

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 22413

⑤④ Dispositif pour le tournage de pièces flexibles.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). B 23 B 25/06; B 23 Q 1/22.

②② Date de dépôt..... 7 septembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 20-3-1981.

⑦① Déposant : REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT, résidant en France.

⑦② Invention de : André Monnin, Daniel Portheault et Bernard Robert.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Office Josse & Petit,
126, bd Haussmann, 75008 Paris.

La présente invention, due à la collaboration de Messieurs André MONNIN, Daniel PORTHEAULT et Bernard ROBERT, se rapporte à un dispositif spécialement conçu pour le tournage de pièces flexibles en général, pouvant même comporter plusieurs parties coaxiales à usiner, comme c'est le cas des arbres à paliers multiples, arbres à cames, ou vilebrequins de moteur à lignes de paliers et de manetons multiples.

Lorsqu'il s'agit d'usiner des pièces peu rigides, l'effort de coupe développé par l'outil sur la pièce fléchit celle-ci, entraînant un déplacement de l'axe de la pièce par rapport à l'axe de tournage. Il s'ensuit, d'une part, des non-conformités géométriques et dimensionnelles de la pièce, et d'autre part, l'apparition de phénomènes vibratoires, dits de "broutage", qui ont pour effet de détériorer à la fois la pièce et l'outil.

Pour remédier à ces inconvénients, on a habituellement le choix entre deux solutions :

a) diminuer l'effort de coupe, ce qui revient à abaisser les performances de la machine ;

b) introduire, le plus près possible de la zone d'usinage, des appuis qui empêchent la pièce de fléchir. Ces appuis, appelés "lunettes", nécessitent que la pièce comporte déjà des surfaces usinées avec une certaine précision.

Outre cette contrainte, le système amène d'autres inconvénients, tels que :

- augmentation de l'encombrement autour de la zone à usiner ;

- augmentation des difficultés de montage et de démontage de la pièce sur la machine ;

- efficacité limitée dans le cas où l'on ne peut pas introduire ces appuis aussi près que l'on voudrait de la zone d'usinage ; etc.

Les difficultés qui sont évoquées ci-dessus sont largement augmentées lorsque les pièces à usiner sont du type des vilebrequins de moteurs à combustion interne. En effet, outre un manque de rigidité, ces pièces ont une configuration géométrique qui, par l'excentricité des lignes des paliers et des manetons, complique sensiblement le processus d'usinage de ces lignes.

L'invention a pour objet un dispositif permettant de remédier avantageusement aux inconvénients précités, tout en apportant une amélioration des performances de tournage, notamment du point de vue capacité de coupe, qualité d'usinage, réduction
5 des temps morts de manutention, simultanéité de divers usinages, et qui est d'une adaptation facile à diverses configurations de tours, pouvant s'en trouver simplifiées ou homogénéisées pour des séries de travaux successifs du genre considéré, comme c'est le cas des vilebrequins présentant plusieurs lignes à usiner.

10 Essentiellement, à cet effet, le dispositif de tournage selon l'invention de pièces flexibles maintenues et entraînées en rotation sur un tour suivant leur axe de tournage, comportant au moins un chariot porte-outil monté déplaçable sur le bâti de tour transversalement par rapport à l'axe de tournage, est caractérisé
15 en ce qu'il est associé à l'outil un système de réaction comprenant deux galets de contre-appui supportés par le bâti et ayant une liaison cinématique avec le chariot porte-outil telle que le triangle formé par la pointe de l'outil et les points de tangence des galets avec le cercle de tournage qu'ils définissent avec l'outil
20 varie de façon sensiblement homothétique par rapport au centre de ce cercle.

En particulier, ladite liaison cinématique peut être constituée pour chaque galet de contre-appui par un levier de support oscillant à axe d'articulation intermédiaire fixé sur le
25 bâti et parallèle à l'axe de tournage, chaque levier portant le galet à une de ses extrémités et ayant son autre extrémité reliée à articulation par une bielle audit chariot porte-outil, les articulations de cette bielle étant parallèles à l'axe de tournage.

En outre, lesdites bielles peuvent être constituées chacune par un vérin hydraulique permettant d'actionner les galets à
30 l'ouverture pour les phases de prise en charge et évacuation des pièces usinées.

Avantageusement, dans le cas général de tournage d'ébauches, l'opération de tournage peut alors être prévue en deux phases successives d'écroutage et de finition sur le même tour, gouvernées par l'alimentation desdits vérins hydrauliques, ainsi
35 qu'on le verra plus loin.

On notera comme avantages plus particuliers du dispositif objet de l'invention, qu'avec ses galets de contre-appui disposés dans le même plan que l'outil, la pièce à usiner est empêchée de fléchir d'une façon plus efficace qu'avec une lunette. Les qualités
5 géométriques du cercle de tournage ainsi défini ne dépendent pratiquement que de la rigidité du triangle défini par les trois points de contact considérés avec l'outil et les galets.

En outre, le fait que les contacts avec la pièce soient limités à trois autorise que la section initiale de la pièce soit
10 géométriquement imparfaite, ce qui n'est pas le cas avec une lunette. En particulier, lorsque les défauts sont importants, on peut donner au dispositif selon l'invention, par l'intermédiaire desdits vérins hydrauliques, une "flexibilité" qui lui permet d'absorber les défauts de plus grande amplitude, sans qu'il y ait variation
15 des efforts appliqués, jusqu'à ce que ces défauts soient réduits à des valeurs acceptables, après quoi le dispositif peut être "rigidifié" hydrauliquement pour obtenir une section de tournage aussi parfaite que possible.

On peut ainsi obtenir, par ce procédé, une pièce "finie"
20 en partant d'une pièce "brute", sans qu'il y ait besoin de reprises intermédiaires.

Le dispositif selon l'invention étant d'un encombrement axial réduit peut être aisément multiplié en fonction du nombre de portées à usiner pour usiner une ligne complète en une seule
25 opération.

Le mouvement d'écartement des galets lié au mouvement de recul du porte-outil en fin d'usinage facilite automatiquement les opérations de chargement/déchargement des pièces, et peut être amplifié à cet effet par mise en oeuvre des vérins hydrauliques
30 précités.

L'invention est d'ailleurs ci-après plus complètement décrite, à titre d'exemple non limitatif, et en référence au dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1 est une vue schématique d'un agencement
35 d'un dispositif de tournage selon l'invention pour le tournage de pièces à chargement et déchargement horizontal, incluant un schéma de principe d'un circuit électro-hydraulique de commande d'un

tel dispositif ;

- la figure 2 est une vue analogue d'un autre agencement de dispositif de tournage selon l'invention adapté au cas de pièces à chargement et déchargement vertical au-dessous de l'axe de tournage.

On a représenté à la figure 1 un bâti de tour 1 sur lequel est monté déplaçable horizontalement et transversalement par rapport à l'axe de tournage 2, suivant la flèche 3, un chariot 4, dont les organes de guidage et commande ne sont pas représentés comme pouvant être de tout type usuel, et sur lequel sont fixés un porte-outil et outil désignés par 5 dans leur ensemble.

Sur deux éléments 1a, 1b solidaires du bâti 1, sont respectivement articulés en leur partie centrale, autour d'axes 6 et 7 parallèles à l'axe de tournage, deux leviers 8 et 9 supportant à une de leurs extrémités chacun un galet 10 et 11, destiné à former organe de contre-appui de l'outil 5 sur la pièce à usiner, ces galets étant libres de tourner autour de leur axe respectif 12 et 13. A leur autre extrémité, les deux leviers 6 et 7 sont respectivement reliés au chariot 4 porte-outil par deux bielles qui sont de préférence ici de longueur variable et constituées à cet effet par des vérins hydrauliques 14 et 15. Les cylindres des vérins 14, 15 sont articulés en 16 et 17 sur le chariot 4 et les extrémités de leur tige de piston sont articulées en 18 et 19 avec les extrémités correspondantes des leviers 8 et 9, tous ces axes d'articulation ainsi que les axes de rotation des galets étant parallèles à l'axe de tournage.

La disposition des galets 10, 11 dans l'espace par rapport à la pointe de l'outil 5 est telle que la résultante de leur action sur une pièce telle que 20, bridée dans l'axe de tournage 2, se trouve opposée à celle de l'outil. De plus, la liaison cinématique de ces galets avec le chariot 4 par les leviers 8, 9 et vérins 14, 15, considérés comme bielles rigides, présente des égalités dimensionnelles et d'angles telles que les points de contact des galets avec les pièces à usiner constituent avec le point de contact de l'outil, dans la gamme des diamètres à usiner, un triangle variant de façon sensiblement homothétique par rapport au centre du cercle de tournage qu'ils définissent.

Les deux chambres des vérins 14 et 15 sont respectivement reliées à une source à pression constante au travers de distributeurs 21 et 22 d'une part et, d'autre part, au travers de clapets anti-retour 23 et 24 pilotés par l'intermédiaire de distributeurs 25, 26. Les distributeurs 21, 22, actionnés respectivement par les solénoïdes A, R et A', R', assurent les mouvements de sortie et de retrait des tiges de piston des vérins 14 et 15. Les clapets 23 et 24, montés entre les distributeurs 21, 22 et les chambres de poussée des vérins 14 et 15, quand ils ne sont pas pilotés, isolent ces chambres du circuit hydraulique lorsque la pression dans lesdites chambres y devient supérieure à celle du circuit, c'est-à-dire que les bielles constituées par les vérins 14, 15 sont alors rigidifiées à la compression. Lorsque les clapets 23 et 24 sont pilotés par la pression du circuit au travers des distributeurs 25 et 26, commandés par les solénoïdes P et P', les chambres de poussée des vérins 14 et 15 sont mises en communication avec le circuit hydraulique. Dans ce cas, les tiges des vérins peuvent rentrer, soit sous l'action d'efforts extérieurs supérieurs à l'effort développé par la pression de la source sur la section de poussée des pistons, soit sous l'effet de l'inversion des pressions dans les chambres des vérins, commandée par commutation des distributeurs 21 et 22.

Le circuit est alimenté, d'une façon continue, par une moto-pompe hydraulique 27, sous une pression maintenue à une valeur constante, déterminée par la valeur des efforts à exercer sur la pièce à usiner, par un appareil de régulation de pression 28.

L'agencement du dispositif objet de la figure 1 convient au tournage de pièces à chargement et déchargement horizontal suivant la flèche 29.

On a représenté à la figure 2 un agencement adapté au cas de pièces à chargement et déchargement vertical au-dessous de l'axe de tournage 30, suivant la flèche 31. Un chariot 32 sur lequel est fixé le porte-outil 33 à outil 34, est monté dplaçable verticalement sur le bâti de tour 35, suivant la flèche 36, par l'intermédiaire d'un jeu de glissières 37 et d'un mécanisme de commande comprenant un moteur électrique 38 et un réducteur 39 suivi d'une liaison vis-écrou usuelle non représentée s'étendant

entre les glissières. L'ensemble porte-outil 33 outil 34 comporte les moyens de réglage usuels permettant de positionner avec précision la pointe de l'outil par rapport à l'axe de tournage 30 en un point donné de la trajectoire de déplacement du chariot 32.

5 Sur une traverse 40 solidaire du bâti et sur les glissières 37 sont fixées des chapes 42, 43 entre les joues desquelles sont respectivement articulés en un point intermédiaire de leur longueur, par des axes 44, 45 parallèles à l'axe de tournage, deux leviers 46, 47 formant chacun à une de leurs extrémités une chape entre les
10 joues de laquelle est monté tournant un galet de contre-appui de l'outil 34 sur la partie de pièce à usiner 48, les deux galets étant respectivement désignés par 49 et 50 et leurs axes par 51 et 52.

A leur autre extrémité les leviers 46, 47 sont respectivement articulés, par les axes 53 et 54, dans des chapes d'extrémité 55 et 56 des tiges de pistons de deux vérins hydrauliques 57, 58, dont les cylindres sont eux-mêmes articulés, par les axes 59, 60, dans des chapes 61, 62 fixées sur le chariot 32, toutes ces articulations étant parallèles à l'axe de tournage 30.

20 La disposition géométrique des galets 49, 50 relativement à la pointe de l'outil 34 et à l'axe de tournage 30 et leur liaison cinématique avec le chariot 32 répondent aux mêmes considérations que celles exposées dans le cas de l'agencement de la figure 1. De même, les vérins hydrauliques 57, 58 sont à considérer comme
25 alimentés de même manière que les vérins 14, 15, non représentée par souci de simplification et clarté de la figure 2.

Le fonctionnement d'un dispositif de tournage selon l'invention sera décrit en référence à la figure 1, qui comporte seule la représentation de sa commande électrohydraulique propre,
30 étant à voir que le même fonctionnement s'applique aussi au dispositif de la figure 2.

Partant de la position d'usinage par tournage d'une pièce 20 représentée à la figure 1, il est à voir qu'en fin de tournage le chariot 4 est reculé par rapport à l'axe de tournage 2 et avec
35 lui l'ensemble outil - porte-outil 5 d'une part, ainsi que les cylindres des vérins 14, 15, qui sont simultanément alimentés du côté tige de piston, au travers des distributeurs 21, 22, par

excitation des solénoïdes R et R' de ceux-ci, tandis que l'autre côté du piston de ces vérins est mis à l'échappement par la voie des clapets de non-retour 23, 24, pilotés à l'ouverture par l'intermédiaire des distributeurs 25, 26, dont les solénoïdes de commande P et P' sont excités à cet effet. Il résulte de cette action de recul du chariot 4 et d'alimentation des vérins 14, 15 dans le sens de rentrée des tiges de piston que les galets 10, 11 s'écartent de la pièce usinée suivant les flèches 63, afin de la rendre accessible pour son évacuation dans le sens correspondant de la flèche 29, après débridage d'avec la ou les broches du tour .

Cette position écartée des galets permet aussi l'amenée de la pièce suivante dans le sens correspondant de la flèche 29 pour son chargement et bridage sur la ou les broches de tour, qui vont assurer son entraînement en rotation suivant l'axe de tournage 2.

Avec la commande électro-hydraulique représentée, le dispositif de tournage selon l'invention permet un usinage en deux phases enchaînées d'une pièce ou ébauche dont la surface à usiner est dite "brute" comme comportant des défauts géométriques qui exigent usuellement des reprises intermédiaires.

Pour la première phase dite "d'écroutage", l'approche de l'outil est commandée par déplacement du chariot 4 tandis que, simultanément, les solénoïdes A, P des distributeurs 21, 25 et A' P' des distributeurs 22, 26 sont excités, ce qui a pour effet d'alimenter les vérins hydrauliques 14, 15 dans le sens de sortie des tiges de pistons, avec les clapets 24 et 25 restant pilotés à l'ouverture. L'extension des vérins 14, 15 a pour effet d'amener les galets de contre-appui 10, 11 au contact de la pièce à usiner, sur laquelle ils exercent alors des efforts déterminés par la pression régulée de la moto-pompe 27. Ces efforts sont choisis pour compenser en partie l'effort de coupe, mais ils ne doivent pas non plus provoquer de déformation importante de la pièce tant que l'outil n'est pas en contact avec celle-ci. Aussi, pendant la phase d'approche de l'outil, les tiges des vérins 14 et 15 doivent pouvoir effectuer un recul relatif sans qu'il y ait augmentation de l'effort choisi, donc de la pression hydraulique à laquelle elles sont soumises. D'autre part, la surface à usiner étant "brute" et comportant par conséquent des défauts géométriques

importants, les ensembles galets 10, 11 - leviers 8, 9 - vérins 14, 15 doivent pouvoir absorber ces défauts sans que les efforts appliqués sur la pièce varient de façon notable, ceci afin de ne pas détériorer l'outil et de ne pas amplifier les défauts initiaux.

5 C'est pour répondre aux deux conditions énoncées ci-dessus, qui se superposent, que les clapets 23 et 24 sont pilotés à l'ouverture, c'est-à-dire que leur fonction de non-retour est neutralisée, ce qui permet ainsi à l'huile refoulée par les pistons des vérins 14 et 15 de repasser dans le circuit primaire dont la pression est
10 maintenue constante, grâce à l'appareil de régulation de pression 28 qui évacue à la bache le débit éventuel occasionné.

Lorsque, à la fin de la phase d'"écrouissage", la section de la pièce est sensiblement circulaire, on déclenche la phase de " finition " en désexcitant, d'une part les solénoïdes P et P' des
15 distributeurs 25 et 26, ce qui a pour effet de supprimer la pression de pilotage qui maintenait ouverts les clapets 23 et 24, et d'autre part les solénoïdes A et A' des distributeurs 21 et 22, ce dont il résulte que les clapets 23, 24 se ferment aussitôt que la pression dans les chambres de poussée des vérins 14, 15 devient
20 supérieure à celle régnant dans la portion de circuit qui relie ces clapets 23, 24 aux distributeurs 21 et 22.

Les vérins 14 et 15 sont donc complètement isolés de la source de pression et, grâce au volume d'huile enfermé d'une façon étanche entre les chambres de poussée des pistons et les clapets,
25 ces vérins jouent alors le rôle de "bielles rigides", de sorte que le mouvement d'avance du chariot 4 et donc de l'outil 5, est transmis intégralement aux extrémités des leviers 8, 9 et donc aux galets de contre-appui 10, 11, de sorte que les points de contact a, b de ces derniers avec la pièce 20 ainsi que le point de contact
30 c de l'outil 5 avec cette dernière constituent un triangle variant positivement de façon sensiblement homothétique par rapport au centre du cercle de tournage, correspondant à l'axe de tournage 2 défini par le positionnement initial de bridage de la pièce.

Outre la définition géométrique de la section tournée
35 ainsi obtenue, ce dispositif introduit une rigidité mécanique qui améliore d'une part les performances, par une augmentation des capacités de coupe et, d'autre part, les qualités d'usinage par

élimination des phénomènes de "broutage".

La figure 1 peut être considérée comme illustrative d'un exemple d'usinage applicable aux paliers d'un arbre à cames, pour lequel tous les paliers peuvent être usinés simultanément, en recourant à un dispositif de tournage à galets de contre-appui tel que décrit pour chaque palier.

La figure 2 est illustrative d'un exemple d'usinage d'une ligne de manetons de vilebrequin, pour laquelle est prévu pour chaque maneton un dispositif de tournage à galets de contre-appui tel que décrit, de sorte que les manetons de la ligne considérée sont usinés simultanément. Il est à voir qu'en ce cas la ligne de manetons considérée d'un vilebrequin est placée dans l'axe de tournage défini par les broches d'entraînement en rotation, en bridant les paliers du vilebrequin dans des mandrins portés par les broches et excentrés par rapport à leur axe de rotation de la valeur de l'excentrement de la ligne de manetons par rapport à celle des paliers. Un tel dispositif de tournage convient aussi bien entendu pour usiner la ligne de paliers elle-même du vilebrequin, de sorte que des machines d'un même type et relativement simples peuvent être ainsi créées pour l'usinage de pièces complexes telles que les vilebrequins. Dans l'exemple de la figure 2, la manutention de ceux-ci pour le chargement et déchargement du tour peut être aisément prévue verticalement suivant la flèche 31 et avec un indexage angulaire préalable permettant d'automatiser la prise en charge et le bridage des vilebrequins sur les broches d'entraînement.

Bien entendu, diverses variantes peuvent être imaginées tout en restant dans le cadre principal de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles maintenues et entraînées en rotation sur un tour suivant leur axe de tournage, comportant au moins un chariot porte-outil monté déplaçable sur le bâti de tour transversalement par rapport à l'axe de tournage, caractérisé en ce qu'il est associé à l'outil un système de réaction comprenant deux galets de contre-appui supportés par le bâti et ayant une liaison cinématique avec le chariot porte-outil telle que le triangle formé par la pointe de l'outil et les points de tangence des galets avec le cercle de tournage qu'ils définissent avec l'outil varie de façon sensiblement homothétique par rapport au centre de ce cercle.

2. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite liaison cinématique comprend pour chaque galet un levier de support oscillant à axe d'articulation intermédiaire fixé sur le bâti et parallèle à l'axe de tournage, chaque levier portant le galet à une de ses extrémités et ayant son autre extrémité reliée à articulation par une bielle audit chariot porte-outil, les articulations de cette bielle étant parallèles à l'axe de tournage.

3. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque bielle est constituée par un vérin hydraulique.

4. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il est associé aux vérins hydrauliques des moyens d'alimentation permettant d'actionner les galets de contre-appui à l'ouverture pour les phases de chargement et déchargement des pièces sur le tour.

5. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon l'une des revendications 3 ou 4, caractérisé en ce qu'il est associé aux vérins hydrauliques des moyens individuels d'alimentation permettant de solliciter les galets de contre-appui au contact de la pièce à usiner, ces moyens individuels d'alimentation étant adaptés pour permettre une alimentation du vérin sous une pression déterminée dans une première phase d'écroutage de la pièce, puis un blocage d'alimentation du vérin l'amenant à travailler comme bielle de poussée rigide dans une seconde phase de

finition de la pièce.

6. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens individuels d'alimentation comprennent un clapet de non-retour pilotable
5 à l'ouverture pour ladite première phase d'écroutage.

7. Dispositif pour le tournage de pièces flexibles comportant plusieurs parties coaxiales à usiner par plusieurs outils, caractérisé en ce qu'il est associé à chaque outil un système de réaction à galets de contre-appui tel que défini dans
10 l'une quelconque des revendications précédentes.

8. L'application d'un dispositif pour le tournage de pièces flexibles selon l'une quelconque des revendications précédentes à des machines d'usinage des lignes de paliers et de manetons de vilebrequins, dans lesquelles ces lignes sont disposées
15 dans l'axe de tournage du tour.

2464773

Fig. 2

