'autre motif.
- [0050] Selon l'invention, chaque bielle 4, 4' est équipée d'un dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10, 10' pour réaliser le pré-équilibrage qui va être décrit en détails pour l'une des bielles 4.
- [0051] Le dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10 selon l'invention, se compose de deux demi-coquilles 11 et 12 allongées (direction X), de forme intérieure adaptée à la forme externe respectivement des côtés de la bielle 4, la bielle se logeant entre les deux demi-coquilles qui forment une pince l'enserrant. Le dispositif, lorsque les deux demi-coquilles sont installées autour de la bielle, présente une forme de positionnement en V 13 autour d'une partie du corps 40 de bielle en prolongement de ladite tête et autour de la tête de bielle 41, pour enserrer et bloquer la bielle 4.
- Ladite forme de positionnement 13 comprend une ouverture traversante sur chaque face du dispositif, en correspondance avec l'axe ouvert 410 de la tête de bielle 41, pour permettre ultérieurement le montage de la bielle autour du maneton.
- [0052] Après la mise en place, les deux demi-coquilles 11 et 12 sont resserrées autour de la bielle 4, au moins partiellement l'une contre l'autre, en se fermant totalement par rapprochement de leurs extrémités longitudinales arrière 112, 122, et avant 113, 123, serrées respectivement par des boulons arrière 16, 16' et avant 17, 17' (orientés axialement selon la direction Z).
- [0053] Par ailleurs, ledit dispositif 10 comprend en ses extrémités longitudinales avant 113, 123, deux embouts 1130, 1230 récepteurs de moyens de réglage qui comprennent deux masses de réglage cylindriques 181, 182 intérieurement aptes à loger respectivement une vis de réglage 191, 192 coaxiale avec l'axe de révolution des masses de réglage cylindriques (direction X). La course desdites vis 191, 192 permet auxdites vis de pénétrer dans des logements cylindriques 1131, 1231 intérieurement filetés, moulés respectivement dans les embouts avant 1130, 1230 des demi-coquilles 11, 12. Ces vis serviront à ajuster le centre de gravité de la position d'équilibre du dispositif avec la bielle.
- [0054] En outre, pour cette bielle 4 qui est adjacente à une biellette 5 du compresseur volumétrique, ledit dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10 comprend un logement 20 traversant, récepteur du pied 52 de ladite biellette 5, afin de bloquer la biellette sur

la machine d'équilibrage. Ce logement 20 se compose de deux encoches creusées en miroir dans les extrémités de fermeture avant 113, 123, ces encoches venant en vis-à-vis quand les boulons de maintien avant 17, 17' assemblent les deux demi-coquilles 11, 12.

Pour l'autre bielle 4', le dispositif 10' ne comprend pas un tel logement car elle n'a pas de biellette adjacente. Toutefois si le dispositif utilisé comprenait ce logement, ce dernier resterait vacant lors de l'équilibrage du vilebrequin

[0055] Afin de pré-équilibrer la bielle 4 et la biellette 5 adjacente ensemble, la biellette 5 n'est pas physiquement installée dans ledit dispositif, on enserre seulement ladite bielle 4 seule, et isolée c'est-à-dire non montée sur le vilebrequin.

[0056] La position de la bielle dans ledit dispositif qu'il enserre est maintenue par la forme de positionnement 13. Puis on prend des masses de réglage 181, 182 pour les installer à l'extrémité avant dudit dispositif en les vissant avec les vis de réglage et des vis de réglage 191, 192, lesdites masses de réglage pouvant être choisies parmi un ensemble de masses de réglage de différents poids, ou spécialement configurées, de manière à ce que l'ensemble « bielle (sans la biellette)- dispositif avec lesdits moyens réglage » tout en prenant en compte néanmoins la biellette, ait un poids total égale à une masse d'équilibrage pré-déterminée sensiblement égale à la somme des deux masses d'équilibrage sphériques m_1 et m_2 représentées en [Fig.6]. Le poids total correspond ainsi à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la bielle 4, et de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la biellette 5.

Ensuite on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage à l'aide des vis de réglage 191, 192, pour amener le centre de gravité de cet ensemble « bielle (sans la biellette) - dispositif avec lesdits moyens réglage » tenant compte néanmoins de la biellette, à la position souhaitée qui a été pré-déterminée par CAO (conception assistée par ordinateur). L'ajustement de la position du centre de gravité de l'ensemble est selon l'exemple réalisé de façon statique à l'aide de deux balances, l'une des balances étant placée au niveau du pied de la bielle et l'autre au niveau de la tête de bielle y compris avec les moyens de réglage.

[0057] Une fois le pré-équilibrage terminé, on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10 autour de la bielle 4, et on le conserve ainsi pour le réinstaller sur le vilebrequin.

[0058] Afin de pré-équilibrer la bielle 4', on installe lesdites demi-coquilles dudit dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10' autour de la tête et du corps de la bielle isolée 4'. La position de la bielle 4' dans ledit dispositif qui l'enserre est maintenue par la forme de positionnement en V. Puis on prend des masses de réglage pour les installer à l'extrémité avant dudit dispositif 10' en les vissant avec les vis de réglage. Les deux

masses de réglage peuvent être choisies parmi une pluralité de paires de masses de réglage de différents poids, ou avoir été spécialement configurées, de manière à ce que l'ensemble « bielle- dispositif avec lesdits moyens réglage » ait un poids total égal à une masse d'équilibrage correspondant à la somme de la masse rotative et la moitié de la masse alternative afférente à ladite bielle 4', correspondant à la masse d'équilibrage sphérique m'1 représentée en [Fig.6].

A cet effet ce réglage peut se faire par la pesée de l'ensemble « bielle - dispositif avec moyens de réglage », pour sélectionner les masses de réglage que comprennent lesdits moyens de réglage parmi la pluralité de paires de masses ayant des poids différents, de manière à ce que leur poids permette d'atteindre ladite masse d'équilibrage.

Ensuite on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage à l'aide des vis de réglage, pour amener le centre de gravité de cet ensemble sur l'axe de la tête de bielle.

[0059] Une fois le pré-équilibrage de la bielle terminé, on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage 10' de ladite bielle 4', et on le conserve ainsi pour le réinstaller sur le vilebrequin.

[0060] Une fois ces pré-équilibrages des bielles 4', 4 et biellette 5 réalisés, le procédé d'équilibrage du vilebrequin consiste à installer les bielle 4 et biellette 5 adjacentes, ainsi que l'autre bielle 4', sur leurs axes supports respectifs, de les équiper de leur dispositif de maintien et de pré-équilibrage amovibles respectifs 10, 10' avec leurs moyens de réglage adéquates, tels que pré-équilibrés, de manière à ce que lesdites bielles 4' et 4 soient fixes par rapport à l'axe de leur maneton support, et le pied respectif de la bielle 4, 4' étant positionné du côté des contrepoids solidaires des bras respectifs entre lesquels se situe la bielle. Les motifs sont à 180 degrés l'un de l'autre.

Dans cette étape, la biellette 5 a été enserrée dans le dispositif 10 en enserrant l'extrémité du corps de la biellette 5 qui est proximale du pied de la biellette dans le logement 20 en partie avant dudit dispositif (partie proximale de la tête de la bielle), de manière à ce que ladite biellette 5 soit fixe et que la direction longitudinale de ladite biellette soit parallèle à la direction longitudinale de ladite bielle 4 adjacente aussi enserrée.

[0061] Chaque dispositif de maintien et de pré-équilibrage est arrêté en rotation sur une surface plane 1400, 1410 des contrepoids 1401, 1411 des bras, au droit de tampons élastiques 150, 151, et 152, 153, supportés respectivement par une ailette 111, 121 respective des demi-coquilles 11, 12. Chaque dispositif de maintien 10, 10' repose ainsi par ses ailettes 111, 112, les tampons élastiques venant en appui respectivement sur les surfaces planes desdits contrepoids des bras.

[0062] On installe ensuite le volant 7 et la poulie 8 respectivement en chaque extrémité de l'axe de rotation R du vilebrequin.

- [0063] Le vilebrequin temporaire ainsi assemblé est installé sur une machine d'équilibrage connue en soi, sur laquelle on fait tourner ledit vilebrequin.
- [0064] Les capteurs de la machine d'équilibrage permettent de détecter et déterminer les quantités de matière à enlever pour équilibrer ledit vilebrequin temporaire ainsi monté sur la machine. Ensuite on élimine les quantités de matière ainsi déterminées par perçage dans la masse dudit volant 7 et/ou de ladite poulie 8 pour équilibrer ledit vilebrequin. On peut réitérer ces opérations si besoin.
- [0065] L'avantage du procédé privilégiant les perçages dans le volant 7 et dans la poulie 8, les bielles et biellette n'étant pas accessibles, on peut réaliser un équilibrage plus précis, grâce à la longueur du bras de levier plus important par rapport à la position des contrepoids.
- [0066] Une fois le vilebrequin temporaire équilibré en statique et dynamique, les dispositifs de maintien et de pré-équilibrage amovibles 10, 10' sont enlevés.
- [0067] L'invention permet que chaque ensemble avec le dispositif soit équivalent respectivement en termes de masse et de position de leur centre de gravité à des sphères d'équilibrage disposées entre les deux bras des motifs, mises à la place des bielles ou sur l'axe de rotation à la place de la biellette selon un procédé d'équilibrage connu comme décrit en relation avec la [Fig.6].
- [0068] Dans l'ensemble de la description de l'invention, les termes « bielle » et « biellette » doivent se comprendre comme incluant les roulements qui leurs sont usuellement intégrés respectivement.
- [0069] La description de l'invention a été faite dans le cadre d'un vilebrequin assemblé à deux motifs d'un moteur bicylindre, mais l'invention peut s'appliquer à tout vilebrequin assemblé d'un moteur multicylindre, quel que soit le nombre de motifs.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10, 10') pour bielle, en particulier bielle monobloc, d'un vilebrequin assemblé comportant au moins un bras avec contrepoids, un maneton (3, 3'), et une bielle (4, 4') comportant un corps (40, 40') s'étendant longitudinalement entre un pied (42, 42') et une tête (41, 41'), la tête de la bielle se montant sur un maneton, ledit dispositif étant amovible, et ledit dispositif comprenant au moins :
- deux demi-coquilles (11, 12) longitudinales de forme intérieure respective apte à recevoir le corps (40) de la bielle et la tête (41) de la bielle, et lesdites deux demi-coquilles (11, 12) étant aptes à s'assembler en entourant au moins le corps et la tête de la bielle, leur assemblage comprenant une forme de positionnement (13) apte à entourer la tête de la bielle,
 - des moyens de fermeture réversible (112, 122, 16, 16', 113, 123, 17, 17') permettant la solidarisation desdites demi-coquilles entre elles autour de la bielle,
 - des moyens de réglage (181, 191, 182, 192) disposés en prolongement longitudinal desdites demi-coquilles, en partie avant dudit dispositif, partie proximale de la tête de bielle quand la bielle est installée dans ledit dispositif, et lesdits moyens de réglage étant mobiles en translation longitudinale et ayant un poids déterminé par rapport à une masse d'équilibrage prédéterminée.
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de réglage (181, 191, 182, 192) sont amovibles.
- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que lesdits moyens de réglage comprennent deux masses de réglage (181, 182), une masse par demi-coquille, et des vis de réglage longitudinal respectives desdites masses de réglage (191, 192).
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque demi-coquille (11, 12) comprend une ailette de blocage (111, 121), et de préférence ladite ailette est munie d'au moins un tampon élastique (150, 151, 152, 153) apte à reposer sur une partie d'un contrepoids du bras du vilebrequin.
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un logement (20) apte à enserrer au moins une partie d'une biellette (5) à proximité d'une bielle (4) quand le vilebrequin

comprend en outre une telle biellette.

[Revendication 6]

Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé (1) comprenant un axe de rotation (R), et au moins un motif composé d'au moins un bras (140', 141') avec contrepoids, d'un maneton (3') relié au bras, et d'une bielle (4') comportant un corps (40') s'étendant longitudinalement entre un pied (42') et une tête (41') se disposant autour dudit maneton et apte à tourner autour de l'axe du maneton,

ledit procédé comprenant une étape de pré-équilibrage de la bielle (4') isolée selon laquelle :

- on enserre la bielle (4') entre lesdites demi-coquilles d'un dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10') selon l'une des revendications 1 à 5, de manière à entourer la tête (41') et le corps (40') de la bielle, la forme de positionnement entourant la tête de la bielle puis
- on installe lesdits moyens de réglage dudit dispositif à l'extrémité avant dudit dispositif (10'), lesdits moyens de réglage étant configurés de manière à ce que l'ensemble « bielle- dispositif avec lesdits moyens de réglage » ait un poids total égal à une masse d'équilibrage pré-déterminée correspondant à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à ladite bielle (4'), puis
- on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage, pour amener le centre de gravité de cet ensemble « bielle- dispositif avec lesdits moyens de réglage » à la position souhaitée,
- une fois le pré-équilibrage terminé, on retire ledit dispositif (10') de la bielle (4').

[Revendication 7]

Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé selon la revendication 6, comprenant après ladite étape de pré-équilibrage, les étapes suivantes :

- on réalise un vilebrequin assemblé temporaire en installant la bielle (4') sur le maneton (3'), et le dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10') dédié à la bielle (4') selon l'étape de pré-équilibrage, en enserrant la tête et le corps de ladite bielle dans ledit dispositif, la forme de positionnement entourant la tête de la bielle, et la bielle ainsi enserrée étant positionnée de sorte que son pied soit du côté du contrepoids solidaire dudit bras, et en installant en outre un volant d'inertie balourdé (7) en une extrémité de l'axe de rotation (R) dudit vilebrequin et une poulie d'accessoires balourdée (8) en l'autre extrémité dudit axe (R), puis
- sur une machine d'équilibrage sur lequel est installé ledit vilebrequin assemblé temporaire, on détermine les quantités de matière à enlever

pour équilibrer ledit vilebrequin, puis on élimine les quantités de matière ainsi déterminées dans la masse dudit volant (7) et/ou de ladite poulie (8), et on réitère si besoin ces opérations,

- on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage de la bielle une fois l'équilibrage terminé.

[Revendication 8]

Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé (1) comprenant un axe de rotation (R), et au moins un motif composé d'au moins un bras (140, 141) avec contrepoids, d'un maneton (3) relié au bras, et d'une bielle (4) comportant un corps (40) s'étendant longitudinalement entre un pied (42) et une tête (41) se disposant autour du maneton (3) et apte à tourner autour de l'axe dudit maneton, et en outre une biellette (5) dont la tête se monte sur l'axe de rotation du vilebrequin de sorte que son pied (50) soit adjacent à un bras (140) d'un motif et du côté de la tête (41) de la bielle (4),

ledit procédé comprenant une étape de pré-équilibrage de la bielle (4) et de la biellette (5) dans laquelle on utilise un dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10) avec logement (20) selon la revendication 5 sans installer la biellette (5) dans ledit dispositif (10), et selon laquelle :

- on enserre la bielle (4) isolée entre lesdites demi-coquilles (11, 12) dudit dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10) de manière à entourer la tête (41) et le corps (40) de la bielle (4), la forme de positionnement (13) entourant la tête de la bielle, puis

- on installe lesdits moyens de réglage dudit dispositif à l'extrémité avant dudit dispositif, lesdits moyens de réglage étant configurés de manière à ce que l'ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » ait un poids total égal à une masse d'équilibrage prédéterminée correspondant à la somme de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à ladite bielle (4) et de la masse rotative et de la moitié de la masse alternative afférentes à la biellette (5), puis

- on règle longitudinalement la position desdits moyens de réglage (181, 191, 182, 192), pour amener le centre de gravité de cet ensemble « bielle - dispositif avec lesdits moyens de réglage » à une position prédéterminée, en particulier prédéterminée par conception assistée par ordinateur,

- une fois le pré-équilibrage terminé, on retire le dispositif (10) de la bielle (4).

[Revendication 9]

Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin assemblé selon la revendication

8, comprenant après ladite étape de pré-équilibrage, les étapes suivantes :

- on réalise un vilebrequin assemblé temporaire en installant la bielle (4) sur le maneton (3), et le dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10) dédié à la bielle (4) adjacente à la biellette (5) selon l'étape de pré-équilibrage, en enserrant la tête (41) et le corps (40) de ladite bielle (4) dans ledit dispositif (10), la forme de positionnement (13) entourant la tête de la bielle, et ladite bielle (4) ainsi enserrée étant positionnée de sorte que son pied (42) soit du côté du contrepoids (1401, 1411) du bras (140), et la biellette (5) étant installée maintenue dans ledit logement (20) du dispositif et la direction longitudinale de ladite biellette munie dudit dispositif (10) étant parallèle à la direction longitudinale (X) de ladite bielle (4) enserrée, et en installant en outre un volant d'inertie balourdé (7) en une extrémité de l'axe de rotation (R) dudit vilebrequin et une poulie d'accessoires balourdée (8) en l'autre extrémité dudit axe (R),

puis

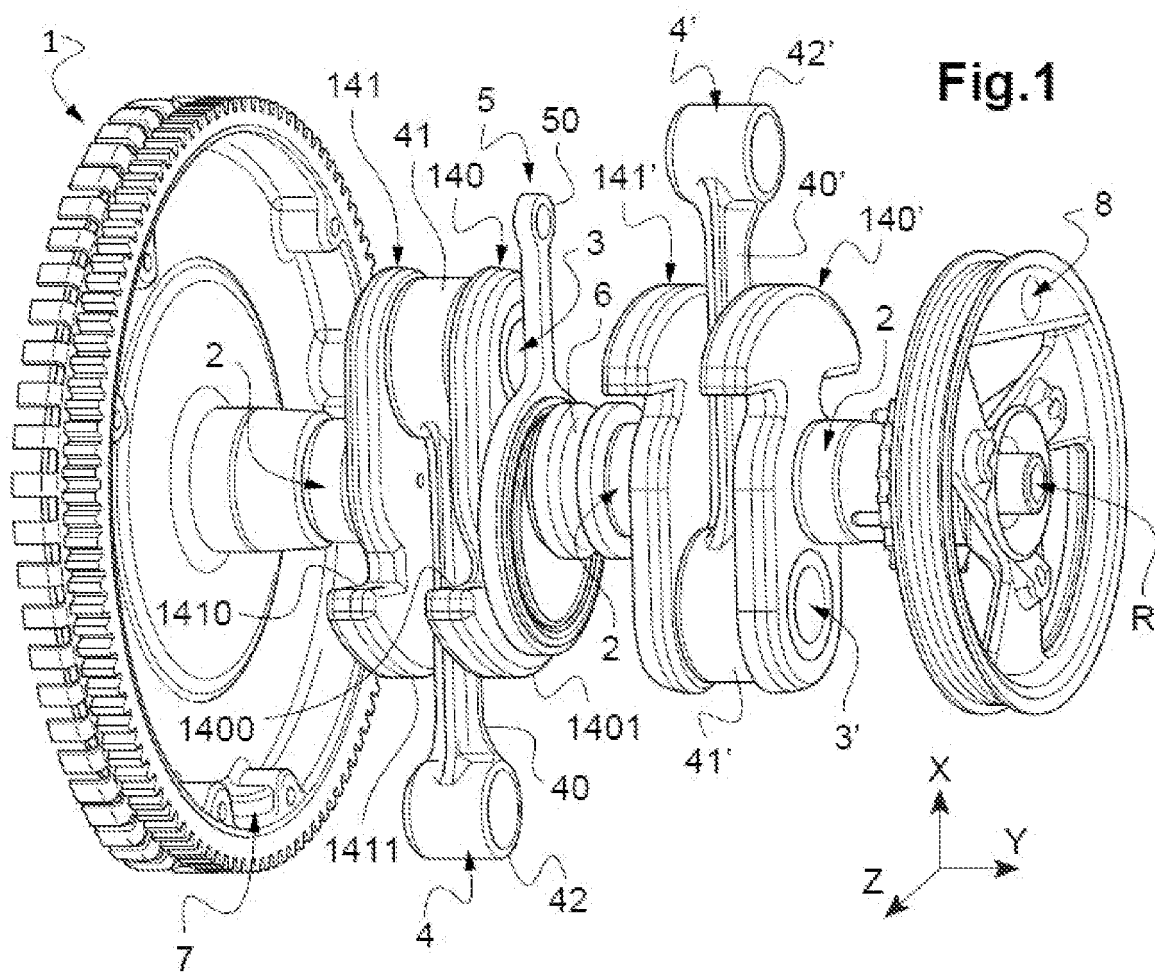
- sur une machine d'équilibrage sur lequel est installé ledit vilebrequin assemblé temporaire, on détermine les quantités de matière à enlever pour équilibrer ledit vilebrequin, puis on élimine les quantités de matière ainsi déterminées dans la masse dudit volant (7) et/ou de ladite poulie (8), et on réitère si besoin ces opérations,

- on retire le dispositif de maintien et de pré-équilibrage (10) de la bielle et de la biellette une fois l'équilibrage terminé.

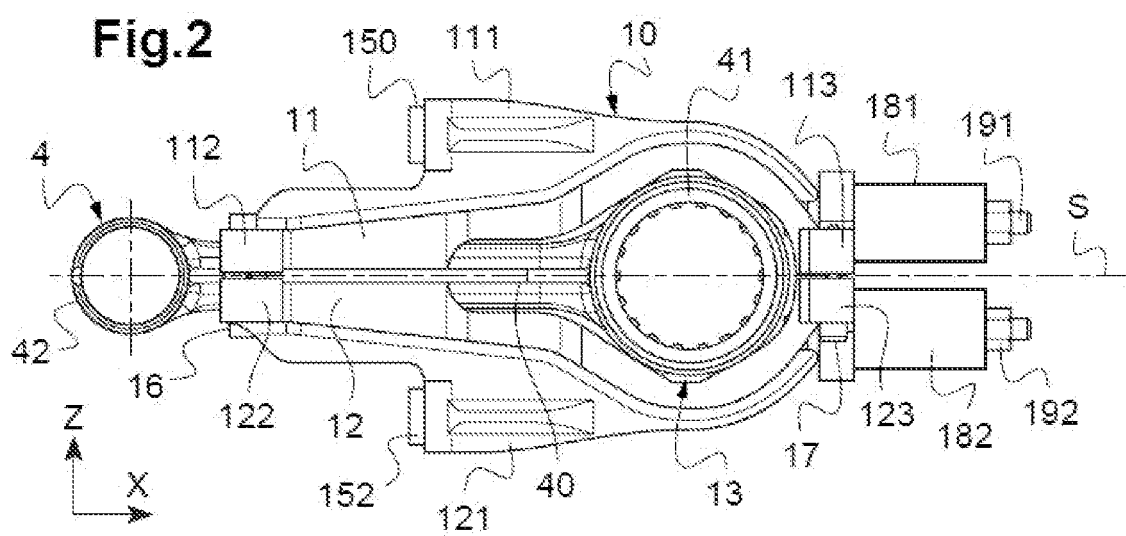
[Revendication 10] Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin selon la revendication 6 ou selon la revendication 8, dans lequel lors de l'étape de pré-équilibrage, on sélectionne une paire de masses de réglage parmi une pluralité de paires de masses, lesdites paires ayant des poids différents.

[Revendication 11] Procédé d'équilibrage d'un vilebrequin selon l'une des revendications 6 à 10, dans lequel la bielle (4, 4') de vilebrequin est une bielle monobloc, et la biellette (5) de vilebrequin dans le procédé selon les revendications 8 à 9 est une biellette monobloc.

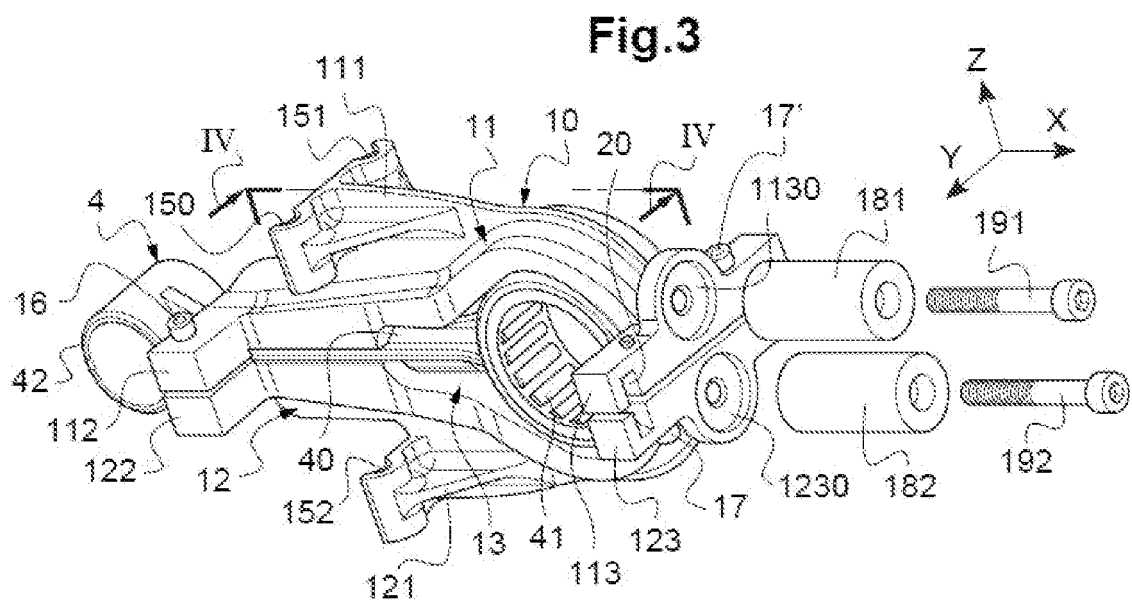
[Fig. 1]



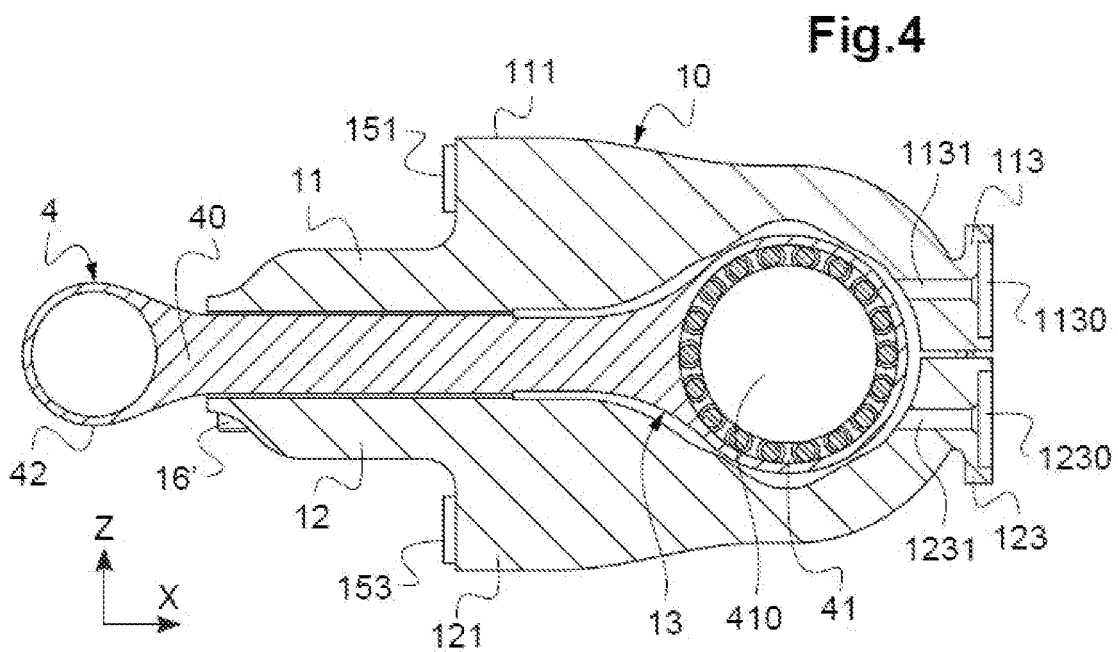
[Fig. 2]



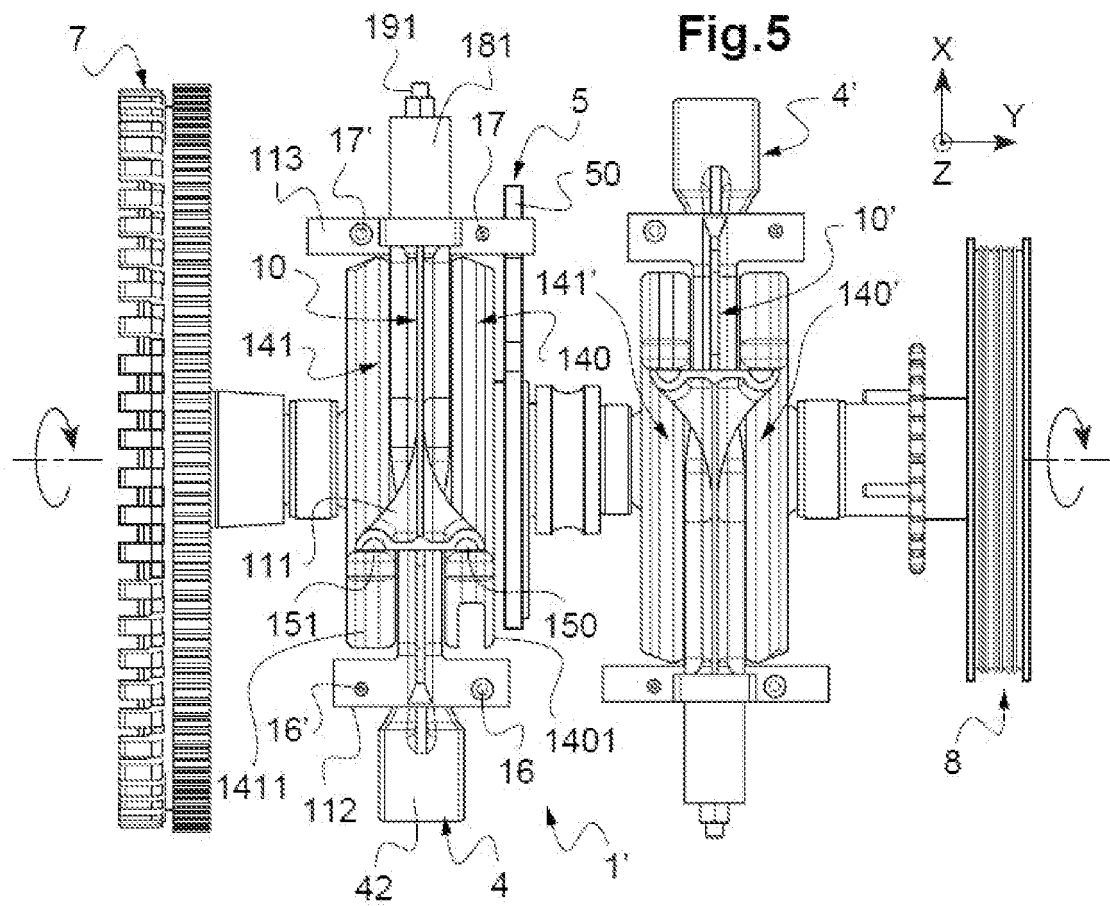
[Fig. 3]



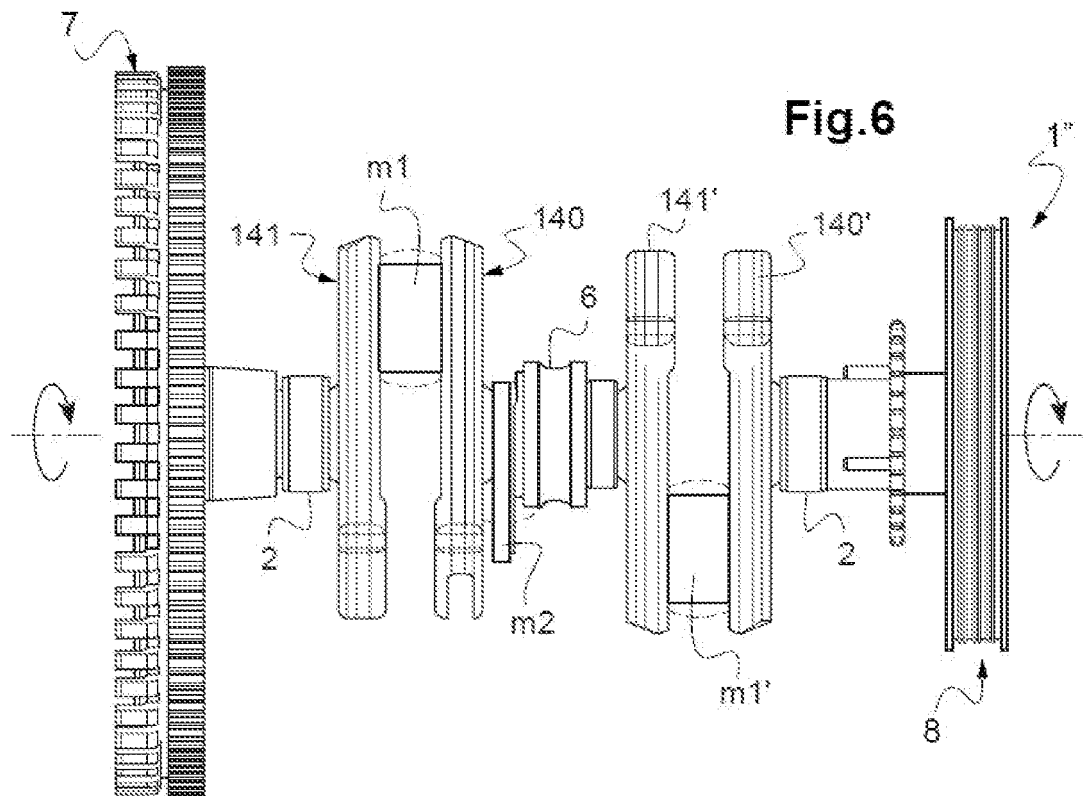
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☐ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 5 435 059 A (CHAWLA MOHINDER P [US])
25 juillet 1995 (1995-07-25)

GB 178 172 A (CLARENCE HENRY HAPGOOD)
4 avril 1922 (1922-04-04)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT