



(11) **EP 1 936 156 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
25.06.2008 Bulletin 2008/26

(51) Int Cl.:
F02D 35/02 (2006.01) **F02D 41/40 (2006.01)**
F02D 41/22 (2006.01) **F02D 41/24 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **06301279.3**

(22) Date de dépôt: **21.12.2006**

(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 NL PL PT RO SE SI SK TR

Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK RS

• **Lacour, Vincent**
01300 Belley (FR)

(74) Mandataire: **Laget, Jean-Loup**
Cabinet PEUSCET
161, rue de Courcelles
75017 Paris (FR)

(71) Demandeur: **Delphi Technologies, Inc.**
Troy, MI 48007 (US)

Remarques:

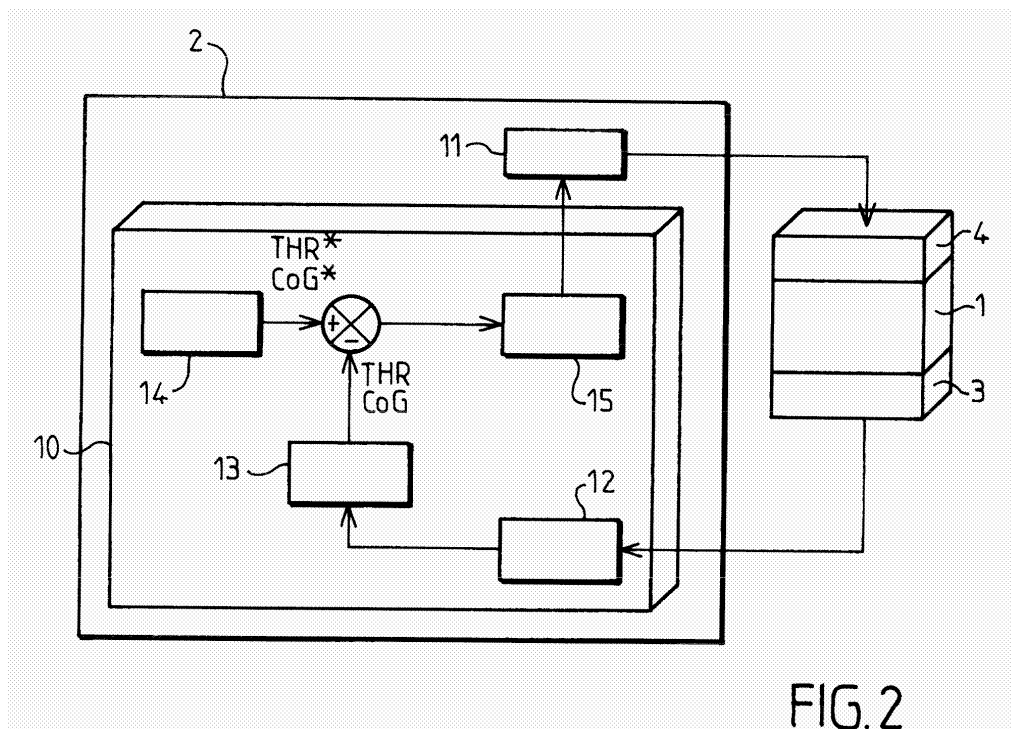
Revendications modifiées conformément à la règle 137 (2) CBE.

(72) Inventeurs:
• **Peron, Ludovic**
45740 Lailly en Val (FR)

(54) **Procédé de régulation d'un moteur à combustion interne**

(57) Procédé de régulation d'un moteur à combustion interne (1), comprenant les étapes consistant à:
- déterminer un premier ensemble (13) de grandeurs représentatives de la combustion dans un cylindre dudit moteur en fonction d'un signal de pression représentatif de la pression interne dudit cylindre au cours d'un cycle (3,12),

- déterminer (11) au moins un signal de commande d'un injecteur (4) en fonction dudit premier ensemble (13) et d'un deuxième ensemble (14) de grandeurs représentatives d'une combustion souhaitée,
- déterminer ledit premier ensemble (13) en fonction du rapport entre la dérivée de ladite pression interne et ladite pression interne au cours dudit cycle.



EP 1 936 156 A1

Description

[0001] La présente invention se rapporte à un procédé de régulation d'un moteur à combustion interne.

[0002] Dans un moteur à combustion interne, dans lequel du carburant est injecté dans des cylindres, il est connu que le carburant doit être injecté en quantité appropriée à et des instants appropriés, notamment pour respecter des critères de performance et la réglementation concernant l'émission de gaz brûlés lors de la combustion. Comme l'usure mécanique, la précision des composants et des effets hydrauliques peuvent influencer l'injection, il est nécessaire de mettre en oeuvre une stratégie de commande d'injection qui permette de compenser cette influence.

[0003] Une stratégie d'injection connue consiste à réguler l'injection en boucle fermée, en fonction de la pression interne aux cylindres. Le document FR-2 864 840-A1 décrit une stratégie de ce type. Dans ce document, une première grandeur caractérisant l'évolution de combustion dans la chambre de combustion d'au moins un cylindre est déterminée en fonction d'un signal fourni par un capteur de pression de chambre à combustion. Plus précisément, la première grandeur est calculée par un algorithme classique en fonction de la première loi de la thermodynamique.

[0004] Ce procédé n'est pas complètement satisfaisant, notamment parce que le calcul de la première grandeur peut être entaché d'erreurs, par exemple il peut indiquer un taux d'émission de chaleur non nul après la combustion. Cela diminue la précision globale de la régulation.

[0005] Le but de l'invention est de fournir un procédé de régulation dont la précision est améliorée.

[0006] Pour cela l'invention fournit un procédé de régulation d'un moteur à combustion interne, comprenant les étapes consistant à :

- déterminer un premier ensemble de grandeurs représentatives de la combustion dans un cylindre dudit moteur en fonction d'un signal de pression représentatif de la pression interne dudit cylindre au cours d'un cycle,
- déterminer au moins un signal de commande d'un injecteur en fonction dudit premier ensemble et d'un deuxième ensemble de grandeurs représentatives d'une combustion souhaitée,

caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

- déterminer une première courbe représentative du rapport entre la dérivée de ladite pression interne et ladite pression interne au cours dudit cycle,
- déterminer une deuxième courbe en fonction d'un régime moteur et d'une première table de données pré-enregistrées,
- déterminer une troisième courbe qui serait représentative, en l'absence de combustion, du rapport entre la dérivée de ladite pression interne et ladite pression interne au cours dudit cycle, en fonction de ladite première courbe et ladite deuxième courbe,
- déterminer une quatrième courbe représentative du taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle en fonction de la différence entre ladite première courbe et ladite troisième courbe,
- déterminer ledit premier ensemble en fonction de ladite quatrième courbe.

[0007] Grâce à ces caractéristiques, on s'assure que la quatrième courbe est effectivement représentative du taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle, et notamment présente une bonne répétitivité, c'est-à-dire donne un même résultat dans de mêmes conditions, indique un taux nul après la combustion, et est peu sensible à des erreurs sur le gain de capteur de pression, le décalage temporel,... La précision globale de la régulation s'en trouve améliorée.

[0008] De préférence, le procédé comprend les étapes consistant à :

- déterminer au moins une grandeur de quantité représentative de la quantité de chaleur émise au cours d'une portion dudit cycle, en fonction de ladite quatrième courbe,
- déterminer au moins une grandeur de temps représentative de la répartition de l'émission de chaleur au cours de ladite portion dudit cycle, en fonction de ladite quatrième courbe, ledit premier ensemble comprenant au moins ladite grandeur de quantité et ladite grandeur de temps.

[0009] En d'autres termes, on transforme la quatrième courbe en un premier ensemble de grandeurs restreint, et donc facilement manipulable par un dispositif qui met en oeuvre le procédé, par exemple un microcontrôleur.

[0010] Avantageusement, ledit premier ensemble comprend un nombre déterminé supérieur à un de grandeurs de quantité et de grandeurs de temps correspondant à des portions respectives dudit cycle, ledit nombre déterminé étant le nombre maximal d'injection au cours d'un cycle.

[0011] Selon un mode de réalisation particulier, ledit deuxième ensemble comprend au moins une grandeur de quantité cible et une grandeur de temps cible, ladite grandeur de quantité cible et ladite grandeur de temps cible étant déterminées en fonction d'un régime moteur et d'une deuxième table de données pré-enregistrée.

[0012] Ainsi, comme elle fait appel à une table de données pré-enregistrée, la détermination dudit deuxième ensemble ne nécessite pas une puissance de calcul importante. De plus, la table de données peut être optimisée dans une phase de conception et calibrage du moteur.

[0013] De préférence, lesdites portions respectives sont prédéterminées en fonction de ladite deuxième table de données.

[0014] Autrement dit, le découpage du cycle en portion ne doit pas être réalisé en temps réel à chaque cycle. Il est indépendant des injections réalisées dans le cycle particulier. Un découpage de ce type permet notamment de prendre en compte des combustions superposées dans le temps, par exemple une combustion correspondant à une injection pilote suivie d'une combustion correspondant à une injection principale.

[0015] Avantageusement, le procédé comprend les étapes consistant à :

- déterminer au moins une grandeur de décalage en fonction desdits premier et deuxième ensembles,
- déterminer ledit signal de commande en fonction de ladite au moins une grandeur de décalage.

[0016] Selon un mode de réalisation particulier, ledit moteur comprend une pluralité de cylindres, ledit premier ensemble et ledit deuxième ensemble étant déterminés indépendamment pour chaque cylindre, ladite au moins une grandeur de décalage étant déterminée pour chaque cylindre en fonction de l'ensemble desdits premiers ensembles et deuxièmes ensembles.

[0017] Ainsi, il est possible de tenir compte de l'injection dans un cylindre pour commander l'injection dans un autre cylindre.

[0018] De préférence, le procédé comprend les étapes consistant à :

- tester si lesdites grandeurs de décalage vérifient une condition de validation,
- dans la négative, modifier lesdites grandeurs de décalage.

[0019] Cela permet d'assurer une cohérence entre les caractéristiques quantitatives et temporelles des injections, et entre les injections dans différents cylindres. Cela permet aussi de s'assurer que la régulation n'a pas pour effet de tenter inutilement de compenser une déviation importante résultant par exemple d'une usure importante.

[0020] Avantageusement, le procédé comprend les étapes consistant à :

- déterminer un état de fonctionnement dudit moteur en fonction de ladite au moins une grandeur de décalage et d'au moins un seuil,
- déterminer un signal de correction en fonction dudit état de fonctionnement.

[0021] Selon un mode de réalisation particulier, ledit signal de correction est un signal de correction d'injection, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :

- si ledit signal de correction d'injection indique qu'une correction est nécessaire, déterminer un signal de décalage d'injection,
- modifier ledit signal de commande en fonction dudit signal de décalage.

[0022] Cela permet de prendre des mesures de correction appropriées quand elles deviennent nécessaires pour que la combustion ne s'écarte pas trop de la combustion cible.

[0023] L'invention fournit également un dispositif de régulation apte à être relié à au moins un capteur de pression et à au moins un injecteur, et comprenant des moyens de régulation aptes à mettre en oeuvre le procédé selon l'invention ci-dessus. Le dispositif peut par exemple être un microcontrôleur programmé de manière appropriée. Il peut s'agir d'un microcontrôleur de type connu, dans lequel on a chargé un logiciel pour la mise en oeuvre dudit procédé.

[0024] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donné uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés. Sur ces dessins :

- les figures 1 et 2 représentent schématiquement un moteur et un dispositif de régulation du moteur,
- les figures 3 à 7 sont des graphes représentant le taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle et d'autres grandeurs, en fonction de l'angle de vilebrequin,
- la figure 8 est un schéma représentant des étapes du procédé selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 9 est un graphe illustrant l'étape de détermination d'état d'un exemple de stratégie de diagnostic,
- la figure 10 est un arbre de décision illustrant l'étape de décision de la stratégie de diagnostic de la figure 9,
- les figures 11 et 12 sont des graphes représentant le comportement d'un injecteur,

EP 1 936 156 A1

- la figure 13 est un schéma illustrant des étapes du procédé selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 14 est un graphe représentant le comportement d'un injecteur,
- la figure 15 est un schéma illustrant des étapes du procédé selon un mode de réalisation de l'invention.

5 **[0025]** Les figures 1 et 2 représentent schématiquement un moteur 1 à combustion interne muni de cylindres, et un dispositif de régulation 2 relié au moteur 1.

[0026] Le moteur 1 est équipé de capteurs 3, comprenant notamment des capteurs de pression mesurant la pression interne de chaque cylindre et un capteur d'angle de vilebrequin, et d'actionneurs 4 aptes à actionner des injecteurs pour injecter du carburant dans les cylindres. Le dispositif de régulation 2 est apte à recevoir des signaux en provenance des capteurs 3, et est apte à émettre des signaux vers les actionneurs 4.

10 **[0027]** Le dispositif de régulation 2 est par exemple réalisé sous la forme d'un microprocesseur d'un type connu, dans lequel on a chargé un logiciel pour la mise en oeuvre d'un procédé de régulation selon un mode de réalisation de l'invention, décrit ci-dessous.

[0028] Dans le cadre représentant le dispositif de régulation 2 sur les figures 1 et 2, on a représenté, sous forme de schémas, des étapes du procédé de régulation.

15 **[0029]** Le procédé peut être divisé en trois stratégies. Une première stratégie 10 est une régulation en boucle fermée de l'injection, basée sur les signaux en provenance des capteurs 3, et qui détermine des grandeurs de décalage pour le contrôle d'injection 11 qui commande les actionneurs 4. Une deuxième stratégie 20 est un diagnostic des grandeurs de décalage de la première stratégie 10. Une troisième stratégie 30 est une correction d'une déviation d'injecteur, qui agit sur le contrôle d'injection 11. La deuxième stratégie 20 peut par exemple décider d'activer la troisième stratégie 30 ou d'agir sur un contrôle du système d'admission d'air 40. Le dispositif de régulation 2 est également relié à un système d'admission d'air 40, ce qui permet au contrôle du système d'admission d'air 40 d'agir par exemple sur l'admission des gaz, le taux de réutilisation des gaz (EGR),...

20 **[0030]** Ces différentes stratégies sont décrites en détail ci-dessous. Chaque stratégie 10, 20 et 30 ainsi que le contrôle d'injection 11 et le contrôle du système d'admission d'air 40 est par exemple réalisée par un module du logiciel.

25 **[0031]** La figure 2 montre que la première stratégie 10 comprend quatre étapes. Au cours de la première étape 12, on détermine le taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle. Dans la deuxième étape 13, on convertit le taux déterminé à l'étape 12 en un premier ensemble de paramètres. L'étape 14 consiste à déterminer un deuxième ensemble de paramètres correspondant à une combustion cible. L'étape 15 consiste à déterminer des grandeurs de décalage pour le contrôle d'injection 11, qui détermine un signal de commande des actionneurs 4.

30 **[0032]** Les figures 3 à 7 illustrent la première étape 12. Dans ce qui suit, les explications porteront sur des courbes qui représentent des grandeurs physiques continues en abscisses et en ordonnées. Bien entendu, ces courbes sont traitées par le dispositif de régulation 2 de manière numérique. L'axe horizontal représente l'angle de vilebrequin mais pourrait, de manière équivalente, représenter le temps.

35 **[0033]** La détermination du taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle est basée sur la formule suivante :

$$dQ = PV/(\gamma-1) * (dP/P - V_k) \quad (1)$$

40 **[0034]** Dans cette équation :

- dQ est le taux d'émission de chaleur,
- P est la pression interne du cylindre,
- 45 - dP est la dérivée première de la pression interne du cylindre,
- V est le volume de la chambre de compression du cylindre,
- γ est le coefficient adiabatique,
- V_k est une courbe virtuelle, avec $V_k = dP/P'$, avec P' une pression qui serait la pression interne du cylindre en l'absence de combustion.

50 **[0035]** Différentes courbes sont représentées sur les figures 3 à 7. Les courbes 16 et 17 représentent respectivement dP/P et V_k au cours d'un cycle, en fonction de l'angle de vilebrequin.

[0036] Le calcul de V_k est décomposé en plusieurs étapes. Tout d'abord, une courbe 18 appelée V_{kmean} est déterminée en fonction du régime moteur, c'est-à-dire en fonction de la vitesse de rotation et de la charge. Afin de limiter la puissance de calcul nécessaire, V_{kmean} est déterminée en faisant appel à une table de données pré-enregistrée dans la mémoire du dispositif de régulation 2. Les données pré-enregistrées sont déterminées dans une phase de calibrage du moteur, en faisant la moyenne sur les différents cylindres du rapport dP/P en l'absence de combustion, pour différents régimes. En fonctionnement, V_{kmean} est déterminé par interpolation de ces données. Ensuite, la courbe 19 est déter-

minée en calculant la différence entre la dérivée de la courbe 18 et la courbe 16. La courbe 19 est filtrée et intégrée, et le résultat est ajouté à la courbe 18, ce qui donne la courbe 41 de la figure 6. Enfin, la courbe 41 est décalée pour être alignée avec la courbe 16 sur le cycle, ce qui donne la courbe 17 représentant V_k .

[0037] On peut alors déterminer la courbe 42 de la figure 7 par application de l'équation (1). La courbe 42 représente le taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle dQ . En s'assurant d'une bonne précision dans le calcul de V_k , on obtient une bonne précision dans le calcul de dQ . Les grandeurs dQ et V_k sont calculées cycle par cycle, cylindre par cylindre. Cela permet de s'affranchir des perturbations que pourraient entraîner des fluctuations de cycle et une dispersion de dQ entre les cylindres.

[0038] Après l'étape 12 de la figure 2, on a donc déterminé une courbe dQ par cylindre. L'étape 13 a pour objet de convertir ces courbes en un nombre de paramètres restreint, et donc plus facilement manipulable par le dispositif de régulation 2. Dans cette étape, chaque courbe est divisée en un nombre N de fenêtres (également appelées portions). Le nombre N correspond au nombre maximum d'injections au cours d'un cycle. Par exemple, dans un moteur dans lequel il y a une, deux ou trois injections au cours d'un cycle, en fonction du régime moteur, N sera égal à 3. Les fenêtres sont prédéterminées, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas calculées cycle par cycle mais une seule fois lors de la conception et de la mise au point du moteur. Les fenêtres sont par exemple déterminées au cours du procédé d'optimisation décrit ci-dessous en référence à l'étape 14. De préférence, il y a un chevauchement entre les fenêtres.

[0039] Ensuite, pour chaque fenêtre, on détermine un paramètre THR corrélé à la quantité de chaleur émise au cours de la fenêtre, par exemple en intégrant la courbe dQ sur la fenêtre, et un paramètre CoG corrélé à la répartition de l'émission de chaleur au cours de la fenêtre, par exemple en calculant le centre de gravité de la courbe dQ sur la fenêtre.

[0040] Pour un cylindre donné, on obtient donc après l'étape 13 un premier ensemble de $2N$ paramètres qui représentent la combustion dans le cylindre. Le nombre total de paramètres est $2N$ * le nombre de cylindres.

[0041] L'étape 14 a pour objet de déterminer des paramètres cibles qui caractérisent une combustion cible, en fonction du régime moteur. Ces paramètres sont, pour chaque fenêtre, les paramètres THR^* et CoG^* définis ci-dessus, qui correspondent à une combustion cible vérifiant des critères de performance et d'émission de gaz brûlés. En fonctionnement, les paramètres THR^* et CoG^* sont déterminés en fonction de tables pré-enregistrées qui donnent les valeurs des paramètres en fonction du régime moteur.

[0042] Ces tables pré-enregistrées sont déterminées dans une phase de conception et de calibrage du moteur, en appliquant les calculs décrits en référence aux étapes 12 et 13 aux signaux provenant des capteurs 3 lors d'une combustion cible, pour différents régimes moteurs. Un programme d'optimisation est utilisé pour définir les fenêtres utilisées pour découper le cycle de manière à ce que les tables soient aussi linéaires que possible.

[0043] Comme en fonctionnement, les paramètres THR et CoG sont calculés de la même manière que celle utilisée pour calculer les paramètres cibles THR^* et CoG^* enregistrés dans les tables, une précision poussée de ces calculs n'est pas nécessaire.

[0044] A l'étape 15, on détermine des grandeurs de décalage pour le contrôle d'injection 11. Le signal de commande émis par le contrôle d'injection 11 correspond au signal de commande du cycle précédent, corrigé par les grandeurs de décalage déterminées à l'étape 15. De manière similaire aux paramètres THR et CoG , les grandeurs de décalage comprennent des grandeurs liées à la quantité de carburant injectée, et des grandeurs liées aux instants d'injection, ou de manière équivalente aux angles de vilebrequin d'injection.

[0045] Dans l'étape 15, on détermine pour chaque cylindre et pour chaque fenêtre la différence entre les paramètres THR , CoG , et THR^* , CoG^* , et cette différence sert de grandeur d'entrée à un régulateur PID 43. Les grandeurs de sorties calculées par le régulateur PID 43 sont ensuite fournies à un module d'harmonisation 44 et un module d'écrêtage 45.

[0046] Le module d'harmonisation 44 ne traite pas les grandeurs de sortie du régulateur PID 43 indépendamment les unes des autres, mais de manière globale. En se basant sur des règles, il permet d'assurer une cohérence entre les grandeurs de sortie du régulateur PID 43 avant que celles-ci ne deviennent les grandeurs de décalage fournies au contrôle d'injection 11. Par exemple, dans le cas d'un cycle présentant normalement deux pré-injections égales, il faut s'assurer que les grandeurs de décalage provoquent une même modification des deux pré-injections.

[0047] Le module d'écrêtage 45 permet de limiter l'amplitude des grandeurs de décalage pour garantir la robustesse de la régulation. En effet, en fonctionnement nominal les grandeurs de décalage devraient être nulles. La première stratégie 10 est une boucle rapide, c'est-à-dire qu'elle agit cycle par cycle. Les autres stratégies 20 et 30 permettent de maintenir un fonctionnement proche du fonctionnement nominal en cas de déviation trop importante. En effet, si une ou certaines des grandeurs de sortie du régulateur PID 43 sont trop importantes, elles sont écrêtées par le module 45, et la correction nécessaire peut être apportée par les stratégies 20 et 30 comme décrit ci-dessous.

[0048] La deuxième stratégie 20 est un diagnostic des grandeurs de décalage déterminées par la première stratégie 10. Le diagnostic a pour buts de contrôler continûment les sorties de la première stratégie 10, de détecter une dérive ou un dysfonctionnement du système, d'identifier la cause de la dérive et de demander à une autre stratégie de prendre des mesures correctives, si possible.

[0049] La deuxième stratégie 20 est une boucle lente, par opposition à la première stratégie 10 qualifiée de boucle

rapide, en ce sens qu'elle ne produit pas nécessairement un effet à chaque cycle. Le diagnostic réalisé par la deuxième stratégie 20 peut être divisé en deux étapes : dans une première étape, on contrôle les grandeurs de décalage déterminées par la première stratégie 10, et dans une deuxième étape on décide, en fonction du résultat de la première étape, si des mesures correctives sont nécessaires et dans l'affirmative, lesquelles.

5 **[0050]** La première étape est par exemple réalisée en définissant un seuil de déviation 46 et un seuil de dysfonctionnement 47 pour chaque grandeur de décalage. Les seuils 46 et 47 peuvent dépendre du régime moteur. La figure 9 représente les valeurs successives d'une des grandeurs de décalage $O(i)$ déterminées par la première stratégie 10, et les seuils 46 et 47. Tant que $O(i)$ est inférieur, en valeur absolue, au seuil de déviation 46, la valeur « 1-pas de problème » est associée à $O(i)$. Si $O(i)$ dépasse le seuil 46 tout en restant inférieure au seuil 47, la valeur « 2-déviaton détectée » est associée à $O(i)$. Enfin si $O(i)$ dépasse le seuil 47, la valeur « 3-dysfonctionnement détecté » est associée à $O(i)$.

10 **[0051]** Sur base des valeurs « 1-pas de problème », « 2-déviaton détectée » et « 3-dysfonctionnement détecté » associées aux différentes grandeurs de décalage, on décide à la deuxième étape si des mesures correctives doivent être prises, et si oui lesquelles. Cette décision peut être réalisée par exemple par un arbre de décision, dont un exemple est représenté à la figure 10.

15 **[0052]** Dans l'arbre de décision de la figure 10, si pour un cylindre donné et pour chaque grandeur de décalage liée à la quantité de carburant, l'état est « 2-déviaton détectée », on décide qu'une mesure de correction de la déviation est nécessaire pour le cylindre en question. Une telle mesure de correction est décrite ci-dessous en référence à la troisième stratégie 30. Si pour un cylindre donné et pour chaque grandeur de décalage liée aux instants d'injection, l'état est « 2-déviaton détectée », on décide qu'une mesure de correction de l'admission d'air est nécessaire pour le cylindre en question. Une telle mesure de correction est réalisée en modifiant les paramètres du contrôle du système d'admission d'air 40, par exemple en modifiant le taux de réutilisation des gaz.

20 **[0053]** Bien entendu, d'autres arbres de décision que celui représenté sur la figure 10 pourraient être utilisés. On remarque que la deuxième stratégie 20 pourrait être utilisée avec des grandeurs de décalage déterminées autrement qu'avec la première stratégie 10.

25 **[0054]** La troisième stratégie 30 est une correction d'une déviation d'injection. La figure 11 est un graphe qui représente la quantité de carburant délivrée par un injecteur, en fonction de la durée d'une impulsion présente dans le signal de commande de l'injecteur. La courbe 48 représente le comportement nominal de l'injecteur, et la courbe 49 représente le comportement de l'injecteur en cas de déviation, par exemple due à l'usure mécanique. On remarque que pour une impulsion de durée donnée, la quantité de carburant injectée en cas de déviation, donnée par la courbe 49, sera inférieure à la quantité de carburant nominale donnée par la courbe 48.

30 **[0055]** Comme le montre la figure 13, le contrôle d'injection 11 détermine un signal de commande d'injecteur comprenant une impulsion à l'étape 50. Ensuite, une durée de compensation est ajoutée à la durée de l'impulsion à l'étape 51, ce qui revient à décaler la courbe 49 vers la gauche comme le montre la figure 12, afin que la quantité de carburant injectée corresponde à la quantité nominale. La durée de compensation est déterminée à partir d'une table 52, en fonction de la pression de la rampe commune, comme le montre la flèche 53.

35 **[0056]** En début de vie, l'injecteur n'a subi normalement aucune déviation, et la table 52 contient uniquement des valeurs nulles. Le but de la troisième stratégie 30 est de mettre à jour la table 52, quand la deuxième stratégie 20 décide que cela devient nécessaire.

40 **[0057]** La troisième stratégie 30 est basée sur la corrélation entre la chaleur émise au cours d'une pré-injection (injection pilote) HR_PIL , et la quantité de carburant délivrée par l'injection pilote. Cette corrélation est représentée à la figure 14. HR_PIL est calculé en fonction de la pression interne du cylindre, de manière équivalente au calcul de THR dans la première stratégie 10, en définissant une fenêtre qui correspond à l'injection pilote.

[0058] La figure 15 est un schéma d'étapes qui représente un mode de réalisation en boucle fermée de la troisième stratégie 30.

45 **[0059]** L'étape 54 est facultative et consiste à calculer HR_PIL en l'absence d'injection pilote. Si le résultat est non nul, il peut être mémorisé en tant que grandeur de correction HR_COR qui sert à corriger HR_PIL à l'étape 56.

[0060] A l'étape 55, on calcule HR_PIL en présence d'une impulsion donnée qui produit une combustion pilote, et à l'étape 56 HR_PIL est comparé avec une valeur de référence HR_REF . HR_REF correspond à la chaleur émise lors d'une injection pilote de référence, qui dépend des spécifications de l'application particulière.

50 **[0061]** Si $HR_PIL < HR_REF - HR_A$, on passe à l'étape 57 où une variable $TRIM$ est augmentée proportionnellement à la différence $IHR_PIL - HR_REFI$. Ensuite on retourne à l'étape 55.

[0062] Si $HR_PIL > HR_REF + HR_A$, on passe à l'étape 58 où la variable $TRIM$ est diminuée proportionnellement à la différence $IHR_PIL - HR_REFI$. Ensuite on retourne à l'étape 55.

55 **[0063]** Si $|HR_PIL - HR_REF| < HR_A$, on passe à l'étape 59 où la variable $TRIM$ est utilisée pour mettre à jour la table 52.

[0064] HR_A est une marge d'erreur déterminée pour chaque application en fonction du rapport signal à bruit de l'émission de chaleur.

[0065] Ce mode de réalisation est appelé mode en boucle fermée car il fait appel à une boucle de calcul pour déterminer

la variable TRIM qui sert à mettre à jour la table 52

[0066] Dans un autre mode de réalisation de la troisième stratégie 30, la variable TRIM est déterminée sans faire appel à une boucle de calcul. Ce mode de réalisation est donc appelé mode en boucle ouverte.

5 **[0067]** Dans le mode en boucle ouverte, une courbe de référence est mémorisée, par exemple dans la mémoire du dispositif de régulation 2. Cette courbe de référence donne HR_PIL en fonction de la durée de l'impulsion d'injection, en l'absence de déviation de l'injecteur. Cette courbe de référence est par exemple mesurée lors d'une étape de calibrage lors de la mise en service de l'injecteur.

[0068] En fonctionnement, la variable TRIM est déterminée en fonction de la valeur HR_PIL calculée et de la valeur HR_PIL donnée par la courbe de référence.

10 **[0069]** Ensuite, la variable TRIM sert à mettre à jour la table 52.

[0070] On remarque que la troisième stratégie 30 pourrait être utilisée indépendamment de la première stratégie 10, par exemple avec une autre stratégie de régulation en boucle fermée pour déterminer les grandeurs de décalage utilisées par le contrôle d'injection 11.

15 **[0071]** Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec un mode de réalisation particulier, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

Revendications

20

1. Procédé de régulation d'un moteur à combustion interne (1), comprenant les étapes consistant à :

- 25
- déterminer (12, 13) un premier ensemble de grandeurs représentatives de la combustion dans un cylindre dudit moteur en fonction d'un signal de pression représentatif de la pression interne dudit cylindre au cours d'un cycle,
 - déterminer (11) au moins un signal de commande d'un injecteur en fonction dudit premier ensemble et d'un deuxième ensemble de grandeurs représentatives d'une combustion souhaitée,

25

caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

30

- déterminer une première courbe (16) représentative du rapport entre la dérivée de ladite pression interne et ladite pression interne au cours dudit cycle,
- déterminer une deuxième courbe (18) en fonction d'un régime moteur et d'une première table de données pré-enregistrées,
- 35 - déterminer une troisième courbe (17) qui serait représentative, en l'absence de combustion, du rapport entre la dérivée de ladite pression interne et ladite pression interne au cours dudit cycle, en fonction de ladite première courbe et ladite deuxième courbe,
- déterminer une quatrième courbe (42) représentative du taux d'émission de chaleur au cours d'un cycle en fonction de la différence entre ladite première courbe et ladite troisième courbe,
- 40 - déterminer ledit premier ensemble en fonction de ladite quatrième courbe.

35

40

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait qu'il** comprend les étapes consistant à :

- 45
- déterminer au moins une grandeur de quantité (THR) représentative de la quantité de chaleur émise au cours d'une portion dudit cycle, en fonction de ladite quatrième courbe,
 - déterminer au moins une grandeur de temps (CoG) représentative de la répartition de l'émission de chaleur au cours de ladite portion dudit cycle, en fonction de ladite quatrième courbe, ledit premier ensemble comprenant au moins ladite grandeur de quantité et ladite grandeur de temps.

50

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel ledit premier ensemble comprend un nombre déterminé supérieur à un de grandeurs de quantité et de grandeurs de temps correspondant à des portions respectives dudit cycle, ledit nombre déterminé étant le nombre maximal d'injection au cours d'un cycle.

55

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel ledit deuxième ensemble comprend au moins une grandeur de quantité cible (THR*) et une grandeur de temps cible (GoG*), ladite grandeur de quantité cible et ladite grandeur de temps cible étant déterminées (14) en fonction d'un régime moteur et d'une deuxième table de données pré-enregistrée.

EP 1 936 156 A1

- 5
5. Procédé selon la revendication 3 prise en combinaison avec la revendication 4, dans lequel lesdites portions respectives sont prédéterminées en fonction de ladite deuxième table de données.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant les étapes consistant à :
- déterminer (15) au moins une grandeur de décalage en fonction desdits premier et deuxième ensembles,
 - déterminer (11) ledit signal de commande en fonction de ladite au moins une grandeur de décalage.
- 10
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel ledit moteur comprend une pluralité de cylindres, ledit premier ensemble et ledit deuxième ensemble étant déterminés indépendamment pour chaque cylindre, ladite au moins une grandeur de décalage étant déterminée pour chaque cylindre en fonction de l'ensemble desdits premiers ensembles et deuxièmes ensembles.
- 15
8. Procédé selon la revendication 7, comprenant les étapes consistant à :
- tester (44, 45) si lesdites grandeurs de décalage vérifient une condition de validation,
 - dans la négative, modifier (44, 45) lesdites grandeurs de décalage.
- 20
9. Procédé selon l'une des revendications 6 à 8, comprenant les étapes consistant à :
- déterminer un état de fonctionnement dudit moteur en fonction de ladite au moins une grandeur de décalage (O(i)) et d'au moins un seuil (46,47),
 - déterminer un signal de correction en fonction dudit état de fonctionnement.
- 25
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel ledit signal de correction est un signal de correction d'injection, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :
- si ledit signal de correction d'injection indique qu'une correction est nécessaire, déterminer (30) un signal de décalage d'injection (TRIM),
 - modifier (51, 52) ledit signal de commande en fonction dudit signal de décalage.
- 30
11. Dispositif de régulation (2) apte à être relié à au moins un capteur de pression (3) et à au moins un injecteur, **caractérisé par le fait qu'il** comprend des moyens de régulation (10, 20, 30) aptes à mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 10.
- 35

Revendications modifiées conformément à la règle 137(2) CBE.

- 40
- 9.
- déterminer un signal de correction en fonction dudit état de fonctionnement.
- 45
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel ledit signal de correction est un signal de correction d'injection, ledit procédé comprenant les étapes consistant à :
- si ledit signal de correction d'injection indique qu'une correction est nécessaire, déterminer (30) un signal de décalage d'injection (TRIM),
 - modifier (51, 52) ledit signal de commande en fonction dudit signal de décalage.
- 50
11. Dispositif de régulation (2) apte à être relié à au moins un capteur de pression (3) et à au moins un injecteur, **caractérisé par le fait qu'il** comprend des moyens de régulation (10, 20, 30) configurés de manière à mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 10.
- 55

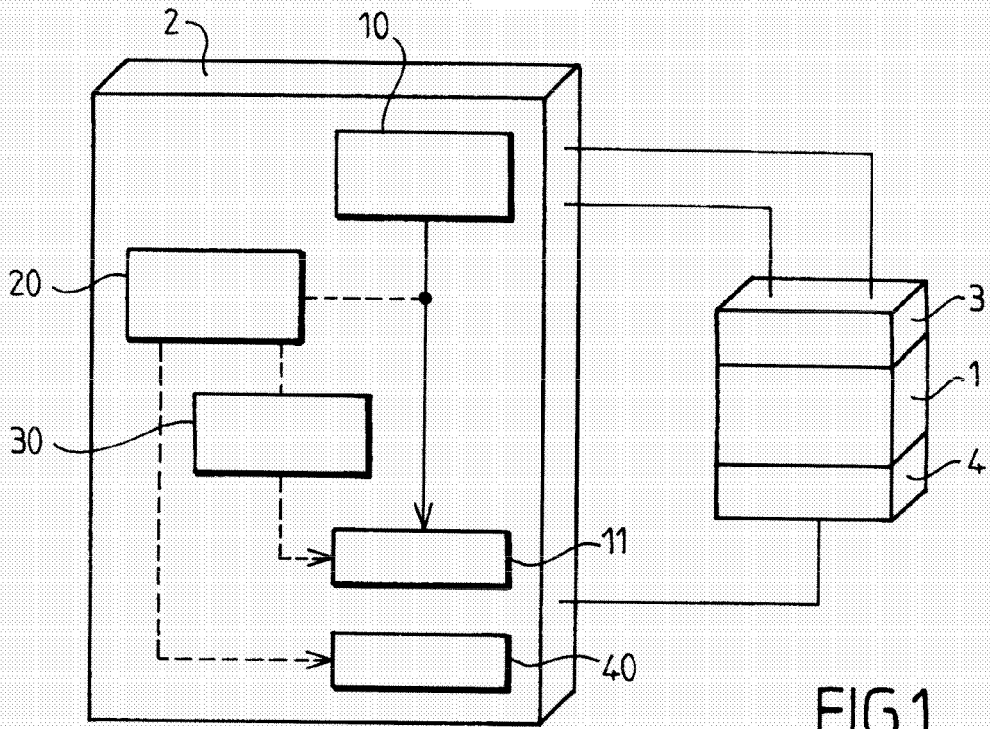


FIG. 1

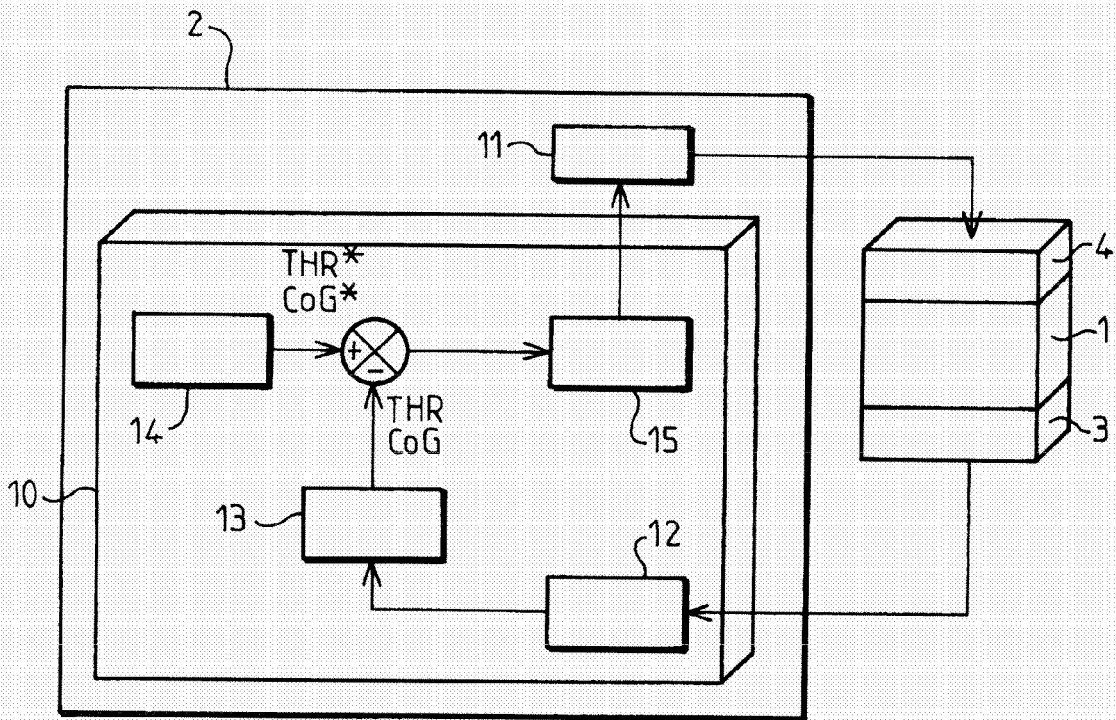


FIG. 2

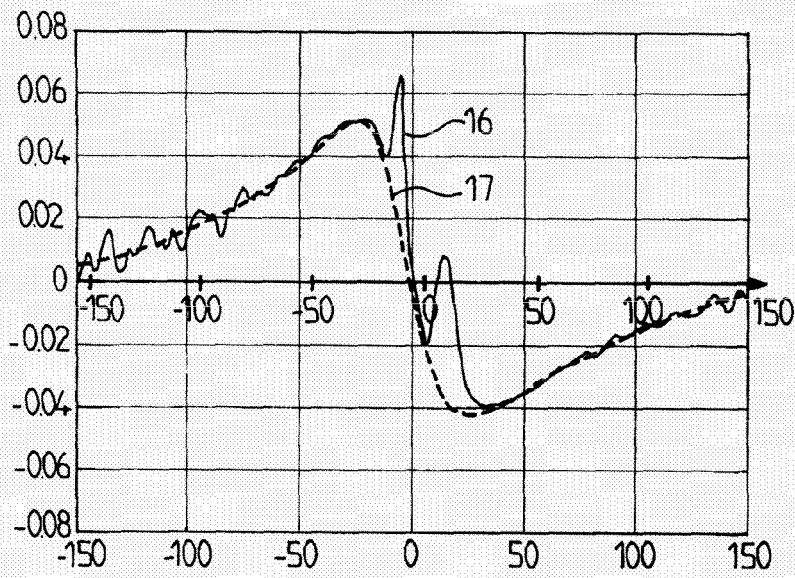


FIG. 3

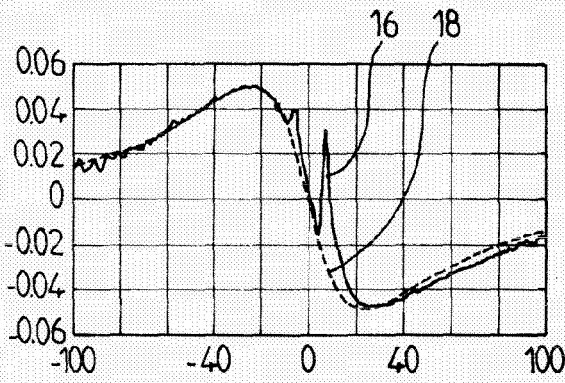


FIG. 4

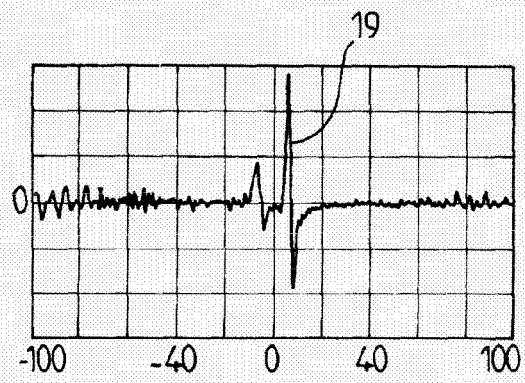


FIG. 5

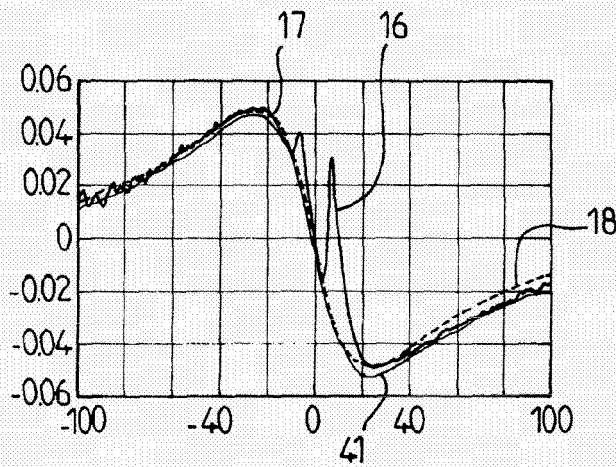


FIG. 6

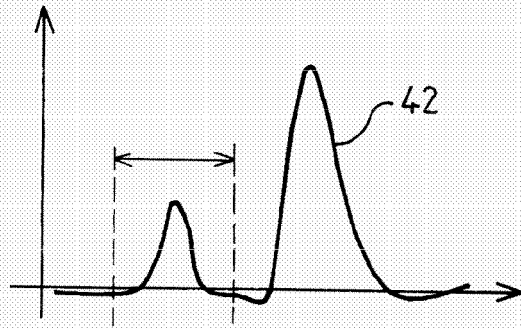


FIG.7

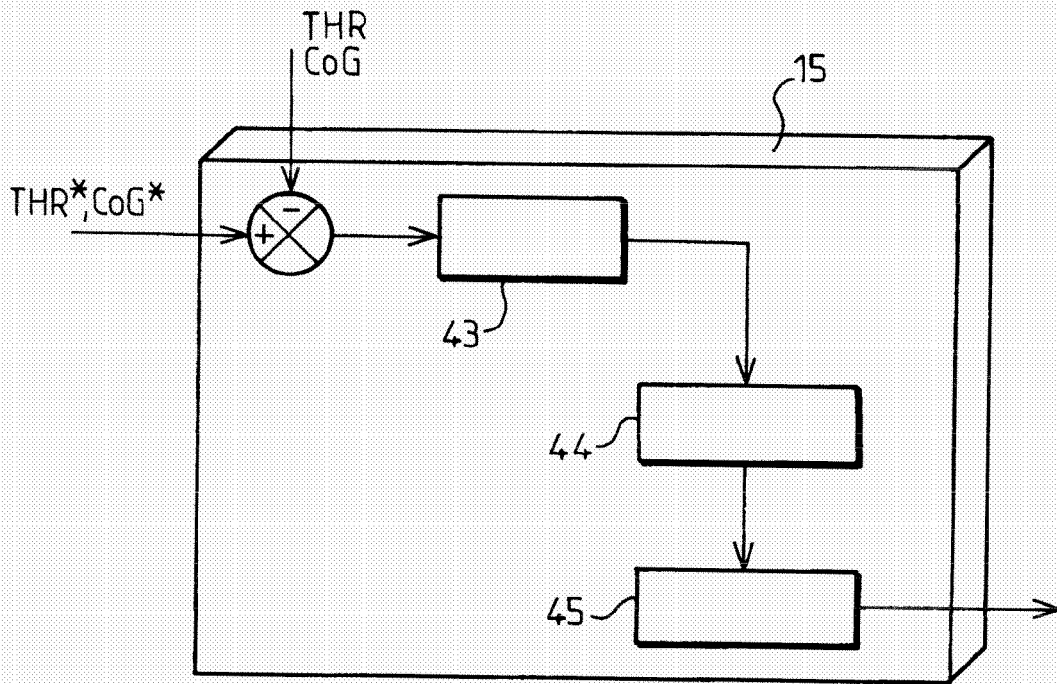


FIG.8

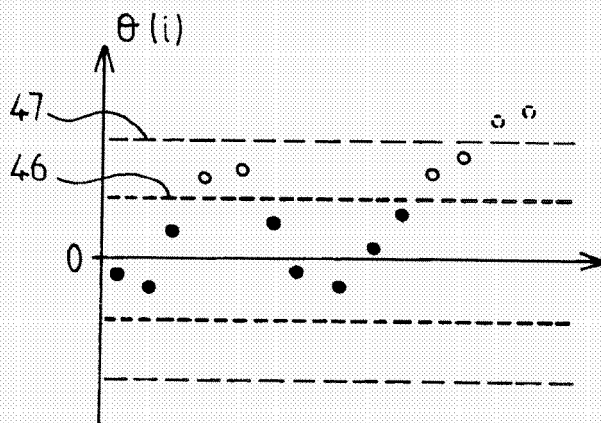


FIG.9

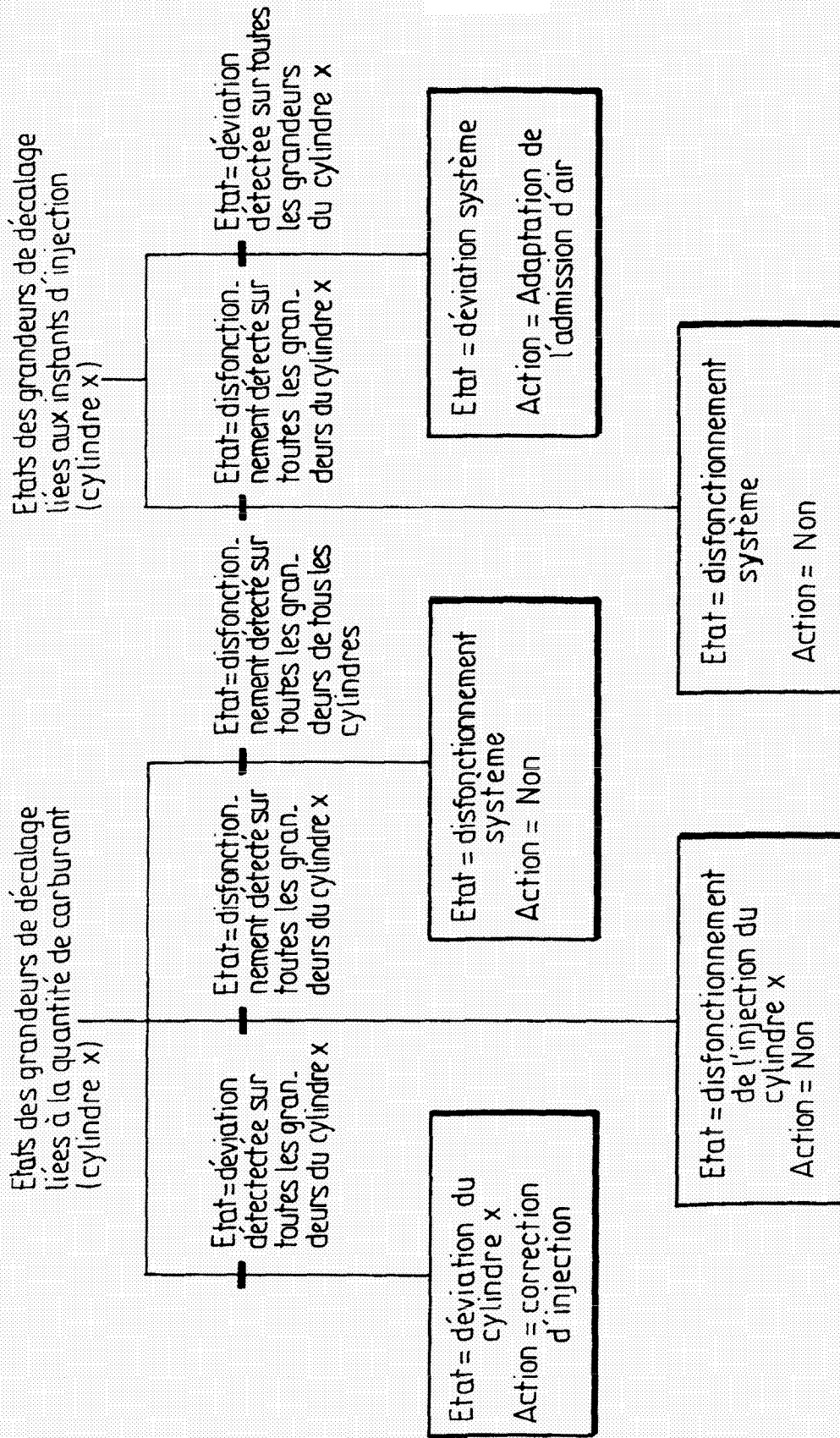


FIG.10

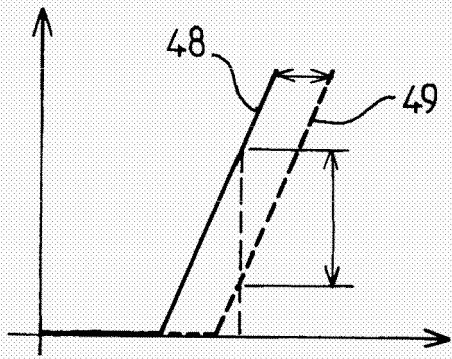


FIG. 11

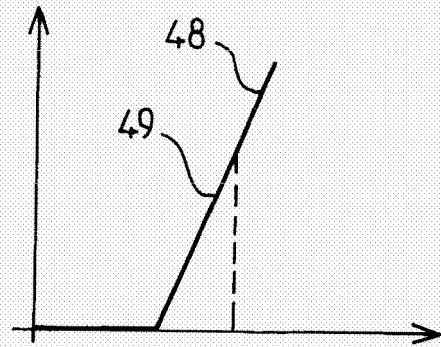


FIG. 12

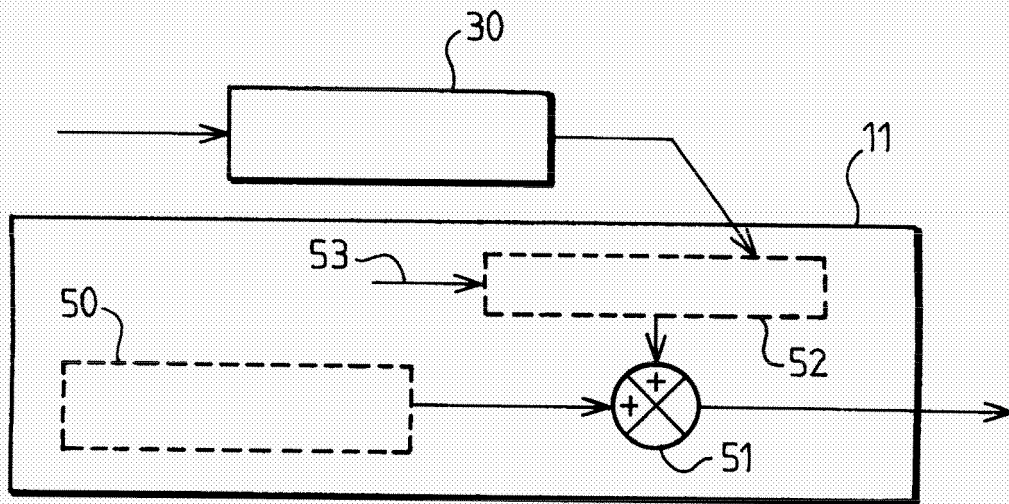


FIG. 13

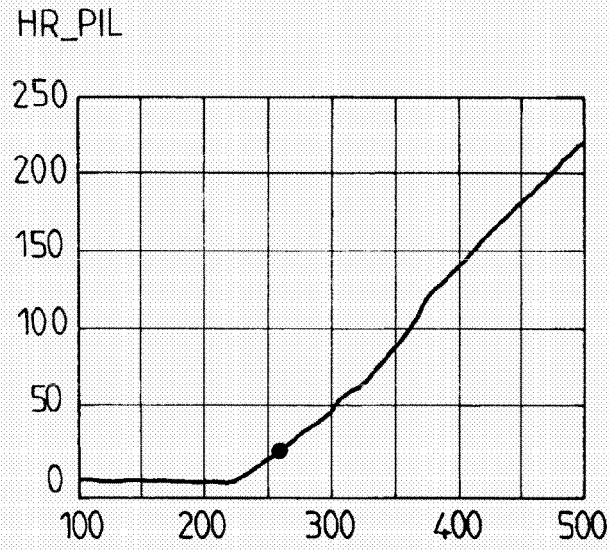


FIG.14

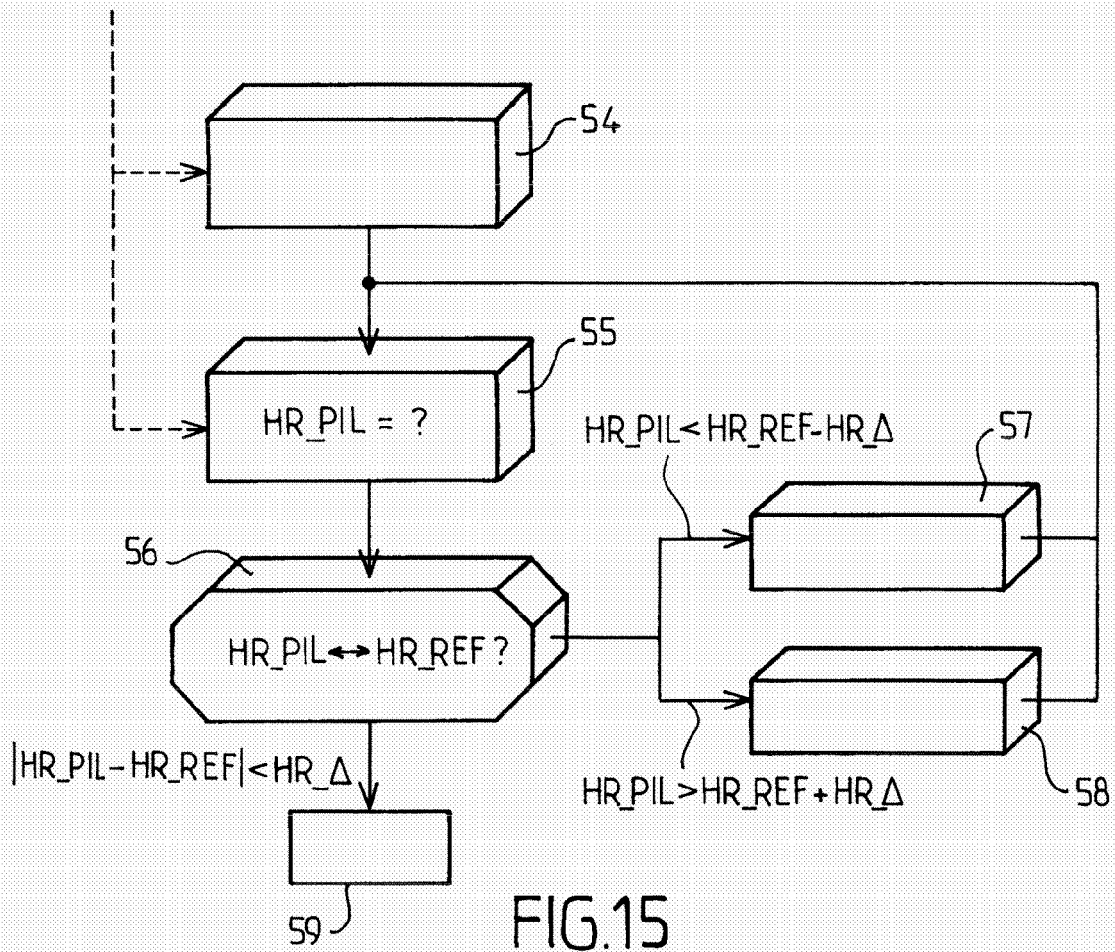


FIG.15



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 538 325 A (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; TOYOTA CHUO KENKYUSHO KK [JP]) 8 juin 2005 (2005-06-08)	11	INV. F02D35/02 F02D41/40
A	* le document en entier * -----	1-10	
X	EP 1 316 704 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 4 juin 2003 (2003-06-04)	11	ADD. F02D41/22 F02D41/24
A	* le document en entier * -----	1-4,6-10	
X	EP 1 731 740 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]; DELPHI TECH INC [US]) 13 décembre 2006 (2006-12-13)	11	
A	* alinéa [0013] - alinéa [0029]; figures 1,2 * -----	1-10	
X	US 6 843 231 B1 (DUFFY KEVIN P [US] ET AL) 18 janvier 2005 (2005-01-18)	11	
A	* figures 4,5 * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F02D
2 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 juin 2007	Aign, Torsten
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
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 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	

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

EP 06 30 1279

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.

08-06-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1538325	A	08-06-2005	AU 2003262000 A1	29-03-2004
			CN 1682025 A	12-10-2005
			WO 2004022959 A1	18-03-2004
			US 2005229903 A1	20-10-2005

EP 1316704	A	04-06-2003	DE 10159017 A1	18-06-2003
			JP 2003172197 A	20-06-2003
			US 2003127073 A1	10-07-2003

EP 1731740	A	13-12-2006	FR 2886679 A1	08-12-2006
			JP 2006342807 A	21-12-2006
			US 2006272611 A1	07-12-2006

US 6843231	B1	18-01-2005	AUCUN	

EPO FORM P0460

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

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

- FR 2864840 A1 [0003]