(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 907 509**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **06 54387**

(51) Int Cl[8] : **F 02 D 43/00** (2006.01)

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 19.10.06.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 25.04.08 Bulletin 08/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme* — FR.

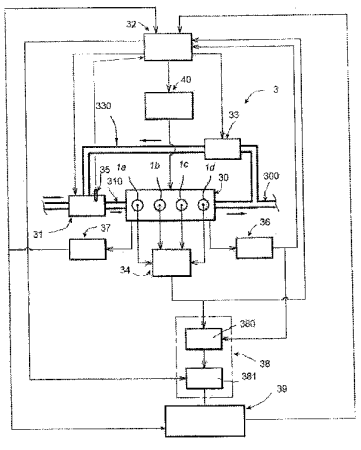
(72) **Inventeur(s) :** GIMBRES DAVID, CHEMISKY JEAN PIERRE et LUTZ PATRICK.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** CABINET SCHMIT CHRETIEN SCHIHIN.

(54) PROCEDE D'ESTIMATION DE PARAMETRES CARACTERISTIQUES D'UN MOTEUR THERMIQUE ET DE CONTROLE DES FLUX THERMIQUES APPLIQUES A DES COMPOSANTS DE CE MOTEUR.

(57) L'invention concerne un procédé d'estimation de paramètres caractérisant le fonctionnement d'un moteur thermique (3), diesel ou à essence, et de contrôle des flux thermiques appliqués à ses composants: pistons, culasses et/ou cylindres (1a à 1d). Le procédé comprend un première phase consistant en l'estimation de ces paramètres: valeur de la masse de carburant injecté, valeur de la masse du mélange air + EGR, température (35) du mélange air+egr", et "phasage de combustion" dans un cycle de combustion à partir de la pression de cylindre (34); et une deuxième phase consistant dans le contrôle en boucle fermée et en temps réel du flux thermique appliqué aux composants du moteur thermique (3), à partir d'une grandeur dérivée d'au moins un des paramètres caractéristiques estimés, dite "actionneur".



FR 2 907 509 - A1

Procédé d'estimation de paramètres caractéristiques d'un moteur thermique et de contrôle des flux thermiques appliqués à des composants de ce moteur

L'invention concerne un procédé d'estimation des paramètres caractérisant le fonctionnement d'un moteur thermique et de contrôle des flux thermiques appliqués à des composants de ce moteur.

Il concerne la tenue thermique des composants d'un tel moteur directement soumis aux flux de combustion. Ces composants sont notamment le piston, la culasse et le cylindre

Plus particulièrement, le procédé selon l'invention permet de contrôler directement, en boucle fermée et en temps réel, les niveaux de flux thermiques appliqués à ces composants de moteur.

Dans le cadre de l'invention, le terme "moteur" s'applique indifféremment à tous types de moteurs thermiques, qu'ils soient de type à essence ou diesel. Pour simplifier, dans ce qui suit, le terme générique "moteur" sera donc utilisé.

Il est tout d'abord utile de rappeler les principales données caractérisant la génération des flux thermiques issus de la combustion.

La figure 1 placée en fin de la présente description illustre très schématiquement un exemple de configuration d'un bloc cylindre 1 d'un moteur thermique. Les composants principaux comprennent un cylindre proprement dit 11, une culasse 10 et un piston 12 en mouvement linéaire de va et vient à l'intérieur des parois du cylindre 11. L'espace compris entre la paroi supérieure du piston 12 et la paroi inférieure de la culasse 10 définit la chambre de combustion 13, lieu d'un échauffement intense dû à la combustion du mélange de gaz injecté dans cette chambre. Il en résulte des transferts thermiques importants vers les parois de la culasse 10, du cylindre 11 et vers le piston 12. Pour limiter l'échauffement de ces composants, on prévoit dans les moteurs quatre temps des "chemises d'eau", 100 et 110 respectivement, l'eau circulant dans des enceintes créées dans les parois de la culasse 10 et du cylindre 11.

Comme il est bien connu, les flux thermiques sur les différents composants du moteur, à savoir le piston 12, la culasse 10 et le cylindre 11, exprimés en Watts, obéissent aux relations suivantes :

$$FT_{piston} = K \times S_{piston}(T_{gaz\ combustion} - T_{paroi\ piston}) \quad (1)$$

$$FT_{culasse} = K \times S_{culasse}(T_{gaz\ combustion} - T_{paroi\ culasse}) \quad (2)$$

$$FT_{cylindre} = K \times S_{cylindre}(T_{gaz\ combustion} - T_{paroi\ cylindre}) \quad (3)$$

relations dans lesquelles FT_{piston}, $FT_{culasse}$, $FT_{cylindre}$ représentent les flux thermiques respectifs sur le piston, la culasse et le cylindre. De même, $T_{paroi\ piston}$, $T_{paroi\ culasse}$, $T_{paroi\ cylindre}$ représentent les températures (en °C) respectives des parois de ces composants et S_{piston}, $S_{culasse}$, $S_{cylindre}$, leurs surfaces (en m^2) d'exposition aux flux thermiques. Enfin, $T_{gaz\ combustion}$ est la température des gaz (en °C) lors de la combustion, c'est-à-dire la température régnant dans la chambre de combustion 13.

Le coefficient K est obtenu par des corrélations empiriques généralement utilisées lors d'analyses de combustion pour le calcul de flux thermique. La corrélation la plus souvent utilisée est la corrélation dite de "Woschni" qui permet de fixer ce coefficient K.

De façon connue également, les flux thermiques sont généralement calculés à l'aide d'un logiciel d'analyse de combustion qui détermine les températures des gaz de combustion ainsi que les températures de parois en fonctions de paramètres moteurs prédéterminés (masse d'air, masse de carburant, etc.)

Il est donc possible de cartographier les flux thermiques en fonction du point de fonctionnement d'un moteur donné (régime / couple), lors de la phase de mise au point de ce moteur.

Les paramètres influençant les flux thermiques sont multiples.

Comme il vient d'être rappelé, les flux thermiques sont fonction du point de fonctionnement moteur. Il est donc possible de les estimer et de les identifier en fonction des paramètres moteurs principaux suivants :

- la masse ou le débit de carburant injecté ;
- la masse ou le débit d'air utilisé ;

- la température du mélange air + EGR (air + "EGR", pour "Exhaust Gas Recirculation", ou recyclage des gaz d'échappement) en entrée du moteur ; et

- l'angle de début d'injection ou d'allumage pour les moteurs à essence, qui se traduit fonctionnellement par une valeur dite de "phasage de combustion" dans le cycle (début de combustion ou angle correspondant à x % de carburant brûlé).

Le flux sur chaque composant du moteur, piston 12, culasse 10 et cylindre 11, obéit alors à la relation suivante (4), relation dans laquelle *f*() est une fonction de plusieurs paramètres et $T_{mélange\ air\ +\ EGR}$ la température de l'air injecté :

$$Flux\ Thermique = f(masse\ carburant, masse\ d'air, T_{mélange\ air\ +\ EGR}, Angle\ de\ combustion)$$

Cette relation peut être linéaire (ce qui est généralement vrai à pleine charge), ou bien de degré supérieur.

Pour une relation linéaire, l'expression précédente prend la forme suivante :

$$Flux\ Thermique = A \times (masse\ carburant) + B \times (masse\ d'air) + C \times T_{mélange\ air\ +\ EGR} + D \times (angle\ de\ combustion) + E \qquad (5)\ ;$$

relation dans laquelle *A*, *B*, *C*, *D* et *E* sont des coefficients dépendant des caractéristiques propres à un moteur donné.

Lors du développement d'un moteur, les flux absolus peuvent dont être calculés dans un référentiel donné en faisant appel à un outil d'analyse de combustion, et les paramètres de la relation linéaire précédente identifiés.

De façon pratique, pour chaque point de charge, on associe donc un flux thermique à différentes valeurs des paramètres "masse carburant", "masse d'air", "température du mélange air + EGR admis", etc.

Les différents paramètres d'entrée précédents peuvent être des données systèmes (consignes calculateur pour la masse de carburant, l'avance à l'injection, etc.).

Cependant, les procédés mis en œuvre dans l'art connu pour estimer les flux thermiques présentent plusieurs inconvénients.

Notamment, le désavantage principal rencontré lorsque l'on utilise ces données d'entrée provient du fait que les paramètres systèmes ne reflètent pas les valeurs réelles.

En particulier, il est bien connu que les injecteurs de carburant présentent des dispersions quant à leurs caractéristiques de fonctionnement, même lorsqu'ils sont neufs, et dérivent dans le temps, avec des amplitudes de dérives de valeurs non négligeables. Il s'ensuit que les quantités réelles de carburant injecté correspondent en réalité à des valeurs différentes des quantités systèmes demandées.

Un phénomène analogue est constaté en ce qui concerne le débit d'air, conséquence des dispersions et dérives des composants de la boucle d'air (turbocompresseur, débitmètre d'air, etc.), d'un capteur de température, ou du capteur régime (pour la détermination du début d'injection ou d'allumage).

Pour pallier ces dysfonctionnements, il est d'usage, dans l'art connu, d'adopter des marges de développement importantes pour éviter tout risque destruction du moteur après dispersions et dérives des composants d'ordre 1 pour les flux thermiques. Cela conduit le plus souvent à des augmentations du coût, en tout état de cause à des fonctionnements opérationnels manquant de précision.

L'invention se fixe pour but un procédé d'estimation de paramètres physiques déterminés, caractéristiques du fonctionnement d'un moteur thermique, et de contrôle des flux thermiques auxquels sont soumis les composants de ce moteur thermique, visant à pallier les inconvénients des procédés et dispositifs de l'art connu, dont certains viennent d'être rappelés

Le procédé selon l'invention comprend deux phases principales :

- une phase d'estimation de paramètres physiques déterminés, caractéristiques du fonctionnement d'un moteur thermique ;

- et une phase de contrôle des flux thermiques sur des composants déterminés de ce moteur, notamment le ou les cylindres, la culasse et le piston de chaque cylindre ;

Selon une première caractéristique importante de l'invention, l'estimation de paramètres physiques déterminés associés à un moteur thermique s'effectue en temps réel, notamment en ce qui concerne le débit de carburant, le débit d'air, le phasage de combustion, etc., en fonction de la pression cylindre, les flux thermiques associés en fonction de constantes identifiées étant calculés lors de la mise au point de ce moteur, c'est-à-dire lors d'une phase préliminaire ou initiale, par exemple de façon expérimentale.

On peut noter dès à présent que la température du mélange air + EGR injecté peut être mesurée ou estimée par un modèle spécifique préétabli. Si l'option "mesure" est retenue, cette mesure peut être effectuées dans le répartiteur d'admission par exemple, avec prise en compte de l' "EGR" précité.

Selon une deuxième caractéristique importante de l'invention, contrairement aux procédés de l'art connu, il est procédé à un contrôle direct, en boucle fermée et en temps réel, des niveaux de flux thermiques appliqués aux composants du moteur.

L'estimation des paramètres et le contrôle de flux présentant les caractéristiques rappelées ci-dessus peuvent être obtenus en mesurant la pression régnant dans tout ou partie des cylindres, et en adoptant une stratégie de contrôle, utilisant ce paramètre de pression cylindre, qui sera précisée et détaillée ci-après.

Une telle mesure peut être réalisée simplement en faisant appel à un ou plusieurs capteur de pression standard implanté(s) dans un ou plusieurs cylindre(s). Sur les moteurs actuels de tels capteurs sont déjà présents, et la mesure de pression nécessaire pour réaliser l'étape de contrôle selon l'invention n'entraîne pas un supplément significatif de coût et de complexité.

L'invention présente donc de nombreux avantages, notamment le procédé de l'invention permet de réduire les marges de développement lors de la mise au point des moteurs au regard des flux thermique, et de contrôler les niveaux de flux lors de situations de vie critiques pour les composants moteurs. Il permet une bonne tenue dans le temps de ces composants.

L'invention a donc pour objet principal un procédé d'estimation de paramètres déterminés caractérisant le fonctionnement d'un moteur thermique

comprenant au moins un cylindre et de contrôle des flux thermiques appliqués à des composants du moteur thermique, le moteur thermique comprenant des moyens pour réinjecter en entrée un pourcentage déterminé de la masse des gaz d'échappement éjectés pour réaliser un recyclage de ces gaz dit "EGR", caractérisé en ce qu'il comprend, au moins,

- un première phase consistant en l'estimation des paramètres déterminés, ces paramètres étant la valeur de la masse de carburant injecté dans la chambre de combustion de chacun des cylindres, la valeur de la masse du mélange air+ EGR en entrée du moteur thermique, la température du mélange et une grandeur dite de "phasage de combustion" dans un cycle de combustion ; et
- une deuxième phase consistant dans le contrôle en boucle fermée et en temps réel du flux thermique appliqué à au moins un des composants du moteur thermique, à partir d'une grandeur dérivée d'au moins un des paramètres caractéristiques estimés, dite "actionneur".

L'invention va maintenant être décrite de façon plus détaillée en se référant aux dessins annexés, parmi lesquels :

- la figure 1 illustre schématiquement un exemple de configuration d'un bloc cylindre montrant les principaux composants exposés aux flux thermique dus à la combustion des gaz ;
- la figure 2 illustre schématiquement un exemple de configuration de moteur thermique et d'un dispositif associé pour la mise en œuvre du procédé selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- les figures 3A et 3B sont des graphes illustrant un profil de pression dans une chambre de combustion mesuré pendant la phase de compression et la relation linéaire liant le débit total de gaz et la somme de variations de pression dans cette chambre de combustion ; et
- la figure 4 illustre schématiquement, à titre d'exemple, le contrôle du flux thermique sur un piston en pleine charge

On va tout d'abord décrire la configuration d'un moteur et d'un dispositif permettant l'implémentation du procédé selon l'invention.

La figure 2 illustre très schématiquement une telle configuration. Seuls les organes essentiels nécessaires à la bonne compréhension de l'invention ont été représentés.

Le moteur 3 comprend un bloc moteur proprement dit 30 comportant, dans l'exemple de la figure 2, quatre cylindres, 1*a* à 1*d*, similaires au cylindre 1 déjà décrit en regard de la figure 1. En entrée du bloc moteur 30, l'air frais est transmis aux cylindres, 1*a* à 1*d*, via un conduit d'admission 310, à un répartiteur d'admission 31 et des conduits individuels 311. En sortie du bloc moteur 30, le gaz d'échappement est expulsé par une ligne d'échappement 300.

Outre divers organes classiques (pot d'échappement, etc., non représentés), on dispose sur cette ligne d'échappement 300 un organe de piquage de l'EGR constitué d'une vanne 33 destinée à dériver vers le répartiteur d'admission 31, via un conduit 330, un pourcentage variable des gaz d'échappement. Il s'avère donc, qu'en réalité, le répartiteur d'admission 31 délivre un mélange air/gaz d'échappement en entrée du moteur 3parle conduit d'admission 310.

Selon une caractéristique importante de l'invention, on prévoit un ou plusieurs capteurs de pression 34 pour mesurer la pression régnant dans les chambres de combustion des cylindres, 1*a* à 1*d*, au moins un capteur étant nécessaire dans le cadre plus particulier de l'invention. Ce ou ces capteurs 34 peuvent être intégrés dans la culasse des cylindres ou dans les bougies de préchauffage. Les capteurs 34 mesurent la pression régnant dans la chambre de combustion de tout ou partie des cylindres 1*a* à 1*d*. Les signaux de sortie de des capteurs 34 sont transmis à une unité de contrôle électronique ou "ECU" (pour "Electronic Control Unit" selon la terminologie anglo-saxonne couramment utilisée).

Il peut s'agir avantageusement d'un calculateur numérique à programme enregistré. De tels calculateurs sont généralement présents sur les moteurs récents, ce qui n'entraîne donc pas de coût supplémentaire significatif. Les modifications nécessaires se résument essentiellement à une adaptation

des programmes résidents et/ou l'ajout de modules logiciels spécifiques au procédé de l'invention.

On prévoit également un capteur de température 35 disposé sur le répartiteur d'admission 31. Les signaux mesurés sont également transmis au calculateur 32.

Le moteur 3 comprend également un organe 40 comportant une rampe commune d'alimentation (non représentée) adapté pour alimenter les cylindres du moteur, 1*a* à 1*d*, selon des injections multiples de carburant, comme par exemple une injection pilote suivie d'une injection principale.

On prévoit également des moyens 36 d'acquisition de l'angle vilebrequin de chaque cylindre et des moyens 37 d'acquisition du point de fonctionnement du moteur, notamment le régime de rotation du moteur, le couple moteur demandé par le conducteur et la pression dans la rampe commune d'alimentation.

Les signaux de sortie de ces organes (capteur de température 35, capteur(s) de pression 34, moyens d'acquisition d'angle vilebrequin 36 et de point de fonctionnement 37) sont transmis au calculateur 32.

En fonction de ces signaux et d'autres signaux standards, le calculateur 32 élabore des signaux de commande, de façon classique en soi, et transmet des signaux de commande permettant de piloter des organes déterminés du moteur 3 (injecteurs non représentés, vanne 33, organe 40, etc.), notamment ceux nécessaires à la mise en œuvre du procédé de l'invention.

Le calculateur 32 est notamment adapté pour piloter les paramètres de l'injection de carburant dans chaque cylindre, en particulier l'angle d'avance, le débit et la durée de l'injection de carburant dans le cylindre, comme cela est connu en soi dans l'état de la technique.

Plus spécifiquement, le pilotage de l'injection de carburant est réalisé à partir d'une première loi prédéterminée de pilotage de l'injection de carburant dans les cylindres, 1*a* à 1*d*, et d'une seconde loi prédéterminée de pilotage de l'admission du mélange air/gaz d'échappement en entrée 31/310 du moteur 3.

Le calculateur 32 est agencé pour corriger la première loi de pilotage de l'injection afin d'obtenir tout au long de la vie du véhicule des niveaux nominaux d'émission de polluants et de bruit de combustion malgré la présence de dérives dans le fonctionnement dans le moteur et de transitoires rapides de celui-ci.

Pour ce faire, le moteur 3 comprend un organe 38 comprenant des moyens de calcul 380 recevant les signaux de sortie du ou des capteur(s) 34 mesurant la pression dans au moins un des cylindres du moteur, 1*a* à 1*d*, et de l'organe d'acquisition de l'angle vilebrequin 36. Ces moyens de calcul 380 sont adaptés pour déterminer en fonction des pressions et des angles acquis une grandeur relative au phasage de la combustion du carburant dans chaque cylindre, 1*a* à 1*d*, et pour chaque cycle de ce cylindre. Ces moyens de calcul 380 permettent également de déterminer le dégagement de chaleur provoqué par la combustion du carburant injecté dans le cylindre pour le cycle courant à partir de relations qui seront explicitées ci-après.

L'organe 38 comprend en outre des moyens de calcul 381 qui reçoivent les signaux de sortie des moyens de calcul 380 et sont adaptés au calcul, en fonction du dégagement de chaleur délivré par les moyens de calcul 380, un angle vilebrequin *CAx* correspondant à une fraction prédéterminée *X* de la quantité totale de carburant brûlé dans le cylindre pour le cycle courant, de la manière qui sera détaillée ci-après lors de la description du procédé.

Le moteur 3 comprend également des moyens 39 qui reçoivent les signaux de sortie des moyens de calcul 381 et sont adaptés pour corriger le pilotage de l'injection en fonction de l'angle vilebrequin *CAx* déterminé. Ces moyens 39 comprennent notamment des moyens formant cartographie (non représentés) qui reçoivent les signaux de sortie de l'organe 37 d'acquisition de fonctionnement du moteur 3 et qui sont agencés pour délivrer, en fonction du point de fonctionnement acquis du moteur 3, une consigne pour l'angle vilebrequin *CAx* à partir d'une cartographie prédéterminée d'angles.

On va maintenant décrire le procédé de l'invention.

Comme il a été rappelé dans le préambule de la présente description, le procédé selon l'invention comprend deux phases principales : une phase

d'estimation de paramètres physiques déterminés, caractéristiques du fonctionnement d'un moteur thermique et une phase de contrôle des flux thermiques sur des composants déterminé de ce moteur, notamment la ou les cylindres, la culasse et le piston de chaque cylindre.

Comme il sera précisé ci-après, la première phase peut être précédée d'une phase initiale ou préliminaire réalisée au moment de la conception du moteur, les première et deuxième phases comprenant se déroulant en temps réel.

On va maintenant détailler la première phase et les principales étapes qu'elle comporte pour estimer des paramètres physiques déterminés caractéristiques du fonctionnement d'un moteur donné.

Pour fixer les idées, on supposera dans ce qui suit que le moteur comprend quatre cylindre, étant entendu que ce nombre peut être quelconque (1, 4 ou 6 cylindres, par exemple). On supposera également qu'il s'agit d'un moteur diesel, étant entendu que le procédé selon l'invention s'applique indifféremment aux moteurs à essence et aux moteurs diesel, comme il a été rappelé. Pour fixer les idées, on se référera donc de nouveau, dans ce qui suit, à la configuration décrite en regard de la figure 2.

Les principales étapes nécessaires pour obtenir une estimation de paramètres physiques caractérisant le fonctionnement d'un moteur donné sont les suivantes :

- calcul de la masse de carburant injecté dans les cylindres ;
- calcul de la masse d'air entrant dans les cylindres ;
- calcul du phasage de combustion ; et
- mesure de la température du mélange air + EGR en entrée du moteur.

Ces étapes vont maintenant être détaillées.

La première étape consiste dans le calcul de la masse de carburant injecté à partir du signal de pression cylindre.

Le calcul de la masse de carburant peut être réalisé selon le procédé décrit dans le brevet européen EP 1 429 009 B1 aux noms de Peugeot Citroën Automobiles S.A. et Delphi Technologies Inc., intitulé "Moteur diesel muni d'un dispositif de contrôle du débit d'injection de carburant".

Dans ce brevet, on a démontré qu'il est possible, en mesurant la pression régnant dans la chambre de combustion d'un cylindre, 1*a* à 1*d*, de déterminer des dégagements de chaleur élémentaire à un instant donné.

A partir de ces données, la détermination de la quantité de carburant injectée lors de l'injection dite principale, et donc de la masse de carburant, peut être effectuée en évaluant le dégagement *DQ* de chaleur moyen sur un intervalle centré par rapport à cette injection principale.

Les mesures de dégagement de chaleur sont obtenues à partir de mesures de la pression régnant dans la chambre de combustion d'un cylindre, 1*a* à 1*d*, par exemple au moyen d'un ou plusieurs capteur(s) de pression 34 intégré(s) dans la culasse ou dans la bougie de préchauffage d'un moteur diesel.

Pour une description plus détaillée du procédé de calcul de la masse de carburant injecté à partir du signal de pression cylindre, on pourra se reporter avec profit au brevet européen EP 1 429 009 B1 précité.

De façon plus précise, dans le cadre de la présente invention, le calcul de la masse de carburant injecté est basé sur le calcul d'un dégagement de chaleur simplifié obéissant à la relation ci-dessous :

$$\frac{dQ}{d\alpha} = \frac{1}{k-1} \times \left(v \times \frac{dP}{d\alpha} + k \times P \times \frac{dV}{d\alpha} \right) \qquad (6)$$

relation dans laquelle :

- dQ/dα est exprimé en Joules par ° ;
- *P* et *V* sont la pression et le volume dans le cylindre, respectivement ;
- α est l'angle vilebrequin en °;
- *k* est le coefficient polytropique fixé à 1,34

La masse de carburant injecté est déduite par intégration du dégagement de chaleur sur la fenêtre de combustion et multiplication par le potentiel calorifique du carburant (*PCI*) :

$$m_{carburant} = PCI. \int dQ \qquad (7)$$

relation dans laquelle :

- $m_{carburant}$ est la masse de carburant (en kg) ;

- dQ est exprimé en joules ; et
- PCI est exprimé kg/joules.

Une variante du calcul de la masse carburant est également décrite dans le brevet européen précité. Dans cette variante, on prend en compte une calibration de divers coefficients lors du développement du moteur :

$$m_{carburant} = A\ (I_1 + A \times I_2) + B \qquad (8)$$

relation dans laquelle I_1 et I_2 correspondent à l'intégrale de dQ sur deux fenêtres différentes (fenêtre de compression et de combustion), et A et B deux constantes équivalentes à la prise en compte du PCI, et calibrées en développement.

La deuxième étape consiste dans le calcul de la masse d'air entrant dans les cylindres, 1*a* à 1*d*, via le conduit d'admission 310, toujours à partir du signal de pression cylindre.

Ce calcul peut être réalisé selon le procédé décrit dans les demandes de brevet, au nom de Peugeot Citroën Automobiles S.A., FR 2 876 739 A1 et FR 2 878 575 A1, toutes deux intitulées "Procédé de régulation d'un système d'admission d'un moteur à combustion interne et véhicule automobile mettant en œuvre ce procédé".

Dans de nombreux moteurs, on ajoute à l'air frais admis un pourcentage des gaz d'échappement du moteur qui sont recirculés vers l'entrée de la ou des chambres de combustion pour limiter les émissions de gaz toxiques. Ce pourcentage de gaz est appelé communément "EGR" (de l'anglo-saxon "Exaust Gaz recirculation"). De ce fait, par "masse d'air" on entend le paramètre [air frais + "EGR"]..Lorsque le moteur 3 comprend plusieurs cylindres, 1*a* à 1*d*, on prévoit habituellement un répartiteur d'admission d'air (figure 2 : 31). Le pourcentage précité est obtenu en pilotant la vanne 33.

L'estimation de la masse d'air entrant dans les cylindres, 1*a* à 1*d*, se base sur un modèle polytropique.

Pour une description plus détaillée du procédé de calcul de la masse de carburant injecté à partir du signal de pression cylindre, on pourra se reporter avec profit au brevet européen EP 1 429 009 B1 précité.

Les figures 3A et 3B, annexées à la présente, illustrent, sous la forme de deux graphes, un profil de pression dans une chambre de combustion données (par exemple figure 1 : 13) mesuré pendant la phase de compression (figure 3A) et la relation linéaire liant le débit total de gaz et la somme de variations de pression dans la chambre de combustion considérée suivant les positions angulaires du vilebrequin (par exemple figure 1 : 12).

L'axe des ordonnées du graphe de la figure 3A représente la pression cylindre en bars (10^5 Pa) et l'axe des abscisses l'angle vilebrequin (°Vil).

L'axe des ordonnées du graphe de la figure 3B représente le débit total (en Kg) et l'axe des abscisses la somme de variations de pression également en bars

Pour fixer les idées, on à représenté sur le graphe de la figure 3A différentes positions angulaires, α_{REF}, α_1, α_2, ..., α_n, pour des positions de mesure parmi *n* possibles. Ces positions sont comprises entre zéro et le "point mort haut" (*PMH*), avec α_{REF} représentant la position angulaire de référence et ΔP_i représentant les variations de pression par rapport à la pression mesurée pour α_{REF}.

On constate bien sur le graphe de la figure 3B une relation linéaire liant le débit à $\Sigma\Delta P_i$, avec *i*: 1 à *n*.

De façon plus précise, la masse d'air est estimée par une formule du type satisfaisant la relation suivante :

$$m_{air} = A' \times \Delta P_{cyl} + B' \qquad (9)$$

relation dans laquelle les coefficients *A'* et *B'* sont cartographiés en fonction du régime moteur. Cette cartographie peut être enregistrée dans des moyens de mémoires habituellement associés au calculateur 32.

Le coefficient *A'* est corrigé en fonction de la température de l'air d'admission qui peut être mesuré par le capteur 35 positionné dans le répartiteur précité 31. Cette estimation, qui nécessite la présence d'au moins un capteur de pression 34 dans un des cylindres, 1*a* à 1*d*, s'appuie sur une relation linéaire liant le débit comme il a été montré en regard des figures 3A et 3B. La difficulté de l'évaluation de la pente de régression (coefficient A') réside dans sa dépendance à la température des gaz dans un cylindre (pour un angle

de référence choisi), qui elle-même dépend fortement des variations du taux d'EGR dans un moteur diesel. La relation suivante suivante est utilisée :

$$A' = \frac{A_0}{T_{charge}} \qquad (10)$$

relation dans laquelle A_0 est une constante calibrée en fonction d'essais réalisés en phase de conception spécifiques à chaque configuration moteur (phase initiale précitée) et $T_{mélange\ air\ +\ EGR}$ la température dans le collecteur admission après mélange de l'air et de l'EGR.

La troisième étape consiste dans le calcul du phasage de combustion.

Le calcul de phasage est effectué par les moyens de calcul 380 à partir du dégagement de chaleur, plus précisément le phasage est de nouveau calculé à partir du dégagement de chaleur simplifié suivant :

$$\frac{dQ}{d\alpha} = \frac{1}{k-1} \times \left(v \times \frac{dP}{d\alpha} + k \times P \times \frac{dV}{d\alpha} \right) \qquad (11)$$

relation dans laquelle :

- P est la pression dite de cylindre dans la chambre ;
- V est le volume de la chambre ;
- α est l'angle vilebrequin ; et
- k est le coefficient polytropique fixé à 1,34.

Le phasage de combustion correspond à l'angle vilebrequin pour lequel X % de carburant a été brûlé (avec X compris entre 0 et 100).

Pour fixer les idées, à titre d'exemple, il est traditionnellement utilisé les phasages CA_X suivants :

- CA_5 (Angle pour lequel 5% de carburant a été brûlé - représentatif de l'angle de début de combustion) ;
- CA_{25} (Angle pour lequel 25% de carburant a été brûlé) ;
- CA_{50} (Angle pour lequel 50% de carburant a été brûlé) ;
- CA_{75} (Angle pour lequel 75% de carburant a été brûlé) ; et
- CA_{90} (Angle pour lequel 90% de carburant a été brûlé - représentatif de l'angle de fin de combustion)

La fraction brûlée (dégagement d'énergie cumulé) s'obtient par intégration du dégagement de chaleur précédent, et obéit à la relation suivante :

$$FMB(angle) = \sum_{k=1}^{angle} dQ(k) \qquad (12)$$

Le phasage CA_X correspond à l'angle pour lequel la *FMB* normalisée par la masse totale brûlée (intégration sur tout le cycle de combustion) égale *X* %

Enfin, la quatrième étape consiste en la mesure de la température du malange air + EGR en entrée du moteur.

Comme rappelé précédemment pour le calcul de la masse d'air, la température du mélange air + EGR peut être mesurée à l'aide d'un capteur de température 35 positionné dans le répartiteur d'admission 31 en aval du piquage de l'EGR.

Cependant, en fonction de l'instrumentation spécifique à un moteur donné, cette température peut également être modélisée ou cartographiée en fonction du point de fonctionnement de ce moteur (phase initiale précitée). Dans ce dernier cas, cette cartographie peut, comme précédemment, être enregistrée dans des moyens de mémoires habituellement associés au calculateur 32.

On va maintenant décrire la deuxième phase principale du procédé selon l'invention, à savoir la phase de contrôle des flux thermiques sur des composants déterminés de ce moteur, notamment le ou les cylindres, la culasse et le piston de chaque cylindre.

Le contrôle des flux thermiques se base sur l'estimation des flux thermiques précités, l'estimation étant fonction des quatre paramètres physiques acquis ou mesurés pendant les étapes de la première phase et caractéristiques d'un moteur thermique donné, à savoir la masse ou le débit d'air, la masse ou le débit de carburant, le phasage de combustion et la température de la charge.

Dans ce qui suit, on se référera de nouveau à la configuration de moteur et du dispositif décrite en regard de la figure 2.

Selon une caractéristique importante, le procédé selon l'invention permet, en fonction d'une cartographie de consigne de flux pour chaque point de fonctionnement du moteur, de contrôler les niveaux de flux en boucle fermée, en temps réel et cycle à cycle, également en faisant appel à un ou plusieurs capteurs de pression cylindre 34.

La cartographie précitée est déterminée lors de la mise au point initial d'un moteur donnée 3 (phase initiale précitée).

L'actionneur ou moyen d'action pour modifier les flux thermiques peut être soit :

- chaque paramètre pris à lui seul : quantité d'air, quantité de carburant, ou phasage de combustion ou température de la charge ;

- un couplage d'au moins deux paramètres : par exemple quantité d'air et quantité de carburant, ou quantité de carburant et phasage de combustion, etc., ou tout autre combinaison de tout ou partie des quatre paramètres.

On doit toutefois noter que les paramètres les plus importants sont la quantité de carburant et le phasage de combustion.

On doit également noter que, dans le cadre du contrôle de flux thermique à charge partielle, l'actionneur " quantité de carburant" ne peut être utilisé, puisque le fonctionnement à charge partielle est fixé par la quantité de carburant. Par contre une action sur l'avance à l'allumage, le débit d'air et/ou la température peut être utilisée pour contrôler le flux thermique.

En ce qui concerne le paramètre "masse de carburant", qui peut être dérivé du "débit de carburant", ou quantité par unité de temps, on peut adapter les consignes en modifiant la durée d'injection dans le cas d'un moteur diesel ou l'avance à l'allumage dans le cas d'un moteur à essence.

En ce qui concerne le paramètre "masse d'air", qui peut être dérivé du "débit d'air", ou quantité par unité de temps, on peut adapter les consignes en modifiant la pression de suralimentation en air la position du papillon d'admission ou de la vanne EGR 33, c'est-à-dire la fraction des gaz d'échappement recyclés. Il est entendu de nouveau que "air" " [air + EGR].

En ce qui concerne le paramètre "phasage de combustion", on peut adapter les consignes en modifiant l'avance à l'injection de carburant (moteur diesel) ou à l'avance à l'allumage (moteur à essence).

En ce qui concerne le paramètre la température de la charge, on peut adapter les consignes en modifiant la température par un système dit de "bypass proportionnel" par exemple.

A titre d'exemple, la diminution du flux thermique sur un piston peut être réalisée par la diminution de la quantité de carburant et un "sous-calage de l'injection". Un tel fonctionnement est obtenu par une combustion plus tardive, obtenue elle-même par une injection retardée dans le cycle de combustion.

Toujours dans le cadre du contrôle de flux thermique sur un piston, et à titre d'exemple non exhaustif, on va maintenant décrire de façon détaillé les principales phases étapes de ce contrôle par référence au bloc diagramme 2 de la figure 4.

On se référera également à la configuration de moteur décrite sur la figure 2. En effet, pour fixer les idées, on suppose que le moteur 3 comprend quatre cylindres, 1*a* à 1*d*, et qu'il est équipé de quatre capteurs de pression cylindre 34, et d'un capteur 35 de température de la charge dans le répartiteur 31.

Le flux thermique contrôlé est ici le flux thermique sur chaque piston (par exemple figure 1 : 12) et l'actionneur est, par exemple, la quantité de carburant, ci-après dénommée *Qcarb*.

Du fait de la nature de l'actionneur mis en œuvre, comme il a été indiqué, le contrôle de flux thermique ne peut être réalisé ici que sur la pleine charge.

Le régulateur est un régulateur de type dit "PID" (pour action proportionnelle - intégrale – dérivée) classique utilisé de façon générique pour le contrôle des moteurs.

Les données d'entrées, stockés dans des moyens de mémoire associés au calculateur 32, sont les suivantes :

- cartographie d'un paramètre "régime/charge des flux thermiques" sur chaque piston ;
- paramètre "Offsets" de quantité de carburant ;
- cartographie des paramètres "quantités de carburant nominales (*Qcarb*)" ; et
- paramètre "tolérance maximale sur l'erreur de consigne de flux thermique", que l'on notera ε_L.

Le paramètre "régime/charge" dépend des points de fonctionnement du moteur 3. Chaque point de fonctionnement est notamment caractérisé par :

- le régime moteur en tr/mn ; et
- la charge du moteur, c'est-à-dire le couple exprimé en Nm et la puissance en kW

Il est donc possible de construire une cartographie en deux dimensions des niveaux de flux thermiques pour chaque point de fonctionnement du moteur 3.

Le paramètre appelé "Offset" correspond au pas de la variation de la quantité de carburant nécessaire pour modifier les flux thermiques. A titre d'exemple non limitatif, ce pas est typiquement de l'ordre 0,2 mg par coup. Cette quantité est déterminée lors d'une phase initiale de développement en fonction du moteur et des sensibilités des flux thermiques à ce paramètre.

Si on se réfère de nouveau au bloc diagramme 2 de la figure 4, le bloc 20 effectue le calcul du flux thermique au piston (par exemple figure 1 : 12). Il reçoit les résultats des calculs effectués par les blocs 26 et 27 décrits ci-après (liaisons 260 et 270).

Les résultats de ces calculs (liaison 200) sont transmis au bloc 21 qui effectue le calcul de l'erreur sur le flux thermique suivant :

ε = *FT calculé – FT consigne* ("*FT*" signifiant "Flux Thermique") (13)

Si $\varepsilon > \varepsilon_L$, le résultat est transmis au bloc 23 pour y être enregistré (liaison 210), dans le cas contraire, si $\varepsilon < \varepsilon_L$, le résultat est transmis au bloc 24 pour y être enregistré (liaison 211).

Dans le deuxième cas, puisque l'erreur calculée ε est inférieure à l'erreur de consigne ε_L, le résultat est transmis au bloc 26 (liaison 240) pour

application de la quantité nominale de carburant *Qcarb*. En effet, puisque l'actionneur de contrôle de flux thermique est ce paramètre, il n'y a pas lieu de le modifier. La sortie du bloc 26 est, comme précédemment indiqué rebouclée (liaison 260) sur le bloc 20 de calcul de flux thermique au piston.

Lorsque l'erreur calculée ε est supérieure à l'erreur de consigne ε_L, il y a lieu d'entreprendre une action corrective. La sortie du bloc 23 est transmise (liaison 230) au bloc de calcul 25. Celui-ci effectue un calcul de régulation consistant en la détermination de l'offset de *Qcarb* permettant de minimiser l'erreur ε. Le résultat est transmis (liaison 250) au bloc de calcul 27. Ce dernier détermine une nouvelle valeur de *Qcarb* satisfaisant la relation suivante :

$$Qcarb = Qcarb\ nominale + Offset\ de\ Qcarb \quad (14)$$

et applique cette nouvelle valeur. En d'autres termes, cette nouvelle valeur est transmise à des moyens de commande de la carburation (injecteurs, etc., non représentés) par le calculateur 32.

La sortie du bloc 27 est rebouclée, comme il a été précédemment indiqué (liaison 270) sur le bloc 20 de calcul de flux thermique au piston.

Les calculs nécessaires et les stockages de données sont effectués de façon avantageuse en recourant à un calculateur numérique 32, du type à programme enregistré ou tout organe similaire. Comme il a été indiqué, de tels calculateurs sont couramment utilisés dans les moteurs de conception moderne. Il suffit donc d'adapter le programme enregistré pour implémenter les sous-programmes et/ou routines spécifiques au procédé de l'invention. Cette adaptation, en soi, est à la portée de l'homme de métier et n'implique ni accroissement de complexité, ni coût supplémentaire significatifs.

Cependant, les calculs et les opérations associées ci-dessus pourraient tout aussi bien être réalisés par des circuits électroniques dédiés sans sortir du cadre de l'invention.

Sur cet exemple significatif, mais non exhaustif, on constate bien que l'invention atteint bien les buts qu'elle s'était fixée.

En effet, le procédé selon l'invention permet de contrôler directement, en boucle fermée et en temps réel, les niveaux de flux thermiques appliqués aux composants du moteur.

De façon plus générique, on peut résumer la phase de contrôle des flux thermiques sur des composants du moteur comme indiqué ci-après.

Cette phase comprend au moins les étapes suivantes :

- la détermination pendant la phase initiale d'une cartographie de valeurs de consigne de flux thermique pour chaque point de fonctionnement du moteur thermique ;

- la détermination pendant la phase initiale d'un paramètre dit "tolérance maximale d'erreur de consigne de flux thermique" ;

- l'enregistrement de ces données dans des moyens de mémoire ;

- le choix d'un ou plusieurs paramètres caractéristique estimés comme actionneur pour agir sur le fonctionnement du moteur thermique et l'enregistrement d'une valeur de consigne de cet actionneur ;

- la détermination des valeurs du flux thermique instantané sur un ou plusieurs composants du moteur thermique ;

- le calcul d'une valeur d'erreur de flux thermique égale à la différence entre la valeur du flux thermique instantané et les valeurs de consigne de flux thermique pour chaque point de fonctionnement du moteur ; et

- la correction de la valeur de consigne de l'actionneur seulement et seulement si la valeur d'erreur est supérieure au paramètre "tolérance maximale d'erreur de consigne", de manière à minimiser la valeur d'erreur de flux thermique, l'enregistrement dans des moyens de mémoire de cette nouvelle valeur de consigne de l'actionneur et son application à des moyens de commande pour modifier le fonctionnement du moteur thermique.

Il doit être clair cependant que l'invention n'est pas limitée aux seuls exemples de réalisations explicitement décrits, notamment en relation avec les figures 1 à 4.

Comme il a été notamment précisé, l'invention s'applique indifféremment à un moteur diesel ou à un moteur à essence.

Enfin, les exemples numériques n'ont été fournis que pour mieux fixer les idées et ne sauraient constituer une quelconque limitation de la portée de l'invention. Ils procèdent d'un choix technologique à la portée de l'Homme de Métier.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'estimation de paramètres déterminés caractérisant le fonctionnement d'un moteur thermique comprenant au moins un cylindre et de contrôle des flux thermiques appliqués à des composants du moteur thermique, le moteur thermique comprenant des moyens pour réinjecter en entrée un pourcentage déterminé de la masse des gaz d'échappement éjectés pour réaliser un recyclage de ces gaz dit "EGR", caractérisé en ce qu'il comprend, au moins,

- un première phase consistant en l'estimation des paramètres déterminés, ces paramètres étant la valeur de la masse de carburant injecté dans la chambre de combustion (13) de chacun des cylindres (1*a* - 1*d*), la valeur de la masse du mélange air+ EGR en entrée (310) du moteur thermique (3), la température du mélange et une grandeur dite de "phasage de combustion" dans un cycle de combustion

- une deuxième phase consistant dans le contrôle en boucle fermée et en temps réel du flux thermique appliqué à au moins un des composants du moteur thermique (10, 11, 12), à partir d'une grandeur dérivée d'au moins un des paramètres caractéristiques estimés, dite "actionneur

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une phase initiale consistant à déterminer lors de la conception du moteur thermique (3) des paramètres supplémentaires et à les stocker dans des moyens de mémoire, et en ce que les paramètres supplémentaires comprennent au moins une cartographie en deux dimensions des niveaux de flux thermiques pour chaque point de fonctionnement du moteur thermique, représentant le régime et la charge de ce moteur, de tolérance maximale d'erreur sur des consignes de flux thermique (ε_L), le pas de variation de quantité de carburant, dit "offset", nécessaire pour modifier les flux thermiques, et des quantités de carburant nominales.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, ledit moteur thermique étant équipé d'au moins un capteur (34) mesurant la pression dans au moins un des cylindres (1*a* - 1*d*), l'estimation de la masse de carburant injecté comprend l'étape de détermination des dégagements de chaleur élémentaire *dQ* à partir de la relation suivante :

$$\frac{dQ}{d\alpha} = \frac{1}{k-1} \times \left(v \times \frac{dP}{d\alpha} + k \times P \times \frac{dV}{d\alpha} \right)$$

relation dans laquelle dQ/dα est exprimé en Joules par °, *P* et *V* sont la pression mesurée par le capteur de pression (34) et le volume de carburant dans le cylindre (1*a* - 1*d*), respectivement, α est l'angle dit de "vilebrequin" en °, et *k* est le coefficient polytropique de valeur déterminée, et en ce que la masse de carburant injecté est obtenue par intégration du dégagement de chaleur sur une fenêtre de combustion et multiplication par le potentiel calorifique *PCI* du carburant obéissant à la relation suivante :

$$m_{carburant} = PCI . \int dQ$$

relation dans laquelle $m_{carburant}$ est la masse de carburant exprimée en kg, *dQ* est exprimé en joules, et *PCI* est exprimé kg/joules.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la valeur déterminée du coefficient polytropique est 1,34.

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, le dit moteur thermique étant équipé d'au moins un capteur (34) mesurant la pression dans au moins un mélange air + EGR la masse de la "charge" en entrée du moteur thermique (3) est basée sur un modèle polytropique, comprenant une étape de mesure d'un nombre déterminé *i* de variations de pression $\Sigma \Delta P_i$ mesurées par le capteur de pression (34), pour *i* angles α_i dits "vilebrequin", par rapport à la pression mesurée pour un angle "vilebrequin" dit de référence α_{REF}, de façon à satisfaire la relation suivante :

$$m_{air} = A' \times \Delta P_{cyl} + B'$$

relation dans laquelle A' et B' sont des coefficients cartographiés en fonction du régime du moteur thermique (3) et déterminé pendant la phase initiale.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le coefficient A' est corrigé en fonction de la température de la "charge" de façon à satisfaire la relation suivante :

$$A' = \frac{A_0}{T_{mélangeair+egr}}$$

relation dans laquelle A_0 est une constante calibrée en fonction d'essais réalisés lors de la phase initiale sur le moteur thermique et $T_{mélange\ air\ +\ EGR}$ la température du mélange air + egr

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le moteur thermique étant équipé d'au moins un capteur mesurant la pression (34) dans au moins un des cylindres (1*a* - 1*d*), l'estimation du phasage de combustion comprend :

- une première étape de détermination des dégagements de chaleur élémentaire dQ à partir de la relation suivante :

$$\frac{dQ}{d\alpha} = \frac{1}{k-1} \times \left(v \times \frac{dP}{d\alpha} + k \times P \times \frac{dV}{d\alpha} \right)$$

relation dans laquelle $dQ/d\alpha$ est exprimé en Joules par °, P et V sont la pression mesurée par le capteur de pression (34) et le volume de carburant dans le cylindre (1*a* - 1*d*), respectivement, α est l'angle dit "vilebrequin" en °, et k est le coefficient polytropique de valeur déterminée ; et

- une deuxième étape de détermination de la fraction *FMB(angle)* de carburant brûlé par intégration des dits dégagements de chaleur, "*angle*" étant l'angle vilebrequin pour lequel un pourcentage de carburant X déterminé, compris entre 0 % et 100 %, a été brûlé, ladite fraction obéissant à la relation suivante :

$$FMB(angle) = \sum_{k=1}^{angle} dQ(k)$$,

et en ce que le phasage de combustion est obtenu en déterminant l'angle dit vilebrequin pour lequel la fraction de carburant brûlé normalisée par intégration sur un cycle complet de combustion est égale au pourcentage déterminé.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la valeur déterminée du coefficient polytropique est 1,34.

9. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que CA_X est le phasage de combustion pour lequel le pourcentage de carburant déterminé *X* a été brûlé et en ce que *X* est choisi parmi les valeurs suivantes 5 %, 25 %, 50 %, 75 % ou 90 %.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le moteur thermique comprenant un répartiteur d'admission (31) dans lequel sont mélangés l'air utilisé en entrée et ledit "EGR" l'estimation de température du mélange est obtenue par des mesures de température fournies par un capteur de température (35) positionné dans le répartiteur d'admission.

11. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'estimation de température du mélange est obtenue à partir de valeurs, modélisées ou cartographiés en fonction du point de fonctionnement du moteur thermique (3), enregistrées dans des moyens de mémoire, et en ce que ces valeurs sont déterminées pendant la phase initiale,

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que la phase de contrôle du flux thermique appliqué à au moins un des composants (10, 11, 12) du moteur thermique (3), dite "actionneur comprend au moins les étapes suivantes :

- la détermination pendant la phase initiale d'une cartographie de valeurs de consigne de flux thermique pour chaque point de fonctionnement du moteur thermique (3) ;
- la détermination pendant la phase initiale paramètre "tolérance maximale d'erreur de consigne de flux thermique " (ε_L) ;
- l'enregistrement de ces paramètres dans des moyens de mémoire ;
- le choix d'au moins un des paramètres caractéristiques déterminés estimés comme valeur dite "actionneur" pour agir sur le fonctionnement du moteur thermique (3) et l'enregistrement d'une valeur de consigne de cet "actionneur" ;
- la détermination des valeurs du flux thermique instantanés sur au moins un composant du moteur thermique (3) ;
- le calcul d'une valeur dite d'erreur de flux thermique égale à la différence entre la valeur déterminée du flux thermique instantané et les valeurs de consigne de flux thermique pour chaque point de fonctionnement du moteur thermique ; et
- la correction de la valeur de consigne dudit "actionneur" seulement et seulement si la valeur dite d'erreur de flux thermique est supérieure au paramètre "tolérance maximale sur l'erreur de consigne de flux thermique", de manière à minimiser la valeur de l'erreur, l'enregistrement dans les moyens de mémoire de cette nouvelle valeur de consigne dudit "actionneur" et son application à des organes de commande de carburation pour modifier le fonctionnement du moteur thermique (3).

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moteur thermique est un moteur diesel (3).

14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moteur thermique est un moteur à essence.

15. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, au moins le paramètre "valeur de la masse de carburant injecté dans la chambre de combustion (13) de chacun des cylindres (1*a* - 1*d*) constitue ledit

"actionneur" et en ce que la correction est effectuée en modifiant la durée d'injection de carburant dans les cylindres (1*a* - 1*d*).

16. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que, au moins le paramètre phasage de combustion (13) de chacun des cylindres (1*a* - 1*d*) constitue ledit "actionneur" et en ce que la correction est effectuée en modifiant l'avance à l'allumage.

17. Procédé selon les revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que, au moins le paramètre "valeur de la masse du mélange air + EGR" constitue ledit "actionneur" et en ce que la correction est effectuée en modifiant la pression de suralimentation en carburant ou le pourcentage déterminé (33, 330) de la masse des gaz d'échappement éjectés recyclés formant ledit "EGR".

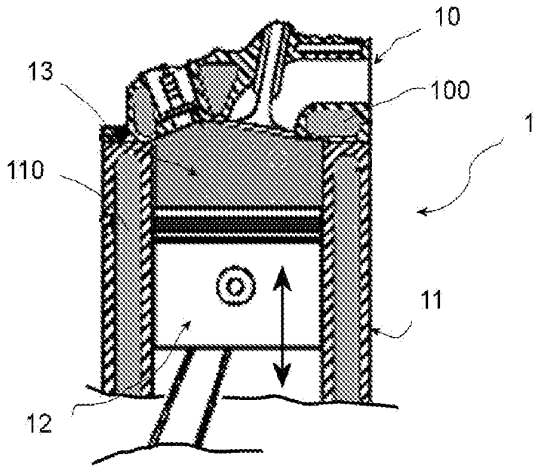
18. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que, au moins le paramètre grandeur dite de "phasage de combustion" constitue ledit "actionneur" et en ce que la correction est effectuée en modifiant l'avance à l'injection de carburant.

19. Procédé selon les revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que, au moins le paramètre dit de "température du mélange" constitue ledit "actionneur" et en ce que la correction est effectuée en modifiant cette température en dotant le moteur thermique (3) d'un système dit de "bypass proportionnel"

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 19, caractérisé en ce que ledit "actionneur" est une combinaison de tout ou partie des paramètres caractéristiques estimés.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisés en ce que les composants du moteur thermique sont constitués par un ensemble comprenant tout ou partie des composants suivants : pistons (12), culasses (13) et/ou cylindres (1*a* - 1*d*).

Fig. 1



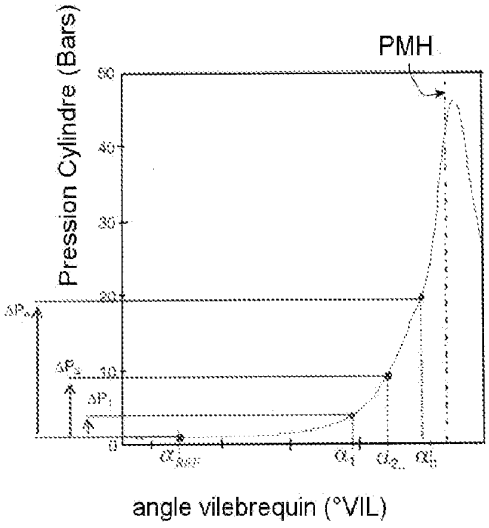


Fig. 3A

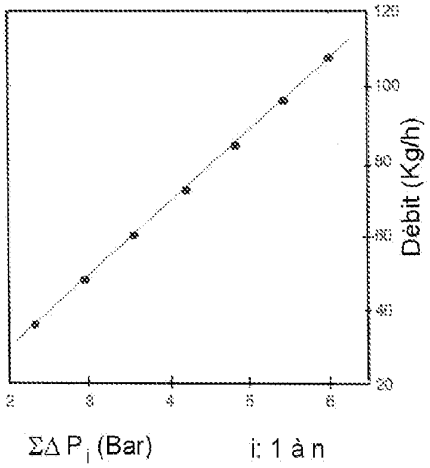


Fig. 3B

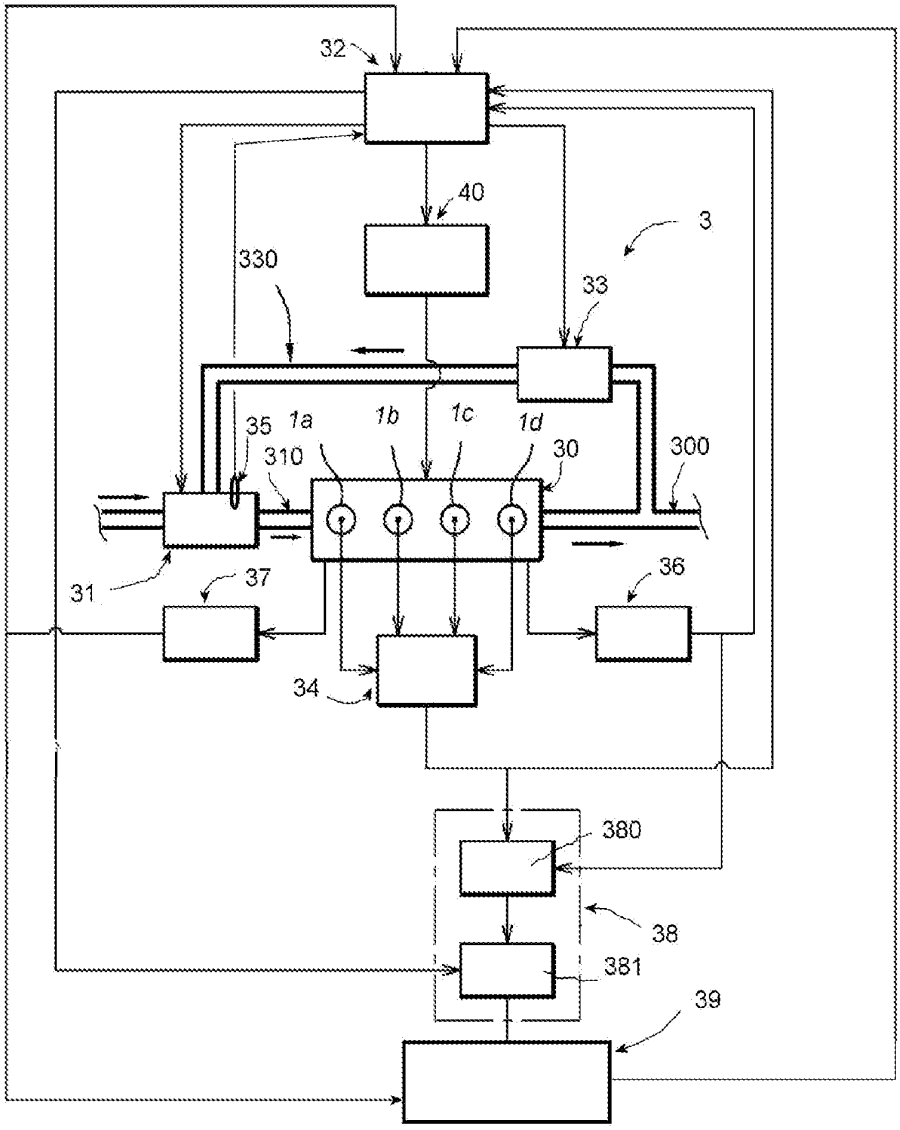


Fig. 2

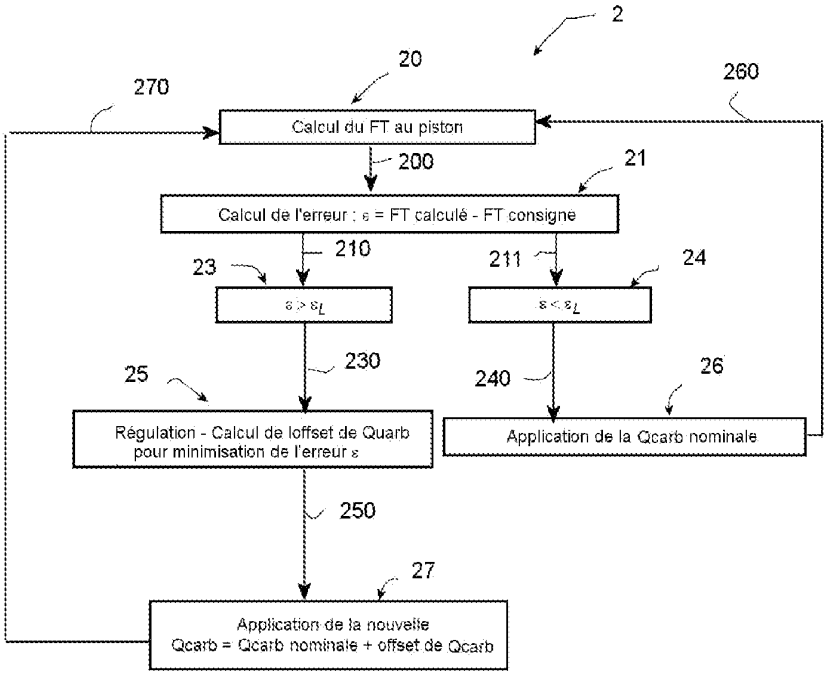

2
20
270
260
Calcul du FT au piston
200
21
Calcul de l'erreur : ε = FT calculé - FT consigne
210
211
23
24
ε > εL
ε < εL
230
240
25
26
Régulation - Calcul de loffset de Quarb
pour minimisation de l'erreur ε
Application de la Qcarb nominale
250
27
Application de la nouvelle
Qcarb = Qcarb nominale + offset de Qcarb

Fig. 4

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2907509

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 686033
FR 0654387

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 974 792 A (ISOBE DAIJI [JP]) 2 novembre 1999 (1999-11-02) * colonne 5, ligne 10 - colonne 6, ligne 8 * * colonne 29, ligne 38 - colonne 30, ligne 6; figure 40 *	1	F02D43/00
A	FR 2 854 202 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29 octobre 2004 (2004-10-29) * page 6, ligne 10 - page 7, ligne 2 *	1	
A	WO 03/048550 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; GROSS JOCHEN [DE]; REUSCHENBACH LUTZ [DE]; MAL) 12 juin 2003 (2003-06-12) * page 12, ligne 17 - ligne 32; figures 1,2 *	1	
A	EP 1 072 766 A1 (VALEO THERMIQUE MOTEUR [FR]) 31 janvier 2001 (2001-01-31) * alinéas [0006] - [0009] *	1	
A	EP 1 291 514 A (MITSUBISHI MOTORS CORP [JP]) 12 mars 2003 (2003-03-12) * alinéas [0015], [0016], [0045], [0050], [0051] *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) F02D F02P

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
31 mai 2007	Pileri, Pierluigi

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0654387 FA 686033

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 31-05-2007
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5974792	A	02-11-1999	AUCUN		
FR 2854202	A	29-10-2004	DE	10318241 A1	11-11-2004
WO 03048550	A	12-06-2003	EP	1454049 A1	08-09-2004
			JP	2005511950 T	28-04-2005
			US	2004260450 A1	23-12-2004
EP 1072766	A1	31-01-2001	DE	60010387 D1	09-06-2004
			DE	60010387 T2	16-09-2004
			FR	2796987 A1	02-02-2001
			US	6394045 B1	28-05-2002
EP 1291514	A	12-03-2003	KR	20030022043 A	15-03-2003

EPO FORM P0465