

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
12 avril 2018 (12.04.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/065700 A2

(51) Classification internationale des brevets :
Non classée

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052647

(22) Date de dépôt international :
28 septembre 2017 (28.09.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1659699 07 octobre 2016 (07.10.2016) FR

(71) Déposant : RENAULT S.A.S. [FR/FR] ; 13-15 quai Alphonse Le Gallo, 92100 Boulogne Billancourt (FR).

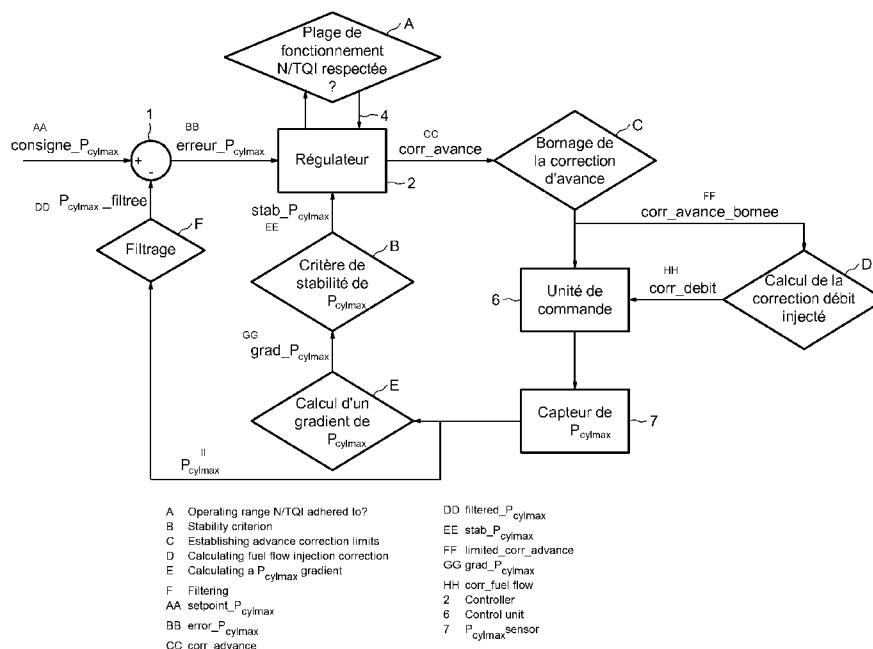
(72) Inventeurs : VERBEKE, Benoit ; 57 rue du Four à Briques, 78690 Les Essarts Le Roi (FR). LAZGHAB HAROUSSI, Fatma ; 11 Rue Griffuelles, 94800 Villejuif (FR). THUILLIER, Laurent ; 19 rue d'Estienne d'Orves, 91220 Bretigny Sur Orge (FR). LEFEVRE, Cedric ; 7 rue du Rosset, 91510 Lardy (FR).

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

(54) Title: METHOD FOR MAXIMIZING AN ENGINE TORQUE

(54) Titre : PROCEDE DE MAXIMISATION D'UN COUPLE MOTEUR

FIGURE UNIQUE



(57) Abstract: The invention relates to a method for maximizing a torque supplied by an engine that is subject to reliability constraints and operating-cycle variations, using a controller (2) suitable for producing a signal representative of an injection advance correction on the basis of a signal (P_{cylmax}) representative of measurements of an engine parameter and a signal (setpoint P_{cylmax}) representative of an engine parameter setpoint. The method in particular comprises the steps of: - defining a maximum cylinder pressure setpoint (setpoint P_{cylmax}); - defining an operating range for the controller (2); - defining a stability criterion for the measurement of a maximum cylinder pressure (P_{cylmax}); - controlling the injection advance; and - correcting the injection

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2(g))

advance.

(57) Abrégé : Procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques comprenant un régulateur (2) adapté pour générer un signal représentatif d'une correction d'avance à l'injection à partir d'un signal (P_{cylmax}) représentatif des mesures d'un paramètre du moteur et d'un signal ($consigne_P_{cylmax}$) représentatif d'une consigne du paramètre du moteur. Il comprend notamment les étapes de: -définition d'une consigne de maximum de la pression dans les cylindres ($consigne_P_{cylmax}$); -définition d'une plage de fonctionnement dudit régulateur (2); -définition d'un critère de stabilité d'une mesure d'un maximum de la pression dans les cylindres (P_{cylmax}); -régulation de l'avance à l'injection; et -correction de l'avance à l'injection.

PROCEDE DE MAXIMISATION D'UN COUPLE MOTEUR

L'invention concerne un procédé de maximisation de la pression dans les cylindres d'un moteur à combustion interne et un
5 dispositif de régulation associé. Elle trouve une application avantageuse dans un véhicule automobile équipé d'un moteur à combustion interne, notamment un moteur diesel.

L'invention se réfère, plus précisément, à un procédé qui permet de décliner un signal représentatif des mesures et d'une
10 consigne d'un paramètre du moteur en un signal représentatif d'une correction d'avance à l'injection.

La mise au point des moteurs, pour atteindre des performances demandées, implique la prise en compte de dispersions de fabrication et de réalisation de consignes d'injection afin de respecter les
15 contraintes de fiabilité.

Aujourd'hui, ces contraintes sont respectées en se donnant des marges sur les performances obtenues sur un moteur de référence dit « nominal ».

Le maximum des cycles de pression régnant dans les cylindres est contrôlé de manière à respecter ces marges. Il en résulte pour la
20 majorité des moteurs fabriqués, une sous-exploitation du potentiel de performance de chaque moteur fabriqué qui dépend de la manière dont le maximum des cycles de pression est défini pour chaque moteur.

On souhaite réduire cette marge imposée par rapport à la pression maximale dans les cylindres autorisée par le cahier des charges du moteur « nominal » en exploitant, en temps réel, une
25 mesure de la pression dans les cylindres, et notamment du maximum de la pression dans les cylindres de chaque cycle de pression.

En particulier, il s'agit de réguler à la limite de la fiabilité le maximum de la pression dans les cylindres, c'est-à-dire en évitant tout
30 dépassement de la pression maximale dans les cylindres autorisée par le cahier des charges.

L'invention comprend en outre l'utilisation, au choix, d'un seul capteur de pression dans les cylindres par moteur, ou d'un capteur de

pression pour chaque cylindre du moteur pour permettre de réduire ainsi avantageusement les marges prises par rapport aux limites théoriques.

Des solutions sont déjà décrites dans le document US 8942912 pour résoudre les problèmes de dispersion d'émissions polluantes à partir d'une augmentation temporaire de la pression dans les cylindres. Cette méthode n'est pas applicable pour un régime moteur stationnaire car elle présenterait l'inconvénient de dégrader prématurément le moteur.

Le document EP 0145480 divulgue l'emploi d'une mesure de la variation de la pression dans les cylindres au moyen de dispositifs piézo-électriques, mais il ne divulgue pas quel paramètre est régulé pour maximiser la pression dans les cylindres.

Le document WO 9015244 prévoit de réguler une valeur représentative de l'avance à l'allumage au moyen de capteurs de longueur de la course du piston, ou de l'angle du piston observable par rapport à une position d'origine. Mais ce document ne prévoit ni de maximiser le maximum de la pression dans les cylindres, ni de régler la pression dans les cylindres autour d'une valeur cible.

Le document DE 2952073 propose un procédé qui compense de manière automatique des dispersions de fabrication de série des moteurs. Ce document met en œuvre un procédé qui calcule cycle par cycle une valeur de pression maximum au moyen d'un capteur de pression dans les cylindres.

La valeur représentative du maximum de la pression dans les cylindres donnée par le capteur est envoyée à un régulateur, mais celui-ci n'a pas pour fonction de réguler la pression dans les cylindres autour d'une valeur consigne. Le régulateur sert à maximiser la performance du moteur en augmentant le travail du mélange air-carburant dans les cylindres du moteur.

L'invention porte donc sur un procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques comprenant un régulateur adapté pour générer un signal représentatif d'une correction d'avance à l'injection à partir

d'un signal représentatif des mesures d'un paramètre du moteur et d'un signal représentatif d'une consigne du paramètre du moteur. Il comprend les étapes de :

- 5 - définition d'une consigne de maximum de la pression dans les cylindres ;
- définition d'une plage de fonctionnement dudit régulateur ;
- définition d'un critère de stabilité d'une mesure du maximum de la pression dans les cylindres ;
- 10 - régulation de l'avance à l'injection ; et
- correction de l'avance à l'injection.

Selon un mode de mise en œuvre du procédé, l'étape de définition d'une consigne du maximum de la pression dans les cylindres comprend la génération d'un signal représentatif d'une consigne du maximum de la pression dans les cylindres.

- 15 Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, l'étape de définition d'une plage de fonctionnement du régulateur comprend une comparaison des valeurs représentatives du régime moteur et de la demande de couple moteur à un seuil de couple moteur adapté au fonctionnement du régulateur.

- 20 Dans un mode de mise en œuvre, l'étape de définition d'une plage de fonctionnement du régulateur comprend une condition de stabilisation d'une valeur représentative du maximum de la pression dans les cylindres.

- 25 L'étape de régulation peut être mise en œuvre au moyen d'un régulateur de type proportionnel intégral, ledit régulateur étant calibré pour que le signal généré représentatif d'une correction d'avance à l'injection ne dépasse pas une valeur de consigne du paramètre du moteur.

- 30 En outre, le paramètre du moteur peut être le maximum de la pression dans les cylindres.

Selon une caractéristique du procédé, l'étape de correction est mise en œuvre par ledit régulateur.

Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, l'étape de correction de l'avance à l'injection alimente une unité de commande

avec un signal représentatif d'une correction bornée de l'avance à l'injection.

En particulier, le procédé peut comprendre une étape de correction de débit de carburant injecté dans les cylindres du moteur.

5 Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, l'étape de correction de débit injecté génère un signal représentatif d'un correctif de débit injecté pour générer un supplément de couple moteur.

Selon un autre mode de mise en œuvre du procédé, l'étape de correction de débit injecté est réalisée de manière à conserver une
10 température d'échappement constante, ou sensiblement constante.

L'invention porte également sur un dispositif pour la mise en œuvre d'un procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques, comprenant un régulateur adapté pour générer un signal représentatif
15 d'une correction d'avance à l'injection à partir d'un signal représentatif des mesures d'un paramètre du moteur et d'un signal représentatif d'une consigne du paramètre du moteur.

Le dispositif comprend une unité de commande configurée pour commander l'injection dans les cylindres du moteur en fonction d'un
20 signal représentatif d'une correction bornée de l'avance à l'injection et/ou d'un signal représentatif d'une correction de débit de carburant injecté dans les cylindres.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de
25 réalisation de l'invention, non limitatif, illustré sur la figure annexée, qui représente schématiquement les principales étapes d'un procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur, et les éléments structurels du dispositif associé.

Sur la figure associée, on a représenté les principales étapes du
30 procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur ainsi que les éléments d'un dispositif selon l'invention destiné à maximiser le couple. Sur cette figure, les étapes de procédé sont illustrées par un losange, tandis que les éléments structurels du dispositif sont représentés par des rectangles.

Le dispositif de minimisation de couple est destiné à minimiser la pression dans les cylindres d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques.

5 Ce dispositif comprend un comparateur 1, un régulateur 2 recevant un signal d'erreur *erreur_P_{cylmax}* représentatif d'erreur de pression maximale dans les cylindres. Il comprend un capteur de pression 7 adapté pour mesurer la pression dans les cylindres du moteur, ainsi qu'une unité de commande 6 qui commande l'injection
10 d'un mélange air/carburant dans les cylindres du moteur à partir d'un signal de correction d'avance à l'injection issu du régulateur 2.

Le procédé comprend une première étape A de définition d'une plage de fonctionnement du régulateur 2, et une étape B de définition d'un critère de stabilité d'une mesure d'un maximum de la pression
15 dans les cylindres. Le régulateur 2 est capable de mettre en œuvre une de régulation de l'avance à l'injection.

Le procédé comprend une étape C de bornage de la correction d'avance à l'injection, une étape D de calcul de la correction de débit de carburant injecté, une étape E de calcul d'un gradient de maximum
20 de pression dans les cylindres et une étape F de filtrage.

Comme indiqué précédemment, le comparateur 1, qui peut être intégré dans le régulateur 2, compare deux entrées adaptées pour recevoir un signal de consigne *consigne_P_{cylmax}* représentatif d'une consigne d'un maximum de pression dans les cylindres au voisinage du
25 point mort haut (PMH) du piston et un signal *P_{cylmax_filtree}* représentatif des mesures filtrées d'un maximum de pression dans les cylindres. Le comparateur 1 génère à partir de ces deux entrées un signal d'erreur *err_P_{cylmax}* représentatif d'une erreur d'un maximum de pression dans les cylindres.

30 Par exemple, le comparateur 1 peut calculer cette valeur au moyen de la formule suivante :

$$err_P_{cylmax} = consigne_P_{cylmax} - P_{cylmax_filtree}$$

Le signal d'erreur *err_P_{cylmax}* représentatif de l'erreur du maximum de pression dans les cylindres est envoyé au régulateur 2. Ce

dernier est prévu pour recevoir un second signal de stabilité $stab_P_{cylmax}$ représentatif d'un état de stabilité des mesures d'un maximum de pression dans les cylindres.

5 Ce signal doit avoir passé un critère de stabilité. Le procédé met ainsi en œuvre une étape B au cours de laquelle on définit un critère de stabilité à satisfaire pour que le signal d'erreur puisse parvenir au régulateur. Dans un autre mode de mise en œuvre, le critère de stabilité est vérifié par le régulateur 2 et est une condition supplémentaire à l'activation de ce dernier.

10 Le régulateur 2 comprend une plage de fonctionnement spécifique mettant en jeu une valeur TQI représentative de la demande de couple moteur et une valeur N représentative du régime du moteur. Cette plage de fonctionnement est définie à l'occasion de l'étape A.

15 En effet, une condition d'activation nécessite, par exemple, que la valeur TQI représentative de la demande de couple moteur soit sensiblement proche d'un seuil C_{max} représentatif d'un couple moteur adapté au fonctionnement du régulateur.

20 Cette condition est vérifiée lorsque, après interrogation du régulateur 2, un signal de réponse lui est transmis pour autoriser ou non l'activation.

25 Le régulateur 2 est, par exemple, un régulateur de type proportionnel intégral, notamment avec un faible terme proportionnel, permettant d'effectuer un asservissement en boucle fermée de la consigne d'un maximum de pression dans les cylindres. Il est calibré pour ne pas avoir de dépassement de la consigne.

Le régulateur 2 génère en sortie un signal de correction $corr_avance$ représentatif d'une correction d'avance à l'injection.

30 La correction d'avance à l'injection est bornée durant l'étape C de bornage de la correction d'avance à l'injection pour assurer une dynamique suffisamment lente de la correction d'avance à l'injection.

C'est cette correction d'avance à l'injection qui, après être parvenue à une unité de commande 6, entraîne une modification de l'avance à l'injection du moteur et engendre, entre autres dispersions

cycliques du moteur, des variations du maximum de pression dans les cylindres.

Parallèlement, à débit de carburant injecté constant, la modification de l'avance à l'injection influe sur la température d'échappement T_{avt} . En effet, plus l'avance à l'injection augmente, plus la température d'échappement diminue.

L'invention propose avantageusement, dans une étape D, de calculer pour chaque variation de l'avance à l'injection un correctif de débit de carburant injecté en conservant une température d'échappement T_{avt} sensiblement constante au cours des cycles dans le but de gagner un supplément de couple moteur.

Ce calcul peut être réalisé par une unité de calcul non représentée sur la figure annexée, qui peut être intégrée dans l'unité de commande 6, et qui génère un signal de correction *corr_debit* représentatif de la correction de débit injecté.

Comme indiqué précédemment, le capteur de pression cylindrique 7 mesure la pression dans les cylindres à chaque cycle.

Ces mesures sont filtrées au cours d'une étape F de filtrage, et sont envoyées au comparateur 1 de manière à réaliser un cycle qui se répète de manière itérative tant que le moteur est en marche.

Le filtrage introduit cependant un retard qui peut potentiellement et temporairement entraîner un dépassement de consigne par le régulateur 2.

La plage de fonctionnement du régulateur permet avantageusement de pallier l'inconvénient du retard de filtrage.

Par ailleurs, on calcule le gradient $grad_{P_{cylmax}}$ de la valeur de pression maximale P_{cylmax} durant l'étape E pour définir un critère de stabilité des mesures, et ainsi permettre avantageusement de garantir la faible dynamique du système.

Un signal de stabilité $stab_{P_{cylmax}}$ est généré et est transmis au régulateur 2 de manière à réaliser un cycle qui se répète de manière itérative tant que le moteur est en marche.

Dans un mode de mise en œuvre du procédé, le régulateur est un régulateur classique PID (proportionnel intégral dérivateur), mais

présente alors l'inconvénient de générer des dépassements de consigne.

5 Dans un autre mode de mise en œuvre du procédé, le critère de fonctionnement du régulateur comprend une condition sur un gradient de couple moteur et de régime moteur.

REVENDICATIONS

1. Procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques comprenant un régulateur (2) adapté pour générer un signal (*corr_avance*) représentatif d'une correction d'avance à l'injection à partir d'un signal (P_{cylmax}) représentatif des mesures d'un paramètre du moteur et d'un signal (*consigne_* P_{cylmax}) représentatif d'une consigne du paramètre du moteur, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
- définition d'une consigne de maximum de la pression dans les cylindres (*consigne_* P_{cylmax}) ;
 - définition d'une plage de fonctionnement dudit régulateur ;
 - définition d'un critère de stabilité d'une mesure d'un maximum de la pression dans les cylindres (P_{cylmax}) ;
 - régulation de l'avance à l'injection ; et
 - correction de l'avance à l'injection.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de définition d'une consigne du maximum de la pression dans les cylindres comprend la génération d'un signal (*consigne_* P_{cylmax}) représentatif d'une consigne du maximum de la pression dans les cylindres.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de définition d'une plage de fonctionnement du régulateur comprend une comparaison des valeurs (N,TQI) représentatives du régime moteur et de la demande de couple moteur à un seuil (C_{max}) de couple moteur adapté au fonctionnement du régulateur.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de définition d'une plage de fonctionnement du régulateur comprend une condition de stabilisation d'une valeur (P_{cylmax}) représentative du maximum de la pression dans les cylindres.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de régulation est mise en œuvre au

moyen d'un régulateur (2) de type proportionnel intégral, ledit régulateur étant calibré pour que le signal généré (*corr_avance*) représentatif d'une correction d'avance à l'injection ne dépasse pas une valeur de consigne du paramètre du moteur.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit paramètre du moteur est le maximum de la pression dans les cylindres.

 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de correction de l'avance à l'injection est mise en œuvre par ledit régulateur (2).
10

 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'étape de correction de l'avance à l'injection alimente une unité de commande (6) avec un signal (*corr_injection_bornee*) représentatif d'une correction bornée de l'avance à l'injection.
15

 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une étape de correction de débit de carburant injecté dans les cylindres du moteur.

 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel ladite étape de correction de débit injecté génère un signal (*corr_debit*) représentatif d'un correctif de débit injecté pour générer un supplément de couple moteur.
20

 11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'étape de correction de débit injecté est réalisée de manière à conserver une température d'échappement (T_{avl}) constante, ou sensiblement constante.
25

 12. Dispositif pour la mise en œuvre d'un procédé de maximisation d'un couple fourni par un moteur soumis à des contraintes de fiabilité et des dispersions cycliques comprenant un régulateur (2) adapté pour générer un signal représentatif d'une correction d'avance à l'injection à partir d'un signal représentatif des mesures d'un paramètre du moteur (P_{cylmax}) et d'un signal représentatif d'une consigne du paramètre du moteur (*consigne_* P_{cylmax}), caractérisé en ce qu'il comprend une unité de commande (6) configurée pour
30

commander l'injection dans les cylindres du moteur en fonction d'un signal (*corr_avance_bornee*) représentatif d'une correction bornée de l'avance à l'injection et/ou d'un signal (*corr_debit*) représentatif d'une correction de débit de carburant injecté dans les cylindres.

FIGURE UNIQUE

