

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2019/073153 A1

(43) Date de la publication internationale
18 avril 2019 (18.04.2019)

(51) Classification internationale des brevets :

F02D 41/00 (2006.01) F02M 59/36 (2006.01)
F02D 41/38 (2006.01) F02D 41/22 (2006.01)

(72) Inventeurs : **AGNUS, Yves** ; 57, rue Julien Sacaze, 31100
Toulouse (FR). **LEFEVRE, Julien** ; 61, rue de la Menthe,
31170 Tournefeuille (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2018/052471

(74) Mandataire : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE** ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual Property,
31100 Toulouse (FR).

(22) Date de dépôt international :

08 octobre 2018 (08.10.2018)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

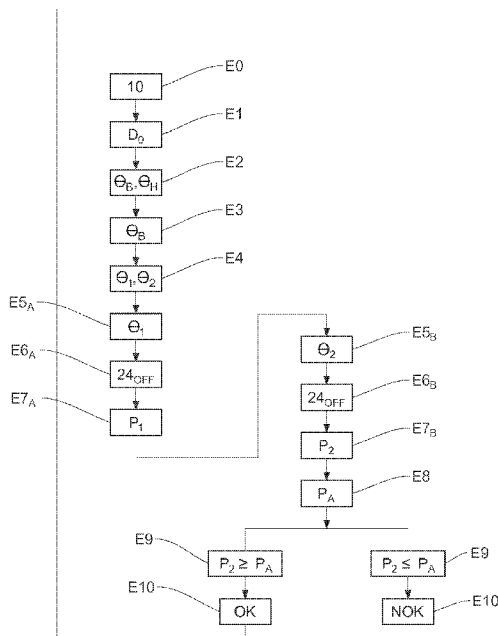
1759430 09 octobre 2017 (09.10.2017) FR

(71) Déposants : **CONTINENTAL AUTOMOTIVE
FRANCE** [FR/FR] ; 1, Avenue Paul Ourliac, Intellectual
Property, 31100 Toulouse (FR). **CONTINENTAL AU-
TOMOTIVE GMBH** [DE/DE] ; Vahrenwalderstrasse, 9,
30165 Hanovre (DE).

(54) Title: DETECTION OF THE DIRECTION OF ROTATION OF A VEHICLE ENGINE

(54) Titre : DETECTION DU SENS DE ROTATION D'UN MOTEUR DE VEHICULE

Fig. 9



(57) Abstract: The present invention relates to a method for detecting the direction of rotation of a crankshaft of a motor vehicle engine. The detection method comprises, in particular, when the crankshaft is in a second predetermined angular position (Θ_2), located between a low angular position (Θ_B) and a high angular position (Θ_H) of the crankshaft, a step of controlling ($E5_B$) the closing of a fuel inlet control valve in the high-pressure pump, a step of measuring ($E7_B$) a second pressure value (P_2) in the high-pressure rail, and a step of detecting ($E10$) a nominal direction of rotation of the crankshaft if the second measured pressure value (P_2) is greater than or equal to an expected pressure value (P_A) or of detecting ($E10$) a reverse direction of rotation of the crankshaft if the second measured pressure value (P_2) is less than said expected pressure value (P_A).

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un procédé de détection du sens de rotation d'un vilebrequin d'un moteur d'un véhicule automobile. Le procédé de détection comprend notamment, lorsque le vilebrequin se trouve dans une deuxième position angulaire (Θ_2) prédéterminée, comprise entre une position angulaire basse (Θ_B) et une position angulaire haute (Θ_H) du vilebrequin, une étape de commande ($E5_B$) de la fermeture d'une vanne de contrôle d'admission de carburant dans la pompe haute pression, une étape de mesure ($E7_B$) d'une deuxième valeur (P_2) de pression dans le rail haute pression, et une étape de détection ($E10$) d'un sens de rotation nominal du vilebrequin si la deuxième valeur (P_2) de pression mesurée est supérieure ou égale à une valeur attendue (P_A) de pression ou de détection ($E10$) d'un sens de rotation inverse du vilebrequin si la deuxième valeur (P_2) de pression mesurée est inférieure à ladite valeur attendue (P_A) de pression.



WO 2019/073153 A1

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

DETECTION DU SENS DE ROTATION D'UN MOTEUR DE VEHICULE

L'invention se rapporte au domaine de la rotation d'un moteur à combustion et concerne plus précisément un procédé et un système de détection du sens de rotation d'un moteur à combustion afin de limiter l'injection de carburant dans les cylindres du moteur lorsque le moteur tourne dans un sens inverse.

5 L'invention vise en particulier à détecter le sens de rotation d'un moteur à combustion d'un véhicule, en détectant le sens de rotation du vilebrequin dudit moteur, lorsqu'un tel vilebrequin n'est pas équipé d'un capteur de position bidirectionnel et que le capteur de position de l'arbre à cames est défaillant ou inexistant. L'invention vise notamment à limiter les risques d'endommagement des volants d'inertie du moteur.

10 De manière connue, un moteur à combustion thermique d'un véhicule automobile comporte des cylindres creux délimitant chacun une chambre de combustion dans laquelle est injecté un mélange d'air et de carburant. Ce mélange est comprimé dans le cylindre par un piston et enflammé de manière à provoquer le déplacement du piston en translation à l'intérieur du cylindre. Le déplacement des pistons dans chaque
15 cylindre du moteur entraîne en rotation un arbre moteur appelé « vilebrequin » permettant, via un système de transmission, d'entraîner en rotation les roues du véhicule. En effet, un tel vilebrequin est relié à un ou plusieurs volant(s) d'inertie, configuré(s) pour emmagasiner et restituer l'énergie cinétique issue de leur rotation.

20 Plus précisément, un moteur à quatre temps comprend successivement, pour chaque cylindre, quatre phases de fonctionnement : une phase d'admission d'air et de carburant dans la chambre de combustion du cylindre, une phase de compression du mélange obtenu au terme de laquelle va s'effectuer sa combustion, une phase de détente des gaz issus de la combustion du mélange générant la poussée du piston et une phase d'échappement des gaz hors de la chambre de combustion.

25 L'air du mélange est injecté dans la chambre de combustion par l'intermédiaire d'une ou plusieurs soupapes d'admission, régulièrement ouvertes (pendant la phase d'admission) et fermées (pendant les autres phases). De même, les gaz issus du mélange d'air et de carburant sont expulsés lors de la phase d'échappement par une ou plusieurs soupapes d'échappement. De manière connue, l'ouverture et la fermeture de
30 ces soupapes sont réalisées au moyen d'un ou plusieurs arbre(s) à cames. Plus précisément, les soupapes sont reliées à un ou plusieurs arbres à cames permettant de synchroniser le déplacement des soupapes afin de procéder successivement à leur ouverture et à leur fermeture. Le positionnement angulaire de chacune des cames sur l'arbre à cames est prédéterminé, permettant de faire fonctionner les chambres de
35 combustion de manière synchronisée. Plus précisément, chaque came de l'arbre à cames

comprenant un nombre prédéterminé de lobes permet en tournant d'actionner successivement l'ouverture et la fermeture de chaque soupape d'admission.

Afin de permettre leur mise en rotation simultanée, le vilebrequin et l'arbre à cames sont reliés, par exemple par une courroie. Lorsque le véhicule est en mouvement, c'est-à-dire lorsque le moteur est en fonctionnement, le vilebrequin et l'arbre à cames 5 tournent sur eux-mêmes de manière à entraîner à la fois la poussée successive de chaque piston dans les cylindres et l'ouverture ou la fermeture des soupapes d'admission et d'échappement. Lorsque le moteur est en fonctionnement, on dit ainsi communément que le moteur tourne. Une telle rotation du moteur, et donc de chaque élément du 10 moteur (vilebrequin, arbre à cames), est définie par un sens de rotation nominal et un sens de rotation inverse.

En fonctionnement du moteur, chaque élément du moteur tourne dans un sens nominal, permettant le bon fonctionnement du moteur et l'avancée du véhicule. Cependant, lorsque le régime du moteur est faible (régime dit « de ralenti »), par exemple 15 inférieur à 1200 tours/min, la rotation du moteur peut dans certains cas être temporairement inversée.

En effet, à titre d'exemple, lorsqu'un véhicule est en cours de démarrage, le moteur fonctionne dans un premier temps sur le démarreur, le régime moteur est alors de l'ordre de 300 tours/min (ou rpm, signifiant « rotation par minute »). Si le couple généré 20 par la combustion du carburant n'est pas suffisant pour démarrer le moteur, celui-ci cale, entraînant des rebonds du moteur. En effet, les volants d'inertie en rotation ayant stocké de l'énergie cinétique, l'arrêt brutal du moteur ne leur permet pas de dissiper l'énergie emmagasinée, entraînant alors le phénomène de rebonds. Selon un autre exemple illustré sur la **figure 1**, si le véhicule est proche de l'arrêt et que le moteur ne cale pas, le 25 régime moteur (rpm) baisse progressivement au cours du temps (t) jusqu'à l'arrêt complet de la rotation des éléments du moteur (courbe A). En revanche, si le moteur cale, il subit des rebonds, représentés par une inversion temporaire de sa rotation (courbe B).

Une telle inversion du sens de rotation des éléments d'un moteur peut conduire à l'endommagement des volants d'inertie reliés au vilebrequin et donc à une 30 panne du moteur. Aussi il convient de détecter le sens de rotation des éléments du moteur, en déterminant la position desdits éléments, afin de prévenir un sens de rotation inverse.

De manière connue, la position du vilebrequin est déterminée au moyen d'un capteur permettant de mesurer la position angulaire du vilebrequin sur une plage variant 35 de 0° à 360°. A cette fin, le vilebrequin comprend une roue dentée comportant un nombre prédéterminé de dents espacées régulièrement ainsi qu'un espace libre de dents correspondant à une position dite « de référence » du vilebrequin. Lorsque le vilebrequin

est entraîné en rotation, le capteur, monté en regard d'une telle roue dentée, est configuré pour transmettre régulièrement à un calculateur du véhicule un signal représentatif de la détection d'une dent. Lorsque le capteur se trouve en vis-à-vis de l'espace libre de dent, celui-ci ne transmet aucun signal au calculateur, qui détermine alors la position de référence du vilebrequin lorsqu'aucun signal représentatif de la présence d'une dent n'est transmis pendant un intervalle de temps prédéterminé.

Selon l'état de la technique, certains vilebrequins sont équipés d'un capteur de position bidirectionnel, configuré pour permettre la détermination de la position du vilebrequin quel que soit son sens de rotation. Un tel capteur permet ainsi de détecter directement un sens de rotation inverse du vilebrequin. Cependant, un tel capteur est onéreux et nécessite une technologie particulière, non applicable à l'ensemble des moteurs de véhicule.

Lorsque le vilebrequin ne comprend pas de capteur bidirectionnel, le sens de rotation du vilebrequin peut être déterminé, de manière connue, au moyen d'un capteur de position lié à l'arbre à cames. En effet, la position angulaire de l'arbre à cames peut être déterminée au moyen d'une roue dentée montée sur ledit arbre à cames et d'un capteur d'arbre à cames disposé en regard de ladite roue dentée. Une telle roue dentée d'arbre à cames comprend, de manière connue, une succession de dents de largeurs et d'espacements prédéterminés. En effet, en référence à la **figure 2**, une roue dentée 151 d'arbre à cames comprend une pluralité de dents, par exemple quatre dents T, U, V, W, de largeurs différentes prédéterminées, l'espacement entre chaque dent T, U, V, W étant également prédéterminé. De telles largeurs de dents T, U, V, W distinctes permettent, au moyen du capteur d'arbre à cames, de connaître à chaque instant la position de la roue dentée 151 et ainsi la position de l'arbre à cames. Ce dernier étant relié au vilebrequin 13, la détection de la position de l'arbre à cames permet de déterminer, à chaque instant, la position du vilebrequin 13, afin de détecter une rotation inverse du vilebrequin 13. Toutefois, un tel capteur d'arbre à cames est onéreux et n'est de ce fait pas systématiquement installé sur un moteur. En outre, lorsqu'un tel capteur d'arbre à cames est présent, celui-ci peut être défectueux. Aussi en cas d'absence ou de défaillance du capteur d'arbres à cames et d'absence d'un capteur bidirectionnel de vilebrequin, le sens de rotation des éléments moteur ne peut être déterminé, ce qui présente un inconvénient.

L'invention a donc pour but de remédier à ces inconvénients en proposant une solution simple, fiable et efficace permettant de déterminer le sens de rotation du vilebrequin d'un moteur de véhicule automobile, notamment en l'absence d'un capteur bidirectionnel de vilebrequin et en l'absence ou lors d'une défaillance d'un capteur d'arbre à cames, sans injecter de carburant dans les cylindres.

L'invention a notamment pour but d'éviter l'endommagement des volants d'inertie dû à une rotation inverse du moteur, tout en limitant le niveau de pollution d'un tel moteur.

A cette fin, l'invention a tout d'abord pour objet un procédé de détection du sens de rotation d'un vilebrequin d'un moteur à combustion d'un véhicule automobile, ledit véhicule comprenant un moteur à combustion, comportant une pluralité de cylindres, un module d'injection et un module de commande, ledit module d'injection comprenant un rail haute pression d'injection de carburant dans lesdits cylindres, une pompe haute pression hydraulique apte à pomper du carburant dans ledit rail haute pression, une vanne de contrôle de l'admission du carburant dans ladite pompe haute pression commandée par ledit module de commande, un capteur de mesure de la pression dans ledit rail haute pression, ladite pompe haute pression comprenant au moins un piston de pompage du carburant, configuré pour coulisser dans ladite pompe haute pression entre une position de point mort haut et une position de point mort bas, ledit moteur comprenant en outre un vilebrequin, caractérisé par sa position angulaire définie à partir d'une position de référence, et un capteur de mesure de ladite position angulaire du vilebrequin, ledit vilebrequin étant caractérisé par un sens de rotation nominal, un sens de rotation inverse, une position angulaire dite « basse », correspondant à la position de point mort bas du piston de pompage, et une position angulaire dite « haute », correspondant à la position de point mort haut du piston de pompage. Ledit procédé étant remarquable en ce qu'il comprend les étapes de :

- détection de la position de référence du vilebrequin,
- détermination, par le module de commande, à partir de la position de référence du vilebrequin détectée, de la position angulaire basse et de la position angulaire haute du vilebrequin,
- détection de ladite position angulaire basse déterminée,
- lorsque le vilebrequin se trouve dans une première position angulaire prédéterminée, comprise entre la position angulaire basse et la position angulaire haute, commande de la fermeture de la vanne de contrôle de la pompe haute pression et mesure d'une première valeur de pression dans le rail haute pression,
- lorsque le vilebrequin se trouve dans une deuxième position angulaire prédéterminée comprise entre la première position angulaire et la position angulaire haute, commande de la fermeture de la vanne de contrôle de la pompe haute pression et mesure d'une deuxième valeur de pression dans le rail haute pression, et

- détection d'un sens de rotation nominal du vilebrequin si la deuxième valeur de pression mesurée est supérieure ou égale à une valeur attendue de pression prédéterminée, dépendante de la première valeur de pression ou de détection d'un sens de rotation inverse du vilebrequin si la deuxième valeur de pression mesurée est inférieure à ladite valeur attendue de pression prédéterminée.

Le procédé selon l'invention permet avantageusement de détecter un sens de rotation inverse du vilebrequin, permettant de limiter une rotation inverse du moteur, limitant avantageusement les risques d'endommagement des roues d'inertie du moteur.

Un tel procédé est de préférence réalisé pour deux positions angulaires du vilebrequin entre un point mort bas et un point mort haut du piston de pompage, de manière à suivre l'évolution de la pression dans le rail haute pression et ainsi détecter un défaut de l'évolution d'une telle pression, c'est-à-dire une évolution de pression différente de l'évolution qui serait normalement observée si le vilebrequin tournait selon son sens de rotation nominal.

Selon un aspect de l'invention, le procédé comprend en outre une étape de calcul de la valeur attendue de pression à partir de la première valeur de pression.

Selon une caractéristique de l'invention, la valeur attendue de pression correspond à la première valeur de pression mesurée à la première position angulaire du vilebrequin diminuée d'une première variation de pression prédéterminée, correspondant à l'injection de carburant du rail haute pression dans un cylindre de ladite pluralité de cylindres, augmentée d'une deuxième variation de pression prédéterminée, correspondant à un ajout de carburant depuis la pompe haute pression dans le rail haute pression. Un tel calcul de la valeur attendue de pression permet de prendre en compte l'évolution théorique de la pression dans le rail haute pression lors d'un fonctionnement nominal du moteur au cours duquel une quantité prédéterminée de carburant est régulièrement ajoutée dans le rail haute pression et une quantité prédéterminée de carburant est régulièrement éjectée du rail haute pression.

De manière préférée, la première position angulaire du vilebrequin correspond à un premier angle à partir de la position de référence compris entre 0° et 90° , de préférence 90° et la deuxième position angulaire du vilebrequin correspond à un deuxième angle à partir de la position de référence compris entre 90° et 180° , de préférence 180° , dans le cas d'un moteur comprenant quatre cylindres et une pompe haute pression montée sur une came comprenant quatre lobes.

Selon un aspect préféré de l'invention, le moteur est caractérisé par une vitesse de rotation, ladite vitesse de rotation étant inférieure à 1200 tr/min, correspondant à une vitesse de rotation faible favorable à l'apparition d'une rotation inverse du moteur.

De manière avantageuse, la position du piston de pompage étant caractérisée par une pluralité de points morts bas et une pluralité de points morts hauts, chaque point mort haut suivant un point mort bas, chaque étape est répétée pour une position du piston de pompage comprise entre chaque point mort bas inclus et ledit point mort haut suivant
5 exclu, de manière à réaliser le procédé régulièrement entre chaque point mort bas et chaque point mort haut.

De manière préférée, chaque étape est répétée tous les 360 ° de la position angulaire du vilebrequin.

Alternativement, chaque étape est répétée toutes les 50 millisecondes.

10 De préférence, la vanne de contrôle est une vanne digitale.

L'invention a également pour objet un système de détection du sens de rotation d'un vilebrequin de moteur à combustion d'un véhicule automobile, comprenant :

- un moteur à combustion comprenant :

- une pluralité de cylindres,
- 15 • un vilebrequin, caractérisé par sa position angulaire (Θ) définie à partir d'une position de référence (D_0), et
- un capteur de mesure (16) de ladite position angulaire (Θ) du vilebrequin,
- un module d'injection comprenant :
- un rail haute pression d'injection de carburant dans lesdits cylindres,
- 20 • une pompe haute pression hydraulique apte à pomper du carburant dans ledit rail haute pression, ladite pompe haute pression comprenant au moins un piston de pompage du carburant, configuré pour coulisser dans ladite pompe haute pression entre une position de point mort haut et une position de point mort bas, ledit vilebrequin étant caractérisé par un sens de rotation nominal, un sens de rotation inverse, une position angulaire dite « basse », correspondant à la position de point mort bas du piston de pompage, et une position angulaire dite
25 « haute », correspondant à la position de point mort haut du piston de pompage,
- une vanne de contrôle de l'admission du carburant dans ladite pompe haute pression, et
- 30 • un capteur de mesure de la pression dans ledit rail haute pression, et
- un module de commande configuré pour :
 - commander l'ouverture et/ou la fermeture de ladite vanne de contrôle,
 - déterminer une position angulaire basse et une position angulaire haute du vilebrequin,
 - 35 • déterminer une valeur attendue de pression dans le rail haute pression,
 - recevoir et stocker une valeur de pression mesurée, et

- déterminer le sens de rotation du vilebrequin en comparant ladite valeur attendue de pression et ladite valeur de pression stockée, mesurée dans le rail haute pression, afin de détecter une rotation inverse du moteur.

De préférence, la vanne de contrôle est une vanne digitale.

5 L'invention concerne enfin un véhicule automobile comprenant un moteur à combustion et un système de détection du sens de rotation dudit moteur tel que décrit précédemment.

La **figure 1** illustre schématiquement l'évolution dans le temps de la vitesse de rotation d'un moteur à combustion lors d'un arrêt classique et au cours d'un calage du
10 moteur, illustrant le phénomène de rotation inverse d'un moteur.

La **figure 2** représente schématiquement une roue dentée d'arbre à cames et illustre la détermination de la position d'un vilebrequin à partir d'un capteur d'arbre à cames selon l'art antérieur.

La **figure 3** illustre schématiquement une forme de réalisation du système
15 selon l'invention.

La **figure 4** est une vue schématique du système de la **figure 3** détaillant le moteur du véhicule.

La **figure 5** est une vue schématique du système de la **figure 3** détaillant le module d'injection.

20 Les **figures 6A et 6B** illustrent schématiquement une position de point mort haut et une position de point mort bas d'un piston de pompe haute pression.

Les **figures 7A, 7B et 7C** illustrent schématiquement un exemple de fonctionnement d'une pompe à piston actionnée par une came.

La **figure 8** illustre graphiquement un exemple d'évolution de la position du
25 piston de pompage dans la pompe haute pression en fonction de la position du vilebrequin.

La **figure 9** illustre schématiquement un mode de réalisation du procédé selon l'invention.

L'invention sera présentée ci-après en vue d'une mise en œuvre dans un
30 véhicule automobile. Cependant, toute mise en œuvre dans un contexte différent, en particulier pour tout véhicule comprenant un moteur à combustion dont il est nécessaire de déterminer le sens de rotation est également visé par la présente invention.

1/ Système 1

En référence à la **figure 3**, le système 1, selon une forme de représentation de l'invention, comprend un moteur 10 à combustion de véhicule automobile, un module
35 d'injection 20 et un module de commande 30 du module d'injection 20.

a. Moteur 10

Comme représenté schématiquement sur la **figure 4**, le moteur 10 à combustion comprend, de manière connue, une pluralité de cylindres 11 délimitant chacun une chambre de combustion 11A dans laquelle coulisse un piston 12 dont le mouvement est entraîné par compression et détente des gaz issus de la compression d'un mélange d'air et de carburant introduit dans les chambres de combustion 11A.

Pour rappel, l'air et les gaz sont respectivement introduits et expulsés via des soupapes d'admission 14A et des soupapes d'échappement 14B, reliés dans cet exemple, à un unique arbre à cames 15. Cependant, le moteur 10 du véhicule pourrait tout aussi bien comprendre deux arbres à cames 15, l'un dédié aux soupapes d'admission 14A et le second aux soupapes d'échappement 14B. De même, dans cet exemple, chaque cylindre 11 est relié à une soupape d'admission 14A et une soupape d'échappement 14B ; cependant, chaque cylindre 11 pourrait également être relié à plusieurs soupapes d'admission 14A et plusieurs soupapes d'échappement 14B. L'arbre à cames 15, mis en rotation, permet alternativement l'ouverture et la fermeture des soupapes d'admission 14A et d'échappement 14B de chaque chambre de combustion 11A.

L'ensemble des pistons 12 est relié à un vilebrequin 13, dont la mise en rotation réalisée par la poussée de chaque piston 12 permet le stockage d'énergie cinétique par un volant d'inertie (non représenté), entraînant la rotation des roues du véhicule. Le vilebrequin 13 comprend une roue dentée 130 comportant un nombre prédéterminé de dents espacées régulièrement ainsi qu'un espace libre de dents correspondant à une position de référence D_0 du vilebrequin 13. Une telle roue dentée 130 étant connue en soi, elle ne sera pas davantage détaillée ici.

Un capteur de position 16 est monté en regard de la roue dentée 130 de manière à permettre la détection de la position de référence D_0 et le décompte du nombre de dents défilant devant le capteur de position 16 depuis la position de référence D_0 par le module de commande 30 lorsque le vilebrequin 13 est entraîné en rotation. Plus précisément, le capteur de position 16 délivre un signal représentatif du passage des dents qui permet au module de commande 30 de déterminer la position angulaire Θ de 0° à 360° du vilebrequin 13. En variante, le capteur de position 16 pourrait lui-même détecter la position de référence D_0 , compter les dents et envoyer ces informations au module de commande 30 sans que cela ne limite la portée de la présente invention.

Afin de permettre le fonctionnement du moteur 10, chaque élément d'un tel moteur 10, c'est-à-dire l'arbre à cames 15 et le vilebrequin 13 par exemple, tournent selon un sens de rotation nominal.

b. Module d'injection 20

Le module d'injection 20 permet d'introduire le carburant dans les chambres de combustion 11A. Pour cela, le module d'injection 20 est relié au module de commande 30, par exemple le calculateur principal du véhicule, et comprend, en référence à la figure 5, une pompe haute pression 21, configurée pour pomper du carburant dans un rail haute pression 22, relié à une pluralité d'injecteurs 23. Le module d'injection 20 comprend en outre une vanne de contrôle 24 de l'admission de carburant dans la pompe haute pression 21 et un capteur de pression 25.

De préférence, la pompe haute pression 21 comprend un piston de pompage 210 interne, configuré pour contrôler le débit de carburant, régulant ainsi la pression dans le module d'injection 20. Pour cela, comme représenté sur l'exemple des figures 6A et 6B, un tel piston de pompage 210 coulisse régulièrement dans la pompe haute pression 21 entre une position haute, communément désignée « point mort haut » Z_H , et une position basse, communément désignée « point mort bas » Z_B . Dans cet exemple, la pompe haute pression 21 comprend un unique piston de pompage 210, cependant il va de soi que la pompe haute pression 21 pourrait en comprendre un nombre différent, par exemple deux pistons de pompage 210.

La pompe haute pression 21 étant montée synchronisée avec le vilebrequin 13, comme décrit précédemment, le point mort bas Z_B et le point mort haut Z_H du piston de pompage 210 correspondent à des positions angulaires Θ_B , Θ_H du vilebrequin 13 connues et déterminées par le module de commande 30 à partir de la position de référence D_0 , détectée par le capteur de position 16. Par souci de clarté, de telles positions angulaires sont respectivement désignées « position angulaire basse » Θ_B et « position angulaire haute » Θ_H , de manière à permettre une association rapide simplifiée entre les positions du piston de pompage 210 et du vilebrequin 13.

Le piston de pompage 210 est ainsi configuré pour se déplacer de manière régulière dans la pompe haute pression 21 entre le point mort haut Z_H et le point mort bas Z_B , afin de permettre l'introduction de carburant dans la pompe haute pression 21, puis son refoulement par un circuit de refoulement, lorsque la vanne de contrôle 24 est ouverte.

En effet, comme représenté sur les **figures 7A, 7B et 7C**, le carburant est introduit dans la pompe haute pression 21 par l'intermédiaire d'une vanne de contrôle 24, qui, selon son état ouvert ou fermé, permet l'admission du carburant dans la pompe haute pression 21, permettant ainsi de contrôler le débit de carburant. Aussi lorsque la vanne de contrôle 24 est ouverte, comme représenté sur les **figures 7A et 7B**, le déplacement du piston de pompage 210 entraîne l'introduction et le refoulement de carburant, sans montée en pression de la pompe haute pression 21. Cependant, lorsque la vanne de

contrôle 24 est fermée, comme représenté sur la **figure 7C**, le piston de pompage 210, entraîné par une came 150 de l'arbre à cames 15, monte jusqu'au point mort haut Z_H et compresse le carburant introduit dans la pompe haute pression 21. La pression augmente, entraînant l'ouverture d'un clapet 211 de liaison avec le rail haute pression 22, entraînant l'introduction de carburant dans le rail haute pression 22 et ainsi la montée en pression dans le rail haute pression 22.

Une telle vanne de contrôle 24 est de préférence une vanne de débit digitale, permettant un contrôle plus précis du débit de carburant dans la pompe haute pression 21 et ainsi une régulation de la pression dans le rail haute pression 22. De plus, dans cet exemple, la vanne de contrôle 24 est incluse dans la pompe haute pression 21 ; cependant, il va de soi que la vanne de contrôle 24 pourrait être extérieure à la pompe haute pression 21, comme cela est représenté sur la **figure 5**.

En particulier, la pompe haute pression 21 est configurée pour monter en pression, au moyen de la vanne de contrôle 24, de manière synchronisée avec une ou plusieurs positions définies du vilebrequin 13, permettant une montée en pression dans le rail haute pression 22.

Un tel rail haute pression 22 est configuré pour permettre la distribution du carburant, en provenance de la pompe haute pression 21, dans l'ensemble des cylindres 11 du moteur 10 par l'intermédiaire d'injecteurs 23.

L'injecteur 23 de la chambre de combustion 11A dont la soupape d'admission 14A est ouverte est activé de manière à permettre, dans cet exemple, l'admission du mélange d'air et de carburant simultanément dans la chambre de combustion 11A.

Afin de permettre la mise en œuvre de l'invention, le module d'injection 20 comprend en outre un capteur de pression 25, relié au rail haute pression 22, et configuré pour mesurer la pression dans le rail haute pression 22.

En résumé, en fonctionnement nominal du moteur 10 (i.e. dans le sens nominal de rotation du moteur 10), la vanne de contrôle 24 est configurée pour être régulièrement ouverte et fermée. Aussi, lorsque celle-ci est fermée, la montée du piston de pompage 210 vers le point mort haut Z_H entraîne une montée en pression dans le rail haute pression 22. Le piston de pompage 210 descend ensuite vers le point mort bas Z_B . La vanne de contrôle 24 est ouverte. Le carburant est injecté dans l'une des chambres de combustion 11A au moyen d'un injecteur 23, abaissant ainsi la pression dans le rail haute pression 22. Puis la vanne de contrôle 24 est à nouveau fermée, entraînant l'ajout de carburant de la pompe haute pression 21 vers le rail haute pression 22. La pression augmente à nouveau dans le rail haute pression 22. Le moteur 10 tourne alors selon le sens de rotation nominal.

Lorsque le moteur 10 tourne en sens inverse, c'est-à-dire lorsque le sens de rotation du vilebrequin 13 est inversé, si la vanne de contrôle 24 est fermée et que le piston de pompage 210 monte vers le point mort haut Z_H , introduisant du carburant dans le rail haute pression 22, entraînant la montée en pression régulière dans le rail haute pression 22 mesurée par le capteur de pression 25, l'inversion du sens de rotation du vilebrequin 13 entraîne la descente du piston de pompage 210. Le carburant n'est alors plus ajouté dans le rail haute pression 22, la pression cesse d'augmenter. Le capteur de pression 25 mesure alors une pression de carburant dans le rail haute pression 22 inférieure à la pression qui aurait été mesurée si le moteur 10 avait fonctionné selon son sens de rotation nominal.

Dans cet exemple, le capteur de pression 25 est configuré pour transmettre les valeurs de mesure de pression au module de commande 30.

c. Module de commande 30

Le module de commande 30, dans cet exemple le calculateur principal du véhicule, permet de commander une injection de carburant en vue de l'ajout de carburant dans une chambre de combustion 11A définie à un instant précis. A cette fin, le calculateur est configuré pour piloter la vanne de contrôle 24 afin de contrôler le débit de carburant dans la pompe haute pression 21 et de commander la fermeture d'une telle vanne de contrôle 24 de la pompe haute pression 21, permettant l'introduction de carburant dans le rail haute pression 22. Autrement dit, le calculateur est configuré pour commander le pompage de carburant dans le rail haute pression 22 par l'intermédiaire de la pompe haute pression 21 commandée par la vanne de contrôle 24 à un instant donné correspondant à une position angulaire Θ prédéterminée du vilebrequin 13 connue et déterminée précédemment.

En effet, le module de commande 30 est configuré pour déterminer la position angulaire Θ de 0° à 360° du vilebrequin 13 à partir de la position de référence D_0 détectée par le capteur de mesure 16, permettant au module de commande 30 de déterminer chaque position angulaire basse Θ_B et chaque position angulaire haute Θ_H du vilebrequin 13 correspondant à la position de chaque point mort bas Z_B et de chaque point mort haut Z_H du piston de pompage 210 de la pompe haute pression 21 par lesquels le piston de pompage 210 passerait si le moteur 10 tournait dans le sens de rotation nominal.

Le module de commande 30 est en outre configuré pour recevoir les données fournies par le capteur de position 16 du vilebrequin 13 et par le capteur de pression 25 dans le rail haute pression 22 et pour stocker les valeurs P de pression reçues.

Le module de commande 30 est alors configuré pour déterminer à chaque instant une valeur attendue P_A de pression, correspondant à la valeur P de pression qui serait mesurée dans le rail haute pression 22, entre un point mort bas Z_B et un point mort haut Z_H du piston de pompage 210, si le moteur 10 tournait à chaque instant selon son sens de rotation nominal. Autrement dit, la valeur attendue P_A de pression correspond à la valeur P de pression régnant dans le rail haute pression 22 lorsque le piston de pompage 210 monte à chaque instant entre un point mort bas Z_B et un point mort haut Z_H .

Le module de commande 30 est enfin configuré pour comparer chaque valeur P de pression mesurée avec la valeur attendue P_A de pression et déterminer si le vilebrequin 13 tourne selon un sens de rotation nominal ou un sens de rotation inverse.

2/ Procédé

L'invention va maintenant être décrite dans un exemple de mise en œuvre en référence aux **figures 8 et 9**. Le procédé de détermination du sens de rotation du vilebrequin 13 permet de déterminer le sens de rotation du moteur 10.

Dans cet exemple, le procédé comprend tout d'abord une étape E0 de mise en fonctionnement du moteur 10, permettant d'actionner la mise en rotation du vilebrequin 13.

De manière préférée, le moteur 10 est caractérisé par une vitesse de rotation, inférieure à 1200 tr/min (régime de ralenti du moteur 10), correspondant à une vitesse de rotation faible favorable à l'apparition d'une rotation inverse du moteur 10.

Le capteur de position 16 détecte alors, dans une étape E1, la position de référence D_0 du vilebrequin 13, en détectant sur la roue dentée 130 l'espace libre de dents. Un signal de détection de la position de référence D_0 est alors envoyé au module de commande 30, dans cet exemple le calculateur principal du véhicule.

Dans cet exemple, le capteur de position 16 détecte la position de référence D_0 du vilebrequin 13 et transmet un signal de détection d'une telle position de référence D_0 au module de commande 30. Cependant, il va de soi que le capteur de position 16 pourrait tout aussi bien détecter chaque dent de la roue dentée 130 et transmettre régulièrement au module de commande 30 un signal de détection de la présence d'une dent, auquel cas le module de commande 30 détecterait la position de référence D_0 du vilebrequin 13 lorsqu'aucun signal n'est envoyé par le capteur de position 16 pendant une durée prédéterminée par exemple.

Lorsque le module de commande 30 reçoit l'information de détection de la position de référence D_0 du vilebrequin 13, ledit module de commande 30 détermine, dans une étape E2, la position angulaire basse Θ_B et la position angulaire haute Θ_H du vilebrequin 13 correspondant respectivement au prochain point mort bas Z_B et au

prochain point mort haut Z_H du piston de pompage 210 dans la pompe haute pression 21 (lorsque le moteur 10 tourne dans son sens de rotation nominal), comme illustré sur la **figure 8**. Le procédé est ainsi mis en œuvre de préférence au cours d'une phase de montée du piston de pompage 210 dans la pompe haute pression 21.

5 Après la détection de la position angulaire basse Θ_B du vilebrequin 13, correspondant au point mort bas Z_B du piston de pompage 210, dans une étape E3, le module de commande 30 détermine, dans une étape E4, une première position angulaire Θ_1 du vilebrequin 13, correspondant à un premier angle de rotation à partir de la position de référence D_0 et une deuxième position angulaire Θ_2 du vilebrequin 13, correspondant à
10 un deuxième angle de rotation à partir de la position de référence D_0 . Dans l'exemple d'un moteur 10 comprenant quatre cylindres 11 et une pompe haute pression 21 montée sur une came 150 de l'arbre à cames 15 comprenant quatre lobes, le premier angle de rotation à partir de la position de référence D_0 est compris entre 0 et 90°, de préférence 90° et le deuxième angle de rotation à partir de la position de référence D_0
15 entre 90 et 180°, de préférence 180°.

Lorsque le vilebrequin 13 se trouve dans la première position angulaire Θ_1 , comprise entre la position angulaire basse Θ_B et la position angulaire haute Θ_H , détectée dans une étape E5A, le module de commande 30 commande dans une étape E6A la fermeture de la vanne de contrôle 24 de la pompe haute pression 21, permettant l'ajout
20 de carburant dans le rail haute pression 22 et ainsi une augmentation de la pression dans un tel rail haute pression 22.

Dans cet exemple, le module de commande 30 détecte la première position angulaire Θ_1 du vilebrequin 13 à partir de la position de référence D_0 , cependant le module de commande 30 pourrait également déclencher une temporisation dont la durée
25 correspond à un intervalle de temps prédéterminé, par exemple 1 milliseconde. Cette temporisation correspond au temps s'écoulant entre la détection de la position de référence D_0 et une première position prédéterminée du piston de pompage 210 montant dans la pompe haute pression 21.

La pression dans le rail haute pression 22 est mesurée dans une étape E7A au
30 moyen du capteur de pression 25. Une première valeur P_1 de pression est alors transmise au module de commande 30 qui stocke une telle première valeur P_1 .

Le module de commande 30 détecte alors, dans une étape E5B, la deuxième position angulaire Θ_2 du vilebrequin 13, comprise entre la position angulaire basse Θ_B et la position angulaire haute Θ_H du vilebrequin 13 et strictement supérieure à la première
35 position angulaire Θ_1 détectée à l'étape E6A ou préalablement stockée dans le module de commande 30.

Lorsque le vilebrequin 13 se trouve dans la deuxième position angulaire Θ_2 , le module de commande 30 commande dans une étape E6_B la fermeture de la vanne de contrôle 24 de la pompe haute pression 21, permettant l'ajout de carburant dans le rail haute pression 22 et ainsi une augmentation de la pression dans un tel rail haute
5 pression 22.

En fonctionnement nominal du moteur 10, si le vilebrequin 13 tourne dans son sens de rotation nominal, entre la première position angulaire Θ_1 et la deuxième position angulaire Θ_2 , le rail haute pression 22 peut avoir injecté du carburant dans l'une des chambres de combustion 11A au moyen d'un injecteur 23. Une telle injection correspond
10 à un volume de carburant représentant une première variation de pression ΔP_{11} . Autrement dit, entre la première position angulaire Θ_1 et la deuxième position angulaire Θ_2 du vilebrequin 13, la pression dans le rail haute pression 22 a diminué de la première variation de pression ΔP_{11} par rapport à la première valeur P_1 de pression mesurée à l'étape E5_A ou préalablement stockée dans le module de commande 30.

De même, si le vilebrequin 13 tourne dans son sens de rotation nominal, le piston de pompage 210 a continué de monter entre la première position angulaire Θ_1 et la deuxième position angulaire Θ_2 du vilebrequin 13, entraînant l'introduction d'un volume supplémentaire de carburant dans le rail haute pression 22. Un tel volume de carburant supplémentaire correspond à une deuxième variation de pression ΔP_{21} supplémentaire.
15 Aussi, la pression dans le rail haute pression 22 a également augmenté de la deuxième variation de pression ΔP_{21} par rapport à la première valeur P_1 de pression.

En résumé, entre la première position angulaire Θ_1 et la deuxième position angulaire Θ_2 du vilebrequin 13, si le moteur 10 tourne dans son sens de rotation nominal, la valeur P de pression dans le rail haute pression 22 est égale à : $P_1 + \Delta P_{21} - \Delta P_{11}$,
25 correspondant à une valeur attendue P_A de pression lors de la mesure de la pression dans le rail haute pression 22 lorsque le vilebrequin 13 se trouve dans sa deuxième position angulaire Θ_2 .

La pression dans le rail haute pression 22 est alors mesurée dans une étape E7_B au moyen du capteur de pression 25. Une deuxième valeur P_2 de pression est alors
30 transmise au module de commande 30.

Le procédé comprend alors une étape E8 de calcul par le module de commande 30 de la valeur attendue P_A de pression, correspondant au minimum de la valeur P de pression qui serait mesurée dans le rail haute pression 22 si le moteur 10 tournait selon son sens de rotation nominal.

La deuxième valeur P_2 de pression mesurée dans le rail haute pression 22 est alors comparée dans une étape E9 à la valeur attendue P_A de pression par le module de
35 commande 30.

Lorsque la deuxième valeur P_2 de pression mesurée est supérieure ou égale à la valeur attendue P_A de pression, alors le procédé selon l'invention détermine dans une étape E10 que le vilebrequin 13 tourne dans son sens de rotation nominal. Le moteur 10 tourne ainsi selon son sens de rotation nominal OK.

5 Lorsque la deuxième valeur P_2 de pression mesurée est inférieure à la valeur attendue P_A de pression, alors le procédé détermine dans cette même étape E10 que le vilebrequin 13 tourne selon un sens de rotation inversé. Le moteur 10 tourne ainsi en sens inverse NOK.

10 Le procédé selon l'invention est de préférence répété à intervalle régulier, par exemple toutes les 50 millisecondes, au cours de la phase montante du piston de pompage 210 dans la pompe haute pression 21 entre le premier point mort bas Z_B (inclus) et le premier point mort haut Z_H (exclu). Un tel procédé est ensuite répété pour chaque intervalle entre chaque point mort bas Z_B et chaque point mort haut Z_H du piston de pompage 210.

15 Un tel procédé permet avantageusement de déterminer le sens de rotation du vilebrequin, permettant ainsi de détecter une rotation inverse du moteur notamment en l'absence d'un capteur bidirectionnel de vilebrequin et en l'absence ou lors d'une défaillance d'un capteur d'arbre à cames. L'invention permet avantageusement de limiter l'endommagement des volants d'inertie d'un tel moteur.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détection du sens de rotation d'un vilebrequin (13) d'un moteur (10) à combustion d'un véhicule automobile, ledit véhicule comprenant un moteur (10) à combustion, comportant une pluralité de cylindres (11), un module d'injection (20) et un module de commande (30), ledit module d'injection (20) comprenant
- 5 un rail haute pression (22) d'injection de carburant dans lesdits cylindres (11), une pompe haute pression (21) hydraulique apte à pomper du carburant dans ledit rail haute pression (22), une vanne de contrôle (24) de l'admission du carburant dans ladite pompe haute pression (21) commandée par ledit module de commande (30), un capteur de mesure (25) de la pression dans ledit rail haute pression (22), ladite pompe haute
- 10 pression (21) comprenant au moins un piston de pompage (210) du carburant, configuré pour coulisser dans ladite pompe haute pression (21) entre une position de point mort haut (Z_H) et une position de point mort bas (Z_B), ledit moteur (10) comprenant en outre un vilebrequin (13), caractérisé par sa position angulaire (Θ) définie à partir d'une position de référence (D_0), et un capteur de mesure (16) de ladite position angulaire (Θ) du
- 15 vilebrequin (13), ledit vilebrequin (13) étant caractérisé par un sens de rotation nominal, un sens de rotation inverse, une position angulaire dite « basse » (Θ_B), correspondant à la position de point mort bas (Z_B) du piston de pompage (210), et une position angulaire dite « haute » (Θ_H), correspondant à la position de point mort haut (Z_H) du piston de pompage (210), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- 20
- détection (E1) de la position de référence (D_0) du vilebrequin (13),
 - détermination (E2), par le module de commande (30), à partir de la position de référence (D_0) du vilebrequin (13) détectée, de la position angulaire basse (Θ_B) et de la position angulaire haute (Θ_H) du vilebrequin (13),
 - détection (E3) de ladite position angulaire basse (Θ_B) déterminée,
- 25
- lorsque le vilebrequin (13) se trouve dans une première position angulaire (Θ_1) prédéterminée, comprise entre la position angulaire basse (Θ_B) et la position angulaire haute (Θ_H), commande (E6_A) de la fermeture de la vanne de contrôle (24) de la pompe haute pression (21) et mesure (E7_A) d'une première valeur (P_1) de pression dans le rail haute pression (22),
- 30
- lorsque le vilebrequin (13) se trouve dans une deuxième position angulaire (Θ_2) prédéterminée comprise entre la première position angulaire (Θ_1) et la position angulaire haute (Θ_H), commande (E6_B) de la fermeture de la vanne de contrôle (24) de la pompe haute pression (21) et mesure (E7_B) d'une deuxième valeur (P_2) de pression dans le rail haute pression (22), et
- 35
- détection (E10) d'un sens de rotation nominal du vilebrequin (13) si la deuxième valeur (P_2) de pression mesurée est supérieure ou égale à une valeur

attendue (P_A) de pression prédéterminée, dépendante de la première valeur (P_1) de pression ou de détection (E10) d'un sens de rotation inverse du vilebrequin (13) si la deuxième valeur (P_2) de pression mesurée est inférieure à ladite valeur attendue (P_A) de pression prédéterminée.

- 5 2. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre une étape de calcul (E8) de la valeur attendue (P_A) de pression à partir de la première valeur (P_1) de pression.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la valeur attendue (P_A) de pression correspond à la première valeur (P_1) de pression
10 mesurée à la première position angulaire (Θ_1) du vilebrequin (13) diminuée d'une première variation de pression (ΔP_{11}) prédéterminée, correspondant à l'injection de carburant du rail haute pression (22) dans un cylindre (11) de ladite pluralité de cylindres (11), augmentée d'une deuxième variation de pression (ΔP_{21}) prédéterminée, correspondant à un ajout de carburant depuis la pompe haute pression (21) dans le rail
15 haute pression (22).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première position angulaire (Θ_1) du vilebrequin (13) correspond à un premier angle à partir de la position de référence (D_0) compris entre 0° et 90° , de préférence 90° et la deuxième position angulaire (Θ_2) du vilebrequin (13) correspond à un deuxième angle à
20 partir de la position de référence (D_0) compris entre 90° et 180° , de préférence 180° , dans le cas d'un moteur (10) comprenant quatre cylindres (11) et une pompe haute pression (21) montée sur une came (150) comprenant quatre lobes.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le moteur (10) étant caractérisé par une vitesse de rotation, ladite vitesse de rotation est
25 inférieure à 1200 tr/min.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, la position du piston de pompage (210) étant caractérisée par une pluralité de points morts bas (Z_B) et une pluralité de points morts hauts (Z_H), chaque point mort haut (Z_H) suivant un point mort bas (Z_B), chaque étape est répétée pour une position du piston de pompage (210) comprise entre chaque point mort bas (Z_B) inclus et ledit point mort
30 haut (Z_H) suivant exclu.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque étape est répétée tous les 360° de la position angulaire du vilebrequin (13).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel chaque
35 étape est répétée toutes les 50 millisecondes.

9. Système (1) de détection du sens de rotation d'un vilebrequin (13) de moteur (10) à combustion d'un véhicule automobile, comprenant :

- un moteur (10) à combustion comprenant :

- une pluralité de cylindres (11),
- 5 • un vilebrequin (13), caractérisé par sa position angulaire (Θ) définie à partir d'une position de référence (D_0), et
- un capteur de mesure (16) de ladite position angulaire (Θ) du vilebrequin (13),

- un module d'injection (20) comprenant :

- un rail haute pression (22) d'injection de carburant dans lesdits cylindres (11),
- 10 • une pompe haute pression (21) hydraulique apte à pomper du carburant dans ledit rail haute pression (22), ladite pompe haute pression (21) comprenant au moins un piston de pompage (210) du carburant, configuré pour coulisser dans ladite pompe haute pression (21) entre une position de point mort haut (Z_H) et une position de point mort bas (Z_B), ledit vilebrequin (13) étant caractérisé par un
- 15 sens de rotation nominal, un sens de rotation inverse, une position angulaire dite « basse » (Θ_B), correspondant à la position de point mort bas (Z_B) du piston de pompage (210), et une position angulaire dite « haute » (Θ_H), correspondant à la position de point mort haut (Z_H) du piston de pompage (210),
- une vanne de contrôle (24) de l'admission du carburant dans ladite pompe haute
- 20 pression (21), et
- un capteur de mesure (25) de la pression dans ledit rail haute pression (22), et

- un module de commande (30) configuré pour :

- commander l'ouverture et/ou la fermeture de ladite vanne de contrôle (24),
- déterminer une position angulaire basse (Θ_B) et une position angulaire haute (Θ_H)
- 25 du vilebrequin (13),
- déterminer une valeur attendue (P_A) de pression dans le rail haute pression (22),
- recevoir et stocker une valeur (P) de pression mesurée, et
- déterminer le sens de rotation du vilebrequin (13) en comparant ladite valeur attendue (P_A) de pression et ladite valeur (P) de pression stockée, mesurée dans
- 30 le rail haute pression (22), afin de détecter une rotation inverse du moteur (10).

10. Véhicule automobile comprenant un moteur (10) à combustion et un système (1) de détection du sens de rotation dudit moteur (10) selon la revendication 9.

Fig. 1

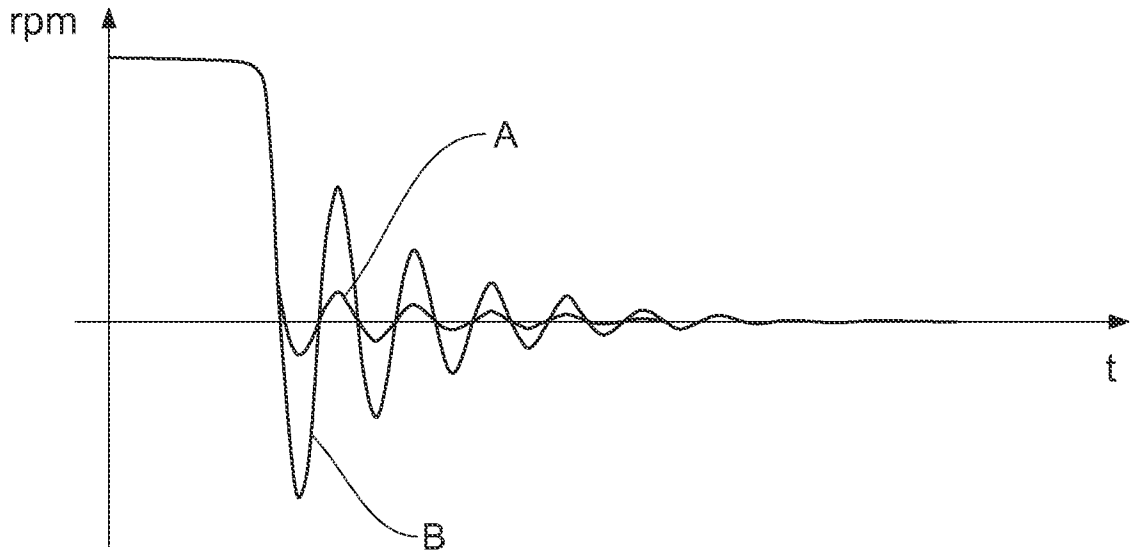


Fig. 2

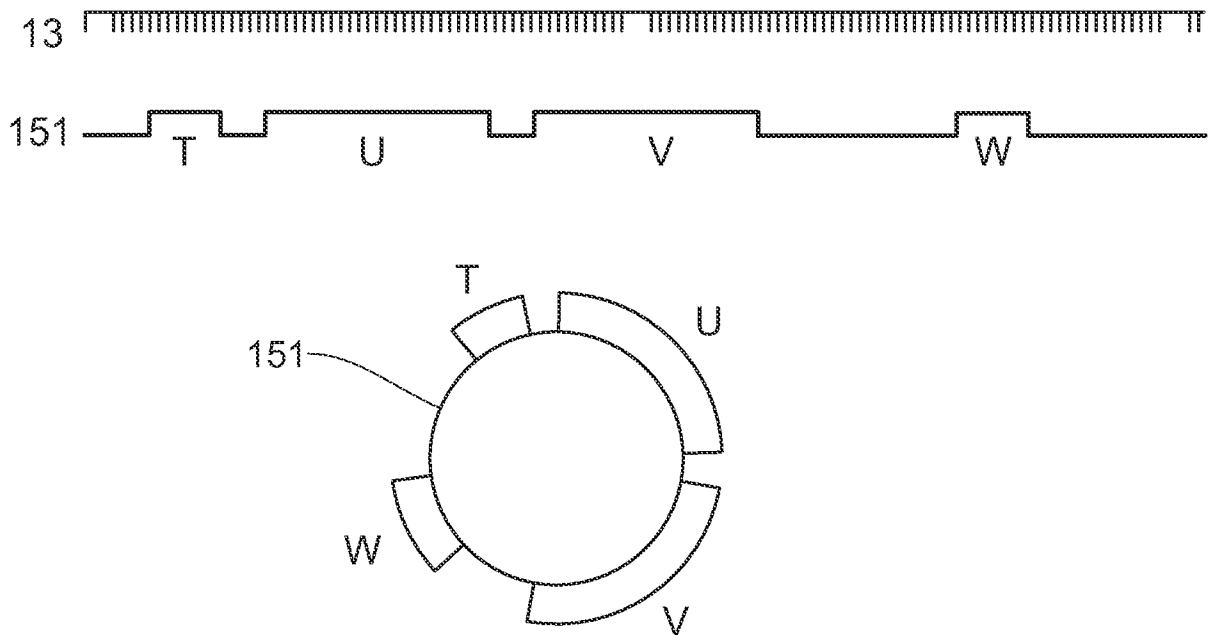


Fig. 3

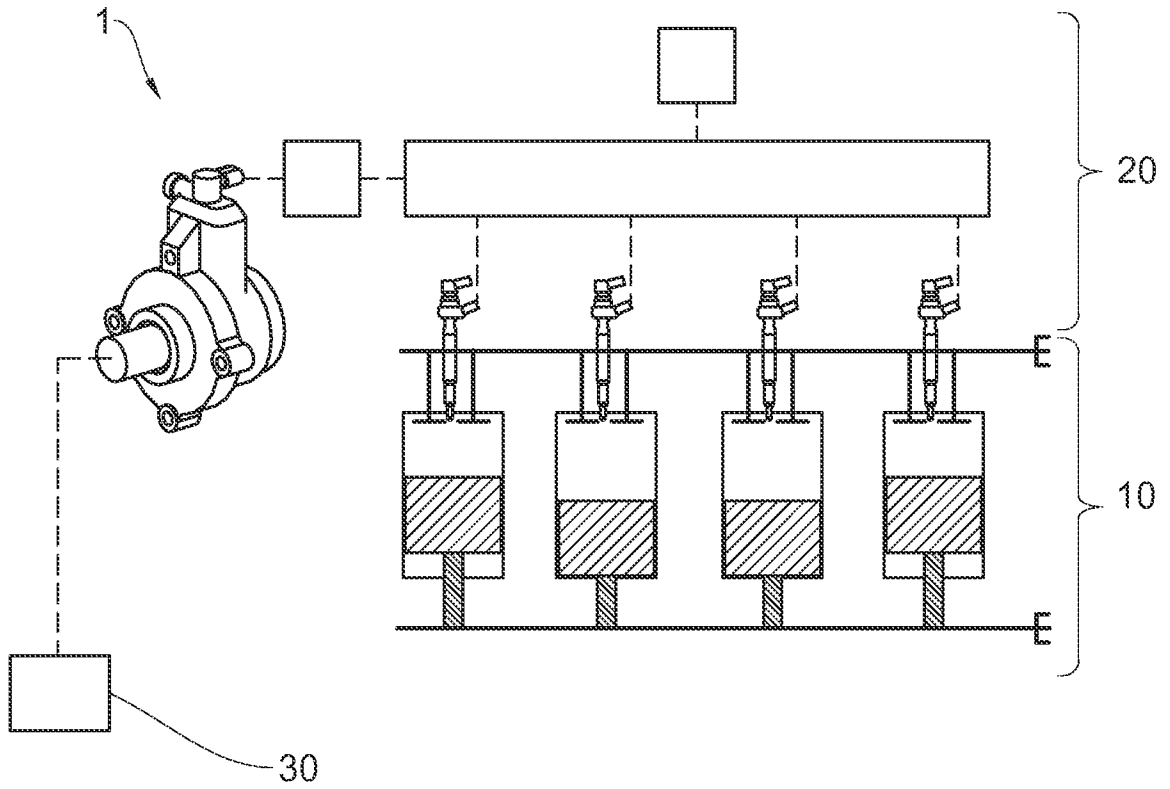


Fig. 4

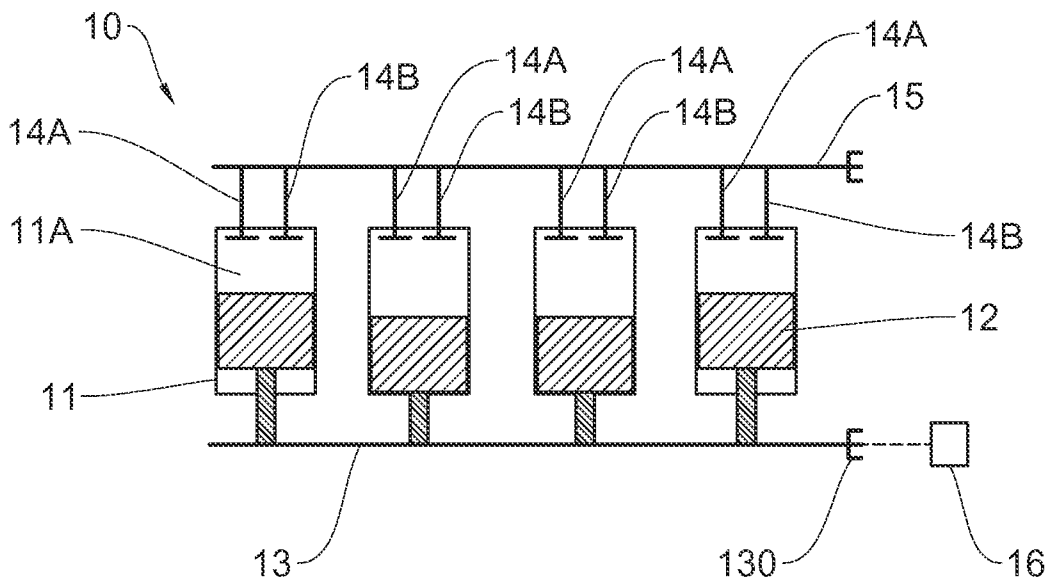


Fig. 5

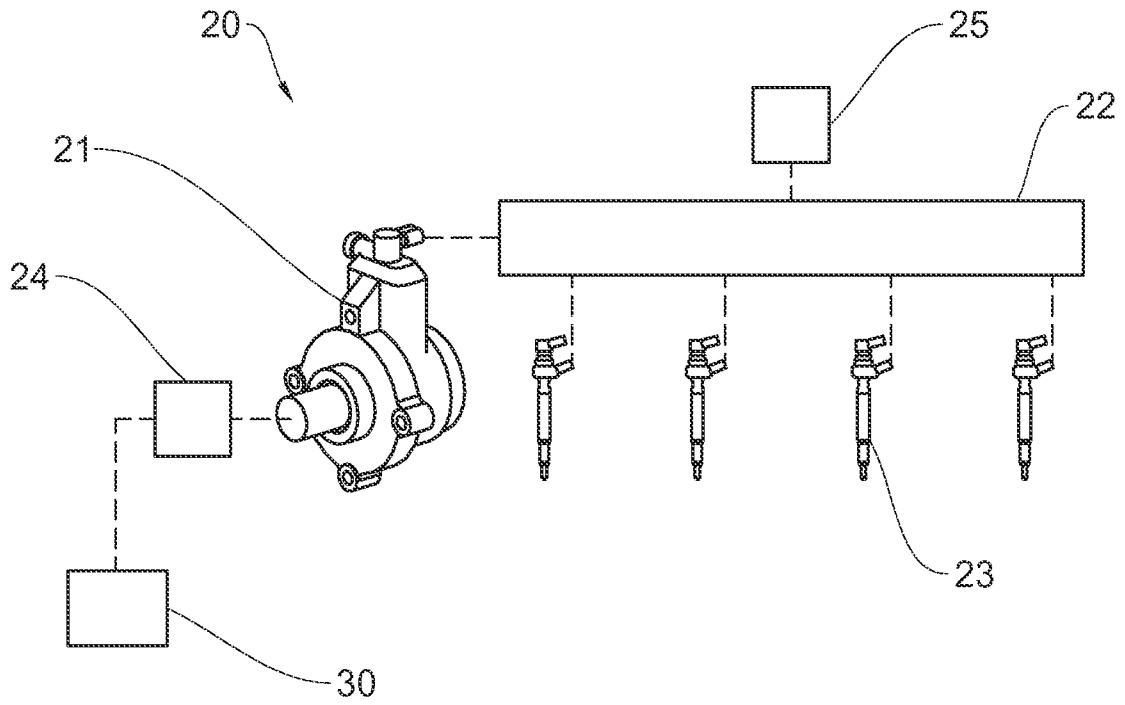


Fig. 6A

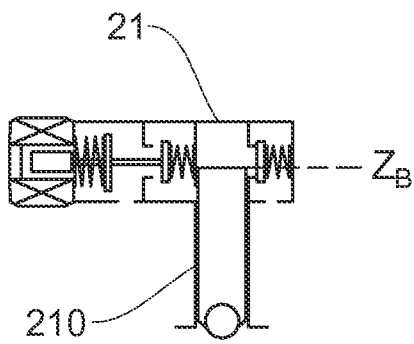


Fig. 6B

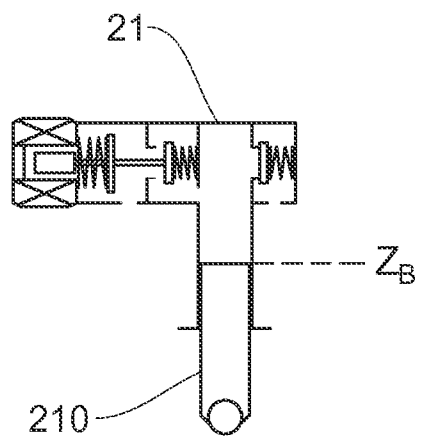


Fig. 7A

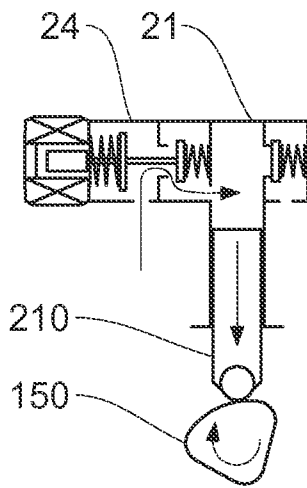


Fig. 7C

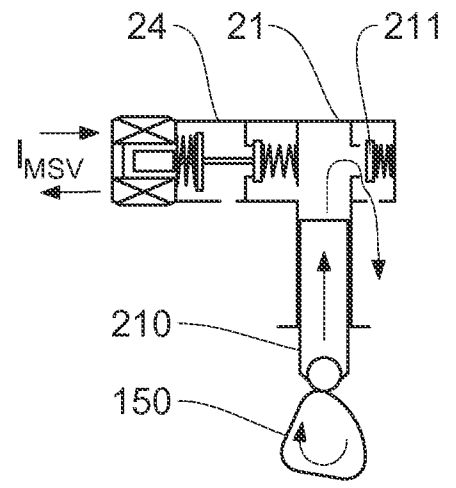


Fig. 7B

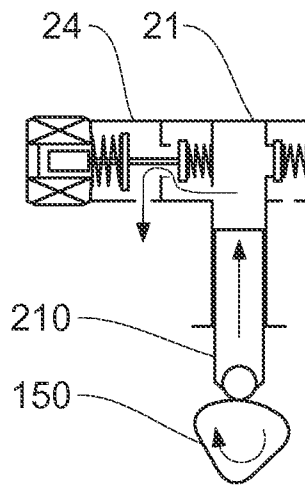


Fig. 8

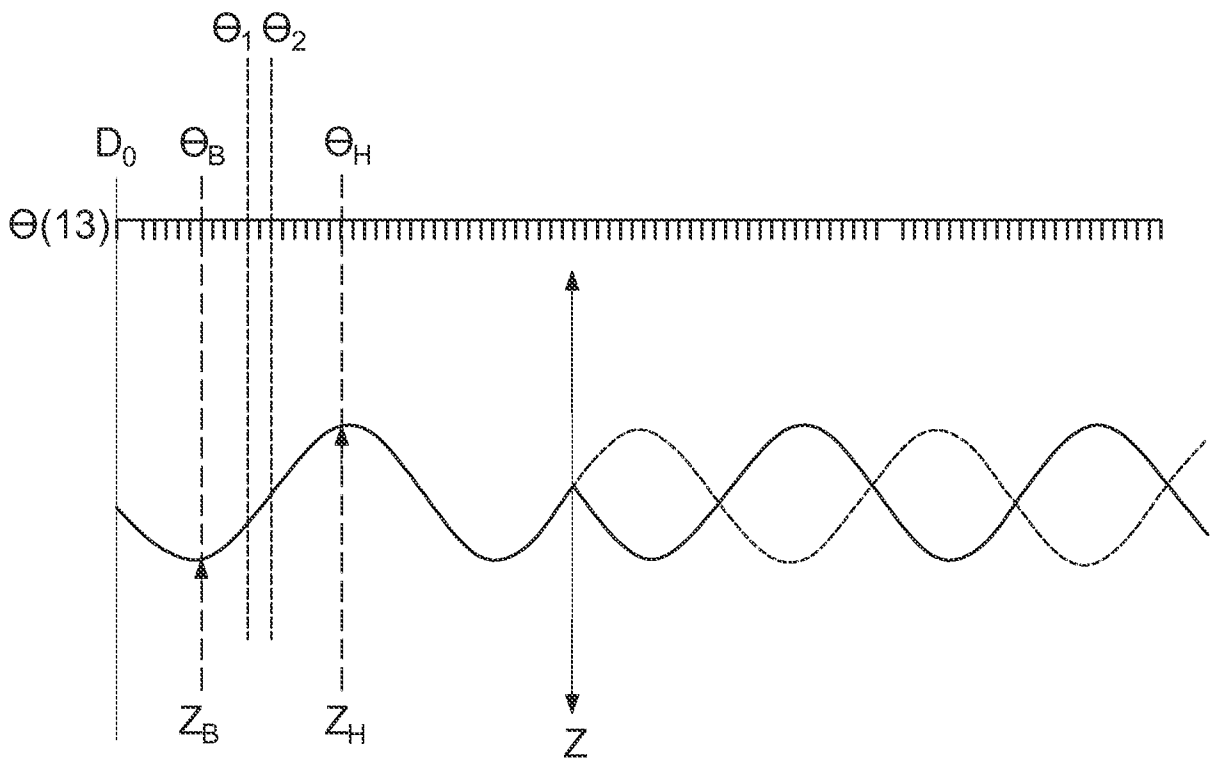
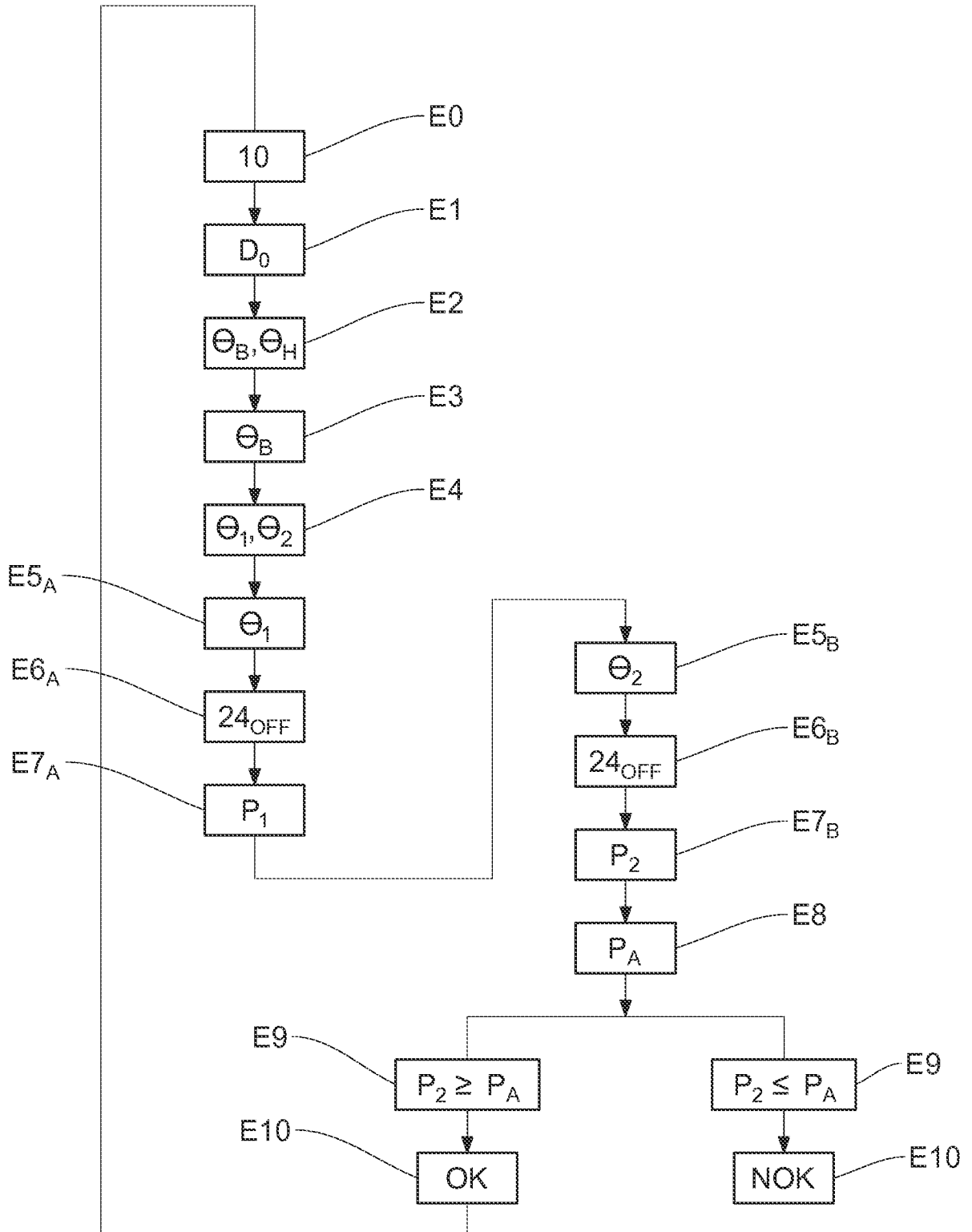


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/052471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02D41/00 F02D41/38 F02M59/36 F02D41/22
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F02D F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 90/03508 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 April 1990 (1990-04-05) page 4 - page 6; figures -----	1-10
A	WO 2016/165829 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 20 October 2016 (2016-10-20) claims; figures -----	1-10
A	DE 199 34 112 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 January 2001 (2001-01-25) column 1 - column 4; figures -----	1,9
A	DE 10 2013 210178 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 December 2014 (2014-12-04) paragraphs [0007], [0008] -----	1,9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 6 December 2018	Date of mailing of the international search report 17/12/2018
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Aign, Torsten
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2018/052471

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 9003508	A1	05-04-1990	EP 0394290 A1	31-10-1990
			JP H03501511 A	04-04-1991
			KR 0121319 B1	24-11-1997
			WO 9003508 A1	05-04-1990

WO 2016165829	A1	20-10-2016	CN 107532529 A	02-01-2018
			FR 3035157 A1	21-10-2016
			KR 20170139568 A	19-12-2017
			US 2018080395 A1	22-03-2018
			WO 2016165829 A1	20-10-2016

DE 19934112	A1	25-01-2001	DE 19934112 A1	25-01-2001
			EP 1129280 A1	05-09-2001
			JP 4456787 B2	28-04-2010
			JP 2003505640 A	12-02-2003
			US 6484691 B1	26-11-2002
			WO 0107770 A1	01-02-2001

DE 102013210178	A1	04-12-2014	CN 105229288 A	06-01-2016
			DE 102013210178 A1	04-12-2014
			JP 2016522871 A	04-08-2016
			KR 20160015224 A	12-02-2016
			US 2016115923 A1	28-04-2016
			WO 2014191212 A1	04-12-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052471

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D41/00 F02D41/38 F02M59/36 F02D41/22 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F02D F02M		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 90/03508 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 avril 1990 (1990-04-05) page 4 - page 6; figures -----	1-10
A	WO 2016/165829 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE FRANCE [FR]; CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 20 octobre 2016 (2016-10-20) revendications; figures -----	1-10
A	DE 199 34 112 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 janvier 2001 (2001-01-25) colonne 1 - colonne 4; figures -----	1,9
A	DE 10 2013 210178 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 décembre 2014 (2014-12-04) alinéas [0007], [0008] -----	1,9
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 6 décembre 2018	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 17/12/2018	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Aign, Torsten	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052471

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9003508	A1	05-04-1990	EP 0394290 A1	31-10-1990
			JP H03501511 A	04-04-1991
			KR 0121319 B1	24-11-1997
			WO 9003508 A1	05-04-1990

WO 2016165829	A1	20-10-2016	CN 107532529 A	02-01-2018
			FR 3035157 A1	21-10-2016
			KR 20170139568 A	19-12-2017
			US 2018080395 A1	22-03-2018
			WO 2016165829 A1	20-10-2016

DE 19934112	A1	25-01-2001	DE 19934112 A1	25-01-2001
			EP 1129280 A1	05-09-2001
			JP 4456787 B2	28-04-2010
			JP 2003505640 A	12-02-2003
			US 6484691 B1	26-11-2002
			WO 0107770 A1	01-02-2001

DE 102013210178	A1	04-12-2014	CN 105229288 A	06-01-2016
			DE 102013210178 A1	04-12-2014
			JP 2016522871 A	04-08-2016
			KR 20160015224 A	12-02-2016
			US 2016115923 A1	28-04-2016
			WO 2014191212 A1	04-12-2014
