

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 987 422 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.01.2004 Bulletin 2004/05

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

(21) Numéro de dépôt: **99402003.0**

(22) Date de dépôt: **06.08.1999**

(54) **Dispositif de régulation de la richesse en carburant du mélange air/carburant admis dans un moteur à combustion interne**

Einrichtung zur Steuerung der Anreicherung eines Kraftstoffluftgemisches in einer Einspritzbrennkraftmaschine

Device for controlling the strength of an air-fuel mixture injected in an internal combustion engine

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES GB IT

• **Mollet, Jean-Claude**
92380 Garches (FR)

(30) Priorité: **17.09.1998 FR 9811628**

(74) Mandataire: **Srour, Elie et al**

(43) Date de publication de la demande:
22.03.2000 Bulletin 2000/12

Renault,
Département 00267
TCR AVA 0-56,
1, avenue du Golf
78288 Guyancourt Cedex (FR)

(73) Titulaire: **Renault s.a.s.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 849 454 **FR-A- 2 755 184**
US-A- 5 265 575

(72) Inventeurs:
• **Beurthey, Stéphan**
91430 Vauhallan (FR)

EP 0 987 422 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention est relative à dispositif de régulation de la richesse en carburant d'un mélange air/carburant d'alimentation des cylindres d'un moteur à combustion interne, et, plus particulièrement, à un tel dispositif du type qui comprend a) des moyens d'évaluation d'une valeur de la masse de carburant à injecter dans le moteur en fonction du régime dudit moteur et du débit d'air admis dans le moteur, b) des moyens de mesure du couple délivré par le moteur, à chaque point mort haut des pistons desdits cylindres, et c) des moyens d'estimation d'une grandeur représentative de l'instabilité dudit couple.

[0002] On connaît un tel dispositif de la demande de brevet français n° 96 13369 (n° de publication 2 755 184) déposée par la demanderesse. Dans ce dispositif, la grandeur représentative des instabilités du couple est utilisée, après filtrage, par un système expert qui détermine, à chaque point mort haut des pistons des cylindres du moteur, une valeur de correction à ajouter à une richesse "souhaitée" pour définir la richesse de consigne suivie par le dispositif.

[0003] Un tel dispositif permet d'alimenter le moteur avec un mélange air/carburant dont la richesse en carburant peut être réglée à un niveau bas, inférieur à celui correspondant à la stoechiométrie et néanmoins compatible avec un fonctionnement correct du moteur, ce qui minimise évidemment la pollution de l'environnement due aux gaz d'échappement du moteur.

[0004] Comme on le sait, cette pollution provient actuellement, pour une part importante, des moteurs à combustion interne propulsant les véhicules automobiles. Pour réduire cette pollution, on développe actuellement des moteurs à combustion interne susceptibles de fonctionner soit en mélange air/carburant "pauvre" en carburant soit en mélange à composition stoechiométrique, ou plus riche encore.

[0005] La régulation de la richesse en carburant d'un mélange air/carburant alimentant un tel moteur a pour but d'adapter celle-ci à l'apparition d'éventuelles perturbations dues aux conditions de roulement du véhicule et à tenir compte de divers facteurs tels que les éventuelles dispersions des caractéristiques des moteurs d'une même famille, les variations de ces caractéristiques dues au vieillissement des moteurs, les contraintes en matière de confort de conduite et le respect des normes de pollution.

[0006] Le dispositif décrit dans la demande de brevet précitée répond généralement à ce que l'on en attend mais présente cependant des inconvénients. En particulier, il exige la présence d'une sonde de mesure de la richesse du mélange air/carburant, organe très coûteux qui grève lourdement le prix du dispositif. En outre la stratégie de régulation exécutée par ce dispositif ne permet pas de réguler, cylindre par cylindre, la quantité d'essence injectée dans ces cylindres par les injecteurs commandés couramment utilisés aujourd'hui à cet effet. Une telle commande cylindre par cylindre permettrait cependant d'abaisser encore la quantité du carburant utilisée par le moteur, et donc les émissions polluantes qui en découlent.

[0007] On connaît par ailleurs de la demande de brevet européen n° 490 392 un appareil de commande du couple délivré par un moteur à combustion interne conçu pour évaluer globalement les instabilités de couple de tous les cylindres du moteur, dans une zone de fonctionnement particulière de ce moteur, à partir des instabilités observées lors d'un certain nombre de combustions successives du mélange air/carburant dans ces cylindres. Cette stratégie présente l'inconvénient majeur d'être à réaction lente du fait qu'il faut attendre l'exécution d'un nombre important de combustions successives pour évaluer l'instabilité du couple et en déduire une correction de la richesse du mélange. En outre, la correction obtenue n'est pas optimale à tous les points de fonctionnement d'une même zone de fonctionnement du moteur.

[0008] La présente invention a donc pour but de réaliser un dispositif de régulation de la richesse en carburant d'un mélange air/carburant d'alimentation des cylindres d'un moteur à combustion interne, en fonction des instabilités du couple délivré par le moteur, qui ne présente pas les inconvénients évoqués ci-dessus des dispositifs de la technique antérieure et qui, en particulier, n'exige pas l'utilisation d'une sonde de mesure de la richesse du mélange air/carburant d'alimentation du moteur, soit peu sensible aux changements de points de fonctionnement du moteur, et soit susceptible d'assurer une régulation cylindre par cylindre de l'alimentation en carburant de ce moteur.

[0009] On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un dispositif de régulation de la richesse en carburant du mélange air/carburant d'alimentation des cylindres d'un moteur à combustion interne comprenant a) des moyens d'évaluation d'une valeur (M_{eval}) de la masse de carburant à injecter dans le moteur en fonction du régime dudit moteur et du débit d'air admis dans le moteur, b) des moyens de mesure du couple délivré par le moteur, à chaque point mort haut des pistons desdits cylindres, c) des moyens d'estimation d'au moins une grandeur représentative de l'instabilité dudit couple, ce dispositif étant remarquable en ce qu'il comprend d) des moyens de calcul de la masse de carburant (M_{inj}) à injecter réellement dans le moteur par correction de ladite valeur évaluée (M_{eval}), en fonction de l'écart entre ladite instabilité et une instabilité de consigne elle-même fonction dudit régime et dudit débit d'air,

[0010] Suivant un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention, lesdits moyens de calcul tirent la masse de carburant (M_{inj}) de la relation :

$$M_{inj} = M_{eval}(1 + a),$$

où a est un coefficient de régulation fonction de l'écart précité.

[0011] Suivant un deuxième mode de réalisation du dispositif selon l'invention, les moyens d'estimation délivrent, pour chaque cylindre du moteur, une grandeur représentative de l'instabilité du couple moteur délivré par ledit cylindre, et lesdits moyens de calcul délivrent, pour chacun de ces cylindres, la masse de carburant à injecter réellement dans le cylindre, par correction d'une masse de carburant évaluée (M_{eval}^i) pour chaque cylindre à partir du régime du moteur et du débit d'air admis dans le moteur, en fonction de l'écart entre ladite instabilité et l'instabilité de consigne.

[0012] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- les figures 1 et 2 sont respectivement des diagrammes fonctionnels de premier et deuxième modes de réalisation du dispositif suivant l'invention, et
- la figure 3 est un graphe utile à la description du fonctionnement du dispositif suivant l'invention.

[0013] On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le mode de réalisation représenté du dispositif suivant l'invention comprend :

- des moyens 10 d'évaluation d'une valeur M_{eval} de la masse de carburant à injecter dans les cylindres d'un moteur à combustion interne (non représenté), en fonction du régime n et du débit d'air D_a admis dans le moteur,
- des moyens 11 de mesure du couple C_k délivré par le moteur, à chaque point mort haut d'ordre k des pistons des cylindres de ce moteur,
- des moyens 12 d'estimation, à chacun de ces points morts haut, d'une grandeur VAL_k représentative des instabilités de ce couple, et
- des moyens de calcul 13 de la masse de carburant à injecter réellement dans le moteur par correction de la masse évaluée M_{eval} , en fonction d'un écart entre l'instabilité estimée VAL_k et une instabilité de consigne INSTACONS tirée d'une mémoire 14 dont les entrées sont le régime n et le débit d'air admis D_a précités.

[0014] Les moyens décrits ci-dessus sont intégrés à un calculateur numérique (non représenté) de gestion du moteur, classiquement associé à celui-ci, et ceci y compris les moyens 11 de mesure du couple dont on sait qu'ils peuvent prendre la forme d'un logiciel (voir par exemple sur ce point le couplemètre "logiciel" décrit dans le document US-A-4 691 288). Les mémoires du calculateur peuvent accueillir d'autre part les données relatives à l'instabilité de consigne et à la masse M_{eval} évoquées ci-dessus, tabulées en fonction de n et D_a .

[0015] Les moyens 12 d'estimation de l'instabilité du couple, alimentés par les informations fournies par le couplemètre logiciel 11 sont, dans ce premier mode de réalisation de l'invention, constitués par un logiciel d'exécution de la stratégie d'estimation décrite dans la demande de brevet français n° 96 13369 (FR-A-2755 184) précitée, demande à laquelle on se reportera pour plus de détails sur ce point.

[0016] A chaque point mort haut d'un piston d'un des cylindres du moteur, on calcule une grandeur dont l'expression, au point mort d'ordre k - 1 est la suivante :

$$VAL_{k-1} = \left| \sum_{j=1}^{j=1/2P(4,N)} (-1)^{j+1} (C_{k-j} - C_{k-j-N} + C_{k-2P(4,N)+j-1+N} - C_{k-2P(4,N)-j-1}) \right|$$

avec P(4,N) plus petit commun multiple de 4 et de N, nombre de cylindres du moteur, et j entier positif.

[0017] L'instabilité de couple ainsi chiffrée par VAL_{k-1} est une estimation "globale", non attachée à un cylindre particulier du moteur.

[0018] Les moyens de calcul 13 constituent, à proprement parler, un régulateur qui corrige la valeur M_{eval} délivrée par les moyens 10 de manière à fournir au calculateur précité la quantité de carburant M_{inj} qui doit être réellement fournie aux cylindres du moteur, cette correction s'opérant comme suit :

$$M_{inj} = M_{eval}(1 + a)$$

où a est un coefficient de régulation dont la valeur a_k à chaque point mort haut d'ordre k est calculée à l'aide de la relation suivante :

$$a_k = a_{k-1} + \alpha (VAL_k - INSTACONS)$$

où INSTACONS est l'instabilité de consigne précitée, stockée dans la mémoire du calculateur en fonction de la vitesse de rotation du moteur et du débit d'air, et où α est un coefficient positif. Lorsque l'instabilité de combustion VAL_k est supérieure à l'instabilité de consigne INSTACONS, la masse de carburant à injecter augmente en faisant ainsi diminuer l'instabilité de combustion. Cette diminution apparaît sur le graphe de la figure 3 qui représente les variations de VAL_k en fonction de la masse de carburant injectée M_{inj} , pour un débit d'air admis D_a constant. La valeur de M_{eval} étant proche de la valeur optimale, on fixe à $a_0 = 0$ la valeur de départ de a .

[0019] Dans le cas d'un moteur à quatre cylindres (i de 1 à $N = 4$) l'expression donnée ci-dessus de VAL_{k-1} , rapportée au point mort haut d'ordre k , se simplifie et devient :

$$VAL_k = |C_k - C_{k-1} - C_{k-2} + C_{k-3} - C_{k-4} + C_{k-5} + C_{k-6} - C_{k-7}|$$

[0020] On se réfère maintenant à la figure 2 du dessin annexé pour décrire un deuxième mode de réalisation du dispositif suivant l'invention, conçu pour assurer une régulation cylindre par cylindre, de la richesse du mélange air/carburant d'alimentation de ces cylindres.

[0021] Comme représenté, ce deuxième mode de réalisation comprend des moyens 10', 11', 12', 13' et 14' analogues aux moyens 10, 11, 12, 13 et 14 correspondants du mode de réalisation de la figure 1, à ceci près que les moyens 10', 12' et 13' calculent chacun des groupes de i valeurs de grandeurs M_{eval}^i , CYL_k^i et M_{inj}^i respectivement, rapportées chacune à l'un des cylindres i du moteur (i de 1 à N , nombre de cylindres du moteur).

[0022] Plus précisément, les moyens 12' calculent à chaque point mort haut du cylindre i , et ceci pour chacun des cylindres du moteur, une grandeur CYL_k^i dont l'expression, au point mort haut d'ordre k est :

$$CYL_k^i = |C_k - C_{k-N} - C_{k-2N} + C_{k-3N}|$$

[0023] Le régulateur 13 calcule la masse d'essence M_{inj}^i à injecter réellement dans le cylindre i à l'aide de la valeur évaluée M_{eval}^i délivrée par les moyens 10', et de la relation :

$$M_{inj}^i = M_{eval}^i \cdot (1 + b^i)$$

où b^i est un coefficient de régulation concernant le cylindre i , calculé après chaque combustion dans ce cylindre par la relation :

$$b_k^i = b_{k-N}^i + \beta (CYL_k^i - INSTACONS)$$

où INSTACONS est l'instabilité de consigne de la régulation, stockée dans la mémoire du calculateur en fonction de la vitesse n de rotation du moteur et du débit d'air D_a et β est un coefficient positif. On fixe b_0^i à 0. Lorsque l'instabilité de combustion CYL_k^i est supérieure à l'instabilité de consigne INSTACONS, la masse d'essence à injecter augmente en faisant ainsi diminuer l'instabilité de combustion, comme cela apparaît sur le graphe de la figure 3.

[0024] Dans le cas d'un moteur à quatre cylindres ($N = 4$), on a :

$$CYL_k^i = |C_k - C_{k-4} - C_{k-8} + C_{k-12}|$$

[0025] CYL_k^i a une valeur nulle quand le couple délivré par le moteur est constant. La valeur CYL_k^i est particulièrement bien représentative des instabilités de combustion car elle est insensible à la fois aux variations linéaires du couple et aux alternances de bonnes et de mauvaises combustions dans un même cylindre du moteur.

[0026] Lorsque la combustion du mélange air/carburant est trop instable, les régulations établies par les dispositifs décrits ci-dessus sont lentes et le conducteur d'un véhicule équipé d'un moteur à combustion interne ainsi régulé en richesse ressent alors des à-coups désagréables du point de vue du confort de conduite du véhicule. En outre, comme

cela apparaît sur le graphe de la figure 3, lorsque la masse de carburant injectée est trop faible par rapport à la masse d'air entrant dans le cylindre (soit en dessous du seuil S), le mélange ne brûle plus et une régulation faisant intervenir les instabilités de combustion n'est alors plus possible.

[0027] Pour surmonter ces difficultés, l'invention prévoit de substituer une régulation dite "rapide" à l'une ou l'autre des deux régulations décrites ci-dessus, lorsque le couple C_k tombe en dessous d'une valeur de couple minimale C_{mini} stockée dans la mémoire du calculateur en fonction de la vitesse n de rotation du moteur et du débit d'air D_a entrant dans celui-ci. Ainsi, à chaque point mort haut k , si C_k est inférieur à C_{mini} , la valeur a_k du coefficient a utilisé par le régulateur 13 du mode de réalisation de la figure 1 est tirée de l'expression :

$$a_k = \max(a_{k-1} + C_1, C_2)$$

où $\max$ représente la plus grande valeur entre $(a_{k-1} + C_1)$ et C_2 , C_1 et C_2 étant des constantes stockées dans la mémoire du calculateur.

[0028] Dans le cas du dispositif de régulation cylindre par cylindre de la figure 2, à chaque point mort haut k , si C_k^i est inférieur à C_{mini} , le coefficient b_i attaché au cylindre i où vient de s'opérer une combustion du mélange air/carburant, est tiré de l'expression :

$$b_k^i = \max(b_{k-N}^i + C_1, C_2)$$

[0029] Il apparaît maintenant que le dispositif suivant l'invention permet bien d'atteindre les buts annoncés, à savoir assurer l'optimisation de la consommation en carburant d'un moteur par un suivi étroit des instabilités du couple qu'il délivre, et ceci dans toutes les zones de fonctionnement du moteur, ce dispositif restant cependant de réalisation économique du fait qu'il permet de se passer d'une sonde à oxygène.

[0030] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. C'est ainsi qu'on pourrait combiner les deux régulations "globale" et "cylindre par cylindre" en calculant la masse de carburant à injecter réellement dans le cylindre i par une relation du type:

$$M_{\text{inj}}^i = M_{\text{eval}}^i (1 + b^i) (1 + a).$$

Revendications

1. Dispositif de régulation de la richesse en carburant d'un mélange air/carburant admis dans les cylindres d'un moteur à combustion interne, du type qui comprend :

- a) des moyens (10;10') d'évaluation d'une valeur (M_{eval}) de la masse de carburant à injecter dans le moteur en fonction du régime (N) dudit moteur et du débit d'air admis (D_0) dans le moteur,
- b) des moyens (11;11') de mesure du couple (C_k) délivré par le moteur, à chaque point mort haut des pistons desdits cylindres,
- c) des moyens (12;12') d'estimation d'au moins une grandeur ($VAL_k; CYL_k$) représentative de l'instabilité dudit couple,

caractérisé en ce qu'il comprend :

- d) des moyens (13;13') de calcul de la masse de carburant (M_{inj}) à injecter réellement dans le moteur par correction de ladite valeur évaluée (M_{eval}), en fonction de l'écart entre ladite instabilité ($VAL_k; CYL_k$) et une instabilité de consigne (INSTACONS) elle-même fonction dudit régime (n) et dudit débit d'air (D_a).

2. Dispositif conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de calcul (10) tirent la masse de carburant (M_{inj}) de la relation :

$$M_{\text{inj}} = M_{\text{eval}} (1 + a),$$

où a est un coefficient de régulation.

3. Dispositif conforme à la revendication 2, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de calcul (10) tirent, à chaque

point mort haut (k), la valeur a_k dudit coefficient de régulation (a) de la relation :

$$a_k = a_{k-1} + \alpha (VAL_k - INSTACONS)$$

où α est un coefficient positif.

4. Dispositif conforme à la revendication 1,2 ou 3, **caractérisé en ce que** la grandeur (VAL_k) représentative de l'instabilité globale du couple au point mort haut d'ordre k est tirée de l'expression :

$$VAL_{k-1} = \left| \sum_{j=1}^{j=1/2P(4,N)} (-1)^{j+1} (C_{k-j} - C_{k-j-N} + C_{k-2P(4,N)+j-1+N} - C_{k-2P(4,N)-j-1}) \right|$$

avec $P(4,N)$ plus petit commun multiple de 4 et de N, nombre de cylindres du moteur et j entier positif.

5. Dispositif conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens (12') d'estimation délivrent, pour chaque cylindre (i) du moteur, une grandeur (CYL_k^i) représentative de l'instabilité du couple moteur délivré par ledit cylindre (i) et **en ce que** lesdits moyens (13') de calcul délivrent, pour chacun desdits cylindres (i), la masse de carburant M_{inj}^i à injecter réellement dans ledit cylindre (i), par correction d'une masse de carburant évaluée (M_{eval}^i) pour chaque cylindre (i) à partir du régime (n) et du débit d'air admis (D_a) du moteur, en fonction de l'écart entre ladite instabilité (CYL_k^i) et une instabilité de consigne (INSTACONS), elle-même fonction dudit régime et dudit débit d'air.

6. Dispositif conforme à la revendication 5, **caractérisé en ce que** lesdits moyens d'estimation tirent la masse de carburant (M_{inj}^i) à injecter réellement dans le cylindre (i) de la relation :

$$(M_{inj}^i) = (M_{eval}^i) \cdot (1 + b^i)$$

où b^i est un coefficient de régulation attaché au cylindre i.

7. Dispositif conforme à la revendication 6, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de calcul (13') tirent, après chaque combustion d'ordre k dans le cylindre (i), la valeur du coefficient (b^i) de la relation suivante :

$$b_k^i = b_{k-N}^i + \beta (CYL_k^i - INSTACONS)$$

où β est un coefficient positif et N le nombre de cylindres du moteur.

8. Dispositif conforme à l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** ladite grandeur (CYL_k^i) représentative des instabilités du couple délivré par le cylindre (i) est tiré de l'expression :

$$CYL_k^i = |C_k - C_{k-N} - C_{k-2N} + C_{k-3N}|$$

9. Dispositif conforme à la revendication 2, **caractérisé en ce que**, quand le couple (C_k) délivré par les moyens (11) de mesure du couple est inférieur à une valeur (C_{mini}) prédéterminée, lesdits moyens de calcul (13) tirent la valeur a_k du coefficient (a) de la relation :

$$a_k = \max(a_{k+1} + C_1, C_2)$$

C_1 et C_2 étant des constantes.

10. Dispositif conforme à la revendication 6, **caractérisé en ce que**, quand le couple (C_k) délivré par les moyens (11') de mesure du couple est inférieur à une valeur (C_{mini}) prédéterminée, lesdits moyens de calcul (13') tirent la valeur (b_k^i) du coefficient (b^i) au point mort haut k de la relation :

$$b_k^i = \max(b_{k-N}^i + C_1, C_2)$$

C_1 et C_2 étant des constantes.

11. Dispositif conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens d'estimation produisent une grandeur (VAL_k) représentative de l'instabilité globale du couple délivré par le moteur et une pluralité de (N) grandeurs (CYL_k^i) représentatives chacune de l'instabilité du couple délivré par un cylindre (i) particulier du moteur, et **en ce que** lesdits moyens de calcul tirent la masse de carburant (M_{inj}) à injecter dans le cylindre (i) de la relation :

$$M_{\text{inj}}^i = M_{\text{eval}}(1 + b_k^i)(1 + a_k)$$

les coefficients b^i et a_k étant définis par les revendications 3 et 7 respectivement.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Regelung des Brennstoff Mischungsverhältnisses einer Luft-/Brennstoffmischung, die in die Zylinder eines Verbrennungsmotors eingelassen wird, vom Typ welcher umfasst:

a) Mittel (10;10') zum Ermitteln eines Werts (M_{eval}) der einzuspritzenden Brennstoffmenge, in Abhängigkeit von der Drehzahl (N) des Motors und von dem in den Motor eingelassenen Luftstrom (D_0),

b) Mittel (11;11') zum Messen des Drehmoments (C_k) des Motors, an jedem oberen Totpunkt der Kolben der Zylinder,

c) Mittel (12;12') zum Schätzen von mindestens einer Größe ($VAL_k; CYL_k$), welche die Instabilität des Drehmoments repräsentiert,

dadurch gekennzeichnet, dass sie umfasst:

d) Mittel (13;13') zum Berechnen der Brennstoffmenge (M_{inj}), die tatsächlich in den Motor einzuspritzen ist, durch Korrektur des ermittelten Werts (M_{eval}), abhängig von der Spanne zwischen der Instabilität ($VAL_k; CYL_k$) und einer Einstell-Instabilität (INSTACONS), die ihrerseits abhängt von der Drehzahl (n) und dem Luftstrom (D_a).

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Berechnung (10) die Brennstoffmenge (M_{inj}) der Relation

$$M_{\text{inj}} = M_{\text{eval}}(1 + a)$$

entnehmen, wobei a ein Regelungskoeffizient ist.

3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Berechnung (10) an jedem oberen Totpunkt, den Wert a_k des Regelungskoeffizienten (a) der Relation

$$a_k = a_{k-1} + \alpha (VAL_k - INSTACONS)$$

entnehmen, wobei α ein positiver Koeffizient ist.

4. Vorrichtung gemäß der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe (VAL_k), welche die globale Instabilität des Drehmoments am oberen Totpunkt der Ordnung k repräsentiert, dem folgenden Ausdruck entnommen wird:

$$VAL_{k-1} = \left| \sum_{j=1}^{j=1/2P(4,N)} (-1)^{j+1} (C_{k-j} - C_{k-j-N} + C_{k-2P(4,N)+j-1+N} - C_{k-2P(4,N)-j-1}) \right|$$

mit $P(4,N)$ dem kleinsten gemeinsamen Vielfachen von 4 und von N, Anzahl der Zylinder des Motors und j stets positiv.

5. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schätz-Mittel (12') für jeden Zylinder (i) des Motors, eine Größe (CYL_k^i) liefern, welche die Instabilität des von dem Zylinder (i) gelieferten Drehmoments repräsentiert, und dadurch, dass die Berechnungs-Mittel (13') für jeden Zylinder (i), die Brennstoffmenge M_{inj}^i liefern, die tatsächlich in den Zylinder (i) einzuspritzen ist, durch Korrektur einer für jeden Zylinder (i) ermittelten Brennstoffmenge (M_{eval}^i), ausgehend von der Drehzahl (n) und dem eingelassenen Luftstrom (D_a) des Motors, abhängig von der Spanne zwischen der Instabilität (CYL_k^i) und einer Einstell-Instabilität (INSTACONS), ihrerseits abhängig von der Drehzahl und dem Luftstrom.

6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schätz-Mittel die Brennstoffmenge (M_{inj}^i), die tatsächlich in den Zylinder (i) einzuspritzen ist, der Relation

$$(M_{inj}^i) = (M_{eval}^i) \cdot (1 + b^i)$$

entnimmt, wobei b^i ein Regelungskoeffizient ist, der mit dem Zylinder i verbunden ist.

7. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnungs-Mittel (13'), nach jeder Verbrennung der Ordnung k in dem Zylinder (i), den Wert des Koeffizienten (b^i) der folgenden Relation entnimmt:

$$b_k^i = b_{k-N}^i + \beta (CYL_k^i - INSTACONS)$$

wobei β ein positiver Koeffizient und N die Anzahl der Zylinder des Motors ist.

8. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe (CYL_k^i), welche die Instabilitäten des von dem Zylinder (i) gelieferten Drehmoments repräsentiert, dem folgenden Ausdruck entnommen wird:

$$CYL_k^i = |C_k - C_{k-N} - C_{k-2N} + C_{k-3N}|$$

9. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn das Drehmoment (C_k), das von den Drehmoment-Mess-Mitteln (11) geliefert wird, kleiner als ein vorher festgelegter Wert (C_{mini}) ist, wobei die Berechnungs-Mittel (13) den Wert a_k des Koeffizienten (a) dem Verhältnis

$$a_k = \max(a_{k+1} + C_1, C_2)$$

entnehmen, wobei C_1 und C_2 Konstanten sind.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass**, wenn das Drehmoment (C_k), das durch die Drehmoment-Mess-Mittel (11') geliefert wird, kleiner als ein vorher festgelegter Wert (C_{mini}) ist, die Berechnungs-Mittel (13') den Wert (b_k^i) des Koeffizienten (b^i) am oberen Totpunkt k der Relation

$$b_k^i = \max(b_{k-N}^i + C_1, C_2)$$

entnehmen, wobei C_1 und C_2 Konstanten sind.

11. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schätz-Mittel eine Größe (VAL_k) produzieren, welche die globale Instabilität des durch den Motor gelieferten Drehmoments repräsentiert, und eine Vielzahl von (N) Größen (CYL_k^i), die jede die Instabilität des durch einen bestimmten Zylinder (i) gelieferten Drehmoments repräsentieren, und dadurch, dass die Berechnungsmittel die Brennstoffmenge (M_{inj}), die in den Zylinder (i) einzuspritzen ist, der Relation

$$M_{inj}^i = M_{eval}(1 + b_k^i)(1 + a_k)$$

entnehmen, wobei die Koeffizienten b^i und a_k durch die Ansprüche 3 bzw. 7 definiert sind.

Claims

1. A device for regulating the fuel richness of an air/fuel mixture taken into the cylinders of an internal combustion engine, of the type comprising:

a) means (10, 10') for evaluating a value (M_{eval}) of the fuel mass to be injected into the engine as a function of the speed (N) of the engine and the air flow (D_o) taken into the engine,

b) means (11, 11') for measuring the torque (C_k) supplied by the engine at each top dead centre of the pistons of these cylinders,

c) means (12, 12') for estimating at least one magnitude (VAL_k ; CYL_k) representative of the instability of this torque,

characterised in that it comprises:

d) means (13, 13') for calculating the fuel mass (M_{inj}) actually to be injected into the engine by correction of the evaluated value (M_{eval}) as a function of the difference between the instability (VAL_k ; CYL_k) and a reference instability (INSTACONS) itself a function of the speed (N) and the flow of air (D_a).

2. A device as claimed in claim 1, **characterised in that** the calculation means (10) derive the fuel mass (M_{inj}) from the relationship:

$$M_{inj} = M_{eval}(1 + a),$$

where a is a regulation coefficient.

3. A device as claimed in claim 2, **characterised in that** the calculation means (10) derive, at each top dead centre (k), the value a_k of the regulation coefficient (a) from the relationship

$$a_k = a_{k-1} + \alpha(VAL_k - INSTACONS)$$

where α is a positive coefficient.

4. A device as claimed in claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the magnitude (VAL_k) representative of the overall instability of the torque at the top dead centre of order k is derived from the expression:

$$VAL_{k-1} = \sum_{j=1}^{j=1/2P(4,N)} (-1)^{j+1} (C_{k-j} - C_{k-j-N} + C_{k-2P(4,N)+j-1+N} - C_{k-2P(4,N)-j-1})$$

where $P(4,N)$ is the smallest common multiple of 4, N is the number of cylinders of the engine and j is a positive integer.

5. A device as claimed in claim 1, **characterised in that** the estimation means (12') supply, for each cylinder (i) of

the engine, a magnitude (CYL_k^i) representative of the instability of the drive torque supplied by the cylinder (i) and **in that** the calculation means (13') supply, for each of the cylinders (i), the fuel mass M_{inj}^i actually to be injected into the cylinder (i) by correction of an evaluated fuel mass (M_{eval}^i) for each cylinder (i) from the speed (n) and the flow of air (D_a) of the engine, as a function of the difference between this instability (CYL_k^i) and a reference instability (INSTACONS) itself a function of the speed and air flow.

6. A device as claimed in claim 5, **characterised in that** the estimation means derive the fuel mass (M_{inj}^i) actually to be injected into the cylinder (i) from the relationship:

$$(M_{inj}^i) = M_{eval}^i \cdot (1 + b^i)$$

where b^i is a regulation coefficient attached to the cylinder i.

7. A device as claimed in claim 6, **characterised in that** the calculation means (13') derive, after each combustion of order k in the cylinder (i), the value of the coefficient (b^i) from the following relationship:

$$b_k^i = b_{k-N}^i + \beta(CYL_k^i - INSTACONS)$$

where β is a positive coefficient and N is the number of cylinders of the engine.

8. A device as claimed in any one of claims 5 to 7, **characterised in that** the magnitude (CYL_k^i) representative of the instabilities of the torque supplied by the cylinder (i) is derived from the expression:

$$CYL_k^i = |C_k - C_{k-N} - C_{k-2N} + C_{k-3N}|$$

9. A device as claimed in claim 2, **characterised in that** when the torque (C_k) supplied by the torque measurement means (11) is lower than a predetermined value (C_{mini}), the calculation means (13) derive the value a_k of the coefficient (a) from the relationship:

$$a_k = \max(a_{k+1} + C_1, C_2)$$

where C_1 and C_2 are constants.

10. A device as claimed in claim 6, **characterised in that** when the torque (C_k) supplied by the torque measurement means (11') is lower than a predetermined value (C_{mini}), the calculation means (13') derive the value (b_k^i) of the coefficient (b^i) at the top dead centre k from the relationship:

$$b_k^i = \max(b_{k-N}^i + C_1, C_2)$$

where C_1 and C_2 are constants.

11. A device as claimed in claim 1, **characterised in that** the estimation means produce a magnitude (VAL_k) representative of the overall instability of the torque supplied by the engine and a plurality of (N) magnitudes (CYL_k^i) each representative of the instability of the torque supplied by a particular cylinder (i) of the engine, and **in that** the calculation means derive the fuel mass (M_{inj}^i) to be injected into the cylinder (i) from the relationship:

$$M_{inj}^i = M_{eval}^i (1 + b_k^i) (1 + a_k)$$

where the coefficients b^i and a_k are defined by claims 3 and 7 respectively.

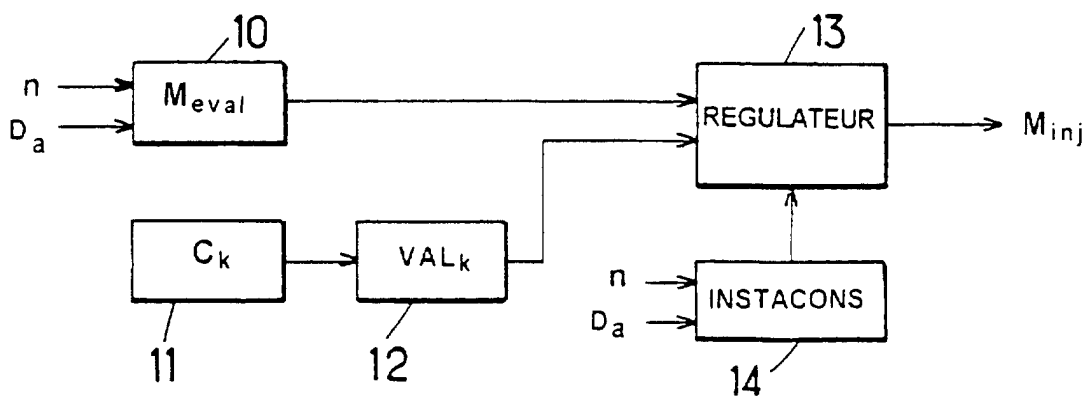


FIG.:1

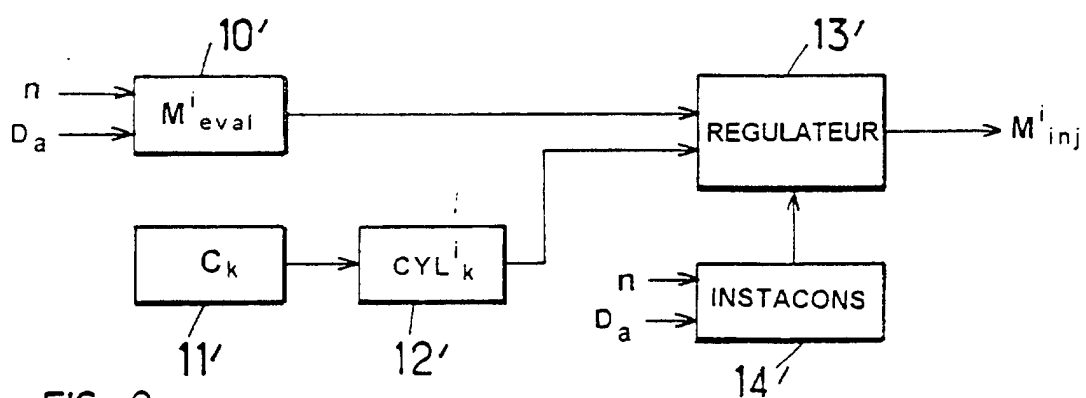


FIG.:2

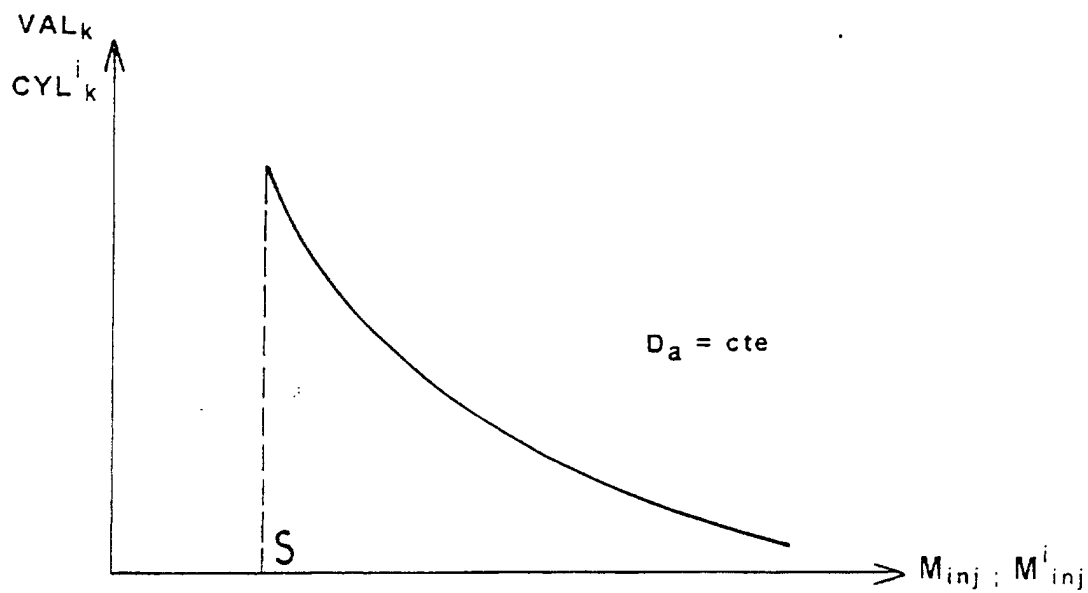


FIG.:3