

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 avril 2018 (19.04.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/069588 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 13/02 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
F02D 41/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052372

(22) Date de dépôt international :
07 septembre 2017 (07.09.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1659730 10 octobre 2016 (10.10.2016) FR

(71) Déposant : PSA AUTOMOBILES SA [FR/FR] ; 2-10
Boulevard de l'Europe, 78300 Poissy (FR).

(72) Inventeurs : TRELLE, Frederic ; 100 AVENUE MASSE-
NET, 93150 LE BLANC MESNIL (FR). PACILLY,
Christophe ; 74 RUE RAYMOND PATENOTRE, 78120
RAMBOUILLET (FR). GALLIENNE, Felix ; 79 RUE
PIERRE SEMARD, 92250 LA GARENNE COLOMBES
(FR).

(74) Mandataire : BOURGUIGNON, Eric ; PEUGEOT CI-
TROEN AUTOMOBILES SA, Propriété Industrielle, 18
rue des Fauvelles, 92250 La Garenne Colombes (FR).

(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,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A VALVE LIFT OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH VARIABLE VALVE LIFT

(54) Titre : PROCÉDÉ DE PILOTAGE D'UNE LEVÉE DE SOUPAPES D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A LEVÉE DE SOUPAPES VARIABLE

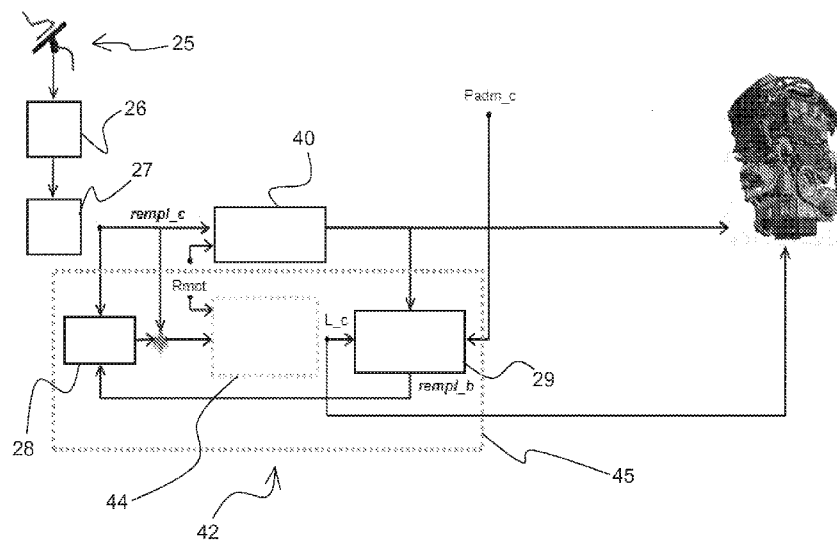


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for controlling a valve lift of an engine, provided with at least one variable-lift valve, comprising: in an open loop (44), a step of obtaining a raw valve lift setpoint (L_c), and, in a closed loop (45), a step of entering said raw valve lift setpoint (L_c) obtained by said open loop (44) so as to determine a raw filling setpoint ($rempl_b$); a step of comparing said filling setpoint ($rempl_c$) with said raw filling setpoint ($rempl_b$) previously obtained; a step of introducing an error between said two filling setpoints ($rempl_c$, $rempl_b$) in a regulator (28) making it possible to vary said raw valve lift setpoint (L_c) via said open loop (44); and a step of controlling said valve lift as a function of said raw valve lift setpoint (L_c) obtained when said error in the method for controlling a valve lift of an internal combustion engine with variable valve lift is equal to zero.

[Suite sur la page suivante]

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.

(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).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17(iv))*

Publiée:

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

(57) Abrégé : Procédé de pilotage d'une levée de soupapes d'un moteur, muni d'au moins une soupape à levée variable, comprenant:
- en boucle ouverte (44), une étape pour obtenir une consigne de levée de soupapes brute (L_c), et - en boucle fermée (45) : - une étape d'introduction de ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) obtenue par ladite boucle ouverte (44) pour déterminer une consigne de remplissage brute (*rempl_b*), - une étape de comparaison entre ladite consigne de remplissage (*rempl_c*) et ladite consigne de remplissage brute (*rempl_b*) précédemment obtenue, - une étape d'introduction d'une erreur entre lesdites deux consignes de remplissage (*rempl_c*, *rempl_b*) dans un régulateur (28) permettant de faire évoluer ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) via ladite boucle ouverte (44), et - une étape de commande de ladite levée de soupapes en fonction de ladite position de ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) obtenue lorsque ladite erreur est nulle.

PROCEDE DE PILOTAGE D'UNE LEVEE DE SOUPAPES D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A LEVEE DE SOUPAPES VARIABLE

[0001] La présente invention porte sur un procédé de pilotage d'une levée de soupapes d'un moteur à combustion interne à levée de soupapes variable. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine des véhicules automobiles.

[0002] De façon connue en soi, les soupapes d'admission et les soupapes d'échappement du moteur sont déplacées par des arbres à came. Dans certaines configurations de moteur, la position relative de chaque arbre à cames par rapport au vilebrequin peut être modifiée au moyen de déphaseurs commandés hydrauliquement ou électriquement. Ces déphaseurs permettent, suivant les conditions de fonctionnement, d'avancer ou de retarder l'ouverture et/ou la fermeture des soupapes d'admission et d'échappement, c'est-à-dire de faire varier le phasage des lois de levée de ces soupapes par rapport à un mode de fonctionnement de référence. Ces déphaseurs sont connus sous l'acronyme VVA (Variable Valve Actuation en anglais) ou VVT (Variable Valve Timing en anglais).

[0003] Dans le cas de moteurs dits "classiques" ou sans levée variable de soupapes, la charge du moteur est gérée en utilisant la variation de pression dans le répartiteur d'admission. charge du moteur est gérée en utilisant la variation de pression dans le répartiteur d'admission. Un tel procédé est par exemple décrit dans le document FR2942503. De ce fait, pour obtenir la consigne de remplissage demandée par le conducteur, via la consigne de couple et donc la pédale d'accélérateur, il est nécessaire d'inverser le modèle de remplissage afin de connaître la consigne de pression à obtenir dans le répartiteur d'admission.

[0004] Ainsi, le modèle de remplissage direct est défini par la formule suivante:

$$rempl = P_{ADM} \times pente - offset$$

Avec:

- *rempl* étant le remplissage estimée : M_a / M_{ref} ,
- M_a étant la masse d'air frais dans le cylindre;
- M_{ref} étant la masse d'air de référence dans les conditions : 101300 Pa et 273 K.
- *pente* étant la pente de remplissage, fonction du déphaseur à l'admission mesuré;

- *offset* étant l'offset de remplissage, fonction des déphaseurs à l'admission et à l'échappement mesurés;
- P_{ADM} étant la pression à l'admission mesurée.

Et le modèle de remplissage inversé est défini par la formule suivante:

5

$$P_{ADM_c} = (rempl_c + offset_c) / pente_c$$

Avec:

- P_{ADM_c} étant la consigne de pression à l'admission;
- 10 - *rempl_c* étant la consigne de remplissage (connu via la consigne de couple et donc la position de la pédale);
- *pente_c* étant la consigne de pente de remplissage, fonction de la consigne de déphaseur à l'admission;
- *offset_c* étant la consigne d'offset de remplissage, fonction des consignes des
- 15 déphaseurs à l'admission et à l'échappement.

[0005] Les consignes des déphaseurs d'admission et d'échappement sont pilotées à partir de cartographies dépendantes du régime moteur et de la consigne de remplissage *rempl_c*.

- 20 [0006] Avec la consigne de pression trouvée P_{ADM_c} et la consigne de remplissage *rempl_c* émanant de la volonté du conducteur (position pédale), il est possible de piloter la vanne papillon, par le biais d'une consigne de surface de la vanne papillon, en utilisant l'équation de Barré Saint Venant liant le débit massique q à travers une surface S :

$$q = \frac{S \cdot P_{us}}{\sqrt{T_{us}}} \cdot Cfe \left(\frac{P_{ds}}{P_{us}} \right)$$

$$\text{Si } \frac{P_{ds}}{P_{us}} > \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow \text{régime subsonique} \Rightarrow Cfe \left(\frac{P_{ds}}{P_{us}} \right) = \sqrt{\frac{2 \cdot \gamma}{r(\gamma-1)} \cdot \left[\left(\frac{P_{ds}}{P_{us}} \right)^{\frac{2}{\gamma}} - \left(\frac{P_{ds}}{P_{us}} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma}} \right]}$$

$$25 \quad \text{Si } \frac{P_{ds}}{P_{us}} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow \text{régime sonique} \Rightarrow Cfe \left(\frac{P_{ds}}{P_{us}} \right) = \sqrt{\frac{\gamma}{r} \cdot \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}}$$

Avec:

- P_{ds} étant la consigne de pression en aval de la vanne papillon dans le répartiteur d'admission : P_{ADM_c} ;
- 30 - P_{us} étant la pression mesurée ou estimée en amont de la vanne papillon;

- q étant la consigne de débit de la vanne papillon, obtenue à partir de la consigne de remplissage : $q = \text{rempl}_c \times k$ ($k = f(\text{régime})$);
- T_{us} étant la température en amont de la vanne papillon;
- S étant la consigne de section efficace de la vanne papillon.

5 [0007] Dans le cas de moteurs intégrant un dispositif de levée de soupapes variable, la charge du moteur est gérée en utilisant la variation de levée de soupapes. La vanne papillon a pour objectif de maintenir un delta de pression $P_{atmo} - P_{ADM}$ de "x" millibar dans le répartiteur d'admission.

10 [0008] De ce fait, pour obtenir la consigne de remplissage demandée par le conducteur, via la consigne de couple et donc la pédale d'accélérateur, il est nécessaire d'inverser le modèle de remplissage afin de connaître la consigne de levée de soupapes à obtenir.

[0009] Ainsi, le modèle de remplissage direct est défini par la formule suivante:

$$\text{rempl} = P_{ADM} \times \text{pente}' - \text{offset}$$

15

Avec:

- rempl étant le remplissage estimée : M_a / M_{ref} ,
 - M_a étant la masse d'air frais dans le cylindre;
 - M_{ref} étant la masse d'air de référence dans les conditions : 101300 Pa et 273 K.
- 20 - pente' étant la pente de remplissage, fonction du déphaseur à l'admission mesuré, et de la levée de soupapes mesurée;
- offset étant l'offset de remplissage, fonction des déphaseurs à l'admission et à l'échappement mesurés, et de la levée de soupapes mesurée;
- P_{ADM} étant la pression à l'admission mesurée.

25 Et le modèle de remplissage inversé est défini par la formule suivante:

$$L_c = f(\text{rempl}_c; \text{offset}_c; \text{pente}_c'; P_{adm}_c)$$

Avec:

- P_{adm}_c étant la consigne de pression à l'admission;
- 30 - rempl_c étant la consigne de remplissage (connu via la consigne de couple et donc la position de la pédale);
- pente_c' étant la consigne de pente de remplissage, fonction de la consigne de déphaseur à l'admission et de la consigne de levée de soupapes;

- *offset_c* étant la consigne d'offset de remplissage, fonction des consignes des déphaseurs à l'admission et à l'échappement, et de la consigne de levée de soupapes;
- *L_c* étant la consigne de levée de soupapes.

[0010] Les consignes des déphaseurs d'admission et d'échappement sont pilotées à partir de cartographies dépendantes du régime moteur et de la consigne de remplissage *rempl_c*.

[0011] Toutefois, l'inversion exacte et explicite du modèle de remplissage pour un moteur à levée de soupapes variable est complexe. Une solution pourrait consister à utiliser une simple cartographie fonction du régime moteur et de la consigne de remplissage *rempl_c*, permettant d'obtenir la consigne de levée de soupapes *L_c*. Cependant, la première problématique de la solution émise, est que la simple cartographie permettant de lier la consigne de remplissage *rempl_c* à la consigne de levée de soupapes *L_c*, est dépendante de la position des déphaseurs d'arbre à cames d'admission et d'échappement. De ce fait, si ces positions des déphaseurs changent, par exemple en fonction de modes de combustion différents (ambiance froide, performances,...), la simple cartographie permettant de lier la consigne de remplissage *rempl_c* à la consigne de levée de soupapes *L_c* n'est plus précise. Par conséquent, pour être précis quel que soit les modes de combustion, il faut autant que cartographies que de mode de combustion, ce qui peut être pénalisant pour la taille de la mémoire du calculateur devant contenir ces cartographies.

[0012] La deuxième problématique de la solution émise est que la simple cartographie permettant de lier la consigne de remplissage *rempl_c* à la consigne de levée de soupapes *L_c* ne permet pas, en stabilisé de charge (ou de remplissage), une gestion robuste de la charge vis-à-vis des variations de paramètres tels que la température d'eau, la température d'air, la pression à l'échappement par l'altitude ou par adduction d'un filtre à particule à l'échappement.

[0013] La troisième problématique de la solution émise est que la simple cartographie permettant de lier la consigne de remplissage *rempl_c* à la consigne de levée de soupapes *L_c* ne permet pas en transitoire de charge une gestion optimale, coordonnée, et simultanée des actionneurs de levée de soupapes, du déphaseur d'admission, du déphaseur d'échappement, et de la vanne papillon. La dynamique de ces quatre

actionneurs étant différente. De ce fait, la gestion de la charge du moteur en transitoire n'est pas optimale.

[0014] L'invention vise à remédier efficacement à ces inconvénients en proposant un procédé de pilotage d'une levée de soupapes d'un moteur à combustion interne, notamment de véhicule automobile, muni d'au moins une soupape à levée variable, caractérisé en ce que le procédé comprend:

- suivant une commande en boucle ouverte, une étape d'utilisation d'une cartographie dépendant d'un régime moteur et d'une consigne de remplissage venant d'une volonté du conducteur pour obtenir une consigne de levée de soupapes brute, et

- suivant une commande en boucle fermée :

- une étape d'introduction de ladite consigne de levée de soupapes brute obtenue par la boucle ouverte en entrée d'un modèle de remplissage pour déterminer une consigne de remplissage brute,

- une étape de comparaison entre la consigne de remplissage venant de la volonté du conducteur et la consigne de remplissage brute précédemment obtenue,

- une étape d'introduction d'une erreur entre les deux consignes de remplissage dans un régulateur permettant de faire évoluer la consigne de levée de soupapes brute via la boucle ouverte, et

- une étape de commande de la levée de soupapes en fonction de la position de la consigne de levée de soupapes brute obtenue lorsque l'erreur entre les deux consignes de remplissage est nulle.

[0015] L'invention permet ainsi d'obtenir une consigne de levée de soupapes robuste dans toutes les situations de vie. L'invention permet d'obtenir la charge du moteur demandée par le conducteur et une meilleure maîtrise de la pression dans le répartiteur d'admission durant les transitoires de levée de soupapes variable. En outre, l'invention permet une meilleure maîtrise de la consommation en carburant et donc des émissions de polluants.

[0016] Selon une mise en œuvre, la cartographie est déterminée pour un mode de combustion spécifique du moteur à combustion interne.

[0017] Selon une mise en œuvre, le modèle de remplissage est basé sur la relation suivante:

$$rempl_b = P_{adm_c} \times pente'_c - offset_c$$

Avec:

- *rempl_b* étant la consigne de remplissage brut : Ma_b / M_{ref} ,
- Ma_b étant la consigne de masse d'air frais brute dans le cylindre;
- M_{ref} étant la masse d'air de référence dans les conditions : 101300 Pa et 273K.

- 5 - *pente'_c* étant la consigne de pente de remplissage, fonction de la consigne de déphaseurs d'admission, et de la consigne de levée de soupapes;
- *offset_c* étant la consigne d'offset de remplissage, fonction des consignes des déphaseurs d'admission et d'échappement issues du module mettant en œuvre des cartographies correspondantes, et de la consigne de levée de soupapes;
- 10 - *Padm_c* étant la consigne de pression d'admission.

[0018] Selon une mise en œuvre, on distingue:

- une première zone de pilotage dans laquelle la levée de soupapes finale est issue de la boucle ouverte seule, et
 - une seconde zone dans laquelle la levée de soupapes finale est issue de la boucle ouverte et de la boucle fermée.
- 15

[0019] Selon une mise en œuvre, une frontière entre la première zone et la seconde zone est déterminée à la levée de soupapes donnant un remplissage maximal pour un régime moteur et un mode de combustion utilisé, ou à une fermeture d'une soupape d'admission.

- 20 [0020] Selon une mise en œuvre, dans la seconde zone, un comportement du remplissage est strictement monotone vis-à-vis de la levée de soupapes.

- [0021] L'invention a également pour objet un calculateur moteur de véhicule automobile comportant une mémoire stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre du procédé de pilotage d'une levée de soupapes de moteur à combustion interne tel que
- 25 précédemment défini.

[0022] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

- [0023] La figure 1 représente une vue en coupe schématique partielle d'un moteur à combustion interne apte à mettre en œuvre le procédé de pilotage d'une levée de soupapes du moteur à combustion interne selon la présente invention;
- 30

[0024] La figure 2 est une représentation schématique des blocs fonctionnels permettant la mise en œuvre du procédé de pilotage de la levée de soupapes du moteur à combustion interne selon l'invention;

5 [0025] La figure 3 est une représentation schématique détaillée du bloc fonctionnel de la figure 2 assurant l'inversion du modèle de remplissage;

[0026] La figure 4 est une représentation graphique représentant le remplissage en air frais de la chambre de combustion en fonction de la levée de soupapes et mettant en évidence deux zones de pilotage de la levée de soupapes.

10 [0027] La figure 1 montre une vue en coupe schématique partielle d'un moteur 1 à combustion interne à essence comportant une pluralité de cylindres 2 par exemple au nombre de trois ou quatre.

15 [0028] Chaque cylindre 2 comporte un piston 3, une chambre de combustion 5, un injecteur 6 de carburant, une bougie d'allumage 8 associée à un système 9 de réglage d'angle d'avance à l'allumage, au moins une soupape d'admission 11, au moins une soupape d'échappement 12. La chambre de combustion 5 est ainsi définie dans le cylindre 2 entre la face inférieure d'une culasse 13 et la face supérieure du piston 3.

20 [0029] La bougie d'allumage 8 est liée à la culasse 13 et dotée d'électrodes qui produisent une étincelle dans la chambre de combustion 5 lorsque le piston 3 est au voisinage de son point mort haut. Les soupapes d'admission 11 et d'échappement 12 sont montées mobiles dans la culasse 13 et sont disposées de part et d'autre d'un plan axial médian P du cylindre 2 de manière à définir un côté admission et un côté échappement.

25 [0030] Les soupapes d'admission 11 sont déplacées par un premier arbre à cames 171 de manière à mettre la chambre de combustion 5, à un instant choisi précédant la compression, en communication avec un conduit d'admission 18. Une vanne 20, sous forme d'un papillon, assure la gestion du débit d'air introduit dans le cylindre 2.

[0031] De façon analogue, les soupapes d'échappement 12 sont déplacées par un deuxième arbre à cames 172 de manière à mettre la chambre de combustion 5 à un instant choisi postérieur à la combustion, en communication avec un conduit d'échappement 23.

[0032] La position relative de chaque arbre à cames 171, 172 par rapport au vilebrequin du moteur 1 (non représenté) peut être modifiée respectivement au moyen d'un premier déphaseur 211 dit d'admission et d'un deuxième déphaseur 212 dit d'échappement. Chaque déphaseur 211, 212 pourra être commandé hydrauliquement ou électriquement.

5 Les déphaseurs 211, 212 permettent, suivant les conditions de fonctionnement, d'avancer ou de retarder l'ouverture et/ou la fermeture des soupapes d'admission 11 et d'échappement 12 par rapport à un mode de fonctionnement de référence.

[0033] Un calculateur moteur 33 assure la commande des différents éléments de l'architecture du moteur 1 en fonction notamment de données issues de différents
10 capteurs (non représentés) implantés dans le système. Ce calculateur 33 comporte à cet effet une mémoire 331 stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre du procédé de pilotage de la levée de soupapes du moteur à combustion interne.

[0034] Comme cela est illustré par la figure 2, ce procédé vise à obtenir la consigne de levée de soupapes L_c à appliquer au moteur à levée de soupapes variable par inversion
15 du modèle de remplissage réalisé par le bloc 42. Cette consigne de levée de soupapes L_c permet d'obtenir la charge moteur (ou le remplissage) demandée par le conducteur, en utilisant une inversion optimale du modèle de remplissage.

[0035] L'inversion exacte et explicite du modèle de remplissage est réalisée via une inversion du modèle de remplissage implicite, c'est-à-dire pas à pas, à convergence
20 rapide. A cet effet, l'objectif est d'utiliser la performance du modèle de remplissage direct pour déterminer la consigne de levée de soupapes L_c à appliquer.

[0036] Comme cela est illustré sur la figure 3, le bloc "inversion du remplissage" 42 est décomposé en deux parties : une partie boucle ouverte 44, et une partie boucle fermée 45.

[0037] Concernant la boucle ouverte 44, le principe est d'utiliser une première
25 information de consigne de levée de soupapes L_c en utilisant la solution d'inversion du modèle de remplissage simplifiée. Cette première information permet de pré-positionner l'actionneur de levée de soupapes. Ainsi, la boucle ouverte 44 est une simple cartographie fonction du régime moteur R_{mot} et de la consigne de remplissage *rempl_c* issue du bloc 27, permettant d'obtenir une consigne de levée de soupapes brute L_c . Cette cartographie
30 est déterminée pour un mode de combustion spécifique, par exemple un mode optimal chaud.

[0038] La boucle fermée 45 vise à robustifier la consigne de levée de soupapes L_c précédemment obtenue dans la boucle ouverte 44, notamment vis-à-vis des différentes problématiques remontées par l'utilisation de la boucle ouverte 44 seule (simple cartographie).

5 [0039] Ainsi, le principe de l'invention permettant un pilotage optimal de la levée de soupapes par une inversion implicite du modèle de remplissage consiste premièrement, en l'introduction de la consigne de levée de soupapes brute L_c obtenue par la boucle ouverte 44, en entrée du modèle de remplissage 29. Ceci permet de déterminer la consigne de remplissage brute $rempl_b$, avec les paramètres spécifiques ci-dessous.

10 [0040] Le modèle de remplissage 29 direct est représenté par la formule suivante :

$$rempl_b = P_{adm_c} \times pente'_c - offset_c$$

Avec :

- 15 - $rempl_b$ étant la consigne de remplissage brut : Ma_b / M_{ref} ,
 - Ma_b étant la consigne de masse d'air frais brute dans le cylindre;
 - M_{ref} étant la masse d'air de référence dans les conditions : 101300 Pa et 273K.
 - $pente'_c$ étant la consigne de pente de remplissage, fonction de la consigne des déphaseurs d'admission, et de la consigne de levée de soupapes;
 20 - $offset_c$ étant la consigne d'offset de remplissage, fonction des consignes des déphaseurs d'admission et d'échappement issues du module 40 mettant en œuvre des cartographies correspondantes, et de la consigne de levée de soupapes;
 - P_{adm_c} étant la consigne de pression d'admission.

[0041] Deuxièmement, une comparaison est réalisée entre la consigne de remplissage $rempl_c$ venant de la volonté du conducteur et la consigne de remplissage brute $rempl_b$ précédemment obtenue. On précise que la volonté du conducteur est déterminée par la consigne de couple issue du module 26, et de la position de la pédale 25. L'erreur entre les deux consignes de remplissage $rempl_c$ et $rempl_b$ est introduite dans un régulateur 28 qui permet, pas à pas, de faire évoluer la consigne de levée de soupapes brute L_c via la boucle ouverte 44. Ainsi, quand l'erreur entre les deux consignes de remplissage $rempl_c$, $rempl_b$ est sensiblement nulle, cela signifie que l'on a trouvé la consigne de levée de soupapes brute L_c permettant d'obtenir la consigne de remplissage $rempl_c$ venant de la volonté conducteur.

25

30

[0042] L'inversion du modèle de remplissage 29 implicite, c'est-à-dire pas à pas, est donc réalisée. La consigne de levée de soupapes brute L_c est donc envoyée à l'actionneur pour piloter le moteur.

[0043] L'intérêt de cette stratégie, liée à l'utilisation du modèle de remplissage 29, permet ainsi d'obtenir une consigne de levée de soupapes L_c robuste dans toutes les situations de vie. En effet, pour estimer la consigne de remplissage brute $rempl_b$, le modèle de remplissage 29 utilise les déphaseurs d'échappement et d'admission 211, 212, la température d'eau, ainsi que la pression à l'échappement. Ainsi, si l'un de ces paramètres varie, en stabilisé et charge ou transitoire de charge, le remplissage varie et la structure en boucle fermée 45 modifie la consigne de levée de soupapes brute L_c en conséquence pour conserver l'égalité entre la consigne de remplissage $rempl_c$ provenant de la volonté du conducteur via la consigne de couple 26 et la position de la pédale 25 et la consigne de remplissage brute $rempl_b$.

[0044] La boucle ouverte 44 est utilisée sur toute la plage de régime-charge du moteur. En revanche, la boucle fermée 45 est utilisée lorsque la levée de soupapes est considérée comme un actionneur pouvant piloter la charge moteur. En effet, à une levée de soupapes proche de la levée haute, la levée de soupapes ne peut pas être considérée comme un actionneur de charge car, dans cette zone, la variation de levée de soupapes influence très peu le remplissage.

[0045] De ce fait, comme cela est représenté sur la figure 4, on peut distinguer deux zones Z1, Z2 de pilotage de la levée de soupapes. On observe ainsi une première zone Z1 dans laquelle la levée de soupapes L_c finale envoyée au moteur est issue de la boucle ouverte 44 seule. Cela correspond à la zone dans laquelle la levée de soupapes L_c a peu d'influence sur le remplissage $rempl$.

[0046] On observe également une seconde zone Z2 dans laquelle la levée de soupapes L_c finale est issue de la boucle ouverte 44 et de la boucle fermée 45. Cela correspond à la zone où la levée de soupapes L_c a de l'influence sur le remplissage $rempl$.

[0047] La frontière entre la première zone Z1 et la seconde zone Z2, située par exemple à 5 mm dans l'exemple représenté, est déterminée à la levée de soupapes L_c donnant le remplissage maximal $rempl_{max}$, sur le régime moteur R_{mot} et le mode de combustion utilisé, ou à la fermeture de la soupape d'admission. Ainsi, dans la seconde zone Z2, le

comportement du remplissage *rempl* est strictement monotone vis à vis de la levée de soupapes L_c .

Revendications :

1. Procédé de pilotage d'une levée de soupapes d'un moteur à combustion interne, muni d'au moins une soupape à levée variable, caractérisé en ce que ledit procédé comprend:

5 - suivant une commande en boucle ouverte (44), une étape d'utilisation d'une cartographie dépendant d'un régime moteur (R_{mot}) et d'une consigne de remplissage ($rempl_c$) venant d'une volonté du conducteur pour obtenir une consigne de levée de soupapes brute (L_c), et

- suivant une commande en boucle fermée (45) :

10 - une étape d'introduction de ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) obtenue par ladite boucle ouverte (44) en entrée d'un modèle de remplissage (29) pour déterminer une consigne de remplissage brute ($rempl_b$),

- une étape de comparaison entre ladite consigne de remplissage ($rempl_c$) venant de la volonté du conducteur et ladite consigne de remplissage brute ($rempl_b$) précédemment obtenue,

15 - une étape d'introduction d'une erreur entre lesdites deux consignes de remplissage ($rempl_c$, $rempl_b$) dans un régulateur (28) permettant de faire évoluer ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) via ladite boucle ouverte (44), et

20 - une étape de commande de ladite levée de soupapes en fonction de ladite position de ladite consigne de levée de soupapes brute (L_c) obtenue lorsque ladite erreur entre lesdites deux consignes de remplissage ($rempl_c$, $rempl_b$) est nulle.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite cartographie est déterminée pour un mode de combustion spécifique dudit moteur à combustion interne.

25 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit modèle de remplissage (29) est basé sur la relation suivante:

$$rempl_b = P_{adm_c} \times pente'_c - offset_c$$

Avec:

30 - $rempl_b$ étant la consigne de remplissage brut : Ma_b / M_{ref} ,

- Ma_b étant la consigne de masse d'air frais brute dans le cylindre;

- M_{ref} étant la masse d'air de référence dans les conditions : 101300 Pa et 273K.

- *pente'_c* étant la consigne de pente de remplissage, fonction de la consigne de déphaseurs d'admission, et de la consigne de levée de soupapes;
- *offset_c* étant la consigne d'offset de remplissage, fonction des consignes des déphaseurs d'admission et d'échappement issues du module (40) mettant en œuvre des cartographies correspondantes, et de la consigne de levée de soupapes;
- *Padm_c* étant la consigne de pression d'admission.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on distingue:

- une première zone de pilotage (Z1) dans laquelle ladite levée de soupapes finale est issue de ladite boucle ouverte (44) seule, et
- une seconde zone (Z2) dans laquelle ladite levée de soupapes finale est issue de ladite boucle ouverte (44) et de ladite boucle fermée (45).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une frontière entre ladite première zone (Z1) et ladite seconde zone (Z2) est déterminée à la levée de soupapes donnant un remplissage maximal (*rempl_max*) pour un régime moteur (*R_{mot}*) et un mode de combustion utilisé, ou à une fermeture d'une soupape d'admission.

6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que, dans ladite seconde zone (Z2), un comportement du remplissage (*rempl*) est strictement monotone vis-à-vis de ladite levée de soupapes.

7. Calculateur moteur de véhicule automobile comportant une mémoire stockant des instructions logicielles pour la mise en œuvre du procédé de pilotage d'une levée de soupapes de moteur à combustion interne tel que défini selon l'une quelconque des revendications précédentes.

1/2

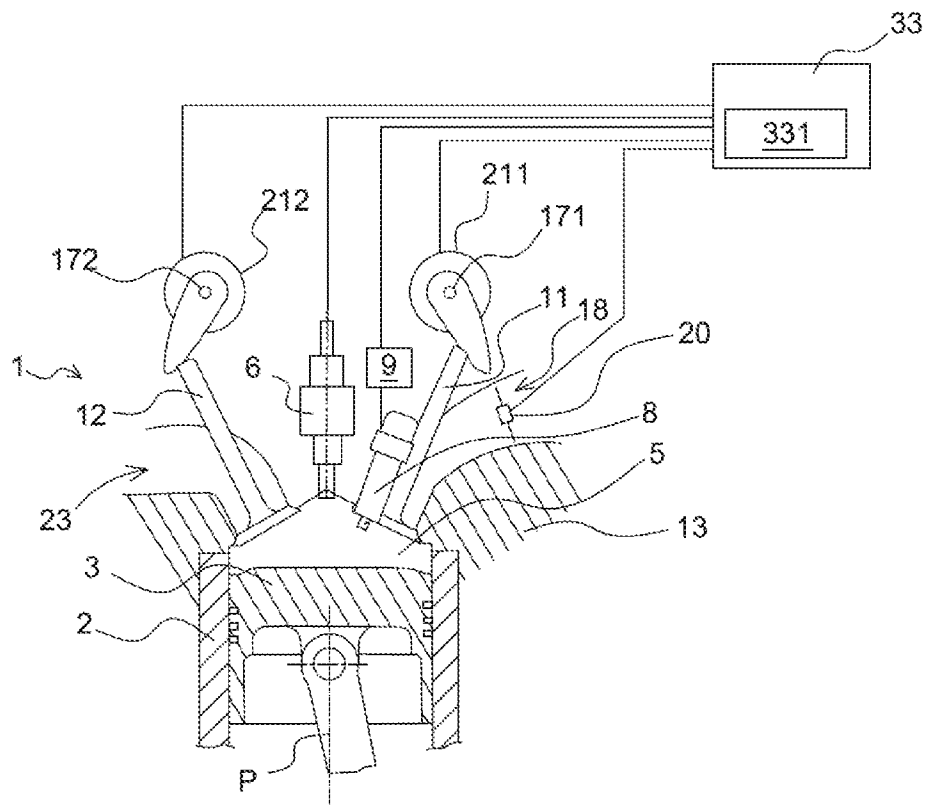


Fig. 1

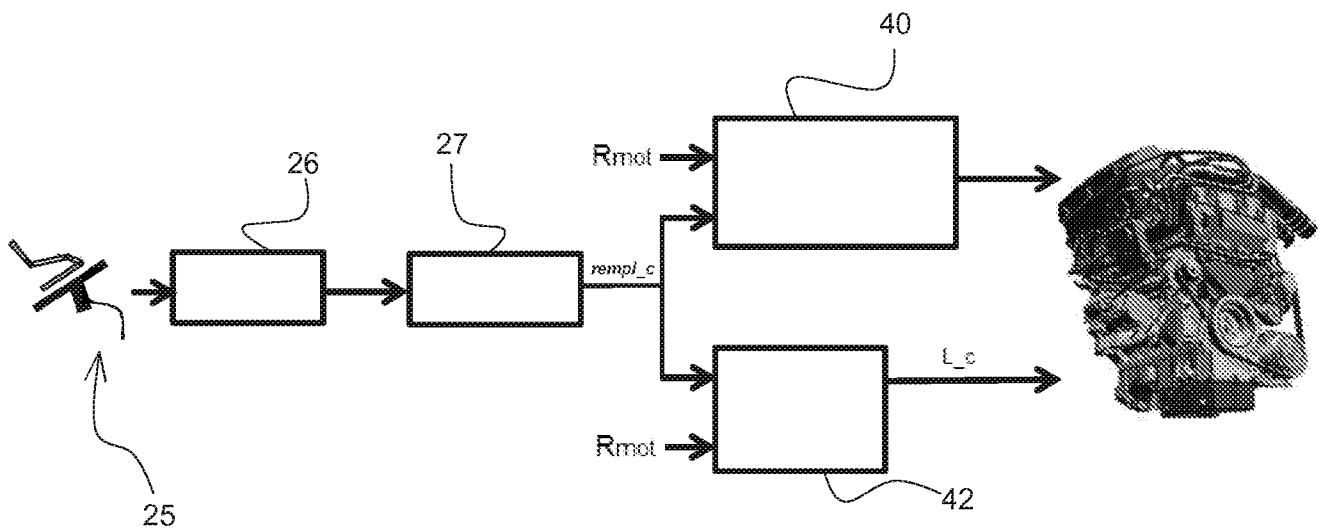


Fig. 2

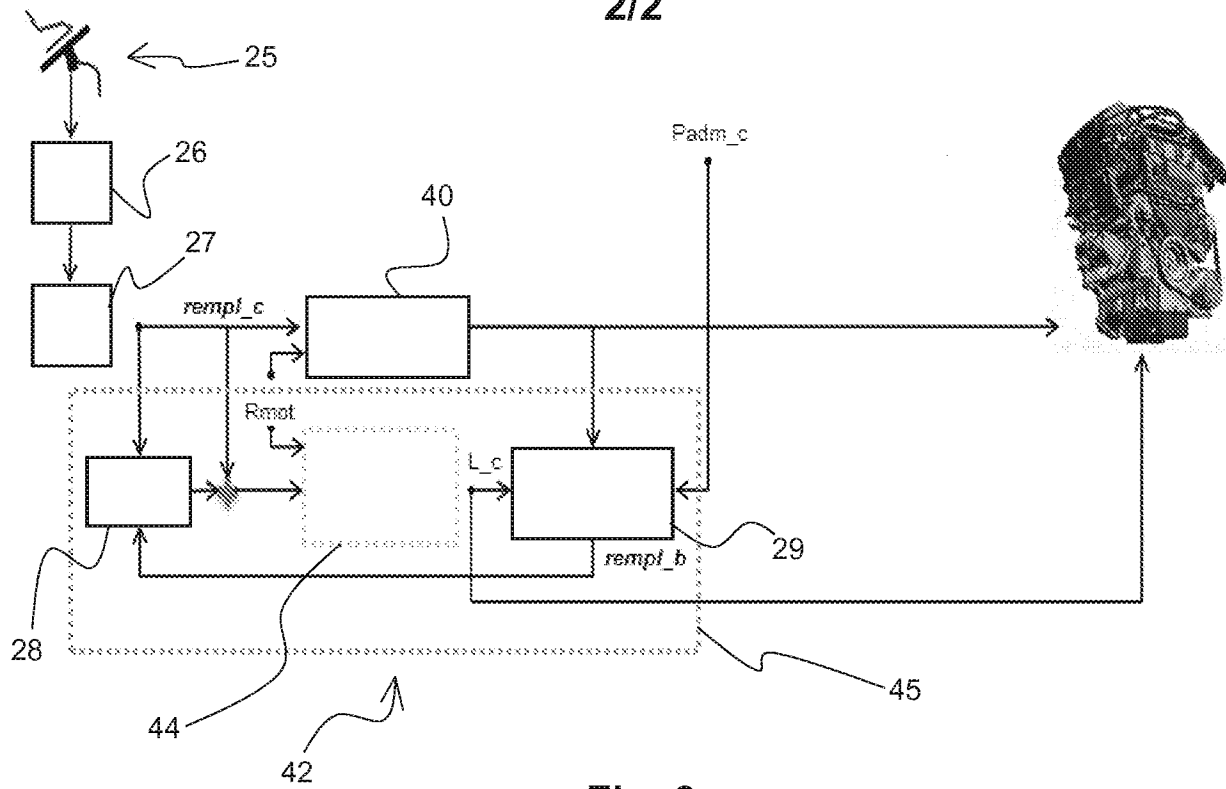
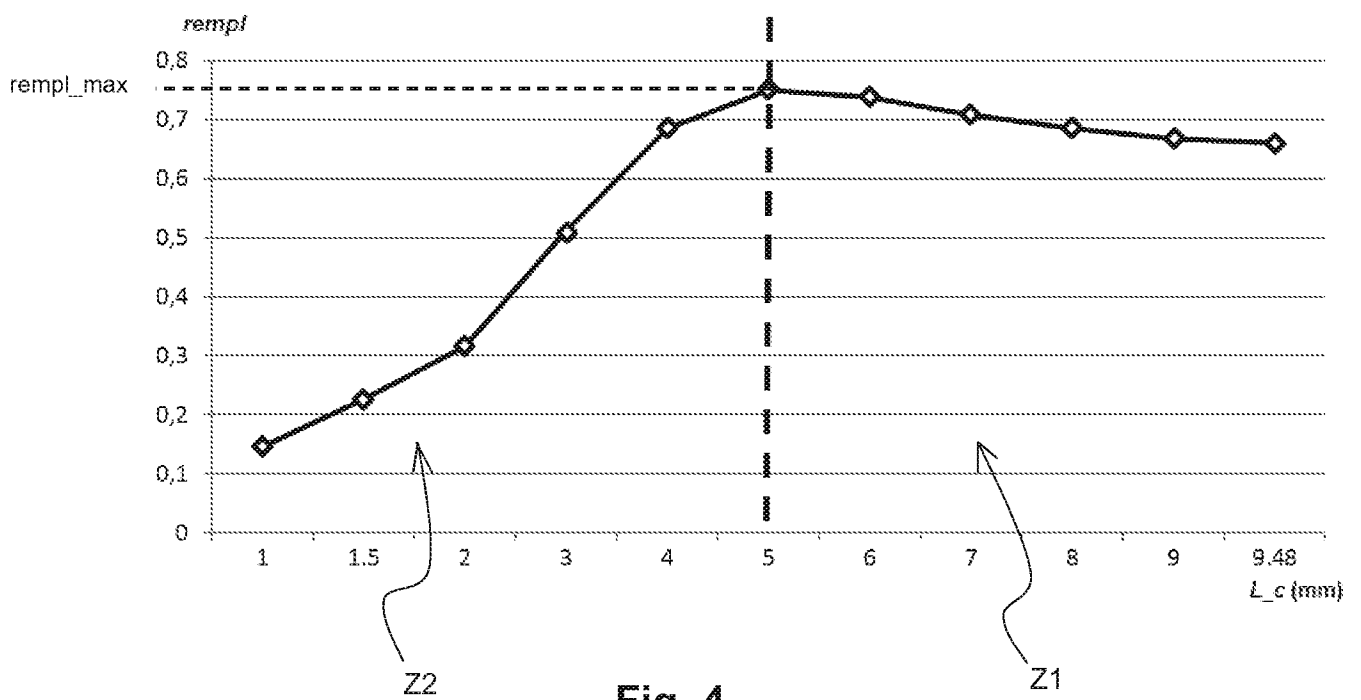


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052372

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02D13/02 F02D41/00 F02D41/14
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

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	DE 10 2012 203934 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 19 September 2013 (2013-09-19) paragraph [0001] paragraphs [0003] - [0006] paragraph [0009] paragraphs [0027] - [0030] figure 2	1-7
A	EP 2 211 043 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 28 July 2010 (2010-07-28) paragraphs [0005] - [0007] paragraphs [0012] - [0014] paragraphs [0018] - [0024] paragraphs [0040], [0041] figure 3 ----- -/-	1-7



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 October 2017

Date of mailing of the international search report

19/10/2017

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

Wettemann, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052372

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 743 483 A1 (IFP ENERGIES NOUVELLES [FR]; VALEO [FR]) 18 June 2014 (2014-06-18) abstract paragraphs [0003], [0004] paragraphs [0010] - [0019] -----	1-7
A	DE 10 2004 011236 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 29 September 2005 (2005-09-29) abstract paragraphs [0005] - [0010] paragraph [0016] paragraphs [0018] - [0022] figures 2,3 -----	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052372

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012203934 A1	19-09-2013	NONE	

EP 2211043 A1	28-07-2010	EP 2211043 A1	28-07-2010
		FR 2941266 A1	23-07-2010
		JP 5551454 B2	16-07-2014
		JP 2010169095 A	05-08-2010
		US 2010180876 A1	22-07-2010

EP 2743483 A1	18-06-2014	EP 2743483 A1	18-06-2014
		FR 2999655 A1	20-06-2014

DE 102004011236 A1	29-09-2005	DE 102004011236 A1	29-09-2005
		EP 1725915 A1	29-11-2006
		JP 4599394 B2	15-12-2010
		JP 2007526568 A	13-09-2007
		US 2007203588 A1	30-08-2007
		WO 2005085964 A1	15-09-2005

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052372

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F02D13/02 F02D41/00 F02D41/14 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		
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	DE 10 2012 203934 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 19 septembre 2013 (2013-09-19) alinéa [0001] alinéas [0003] - [0006] alinéa [0009] alinéas [0027] - [0030] figure 2 -----	1-7
A	EP 2 211 043 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 28 juillet 2010 (2010-07-28) alinéas [0005] - [0007] alinéas [0012] - [0014] alinéas [0018] - [0024] alinéas [0040], [0041] figure 3 ----- -/-	1-7
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
12 octobre 2017		19/10/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Wettemann, Mark

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 2 743 483 A1 (IFP ENERGIES NOUVELLES [FR]; VALEO [FR]) 18 juin 2014 (2014-06-18) abrégé alinéas [0003], [0004] alinéas [0010] - [0019] -----	1-7
A	DE 10 2004 011236 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 29 septembre 2005 (2005-09-29) abrégé alinéas [0005] - [0010] alinéa [0016] alinéas [0018] - [0022] figures 2,3 -----	1-7

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052372

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 102012203934 A1	19-09-2013	AUCUN	
EP 2211043 A1	28-07-2010	EP 2211043 A1	28-07-2010
		FR 2941266 A1	23-07-2010
		JP 5551454 B2	16-07-2014
		JP 2010169095 A	05-08-2010
		US 2010180876 A1	22-07-2010
EP 2743483 A1	18-06-2014	EP 2743483 A1	18-06-2014
		FR 2999655 A1	20-06-2014
DE 102004011236 A1	29-09-2005	DE 102004011236 A1	29-09-2005
		EP 1725915 A1	29-11-2006
		JP 4599394 B2	15-12-2010
		JP 2007526568 A	13-09-2007
		US 2007203588 A1	30-08-2007
		WO 2005085964 A1	15-09-2005