(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 353 217 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift : **29.07.92 Patentblatt 92/31**

(51) Int. Cl.^{5} : **F02D 41/38,** F02D 41/26

(21) Anmeldenummer : **89890172.3**

(22) Anmeldetag : **20.06.89**

(54) **Einrichtung zum Steuern und Regeln der Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges.**

(30) Priorität : **04.07.88 DE 3822582**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung : **31.01.90 Patentblatt 90/05**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **29.07.92 Patentblatt 92/31**

(84) Benannte Vertragsstaaten : **AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 140 065
GB-A- 2 163 276
US-A- 4 517 948
US-A- 4 627 402
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 8, Nr. 216 (M-329)[1653], 3. Oktober 1984; & JP-A-59 101 562 (MAZDA K.K.) 12-06-1984

(56) Entgegenhaltungen :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 216 (M-502)[2272], 29. Juli 1986; & JP-A-61 53 443 (TOYOTA MOTOR CORP.)17-03-1986
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 163 (M-487)[2219] 11. Juni 1986; & JP-A-61 14 446 (NIPPON DENSO K.K.) 22-01-1986

(73) Patentinhaber : **Automotive Diesel Gesellschaft m.b.H.**
Derfflingerstrasse 15
A-4020 Linz (AT)

(72) Erfinder : **Augesky, Christian, Dipl.-Ing.**
Innstrasse 25/3/18
A-1200 Wien (AT)
Erfinder : **Heiss, Michael, Dipl.-Ing.**
Weisenhorngasse 115
A-1235 Wien (AT)

(74) Vertreter : **Matschnig, Franz, Dipl.-Ing.**
Siebensterngasse 54 Postfach 452
A-1071 Wien (AT)

EP 0 353 217 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 bezieht sich auf eine Einrichtung zum Steuern und Regeln der Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Dieselmotors, mit einem Basisregler, dem Signale von Gebern und Sensoren zur Erfassung von Betriebsgrößen des Motors bzw. Fahrzeuges, wie z.B. der Drehzahl, der Gaspedalstellung, der Motortemperatur etc. zugeführt sind und ein Ausgangssignal des Basisreglers zur Einstellung der dem Motor zugeführten Kraftstoff- und/oder Luftmenge herangezogen ist, mit einem Drehzahlrechner, dem Signale eines Drehzahlsensors zugeführt sind und der zur Berechnung einer zylinderspezifischen Drehzahl n_i, jedes Zylinders eingerichtet ist, sowie mit einem Mittelwertrechner zur Ermittlung eines mittleren Drehzahlsignals $\bar{n}$, mit einer Vergleichereinheit zur Ausgabe positiver oder negativer Änderungswerte für jeden Zylinder, falls die zylinderspezifischen Drehzahlen n_i unter oder oberhalb der mittleren Drehzahl $\bar{n}$ liegen, mit einem Korrekturwertspeicher mit $z > 1$ Zylinderspeichern für die zylinderspezifischen Korrekturwerte, wobei den Zylinderspeichern, synchronisiert von einer Synchronisiereinheit, die Änderungswerte zuführbar sind, sowie mit einer Summiereinrichtung, der das Ausgangssignal des Basisreglers sowie die Korrekturwerte des Korrekturwertspeichers zuführbar sind.

Bei Mehrzylinderdieselmotoren kommt es auf Grund von Fertigungstoleranzen und unterschiedlicher Abnützung zu einer unterschiedlichen Leistungsabgabe der einzelnen Zylinder, auch dann, wenn das Mengenstellglied, i.a. die Regelstange der Einspritzpumpe unverändert bleibt. Sinngemäß gleiches gilt für Ottomotoren. Eine solche Streuung in der Leistung der einzelnen Zylinder bewirkt nicht nur eine Laufunruhe und hiedurch eine stärkere Belastung der Lager etc., sondern erhöht auch die Menge schädlicher Abgaskomponenten bzw. erschwert die Einstellung vorgegebener Maximalwerte derartiger Komponenten. Man versucht daher durch individuelle Korrektur der den einzelnen Zylindern zugeführten Kraftstoffmenge die genannten Unregelmäßigkeiten auszugleichen, wobei als Ausgangsgröße meist die periodischen Drehzahlschwankungen herangezogen werden, die einen Rückschluß auf zu große oder zu geringe Leistungsabgabe einzelner Zylinder ermöglichen.

Eine Einrichtung der eingangs genannten Art ist aus der Veröffentlichung "The Nippondenso Electronic Control System for the Diesel Engine", F. Murayama und Y. Tanaka, im SAE-Paper 880489 zum International Congress and Exposition, Detroit, Michigan, 29. Feb. - 4. März 1988, bekannt geworden. Hiebei wird für jeden Zylinder die Abweichung zwischen Maximal- und Minimaldrehzahl ermittelt und der arithmethische Mittelwert dieser Abweichungen berechnet. Sodann werden die Abweichungen je mit diesem Mittelwert verglichen. Ist die zylinderspezifische Abweichung kleiner als der Mittelwert, wird ein zylinderspezifischer Korrekturwert erhöht, ist die Abweichung größer als der Mittelwert, so wird dieser Korrekturwert erniedrigt und entspricht die Abweichung dem Mittelwert, bleibt der Korrekturwert unverändert. Diese im Leerlaufbetrieb ermittelten Korrekturwerte werden während des Betriebes zu dem von dem Basisregler ermittelten Wert für die Verstellung des Einspritzmengenstellgliedes addiert, um eine Kompensation von zylinderspezifischen Abweichungen der Verbrennung zu erreichen, wobei aber offensichtlich in erster Linie ein ruhiger Leerlauf des Motors angestrebt wird.

Ähnliche Einrichtungen zur Einzelzylinderregelung eines Dieselmotors im Leerlauf sind in den DE-OS 3 609 245 und 3 644 639 beschrieben, wobei als Bezugswert für die Drehzahlabweichung immer die Drehzahl des vorhergehenden Zylinders herangezogen wird. Da Instabilitäten der Einzelzylinderregelung sehr leicht auftreten können, wird diese Regelung oberhalb der Leerlaufdrehzahl oder bei Änderungen der Fahrpedalstellung etc. sofort abgeschaltet und die Regelung erfolgt über den Basisregler in herkömmlicher Weise.

Auch aus der EP-A-140 065 geht eine Einzelzylinderregelung als bekannt hervor, deren Ziel vor allem die Vermeidung von niederfrequenten Schüttelschwingungen des Systems "Fahrzeug/Motor" ist. Die bekannte Regelung weist eine der Zylinderanzahl (hier $z = 4$) entsprechende Zahl von Drehzahlspeichern auf, deren Ausgänge einerseits sämtliche einem Mittelwertbildner und andererseits je einem von vier Reglern zugeführt ist. Als Bezugssignal ist den Reglern das Ausgangssignal des Mittelwertbildners zugeführt. Eine Synchronisiereinrichtung legt die Ausgänge der vier Regler synchronisiert an den Eingang einer Kraftstoffzumeßeinrichtung, der außerdem das Fahrpedalsignal und der Ausgang einer Leerlaufregelung zugeführt sind. Einzelne, jedem Zylinder zugeordnete Stellglieder werden in dem Dokument nicht geoffenbart. Es ist jedoch anzumerken, daß eine Driftkompensation vorgesehen ist, die bewirken soll, daß die Summe der $z = 4$ Stellwerte gleich Null ist, d.h., daß die Regelung das Einspritzsystem nur dynamisch beeinflussen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, nicht nur im Leerlaufbetrieb sondern möglichst über den gesamten Drehzahlbereich des Motors eine effektive und stabile Einzelzylinderregelung zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird mit einer Einrichtung der eingangs genannten Art gelöst, bei welcher erfindungsgemäß jedem Zylinder ein eigenes Stellglied für die Kraftstoffmenge zugeordnet ist, wobei das Ausgangssignal jedes Zylinderspeichers zusammen mit dem Ausgangssignal des Basisreglers je einer Ansteuereinheit für das zugeordnete Stellglied zugeführt ist, jeder Zylinderspeicher $k > 1$ arbeitspunktabhängige Speicherbereiche auf-

weist, eine Speicherbereichauswahleinheit vorgesehen ist, der das mittlere Drehzahlsignal $\bar{n}$, und/oder andere Betriebsgrößen, wie mittlerer Stellgliedweg, Motortemperatur etc., als Auswahlkriterien zugeführt sind und die Speicherbereichauswahleinheit in Abhängigkeit von diesen Auswahlkriterien nach einer vorgegebenen Auswahlcharakteristik über eine von ihr angesteuerte Zuordnungseinheit Ein- und Ausgang jedes Zylinderspeichers einem ausgewählten Speicherbereich bzw. ausgewählten Speicherbereichen zuordnet.

Die erfindungsgemäße Aufteilung in arbeitspunktabhängige Speicherbereiche berücksichtigt das drehzahlabhängige Verhalten des Motors bzw. der einzelnen Zylinder und die demgemäß drehzahlabhängig erforderliche Einzelzylinderkorrektur.

Weitere wichtige Merkmale sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung samt ihren weiteren Vorteilen ist im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen Fig. 1 an Hand eines möglichen Blockschaltbildes die erfindungsgemäße Einrichtung, angewandt auf einen 6-Zylinder Dieselmotor, Fig. 2 ein ähnliches Blockschaltbild, jedoch mehr ins Detail gehend, Fig. 2a das Blockschaltbild eines modifizierten Zylinderspeichers und Fig. 3 ein mögliches Struktogramm zur Einzelzylinderregelung in einer Einrichtung nach der Erfindung.

In Fig. 1 ist schematisch ein 6-Zylinder Dieselmotor 1 mit sechs Pumpedüsen 2-i dargestellt, deren Mengenstellglieder elektromechanisch mittels zugehöriger Servoantriebe 3-i verstellbar sind. Solche Pumpedüsen und die Antriebe ihrer Mengenstellglieder sind beispielsweise Gegenstand der DE-Anmeldung 38 11 844 der Anmelderin, in welcher zum Stand der Technik auch auf die DE-A-2845 139 und die AT-PS 372 502 verwiesen wird.

Zu dem verwendeten Begriff "Stellglied" sei bemerkt, daß sich die Erfindung nicht nur auf jene Einspritzelemente bezieht, bei denen beispielsweise eine Regelstange verstellt, d.h. verschoben oder ein Mengenstellglied verdreht wird, sondern ganz allgemein auf jede gesteuerte Einspritzeinheit, wie z.B. auch auf Magnetventile.

Beispielsweise in Nähe des Schwungrades 4 des Motors 1 ist ein Drehzahlsensor 5 vorgesehen, der an dem Schwungrad 4 eingesetzte, hier nicht gezeigte Stifte abtastet und dementsprechend während der Motordrehung Impulse liefert, die bestimmten Winkelstellungen des Schwungrades 4 entsprechen. Derartige Drehzahlsensoren sind gleichfalls bekannt und beispielsweise in der DE-A-31 22 533 (Fig. 3 und dazugehörige Beschreibung) geoffenbart. Es können aus Sicherheitsgründen auch zwei Drehzahlsensoren verwendet werden, wobei als ein Drehzahlsensor die Lichtmaschine des Fahrzeuges herangezogen werden kann, wie in der DE-A-35 01 435 der Anmelderin beschrieben. Es sind noch weitere Sensoren 6 vorgesehen, die Signale mit Informationen über diverse Betriebszustände des Motors 1 bzw. des Fahrzeuges liefern, z.B. Temperatur- und Drucksensoren. Auch ist im allgemeinen in jeder Pumpedüse 2-i ein Nadelhubsensor 7-i vorgesehen, der eine Information über die Lage der Ventilnadel eines Einspritzventils liefert, wie z.B. in der DE-A-37 26 712 der Anmelderin beschrieben.

Für die Regelung bzw. Steuerung des Motors 1 wird in bekannter Weise ein elektronischer Regler, hier Basisregler 8 genannt, herangezogen. Ein solcher Regler enthält Recheneinheiten, die aus zugeführten Betriebsgrößensignalen ein Ausgangssignal RW errechnen, welches über die Servoantriebe 3-i die augenblickliche Lage des Mengenstellgliedes jeder Pumpedüse 2-i und damit die einzuspritzende Kraftstoffmenge bestimmt. Dem Basisregler 8 sind somit die Betriebsgrößensignale der Sensoren 6 und 7-i zugeführt und zumindest ein Ausgangssignal eines Drehzahlrechners 9, der eine mittlere Drehzahl bzw. ein entsprechendes Signal $\bar{n}$ ermittelt. Die Berechnung von Drehzahlsignalen bzw. mittleren Drehzahlen ist gleichfalls bekannt, wobei auf die DE-Anmeldung 38 08 819 der Anmelderin und die dort zitierte Literatur verwiesen wird. Der Drehzahlrechner 9 ist im allgemeinen Teil des Basisreglers 8 und nur hier, der Übersichtlichkeit halber, von diesem getrennt dargestellt. Schließlich ist dem Basisregler noch das Ausgangssignal eines Fahrpedalstellungsgebers 10 zugeführt.

Ein Basisregler 8, wie hier verwendet, weist im allgemeinen eine PID-Regelcharakteristik auf, wie dies z.B. aus der DE-A-27 35 596 hervorgeht. Er bildet, vom Prinzip her, über den die Servoantriebe 3-i, den Motor 1 und den Drehzahlsensor 5 eine geschlossene Regelschleife, wobei die Ist-Größe die mittlere Drehzahl $\bar{n}$ ist und die Sollgröße im Basisregler 8 in Abhängigkeit der zugeführten Betriebsgrößensignale, von welchen selbstverständlich das die Fahrpedalstellung anzeigende ein wesentliches Signal ist, errechnet wird.

Zusätzlich zu der Regelung durch den Basisregler erfolgt eine Einzelzylinderregelung, die im folgenden näher erläutert wird. Einer Vergleichereinheit 11 wird das mittlere Drehzahlsignal $\bar{n}$ sowie ein gleichfalls in dem Drehzahlrechner 9 ermitteltes, zylinderspezifisches Drehzahlsignal n_i zugeführt. Dieses Signal n_i wird durch Messung der Zeitdauer T_i über die Verbrennungshübe der einzelnen Zylinder ermittelt, und zwar durch Zeitzählung in einem Zeitzähler 12 und Kehrwertbildung in einem Kehrwertbildner 13. Der Zeitzähler 12, der Kehrwertbildner 13 und ein Mittelwertbildner 14 sind hier als Blöcke des Drehzahlrechners 9 dargestellt (Fig. 2). Die Zeitzählung erfolgt dabei zwischen Impulsen des Drehzahlsensors 5, die Stiften an dem Schwungrad 4

und aufeinanderfolgenden oberen Totpunkten der Zylinder (in der zeitlichen Reihenfolge des Zündens) entsprechen. Die Impulse müssen nicht genau dem oberen Totpunkt entsprechen, sie können jeder auch einen kleinen Drehwinkel vor oder nach dem oberen Totpunkt erzeugt werden, sollten jedoch im wesentlichen in Nähe des oberen Totpunktes auftreten, da man in diesem Fall die zuverlässigste Information über die Drehzahlschwankungen erhält.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, enthält die Vergleichereinheit 11 bei diesem Ausführungsbeispiel ein Subtrahierglied 15 dem das mittlere bzw. das zylinderspezifische Drehzahlsignal n bzw. n_i zugeführt sind, sowie einen dem Subtrahierglied nachgeschalteter Signumgenerator 16, der einen Änderungswert +1 ausgibt, falls $n_i < \overline{n}$, und einen Änderungswert -1, falls $n_i > \overline{n}$. Soferne die zylinderspezifische Drehzahl n_i nicht oder nicht wesentliche von der mittleren Drehzahl $\overline{n}$ abweicht, wird kein Änderungswert ausgegeben. Die Vergleichereinheit 11 kann aber ganz allgemein einen Änderungswert ΔQ_i ausgeben, dessen Größe auch von dem Maß der Abweichung zwischen n_i und $\overline{n}$ abhängen kann, wie in Fig. 1 am Ausgang der Vergleichereinheit 11 mit ΔQ_i angegeben.

Die Änderungswerte ΔQ_i bilden den Ausgangspunkt für die Einzelzylinderregelung, denn diesen Änderungswerten entsprechend sollen die jeweiligen Zylinder mehr oder weniger Kraftstoff erhalten, damit eine Laufunruhe ausgeglichen wird. Die Änderungswerte ΔQ_i werden über eine Speicheransteuereinheit 17 und eine Speicherbereichauswahleinheit 18 einem Korrekturwertspeicher 19 zugeführt, der z, hier z=6, Zylinderspeicher 19-i mit je k Speicherbereichen 19-ij aufweist. Dies geht aus Fig. 2 hervor, wo für den Zylinderspeicher 19-1 die Aufteilung in drei Speicherbereiche 19-1j gezeigt ist.

Für die erforderliche Synchronisierung ist eine Synchronisiereinheit 20 vorgesehen, der einerseits das Signal des Drehzahlsensors 5 und andererseits das Signal zumindest einer der Nadelhubsensoren 7-i zugeführt sind, sodaß eine absolute, d.h. zylinderbezogene Synchronisierung möglich ist. Anstelle des Signals eines Nadelhubsensors kann ebensogut ein anderes Signal verwendet werden, das z.B. von sich bewegenden Motorteilen abgeleitet ist und die Absolutsynchronisierung ermöglicht. Im Falle der Anwendung der Erfindung auf einen Ottomotor könnte es sich z.B. um von der eleketrischen Zündung abgeleitete Signale handeln.

Die Synchronisierteinheit 20 steuert die Speicheransteuereinheit 17 mittels eines Synchronisiersignales s so, daß die Änderungswerte ΔQ_i immer in den zugeordneten Zylinderspeicher 19-i gelangen. In Fig. 2 ist dies durch einen gesteuerten Schalter 21 veranschaulicht. Aus Fig. 2 geht weiters ein gesteuerter Schalter 22 hervor, der zwischen der Vergleichereinheit 11 und der Speicheransteuereinheit 17 liegt und hier als Multiplikator dargestellt ist. Der Schalter 22 ist von einem Statussignal st der Synchronisiereinheit 20 gesteuert. Diese Statussignal weist den Wert "0" auf, solange keine Synchronisation erfolgt ist, was z.B. bei Starten das Motors möglich ist, und den Wert "1", wenn Synchronisation vorliegt. Somit erfolgt eine Weitergabe der Änderungswerte ΔQ_i nur bei bestehender Synchronisation.

Die Speicherbereichsauswahleinheit 18 besteht beispielsweise, wie Fig. 2 zeigt, aus je z gesteuerten Schaltern 23-i, 24-i am Eingang bzw. am Ausgang jedes Zylinderspeichers 19-i, wobei jeder Schalter k Stellung aufweist. Sämtliche z Schalter 23-i, 24-i werden im Beispiel nach Fig. 2 von einem Drehzahlbereichdiskriminator 25 gesteuert, welchem das mittlere Drehzahlsignal $\overline{n}$ zugeführt ist und der über die Schalter 23-i, 24-i dem Drehzahlbereich entsprechend einen diesem Drehzahlbereich zugeordneten Speicherbereich 19-ij mit dem Ein- und Ausgang jedes Zylinderspeichers 19-i verbindet. Bei dem Beispiel nach Fig. 2 erfolgt somit die Bereichsauswahl ausschließlich nach dem Auswahlkriterium "mittlere Motordrehzahl", doch es können der Funktion der Speicherbereichsauswahleinheit 18 auch andere Betriebsgrößensignale zugeführt werden, wie gemäß Fig. 1 ein Signal r, dessen Größe für den mittleren Verstellweg der Mengenstellglieder der Pumpedüsen 2-i charakteristisch ist. Damit stellt jeder Zylinderspeicher 19-i ein dreidimensionales Korrekturfeld für jeden Zylinder dar.

Die Zylinderspeicher 19-i bzw. deren Speicherbereiche 19-ij sind je als summierende oder integrierende Speicher ausgebildet, sodaß sich der abgespeicherte Korrekturwert ΔRW_{ij} je nach Vorzeichen (und Größe) des entsprechenden, zugeführten Änderungswertes ΔQ_i erhöht oder erniedrigt. Gewünschtenfalls können die Korrekturwerte ΔRW_i vor ihrer Zuführung an je einen Summierer 26-i, in dem sie zu dem jeweiligen Ausgangssignal RW des Basisreglers 8 addiert werden, in je einem Multiplikator 27-i mit einem Dynamikanpassungsfaktor K_{EZR} multipliziert werden. Dies ist unter Umständen wegen der digitalen Erarbeitung der Korrekturwerte aus numerischen Gründen zweckmäßig.

In Fig. 2 sind die Summierer 26-i mit einem zusätzlichen Subtrahiereingang gezeichnet, dem je ein Rückmeldersignal m eines Stellgliedrückmelders 28-i zugeführt ist. Die Servoantriebe 3-i weisen nämlich einen analogen Servoregler 29-i auf, der auf das mit dem Rückmelder 28 mechanisch verbundene Stellglied 30-i wirkt. Hiedurch ist für das Stellglied jeder Pumpedüse 2-i ein geschlossener Servokreis gegeben. Hinsichtlich näherer Details derartiger Servokreise kann auf die DE-A-37 40 443 der Anmelderin verwiesen werden.

In Fig. 2a ist eine Modifikation der Zylinderspeicher 19-i gezeigt, bei welcher jeden Speicherbereich 19-ij eine Interpolations- und Recheneinheit 31 zugeordnet ist. Diese Einheit übernimmt einerseits die Funktion der

Schalter 23-i, 24-i der Fig. 2 und ermöglicht andererseits eine Interpolation zwischen Drehzahlstützpunkten n_j. Dies bedeutet, daß die Speicherbereiche 19-ij diskreten Drehzahlwerten zugeordnet sind und dank der Einheit 31 die Ausgabe interpolierter Zwischenwerte möglich ist.

Aus Fig. 1 und 2 geht weiters ein Driftkompensator 32 hervor, der ein "Davonlaufen" der Korrekturwerte verhindert. Während z.B. längerer Beschleunigungsphasen liegt der Mittelwert der Drehzahl naturgemäß unter den zylinderspezifischen Drehzahlwerten und die Einzelzylinderregelung würde in diesem Fall bei allen Zylindern eine unerwünschte Korrektur zu geringeren Kraftstoffmengen hin versuchen. Die Regelung würde instabil werden, zumindest aber wären rasch alle Einzelspeicher bzw. Speicherbereiche an einem Begrenzungswert angelangt, der ein weiteres Regeln erschwert. Der Driftkompensator 32 weist k Summierer 33-j auf (Fig. 2), wobei jedem Summierer die je z Korrekturwerte der Speicherbereiche 19-ij mit gleichem Index j zugeführt sind. In je einem Dividierer 34-j wird der arithmetische Mittelwert $\Delta RW_{ij}/z$ gebildet. Jedem Eingang jedes Speicherbereiches 19-ij ist ein Subtrahierglied 35-ij 35-ij vorgeschaltet, dem einerseits der von der Vergleichereinheit 11 ermittelte und durch die Auswahleinheit 18 zugeordnete Änderungswert ΔQ_{ij} und andererseits der von dem entsprechenden Dividierer 34-j stammende Mittelwert der Korrekturwerte zugeführt ist.

Dem Driftkompensator 32 ist noch ein Aktivierungssignal as (Fig. 1) der Synchronisiereinheit 20 zugeführt, das umdrehungssynchron auftritt, beispielsweise alle 10 oder 20 Umdrehungen, und die tatsächliche Berechnung bzw. Ausgabe des arithmetischen Mittelwertes an die Subtrahierglieder 35-ij bewirkt, wozu gesteuerte Schalter (nicht gezeigt) od.dgl. vorgesehen sein können. Alternativ kann das Aktivierungssignal as auch in festen Zeitabständen, z.B. jede Sekunde auftreten, wobei es in diesem Fall in einer Uhr erzeugt wird. Es ist nämlich keineswegs erforderlich die Driftkompensation bei jedem Verbrennungshub vorzunehmen, sodaß man Rechenzeit für andere Berechnungen einsparen kann, wenn die Driftkompensation bloß in Zeitabständen vorgenommen wird, zu welchen sie wahrscheinlich erforderlich ist.

Eine mögliche Ausführung der Speicherbereiche 19-ij ist in Fig. 2 für den ersten Zylinderspeicher 19-1 dargestellt. Jeder Speicherbereich 19-1k wirkt als digitaler Integrator bzw. Summierer mit Begrenzung. Am Eingang einer Begrenzungseinheit 36-1j liegt ein Summierglied 37-1j, dem einerseits das Ausgangssignal des entsprechenden Subtrahiergliedes 35-1j des Driftkompensators 32 und andererseits das Ausgangssignal eines im Rückkopplungszweig des Integrators 19-1j liegenden Rücksetzelementes 38-1j (Symbol z^{-1}: vgl. Isermann, "Digitale Regelsysteme", Springerverlag, Berlin/Heidelberg 1977) zugeführt ist. Solche Speicher gehören dem Stand der Technik an.

Jeder Speicherbereich mit Begrenzereinheit 36-1j kann zur Abgabe eines Indikatorsignales eingerichtet sein, das auftritt, falls der abgespeicherte Korrekturwert Δ RW-ij eine obere oder untere Begrenzung erreicht. Dies ist in Fig. 2 für den ersten Zylinderspeicher 19-1 für einen Speicherbereich 19-1j mit dem Signal d-1j angedeutet. Alle Indikatorsignale d-ij können einer ODER-Verknüpfung zugeführt und zur Auslösung einer Fehleranzeige oder eines Alarmsignales herangezogen werden.

In der Zeichnung sind Blockschaltbilder mit einzelnen Funktionsblöcken dargestellt, doch sind in der praktischen Ausführung alle oder die meisten der Funktionsblöcke softwaremäßig in einem Mikrorechner oder einem Mikrorechnersystem realisiert. Ein möglicher Programmablauf hiezu ist in dem Struktogramm nach Fig. 3 veranschaulicht, das in Hinblick auf die vorgehenden Ausführungen keiner näheren Erläuterung bedarf.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Steuern und Regeln der Brennkraftmaschine eines Fahrzeuges, insbesondere eines Dieselmotors, mit einem Basisregler (8), dem Signale von Gebern und Sensoren zur Erfassung von Betriebsgrößen des Motors bzw. Fahrzeuges, wie z.B. der Drehzahl, der Gaspedalstellung, der Motortemperatur etc. zugeführt sind, und ein Ausgangssignal des Basisreglers zur Einstellung der dem Motor zugeführten Kraftstoff- und/oder Luftmenge herangezogen ist, mit einem Drehzahlrechner (9), dem Signale eines Drehzahlsensors (5) zugeführt sind und der zur Berechnung einer zylinderspezifischen Drehzahl (n_i) jedes Zylinders sowie zur Ermittlung eines mittleren Drehzahlsignals ($\bar{n}$) eingerichtet ist, mit einer Vergleichereinheit (11) zur Ausgabe positiver oder negativer Änderungswerte (ΔQ_i) für jeden Zylinder, falls die zylinderspezifischen Drehzahlen (n_i) unter oder oberhalb der mittleren Drehzahl ($\bar{n}$) liegen, mit einem Korrekturwertspeicher (19) mit z > 1 Zylinderspeichern (19-i), für die zylinderspezifischen Korrekturwerte, wobei den Zylinderspeichern (19-i), synchronisiert von einer Synchronisiereinheit (20), die Änderungswerte (ΔQ_i) zuführbar sind, sowie mit einer Summiereinrichtung, der das Ausgangssignal des Basisreglers (8) sowie die Korrekturwerte des Korrekturwertspeichers (19) zuführbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Zylinder ein eigenes Stellglied (30-i) für die Kraftstoffmenge zugordnet ist, wobei das Ausgangssignal jedes Zylinderspeichers (19-i) zusammen mit dem Ausgangssignal des Basisreglers (8) je einer Ansteuereinheit (3-i) für das zugordnete Stellglied (30-i) zugeführt ist, jeder Zylinderspeicher (19-i) k > 1 arbeitspunktabhängige Speicherbereiche (19-ij) aufweist, eine

Speicherbereichauswahleinheit (18) vorgesehen ist, der das mittlere Drehzahlsignal ($\bar{n}$) und/oder andere Betriebsgrößen, wie mittlerer Stellgliedweg, Motortemperatur etc., als Auswahlkriterien zugeführt sind und die Speicherbereichauswahleinheit (18) in Abhängigkeit von diesen Auswahlkriterien nach einer vorgegebenen Auswahlcharakteristik über eine von ihr angesteuerte Zuordnungseinheit (23-i, 24-i; 31) Ein- und Ausgang jedes Zylinderspeichers (19-i) einem ausgewählten Speicherbereich bzw. ausgewählten Speicherbereichen zuordnet.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicherbereichauswahleinheit (18) das mittlere Drehzahlsignal ($\bar{n}$) zugeführt ist, die Auswahl nach k Drehzahlbereichen erfolgt und jeder Zylinderspeicher (19-i) k Speicherbereiche (19-ij) aufweist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein Driftkompensator (32) vorgesehen ist, dem die in dem Korrekturwertspeicher (19) abgelegten z.k Korrekturwerte der je k Speicherbereiche (19-ij) aller z Zylinderspeicher (19-i) zugeführt sind und der zur Bildung von k Mittelwerten der je z Korrekturwerte der ersten bis k-ten Speicherbereiche (19-ij) eingerichtet ist und jedem Eingang jedes Speicherbereiches (19-ij) der z Zylinderspeicher (19-i) ein Subtrahierglied (35-ij) vorgeschlatet ist, dem einerseits der in der Vergleichereinheit (11) ermittelte Korrekturwert und andererseits der im Driftkompensator (32) gebildete, zugehörige Mittelwert zugeführt ist.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertbildung im Driftkompensator (32) in aufeinanderfolgenden festen Zeitabständen oder drehzahlsynchron erfolgt.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Driftkompensator (32) Aktivierungssignale (as) der Synchronisiereinheit (20) zugeführt sind.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Driftkompensator (32) zur Bildung des arithmetischen Mittelwertes der Korrekturwerte eingerichtet ist.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Korrekturwertspeicher (19) eine von der Synchronisiereinheit (20) synchronisierte Speicheransteuereinheit (17) zur zylinderspezifischen Zuordnung der jeweiligen Korrekturwerte an die Zylinderspeicher (19-i) vorgeschaltet ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Speicherbereich (19-ij) der Zylinderspeicher (19-i) des Korrekturwertspeichers (19) als summierender bzw. integrierender Speicher ausgebildet ist.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise jeder Speicherbereich (19-ij) der Zylinderspeicher (19-i) des Korrekturwertspeichers (19) einen Begrenzer (36-ij) enthält.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Begrenzer (36-ij) zur Abgabe eines Indikatorsignales (d-ij) bei Erreichen des festgelegten Grenzwertes eingerichtet ist.

11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine, den Speicherbereichen (19-ij) jedes Zylinderspeichers (19-i) zugeordnete Interpolations- und Recheneinheit (31) vorgesehen ist.

12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Synchronisiereinheit (20) Ausgangssignale eines Drehzahlgebers (5) und mindestens eines Nadelhubsensors (7-i) zugeführt sind.

13. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisiereinheit (20) zur Abgabe eines Synchronisier-Statussignales (s_t) eingerichtet ist, welches die Änderung der Korrekturwerte nur ermöglicht, falls der Synchronisierstatus erreicht ist.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß jedem der z Zylinderspeicher (19-i) ein Multiplikator (27-i) zur Multiplikation mit einem konstanten Dynamikanpassungsfaktor (K_{EZR}) nachgeordnet ist.

15. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlrechner (9) zur Ermittlung der zylinderspezifischen Drehzahl (n_l) durch Messung der Dauer (T_l) des jeweiligen Verbrennungshubes eingerichtet ist, die im Bereich des oberen Totpunktes eines Zylinders beginnt und im Bereich des oberen Totpunktes des nächstzündenden Zylinders endet.

Claims

1. Device for controlling and adjusting the combustion engine of a vehicle, in particular a diesel engine, having a base adjuster (8), to which signals from emitters and sensors are supplied to record operating parameters of the engine or vehicle, such as for example the speed, the accelerator position, the engine temperature etc., and an output signal from the base adjuster is used to set the amount of fuel and/or air supplied to the engine, having a speed computer (9), to which signals from a speed sensor (5) are supplied and which is equipped to calculate a cylinder-dependent speed n_l for each cylinder and to determine an average speed signal ($\bar{n}$), having a comparator unit (11) to emit positive or negative modification values (ΔQ_l) for each cylinder

if the cylinder-dependent speeds (n_i) are below or above the average speed ($\bar{n}$), having a correcting value store (19) with z > 1 cylinder stores (19-i) for the cylinder-dependent correcting values, wherein the modification values (ΔQ_i) can be supplied to the cylinder stores (19-i) synchronised by a synchronising unit (20), and having a summation device, to which the output signal from the base adjuster (8) and the correcting values from the correcting value store (19) can be supplied, characterised in that a separate adjuster (30-i) for the amount of fuel is assigned to each cylinder, wherein the output signal of each cylinder store (19-i) together with the output signal of the base adjuster (8) is supplied in each case to a control unit (3-i) for the assigned adjuster (30-i), each cylinder store (19-i) has k > 1 operating point-dependent store regions (19-ij), a store region selection unit (18) is provided, to which the average speed signal ($\bar{n}$) and/or other operating parameters, such as average adjuster path, engine temperature etc., are supplied as selection criteria, and the store region selection unit (18) assigns input and output of each cylinder store (19-i) to a selected store region or selected store regions via an assigning unit (23-i, 24-i, 31) controlled by it as a function of these selection criteria according to a predetermined selection characteristic.

2. Device according to claim 1, characterised in that the average speed signal ($\bar{n}$) is supplied to the store region selection unit (18), the selection is carried out according to k speed ranges and each cylinder store (19-i) has k store regions (19-ij).

3. Device according to claim 1 or 2, characterised in that a drift compensator (32) is provided, to which the z.k correcting values of each of the k store regions (19-ij) of all z cylinder stores (19-i) stored in the correcting value store (19) are supplied, and which is equipped to form k averages of each of the z correcting values of the first to the k-th store regions (19-ij), and a subtracting member (35-ij), to which the correcting value determined in the comparator unit (11) on the one hand and the associated average formed in the drift compensator (32) on the other, is supplied, is connected upstream of each input of each store region (19-ij) of the z cylinder stores (19-i).

4. Device according to claim 3, characterised in that the average formation in the drift compensator (32) is carried out at sequential fixed time intervals or speed-synchronously.

5. Device according to claim 4, characterised in that activating signals (as) from the synchronising unit (20) are supplied to the drift compensator (32).

6. Device according to one of claims 3 to 5, characterised in that the drift compensator (32) is equipped to form the arithmetic average of the correcting values.

7. Device according to one of claims 1 to 6, characterised in that a store control unit (17) synchronised by the synchronising unit (20) is connected upstream of the correcting value store (19) for cylinder-dependent assignment of the particular correcting values at the cylinder stores (19-i).

8. Device according to one of claims 1 to 7, characterised in that each store region (19-ij) of the cylinder stores (19-i) of the correcting value store (19) is designed as an adding or integrating store.

9. Device according to one of claims 1 to 8, characterised in that each store region (19-ij) of the cylinder stores (19-i) of the correcting value store (19) preferably contains a limiter (36-ij).

10. Device according to claim 9, characterised in that each limiter (36-ij) is equipped to emit an indicator signal (d-ij) on reaching the fixed limiting value.

11. Device according to one of claims 1 to 10, characterised in that at least one interpolation and computing unit (31) assigned to the store regions (19-ij) of each cylinder store (19-i) is provided.

12. Device according to one of claims 1 to 11, characterised in that output signals from a speed sensor (5) and at least one needle stroke sensor (7-i) are supplied to the synchronising unit (20).

13. Device according to one of claims 1 to 12, characterised in that the synchronising unit (20) is equipped to emit a synchronising status signal (s_t) which only makes a change in the correcting values possible if the synchronising status is achieved.

14. Device according to one of claims 1 to 13, characterised in that a multiplier (27-i) is inserted after each of the z cylinder stores (19-i) for multiplication using a constant dynamic matching factor (K_{EZR}).

15. Device according to one of claims 1 to 14, characterised in that the speed computer (9) is equipped to determine the cylinder-dependent speed (n_i) by measuring the duration (T_i) of the particular combustion stroke, which starts in the region of the upper dead point of a cylinder and stops in the region of the upper dead point of the next cylinder to ignite.

Revendications

1. Appareil de commande et régulation du moteur à combustion d'un véhicule, moteur diesel notamment, avec un régulateur de base (8) recevant des signaux de transmetteurs et capteurs destinés à enregistrer des paramètres de fonctionnement du moteur ou du véhicule, tels par exemple que le régime, la position de la

pédale d'accélération, la température du moteur, etc., un signal de sortie du régulateur de base étant utilisé pour régler la quantité de carburant et/ou d'air alimentée au moteur, avec un calculateur de régime (9) qui reçoit des signaux d'un capteur de régime (5) et qui est conçu pour calculer pour chaque cylindre un régime (n_i) spécifique du cylindre et pour déterminer un signal de régime moyen ($\bar{n}$), avec une unité comparatrice (11) pour délivrer des valeurs de modification positive ou négative (ΔQ_i) pour chaque cylindre si les régimes (n_i) spécifiques des cylindres se trouvent au-dessus ou en dessous du régime moyen ($\bar{n}$), avec une mémoire de valeurs de correction (19) avec $z > 1$ mémoires de cylindre (19-i), pour les valeurs de correction spécifiques des cylindres, les mémoires de cylindre (19-i) pouvant recevoir, de manière synchronisée par une unité de synchronisation (20), les valeurs de modification (ΔQ_i), et avec un dispositif totalisateur, qui peut recevoir le signal de sortie du régulateur de base (8) ainsi que les valeurs de correction de la mémoire de valeurs de correction (19), caractérisé en ce qu'à chaque cylindre est associé un propre organe de réglage (30-i) de la quantité de carburant, le signal de sortie de chaque mémoire de cylindre (19-i) étant fourni conjointement avec le signal de sortie du régulateur de base (8) à une unité d'asservissement respective (3-i) pour l'organe de réglage associé (30-i), chaque mémoire de cylindre (19-i) présentant $k > 1$ sones de mémoire (19-ij) fonction du point de travail, une unité de sélection de sones de mémoire (18) étant prévue, qui reçoit comme critères de sélection le signal de régime moyen ($\bar{n}$) et/ou d'autres paramètres de fonctionnement, tels que la course moyenne de l'organe de réglage, la température du moteur, etc., et l'unité de sélection de zones de mémoire (18) associant à l'entrée et la sortie de chaque mémoire de cylindre (19-i) une ou des sones de mémoire sélectionnées, en fonction des critères de sélection précités, selon une caractéristique de sélection prédéterminée et par l'intermédiaire d'une unité d'association (23-i, 24-i; 31) qu'elle asservit.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité de sélection de zones de mémoire (18) reçoit le signal de régime moyen ($\bar{n}$), la sélection s'effectue selon k plages de régime et chaque mémoire de cylindre (19-i) présente k zones de mémoire (19-ij).

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'est prévu un compensateur de dérive (32), qui reçoit les z.k valeurs de correction, déposées dans la mémoire de valeurs de correction (19), des k sones de mémoire respectives (19-ij) de toutes les z mémoires de cylindre (19-i) et qui est conçu pour former k valeurs moyennes des z valeurs de correction respectives des première à k-ème zones de mémoire (19-ij), et un élément soustracteur (35-ij) précède chaque entrée de chaque sone de mémoire (19-ij) des z mémoires de cylindre (19-i) et reçoit d'une part la valeur de correction déterminée dans l'unité comparatrice (11) et d'autre part la valeur moyenne correspondante, formée dans le compensateur de dérive (32).

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que la formation de valeur moyenne dans le compensateur de dérive (32) s'effectue à intervalles de temps consécutifs fixes ou de manière synchronisée avec le régime.

5. Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que le compensateur de dérive (32) reçoit des signaux d'activation (as) de l'unité de synchronisation (20).

6. Appareil selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le compensateur de dérive (32) est conçu pour former la moyenne arithmétique des valeurs de correction.

7. Appareil selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la mémoire de valeurs de correction (19) est précédée d'une unité d'asservissement de mémoire (17), synchronisée par l'unité de synchronisation (20) et destinée à associer, de manière spécifique aux cylindres, les valeurs de correction respectives aux mémoires de cylindre (19-i).

8. Appareil selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque zone de mémoire (19-ij) des mémoires de cylindre (19-i) de la mémoire de valeurs de correction (19) est conçue comme mémoire totalisatrice ou intégratrice.

9. Appareil selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque zone de mémoire (19-ij) des mémoires de cylindre (19-i) de la mémoire de valeurs de correction (19) contient de préférence un limiteur (36-ij).

10. Appareil selon la revendication 9, caractérisé en ce que chaque limiteur (36-ij) est conçu pour délivrer un signal indicateur (d-ij) à l'atteinte de la valeur limite établie.

11. Appareil selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'est prévue au moins une unité d'interpolation et de calcul (31), associée aux sones de mémoire (19-ij) de chaque mémoire de cylindre (19-i).

12. Appareil selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'unité de synchronisation (20) reçoit des signaux de sortie d'un transmetteur de régime (5) et d'au moins un capteur de levée d'aiguille (7-i).

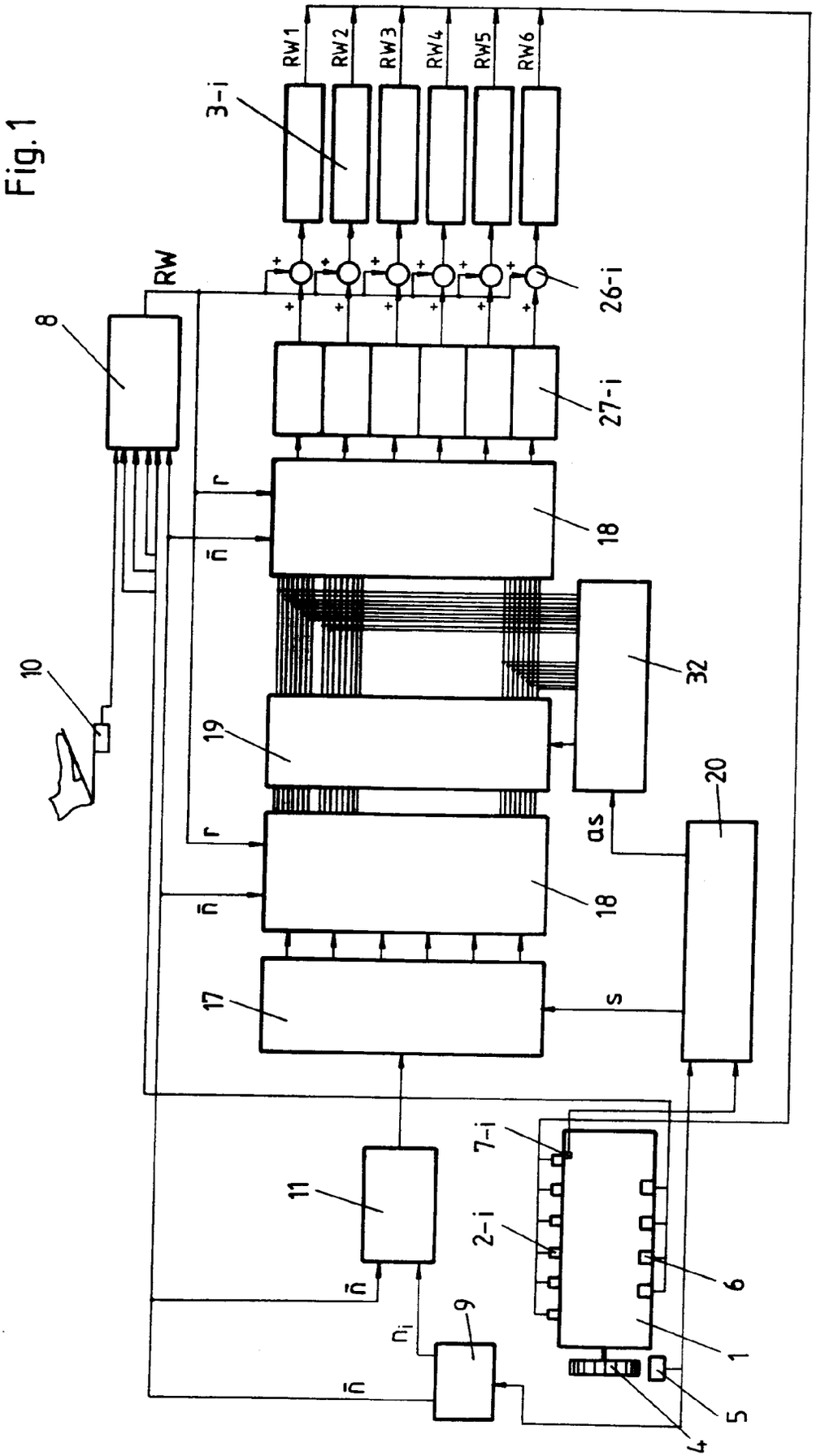
13. Appareil selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'unité de synchronisation (20) est conçue pour délivrer un signal d'état de synchronisation (s_t), qui ne permet la modification des valeurs de correction que si l'état de synchronisation est atteint.

14. Appareil selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que chacune des z mémoires de cylindre (19-i) est suivie d'un multiplicateur (27-i) en vue de la multiplication par un facteur constant d'adaptation

dynamique (K_{EZR}).

15. Appareil selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que le calculateur de régime (9) est conçu pour déterminer le régime (n_i) spécifique du cylindre en mesurant la durée (T_i) de la course d'explosion respective, qui commence dans la région du point mort haut d'un cylindre et se termine dans la région du point mort haut du cylindre suivant à allumer.

Fig. 1


RW1
RW2
RW3
RW4
RW5
RW6
3-i
RW
8
26-i
27-i
18
32
10
19
20
as
18
17
s
11
7-i
2-i
6
1
9
5
4

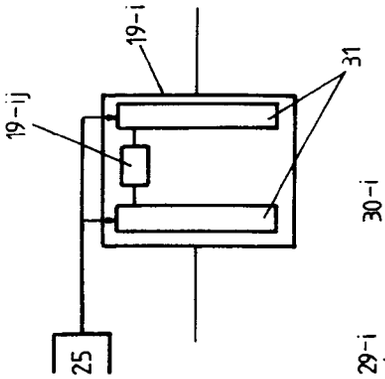

19-ij
19-i
31
25

Fig.2a

3-i
RW1
RW2
RW3
RW4
RW5
RW6
30-i
28-i
29-i
26-i
27-i
8
d-1j
24-i
36-1j
38-1j
19-1j
37-1j
19-1
19
35-j
23-i
25
21
s
st
17
22
16
11
15
14
13
12
5
20
7
33-j
34-j
19-i

Fig. 2

Zeitabstand T_i einlesen

Ermittlung der Zylindernummer i
wenn erfolgreich, dann "Synchronität" :=1

Berechnung des neuen Drehzahlwertes aus dem Meßwert T_i
und Abspeicherung als n_i

Mittelung der Drehzahl und
Abspeicherung als $\bar{n}$

Aufruf des Basis-Reglers
(Berechnung von Regelstangenweg und Abspeicherung als RW)

Ausgabe von RW an Summierpunkt aller Stellgliedservos

Ermittlung des Drehzahlbereiches j

"Synchronität"

ja

nein

Korrekturspeicher von i-tem Zylinder
und j-tem Drehzahlbereich
$\Delta RW_{ij} = \Delta RW_{ij} + sign(\bar{n}-n_i)$

Begrenzung des Korrekturspeichers
ΔRW_{ij}
(eventuell Fehlerausgabe bei
Ansprechen der Begrenzung)

Mittelwert $j = \frac{1}{Z} \sum_{i=1}^{Z} \Delta RW_{ij}$

$\Delta RW_{1j}= \Delta RW_{1j}$ - Mittelwert j

$\Delta RW_{2j}= \Delta RW_{2j}$ - Mittelwert j

⋮

$\Delta RW_{Zj}= \Delta RW_{Zj}$ - Mittelwert j

$Korrektur_i = K_{EZR} \cdot \Delta RW_{ij}$

Ausgabe von $Korrektur_i$ auf Summierpunkt
von i-tem Stellglied-Servo

Fig. 3