



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 036 269 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
31.07.2002 Bulletin 2002/31

(21) Numéro de dépôt: **98958328.1**

(22) Date de dépôt: **04.12.1998**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR98/02621

(87) Numéro de publication internationale:
WO 99/30022 (17.06.1999 Gazette 1999/24)

(54) **PROCEDE DE CONTROLE DE L'INJECTION D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

VERFAHREN ZUM STEUERN DER KRAFTSTOFFEINSPRITZUNG EINER
BRENNKRAFTMASCHINE

METHOD FOR CONTROLLING AN INTERNAL ENGINE INJECTION

(84) Etats contractants désignés:
DE ES GB IT

(30) Priorité: **05.12.1997 FR 9715407**

(43) Date de publication de la demande:
20.09.2000 Bulletin 2000/38

(73) Titulaire: **RENAULT**
92109 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeurs:
• **AFONSO, Vasco**
F-78380 Bougival (FR)
• **SIMON, Edouard**
F-75007 Paris (FR)

(56) Documents cités:
GB-A- 2 273 571 **US-A- 4 251 990**
US-A- 5 157 920 **US-A- 5 392 598**
US-A- 5 619 852

EP 1 036 269 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] L'invention concerne les moteurs à combustion interne du type à injection reliés à au moins un pot d'échappement catalytique et, plus particulièrement un procédé de contrôle de l'injection d'un tel moteur.

[0002] Il est connu d'utiliser des systèmes pour modifier la quantité de carburant qui est injectée dans un moteur en fonction de la composition des gaz d'échappement et, plus particulièrement, de la teneur en oxygène de ces gaz. A cet effet, la teneur en oxygène est mesurée à l'aide d'une sonde non linéaire, connue en soi, dite "sonde lambda" ou sonde EGO, EGO étant la dénomination anglaise pour "Exhaust Gas Oxygen". Une telle sonde est disposée en amont du pot d'échappement catalytique qui traite les gaz d'échappement et le signal fourni par cette sonde sert à modifier la quantité de carburant qui est injectée dans les cylindres du moteur par l'intermédiaire d'au moins une boucle de contre-réaction.

[0003] Les stratégies dites de "simple boucle de richesse" sont basées sur l'information "riche" ou "pauvre" délivrée par une "sonde lambda" unique placée en amont du ou des pots catalytiques. Cette boucle utilise généralement un circuit correcteur du type proportionnel-intégral, éventuellement corrigé par une dissymétrisation du terme proportionnel entre les sauts "riche-pauvre" et les sauts "pauvre-riche".

[0004] On peut également envisager des stratégies dites de "double boucle de richesse", qui sont basées sur l'information délivrées par deux sondes "lambda", respectivement placées en amont et en aval du ou des pots catalytiques. La sonde amont, et sa correction associée, dite boucle amont, permettent de réagir rapidement aux excursions de richesse, sur le modèle de la simple boucle. La sonde aval fournit une information plus filtrée mais plus précise et plus représentative de l'efficacité catalytique. La tension qu'elle délivre est donc utilisée pour construire une correction lente, venant se superposer à la correction induite par la sonde amont, et permettant ainsi de biaiser la richesse moyenne de régulation de la boucle amont.

[0005] La demande de brevet français n° 2 740176 décrit un mode de réalisation d'une telle boucle de richesse.

[0006] D'une façon générale, l'efficacité catalytique optimale pour tous les polluants ne peut être assurée que lorsque la quantité d'oxygène stockée dans le pot catalytique a atteint un état d'équilibre. On peut agir sur cette quantité stockée en augmentant ou en diminuant la richesse des gaz entrant dans le pot catalytique. La sonde aval permet d'indiquer si cet état d'équilibre a été atteint, ou dans le cas contraire s'il faut enrichir ou appauvrir le mélange dans la chambre de combustion.

[0007] Lorsque la correction de richesse nécessaire est faible, la double boucle de richesse évoquée ci-avant est capable de prendre en charge cette correction de richesse, et de ramener la quantité d'oxygène stockée

au niveau désiré.

[0008] Par contre, lorsque la quantité d'oxygène stockée dans la catalyseur est trop éloignée de la quantité d'équilibre, et que la correction de richesse alors nécessaire est trop importante, la double boucle de richesse du type de celui connu actuellement, n'a pas "l'autorité suffisante" pour appliquer rapidement cette correction de richesse. En effet, cette double boucle de richesse n'est qu'une correction lente, permettant de modifier la richesse moyenne de la régulation de la richesse amont, qui en tout état de cause reste proche de la stoechiométrie. Lors de telles situations "transitoires" au regard du catalyseur, cette simple correction fine de la boucle amont ne suffit plus. Elle est alors insuffisamment efficace et est sujette en outre à des "dérives" de son terme intégral, qui peuvent être suivis d'instabilités dans le contrôle de la richesse.

[0009] L'invention vise à remédier à ces inconvénients.

[0010] Un but de l'invention est d'assurer une correction de richesse importante, en particulier lors des retours de coupure d'injection ou d'enrichissement en pleine charge.

[0011] L'invention a également pour but d'arriver au plus vite après l'entrée en régulation de richesse à une situation stabilisée "au regard du pot catalytique" et des différents termes correctifs de la quantité injectée. Ceci peut ainsi permettre de mettre en oeuvre différentes stratégies de diagnostic du pot catalytique ou des sondes à oxygène.

[0012] L'invention propose donc un procédé de contrôle de l'injection d'un moteur à combustion interne relié à au moins un pot d'échappement catalytique, dans lequel on place une première sonde non linéaire en amont du pot catalytique apte à délivrer un signal de mesure représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à l'entrée du pot catalytique, et une deuxième sonde non linéaire en aval du pot catalytique apte à délivrer un deuxième signal de mesure représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à la sortie du pot catalytique. On détermine alors une valeur corrective à partir des deux signaux de mesure de façon à corriger la quantité de carburant injectée.

[0013] Selon une caractéristique générale de l'invention, on compare le premier signal de mesure à un premier signal de référence prédéterminée correspondant à une richesse du mélange présent dans la chambre de combustion sensiblement égal à 1, de façon à définir pour cette première sonde des états "riche" ou "pauvre". Ainsi, la première sonde sera dans son état "riche" si la valeur du premier signal de mesure est supérieure au premier signal de référence et dans son état "pauvre" dans le cas contraire. On compare par ailleurs le deuxième signal de mesure à un seuil haut prédéterminé et à un seuil bas prédéterminé, ces deux seuils définissant pour ledit mélange une plage de richesses voisines de 1. On définit alors pour la deuxième sonde trois états, à

savoir un état dit "riche" (deuxième signal de mesure supérieur au seuil haut), un état dit "pauvre" (deuxième signal de mesure inférieur au seuil bas) et un état dit "stoechiométrique" (signal de mesure compris entre les seuils bas et haut).

[0014] Lorsque la deuxième sonde est dans un état stoechiométrique, on détermine ladite valeur corrective en utilisant les deux signaux de mesure. Lorsque les deux sondes sont toutes les deux soit dans l'état riche soit dans l'état pauvre, on détermine ladite valeur corrective en utilisant uniquement le premier signal de mesure. Et lorsque les deux sondes sont respectivement dans les états riche et pauvre ou inversement, on détermine ladite valeur corrective en utilisant uniquement le deuxième signal de mesure c'est-à-dire uniquement la deuxième sonde de mesure ou sonde aval.

[0015] En d'autres termes, une caractéristique essentielle de l'invention consiste à donner une plus grande importance à l'information délivrée par la sonde aval.

[0016] Ainsi, en retour de coupure d'injection par exemple, le pot catalytique sera saturé en oxygène. La tension délivrée par la sonde aval sera faible correspondant à un mélange pauvre en carburant. Dans ces conditions, si la sonde amont fournit également un signal indicatif d'un mélange pauvre, la boucle de richesse enrichira de façon naturelle, en utilisant une correction, par exemple du type proportionnel-intégral, à partir du signal délivré par la sonde amont. En revanche, si la sonde amont est représentative d'un mélange riche, on continuera tout de même à enrichir, en utilisant une correction, par exemple du type proportionnel intégral, à partir du signal délivré par la sonde aval jusqu'à ce que suffisamment d'oxygène ait été "déstocké" du catalyseur et que la tension de la sonde aval soit remontée jusqu'au seuil marquant la limite basse du domaine stoechiométrique. Alors seulement, une double boucle de richesse sera mise en route évitant ainsi les dérives et les instabilités d'une double boucle de richesse décrite dans l'art antérieur.

[0017] En d'autres termes, selon l'invention, la correction à partir de la sonde aval seule se traduit par un éloignement volontaire par rapport aux conditions stoechiométriques de fonctionnement du moteur.

[0018] Il est particulièrement avantageux de sélectionner des seuils bas différents en fonction du sens de passage de la deuxième sonde entre l'état stoechiométrique et l'état pauvre. Ainsi, en pratique, on choisira un seuil bas plus élevé pour un passage de l'état pauvre à l'état stoechiométrique et un seuil bas moins élevé pour un passage de l'état stoechiométrique à l'état pauvre. Le choix d'un seuil bas de valeur plus faible (par exemple 150 mV) pour un passage de l'état stoechiométrique à l'état pauvre, qui est moins fréquent que le passage en sens inverse, rend la boucle de richesse moins sensible aux instabilités temporaires.

[0019] Un passage de l'état pauvre à l'état stoechiométrique correspond par exemple à un retour après une coupure d'injection longue. Le fait de choisir un seuil bas

de valeur plus élevée, par exemple 350 mV, permet de revenir beaucoup plus rapidement au niveau de consigne.

[0020] De même, il est particulièrement avantageux de choisir des seuils hauts différents en fonction du sens de passage de la deuxième sonde entre l'état stoechiométrique et l'état riche. On choisira ainsi avantageusement un seuil haut de l'ordre de 750 mV pour un passage de l'état riche à l'état stoechiométrique qui correspond notamment à un retour d'enrichissement en pleine charge.

[0021] Selon un mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention, dans la phase de correction utilisant le premier signal de mesure, on détermine ladite valeur corrective avec des premiers moyens de correction du type proportionnel-intégral ayant un premier gain proportionnel et un premier gain intégral. Dans la phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure, on détermine ladite valeur corrective avec des deuxièmes moyens du type proportionnel-intégral ayant un deuxième gain proportionnel et un deuxième gain intégral. Et dans la phase de correction utilisant les deux signaux de mesure on détermine ladite valeur corrective avec les premiers moyens de correction et des troisième moyens de correction du type proportionnel-intégral ayant un troisième gain proportionnel et un troisième gain intégral et recevant en entrée la différence entre le deuxième signal de mesure et un signal de consigne dépendant du point de fonctionnement du moteur.

[0022] Cette troisième correction comprend par exemple l'adjonction au premier terme proportionnel des premiers moyens de correction, du terme correctif (offset) délivré par les troisièmes moyens de correction. Le terme intégral des troisièmes moyens de correction est avantageusement remis à zéro à chaque fois que l'on quitte une phase de correction utilisant le premier signal de mesure, ce qui permet de remettre à zéro la valeur de l'offset.

[0023] Il est préférable de choisir des premier et deuxième gains proportionnels égaux. De même, il est préférable de choisir des premier et deuxième gains intégraux égaux. En effet, les premiers gains proportionnel et intégral sont généralement des gains qui ont déjà été éprouvés en terme de conduite et de confort pour l'utilisateur du véhicule. Le fait de choisir des deuxièmes gains égaux aux premiers évite une calibration supplémentaire.

[0024] En variante, on peut choisir un deuxième gain intégral nul. Ceci permet notamment de limiter l'excursion sur la valeur corrective de la quantité de carburant injectée notamment lorsque la sonde aval (deuxième sonde) est dans son état pauvre et que la sonde amont (première sonde) est dans son état riche.

[0025] Selon un mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, dans la phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure, on calcule à chaque instant courant une amplitude intégrale courante égale au produit du deuxième gain intégral par la

durée courante séparant ledit instant courant et l'instant de démarrage de cette phase de correction. On compare alors ladite amplitude intégrale courante à une valeur minimale et à une valeur maximale prédéterminée. Lorsque l'amplitude intégrale courante atteint la valeur minimale ou la valeur maximale, on fige la valeur de cette amplitude intégrale à la valeur ainsi atteinte, c'est-à-dire à la valeur minimale ou à la valeur maximale. Et, lors du passage de cette phase de correction à une phase de correction utilisant le premier signal de mesure, la valeur de l'amplitude intégrale est alors soustraite à la valeur corrective de la quantité de carburant injectée, précédemment déterminée.

[0026] Ceci permet de limiter l'excursion de la valeur corrective de carburant injectée.

[0027] Bien qu'il soit possible de remettre à zéro la valeur de l'amplitude intégrale à chaque fois que l'on quitte une phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure, il est préférable de remettre à zéro cette valeur de l'amplitude intégrale lorsque la deuxième sonde passe dans son état stoechiométrique. On est alors moins sensible aux perturbations du premier signal de mesure délivré par la sonde amont, perturbations notamment dues à des basculements parasites de la tension délivrée par cette sonde amont.

[0028] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de mise en oeuvre, nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un synoptique schématique d'un dispositif de contrôle de richesse permettant une mise en oeuvre du procédé selon l'invention,
- les figures 2 et 3 illustrent des caractéristiques tension/riche de la sonde amont et de la sonde aval, et,
- les figures 4a à 4d illustrent des variations temporelles de la valeur corrective de quantité de carburant injectée, de l'amplitude intégrale, et des deux signaux de mesure délivrés par la sonde amont et la sonde aval.

[0029] Sur la figure 1, la référence CLC désigne d'une façon générale un calculateur électronique embarqué à bord du véhicule et commandant la quantité QY de carburant à injecter dans le moteur MOT. Les gaz d'échappement de ce moteur sont filtrés par un pot d'échappement de type catalytique CAT, duquel ils s'échappent vers l'air libre. Une première sonde SD1 (sonde amont) est disposée à l'entrée du pot catalytique et mesure la teneur de l'un des composants principaux des gaz d'échappement, ce composant étant habituellement l'oxygène. Cette sonde est du type non linéaire et est souvent appelée par l'homme du métier une sonde "lambda" ou sonde EGO.

[0030] Une deuxième sonde SD2 (sonde aval) analogue à la première sonde, est disposée à la sortie du pot catalytique et mesuré également la teneur de l'un des

composant principaux des gaz d'échappement, habituellement l'oxygène.

[0031] Le calculateur CLC comporte des moyens de contrôle en boucle ouverte MCBO, de réalisation connue en soi, déterminant la quantité de carburant à injecter en fonction du point de fonctionnement du moteur (régime Rg et charge Ch). A cette quantité fournie par les moyens en boucle ouverte MCBO, se multiplie une valeur corrective KCL délivrée par une boucle de richesse utilisant les deux signaux de mesure V1 et V2 délivrés par les deux sondes SD1 et SD2. Comme on le verra plus en détail ci-après, cette boucle de richesse est en fait constituée ici de trois boucles de contre-réaction B1, B2 et B3.

[0032] Les moyens de contrôle en boucle ouverte, ainsi que l'ensemble des moyens du calculateur CLC illustré sur la figure 1, sont par exemple réalisés de façon logicielle au sein de ce calculateur.

[0033] La sonde amont SD1 délivre un premier signal de mesure électrique V1 (tension à ses bornes) qui est appliqué à un circuit comparateur CMP1 dans lequel le signal V1 est comparé à une tension Vb qui dépend des caractéristiques de la sonde et correspond à la tension de basculement de la sonde lorsque les conditions de stoechiométrie sont remplies. Cette tension de basculement Vb est typiquement de l'ordre de 450 mV.

[0034] Selon que la tension V1 se situe au-dessus de la tension de basculement de Vb ou en-dessous, on définit pour la sonde amont un état dit "riche" et un état dit "pauvre" (figure 2).

[0035] De même, la sonde aval SD2 délivre un deuxième signal de mesure V2 que l'on compare dans un deuxième circuit comparateur CMP2 à un seuil haut VS2 et à un seuil bas VS1, ces deux seuils étant situés de part et d'autre de la tension de basculement de cette sonde aval, typiquement égale à 600 mV. Lorsque la tension V2 est supérieure au seuil haut VS2, la sonde aval est dite dans un état riche tandis que lorsque la tension V2 est inférieure au seuil bas VS1, la sonde aval est dite dans un état pauvre. Lorsque la tension V2 est comprise entre les deux seuils VS1 et VS2, la sonde est alors dans un troisième état dit stoechiométrique (figure 3).

[0036] La valeur du seuil haut VS2 est par exemple prise à 750 mV tandis que la valeur du seuil bas VS1 est égale par exemple à 350 mV ou à 150 mV selon le sens de passage de la sonde aval entre son état pauvre et son état stoechiométrique.

[0037] Quelle que soit la sonde, un état riche (respectivement pauvre) signifie que le mélange gazeux au niveau de la sonde est riche (respectivement pauvre) en carburant.

[0038] La première boucle de contre-réaction B1 (boucle amont) comporte de façon classique des premiers moyens de correction COR1 du type proportionnel-intégral, de réalisation connue en soi. Ces moyens COR1 ont un gain proportionnel Kp1 et un gain intégral Ki1.

[0039] La sortie du comparateur CMP1 délivre à l'entrée des moyens COR1 un premier signal binaire SGN1 ayant les valeurs 1 ou -1 en fonction de la position de la tension V1 par rapport à la tension de basculement Vb.

[0040] La sortie des premiers moyens de correction COR1 délivrent un premier signal de correction KCL1.

[0041] Dans des conditions particulières de fonctionnement, sur lesquelles on reviendra plus en détail ci-après, et représentées schématiquement par un interrupteur I2 commandé par un signal de commande SC2, on ajoute au terme proportionnel + Kp1 ou - Kp1 des premiers moyens de correction COR1, une valeur de décalage OFS fournie par des troisièmes moyens de correction COR3 du type proportionnel-intégral, de réalisation connue en soi, et ayant un gain proportionnel Kp3 et un gain intégral Ki3. L'entrée de ces troisièmes moyens de correction est formée de la différence entre la tension V2 délivrée par la sonde aval et une tension de consigne Vac fournie par une table mémorisée TAB en fonction du point de fonctionnement du moteur (régime Rg et charge Ch).

[0042] Lorsque cette troisième boucle B3 est activée, elle forme avec la boucle amont B1 une double boucle de richesse.

[0043] Une deuxième boucle de richesse B2, ou boucle aval, est formée du circuit comparateur CMP2 et de deuxièmes moyens de correction COR2 du type proportionnel-intégral ayant un gain proportionnel Kp2 et un gain intégral Ki2. Ces deuxièmes moyens de correction COR2, de réalisation connue en soi, reçoivent en entrée le signal SGN2 de sortie du comparateur CMP2. Ce signal SGN2 prend par exemple respectivement les valeurs + 1,0 et - 1 selon que la sonde aval SD2 se situe dans son état riche, stoechiométrique, ou pauvre.

[0044] Le calculateur CLC comporte également des moyens de contrôle MCC recevant en entrée la sortie des comparateurs CMP1 et CMP2 et délivrant en sortie deux signaux de commande SC1 et SC2 commandant respectivement deux interrupteurs I1 et I2 de façon à activer sélectivement les différentes boucles qui viennent d'être évoquées.

[0045] Plus précisément, d'une façon générale selon l'invention, lorsque la sonde aval SD2 est dans son état stoechiométrique, on active alors la double boucle B1 et B3. En d'autres termes, la valeur corrective KCL de carburant injecté est alors corrigée à partir des deux signaux V1 et V2 délivrés par les deux sondes, et en utilisant un correcteur proportionnel-intégral de gain intégral Ki1 et de terme proportionnel égal à la somme du gain proportionnel + Kp1 ou - Kp1 et de l'offset OFS.

[0046] Lorsque l'état de la sonde aval est non stoechiométrique et est identique à l'état de la sonde amont, c'est-à-dire lorsque les deux sondes sont soit dans leur état pauvre soit dans leur état riche, on désactive la boucle B2 et la boucle B3 et l'on n'utilise que le signal V1 délivré par la sonde amont pour déterminer la valeur corrective KCL (boucle B 1) à l'aide des moyens de cor-

rection COR1 et des gains Kp1 et Ki1.

[0047] Par contre, lorsque l'état de la sonde aval est non stoechiométrique et est différent de l'état de la sonde amont, on commute alors sur la boucle aval B2 qui utilise uniquement le signal V2 délivré par la sonde aval, la valeur corrective KCL étant alors égale à KCL2 et obtenue à partir des gains Kp2 et Ki2 des deuxièmes moyens de correction COR2.

[0048] On va maintenant décrire en se référant plus particulièrement aux figures 4a à 4d un exemple de correction de richesse.

[0049] On suppose qu'à l'entrée en boucle de richesse, la sonde aval et la sonde amont sont dans leur état pauvre. La boucle amont B1 est alors activée et la correction s'effectue avec le gain proportionnel Kp1 et le gain intégral Ki1.

[0050] Plus précisément, à l'entrée en boucle de richesse, la valeur corrective KCL subit un saut égal à + Kp1 puis suit une évolution linéaire de pente + Ki1.

[0051] Lorsque la sonde amont bascule dans l'état riche, mais que la sonde aval reste dans l'état pauvre, la boucle B2 est activée et l'on commute sur les gains Kp2 et Ki2. On suppose dans cet exemple que les deux gains proportionnels Kp1 et Kp2 sont égaux. C'est la raison de l'absence de saut sur le signal KCL lors de la commutation.

[0052] Après cette commutation, la valeur corrective suit une évolution linéaire de pente + Ki2.

[0053] Par ailleurs, lors de l'entrée dans la boucle B2, on calcule à chaque instant courant t une amplitude intégrale AI2 égale au produit du gain intégral Ki2 par la durée courante séparant l'instant courant de l'instant d'entrée dans la boucle B2.

[0054] Lorsque l'amplitude intégrale AI2 atteint une valeur maximale prédéterminée BM, au bout de la durée T, on fige la valeur de cette amplitude intégrale AI2 ce qui a pour conséquence de stabiliser l'évolution de la valeur corrective KCL à une valeur constante.

[0055] La valeur corrective KCL garde une valeur constante jusqu'à ce que la sonde aval passe dans l'état stoechiométrique. A cet instant, la valeur corrective KCL subit un saut d'amplitude - Ks égale à - 2Kp 1 - BM.

[0056] La double boucle B1 et B3 est alors activée ce qui a pour conséquence dans un premier temps, compte tenu du fait que la sonde amont est toujours dans son état riche, de conduire à une évolution linéaire de la valeur corrigée KCL avec une pente égale à - Ki1, puis lorsque la sonde amont passe dans l'état pauvre, à un saut égal à 2(Kp1 + OFS) suivi d'une évolution linéaire de pente + Ki1.

[0057] Une variante avantageuse de l'invention permet de s'assurer que le moteur fonctionne bien à la stoechiométrie avant de déclencher une correction à l'aide de la boucle B2 qui entraîne un éloignement volontaire par rapport à cette stoechiométrie.

[0058] Selon cette variante la phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure V2 n'est autorisée que si au moins une transition du premier

signal de mesure V1, à savoir un passage de l'état riche à l'état pauvre ou inversement, a eu lieu préalablement, c'est-à-dire entre l'instant d'entrée en bouclage de richesse et l'instant présent. Si ce n'est pas le cas on applique par défaut la correction de la boucle B1 utilisant uniquement le premier signal de mesure V1.

[0059] Ainsi, avoir enregistré au moins une transition de la sonde amont permet de s'assurer que le moteur fonctionne bien à la stoechiométrie, et que l'éloignement volontaire provoqué par la correction de la sonde aval ne débute pas déjà à partir d'un état trop riche ou trop pauvre du mélange dans la chambre de combustion.

Revendications

1. Procédé de contrôle de l'injection d'un moteur à combustion interne relié à au moins un pot d'échappement catalytique, dans lequel on place une première sonde non linéaire (SD1) en amont du pot catalytique (CAT) apte à délivrer un signal de mesure (V1) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à l'entrée du pot catalytique, et une deuxième sonde non linéaire (SD2) en aval du pot catalytique apte à délivrer un deuxième signal de mesure (V2) représentatif de la proportion de l'un des composants des gaz d'échappement du moteur à la sortie du pot catalytique, et on détermine une valeur corrective (KCL) à partir des deux signaux de mesure de façon à corriger la quantité de carburant injecté, **caractérisé par le fait qu'on compare le premier signal de mesure (V1) à un premier signal de référence prédéterminé (Vb) correspondant à une richesse du mélange présent dans la chambre de combustion sensiblement égale à 1, de façon à définir pour cette première sonde des états riche ou pauvre, et on compare le deuxième signal de mesure (V2) à un seuil haut prédéterminé (VS2) et à un seuil bas prédéterminé (VS1) définissant pour ledit mélange une plage de richesses voisines de 1, de façon à définir pour cette sonde des états stoechiométrique, riche ou pauvre, par le fait que** lorsque la deuxième sonde est dans son état stoechiométrique on détermine ladite valeur corrective en utilisant les deux signaux de mesure, **par le fait que** lorsque les deux sondes sont toutes les deux soit dans l'état riche soit dans l'état pauvre, on détermine ladite valeur corrective en utilisant uniquement le premier signal de mesure (V1), et **par le fait que** lorsque les deux sondes sont respectivement dans les états riche et pauvre ou inversement, on détermine ladite valeur corrective en utilisant uniquement le deuxième signal de mesure (V2).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** on sélectionne des seuils hauts (VS2)

différents en fonction du sens de passage de la deuxième sonde entre l'état stoechiométrique et l'état riche, et **par le fait qu'on sélectionne des seuils bas (VS1) différents en fonction du sens de passage de la deuxième sonde entre l'état stoechiométrique et l'état pauvre.**

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** dans la phase de correction (COR1) utilisant le premier signal de mesure, on détermine ladite valeur corrective avec des premiers moyens de correction du type proportionnel-intégral ayant un premier gain proportionnel et un premier gain intégral, **par le fait que** dans la phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure (V2), on détermine ladite valeur corrective avec des deuxième moyens de correction (COR2) du type proportionnel-intégral ayant un deuxième gain proportionnel et un deuxième gain intégral, et **par le fait que** dans la phase de correction utilisant les deux signaux de mesure on détermine ladite valeur corrective avec les premiers moyens de correction (COR1) et des troisième moyens de correction (COR3) du type proportionnel-intégral ayant un troisième gain proportionnel et un troisième gain intégral et recevant en entrée la différence entre le deuxième signal de mesure (V2) et un signal de consigne (Vac) dépendant du point de fonctionnement du moteur.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé par le fait que** les premier et deuxième gains proportionnels (Kp1, Kp2) sont égaux.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé par le fait que** les premier et deuxième gains intégraux (Ki1, Ki2) sont égaux.
6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé par le fait que** le deuxième gain intégral (Ki2) est nul.
7. Procédé selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé par le fait que** dans la phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure, on calcule à chaque instant courant une amplitude intégrale courante (AI2) égale au produit du deuxième gain intégral (Ki2) par la durée courante (T) séparant ledit instant courant et l'instant de démarrage de cette phase de correction et, on compare ladite amplitude intégrale courante à une valeur minimale et à une valeur maximale (BM) prédéterminées, et lorsque l'amplitude intégrale courante atteint la valeur minimale ou la valeur maximale on fige la valeur de l'amplitude intégrale à cette valeur atteinte, et **par le fait que** lors du passage de cette phase de correction à une phase de correction utilisant le premier signal de mesure, la va-

leur de l'amplitude intégrale (AI2) est soustraite à la valeur correctrice précédemment déterminée.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé par le fait que** la valeur de l'amplitude intégrale est remise à zéro lorsque la deuxième sonde (SD2) passe dans son'état stoechiométrique. 5
9. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé par le fait que** la valeur de l'amplitude intégrale (AI2) est remise à zéro à chaque fois qu'on quitte une phase de correction utilisant uniquement le deuxième signal de mesure. 10
10. Procédé selon l'une des revendications 3 à 9, **caractérisé par le fait que** la troisième correction comprend l'adjonction au premier terme proportionnel (Kp1) du terme correctif (OFS) délivré par les troisièmes moyens de correction, et **par le fait que** le terme intégral (Ki3) des troisièmes moyens de correction est remis à zéro à chaque fois qu'on quitte une phase de correction utilisant le premier signal de mesure. 15 20
11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'on** détermine ladite valeur correctrice (KCL) en utilisant uniquement le deuxième signal de mesure (V2) d'une part lorsque les deux sondes sont respectivement dans les états riche et pauvre ou inversement et d'autre part si la première sonde est déjà passée préalablement au moins une fois de son état pauvre à son état riche ou inversement, et **par le fait que** si la première sonde n'est pas déjà passée préalablement au moins une fois de son état pauvre à son état riche ou inversement, on détermine ladite valeur correctrice en utilisant uniquement le premier signal de mesure (V1). 25 30 35

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Einspritzung eines Verbrennungsmotors, der mit wenigstens einem mit einem Katalysator versehenen Auspufftopf verbunden ist, wobei eine erste nichtlineare Sonde (SD1) stromaufwärts des mit dem Katalysator versehenen Auspufftopfes (CAT) angeordnet wird, die ein Messsignal (V1) erzeugen kann, das repräsentativ ist für den Gehalt eines der Bestandteile der Abgase des Motors am Einlass des mit dem Katalysator versehenen Auspufftopfes und eine zweite nichtlineare Sonde (SD2) stromabwärts des mit dem Katalysator versehenen Auspufftopfes angeordnet wird, die ein zweites Messsignal (V2) erzeugen kann, das repräsentativ ist für den Gehalt eines der Bestandteile der vom Motor stammenden Abgase am Auslass des mit dem Katalysator versehenen 45 50 55

Auspufftopfes, und wobei ein Korrekturwert (KCL) ausgehend von den beiden Messsignalen gebildet wird zur Korrektur der Menge an eingespritztem Kraftstoff, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Messsignal (V1) mit einem ersten vorgegebenen Referenzsignal (Vb) verglichen wird, das einer in der Verbrennungskammer vorhandenen Anreicherung des Gemisches entspricht, die im wesentlichen den Wert 1 aufweist, sodass für diese erste Sonde die Zustände fett oder mager definiert werden und das zweite Messsignal (V2) mit einem oberen vorgegebenen Schwellwert (VS2) und einem unteren vorgegebenen Schwellwert (VS1) verglichen wird, die für das Gemisch einen Anreicherungsbereich in der Nähe von 1 definieren, sodass für diese Sonde ein stöchiometrischer, ein fetter und ein magerer Zustand definiert werden, dadurch dass, wenn sich die zweite Sonde im stöchiometrischen Zustand befindet, der Korrekturwert unter Verwendung der beiden Messsignale gebildet wird, dadurch dass, wenn sich die beiden Sonden zusammen entweder im fetten Zustand oder im mageren Zustand befinden, der Korrekturwert unter Verwendung ausschliesslich des ersten Messsignals (V1) gebildet wird und dadurch, dass, wenn sich eine der beiden Sonden im fetten Zustand und die andere Sonde im mageren Zustand befindet, der Korrekturwert unter Verwendung ausschliesslich des zweiten Messsignals (V2) gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** verschiedene obere Schwellwerte (VS2) als Funktion der Richtung des Übergangs der zweiten Sonde zwischen dem stöchiometrischen Zustand und dem fetten Zustand gewählt werden und dadurch, dass verschiedene untere Schwellwerte (VS1) als Funktion der Richtung des Übergangs der zweiten Sonde zwischen dem stöchiometrischen Zustand und dem mageren Zustand gewählt werden. 40

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Korrekturphase COR1, in der das erste Messsignal verwendet wird, der Korrekturwert gebildet wird mittels einer ersten Korrekturanordnung vom Typ proportional-integral mit einer ersten Proportionalverstärkung und einer ersten Integralverstärkung, dadurch, dass während der Korrekturphase, in der ausschliesslich das zweite Messsignal (V2) verwendet wird, der Korrekturwert gebildet wird mittels einer zweiten Korrekturanordnung (COR2). vom Typ proportional-integral mit einer zweiten Proportionalverstärkung und einer zweiten Integralverstärkung und dadurch, dass während der Korrekturphase, in der die beiden Messsignale verwendet werden, der Korrekturwert gebildet wird mittels der ersten Korrekturanordnung (COR1) und einer drit-

ten Korrekturanordnung (COR3) vom Typ proportional-integral mit einer dritten Proportionalverstärkung und einer dritten Integralverstärkung, deren Eingang die Differenz zwischen dem zweiten Messsignal (V2) und einem vom Betriebszustand des Motors abhängigen Sollwertsignal (Vac) zugeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Proportionalverstärkung (Kp1, Kp2) gleich sind.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Integralverstärkung (Ki1, Ki2) gleich sind.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Integralverstärkung (Ki2) gleich Null ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Korrekturphase, in der ausschliesslich das zweite Messsignal verwendet wird, zu jedem laufenden Zeitpunkt eine laufende Integralamplitude (AI2) berechnet wird, die gleich dem Produkt aus der zweiten Integralverstärkung (Ki2) und der laufenden Zeitdauer (T) ist, die zwischen dem Beginn dieser Korrekturphase und dem laufenden Zeitpunkt verstrichen ist und diese laufende Integralamplitude mit einem vorgegebenen Minimalwert und einem vorgegebenen Maximalwert (BM) verglichen wird, wobei, wenn die laufende Integralamplitude den Minimalwert oder den Maximalwert erreicht, der Wert der Integralamplitude auf diesem erreichten Wert festgehalten wird und dadurch, dass beim Übergang von dieser Korrekturphase zu einer Korrekturphase, die das erste Messsignal verwendet, der Wert der Integralamplitude (AI2) vom vorher gebildeten Korrekturwert abgezogen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Integralamplitude auf Null gesetzt wird, wenn die zweite Sonde (SD2) in den stöchiometrischen Zustand übergeht.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Integralamplitude (AI2) jedes Mal auf Null gesetzt wird, wenn eine Korrekturphase verlassen wird, in der ausschliesslich das zweite Messsignal verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dritte Korrektur den Schritt aufweist des Hinzufügens des von der dritten Korrekturanordnung stammenden Korrekturfaktors (OFS) zum ersten Proportionalfaktor (Kp1) und dadurch, dass der Integralfaktor (Ki3) der

dritten Korrekturanordnung jedes Mal auf Null gesetzt wird, wenn eine Korrekturphase verlassen wird, die das erste Messsignal verwendet.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert (KCL) gebildet wird durch ausschliessliche Verwendung des zweiten Messsignals (V2) einerseits, wenn sich die beiden Sonden im mageren, beziehungsweise im fetten Zustand befinden, oder umgekehrt, und andererseits, wenn die erste Sonde vorher wenigstens einmal von ihrem mageren Zustand in den fetten Zustand, oder umgekehrt, übergegangen ist und dadurch, dass, wenn die erste Sonde nicht wenigstens einmal vorher von ihrem mageren Zustand in den fetten Zustand, oder umgekehrt, übergegangen ist, der Korrekturwert gebildet wird durch Verwendung ausschliesslich des ersten Messsignals (V1).

Claims

1. A method for controlling the injection of an internal combustion engine connected to at least one catalytic exhaust converter, in which a first non-linear probe (SD1) is disposed upstream of the catalytic converter (CAT) and is adapted to supply a measurement signal (V1) representative of the proportion of one of the components of the engine exhaust gases on entry into the catalytic converter and a second non-linear probe (SD2) is disposed downstream of the catalytic converter and is adapted to supply a second measurement signal (V2) representative of the proportion of one of the components of the engine exhaust gases on exit from the catalytic converter, and in which a corrective value (KCL) is determined from the two measurement signals in order to correct the quantity of fuel injected, **characterised in that** the first measurement signal (V1) is compared with a first predetermined reference signal (Vb) corresponding to an air/fuel ratio of the mixture in the combustion chamber substantially equal to 1, so as to define rich or lean states for this first probe, and the second measurement signal (V2) is compared with a predetermined high threshold (VS2) and a predetermined low threshold (VS1), defining a range of air/fuel ratios close to 1 for the mixture, so as to define stoichiometric, rich or lean states for this probe, **in that** when the second probe is in its stoichiometric state the corrective value is determined using both measurement signals, **in that** when both probes are both in the rich state or in the lean state, this corrective value is determined using only the first measurement signal (V1) and **in that** when the two probes are respectively in the rich or lean states or vice versa, the corrective value is determined using only the second

measurement signal (V2).

2. A method as claimed in claim 1, **characterised in that** different high thresholds (VS2) are selected as a function of the direction of transition of the second probe between the stoichiometric state and the rich state and **in that** different low thresholds (VS1) are selected as a function of the direction of transition of the second probe between the stoichiometric state and the lean state.
3. A method as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the corrective value is determined using first correction means of proportional-integral type having a first proportional gain and a first integral gain in the correction stage (COR1) using the first measurement signal, **in that** the corrective value is determined using second correction means (COR2) of the proportional-integral type having a second proportional gain and a second integral gain in the correction phase using only the second measurement signal (V2), and **in that** the corrective value is determined using the first correction means (COR1) and third correction means (COR3) of the proportional-integral type having a third proportional gain and a third integral gain and receiving as input the difference between the second measurement signal (V2) and a reference signal (Vac) depending on the point of operation of the engine, in the correction stage using both measurement signals.
4. A method as claimed in claim 3, **characterised in that** the first and second proportional gains (Kp1, Kp2) are equal.
5. A method as claimed in claim 3 or 4, **characterised in that** the first and second integral gains (Ki1, Ki2) are equal.
6. A method as claimed in claim 3 or 4, **characterised in that** the second integral gain (Ki2) is zero.
7. A method as claimed in one of claims 3 to 6, **characterised in that** in the correction stage using only the second measurement signal, a current integral amplitude (AI2) equal to the product of the second integral gain (Ki2) by the current duration (T) separating the current instant and the instant of commencement of this correction stage is calculated at each current instant, **in that** this current integral amplitude is compared with predetermined minimum and maximum values (BM), **in that** when the current integral amplitude reaches the minimum value or the maximum value, the value of the integral amplitude is fixed at the value that has been reached, and **in that** during the transition from this correction stage to a correction stage using the first measure-

ment signal, the value of the integral amplitude (AI2) is subtracted from the corrective value previously determined.

- 5 8. A method as claimed in claim 7, **characterised in that** the value of the integral amplitude is zero-set when the second probe (SD2) moves to its stoichiometric state.
- 10 9. A method as claimed in claim 7, **characterised in that** the value of the integral amplitude (AI2) is zero-set on each exit from a correction stage using only the second measurement signal.
- 15 10. A method as claimed in one of claims 3 to 9, **characterised in that** the third correction comprises the addition of the corrective term (OFS) supplied by the third correction means to the first proportional term (Kp1) and **in that** the integral term (Ki3) of the third correction means is zero-set on each exit from a correction stage using the first measurement signal.
- 20 11. A method as claimed in one of the preceding claims, **characterised in that** the corrective value (KCL) is determined using only the second measurement signal (V2) when the two probes are respectively in the rich or lean states or vice versa and if the first probe has already previously moved at least once from its lean state to its rich state or vice versa, and **in that** if the first probe has not already previously moved at least once from its lean state to its rich state or vice versa, the corrective value is determined using only the first measurement signal (V1).
- 25
- 30
- 35

40

45

50

55





