



(11)

EP 1 898 079 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

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

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

(21) Numéro de dépôt: **07115763.0**

(22) Date de dépôt: **05.09.2007**

(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
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

- **GOBIN, Benoît**
94300, VINCENNES (FR)
- **GARNIER, François**
92320, CHAVILLE (FR)
- **BEAUGE, Yvon**
94150, RUNGIS (FR)

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

(71) Demandeur: **Peugeot Citroën Automobiles SA**
78140 Vélizy-Villacoublay (FR)

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

(72) Inventeurs:
• **VALETTE, David**
92800, PUTEAUX (FR)

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

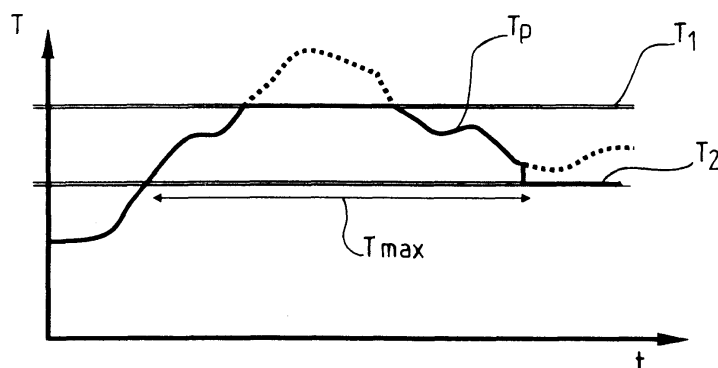
(57) L'invention concerne un procédé de pilotage du système d'injection d'un moteur thermique visant à éviter l'exploitation de ce moteur dans des conditions sévères.

Le procédé consiste à évaluer continûment une température (T_p) des pistons de ce moteur à partir de données (Q_{air} , Q_{carb} , T_{air} , A_i , $Prail$, $Teau$, $Thuile$) actualisées en temps réel qui sont représentatives de flux thermiques entrants et sortants du moteur. Il consiste à modifier au moins un paramètre d'alimentation de ce moteur (Q_{air} , Q_{carb} , A_i , $Prail$), tel que le débit de carburant in-

jecté (Q_{carb}), lorsque la température (T_p) atteint une première valeur seuil (T_1) correspondant à un risque de grièvement et/ou de fusion du piston, et après dépassement par la température (T_p) d'une seconde valeur (T_2) seuil pendant un intervalle de temps prédéterminé (T_{max}), cette seconde valeur seuil (T_2) et l'intervalle de temps prédéterminé correspondant (T_{max}) à un risque de fissuration du ou des pistons.

L'invention se répercute sur le dimensionnement des pistons d'un moteur thermique.

FIG.1



EP 1 898 079 A1

Description

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

[0002] 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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.

[0006] 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.

[0007] 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, et 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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 princi-

palement des caractéristiques du matériau dans lequel est fabriqué le piston.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] Dans un second temps une valeur de température T2 et de durée Tmax sont choisis en utilisant la loi d'endommagement établie précédemment.

[0027] Les valeurs de T2 et Tmax sont choisies de manière à respecter la condition selon laquelle pour tout point de fonctionnement Pcil 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.

[0028] En pratique, la seconde valeur seuil T2 est inférieure à la première valeur seuil T1.

[0029] La température du piston Tp est évaluée continuellement 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.

[0030] Avantagusement, 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 : $Tp(95, 125) = A.Qair + B.Qcarb + C.Tair + D.Ai + E.Prail$.

[0031] La température effective du piston, notée Tp

(Teau, Thuile), est ensuite corrigée à partir des températures Teau et Thuile comm suit : $Tp(Teau, Thuile) - Tpiston(95, 125) = F.(Teau-95) + G.(Thuile-125)$.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

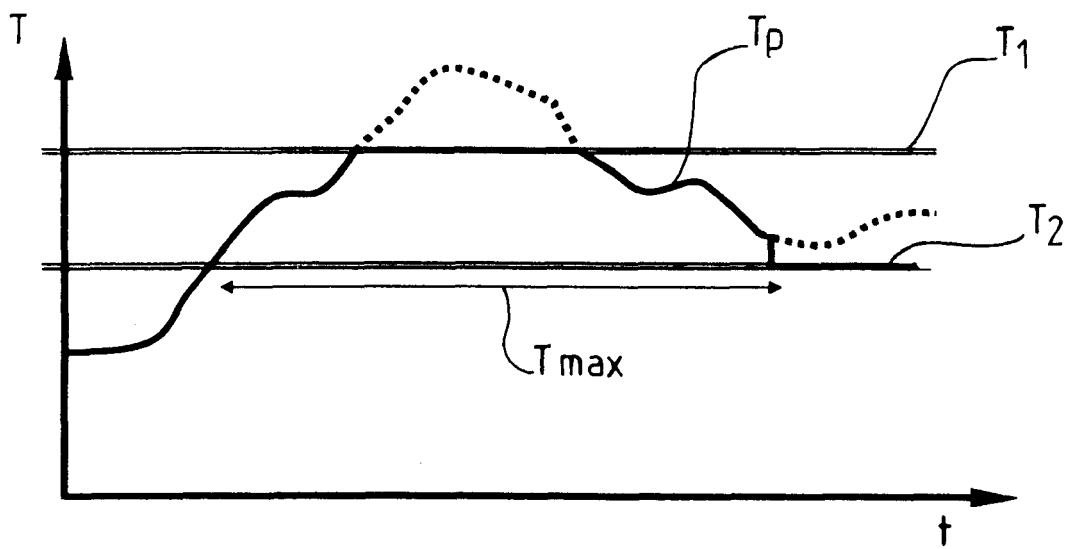
Revendications

1. Procédé de pilotage d'un moteur thermique tel qu'un

moteur de véhicule automobile, consistant à évaluer continûment une température (T_p) du ou des pistons de ce moteur à partir de données (Q_{air} , Q_{carb} , T_{air} , A_i , P_{rail} , T_{eau} , T_{huile}) 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 (Q_{air} , Q_{carb} , A_i , P_{rail}), tel que le débit de carburant injecté (Q_{carb}), lorsque cette température (T_p) atteint une première valeur seuil (T_1) correspondant à un risque de grignotage et/ou de fusion du piston, et après dépassement par la température (T_p) d'une seconde valeur (T_2) seuil pendant un intervalle de temps prédéterminé (T_{max}), le dépassement de cette seconde valeur seuil (T_2) au-delà de l'intervalle de temps prédéterminé correspondant (T_{max}) à un risque de fissuration du ou des pistons.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température (T_p) du ou des pistons est évaluée à partir de données issues de capteurs qui sont représentatives du débit (Q_{air}) et de la température (T_{air}) de l'air entrant dans le moteur, du débit de carburant (Q_{carb}) entrant dans le moteur, de l'avance (A_i) et de la pression d'injection (P_{rail}), des températures de l'eau de refroidissement (T_{eau}) et de l'huile du moteur (T_{huile}), et du régime du moteur (N).
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le paramètre modifié est le débit de carburant (Q_{carb}) injecté dans le moteur.
4. Procédé selon l'une des revendications précédente, dans lequel les paramètres modifiés sont l'avance à l'injection (A_i), la pression d'injection (P_{rail}), le débit de carburant (Q_{carb}), et le débit d'air (Q_{air}) admis dans le moteur.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les paramètres d'alimentation du moteur (Q_{air} , Q_{carb} , A_i , P_{rail}) sont modifiés de manière à éviter un dépassement de la première valeur seuil (T_1) et de la seconde valeur seuil (T_2) au-delà de la durée prédéterminée (T_{max}).
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la première valeur seuil (T_1) est une constante dépendant du matériau dans lequel le piston est fabriqué.

FIG.1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 07 11 5763

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 843 422 A (VOLKSWAGEN AG [DE]) 13 février 2004 (2004-02-13) * page 3, ligne 5 - page 4, ligne 18 *	1	INV. F02D41/30
A	EP 1 681 451 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 19 juillet 2006 (2006-07-19) * page 7, ligne 15 - page 8, ligne 14 *	1	
A	EP 1 473 455 A (NISSAN MOTOR [JP]) 3 novembre 2004 (2004-11-03) * alinéa [0083] *	1	
A	DE 41 42 328 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 2 juillet 1992 (1992-07-02) * alinéa [0057] - alinéa [0060] *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		21 novembre 2007	Bradley, David
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

3
EPO FORM 1503 (03.02) (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 11 5763

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-11-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2843422	A	13-02-2004	DE	10236856 A1	26-02-2004
EP 1681451	A	19-07-2006	AUCUN		
EP 1473455	A	03-11-2004	US	2004216714 A1	04-11-2004
DE 4142328	A1	02-07-1992	JP	4234542 A	24-08-1992
			US	5158063 A	27-10-1992

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82