

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 719 918 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.09.1998 Bulletin 1998/36

(51) Int Cl.⁶: **F02D 41/14**, F02D 35/00,
G01N 27/417, G01N 27/406

(21) Numéro de dépôt: **95402920.3**

(22) Date de dépôt: **22.12.1995**

(54) Procédé et dispositif de contrôle de la richesse d'un moteur à allumage commandé

Verfahren und Vorrichtung zum Steuern des Kraftstoff/Luft-Verhältnisses eines Verbrennungsmotors
mit gesteuerter Zündung

Process and device to control the air/fuel mixture in a spark ignited internal combustion engine

(84) Etats contractants désignés:
AT DE ES GB IT NL SE

(30) Priorité: **29.12.1994 FR 9415898**

(43) Date de publication de la demande:
03.07.1996 Bulletin 1996/27

(73) Titulaire: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE**
92500 Rueil Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
• **Monnier, Gaétan**
F-92500 Rueil-Malmaison (FR)

• **Perrin, Hervé**
F-60100 Creil (FR)
• **Tilagone, Richard**
F-69003 Lyon (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 067 931 EP-A- 0 134 672
EP-A- 0 221 305 WO-A-94/19593

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13 no. 28**
(M-788) ,23 Janvier 1989 & JP-A-63 239335
(TOYOTA MOTOR CORP) 5 Octobre 1988,
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7 no. 145**
(M-224) ,24 Juin 1983 & JP-A-58 057050 (TOYOTA
JIDOSHA KOGYO KK) 5 Avril 1983,

EP 0 719 918 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

La présente invention concerne le domaine du contrôle et de la régulation de moteurs et plus particulièrement de moteurs à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre.

La sévénisation des normes dans la plupart des pays industrialisés impose notamment de minimiser les émissions d'oxyde d'azote.

Une façon connue de limiter les émissions d'oxyde d'azote consiste à faire fonctionner le moteur à une richesse minimale, proche de la limite pauvre de stabilité du moteur.

Dans le cas de moteurs traditionnels fonctionnant à la stoechiométrie, une ou plusieurs sondes "Lambda" sont placées sur la ligne d'échappement.

Ce type de sonde délivre une information plutôt qualitative permettant de savoir si le moteur fonctionne en mélange pauvre (la tension de sortie des sondes tend alors vers 0), en mélange riche (la tension de sortie des sondes tend vers 1 volt) ou à la stoechiométrie (tension de sortie des sondes, intermédiaire, de l'ordre de 0,5 V).

Sur certains moteurs, un autre type de sonde a déjà été utilisé afin d'améliorer les mesures : il s'agit de sondes dites proportionnelles dont la tension de sortie varie proportionnellement à la richesse du mélange.

Ces deux types de sondes, traditionnellement placées près du moteur, sont susceptibles de voir leur surface active s'altérer avec le temps (encrassement, vieillissement thermique...).

En outre, dans le cas de moteurs fonctionnant au gaz, on peut trouver à l'échappement une proportion non négligeable d'hydrocarbures légers tels que le méthane, particulièrement difficile à oxyder.

La combinaison de ces deux phénomènes peut à terme fausser l'information délivrée par les sondes de richesse.

Pour limiter ce problème il a été révélé dans le document SAE 932821, un agencement selon lequel une chambre de combustion spécifique est prévue en parallèle avec le moteur et une sonde de richesse est associée aux gaz issus de cette chambre qui, ne brûlant qu'une petite quantité de gaz naturel, n'enverra qu'une quantité réduite voire nulle de méthane vers la sonde. La durée de vie de cette sonde se trouve donc allongée au prix toutefois d'une modification non négligeable du moteur lui-même.

Le phénomène de dérive observé sur une sonde proportionnelle équipant un moteur à gaz est illustré sur la figure 1 ci-annexée qui montre que la caractéristique de réponse d'une sonde "vieille" (courbe B pointillée) subit notamment une variation de pente vis-à-vis d'une sonde non vieillie (courbe A).

De façon habituelle, un recalage de la sonde proportionnelle autour de la richesse 1 est effectué, en tenant compte de l'information délivrée par une sonde Lambda. Ce procédé est par exemple décrit dans le do-

cument WO 94/19593.

Cependant un tel recalage ne permet pas de retrouver la sensibilité de part et d'autre de la richesse 1, d'où un problème dans la précision et la fiabilité des mesures.

Un inconvénient non négligeable lié au recalage, sur une plage de richesse plus large, de sondes placées à l'échappement est que la nouvelle calibration ne peut être opérée qu'en démontant la sonde, c'est-à-dire pendant des périodes d'immobilisation du véhicule.

Le document WO 94/19593 vise un recalage d'une sonde Lambda (tout ou rien) à l'aide d'une autre sonde Lambda, pour des richesses de fonctionnement proches de la stoechiométrie.

Par ailleurs le résumé de brevet JP 5 8050750 divulgue un recalage à richesse = 0 lorsque le moteur est à l'arrêt.

De même la demande EP 0 221 305 enseigne une méthode mathématique de calibrage d'une sonde de détection de la concentration en oxygène, basée sur une injection d'air additionnel, pour laquelle une seule sonde est utilisée, autour de la stoechiométrie.

La présente invention propose une solution au problème général du vieillissement des sondes dans les lignes d'échappement.

Elle permet en outre des mesures plus précises de la richesse puisque un plus grand nombre de points de recalage des mesures peut être obtenu selon l'invention.

Ainsi, la présente invention permet de remédier notamment aux inconvénients cités ci-dessus.

L'invention a pour objet un procédé de contrôle de la richesse d'un moteur à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre, selon la revendication 1.

Le recalage à richesse nulle est réalisé lorsque le moteur est à l'arrêt.

Avantageusement, ce recalage à richesse nulle s'effectue par un apport d'air supplémentaire en amont du ou des points de mesure.

Les moteurs alimentés au gaz sont particulièrement visés par l'invention.

L'invention concerne en outre un dispositif de régulation de la richesse d'un moteur à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre selon la revendication 7.

Conformément à l'invention, le dispositif comprend une deuxième sonde, placée sur ladite ligne d'échappement, et destinée à fournir l'information nécessaire au recalage de ladite première sonde pour une richesse égale à l'unité pendant le fonctionnement du moteur.

Cette deuxième sonde de mesure peut être une sonde de type tout ou rien.

Avantageusement, la première sonde est placée en amont dudit catalyseur tandis que la deuxième sonde peut être placée préférentiellement en aval du catalyseur, pour limiter son vieillissement.

En outre, le dispositif selon l'invention peut comprendre une pompe placée sur ladite ligne d'échappe-

ment et destiné à injecter de l'air en amont de ladite première sonde.

Sans sortir du cadre de l'invention, la pompe est une pompe électrique.

D'autres caractéristiques, avantages et détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite à titre illustratif et nullement limitatif, en référence, aux dessins annexés sur lesquels :

- La figure 2 est un schéma d'une ligne d'échappement selon un mode de réalisation de l'invention;
- La figure 3 est un schéma d'une ligne d'échappement selon un autre mode de réalisation de l'invention; et
- La figure 4 montre une courbe obtenue selon l'invention.

Sur la figure 2 apparaît de façon schématique une ligne d'échappement 1 issue d'un moteur à allumage commandé 2. Un catalyseur 3 de type 2 ou 3 trois voies est placé sur la ligne d'échappement 1. De façon connue, une sonde Lambda 4, fonctionnant en tout ou rien, est placée sur ladite ligne 1 en amont ou en aval du catalyseur 3. Cette sonde 4 fournit une information binaire de type "mélange riche" ou "mélange pauvre". Elle est utilisée par le système de régulation pour maintenir la richesse à une valeur proche de la stoechiométrie.

Une deuxième sonde 5 dite proportionnelle est positionnée sur la ligne 1, de préférence entre le moteur 2 et le catalyseur 3.

Le mode de réalisation de la figure 3 diffère de celui qui vient d'être décrit par la présence supplémentaire d'une pompe 6 placée préférentiellement entre le moteur 2 et la sonde 5, destinée à injecter de l'air juste en amont de la sonde 5.

Si la ligne d'échappement 1 est déjà équipée d'une pompe à air 6 injectant, de façon connue, de l'air à l'échappement, alors cette pompe peut ici être en outre utilisée pour injecter spécifiquement de l'air juste en amont de la sonde 5. La ligne 7 en pointillée sur la figure 3 indique cette connexion supplémentaire.

Préférentiellement, le fonctionnement de la pompe à air 6 n'est pas lié à celui du moteur ; une pompe à air électrique sera avantageusement choisie.

Le fonctionnement des éléments énoncés ci-dessus va maintenant être explicité, en relation avec la figure 4.

Cette figure montre la tension de sortie (U) d'une sonde proportionnelle placée à l'échappement, en fonction de la richesse (R) du mélange.

Selon l'invention, on réalise sur véhicule un recalage de la sonde 5 en plusieurs points de richesses différentes : un recalage à richesse nulle (moteur arrêté), et un recalage à richesse égale à un, (pendant le fonctionnement du moteur).

On peut effectuer plusieurs recalages autour de la richesse égale à 1 par exemple un recalage à $R = 0,9$

et un recalage à $R = 1,1$. Des recalages dans cette plage de mesure sont avantageux car de façon courante le système y répond linéairement.

Pour enrichir ou appauvrir temporairement le mélange, afin d'atteindre par exemple des richesses égales à 0,9 ou 1,1, il est possible de modifier le signal de commande du dispositif d'injection de gaz dans une proportion connue. En effet, par analogie aux dispositifs d'injection de carburant, dans certaines plages déterminées de fonctionnement, le débit injecté est directement proportionnel au temps d'injection. En contrôlant simplement le temps d'injection, on peut donc faire varier la richesse du mélange dans des proportions connues.

Dans la pratique on effectuera le recalage autour d'un troisième point de richesse supérieure à un, comme par exemple à $R=1,1$ afin de pouvoir recaler ultérieurement, par extrapolation, la sonde dans une plage de richesses supérieures à l'unité.

Il est recommandé de faire varier le mélange à partir de conditions de fonctionnement stables par exemple à partir d'un fonctionnement à richesse égale à l'unité, au ralenti.

Pour obtenir un recalage à richesse nulle, correspondant à une absence de gaz de combustion dans le conduit d'échappement, il est préférable d'attendre un certain temps après l'arrêt du moteur.

Il est possible selon l'invention de raccourcir cet arrêt prolongé en injectant de l'air frais juste en amont de la sonde 5 : La pompe 6 par exemple permet de réaliser cette fonction.

Une pompe à air telle que 6 équipe de plus en plus fréquemment les moteurs ayant une injection d'air à l'échappement. Par conséquent, dans ce cas, aucun élément n'est à ajouter sur le moteur pour le faire fonctionner selon l'invention.

En outre une telle injection d'air permet de pallier au fait que des hydrocarbures sont susceptibles de se désorber des produits déposés à l'intérieur de la tubulure d'échappement.

Le recalage selon l'invention est donc une étape automatisée qui ne nécessite aucune intervention humaine spécifique ni aucune immobilisation spécifique du véhicule.

Seule une attente supplémentaire peut être nécessaire, au démarrage du moteur.

Revendications

1. Procédé de contrôle de la richesse d'un moteur (2) à allumage commandé fonctionnant en mélange pauvre, caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer in situ (sur véhicule) un recalage d'au moins une première sonde (5) en plusieurs points de fonctionnement correspondant à des richesses différentes, grâce à une deuxième sonde (4) ; la première sonde (5) étant placée sur la ligne d'échappement (1) dudit moteur (2) de façon à mesurer de façon pro-

portionnelle la richesse du fluide s'écoulant dans ladite ligne d'échappement ; ladite deuxième sonde (4) étant placée sur la ligne d'échappement (1) et destinée à fournir l'information nécessaire au recalage de ladite première sonde (5), et en ce que l'on réalise ledit recalage en au moins trois points de fonctionnement dont l'un à richesse nulle.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise un recalage utilisant un point de fonctionnement autour de la richesse 1. 10
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le recalage à richesse nulle est réalisé lorsque le moteur est à l'arrêt. 15
4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise un recalage autour d'un troisième point de fonctionnement correspondant à une richesse quelque peu supérieure à 1. 20
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le recalage autour de la richesse nulle s'effectue par un apport d'air supplémentaire en amont du ou des points de mesure. 25
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit moteur est alimenté au gaz. 30
7. Dispositif de contrôle de richesse destiné à mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins une première sonde (5), placée sur une ligne d'échappement (1) équipée d'un catalyseur (3), et destinée à mesurer de façon proportionnelle la richesse du fluide s'écoulant dans ladite ligne d'échappement, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une deuxième sonde (4) placée sur la ligne d'échappement (1) et des moyens destinés à fournir l'information nécessaire au recalage de ladite première sonde (5) en au moins trois points de fonctionnement, dont l'un à richesse nulle, pendant le fonctionnement du moteur, lesdits moyens utilisant l'information de ladite deuxième sonde. 35 40 45
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend / une pompe (6) destinée à injecter de l'air dans ladite ligne d'échappement (1) en amont de ladite première sonde (5). 50
9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que la pompe (6) est une pompe électrique. 55
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite deuxième sonde (4) est une sonde de type tout ou

rien utilisée notamment pour déterminer des richesses proches de l'unité.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln des Kraftstoff/Luftverhältnisses einer Brennkraftmaschine (2) mit gesteuerter Zündung, die bei magerem Gemisch betrieben wird, dadurch gekennzeichnet, daß es darin besteht, in situ (am Fahrzeug) eine Verstellung wenigstens einer ersten Sonde (5) in mehreren Betriebspunkten entsprechend unterschiedlichen Kraftstoff/Luftgemischen dank einer zweiten Sonde (4) vorzunehmen, wobei die erste Sonde (5) auf der Auslaßleitung (1) dieser Brennkraftmaschine (2) derart angeordnet ist, daß proportional das Kraftstoff/Luftverhältnis bzw. die Fettheit des in dieser Auslaßleitung strömenden Fluids gemessen wird, die zweite Sonde (4) auf der Auslaßleitung (1) angebracht und dazu bestimmt ist, die für die Verstellung dieser ersten Sonde (5) notwendige Information zu liefern und daß man diese Verstellung an wenigstens drei Arbeitspunkten, einen bei der Fettheit des Gemisches gleich null realisiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verstellung unter Verwendung eines Betriebspunktes um den Fettheitsgrad (1) herum realisiert.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung bei der Fettheit null durchgeführt wird, wenn der Motor steht.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man eine Verstellung um einen dritten Betriebspunkt entsprechend einer Fettheit bzw. einem Kraftstoff/Luftverhältnis etwas oberhalb 1 vornimmt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstellung um die Fettheit bzw. das Kraftstoff/Luftverhältnis gleich null vorgenommen wird durch die Zuführung von Zusatzluft vor dem oder den Meßpunkten.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennkraftmaschine mit Gas gespeist wird.
7. Vorrichtung zum Regeln des Kraftstoff/Luftverhältnisses bzw. der Fettheit zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wenigstens eine erste Sonde (5) umfassend, die auf einer mit einem Katalysator (3) ausgestatteten Auslaßleitung (1) angeordnet und dazu bestimmt ist, proportional das Kraftstoff/Luftverhältnis

des in dieser Auslaßleitung strömenden Fluids zu messen, dadurch gekennzeichnet, daß sie im übrigen eine zweite auf der Auslaßleitung (1) angeordnete Sonde (4) umfaßt sowie Mittel, die dazu bestimmt sind, die zur Verstellung dieser ersten Sonde (5) notwendige Information in wenigstens drei Betriebspunkten, von denen einer ein Kraftstoff-/Luftverhältnis von null hat, während des Betriebs des Motors zu liefern, wobei diese Mittel die Information dieser zweiten Sonde benutzen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Pumpe (6) umfaßt, die dazu bestimmt ist, Luft in diese Auslaßleitung (1) vor dieser ersten Sonde (5) einzublasen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (6) eine elektrische Pumpe ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese zweite Sonde (4) eine Sonde vom JA/NEIN Typ ist, die insbesondere zur Bestimmung von Kraftstoff/Luftverhältnissen nahe der Einheit benutzt wird.

Claims

1. A method of controlling the richness of a controlled ignition engine (2) operating on a lean mixture, characterised in that it consists in re-setting at least a first sensor (5) in situ (on the vehicle) at several operating points corresponding to different levels of richness by means of a second sensor (4); the first sensor (5) being positioned on the exhaust line (1) of said engine (2) so as to measure proportionally the richness of the fluid flowing in said exhaust line; said second sensor (4) being positioned on the exhaust line (1) and designed to supply the information necessary to re-set said first sensor (3) and said re-setting is applied at three operating points at least, one of which is richness equals zero.

2. A method as claimed in claim 1, characterised in that a re-set is applied using an operating point around richness equals 1.

3. A method as claimed in claim 2, characterised in that zero richness is re-set when the engine is idle.

4. A method as claimed in claim 1, characterised in that a re-setting is applied around a third operating point corresponding to a richness slightly higher than 1.

5. A method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that the richness is re-set

around zero by supplying additional air upstream of the measuring point or points.

6. A method as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that said engine is powered by gas.

7. A device for controlling richness designed to implement the method as claimed in any one of the preceding claims, having at least a first sensor (5) positioned on an exhaust line (1) fitted with a catalytic convertor (3) and designed to measure proportionally the richness of the fluid flow in said exhaust line, characterised in that it also has a second sensor (4) positioned on the exhaust line (1) and means designed to provide the information needed to re-set the first sensor (5) at three operating points at least, one of which is zero richness whilst the engine is operating, said means using the information from the second sensor.

8. A device as claimed in claim 7, characterised in that it has a pump (6) designed to inject air into said exhaust line (1) upstream of said first sensor (5).

9. A device as claimed in claim 8, characterised in that the pump (6) is an electric pump.

10. A device as claimed in any one of the preceding claims, characterised in that said second sensor (4) is a sensor of the all or nothing type used in particular to determine richness levels close to one.

