



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 175 596  
B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :  
25.05.88

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **F 02 D 41/14, F 02 D 41/26,  
F 02 D 41/34**

(21) Numéro de dépôt : **85401363.8**

(22) Date de dépôt : **05.07.85**

(54) Procédé adaptatif de régulation de l'injection d'un moteur à injection.

(30) Priorité : **23.07.84 FR 8411668**

(43) Date de publication de la demande :  
26.03.86 Bulletin 86/13

(45) Mention de la délivrance du brevet :  
25.05.88 Bulletin 88/21

(84) Etats contractants désignés :  
**CH DE GB IT LI NL SE**

(56) Documents cités :  
**DE-A- 3 310 600  
US-A- 3 824 967  
US-A- 4 200 064  
US-A- 4 201 161  
US-A- 4 467 769**

(73) Titulaire : **REGIE NATIONALE DES USINES RENAULT**  
Boîte postale 103 8-10 avenue Emile Zola  
F-92109 Boulogne-Billancourt (FR)

(72) Inventeur : **Lefevre, Rémi**  
38 bis, rue Henry Litliff  
F-92700 Colombes (FR)  
Inventeur : **Lagrué, Jean-Pierre**  
15, rue Gallieni  
F-91120 Palaiseau (FR)

(74) Mandataire : **Réal, Jacques et al**  
Régie Nationale des Usines Renault SCE 0804  
F-92109 Boulogne Billancourt Cedex (FR)

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

L'invention concerne un procédé adaptatif de régulation de l'injection d'un moteur à injection, selon lequel on détermine en permanence le temps d'injection (Ti) par une régulation classique en fonction de la pression d'admission (P) ou du débit d'air à l'admission à partir d'une droite de régulation (D) définie par sa pente (f) et son ordonnée à l'origine (b), abstraction faite d'autres corrections éventuelles (c, c'...), et l'on réajuste périodiquement, par cycles d'adaptation successifs selon une période déterminée, les valeurs de la pente (f) et de l'ordonnée à l'origine (b) de la droite de régulation en fonction des écarts de richesses éventuels constatés par une sonde d'analyse des gaz d'échappement, l'espace des pressions étant divisé en un certain nombre (n) de zones à chacune desquelles correspond une valeur centrale (P<sub>i</sub>) de la pression.

Il est connu de déterminer en permanence le temps d'injection par une régulation classique en fonction de la pression dans le collecteur d'admission, ou encore du débit d'air à l'admission, à partir d'une droite de régulation définie par sa pente et son ordonnée à l'origine dans le diagramme des temps d'injection en fonction des pressions. Ces valeurs sont calculées au plus juste pendant la période de mise au point du moteur ; mais il est connu qu'elles varient aléatoirement au cours du temps en fonction de paramètres divers, par exemple le colmatage du filtre à air qui réduit le débit d'air pour une même pression. Il est donc nécessaire pour une régulation précise de réajuster périodiquement les paramètres de cette droite de régulation.

Pour cela, il existe un procédé, dit « procédé américain », décrit notamment dans l'article « A Closed-Loop A/F Control Model for Internal Combustion Engines » de Douglas R. HAMBOURG et Michael A. SHULMAN, publié en 1980 par la « Society of Automotive Engineers, Inc. » Ce procédé consiste à utiliser une sonde dite « sonde Lambda » d'analyse des gaz d'échappement qui donne un signal qui varie lorsque l'on a un défaut d'oxygène dans les gaz d'échappement, ce qui témoigne d'une richesse franchissant la valeur 1 correspondant au mélange stoechiométrique. Lorsque cela se produit, on corrige les paramètres à la droite de régulation de la manière suivante : si la pression P à l'admission est inférieure à un seuil déterminé, on applique une correction seulement sur l'ordonnée à l'origine de la droite, tandis que si la valeur de la pression est supérieure à ce seuil, on applique une correction uniquement sur la pente de la droite. Ce procédé est donc approximatif. En effet, si les conditions actuelles se maintiennent, la droite recalculée finit toujours par passer par le point de fonctionnement actuel, mais une anomalie locale peut fausser la calcul de tous les autres points. En outre, ce procédé ne fonctionne qu'avec une richesse unitaire, alors que les problèmes d'économie d'énergie et de pollution conduisent de plus en plus à utiliser des richesses inférieures à l'unité.

On connaît par ailleurs le procédé dit « de surinjection », décrit dans la demande de brevet français 83 17 538 au nom de la demanderesse, et qui consiste, lorsque l'injection est régulée à une richesse inférieure à l'unité, à effectuer périodiquement une augmentation progressive de la richesse jusqu'à ce que l'on obtienne le déclenchement de la sonde d'analyse des gaz, puis à revenir à la richesse initiale en conservant la valeur de l'augmentation relative du temps d'injection qui a été ainsi nécessaire, laquelle, comparée à l'augmentation théorique résultant de la richesse voulue, donne la correction nécessaire. La demande de brevet susvisée indique comment on peut éviter les à-coups résultants de cette incursion momentanée en richesse par action sur l'avance à l'allumage. Toutefois, ces surinjections doivent être suffisamment espacées dans le temps, avec une période par exemple de 10 minutes.

On pourrait naturellement en fonction de cet état de la technique envisager d'utiliser le procédé américain, même avec une richesse inférieure à 1, en le combinant avec le procédé de surinjection. Cependant, dans ce cas, le manque de précision de ce procédé américain serait encore accru par l'augmentation importante de la période de réajustement due au procédé de surinjection.

Le but de l'invention est d'éliminer les inconvénients précédents en réalisant un procédé adaptatif de régulation de l'injection dont l'adaptation soit plus précise en tous ses points et moins sensible aux anomalies locales, tout en s'accommodant de n'importe quelle périodicité.

L'invention est caractérisée par le fait qu'à chaque cycle d'adaptation d'une période fixée, après avoir déterminé un point théorique (M) de fonctionnement du moteur, d'abscisse (P) correspondant à la pression d'admission actuelle mesurée, ainsi que le numéro de zone correspondant (j), on effectue successivement les opérations suivantes :

— en fonction des indications de la sonde et de la richesse désirée, on détermine le facteur correctif  $(1 + \alpha)$  par rapport à la droite de régulation actuelle (D) ; en confondant la valeur mesurée (P) de la pression d'admission avec la valeur la plus voisine (P<sub>i</sub>) du centre de la zone dans laquelle se trouve (P).

— on calcule et on attribue individuellement pour chaque zone un facteur correctif ( $\beta_j$ ), par rapport à une droite initiale (D<sub>0</sub>, f<sub>0</sub>, b<sub>0</sub>) définie en mémoire morte, par un calcul purement linéaire en fonction du facteur correctif  $(1 + \alpha)$  défini précédemment, et en fonction des paramètres (f, b) de la droite actuelle, tel que

$$\beta_j = \frac{f}{f_0} (1 + \alpha) + \frac{b - b_0}{f_0 \cdot P_j} - 1$$

— en fonction des diverses valeurs ( $\beta_i$ ) en mémoire vive de ce dernier paramètre correctif, on calcule et on attribue de nouvelles valeurs des paramètres ( $f$ ,  $b$ ) de la droite de régulation ( $D$ ) par des formules purement linéaires telles que :

5

$$f = \sum k_i \cdot \beta_i$$

$$b = b_0 + \sum k'_i \cdot \beta_i$$

10  $b_0$ ,  $k_i$  et  $k'_i$  étant des coefficients de pondération constants en mémoire morte,

— les coefficients de pondération ( $k_i$ ,  $k'_i$ ), utilisés pour le calcul des paramètres ( $f$ ,  $b$ ) de la droite de régulation au cours de chaque cycle d'adaptation, étant déterminés de manière que cette droite passe le plus près possible de tous les points théoriques ( $M$ ) de fonctionnement définis à chaque cycle d'adaptation.

15 D'autres particularités apparaîtront dans la description qui va suivre d'un mode de mise en œuvre pris comme exemple et représenté sur le dessin annexé, sur lequel :

la figure 1 est un diagramme des droites de régulation dans l'espace pression/temps, et

la figure 2 représente l'organigramme du procédé.

20 Tant que le moteur fonctionne, et à un régime supérieur à celui du ralenti, on détermine en permanence le temps d'injection  $T_i$  par une régulation classique en fonction de la pression d'admission  $P$ , ou encore dans certains cas, du débit d'air à l'admission mesuré par un débitmètre, et à partir d'une droite de régulation que l'on peut exprimer par l'équation :

$$T_i = a \cdot P + b$$

25

où  $a = (1 + c/256) (1 + c'/256) \dots (1 + f/256)$

$c$ ,  $c'$ ... étant des corrections en fonction de paramètres mesurés, tels que température de l'eau, température de l'air, etc. et  $f$  étant le coefficient d'échelle. Les dénominateurs 256 sont des valeurs arbitraires correspondant de préférence à la capacité de stockage d'un octet pour que les faibles valeurs de correction soient ramenées à des valeurs entières. Les valeurs  $f$  et  $b$  peuvent être considérées comme

30

représentant respectivement la pente et l'ordonnée à l'origine de la droite de régulation, compte non tenu des autres corrections.

En outre, et c'est en cela que le procédé de régulation est adaptatif, on réajuste périodiquement les valeurs de  $f$  et  $b$  en fonction des écarts de richesse constatés par une sonde d'analyse des gaz d'échappement. Il peut s'agir d'une sonde dite Lambda à l'oxyde de zirconium sensible à un excès

35

d'oxygène, ou de toute autre sonde ou procédé d'analyse.

Si le moteur fonctionne avec une richesse unité, c'est-à-dire en mélange stoechiométrique, selon les normes les plus fréquentes en usage aux Etats-Unis, le signal de la sonde indique immédiatement si l'on doit augmenter ou réduire la richesse, c'est-à-dire le temps d'injection.

40

Si au contraire, le moteur fonctionne avec une richesse constante ou variable selon les circonstances mais inférieure à l'unité, par exemple de 0,8, comme c'est de plus en plus fréquemment l'usage selon les normes européennes afin de réduire la consommation et la pollution, la valeur de la correction est un peu plus complexe à établir. On peut en particulier utiliser le procédé dit de surinjection, décrit dans le brevet français susvisé, et qui consiste, à chaque cycle d'adaptation, à accroître progressivement le temps d'injection jusqu'à ce que la sonde d'analyse bascule, puis à revenir rapidement à la richesse précédente. Si par exemple la richesse est fixée à 0,8, il suffit, à partir du temps d'injection actuel, de l'augmenter de 25 % pour obtenir théoriquement ce basculement. Si ce basculement a lieu plus tôt ou plus tard, une simple règle de trois donne la valeur de la correction à apporter.

45

Sur le diagramme de la figure 1, le point théorique de fonctionnement  $M$  est ainsi déterminé à partir du point  $A$  de même abscisse sur la droite de fonctionnement actuelle  $D$  par un terme correctif  $\alpha$  tel que l'ordonnée de  $N$  soit égale à l'ordonnée de  $A$  multipliée par  $(1 + \alpha)$ . Le procédé connu de surinjection comprend en outre des mesures pour éviter que l'incursion en richesses supérieures, bien que brève, n'introduise un à-coup dans le fonctionnement du véhicule, et ce en altérant momentanément l'avance à l'allumage de façon proportionnée.

50

55 Chaque cycle d'adaptation détermine donc un point théorique  $M$  de fonctionnement à l'abscisse  $P$  correspondant à la pression actuelle de l'admission. Si ce point  $M$  est sur la droite de régulation  $D$ , naturellement il n'y a aucune correction à apporter. Si au contraire le point est en dehors de la droite, il peut être nécessaire de corriger celle-ci.

Pour cela, selon l'état de la technique, et en particulier selon le procédé américain indiqué plus haut, on détermine un seuil de pression moyenne, et si la pression actuelle  $P$  est inférieure à ce seuil, on corrige uniquement l'ordonnée à l'origine  $b$  de la droite  $D$  sans modifier la pente  $f$  de cette droite de manière qu'elle passe progressivement par le point théorique  $M$ , alors qu'au contraire, si cette pression est supérieure au seuil, on corrige uniquement la pente  $f$  sans modifier l'ordonnée à l'origine  $b$  de manière que cette droite passe progressivement par le nouveau point  $M$ . Ce procédé est donc simple mais peu

65

précis et est très sensible aux anomalies locales possibles.

Au contraire, selon l'invention, on divise l'espace des pressions  $P$  en un certain nombre  $n$  de zones, par exemple quatre dans l'exemple de la figure 1, et pour chaque zone de rang  $j$  on définit la pression moyenne  $P_j$  correspondant à l'abscisse du centre de la zone.

Lors de la mise au point du moteur, on détermine la droite de régulation initiale idéale  $D_0$ , dont les paramètres  $f_0$  et  $b_0$  sont chargés en mémoires mortes. Au contraire, les paramètres  $f$  et  $b$  de la droite de régulation actuelle  $D$  sont chargés en mémoires vives et contiennent les valeurs résultant de l'utilisation antérieure. A défaut, c'est-à-dire en cas d'effacement des mémoires vives, celles-ci sont chargées avec les valeurs  $f_0$  et  $b_0$ .

Les cycles d'adaptation se succèdent à une période qui peut être relativement courte (une fraction de secondes) si l'on utilise la richesse unité, et qui ont intérêt à être plus espacés, par exemple de 10 minutes, si l'on utilise une richesse inférieure à l'unité et le procédé de surinjection pour la raison indiquée plus haut.

A chaque nouveau cycle d'adaptation, illustré par l'organigramme de la figure 2, on mesure la pression d'admission actuelle  $P$  et l'on détermine le numéro  $j$  de la zone dans laquelle se trouve cette pression  $P$ . Pour cela, on opère habituellement par voie numérique et il suffit d'effectuer une division entière ou un arrondi.

Ayant déterminé  $j$ , on procède à l'analyse du signal de la sonde et au calcul du terme correctif  $1 + \alpha$  par rapport à la droite de régulation actuelle  $D$ . Ceci implique en particulier, dans le cas d'utilisation d'une richesse inférieure à l'unité, l'application du procédé de surinjection dans son ensemble. C'est en effet à partir du point A que l'on opère l'incursion en richesses jusqu'au point M et retour au point A, le rapport des ordonnées de M et de A, comparé à la richesse fixée, permettant de déterminer directement  $1 + \alpha$ . Ces calculs sont effectués en confondant la valeur  $P$  de la pression avec la valeur la plus voisine, par exemple  $P_2$  dans l'exemple de la figure 1 si  $j = 2$ .

On dispose par ailleurs de  $n$  mémoires vives contenant diverses valeurs de  $\beta_j$ ,  $j$  variant de 1 à  $n$ , les coefficients  $\beta$  étant définis comme les coefficients  $\alpha$  mais à partir de la droite de régulation initiale  $D_0$ . En d'autres termes, on passe du point B sur cette droite au point M en multipliant les ordonnées par le facteur  $1 + \beta$ .

Pour la valeur de  $j$  calculée en début de cycle, on calcule et on attribue à la mémoire  $\beta_j$  la valeur indiquée sur la figure 2,

$$\beta_j = \frac{f}{f_0} (1 + \alpha) \frac{b - b_0}{f_0 \cdot P_j} - 1,$$

valeur qui résulte d'une expression purement linéaire en fonction de  $\alpha$ , puisque  $1/f_0$  et  $1/f_0 P_j$  sont des constantes, ainsi que  $b_0$ , tandis que  $f$  et  $b$  sont les valeurs actuelles en mémoires vives des paramètres de la droite de régulation  $D$ . Ce calcul purement linéaire est donc facile et rapide. Bien entendu, il n'affecte que le  $\beta_j$ , tandis que les autres  $\beta_i$ , pour  $i$  différent de  $j$  demeurent à leur ancienne valeur.

En poursuivant le cycle d'adaptation, on calcule alors et on attribue aux mémoires  $f$  et  $b$  des valeurs également purement linéaires s'exprimant en fonction des  $\beta_i$ , pour toutes les valeurs de  $i$  de 1 à  $n$ , avec des coefficients de pondération  $k_i$  et  $k'_i$ :

$$f = \sum k_i \beta_i$$

$$b = b_0 + \sum k'_i \beta_i$$

Ces  $2n$  constantes  $k_i$  et  $k'_i$  sont naturellement contenues en mémoires mortes et sont déterminées, expérimentalement ou par le calcul, de telle manière que la nouvelle droite  $D$  ainsi déterminée passe le plus près possible de tous les points tels que M précédemment calculés.

La régulation du temps d'injection se poursuit avec les nouvelles valeurs des paramètres  $f$  et  $b$  de la droite de régulation, tandis qu'indépendamment le cycle d'adaptation se poursuit par une boucle d'attente de la période fixée avant de recommencer au début du cycle.

Au cours du fonctionnement du moteur, la pression d'admission  $P$  varie naturellement et passe plus ou moins fréquemment par toutes les valeurs de l'espace prévu, ce qui permet d'actualiser successivement et périodiquement les divers points correspondant aux diverses zones. Mais il est clair que chaque cycle d'adaptation tient compte non seulement du point de fonctionnement M de la zone  $j$  considérée, mais également de tous les autres points calculés précédemment, c'est-à-dire de l'historique qui précède. En particulier, chaque nouvelle droite  $D$  ne passe en général pas par tous les points mais atténue par conséquent l'influence des anomalies locales éventuelles.

Le calculateur n'utilise que peu de variables :  $P$ ,  $j$ ,  $\alpha$ ,  $f$ ,  $b$ ,  $\beta_j$  ( $n$  valeurs) et peu de constantes :  $1/f_0$ ,  $1/f_0 P_j$ ,  $b_0$ ,  $k_i$  ( $n$  valeurs),  $k'_i$  ( $n$  valeurs), richesse, périodicité. De plus, les calculs sont extrêmement simples, puisque tous linéaires et à petit nombre de termes, et néanmoins assez précis pour assurer une convergence rapide s'accommodant éventuellement d'une période de cycle élevée.

Naturellement, le procédé s'applique indifféremment au mélange stoechiométrique ou aux richesses différentes de l'unité, même variables comme on l'a vu, et il est toujours possible de lui adjoindre une

pondération supplémentaire en n'effectuant chaque fois qu'une fraction des corrections calculées, ou encore en augmentant les coefficients que d'une unité à la fois dans le sens calculé, et ceci d'une manière connue. Ainsi, entre deux cycles d'adaptation au cours desquels on a déterminé les numéros (n et n + 1) respectivement des zones où se trouve la pression d'admission P mesurée, on peut faire varier les paramètres f et b de la droite de régulation D suivant une courbe de type passe-bas :

$$f = f_n + x(f_{n+1} - f_n)$$

$$b = b_n + x'(b_{n+1} - b_n)$$

10

avec  $0 < x < 1$

## Revendications

15

1. Procédé adaptatif de régulation de l'injection d'un moteur à injection, selon lequel on détermine en permanence le temps d'injection (Ti) par une régulation classique en fonction de la pression d'admission (P) ou du débit d'air à l'admission à partir d'une droite de régulation (D) définie par sa pente (f) et son ordonnée à l'origine (b), abstraction faite d'autres corrections éventuelles (c, c'...), et l'on réajuste périodiquement, par cycles d'adaptation successifs selon une période déterminée, les valeurs de la pente (f) et de l'ordonnée à l'origine (b) de la droite de régulation en fonction des écarts de richesse éventuels constatés par une sonde d'analyse des gaz d'échappement, l'espace des pressions étant divisé en un certain nombre (n) de zones à chacune desquelles correspond une valeur centrale (P<sub>j</sub>) de la pression, procédé caractérisé par le fait qu'à chaque cycle d'adaptation d'une période fixée, après avoir déterminé un point théorique (M) de fonctionnement du moteur, d'abscisse (P) correspondant à la pression d'admission actuelle mesurée, ainsi que le numéro de zone correspondant (j), on effectue successivement les opérations suivantes :

— en fonction des indications de la sonde et de la richesse désirée, on détermine le facteur correctif (1 + α) par rapport à la droite de régulation actuelle (D) ; en confondant la valeur mesurée (P) de la pression d'admission avec la valeur la plus voisine (P<sub>j</sub>) du centre de la zone dans laquelle se trouve (P).  
— on calcule et on attribue individuellement pour chaque zone un facteur correctif (β<sub>j</sub>), par rapport à une droite initiale (D<sub>0</sub>, f<sub>0</sub>, b<sub>0</sub>) définie en mémoire morte, par un calcul purement linéaire en fonction du facteur correctif (1 + α) défini précédemment, et en fonction des paramètres (f, b) de la droite actuelle, tel que

35

$$\beta_j = \frac{f}{f_0} (1 + \alpha) + \frac{b - b_0}{f_0 \cdot P_j} - 1$$

— en fonction des diverses valeurs (β<sub>j</sub>) en mémoire vive de ce dernier paramètre correctif, on calcule et on attribue de nouvelles valeurs des paramètres (f, b) de la droite de régulation (D) par des formules purement linéaires telles que :

45

$$f = \sum k_i \beta_i$$

$$b = b_0 + \sum k'_i \beta_i$$

b<sub>0</sub>, k<sub>i</sub> et k'<sub>i</sub> étant des coefficients de pondération constants en mémoire morte.

— les coefficients de pondération (k<sub>i</sub>, k'<sub>i</sub>) utilisés pour le calcul des paramètres (f, b) de la droite de régulation au cours de chaque cycle d'adaptation, étant déterminés de manière que cette droite passe le plus près possible de tous les points théoriques (M) de fonctionnement définis à chaque cycle d'adaptation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moteur fonctionne avec une richesse égale à l'unité (mélange stœchiométrique), et une période courte pour le cycle d'adaptation.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le moteur fonctionne avec une richesse inférieure à l'unité, constante ou variable, et une période relativement élevée, compatibles avec l'utilisation du procédé connu de surinjection pour l'évaluation du terme correctif (1 + α) par rapport à la droite actuelle.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'entre deux cycles d'adaptation au cours desquels on a déterminé les numéros (n et n + 1) respectivement des zones où se trouve la pression d'admission (P) mesurée, les paramètres (f et b) de la droite de régulation (D) varient suivant une courbe du type filtre passe-bas :

$$f = f_n + x(f_{n+1} - f_n)$$

65

$$b = b_n + x'(b_{n+1} - b_n)$$

avec  $x$  et  $x'$  compris entre 0 et 1.

5

## Claims

1. An adaptive process for regulating the injection of an injection engine comprising permanently determining the injection time (Ti) by conventional regulation in dependence on the intake pressure (P) or the intake air flow rate from a regulating straight line (D) defined by its slope (f) and its ordinate at the origin (b), disregarding other possible corrections (c, c'...), and re-adjusting periodically by successive adaptation cycles in accordance with a predetermined period, the values of the slope (f) and the ordinate at the origin (b) of the regulating straight line in dependence on any differences in richness detected by an exhaust gas analysing probe, the space of the pressures being divided into a certain number (n) of zones, to each of which corresponds a central value (P<sub>j</sub>) of the pressure, the process being characterised in that in each adaptation cycle of a fixed period, after having determined a theoretical point (M) of operation of the engine, of an abscissa (P) corresponding to the current intake pressure measured, as well as the corresponding zone number (j), the following operations are successively performed :

— in dependence on the indications from the probe and the desired richness, determining the corrective factor (1 + α) with respect to the current regulating straight line (D) ; by merging the measured value (P) of the intake pressure with the closest value (P<sub>j</sub>) of the centre of the zone in which (P) occurs, — calculating and individually attributing for each zone a corrective factor (β<sub>j</sub>), with respect to an initial straight line (D<sub>0</sub>, f<sub>0</sub>, b<sub>0</sub>) which is defined in a read only memory, by a purely linear calculation in dependence on the previously defined corrective factor (1 + α) and in dependence on the parameters (f, b) of the current straight line, such that :

$$\beta_j = \frac{f}{f_0} (1 + \alpha) + \frac{b - b_0}{f_0 P} - 1$$

30

— in dependence on the various values (β<sub>j</sub>) in a random access memory in respect of said last corrective parameter, calculating and attributing fresh values of the parameters (f, b) of the regulating straight line (D) by purely linear formulae such that :

35

$$f = \sum k_i \beta_i$$

$$b = b_0 + \sum k'_i \beta_i$$

b<sub>0</sub>, k<sub>i</sub> and k'<sub>i</sub> being constant weighting coefficients in the read only memory,

— the weighting coefficients (k<sub>i</sub>, k'<sub>i</sub>) used for calculation of the parameters (f, b) of the regulating straight line in the course of each adaptation cycle being so determined that said straight line passes as closely as possible to all the theoretical points (M) of operation defined in each adaptation cycle.

2. A process according to claim 1 characterised in that the engine operates with a degree of richness equal to unity (stoichiometric mixture) and a short period for the adaptation cycle.

3. A process according to claim 1 characterised in that the engine operates with a degree of richness of less than unity, which is constant or variable, and a relatively high period, which are compatible with the use of the known over-injection process for evaluation of the corrective term (1 + α) with respect to the current straight line.

4. A process according to one of the preceding claims characterised in that between two adaptation cycles in the course of which the numbers (n and n + 1) respectively of the zones in which the measured intake pressure (P) occurs were determined, the parameters (f and b) of the regulating straight line (D) vary in accordance with a curve of the low pass filter type :

$$f = f_n + x(f_{n+1} - f_n)$$

$$b = b_n + x'(b_{n+1} - b_n)$$

with  $x$  and  $x'$  being between 0 and 1.

60

## Patentansprüche

1. Verfahren für die anpassungsfähige Steuerung der Kraftstoffeinspritzung eines Einspritzmotors, bei der kontinuierlich die Einspritzzeit (Ti) bestimmt wird durch eine herkömmliche Steuerung als Funktion des Einlaßdrucks (P) oder der Einlaßluftmenge, ausgehend von einer Regelgeraden (D), die

- durch ihre Steigung (f) und ihre Ordinate im Ursprung (b) definiert ist, abgesehen von eventuellen anderen Korrekturen (c, c'...) und bei der periodisch mittels aufeinanderfolgender Anpaßzyklen gemäß einer vorgegebenen Periode die Werte der Steigung (f) und der Ordinate im Ursprung (b) der Regelgeraden überprüft werden als Funktion eventueller Anreicherungsabweichungen, die durch eine
- 5 Analysesonde in den Abgasen ermittelt werden, wobei der Druckraum in eine bestimmte Anzahl (n) von Abschnitten unterteilt ist, deren jedem ein zentraler Druckwert (P<sub>j</sub>) zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß während jedes Anpaßzyklus einer feststehenden Periode nach Festlegung eines theoretischen Punktes (M) der Motorbetriebsweise der Abszisse (P), die dem aktuellen gemessenen Einlaßdruck entspricht sowie nach der Nummer des zugehörigen Abschnitts (j) nacheinander die folgenden Schritte durchgeführt werden :
- 10 — es wird ein Korrekturfaktor (1 + α) bezüglich der aktuellen Regelgeraden (D) ermittelt als Funktion der Anzeigen der Sonde und der gewünschten Anreicherung ; in dem der gemessene Wert (P) für den Einlaßdruck mit dem nächstliegenden Wert (P<sub>j</sub>) der Abschnittsmittle, in der (P) herrscht, vereinigt wird,
- es wird ein Korrekturfaktor (β<sub>j</sub>) berechnet und einzeln einem jeden Abschnitt zugewiesen
- 15 bezüglich einer Anfangsgeraden (D<sub>0</sub>, f<sub>0</sub>, b<sub>0</sub>), die in einem Totspeicher definiert ist, durch eine rein lineare Berechnung des oben angegebenen Korrekturfaktors (1 + α) und als Funktion der Parameter (f, b) der tatsächlichen Geraden, derart daß.

$$\beta_j = \frac{f}{f_0} (1 + \alpha) + \frac{b - b_0}{f_0 P} - 1$$

- es wird dieser letztere Korrekturparameter als Funktion der verschiedenen Werte (β<sub>j</sub>) gespeichert, es werden neue Werte der Parameter (f, b) der Regelgeraden (D) berechnet und zugewiesen durch rein lineare Formeln wie z. B. :

$$f = \sum k_i \beta_i$$

$$b = b_0 + \sum k'_i \beta_i$$

- wobei b<sub>0</sub>, k<sub>i</sub> und k'<sub>i</sub> konstante Wichtungskoeffizienten im Totspeicher sind,
- 30 — wobei die verwendeten Wichtungskoeffizienten (k<sub>i</sub>, k'<sub>i</sub>) zur Berechnung der Parameter (f, b) der Regelgeraden während eines jeden Anpaßzyklus derart festgelegt werden, daß die Gerade so nahe wie möglich an allen theoretischen Betriebspunkten (M), die für jeden Anpaßzyklus definiert sind, verläuft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor mit einer Anreicherung arbeitet, die gleich der Einheitsanreicherung ist (stöchiometrisches Verhältnis) und während einer kurzen
- 35 Periode für den Anpaßzyklus.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor mit einer Anreicherung arbeitet, die kleiner als die Einheitsanreicherung ist, und zwar konstant oder variabel, während einer relativ langen Periode kompatibel mit dem Einsatz des bekannten Verfahrens der Übereinspritzung zur Ermittlung des Korrekturwertes (1 + α) bezüglich der tatsächlichen Geraden.
- 40 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Anpaßzyklus, während denen die Zahlen (n und n + 1) für die zugehörigen Abschnitte, in denen der gemessene Einlaßdruck (P) herrscht, bestimmt wurde, die Parameter (f und b) der Regelgeraden (D) gemäß einer Kurve von Typ Tiefpaßfilter variieren :

$$f = f_n + x(f_{n+1} - f_n)$$

$$b = b_n + x'(b_{n+1} - b_n)$$

- wobei x und x' zwischen 0 und 1 liegen.

FIG.1

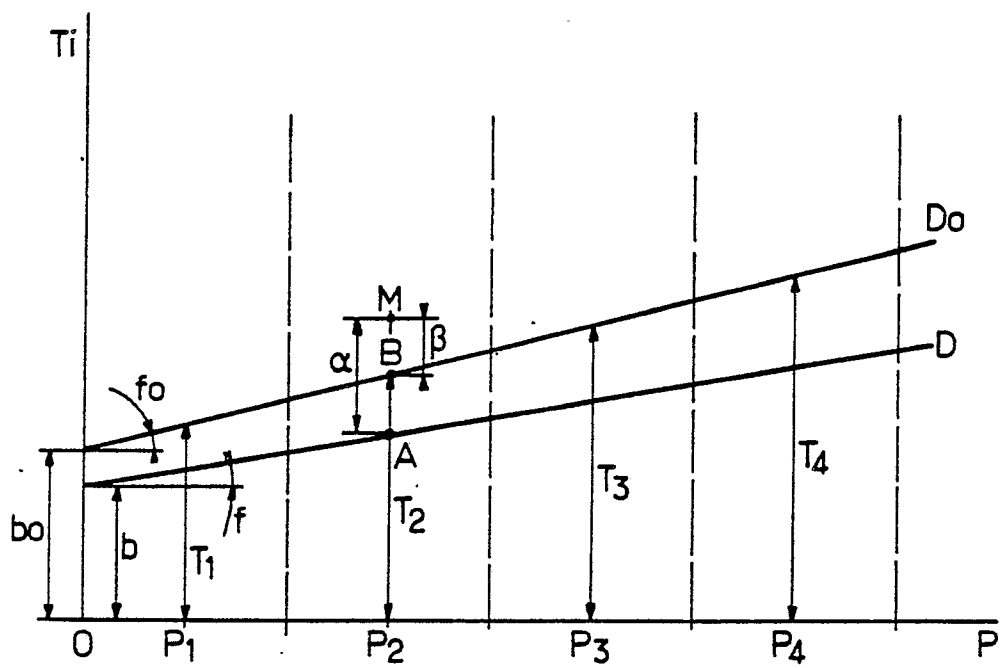




FIG.2

