(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 898 079 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
26.03.2014 Bulletin 2014/13

(51) Int Cl.:
F02D 41/30 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **07115763.0**

(22) Date de dépôt: **05.09.2007**

(54) **Procedure de modulation de performances d'un moteur thermique base sur une estimation de la temperature de piston**

Modulationsverfahren der Leistungen einer Wärmekraftmaschine, das auf der Schätzung der Ventiltemperatur beruht

Method of modulating the performance of a heat engine based on estimating the piston temperature

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **08.09.2006 FR 0653643**

(43) Date de publication de la demande:
12.03.2008 Bulletin 2008/11

(73) Titulaire: **Peugeot Citroën Automobiles SA**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

(72) Inventeurs:
- **VALETTE, David**
  92800, PUTEAUX (FR)
- **GOBIN, Benoît**
  94300, VINCENNES (FR)
- **GARNIER, François**
  92320, CHAVILLE (FR)
- **BEAUGE, Yvon**
  94150, RUNGIS (FR)

(74) Mandataire: **Allain, Laurent et al**
Peugeot Citroën Automobiles SA
Propriété Industrielle (LG081)
18, rue des Fauvelles
92250 La Garenne Colombes (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 1 473 455
EP-A- 1 681 451
DE-A1- 4 142 328
FR-A- 2 843 422

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 898 079 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] Procédé de modulation de performances d'un moteur thermique basé sur une estimation de la température de piston.

[0002] Le document EP-A-1 473 455 décrit un procédé d'estimation de la température du piston.

[0003] L'invention apporte une solution pour améliorer les conditions de fonctionnement des pistons de moteurs thermiques, afin soit de réduire le dimensionnement de ces pistons et/ou d'en augmenter la durée de vie.

[0004] Il apparaît que lorsque les pistons d'un moteur sont soumis à des conditions de fonctionnement sévères, ils sont sujets à deux types de dégradations : d'une part le grignotage et la fusion, et d'autre part la fissuration.

[0005] Afin de minimiser le risque d'apparition de telles dégradations, on est donc amené à surdimensionner les pistons, c'est-à-dire à les dimensionner en se basant sur une utilisation en conditions sévères, au lieu de les dimensionner simplement en se basant sur des conditions normales d'utilisation.

[0006] Ce surdimensionnement est pénalisant en termes de coût de fabrication des pistons, et il est d'autre part limitatif vis-à-vis des performances du moteur lorsque celui-ci est exploité en conditions d'utilisation normales.

[0007] Le but de l'invention est de remédier à cet inconvénient en proposant un procédé de pilotage de moteur permettant de réduire le dimensionnement des pistons.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de pilotage d'un moteur thermique tel qu'un moteur de véhicule automobile, consistant à évaluer continûment une température du ou des pistons de ce moteur à partir de données actualisées en temps réel qui sont représentatives de flux thermiques entrants et sortants du moteur thermique, et à modifier au moins un paramètre d'alimentation de ce moteur, tel que le débit de carburant injecté, lorsque cette température atteint une première valeur seuil correspondant à un risque de grignotage et/ou de fusion du piston ou après dépassement par la température d'une seconde valeur seuil pendant un intervalle de temps prédéterminé, le dépassement de cette seconde valeur seuil au-delà de l'intervalle de temps prédéterminé correspondant à un risque de fissuration du ou des pistons.

[0009] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la température du ou des pistons est évaluée à partir de données issues de capteurs qui sont représentatives du débit et de la température de l'air entrant dans le moteur, du débit de carburant entrant dans le moteur, de l'avance et de la pression d'injection, des températures de l'eau de refroidissement et de l'huile du moteur, et du régime du moteur.

[0010] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel le paramètre modifié est le débit de carburant injecté dans le moteur.

[0011] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel les paramètres modifiés sont l'avance à l'injection, la pression d'injection, le débit de carburant, et le débit d'air admis dans le moteur.

[0012] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel les paramètres d'alimentation du moteur sont modifiés de manière à éviter un dépassement de la première valeur seuil et de la seconde valeur seuil au-delà de la durée prédéterminée.

[0013] L'invention concerne également un procédé tel que défini ci-dessus, dans lequel la première valeur seuil est une constante dépendant du matériau dans lequel le piston est fabriqué.

[0014] L'invention sera maintenant décrite plus en détail, et en référence à la figure unique qui est un graphe montrant l'évolution de température de pistons au cours du temps et illustrant des critères de détection de conditions d'utilisation sévère sur la base de l'évolution de cette température.

[0015] L'idée à la base de l'invention est de moduler le pilotage du moteur de manière à éviter qu'il ne soit exploité dans des conditions sévères, c'est-à-dire à des points de fonctionnement susceptibles de provoquer une détérioration du ou des pistons. Grâce à ce pilotage, le dimensionnement des pistons peut être revu à la baisse sans pénaliser leur durée de vie.

[0016] Selon l'invention, le pilotage du moteur est modulé en modifiant ses paramètres d'alimentation en temps réel, de manière à rester continûment dans des plages de fonctionnement normal. Les plages de fonctionnement critiques sont des valeurs de température du ou des pistons à ne pas dépasser.

[0017] Par exemple, lorsque la température critique des pistons est atteinte, le débit d'injection de carburant dans les cylindres est réduit de manière à rester en deçà de la température critique.

[0018] La température des pistons est déterminée par un estimateur quasi-statique prenant en compte les différents flux thermiques entrants et sortants du moteur, ainsi que la température de l'eau de refroidissement et de l'huile moteur pour déterminer la température de ses pistons.

[0019] Le procédé selon l'invention est implémenté dans une unité de gestion du contrôle moteur, c'est-à-dire par une unité de gestion de l'injection.

[0020] Plus particulièrement, la détérioration d'un piston se produit généralement d'une part par grignotage ou fusion, et d'autre part par fissuration. Le grignotage et la fusion sont favorisés par une augmentation locale de la température du piston, alors que la fissuration est provoquée par un choc thermique chaud-froid, ou par une alternance de contraintes mécaniques dont les effets sont accentués par une température moyenne du piston trop élevée.

[0021] Afin d'éviter la détérioration du piston, l'invention propose la mise en oeuvre d'un premier seuil T1 de température du piston Tp à ne pas dépasser afin d'éviter l'apparition du phénomène de grignotage et/ou de fusion.

[0022] Ce premier seuil de température peut être défini

de manière théorique ou bien empirique, c'est-à-dire par des essais : il s'agit d'une valeur fixe qui dépend principalement des caractéristiques du matériau dans lequel est fabriqué le piston.

[0023] L'invention propose d'autre part la mise en oeuvre d'un second seuil de température, noté T2, ne pouvant être dépassé que pendant une durée inférieure à une valeur prédéterminée, Tmax, pour éviter l'apparition du phénomène de fissuration.

[0024] Le second seuil de température T2 ainsi que la durée maximale Tmax sont définis en établissement d'abord une loi d'endommagement à partir d'essais du moteur sur banc, puis en choisissant des valeurs de T2 et Tmax assurant qu'en se fiant à cette loi d'endommagement, la fissuration ne doit pas apparaître si le critère T2 et Tmax est respecté.

[0025] Les essais consistent dans un premier temps à définir empiriquement une loi d'endommagement prenant en compte la température du piston Tp, la température Tgaz des gaz dans la chambre de combustion, la pression Pcyl dans les cylindres ainsi que le temps passé sur chaque point de fonctionnement considéré.

[0026] La température Tp déterminée avec un estimateur détaillé plus bas, ou bien par mesures directes en équipant les pistons de capteurs. La pression des gaz peut être issue de capteurs, et leur température peut être déduite de différentes mesures par calculs thermodynamiques. La pression et la température des gaz peuvent aussi être calculées à partir de l'avance à l'injection, de la pression d'injection, du débit d'air, du débit de carburant, et de la température de l'air.

[0027] Dans un second temps une valeur de température T2 et de durée Tmax sont choisis en utilisant la loi d'endommagement établie précédemment.

[0028] Les valeurs de T2 et Tmax sont choisies de manière à respecter la condition selon laquelle pour tout point de fonctionnement Pcyl et Tgaz possible, la loi d'endommagement montre que la fissuration n'apparaît pas tant que la température T2 n'est pas dépassée pendant une durée supérieure à Tmax.

[0029] En pratique, la seconde valeur seuil T2 est inférieure à la première valeur seuil T1.

[0030] La température du piston Tp est évaluée continûment grâce à un estimateur de type quasi-statique, implémenté par exemple dans l'unité de gestion de l'alimentation, et prenant en compte : le débit Qair d'air entrant dans le moteur ; le débit de carburant Qcarb ; la température de l'air Tair ; l'avance à l'injection Ai ; la pression Prail du carburant dans le rail d'injection du système d'injection ; la température Teau de l'eau de refroidissement du moteur qui est représentative de la température moyenne de l'ensemble du moteur ; la température Thuile de l'huile moteur ; et le régime N du moteur.

[0031] Avantageusement, l'estimateur quasi statique de la température du piston Tpiston s'écrit de la manière suivante, dans laquelle Tp(95, 125) correspond à la température du piston si l'eau et l'huile sont respectivement à 95° et 125°C : $Tp(95, 125)=A.Qair+B.Qcarb+C.Tair+D.Ai+E.Prail$.

[0032] La température effective du piston, notée Tp(Teau, Thuile), est ensuite corrigée à partir des températures Teau et Thuile comm suit : $Tp(Teau, Thuile) - Tpiston(95, 125)=F.(Teau-95)+G.(Thuile-125)$.

[0033] Les coefficients A, B, C, D, E, F et G sont des coefficients déterminés à partir d'essais sur banc en instrumentant le ou les pistons et en déterminant les valeurs de ces coefficients pour que l'estimateur tel que défini ci-dessus fournisse une évaluation de température la plus proche possible des valeurs mesurées sur le ou les pistons instrumentés.

[0034] Comme le montre l'expression de l'estimateur, il est de type quasi-statique, c'est-à-dire qu'une fois les coefficients A à G calibrés, la température des pistons peut être évaluée directement à partir des valeurs instantanées des différentes variables entrant en ligne de compte.

[0035] Cet estimateur est ainsi simple à mettre en oeuvre dans un calculateur de l'unité de gestion qui est liée directement ou indirectement, par exemple via un bus CAN du véhicule, à différents capteurs ou calculateurs du véhicule délivrant des valeurs actualisées en temps réel des différentes variables nécessaires à l'évaluation de la température des pistons.

[0036] Comme représenté dans la figure unique, l'unité de commande dans laquelle est implémenté le procédé module l'alimentation du moteur lorsque la température Tp des pistons atteint la première température seuil T1, en modifiant les paramètres d'alimentation pour éviter que la température Tp ne dépasse la valeur T1.

[0037] En ce qui concerne la seconde valeur seuil, notée T2, lorsqu'elle est atteinte par les pistons, l'unité de gestion enclenche une temporisation pour une durée prédéterminée Tmax, et arrête cette temporisation si la température des pistons repasse en deçà de T2 avant écoulement de la durée Tmax.

[0038] Dans ce second cas, l'unité de gestion module l'alimentation du moteur uniquement si après écoulement de la durée Tmax, la température des pistons est encore supérieure à la seconde valeur seuil T2.

[0039] Comme indiqué plus haut, l'unité de gestion agit sur le système d'injection du moteur par exemple pour diminuer le débit de carburant injecté lorsque le moteur atteint une zone de fonctionnement sévère, mais elle peut aussi agir sur d'autres paramètres d'injection ainsi que sur le paramètre de débit d'air pour éviter que le moteur ne soit exploité en conditions sévères.

[0040] Par exemple, l'unité de gestion peut être prévue pour moduler l'alimentation en modifiant l'avance à l'allumage Ai, la pression Prail dans le rail d'injection, ou encore le débit d'air Qair, ce qui se traduit pour l'utilisateur par une réduction de la puissance délivrée par le moteur par rapport à la puissance qu'il demande en agissant sur la pédale d'accélérateur.

Revendications

1. Procédé de pilotage d'un moteur thermique tel qu'un moteur de véhicule automobile, consistant à évaluer continûment une température (Tp) du ou des pistons de ce moteur à partir de données (Qair, Qcarb, Tair, Ai, Prail, Teau, Thuile) actualisées en temps réel qui sont représentatives de flux thermiques entrants et sortants du moteur thermique, et à modifier au moins un paramètre d'alimentation de ce moteur (Qair, Qcarb, Ai, Prail) lorsque cette température (Tp) atteint une première valeur seuil (T1) correspondant à un risque de grignotage et/ou de fusion du piston ou après dépassement par la température (Tp) d'une seconde valeur (T2) seuil pendant un intervalle de temps prédéterminé (Tmax), le dépassement de cette seconde valeur seuil (T2) au-delà de l'intervalle de temps prédéterminé correspondant (Tmax) à un risque de fissuration du ou des pistons.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température (Tp) du ou des pistons est évaluée à partir de données issues de capteurs qui sont représentatives du débit (Qair) et de la température (Tair) de l'air entrant dans le moteur, du débit de carburant (Qcarb) entrant dans le moteur, de l'avance (Ai) et de la pression d'injection (Prail), des températures de l'eau de refroidissement (Teau) et de l'huile du moteur (Thuile), et du régime du moteur (N).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le paramètre modifié est le débit de carburant (Qcarb) injecté dans le moteur.

4. Procédé selon l'une des revendications précédente, dans lequel les paramètres modifiés sont l'avance à l'injection (Ai), la pression d'injection (Prail), le débit de carburant (Qcarb), et le débit d'air (Qair) admis dans le moteur.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les paramètres d'alimentation du moteur (Qair, Qcarb, Ai, Prail) sont modifiés de manière à éviter un dépassement de la première valeur seuil (T1) et de la seconde valeur seuil (T2) au-delà de la durée prédéterminée (Tmax).

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première valeur seuil (T1) est une constante dépendant du matériau dans lequel le piston est fabriqué.

Patentansprüche

1. Steuerverfahren einer Wärmekraftmaschine, wie zum Beispiel eines Kraftfahrzeugmotors, das darin besteht, ständig eine Temperatur (Tp) des oder der Kolben dieses Motors ausgehend von Daten (Qair, Qcarb, Tair, Ai, Prail, Teau, Thuile), die in Echtzeit aktualisiert werden, zu beurteilen, die für den eingehenden und den ausgehenden Wärmestrom der Wärmekraftmaschine repräsentativ sind, und mindestens einen Versorgungsparameter (Qair, Qcarb, Ai, Prail) dieses Motors zu ändern, wenn diese Temperatur (Tp) einen ersten Schwellenwert (T1) erreicht, der einer Nibbel- und/oder Fusionsgefahr des Kolbens entspricht, oder nach Überschreiten eines zweiten Schwellenwerts (T2) durch die Temperatur (Tp) während einer vorbestimmten Zeitspanne (Tmax), wobei das Überschreiten dieses zweiten Schwellenwerts (T2) über das vorbestimmte Zeitintervall (Tmax) hinaus einer Rissbildungsgefahr des oder der Kolben entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Temperatur (Tp) des oder der Kolben ausgehend von Daten bewertet wird, die von Sensoren stammen, die für den Durchsatz (Qair) und die Temperatur (Tair) der Luft, die in den Motor eintritt, den Kraftstoffdurchfluss (Qcarb), der in den Motor eintritt, die Vorverstellung (Ai) und den Einspritzdruck (Prail), die Temperatur des Kühlwassers (Teau) und des Motoröls (Thuile) sowie die Motordrehzahl (N) repräsentativ sind.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der geänderte Parameter der Kraftstoffdurchfluss (Qcarb), der in den Motor eingespritzt wird, ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die geänderten Parameter die Vorverstellung an der Einspritzung (Ai), der Einspritzdruck (Prail), der Kraftstoffdurchfluss (Qcarb) und der Luftdurchfluss (Qair), der in den Motor eingelassen wird, sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Versorgungsparameter des Motors (Qair, Qcarb, Ai, Prail) derart geändert werden, dass ein Überschreiten des ersten Schwellenwerts (T1) und des zweiten Schwellenwerts (T2) über die vorbestimmte Dauer (Tmax) hinaus vermieden wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der erste Schwellenwert (T1) eine Konstante ist, die von dem Werkstoff abhängt, aus dem der Kolben hergestellt ist.

Claims

1. A method of controlling a heat engine such as a motor vehicle engine, consisting in continuously evaluating a temperature (Tp) of the piston(s) of this engine from data (Qair, Qfuel, Tair, Ai, Prail, Twater,

Toil) updated in real time which are representative of thermal fluxes entering and exiting the heat engine, and in modifying at least one supply parameter of this engine (Qair, Qfuel, Ai, Prail) when this temperature (Tp) reaches a first threshold value (T1) corresponding to a risk of erosion and/or of fusion of the piston or after exceeding by the temperature (Tp) a second threshold value (T2) during a predetermined time interval (Tmax), with the exceeding of this second threshold value (T2) beyond the predetermined time interval corresponding (Tmax) to a risk of cracking of the piston(s).

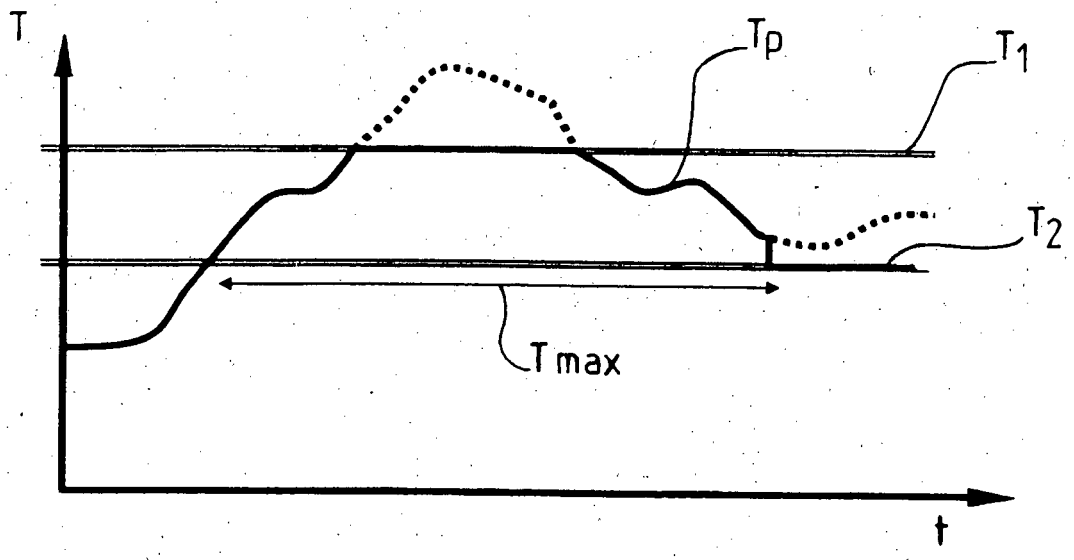
2. The method according to Claim 1, in which the temperature (Tp) of the piston(s) is evaluated from data issued from sensors which are representative of the flow (Qair) and of the temperature (Tair) of the air entering into the engine, of the flow of fuel (Qfuel) entering into the engine, of the advance (Ai) and pressure of injection (Prail), of the temperatures of the cooling water (Twater) and of the oil of the engine (Toil), and of the speed of the engine (N).

3. The method according to one of the preceding claims, in which the modified parameter is the flow of fuel (Qfuel) injected in the engine.

4. The method according to one of the preceding claims, in which the modified parameters are the advance to injection (Ai), the pressure of injection (Prail), the flow of fuel (Qfuel), and the flow of air (Qair) admitted into the engine.

5. The method according to one of the preceding claims, in which the supply parameters of the engine (Qair, Qfuel, Ai, Prail) are modified so as to prevent an exceeding of the first threshold value (T1) and of the second threshold value (T2) beyond the predetermined duration (Tmax).

6. The method according to one of the preceding claims, in which the first threshold value (T1) is a constant dependant on the material in which the piston is manufactured.


T
Tp
T1
T2
T max
t

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1473455 A **[0002]**