



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer : **0 407 406 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
18.09.91 Patentblatt 91/38

(51) Int. Cl.⁵ : **F02D 41/24**

(21) Anmeldenummer : **89902931.8**

(22) Anmeldetag : **04.03.89**

(86) Internationale Anmeldenummer :
PCT/DE89/00135

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer :
WO 89/09334 05.10.89 Gazette 89/24

(54) **LERNENDES REGELUNGSVERFAHREN FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE UND VORRICHTUNG
HIERFÜR.**

(30) Priorität : **02.04.88 DE 3811262**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
16.01.91 Patentblatt 91/03

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
18.09.91 Patentblatt 91/38

(84) Benannte Vertragsstaaten :
DE FR GB

(56) Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 221 386
EP-A- 0 275 507
DE-A- 3 505 965
US-A- 4 625 699

(73) Patentinhaber : **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 10 60 50
W-7000 Stuttgart 10 (DE)

(72) Erfinder : **KLENK, Martin**
Stresemannstr. 11
W-7150 Backnang (DE)

EP 0 407 406 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein lernendes Regelungsverfahren mit Vorsteuerung zum Einstellen des Lambdawertes für das einer Brennkraftmaschine zuzuführende Luft/Kraftstoffgemisch. Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens (Siehe jeweils 1. Teil der Ansprüche 1, 5).

Stand der Technik

Ein derartiges Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung sind aus der DE 3505965A1 (US-Ser. No. 831476/1986) bekannt. Die Vorrichtung weist ein Vorsteuerungsmittel, ein Sollwertgebermittel, ein Regelungsmittel und einen Adaptionsfaktorenspeicher auf. Das Verfahren dient z.B. zum Einstellen der Einspritzzeit. Das Vorsteuerungsmittel gibt abhängig von Werten von anderen Betriebsgrößen als der Einspritzzeit einen Vorsteuerungswert für die Einspritzzeit aus. Das Sollwertgebermittel liefert einen einzigen Regelgrößen-Sollwert, nämlich den Lambdawert 1. Dieser wird mit dem jeweiligen Lambda-Istwert verglichen, der durch eine Lambdasonde gemessen wird. Das Regelungsmittel bildet abhängig von der Differenz zwischen den genannten beiden Werten einen Stellwert, nämlich einen Regelfaktor, mit dem der jeweilige Vorsteuerungswert regelnd durch Multiplikation korrigiert wird. Der Vorsteuerungswert wird jedoch auch steuernd korrigiert, und zwar mit Hilfe eines aus dem Adaptionsfaktorenspeicher jeweils ausgelesenen Adaptionsfaktors. Der Adaptionsfaktorenspeicher speichert Adaptionswerte adressierbar über Werte von Adressierbetriebsgrößen. Er liest zum Korrigieren des Vorsteuerungswertes jeweils denjenigen Adaptionsfaktor aus, der zum jeweils vorliegenden Satz von Werten der Adressierbetriebsgrößen gehört. Mit diesem Faktor wird der Vorsteuerungswert multiplikativ verknüpft. Die Adaptionsfaktoren werden mit Hilfe des vom Regelungsmittel gelieferten Regelfaktors immer wieder neu bestimmt. In vorgegebenen größeren Zeitabschnitten werden die Faktoren des Adaptionsfaktorenspeichers dahingehend ausgewertet, daß der Mittelwert aller Faktoren gebildet wird und dieser Mittelwert in einen sogenannten multiplikativen globalen Faktor eingearbeitet wird. Dieser Wert berücksichtigt dann global Korrekturen, die sowohl wegen multiplikativ auf die Einspritzzeit wirkender Störeinflüsse wie auch additiv wirkender Störeinflüsse erforderlich sind.

Additiv wirkende Störeinflüsse werden bei einem Verfahren besser berücksichtigt, wie es aus dem SAE-Paper No. 860594, 1986 ebenfalls zum Einstellen der Einspritzzeit bekannt ist. Die zugehörige Vorrichtung weist außer den oben genannten Funktionsstufen noch ein Summanden-Ermittlungsmittel auf, das einen Summanden ermittelt, der zu dem durch multiplikative Faktoren korrigierten Vorsteuerwert addiert wird. Der Summand wird im Leerlauf gemessen, also bei kleinen Einspritzzeiten. Dies aufgrund der Überlegung, daß sich bei kleinen Einspritzzeiten ein multiplikativ wirkender Störeinfluß relativ schwach, ein additiv wirkender Störeinfluß jedoch relativ stark auswirkt.

Das soeben genannte System hat den folgenden Nachteil. Es kann ohne weiteres der Fall eintreten, daß sich auch bei kleinen Einspritzzeiten ein additiv wirkender Störeinfluß mit einem gegenläufigen multiplikativ wirkenden kompensiert. Dann wird die Vorsteuerzeit nicht additiv (und gegenläufig multiplikativ) korrigiert, obwohl dies eigentlich erforderlich wäre. Dieser Fehler, der von der Bestimmung im Leerlauf herrührt, wirkt sich im gesamten Last- und Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum lernenden Regeln mit Vorsteuerung zum Einstellen des Lambdawertes anzugeben, das Störeinflüsse, die additiv auf die Zumessung der Kraftstoffmenge wirken, besser berücksichtigt als bekannte Verfahren. Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Durchführen eines solchen Verfahrens anzugeben.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung ist für das Verfahren durch die Merkmale von Anspruch 1 und für die Vorrichtung durch die Merkmale von Anspruch 5 gegeben. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5 weist die bereits beschriebenen Mittel auf, also ein Vorsteuerungsmittel, ein Sollwertgebermittel, ein Regelungsmittel, einen Adaptionsfaktorenspeicher und ein Summanden-Ermittlungsmittel. Dazuhin weist sie ein Komparatormittel und ein Änderungsmittel auf. Das Komparatormittel vergleicht einen Groß-Vergleichswert mit einem Klein-Vergleichswert und gibt ein Erhöhungs- oder ein Erniedrigungssignal aus. Das Änderungsmittel erhöht den Globalsummanden auf das Erhöhungssignal hin um einen Korrekturwert bzw. erniedrigt den Summanden auf das Erniedrigungssignal hin.

Das erfindungsgemäße Verfahren vergleicht einen Groß-Vergleichswert mit einem Klein-Vergleichswert, wobei der Groß-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionsfaktoren für große Vorsteuerwerte gebildet wird, während der Klein-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionsfaktoren für kleine Vorsteuerwerte gebildet

wird. Ist der Groß-Vergleichswert kleiner als der Klein-Vergleichswert, wird der Summand zum additiven Korrigieren des Vorsteuerwertes um einen Korrekturwert erhöht, andernfalls erniedrigt.

Dieser Maßnahme liegt die folgende Erkenntnis zugrunde. Bei einer kurzen Einspritzzeit, also einem kleinen Vorsteuerwert, betrage der additive Fehler im Vorsteuerwert z.B. +5% und der multiplikative Fehler ebenfalls 5%. Der Gesamtfehler ist dann 10% und der Adaptionfaktor somit 1,1, solange keine additive Korrektur ausgeführt wird. Bei fünffach längerer Einspritzzeit macht der feste additive Fehler nur noch 1% aus, während der multiplikative nach wie vor 5% beträgt. Die Gesamtabweichung macht somit 6% aus und hat einen Adaptionfaktor von 1,06 zur Folge, solange nicht additive korrigiert wird. Wird aber die Vorsteuerzeit nicht nur durch den Adaptionfaktor, sondern auch durch einen Summanden korrigiert, ändern sich die Verhältnisse. Es sei angenommen, daß der Summand genau richtig ermittelt sei, also gerade diejenige kurze Zeitspanne zur Vorsteuerungszeit addiere, die zum Ausgleich des additiv wirkenden Fehlers erforderlich ist. Dann bleibt nur noch der multiplikativ wirkende Fehler übrig, der sowohl für kurze wie auch für lange Einspritzzeiten zu einem Fehler von 5% im Beispielsfall, also einem Adaptionfaktor von 1,05 führt. Das Beispiel veranschaulicht die Erkenntnis, daß ein kleinerer Adaptionfaktor für große Einspritzzeiten im Vergleich zum Adaptionfaktor für kurze Einspritzzeiten ein Zeichen dafür ist, daß ein additiv wirkender Fehler vorliegt und daß zweckmäßigerweise zur Korrektur ein Summand zur jeweiligen Vorsteuerungszeit addiert wird.

Diese Maßnahme behebt auch den oben beschriebenen Mangel der vorgetäuschten nicht erforderlichen Korrektur aufgrund der Wirkung entgegengesetzter Einflüsse. Existieren bei kurzer Einspritzzeit ein additiv wirkender Fehler von z.B. +5% und ein multiplikativ wirkender Fehler von -5%, führt dies zu einem Adaptionfaktor von 1,0 für die betrachtete kurze Einspritzzeit, jedoch zu einem Faktor von 0,96 für eine fünffach längere Einspritzzeit (+1% additiv, -5% multiplikativ). Auch in diesem Fall ist der Adaptionfaktor für die große Einspritzzeit kleiner als der Adaptionfaktor für die kurze Einspritzzeit, was, wie erläutert, das Zeichen für das Erfordernis des Addierens eines Korrektursummanden ist.

Im soeben beschriebenen Beispiel zum Erläutern des Prinzips der Erfindung wurde im Vergleich jeweils nur eines Adaptionfaktors für eine kurze und eine lange Einspritzzeit ausgegangen. Für die Praxis vorteilhafter ist es jedoch, aus mehreren Adaptionfaktoren für große Vorsteuerwerte durch Mittelung einen Groß-Vergleichswert zu bilden und entsprechend für kleine Vorsteuerwerte einen Klein-Vergleichswert zu berechnen. Es werden dann nicht nur zwei Adaptionfaktoren, sondern die beiden Vergleichswerte durch die Komparatorstufe miteinander verglichen. Für das Bilden dieser Vergleichswerte sind für unterschiedliche Systemaufbauten unterschiedliche Methoden von Vorteil, was weiter unten anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert wird.

Von besonderem Vorteil in Bezug auf die Schwingstabilität eines durch dieses Verfahren geregelten Systems ist es, den Summanden nicht bei jeder kleinen Abweichung zwischen Groß- und Klein-Vergleichswert zu ändern, sondern eine Änderung erst vorzunehmen, wenn ein vorgegebener Schwellwert überschritten wird. Kleinere Schwankungen führen dann nicht zu Änderungen der Systemparameter.

Ebenfalls zur Stabilisierung gegen Schwingungsneigungen trägt es bei, den Summanden nur jeweils um einen kleinen vorgegebenen festen Korrekturwert zu ändern, unabhängig von der Differenz zwischen Groß- und Klein-Vergleichswert. Ein Abweichen davon und ein Verwenden eines Korrekturwertes, dessen Größe proportional zur Differenz zwischen Groß- und Klein-Vergleichswert ist, empfiehlt sich nur dann, wenn die Vergleichswerte durch Mittelwertbildung aus relativ vielen Einzelwerten gebildet werden, so daß eine große Änderung des Summanden zwar schnell eine Änderung der Regelparameter bringt, dies jedoch nur zu schwacher Rückkopplung auf die Vergleichswerte führt.

Zeichnung

Die Erfindung wird im folgenden anhand von durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen :

- Fig. 1 ein als Blockschaltbild dargestelltes Funktionsdiagramm eines lernenden Vorsteuerungs/Regelungs-verfahrens zum Einstellen der Einspritzzeit unter anderem mit Hilfe eines globalen Summanden ;
- Fig. 2 ein als Blockschaltbild dargestelltes Funktionsdiagramm derjenigen Funktionsgruppe innerhalb von Fig. 1, die den globalen Summanden bestimmt ; und
- Fig. 3 ein als Blockschaltbild dargestelltes Funktionsdiagramm einer Variante einer Funktionsuntergruppe innerhalb von Fig. 2.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die Fig. 1 und 2 betreffen ein einzelnes Ausführungsbeispiel, wobei Fig. 1 einen Gesamtüberblick über ein Vorsteuerungs/Regelungsverfahren zum Einstellen der Einspritzzeit für ein Einspritzventil einer Brennkraftmaschine 10 gibt, während in Fig. 2 die für die Erfindung wichtigste Funktionsgruppe innerhalb von Fig. 1 im Detail dargestellt ist.

Im Saugrohr 11 einer Brennkraftmaschine 10 ist ein Einspritzventil 12 angeordnet, das mit einem Signal für die Einspritzzeit TI angesteuert wird. Abhängig von der eingespritzten Kraftstoffmenge und der angesaugten Luftmenge stellt sich ein Lambdawert ein, der von einer im Abgaskanal 13 der Brennkraftmaschine 10 angeordneten Lambdasonde 14 gemessen wird. Der gemessene Lambda-Istwert wird mit einem von einem Sollwertgebermittel 15 gelieferten Lambda-Sollwert in einem Vergleichsschritt 16 verglichen, und der gebildete Regelabweichungswert wird einem Regelungsmittel 17 mit integrierendem Verhalten zugeführt, das als Stellgröße einen Regelfaktor FR ausgibt. Mit diesem Regelfaktor wird eine Vorsteuerzeit TIV für die Einspritzzeit durch Multiplikation in einem Multiplizierschritt 18 modifiziert. Die Vorsteuerzeit TIV wird beim dargestellten Ausführungsbeispiel durch einen Vorsteuerungsspeicher 19 geliefert, der adressierbar über Werte der Drehzahl n und der Stellung eines Fahrpedales FP Vorsteuerungszeiten TIV speichert.

Die Vorsteuerungszeiten TIV sind für bestimmte Betriebsbedingungen und bestimmte Systemeigenschaften festgelegt. Nun ändern sich jedoch beim Betrieb der Brennkraftmaschine die Betriebsbedingungen, z.B. der Luftdruck oder die Systemeigenschaften, z.B. Lecklufteigenschaften oder die Schließzeit des Einspritzventiles 12. Um trotz dieser Änderungen dauernd einen möglichst guten Vorsteuerwert zu erzielen, wird die aus dem Vorsteuerungsspeicher 19 ausgelesene Vorsteuerungszeit noch mit einem Adaptionfaktor FA (FP, n) modifiziert. Dieser Adaptionfaktor wird aus einem Adaptionfaktorenspeicher 21 ausgelesen, der entsprechend viele Stützstellen aufweist wie der Vorsteuerungsspeicher 19 und, wie dieser, über Sätze von Werten der Drehzahl n und der Fahrpedalstellung FP adressierbar ist. Es handelt sich z.B. um jeweils 64 Stützstellen mit k = 8 Adressen für Klassen von Fahrpedalstellungen FP und l = 8 Adressen für Klassen von Drehzahlwerten n. Auch der jeweilige Adaptionfaktor FA wird multiplikativ durch den Multiplizierschritt 18 eingearbeitet, ebenso wie ein globaler Faktor FG. Streng genommen sollte folgende multiplikative Korrektur stattfinden :

$$TIV \times (FG \times FA (FP, n) \times FR).$$

Da jedoch alle Korrekturfaktoren in der Praxis nur wenige Prozent von 1,0 abweichen, entspricht dem soeben genannten Wert näherungsweise der folgende Wert :

$$TIV \times (FG + FA (FP, n) + FR) = TIV \times F.$$

Beim System gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird der durch Summation der Korrekturfaktoren gebildete Faktor F im Multiplizierschritt 18 mit der jeweiligen Vorsteuerungszeit TIV multiplikativ verknüpft. Statt-dessen könnten auch drei Multiplizierstufen vorhanden sein.

Außer der multiplikativen Korrektur erfährt die Vorsteuerungszeit noch eine additive Korrektur durch einen globalen Summanden in einem Addierschritt 27. Dem Einspritzventil 12 wird somit die wie folgt berechnete Einspritzzeit TI zugeführt :

$$TI = TIV \times F + SG.$$

Die Adaptionfaktoren FA, der globale Faktor FG und der globale Summand SG werden in einem Adaptionismittel 22 gebildet, das drei Funktionsuntergruppen aufweist, nämlich ein Adaptionfaktoren-Berechnungsmittel 23, ein Globalsummanden-Berechnungsmittel 24 und ein Globalfaktor-Berechnungsmittel 25. Von besonderem Interesse ist die Funktion des Globalsummanden-Berechnungsmittels 24, das anhand von Fig. 2 weiter unten näher erläutert wird. Zunächst sei jedoch kurz auf die Funktion des Adaptionfaktoren-Berechnungsmittels 23 und des Globalfaktor-Berechnungsmittels 25 eingegangen. Die soeben genannten beiden Berechnungsmittel können arbeiten, wie z.B. in der bereits eingangs genannten DE 3505965A1 beschrieben. Es wird nämlich dem Adaptionismittel 22 über einen Mittelungsschritt 26 der Regelfaktor FR zugeführt und aus diesem wird dann auf Grundlage des alten Adaptionfaktors für eine Stützstelle immer dann ein neuer Wert berechnet, wenn sich die Werte der Adressierbetriebsgrößen in einem Bereich bewegen, der zur jeweils betrachteten Stützstelle gehört, und dieser Bereich dann verlassen wird. Der neu bestimmte Adaptionfaktor wird nach seinem Bestimmen in den Adaptionfaktorenspeicher 21 übernommen, so daß er als verbesserter Wert zur Verfügung steht, wenn wieder ein Betriebszustand mit denselben Werten der Adressierbetriebsgrößen eintritt.

In vorgegebenen größeren Zeitabschnitten wird aus allen Adaptionsfaktoren im Adaptionsfaktorenspeicher 21 der Mittelwert gebildet und mit diesem wird der zuvor geltende globale Faktor FG modifiziert. Die Adaptionsfaktoren zuvor angefahrener Stützstellen werden rückkorrigiert.

Die Adaptionsfaktoren FA und der globale Faktor FG können jedoch auf beliebige Art und Weise gewonnen werden. Die Verfahren gemäß der genannten Schrift dienen nur als Beispiel. Auf das im folgenden beschriebene Gewinnen des globalen Summanden SG haben sie keinen Einfluß.

Zum Gewinnen des globalen Summanden weist das Globalsummand-Berechnungsmittel 24, dessen Funktion in Fig. 2 im Detail dargestellt ist, ein Mittelwertberechnungsmittel 28, ein Groß-Vergleichswertmittel 29.G, ein Klein-Vergleichswertmittel 29.K, ein Komparatormittel 30, einen Korrekturwertspeicher 31, einen Umschalt-schritt 32 mit Schalterbetätigungsmittel 33, einen Verknüpfungsmittelschritt 34 und ein Abtast/Halte-Mittel (S/H) 35 auf.

Das Mittelwertberechnungsmittel 28 berechnet den Mittelwert aus allen Vorsteuerzeiten TIV, wie sie für die $k \times l$, also 8×8 Stützstellen des Vorsteuerungsspeichers 20 abgespeichert sind, und teilt die Summe durch den Wert $k \times l$. Der so gewonnene Mittelwert $\overline{TIV_{k,l}}$ dient alleine dazu, unterscheiden zu können, für welche Werte der Indizes k und l Vorsteuerungszeiten $TIV_{k,l}$ größer sind als der Mittelwert und für welche Werte der Indizes die Vorsteuerzeiten kleiner sind. Diese Information ist für die beiden Vergleichswertmittel von Bedeutung. Das Groß-Vergleichswertmittel 29.G bildet nämlich die Summe aller Adaptionsfaktoren, die unter denjenigen Werten der Stützstellenindizes k und l abgelegt sind, für die im gleichindizierten Vorsteuerungsspeicher 20 die jeweilige Vorsteuerungszeit größer ist als der Mittelwert aller Vorsteuerungszeiten. Entsprechend bildet das Klein-Vergleichswertmittel 29.K die Summe für alle Adaptionsfaktoren $FA_{k,l}$, die zu Vorsteuerungszeiten gehören, die kleiner sind als der Mittelwert aller Vorsteuerungszeiten. Die Differenz zwischen den beiden Summen wird durch das Komparatormittel 30 gebildet, das ein Differenzsignal D ausgibt. Ist der aus dem Groß-Vergleichswertmittel 29.G gelieferte Groß-Vergleichswert größer als der vom Klein-Vergleichswertmittel 29.K gelieferte Klein-Vergleichswert, ist also die Differenz D negativ, gibt der Korrekturwertspeicher 31 einen negativen festen Korrekturwert $-\Delta SG$ aus, andernfalls einen festen positiven Korrekturwert $+\Delta SG$ gleicher Größe. Das Differenzsignal D wird außerdem dem Schalter-Betätigungsmittel 33 zugeführt, das den Umschalt-schritt 32 dann ausführt, wenn der Betrag der Differenz einen Schwellwert D_0 überschreitet. Zu dem im Abtast/Halte-Mittel 35 gespeicherten alten globalen Summanden SG wird dann der positive oder negative Korrekturwert ΔSG im Verknüpfungsschritt 34 addiert, wodurch ein neuer erhöhter bzw. erniedrigter Globalsummand SG gebildet ist. Wie weiter vorne erläutert, tritt ein Differenzsignal D so lange auf, wie der additiv auf die Vorsteuerzeit einwirkende Globalsummand SG nicht richtig bestimmt ist und dadurch die Adaptionsfaktoren für große Einspritzzeiten von denen für kleine Einspritzzeiten abweichen.

Eine Variante der Funktionsgruppen zum Gewinnen des Groß-Vergleichswertes und des Klein-Vergleichswertes ist in Fig. 3 dargestellt. Statt des Mittelwertberechnungsmittels 28 und den beiden Vergleichswertmitteln 29.G und 29.K sind nur noch die zwei Vergleichswertmittel in anderer Funktionsweise, nämlich ein Groß-Vergleichswertmittel 29.G3 bzw. ein Klein-Vergleichswertmittel 29.K3 vorhanden, denen die Adaptionsfaktoren $FA_{k,l}$ zugeführt werden. In den Vergleichswertmitteln selbst ist gespeichert, für welche Werte k_0 und l_0 der Indizes k bzw. l relativ große Vorsteuerungswerte gelten und für welche Werte k_k und l_k der Indizes kleine Vorsteuerungswerte gelten. Für Adaptionsfaktoren mit den entsprechenden Indizes erfolgt jeweils die Summierung.

Das Verfahren gemäß Fig. 2 mit dem Mittelwertberechnungsmittel 28 hat den Vorteil großer Flexibilität, jedoch den Nachteil eines gewissen Rechenaufwandes. Die Flexibilität ist darin begründet, daß Vorrichtungen der hier beschriebenen Art in der Regel in Mikrocomputertechnik ausgebildet sind und daß beim Anpassen einer Vorrichtung an einen besonderen Motortyp im wesentlichen nur die im Vorsteuerungsspeicher 20 abgelegten Werte zu ändern sind. Wird die Variante gemäß Fig. 3 verwendet, müssen für die Anpassung an einen neuen Motortyp in der Regel auch die Werte derjenigen Indizes angegeben werden, für die nun große bzw. kleine Vorsteuerungszeiten gelten. Sind diese Werte jedoch eingespeichert, hat das System gemäß Fig. 3 den Vorteil, daß der Berechnungsaufwand für das Bilden des Mittelwertes der Vorsteuerungszeiten wegfällt.

Der Rechenaufwand läßt sich umso weiter verringern, für je weniger Adaptionsfaktoren die Summe durch die Vergleichswertmittel 29.x gebildet wird. Im Grenzfall würde es ausreichen, den Adaptionsfaktor, der zu einer Stützstelle mit besonders großer Vorsteuerungszeit gehört, mit einem Adaptionsfaktor zu vergleichen, der zu einer Stützstelle mit besonders kleiner Vorsteuerungszeit gehört. Dies funktioniert jedoch nur bei einem Verfahren, das sicherstellt, daß diese Stützstellen regelmäßig adaptiert werden, z.B. durch ein Verfahren zum Anpassen auch entfernter Stützstellen oder durch ein Verfahren, das mit einem globalen Multiplikationsfaktor arbeitet. Solche Verfahren sind in der bereits mehrfach erwähnten DE 3505965A1 beschrieben. Sicherer ist es jedoch, die Summe der Adaptionsfaktoren über möglichst viele Stützstellen zu bilden.

Das Bilden der Summe über viele Stützstellen hat auch den Vorteil, daß sich ein starkes Verändern des Adaptionsfaktors einer Stützstelle prozentual nur relativ schwach auf die Summe auswirkt. Dies verringert die

Schwingungsneigung des Systems. Dann kann der Korrekturwert auch nach einer Variante bestimmt werden, wie sie in Fig. 2 im Symbol für den Korrekturwertspeicher 31 in Klammern angegeben ist, nämlich dadurch, daß der Wert durch Multiplikation des Wertes des Differenzsignales D mit einer Proportionalitätskonstanten M erfolgt. Der Globalsummand SG wird dann umso stärker korrigiert, je größer der Wert des Differenzsignales D ist. Dies hat den Vorteil, daß das Verfahren schnell auf größere additiv wirkende Störungen reagieren kann. Der Nachteil liegt jedoch darin, daß es aufgrund der vorhandenen Rückkopplung zu Schwingungen kommen kann. Diese Schwingungsneigung ist, wie bereits erläutert, verringert, wenn die Rückkopplung dadurch schwach ausgebildet ist, daß sich ein veränderter Adaptionwert nur schwach auf den Wert des Differenzsignales auswirkt.

Es wurde bereits an verschiedenen Stellen der Beschreibung darauf hingewiesen, daß Details des Ausführungsbeispiels für die Erfindung unerheblich sind. In Ergänzung dieser Aussagen sei hier noch erwähnt, daß Vorsteuerungszeiten TIV auch durch Division des von einem Luftmassensensor gelieferten Signales durch die Drehzahl gewonnen werden können, wie dies bei handelsüblichen Vorrichtungen gebräuchlich ist. In diesem Fall scheidet allerdings die Variante gemäß Fig. 2 zum Gewinnen der Vergleichswerte aus, und es sind nur noch Varianten durchführbar, bei denen im voraus festgelegt ist, für welche Indizes von Stützstellen Adaptionfaktoren summiert werden sollen. Es sei auch darauf hingewiesen, daß das Sollwertgebermittel 16 nicht als Kennfeld ausgebildet sein muß, wie in Fig. 1 dargestellt, sondern daß der Sollwert auch anders bestimmt werden kann, insbesondere daß der einzige feste Lambda-Sollwert "1" vorgegeben sein kann.

Im Ausführungsbeispiel wurde als Bedingung für das Ändern des Globalsummanden SG genannt, daß der Betrag des Differenzsignales D größer sein sollte als ein Schwellwert D_0 . Dies hat, wie ebenfalls bereits erwähnt, den Vorteil, daß nicht bei jeder kleinen Änderung in einem Adaptionfaktor sogleich auch der Globalsummand verändert wird, was die Schwingungsneigung vergrößern würde. Je nach Schwingungsneigung des Gesamtsystems können jedoch auch andere Bedingungen verwendet werden, z.B. diejenige, daß nach einer fest vorgegebenen Zeit der Globalsummand korrigiert wird oder daß das Korrigieren nach einer vorgegebenen Anzahl von Korrekturen von Adaptionfaktoren erfolgt.

Wesentlich für die Erfindung ist, daß ein Globalsummand abhängig von der Differenz zwischen Adaptionfaktoren für große Vorsteuerwerte und Adaptionfaktoren für kleine Vorsteuerwerte gebildet wird, wobei der Summand erhöht wird, wenn die Differenz negativ ist und erniedrigt wird, wenn die Differenz positiv ist.

Die Korrekturwerte, um die der Globalsummand erhöht oder erniedrigt wird, können unterschiedliche Größe aufweisen. Die konkreten Werte sind so zu bestimmen, daß sich eine möglichst schnelle und gute Adaption bei geringer Schwingungsneigung ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum lernenden Regeln mit Vorsteuerung zum Einstellen des Lambdawertes für das einer Brennkraftmaschine zuzuführende Luft/Kraftstoffgemisch, bei dem ein Vorsteuerungswert durch einen Regelstellwert, durch Adaptionfaktoren und einen Globalsummanden korrigiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß Globalsummanden wie folgt ermittelt werden :

- ein Groß-Vergleichswert wird mit einem Klein-Vergleichswert verglichen, wobei der Groß-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionfaktoren für große Vorsteuerungswerte gebildet wird und der Klein-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionfaktoren für kleine Vorsteuerungswerte gebildet wird, und
- der Globalsummand um einen Korrekturwert erhöht wird, wenn der Groß-Vergleichswert kleiner ist als der Klein-Vergleichswert, und im umgekehrten Fall der Korrekturwert erniedrigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Korrekturwert für das Erniedrigen und das Erhöhen jeweils ein gleicher fester Wert verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Korrekturwert proportional zur Differenz zwischen dem Groß- und dem Klein-Vergleichswert bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Globalsummand nur dann geändert wird, wenn der Betrag der Differenz zwischen dem Groß- und dem Klein-Vergleichswert einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

5. Vorrichtung zum lernenden Regeln mit Vorsteuerung zum Einstellen des Lambdawertes für das einer Brennkraftmaschine zuzuführende Luft/Kraftstoffgemisch, mit

- einem Vorsteuerungsmittel (19), das abhängig von Werten von Betriebsgrößen einen Vorsteuerungswert für eine kraftstoffzumessende Betriebsgröße ausgibt,
- einem Sollwertgebermittel (15) zum Ausgeben des Lambda-Sollwertes,
- einem Regelungsmittel (17), das abhängig von der Differenz zwischen dem Lambda-Sollwert und dem jeweils gemessenen Lambda-Istwert einen Regelfaktor als Stellwert bildet, mit dem der jeweilige Vor-

steuerungswert regelnd durch Multiplikation korrigiert wird,
 — einem Adaptionsfaktorenspeicher (21), der Adaptionsfaktoren adressierbar über Werte von Adressierbetriebsgrößen speichert und jeweils denjenigen Adaptionsfaktor ausgibt, der zum jeweils vorliegenden Satz von Werten der Adressierbetriebsgrößen gehört, mit welchem Adaptionsfaktor der Vorsteuerungswert zum steuernden Korrigieren zusätzlich multipliziert wird, und
 — einem Globalsummanden-Berechnungsmittel (24), das einen Summanden ermittelt, der zu dem durch die multiplikativen Faktoren korrigierten Vorsteuerungswert addiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Globalsummanden-Ermittlungsmittel folgende Funktionsmittel aufweist :
 — ein Komparatormittel (28, 29.G., 29.K, 30), das einen Groß-Vergleichswert mit einem Klein-Vergleichswert vergleicht, wobei der Groß-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionsfaktoren für große Vorsteuerungswerte gebildet ist und der Klein-Vergleichswert durch Mittelung von Adaptionsfaktoren für kleine Vorsteuerungswerte gebildet ist, und ein Erhöhungssignal ausgibt, wenn der Groß-Vergleichswert kleiner ist als der Klein-Vergleichswert und im umgekehrten Fall ein Erniedrigungssignal ausgibt, und
 — eine Änderungsmittel (31-35), das auf das Erhöhungssignal hin den Globalsummanden um einen Korrekturwert erhöht bzw. auf das Erniedrigungssignal hin um einen Korrekturwert erniedrigt.

Claims

1. Process for learning control with pilot control for setting the lambda value for the air/fuel mixture to be fed to an internal-combustion engine, in which a pilot control value is corrected by a control system correcting value, by adaptation factors and a global summand, characterised in that global summands are established as follows :
 - a large comparison value is compared with a small comparison value, the large comparison value being formed by averaging adaptation factors for large pilot control values and the small comparison value being formed by averaging adaptation factors for small pilot control values, and
 - the global summand is increased by a correction value if the large comparison value is less than the small comparison value, and in the converse case, the correction value is decreased (sic).
2. Process according to Claim 1, characterised in that an identical fixed value is used as correction value respectively for the decreasing and the increasing.
3. Process according to Claim 1, characterised in that the correction value is determined proportionally to the difference between the large comparison value and the small comparison value.
4. Process according to one of Claims 1-3, characterised in that the global summand is changed only when the amount of the difference between the large comparison value and the small comparison value exceeds a predetermined threshold value.
5. Device for learning control with pilot control for setting the lambda value for the air/fuel mixture to be fed to an internal-combustion engine, having
 - a pilot control means (19), which outputs, depending on values of operating variables, a pilot control value for a fuel-metering operating variable,
 - a reference value generator means (15) for outputting the lambda reference value,
 - an automatic control means (17), which forms a control factor as correcting value depending on the difference between the lambda reference value and the respectively measured lambda feedback value, with which correcting value the respective pilot control value is corrected under closed-loop control by multiplication,
 - an adaptation factor memory (21), which stores adaptation factors addressably by means of values of addressing operating variables and in each case outputs that adaptation factor which belongs to the respectively applying set of values of the addressing operating variables, with which adaptation factor the pilot control value is additionally multiplied for correcting under open-loop control, and
 - a global summand calculation means (24), which establishes a summand, which is added to the pilot control value corrected by the multiplicative factors,
 characterised in that the global summand establishing means has the following functional means :
 - a comparator means (28, 29.G, 29.K, 30), which compares a large comparison value with a small comparison value, the large comparison value being formed by averaging adaptation factors for large pilot control values and the small comparison value being formed by averaging adaptation factors for small pilot control values, and outputs an increase signal if the large comparison value is less than the small comparison value and, in the converse case, outputs a decrease signal, and
 - a changing means (31-35), which increases the global summand by a correction value in response to the increase signal or decreases it by a correction value in response to the decrease signal.

Revendications

1. Procédé de réglage autodidactique avec précommande pour ajuster la valeur λ d'un mélange air/carburant alimentant un moteur à combustion interne, procédé dans lequel une valeur de précommande est corrigée par une valeur d'ajustement du réglage, par l'intermédiaire de facteurs d'adaptation et d'un terme global d'une somme, procédé caractérisé en ce que les termes globaux d'une somme sont déterminés de la façon suivante :

— une grande valeur de comparaison est comparée avec une petite valeur de comparaison, la grande valeur de comparaison étant formée en établissant la moyenne de facteurs d'adaptation pour de grandes valeurs de précommande, tandis que la petite valeur de comparaison est formée en établissant la moyenne de facteurs d'adaptation pour de petites valeurs de précommande,

— le terme global de la somme est augmenté d'une valeur de correction lorsque la grande valeur de comparaison est plus petite que la petite valeur de comparaison, et dans le cas inverse, il est diminué de cette valeur de correction.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une même valeur fixe est respectivement utilisée comme valeur de correction pour la diminution et pour l'augmentation.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de correction est déterminée proportionnellement à la différence entre la grande et la petite valeur de comparaison.

4. Procédé selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le terme global de la somme n'est modifié que lorsque la valeur de la différence entre la grande et la petite valeur de comparaison dépasse une valeur de seuil prédéfinie.

5. Dispositif pour le réglage autodidactique avec précommande pour ajuster la valeur λ du mélange air/carburant alimentant un moteur à combustion interne, avec :

— un moyen de précommande (19) qui délivre, en fonction de valeurs de grandeurs caractéristiques du fonctionnement, une valeur de précommande pour une grandeur de fonctionnement assurant le dosage du carburant,

— un moyen d'émission de valeur de consigne (15) pour fournir la valeur de consigne λ ,

— un moyen de régulation (17) qui forme, en fonction de la différence entre la valeur de consigne λ et la valeur réelle λ respectivement mesurée, un facteur de réglage jouant le rôle de valeur d'ajustement, grâce auquel la valeur de précommande considérée est corrigée par multiplication,

— une mémoire de facteurs d'adaptation (21), qui mémorise des facteurs d'adaptation susceptibles d'être adressés par l'intermédiaire de valeurs de grandeurs opératoires d'adressage, et qui délivre respectivement le facteur d'adaptation qui correspond au jeu respectivement présent de valeurs de grandeurs opératoires d'adressage, facteur d'opération par lequel la valeur de précommande est en outre, multipliée pour être corrigée en vue de la commande,

— un moyen de calcul (24) de terme global de somme, qui détermine un terme global d'une somme, lequel est ajouté à la valeur de précommande corrigée par les facteurs multiplicatifs, dispositif caractérisé en ce que le moyen de calcul de terme global de somme comporte les moyens fonctionnels suivants :

— un moyen de comparaison (28, 29. G, 29. K, 30) qui compare une grande valeur de comparaison avec une petite valeur de comparaison, la grande valeur de comparaison étant formée en établissant la moyenne de facteurs d'adaptation pour de grandes valeurs de précommande et la petite valeur de comparaison étant formée en établissant la moyenne de facteurs d'adaptation pour de petites valeurs de précommande, et qui délivre un signal d'augmentation lorsque la grande valeur de comparaison est plus petite que la petite valeur de comparaison, et dans le cas inverse, délivre un signal de diminution,

— un moyen de modification (31-35), qui à réception du signal d'augmentation augmente d'une valeur de correction le terme global de la somme, tandis qu'à réception du signal de diminution, il le diminue d'une valeur de correction.

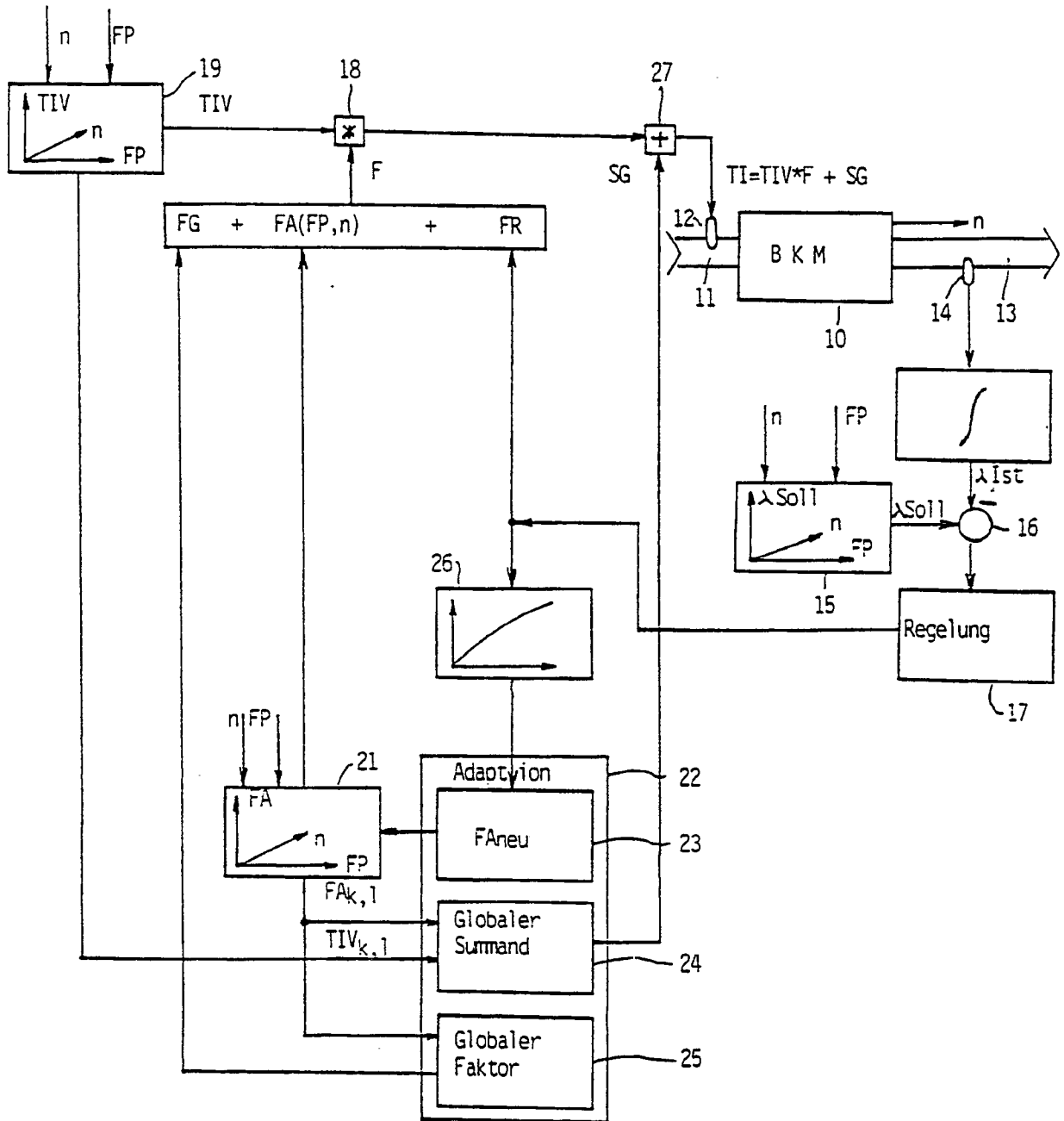


Fig. 1

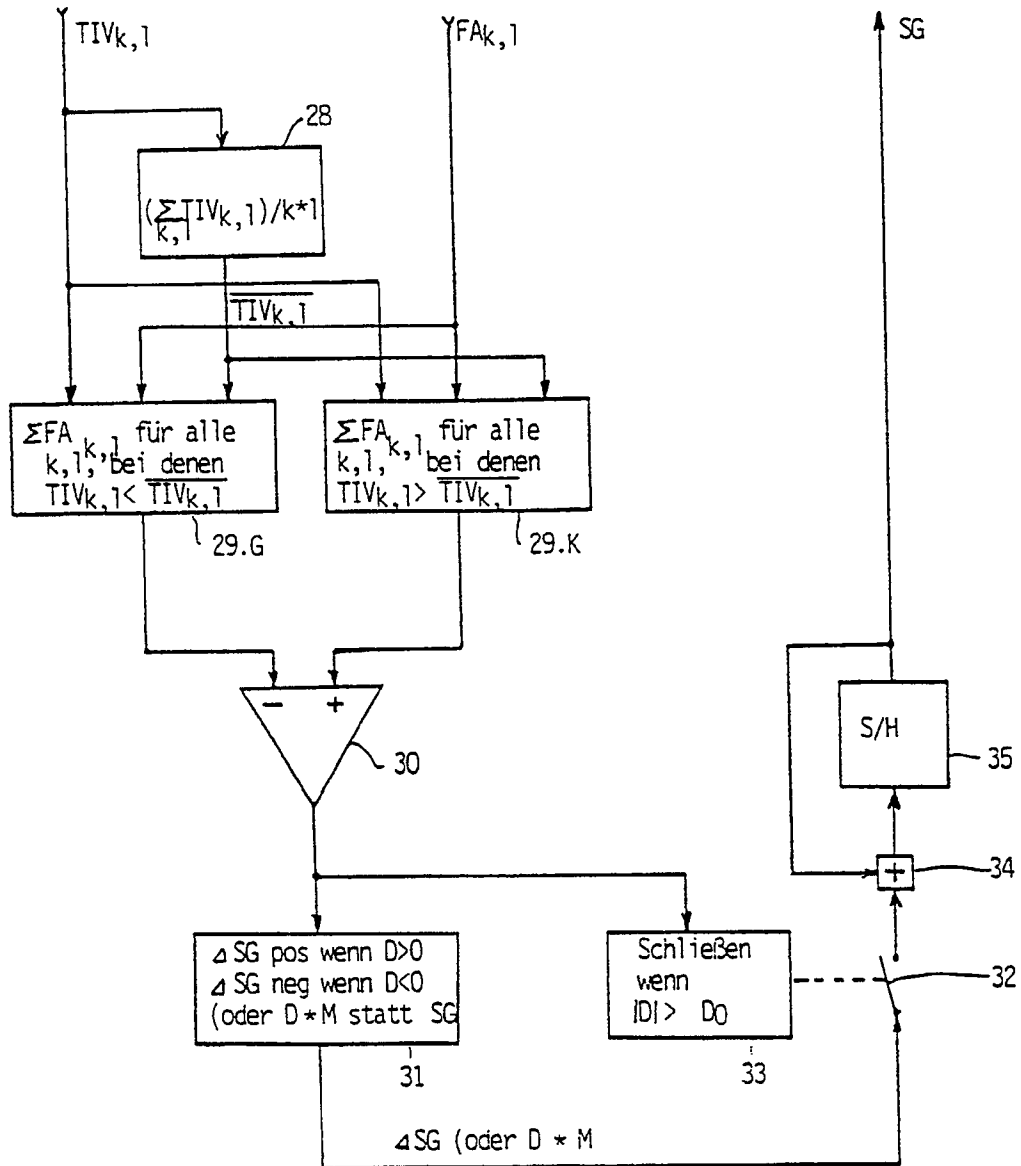


Fig. 2

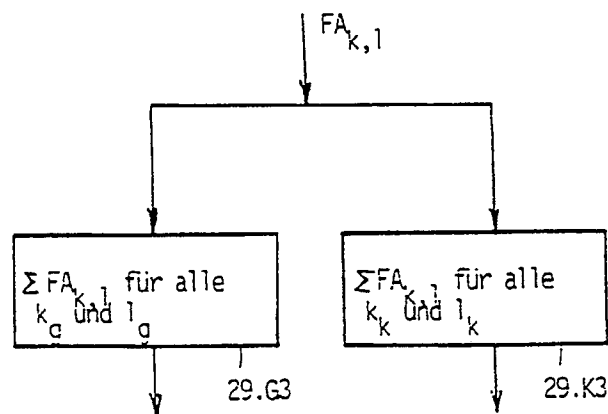


Fig. 3