

⑤④ ENSEMBLE DE DISTRIBUTION POUR MOTEUR.

②② Date de dépôt : 11.12.15.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme —FR et EATON
S.R.L Société à responsabilité limitée — IT.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 16.06.17 Bulletin 17/24.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 14.01.22 Bulletin 22/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : *VEIGA PAGLIARI DIEGO RAFAEL,
CECUR MAJO et TOMISKA LUBOS.*

⑦③ Titulaire(s) : *PSA AUTOMOBILES SA. Société
anonyme, EATON S.R.L Société à responsabilité
limitée.*

⑦④ Mandataire(s) : *PEUGEOT CITROEN
AUTOMOBILES SA Société anonyme.*



ENSEMBLE DE DISTRIBUTION POUR MOTEUR

La présente invention se rapporte au domaine des moteurs à combustion. L'invention concerne plus particulièrement un ensemble de distribution pour moteur.

5

Dans un moteur à quatre temps, l'admission d'air et l'échappement des gaz brûlés sont commandés par levée de soupapes d'admission et d'échappement mues chacune par un arbre à cames. Ces arbres à cames sont reliés à une poulie entraînée via une courroie de distribution ou une chaîne de distribution par le vilebrequin, l'arbre à cames tournant d'un
10 demi-tour par tour de vilebrequin pour un moteur à quatre temps, autrement dit avec un rapport de réduction de deux entre la vitesse de rotation du vilebrequin et celle de l'arbre à cames.

Lorsque des rapports de réduction entre la vitesse de rotation du vilebrequin et celle de
15 l'arbre à cames ont besoin d'être plus grand que le rapport de réduction classique de deux, par exemple un rapport de réduction de quatre, ce dispositif classique de réduction de vitesse ne convient plus, essentiellement pour des raisons d'encombrement.

On connaît par ailleurs du document WO2014096615A1 un dispositif d'actionnement de
20 soupapes de cylindres de moteur à combustion pour la désactivation desdits cylindres comprenant un arbre à cames creux et un arbre de commande de la désactivation interne à l'arbre creux. En fonctionnement, l'arbre à cames creux est directement entraîné par une poulie destinée à être entraînée par le vilebrequin via une courroie ou une chaîne de distribution. La poulie, donc l'arbre à cames creux a une vitesse de rotation deux fois
25 inférieure à celle du vilebrequin tandis que la vitesse de rotation de l'arbre de commande de la désactivation de cylindres est quatre fois inférieure celle du vilebrequin. La réduction de vitesse entre la poulie et l'arbre de commande est assurée par un train d'engrenage de type épicycloïdal. Dans ce système, l'arbre à cames creux étant directement entraîné par la poulie un rapport de réduction supérieur à deux nécessiterait d'augmenter le diamètre
30 de la poulie ce qui n'est pas compatible avec un environnement dont l'espace est contraint.

Par ailleurs, s'il y a besoin de modifier au cours du fonctionnement du moteur le calage angulaire de l'arbre à cames par rapport au vilebrequin, il faut implanter un actionneur
35 approprié classiquement nommé déphaseur ce qui peut poser un problème en raison de son encombrement propre.

Par conséquent, un problème à la base de l'invention est de proposer un ensemble de distribution qui permet d'obtenir un rapport de réduction déterminé entre la vitesse de rotation du vilebrequin et celle de l'arbre à came, dans un encombrement réduit, avec une possibilité de contrôle du calage angulaire entre le vilebrequin et l'arbre à cames.

5

Pour résoudre ce problème, il est prévu selon l'invention un ensemble de distribution pour moteur comprenant :

- un arbre à cames comprenant un axe de rotation,
- une poulie d'arbre à cames destinée à être reliée à un vilebrequin du moteur,

10 -un engrenage de type épicycloïdal comportant :

- une roue centrale,
- des roues satellites supportées par un porte-satellite,
- une couronne périphérique,

les roues satellites étant engrenées entre la roue centrale et la couronne périphérique, la poulie étant reliée en rotation directement à la roue centrale,

15 caractérisé en ce que le porte-satellite est relié en rotation directement à l'arbre à cames.

L'effet technique est que lorsque la poulie est entraînée, et que la couronne périphérique est bloquée, le porte-satellite entraîne l'arbre à cames avec un rapport de réduction de vitesse déterminé dans un faible encombrement tout en ayant la possibilité, en contrôlant la position de la couronne périphérique de contrôler le décalage angulaire de l'arbre à cames relativement à la poulie.

20

Diverses caractéristiques supplémentaires peuvent être prévues, seules ou en combinaisons :

25

De préférence, l'ensemble comprend un actionneur électrique relié à la couronne périphérique pour amener et maintenir la couronne périphérique à une position angulaire déterminée.

30

De préférence encore, la couronne périphérique comprend une denture externe destinée à coopérer avec l'actionneur électrique.

De préférence encore, l'actionneur électrique comprend une vis sans fin destinée à coopérer avec la denture externe pour amener et maintenir la couronne périphérique à la position angulaire déterminée.

35

En variante, la poulie comprend une jante périphérique agencée de sorte que la roue centrale, les roues satellites et la couronne périphérique sont disposées à l'intérieur de l'espace délimité par cette jante. L'agencement est alors particulièrement compact.

- 5 En variante, l'ensemble comprend une poulie de vilebrequin, la poulie de vilebrequin et l'engrenage de type épicycloïdal étant dimensionnés pour définir une vitesse de rotation de l'arbre à cames égale à la moitié de celle du vilebrequin.

- 10 Dans une autre variante, l'ensemble comprend une poulie de vilebrequin, la poulie de vilebrequin et l'engrenage de type épicycloïdal étant dimensionnés pour définir une vitesse de rotation de l'arbre à cames égale au quart de celle du vilebrequin.

- 15 Dans une variante, l'ensemble comprend deux butées mécaniques de rotation de la couronne périphérique, les butées délimitant une plage de position angulaire de la couronne périphérique.

- 20 De préférence, les butées mécaniques comprennent une gorge en arc de cercle dont chaque extrémité coopère avec un pion pour arrêter la rotation de la couronne, la gorge étant disposée sur une face de la couronne périphérique s'étendant radialement par rapport à son axe de rotation et le pion sur un point fixe par rapport à l'axe de rotation de l'arbre à cames ou l'inverse.

- 25 L'invention concerne aussi un moteur à combustion interne caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble de distribution selon l'une quelconque des variantes précédemment décrites.

- 30 D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'un mode particulier de réalisation, non limitatif de l'invention, faite en référence aux figures dans lesquelles :

- La figure 1 est une représentation schématique d'un ensemble de distribution de l'invention, selon un mode de réalisation préféré.
- La figure 2 est une représentation schématique d'un ensemble de distribution de l'invention, selon un second mode de réalisation.
- 35 - La figure 3 est une représentation schématique de la couronne périphérique dans un plan circulaire à son axe de rotation.

Sur la figure 1 est présenté un premier mode préféré de réalisation d'ensemble de distribution conforme à l'invention, convenant pour un moteur à combustion interne comprenant des soupapes animées par les cames d'un arbre à cames. Dans ce premier mode de réalisation, l'ensemble de distribution comprend un engrenage de type

5 épicycloïdal comportant :

Une roue d'engrenage 4 centrale, dite encore roue solaire, plusieurs roues d'engrenages, de préférence trois ou éventuellement quatre roues d'engrenages, dites roues satellites dont deux roues 5, 6 sont représentées et une couronne 8 périphérique. Les roues

10 satellites 5, 6, sont portées par un porte-satellites 7. Dans cet agencement, les roues satellites 5, 6 sont engrenées entre la roue centrale 4 et la couronne périphérique 8.

Dans ce mode de réalisation, le porte-satellite 7 est directement et rigidement relié à un arbre à cames 3. Par exemple, le porte-satellite 7 est vissé au bout de l'arbre à cames 3.

Dans ce mode de réalisation encore, la roue centrale 4 s'étend sur le côté de son engrenage pour former une poulie 1 destinée à être reliée en entraînement à une poulie 12 d'un vilebrequin 2 du moteur par une liaison souple en boucle telle qu'une courroie de distribution ou une chaîne de distribution. La roue centrale 4 et la poulie 1 sont donc

20 directement reliées en rotation. L'axe de rotation de la roue centrale 4 et la poulie 1 est le même que celui de l'arbre à cames 3, mais la roue centrale 4 et la poulie 1 sont montées libres en rotation par rapport à l'arbre à cames 3 sur un palier 4'. La poulie 1 comprend une jante 14 périphérique destinée à recevoir la courroie 13. Le diamètre de la jante de poulie 1 est supérieur au diamètre de la couronne périphérique 8 et l'agencement de la

25 jante 14 est tel que les engrenages de la roue centrale 4, des roues satellites 5, 6, et de la couronne 8 périphérique sont disposées à l'intérieur de l'espace délimité par la jante 14 de la poulie 1, autrement dit la jante 14 encadre la roue centrale 4, des roues satellites 5, 6, et la couronne 8 périphérique, ce qui améliore la compacité de l'ensemble.

L'axe de rotation de la couronne 8 périphérique est le même que celui de de l'arbre à cames 3, mais la couronne périphérique 8 est montée libre en rotation par rapport à l'arbre à cames 3, sur un palier 8'. La liaison entre le porte-satellite 7 et l'arbre à cames 3 est réalisée entre les paliers 4' et 8'.

Dans ce mode réalisation encore, la couronne périphérique 8 comprend une denture périphérique, de préférence comme sur la figure 5, une denture externe 9. « interne » et « externe » se rapportent à la configuration de la pièce une fois l'ensemble de distribution

constitué, « interne » se rapportant à la face qui sera tournée en direction de l'axe de rotation de l'arbre à cames, et « externe » se rapportant à la face tournée dans la direction opposée.

- 5 La denture externe 9 est engrenée à un actionneur électrique 10. La commande de l'actionneur électrique 10 permet de maintenir la couronne périphérique 8 dans une position angulaire déterminée. L'actionneur électrique 10 peut comprendre un moteur 10' à rotor à courant continu avec balais ou sans balais (encore classiquement désigné par le terme anglais « brushless »). L'usage d'un actionneur électrique apporte l'avantage de la
- 10 réactivité, de la précision, et de la liberté de conception par rapport à un actionneur hydraulique.

Pour assurer la coopération entre le moteur électrique 10' et la denture externe 9, il est prévu d'équiper le moteur électrique 10' de l'actionneur électrique d'une vis sans fin 11.

- 15 La rotation de la vis sans fin 11 dans la denture externe 9 permet d'amener et de maintenir la couronne périphérique 8 à la position angulaire déterminée souhaitée. L'actionneur électrique 10 fait ainsi office de déphaseur angulaire électromécanique entre la rotation la poulie 1 et celle de l'arbre à cames.

- 20 Les dimensions de la poulie 12 du vilebrequin, de la poulie 1 d'arbre à cames, de de la roue centrale 4, des roues satellites 5, 6, et de la couronne périphérique 8, sont choisies pour obtenir une la vitesse de rotation de l'arbre à cames 3 quatre fois inférieure à celle du vilebrequin.

- 25 On peut par exemple prévoir les dimensions suivantes :

-Nombre de dents de la couronne 8 périphérique, $N_8 = 96$

-Nombre de dents des roues 5, 6 satellites, $N_5 = 24$

-Nombre de dents de la roue 4 centrale, $N_4 = 48$

30

Le rapport, R_{PA} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 1 reliée à la roue centrale 4 et l'arbre à cames relié au porte-satellite 7 est donné par la relation suivante :

$$R_{PA} = 1 + N_8 / N_4 = 1 + 96/48 = 3.$$

35

Avec un rapport, R_{VP} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 12 reliée au vilebrequin et la poulie 1 choisi à 4/3 soit environ 1,33 on obtient alors un rapport de

réduction de vitesse de rotation entre le vilebrequin et l'arbre à cames de quatre. L'arbre à cames 3 tourne alors à un quart de la vitesse de rotation du vilebrequin. Un tel ensemble peut être implanté dans un moteur à combustion interne à quatre temps requérant un rapport de rotation supérieur au rapport classique de deux pour assurer les fonctionnalités tel que de la désactivation tournante de cylindres.

Avec d'un tel dimensionnement, on obtient également un rapport, R_{CA} , de réduction de vitesse de rotation entre la couronne 8 périphérique et l'arbre à came 3 et l'arbre à cames relié au porte-satellite 7 est donné par la relation suivante :

$$R_{CA} = 1 + N_4 / N_8 = 1 + 48/96 = 1,5.$$

Ainsi, par exemple en considérant la poulie 1 fixe, un décalage angulaire de 30° de la couronne périphérique 8 par l'actionneur électrique 10 conduit à un décalage de 20° de l'arbre à cames 3 par rapport à la poulie 1.

On peut encore par exemple prévoir les dimensions suivantes :

-Nombre de dents de la couronne 8 périphérique, $N_8 = 79$

-Nombre de dents des roues 5, 6 satellites, $N_5 = 19$

-Nombre de dents de la roue 4 centrale, $N_4 = 41$

Le rapport, R_{PA} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 1 reliée à la roue centrale 4 et l'arbre à cames relié au porte-satellite 7 est donné par la relation suivante :

$$R_{PA} = 1 + N_8 / N_4 = 1 + 79/41.$$

Avec un rapport, R_{VP} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 12 reliée au vilebrequin et la poulie 1 choisi à $41/30$, en choisissant par exemple un nombre de dents de 30 pour la poulie 12 et un nombre de dents de 41 pour la poulie 1, on obtient alors un rapport de réduction de vitesse de rotation entre le vilebrequin et l'arbre à cames ici encore égal à $R_{VP} \times R_{PA}$, soit $(1 + 79/41) \times 41/30 = 4$.

On peut encore par exemple prévoir les dimensions suivantes :

-Nombre de dents de la couronne 8 périphérique, $N_8 = 81$

-Nombre de dents des roues 5, 6 satellites, $N_5 = 19$

-Nombre de dents de la roue 4 centrale, $N_4 = 43$

Le rapport, R_{PA} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 1 reliée à la roue centrale 4 et l'arbre à cames relié au porte-satellite 7 est donné par la relation suivante :

5

$$R_{PA} = 1 + N_8 / N_4 = 1 + 81/43.$$

Avec un rapport, R_{VP} , de réduction de vitesse de rotation entre la poulie 12 reliée au vilebrequin et la poulie 1 choisi à 43/31, en choisissant par exemple un nombre de dents de 31 pour la poulie 12 et un nombre de dents de 43 pour la poulie 1, on obtient alors un rapport de réduction de vitesse de rotation entre le vilebrequin et l'arbre à cames ici encore égal à $R_{VP} \times R_{PA}$, soit $(1 + 81/43) \times 43/30 = 4$.

La figure 2 montre maintenant un second exemple de réalisation d'ensemble de distribution conforme à l'invention. Les éléments communs au premier mode de réalisation présenté en figure 1 gardent les mêmes références.

Dans ce mode de réalisation également, le porte-satellite 7 est directement et rigidement relié à un arbre à cames 3. Par exemple, le porte-satellite 7 est vissé au bout de l'arbre à cames 3.

Ce mode de réalisation diffère de celui présenté en figure 1 en ce que le diamètre de la jante de poulie 1 est inférieur au diamètre de la couronne périphérique 8 et l'agencement de la jante 14 est tel que les engrenages de la roue centrale 4, des roues satellites 5, 6, et de la couronne 8 périphérique sont disposées à côté de la jante 14 de la poulie 1.

On peut également prévoir une sécurité en cas de dysfonctionnement par exemple de l'actionneur électrique 10, pour éviter que le déphasage angulaire entre la poulie 1 et l'arbre à cames 3 dépasse une plage de position angulaire déterminée.

30

La figure 3 présente ainsi un exemple de butée mécanique en rotation de la couronne périphérique 8. Dans l'exemple de la figure 3, la couronne périphérique 8 comprend une face 15 s'étendant radialement par rapport à son axe de rotation, du palier 8' à la denture périphérique 9 de la couronne 8. Dans cette face 15 est aménagée une gorge 16 en arc de cercle. Un pion 17 fixe par rapport à l'axe de rotation de l'arbre à cames 3 est placé libre dans cette gorge 16. Le pion 17 est fixé par exemple sur une culasse enfermant

35

l'arbre à cames 3. Le pion 17 est fixé par exemple sur une culasse enfermant l'arbre à cames 3.

Ainsi en cas de dysfonctionnement de l'actionneur électrique 10, la rotation de la couronne 8 est limitée mécaniquement lorsque le pion vient en butée sur l'une ou l'autre des extrémités de l'arc de cercle de la gorge 16, ce qui permet de protéger le moteur.

L'invention ne se limite pas aux exemples de réalisation décrits. En variantes non représentées :

- La vis sans fin 11 de l'actionneur 10 électrique peut être remplacée par une roue d'engrenage dont la rotation et le maintien en position sont assurés par le moteur électrique 10', cette roue d'engrenage s'engrenant avec la denture périphérique externe 9 de la couronne 8.

-La denture externe 9 de la couronne 8 périphérique peut être remplacée par une denture périphérique interne.

-Les dentures de la couronne 8 périphérique, des roues 5, 6 satellites, de la roue 4 centrale peuvent être droites ou encore hélicoïdales.

- la denture 9 peut couvrir une partie seulement de la périphérie de la couronne 8.

-l'actionneur électrique 10 peut être relié à la couronne périphérique 8 par d'autres moyens que ceux décrits à la figure 1 ou 2. Par exemple l'actionneur électrique peut comprendre un moteur électrique linéaire commandant une tige d'actionnement reliée à la couronne périphérique 8 pour amener et maintenir la couronne périphérique 8 à une position angulaire déterminée et assurer ainsi de déphasage angulaire entre la poulie 1 et l'arbre à cames 3.

- le rapport de réduction de vitesse de rotation entre le vilebrequin et l'arbre à cames peut être différent de quatre. Les dimensions de la poulie 12 du vilebrequin, de la poulie 1 d'arbre à cames, de la roue centrale 4, des roues satellites 5, 6, et de la couronne périphérique 8, peuvent être choisies de sorte que l'arbre à cames 3 tourne par exemple à la moitié de la vitesse de rotation du vilebrequin. Un tel ensemble peut être implanté dans tous moteur à combustion interne à quatre temps classique.

-La position du pion 17 et de la gorge 16 en arc de cercle peuvent être inversée, c'est-à-dire que le pion est placé sur la face 15 et la gorge est fixe par rapport à l'axe de rotation de l'arbre à cames 3, par exemple disposée sur la culasse. La gorge peut être remplacée par deux éléments ou surfaces contre lesquels le pion vient de reposer pour arrêter la rotation de la couronne 8.

L'ensemble de distribution de l'invention permet de manière compacte d'assurer le rapport de réduction de vitesse entre le vilebrequin et l'arbre à cames tout en offrant la possibilité de contrôler le déphasage angulaire par un actionneur.

L'utilisation d'un déphaseur électromécanique permet un contrôle du déphasage avec une dynamique plus rapide qu'avec un déphaseur hydraulique. De plus, contrairement au déphaseur hydraulique, le déphaseur électromécanique a un pilotage plus aisé car indépendant des conditions d'huile moteur, telles que la température, la pression ou la viscosité.

L'utilisation de déphaseur électromécanique permet de s'affranchir des contraintes d'alimentation en huile du déphaseur hydraulique ce qui permet une plus grande flexibilité d'agencement du déphaseur électromécanique (et du système de réduction de vitesse) dans son environnement moteur.

Ceci permet de contribuer à améliorer le rendement de combustion donc de réduire la consommation de carburant et les émissions de gaz de combustion.

Revendications

1. Ensemble de distribution pour moteur comprenant :

-un arbre à cames (3) comprenant un axe de rotation,

-une poulie (1) d'arbre à cames,

5 -un engrenage de type épicycloïdal comportant :

une roue (4) centrale,

des roues satellites (5,6) supportées par un porte-satellite (7),

une couronne périphérique (8),

10 les roues satellites (5,6) étant engrenées entre la roue centrale (4) et la couronne (8) périphérique, la poulie (1) étant reliée en rotation directement à la roue centrale (4),

caractérisé en ce que la poulie (1) comprend une jante périphérique (14) agencée de sorte que la roue centrale (4), les roues satellites (5, 6) et la couronne périphérique (8)

15 sont disposées à l'intérieur de l'espace délimité par cette jante (14), le porte-satellite (7) étant relié en rotation directement à l'arbre à cames (3).

2. Ensemble selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un actionneur (10) électrique relié à la couronne périphérique (8) pour amener et maintenir la couronne périphérique (8) à une position angulaire déterminée.

3. Ensemble selon la revendication 2, caractérisé en ce que la couronne périphérique 20 (8) comprend une denture externe (9) destinée à coopérer avec l'actionneur électrique (10).

4. Ensemble selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'actionneur électrique (10) comprend une vis sans fin (11) destinée à coopérer avec la denture externe (9) pour amener et maintenir la couronne périphérique (8) à la position angulaire déterminée.

25 5. Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une poulie (12) de vilebrequin, la poulie (12) de vilebrequin et l'engrenage de type épicycloïdal étant dimensionnés pour définir une vitesse de rotation de l'arbre à cames égale à la moitié de celle du vilebrequin.

30 6. Ensemble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend une poulie (12) de vilebrequin, la poulie (12) de vilebrequin et l'engrenage de type épicycloïdal étant dimensionnés pour définir une vitesse de rotation de l'arbre à cames (3) égale au quart de celle du vilebrequin.

7. Ensemble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend deux butées mécaniques de rotation de la couronne (8) périphérique, les butées délimitant une plage de position angulaire de la couronne (8) périphérique.

- 5 8. Ensemble selon la revendication 7, caractérisé en ce que les butées mécaniques comprennent une gorge (16) en arc de cercle dont chaque extrémité coopère avec un pion (17) pour arrêter la rotation de la couronne (8), la gorge (16) étant disposée sur une face (15) de la couronne (8) périphérique s'étendant radialement par rapport à son axe de rotation et le pion (17) sur un point fixe par rapport à l'axe de rotation de l'arbre à cames (3) ou l'inverse.
- 10 9. Moteur à combustion interne caractérisé en ce qu'il comprend un ensemble de distribution selon l'une quelconque des revendications précédentes.

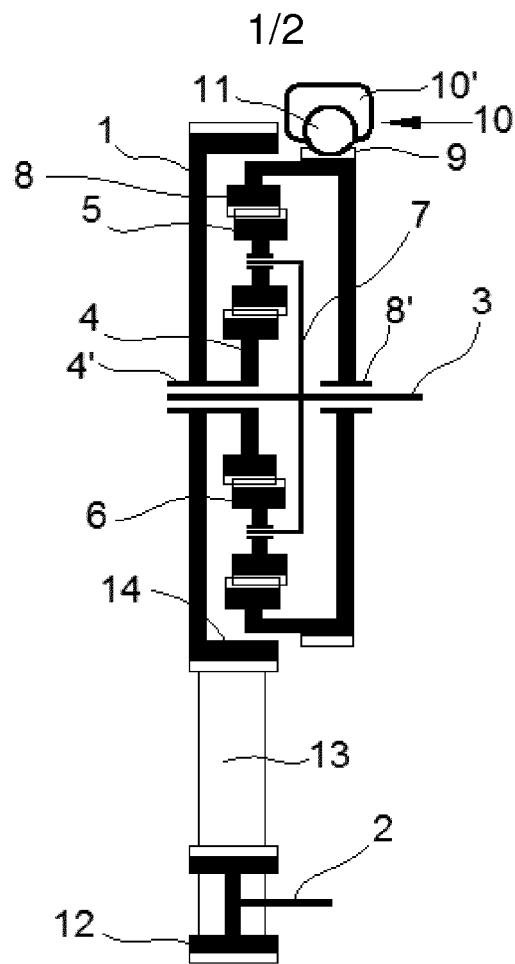


Figure 1

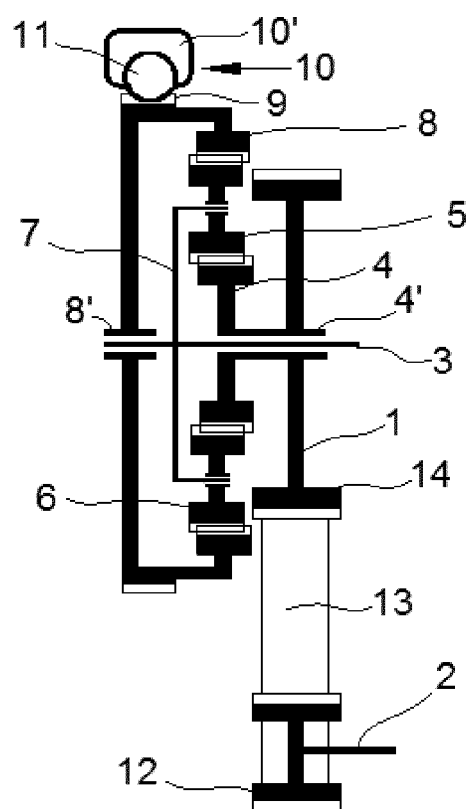


Figure 2

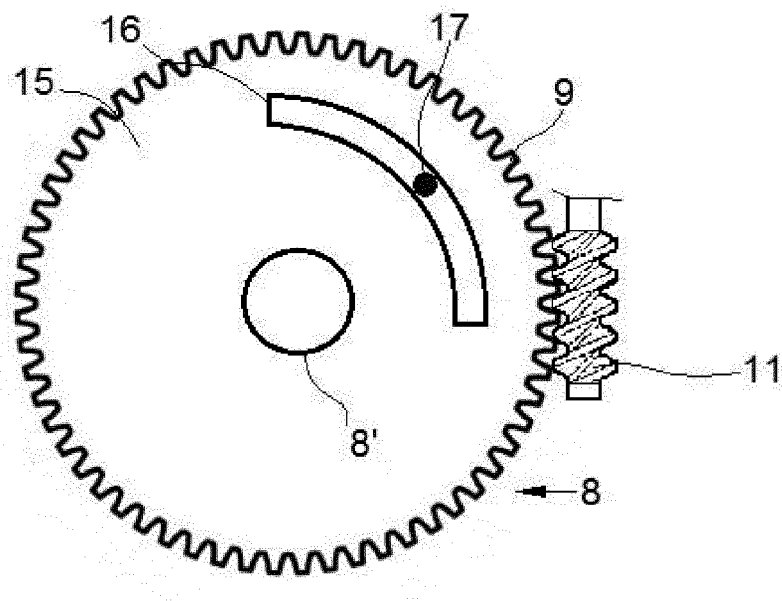


Figure 3

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

US 2009/270214 A1 (NOWAK MARTIN [DE] ET AL) 29 octobre 2009 (2009-10-29)

US 2015/152751 A1 (KUFFNER FELIX [AT] ET AL) 4 juin 2015 (2015-06-04)

WO 2015/187469 A1 (BORGWARNER INC [US]) 10 décembre 2015 (2015-12-10)

JP 2012 225298 A (NISSAN MOTOR) 15 novembre 2012 (2012-11-15)

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

NEANT

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

NEANT