



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
28.10.92 Patentblatt 92/44

⑤① Int. Cl.⁵ : **F02D 41/38, F02D 41/14**

②① Anmeldenummer : **90890050.9**

②② Anmeldetag : **26.02.90**

⑤④ **Einrichtung zum Steuern und Regeln einer Dieselmotormaschine.**

③① Priorität : **27.02.89 DE 3906083**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
05.09.90 Patentblatt 90/36

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
28.10.92 Patentblatt 92/44

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

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 105 828
EP-A- 0 148 107
DE-A- 3 822 582
GB-A- 2 197 093
US-A- 4 130 095
US-A- 4 282 842
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no.
244 (M-337) 09 November 84, & JP-A-59 120730
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no.
246 (M-253) 02 November 83, & JP-A-58 133453
(TOYO KOGYO K.K.) 09 August 83,

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

⑦② Erfinder : **Augesky, Christian, Dipl.-Ing.**
Schrankenberggasse 18-20
A-1150 Wien (AT)
Erfinder : **Bittinger, Wolfgang, Dipl.-Ing.**
Küchelbeckergasse 4/20
A-1150 Wien (AT)
Erfinder : **Heiss, Michael, Dipl.-Ing.**
R. Waisenhorngasse 115
A-1235 Wien (AT)
Erfinder : **Seibt, Artur, Dr. Ing.**
Prinz Eugenstrasse 6
A-1040 Wien (AT)

⑦④ Vertreter : **Matschnig, Franz, Dipl.-Ing.**
Siebensterngasse 54
A-1070 Wien (AT)

EP 0 385 969 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 nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Einrichtungen zum Regeln von Dieselbrennkraftmaschinen dieser Art sind in einer Vielzahl bekannt geworden, wobei nur beispielsweise auf die DE-A-31 22 553 verwiesen wird.

Im Zusammenhang mit derartigen Einrichtungen sind auch verschiedene Lösungen bekannt, die sich auf eine Begrenzung des Rauchausstosses beziehen, wobei zu diesem Zweck verschiedene Betriebsgrößen, insbesondere die Drehzahl, die Brennstofftemperatur sowie Druck und Temperatur der angesaugten Luft als Eingangsgrößen eines Rauchkennfeldes die jeweils maximal zulässige Rauchzahl festlegen (DE-A-28 20 807).

Eine adaptive Regelung der bei Vollast auftretenden, durch Ruß hervorgerufenen Abgastrübung ist aus der DE-AS-36 38 474 bekannt geworden. Hierbei wird mit einem Rußsensor auf elektrooptischer Grundlage der Rußanteil in den Abgasen festgestellt. Falls der Rußsensor einen zu hohen Rußanteil feststellt, wird in einer Vorrichtung zur Verstellung der Vollasteinspritzmenge diese Menge in kleinen Schritten reduziert, bis die vorgegebene Rauchzahl wieder erreicht ist. Auch kann bei Unterschreiten der vorgegebenen Rauchzahl wieder eine schrittweise Erhöhung der Vollasteinspritzmenge erfolgen, bis die vorgegebene Rauchzahl erreicht ist. Eine Regelung in Abhängigkeit von der Drehzahl oder anderer Betriebsparametern ist in diesem Dokument nicht beschrieben.

Eine adaptive Regelung einer Brennkraftmaschine unter Zuhilfenahme von Kennfeldern, deren Werte entsprechend den aktuellen Betriebsbedingungen der Maschine modifiziert werden, geht z.B. aus den DE-A-34 08 215, 35 39 395 und 36 03 137 hervor (Zeitverzögerung von Parametern ist z.B. aus US-A-4 130 095 bekannt.)

Die EP-A2-148 107 beschreibt weiters eine Vollastregelung eines Dieselmotors, die von dem Meßwert eines Rußwertensors, der offensichtlich auf induktiver Grundlage arbeitet, ausgeht. Maximale Treibstoffmengen sind in einem festen Vollastkennfeld festgehalten. In Abhängigkeit von dem festgestellten Rußwert können die in dem Vollastkennfeld enthaltenen unteren Grenzen (Signal T_L) um Inkremente ΔT_L erhöht werden. Die Regelung nach dem Rußwert erfolgt somit immer ausgehend von einem festen Kennfeld, wodurch wegen der nur schrittweise erfolgenden Erhöhung des Treibstoffmaximalwertes eine Anpassung an sich rasch ändernde Vorgänge, wie z.B. ein plötzliches Durchtreten des Fahrpedals für volle Beschleunigung, nicht optimal möglich ist.

Die DE-A1-28 29 958 betrifft die Regelung eines Otto-Motors nach dem λ -Wert. Der Sauerstoffgehalt

der Abgase wird vor und nach einem Katalysator 170 mit O_2 -Sensoren 184, 186 gemessen, die Meßwerte werden in einer Schaltung 200 aufbereitet und einem λ -Regelkreis 246 zugeführt. Hier wird mit einem PI-Regler jener Wert bestimmt, um den ein Einstellfaktor in einer Tabelle 244 erhöht oder erniedrigt werden muß, um beim nächsten Betrieb in diesem Arbeitspunkt $\lambda=1$ erreichen zu können. Da ein Sauerstoffsensor erst nach einer gewissen Verzugszeit T anspricht, muß die "Geschichte" des Motors (letzte Meßwerte) in einem Kurzfristspeicher 250 zwischengespeichert werden, um auch einen Arbeitspunkt zur Verfügung zu haben, falls eine Korrektur des zu dem um die Verzugszeit zurückliegenden Arbeitszeitpunkt gehörenden Einstellwertes notwendig ist. Der Betrag der Verzugszeit wird aus Drehzahl und Absolutdruck berechnet.

Dieser bekannte Regler, weist zwar ein adaptives Kennfeld auf, jedoch wird kein Begrenzungswert ermittelt, sondern normal nach dem λ -Wert geregelt, was, verbunden mit der Bezeichnung der Verzugszeit, zu einem hohen Rechenaufwand und entsprechenden Rechenzeiten führt, die in Verbindung mit der bei der Erfindung vorliegenden Aufgabe unerwünscht sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Regelung für eine Dieselmachine zu schaffen, deren Ausgangspunkt zwar in erster Linie die Ist-Drehzahl ist, die jedoch auch den Rußanteil in den Abgasen berücksichtigt und für eine unterschiedlichen Betriebsbedingungen angepaßte Vollastbegrenzung sorgt. Besondere Berücksichtigung soll hierbei der Umstand erfahren, daß die Rußmessung und -auswertung aus physikalischen Gründen verzögert erfolgt, beispielsweise deshalb, weil die Messung in der Abgasleitung, in einer bestimmten Entfernung von den Auslaßventilen, durchgeführt wird. Die Begrenzung soll rasch erfolgen, doch soll der Maschine in jeder Betriebssituation die jeweils maximal mögliche Kraftstoffmenge zur Verfügung stehen.

Die Aufgabe der Erfindung wird mit einer Einrichtung der eingangs genannten Art gelöst, die gemäß dem Kennzeichen des Anspruchs 1 ausgebildet ist.

Die Erfindung ermöglicht eine rasch wirksam werdende Vollastbegrenzung bei optimaler Ausnutzung der Maschinenleistung und Berücksichtigung des maximal zulässigen Rußwertes, wobei auch Fertigungstoleranzen und insbesondere Alterungerscheinungen einem Ausnützen der Maschinenleistung bis an die Rauchgrenze nicht entgegenstehen.

Weitere wichtige Merkmale sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung samt ihren Vorteilen ist im folgenden an Hand einer beispielsweise Ausführungsform näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht ist. In dieser zeigen Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Einrichtung nach der Erfindung, Fig. 2 in einem Diagramm den zeitlichen Ablauf der Berechnungsvor-

gänge in einer Einrichtung nach der Erfindung und Fig. 3 und 4 diesen Ablauf in Struktogrammen und Fig. 5 eine Variante der Erfindung in einem Ausschnitt eines Blockschaltbildes gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Dieselmachine 1 mit einer Einspritzpumpe 2, deren Regelstange in bekannter Weise elektro mechanisch, einem Signal RW entsprechend, verstellt werden kann. Zur Regelung der Maschine 1 ist ein Basisregler 3 vorgesehen, der in Abhängigkeit von zugeführten Betriebsgrößensignalen ein Regelstangenansteuersignal RW_B berechnet. Die wesentlichen Betriebsgrößensignale sind ein von einem Drehzahlgeber 4 stammendes Drehzahlssignal n sowie ein von einem Fahrpedal-Stellungsgeber 5 stammendes Fahrpedalsignal f . Bei der Berechnung des Ansteuersignales RW_B können noch weitere Betriebsgrößen, wie z.B. die Maschinentemperatur, der Luftdruck etc. berücksichtigt werden, was durch Sensoren 6 angedeutet ist.

Um bei der Regelung der Maschine 1 eine Vollastbegrenzung zu erreichen, die den tatsächlich auftretenden Rußwert berücksichtigt, ist in bzw. an der Abgasleitung 7 der Maschine 1 ein Rußwertsensor 8 vorgesehen, der, beispielsweise durch optische Trübungsmessung oder durch andere langsamere Meßverfahren, mittels einer Sensorauswertung 9 ein dem Istwert des Rußwertes entsprechendes Signal AG_i erzeugt.

Wie weiter unten im Detail beschrieben, beeinflußt der im Betrieb laufend ermittelte Rußwert AG_i ein maximal zulässiges Ansteuersignal RW_M für die Regelstange. Das im Basisregler 3 berechnete Ansteuersignal RW_B und das maximal zulässige Ansteuersignal RW_M werden einer Minimalwertauswahlstufe 10 zugeführt. Dies hat zur Folge, daß die Regelung der Maschine 1 normal vor sich geht, solange das berechnete Ansteuersignal RW_B kleiner ist, als das im jeweiligen Augenblick vorliegende, maximal zulässige Ansteuersignal RW_M . Andernfalls tritt eine Begrenzung auf, d.h., $RW = RW_M$. Die Auswahlstufe 10 enthält einen Speicher 10' und ist zusammen mit diesem Speicher dazu eingerichtet, ein Statussignal S abzugeben, welches anzeigt, ob die Begrenzung zur Zeit t_M wirksam war oder nicht.

Im folgenden wird erläutert, wie das maximal zulässige Ansteuersignal RW_M erfindungsgemäß gewonnen wird. Ein Ausgangspunkt ist hierbei, daß der Rußwertsensor 8 bzw. die Sensorauswertung 9 eine Meßverzögerung Δt aufweist, somit, bezogen auf den Zeitpunkt t_v des Sollwertvergleiches ein Rußwertsignal $AG_i(t_v - \Delta t)$ vorliegt. Diese Meßverzögerung ist systembedingt und durch einen oder mehrere der folgenden Faktoren verursacht: Laufzeit der Abgase bis zum Sensor, Ansprechzeit des Sensors, Dauer der Auswertung in der Sensorauswertung.

Das Rußwertsignal AG_i wird einem Subtrahierglied 11 zugeführt, dem als zweites Signal ein maximaler Soll-Rußwert AG_{MS} zugeführt wird. Dieser Wert

kann im einfachsten Fall konstant sein und in einem Sollwertspeicher abgelegt sein. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der maximale Rußwert $AG_{MS}(t_M)$ jedoch in einem Sollwertkennfeld 12 erzeugt, und zwar in Abhängigkeit von Betriebsgrößen, wie zumindest von der mittleren Drehzahl $\bar{n}(t_M)$, die um die Meßtotzeit Δt zurückliegen und in einem Speicher 13 abgelegt werden. Dieser Speicher 13 ist in Fig. 1 als Teil des Basisreglers 3 eingezeichnet, doch es soll klar sein, daß die Aufteilung in Blöcke bloß dem besseren Verständnis dient. Tatsächlich ist die Einrichtung nach der Erfindung größtenteils softwaremäßig in einem oder mehreren Mikrocomputern realisiert. Werden dem Sollwertkennfeld 12 nicht nur die mittlere Drehzahl $\bar{n}(t_M)$ sondern weitere Betriebsgrößen, wie z.B. die Maschinentemperatur zum Zeitpunkt (t_M) zugeführt, so liegt an Stelle eines zweidimensionalen ein mehrdimensionales Kennfeld vor.

Das Ausgangssignal $\Delta AG = AG_{MS} - AG_i$ des Subtrahiergliedes 11 wird einer Regeleinheit 14' zugeführt, die in Fig. 1 zusammen mit dem Subtrahierglied 11 als Begrenzungsregler 14 ausgebildet ist. Als weitere Informationen enthält dieser Begrenzungsregler 14 bzw. die Regeleinheit 14' noch das bereits erwähnte Statussignal S . In Abhängigkeit von diesen Signalen gibt der Begrenzungsregler in weiter unten näher beschriebener Weise ein Korrektursignal ΔRW für ein adaptives Kennfeld 15 ab.

Dieses adaptive Kennfeld 15 ist im Prinzip ein Speicher für arbeitspunktabhängige Werte des maximal zulässigen Ansteuersignals RW_M , wobei diese Werte der jeweiligen Rußsituation angepaßt, somit geändert werden können. Beispielsweise Ausführungen adaptiver Kennfelder gehen aus den drei eingangs genannten Literaturstellen hervor.

Zur Synchronisation des Ein- und Auslesens werden dem Kennfeld 15 seitens des Basisreglers Strobesignale sync-in und sync-out zugeführt. Weiters erhält das Kennfeld 15 Arbeitspunktvektorsignale $AP(t_0)$ bzw. $AP(t_M)$, die im einfachsten Fall Signale der mittleren Drehzahl $\bar{n}(t_0)$ bzw. $\bar{n}(t_M)$ sind, jedoch auch weitere Betriebsgrößensignale enthalten können, welche z.B. für die Maschinentemperatur, den Luftdruck, den Ladedruck etc. repräsentativ sind. Das Arbeitspunktvektorsignal $AP(t_M)$ steht in dem Speicher 13 für um die Meßtotzeit Δt zurückliegende Betriebsgrößenwerte zur Verfügung; es wird zum richtigen Einlesen des Korrektursignales ΔRW benötigt.

Ohne Berücksichtigung der adaptiven Eigenschaften des Kennfeldes 15 steht somit je nach dem augenblicklich vorliegenden Arbeitspunktvektor $AP(t_0)$ ein ganz bestimmtes, maximal zulässiges Ansteuersignal RW_M für die Begrenzung zur Verfügung.

Ergibt nun der im Subtrahierglied 11 bzw. im Begrenzungsregler 14' erfolgende Vergleich des Rußistwertes AG_i mit dem Rußsollwert AG_{MS} , wobei zu beachten ist, daß der Zeit t_M zugehörige Werte mitein-

ander verglichen werden, daß der Istwert größer als der Sollwert ist, d.h. daß $\Delta AG < 0$, so fordert der Begrenzungsregler 14 eine Verkleinerung des entsprechenden Kennfeldwertes im Kennfeld 15 an, indem er $\Delta RW = -c$ setzt (c ist eine vorgegebene konstante Größe), sodaß der entsprechende Kennfeldwert um diese Größe verringert wird.

Falls hingegen der Istwert kleiner als der Sollwert, somit $AG > 0$ ist, was bedeutet, daß die Begrenzung zu niedrig gewählt ist, fordert der Begrenzungsregler 14 eine Erhöhung des entsprechenden Kennfeldwertes an, indem er $\Delta RW = +c$ setzt, allerdings nur, falls gemäß dem Statussignal S (t_M) die Begrenzung zur Zeit t_M aktiv war. Falls dies nicht der Fall war, gibt der Begrenzungsregler 14 keinen Korrekturwert aus, d.h. $\Delta RW = 0$.

Es ist zu erwähnen, daß der Begrenzungsregler 14 beispielsweise auch dazu eingerichtet sein kann, ein Korrektursignal ΔRW abzugeben, das der Differenz ΔAG proportional ist.

Der Ablauf der Berechnungen ist in den Fig. 3 und 4 in Struktogrammen und überdies in Fig. 2 in einem Zeitdiagramm dargestellt. In dem Struktogramm ist hierbei angenommen, daß als Betriebsgröße für die Ermittlung des maximal zulässigen Rußwertes AG_{MS} einerseits und für die Ansteuerung des adaptiven Kennfeldes andererseits nicht nur die mittlere Drehzahl n sondern auch die Maschinentemperatur 9 herangezogen wird.

Die Aufteilung in zwei Struktogramme einer Rechner-Ebene A und einer Rechner-Ebene B ist so zu verstehen, daß die eigentliche Regelung der Maschine im Basisregler 3 mit hoher Priorität durchgeführt wird, wogegen die Abgasbehandlung und ebenso verschiedene andere Berechnungen, wie beispielsweise eine Zylindergleichregelung, mit niedriger Priorität durchgeführt werden.

Der Funktionsablauf geht, in anderer Darstellung, auch aus dem Diagramm nach Fig. 2 hervor. Dieser Ablauf beginnt zu einem beliebigen Zeitpunkt t_3 . Der Basisregler (Rechner-Ebene A) liest die Meßwerte ein, die er zur Regelung benötigt und stellt den Arbeitspunktvektor von t_3 zur Verfügung (INPUT). Der Arbeitspunkt AP (t_3) wird im Speicher 13 abgelegt. Die dort abgelegten Werte werden später für die Ansteuerung des Sollwertkennfeldes 12 und des adaptiven Kennfeldes 15 benötigt.

Andererseits wird kurz nach dem Zeitpunkt t_3 wenn auf Rechner-Ebene A der Schritt BEGRENZUNG durchgeführt wird, festgestellt, ob zu diesem Zeitpunkt die Begrenzung aktiv ist. Ob ja oder nein wird im BEGRENZUNG-JA/NEIN SPEICHER 10' festgehalten, da dies später als Information für den BEGRENZUNGSREGLER (Rechner-Ebene B) benötigt wird (Statussignal S).

Zum Zeitpunkt t_3 liegt im adaptiven Kennfeld 15 natürlich noch ein altes Kennfeld vor und zwar jenes,

das beispielsweise mit Daten von t_7 aktualisiert wurde. Dieses alte Kennfeld wird beim Schritt BEGRENZUNG (Rechner-Ebene A) noch solange verwendet, bis der Vorgang auf der Rechner-Ebene B der Rußmessung, der anschließenden Auswertung der Messung, der Einsatz des Begrenzungsreglers, der die Änderung des Kennfeldes ermittelt, und die Kennfeldkorrektur abgeschlossen ist, also im adaptiven Kennfeld das neue Kennfeld, das soeben mit den Daten von Zeitpunkt t_3 aktualisiert wurde, vorliegt. In diesem Beispiel wird das erste Mal zum Zeitpunkt to das neue Kennfeld verwendet.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung liegt in ihrer Unabhängigkeit von der Meßtotzeit, die für die Rußmessung benötigt wird und der als Folge unterschiedlicher Rechnerbelastung schwankenden Verarbeitungszeit. Die von einer ständigen Rußmessung ausgehende Vollastbegrenzung kann dank der Erfindung rasch und bei bestmöglicher Ausnützung der jeweils maximal möglichen Maschinenleistung erfolgen.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 steuert die Regelung die Regelstange einer Einspritzpumpe 2 an. Die Erfindung läßt sich jedoch ebenso auf eine Maschine anwenden, die mit einzelnen Pumpedüsen bestückt ist, was kurz an Hand der Fig. 5 erläutert werden soll.

Der Basisregler 1 berechnet für jede von beispielsweise sechs Pumpedüsen 16_i (bei einer Sechszylindermaschine) ein zugehöriges Ansteuersignal RW_{Bi} , das über die Minimalwertauswahlstufe 10 läuft. Auf diese Stufe 10 folgt eine Zylinderauswahleinheit 17, die von einem aus dem Basisregler 10 stammenden Auswahlsignal i gesteuert wird. Die einzelnen Ansteuersignale RW_1 bis RW_6 werden noch einem Haltespeicher 18 zugeführt und gelangen von hier zu den elektromechanischen Stellgliedantrieben der einzelnen Pumpedüsen 16_i, wobei die erforderlichen Treiberschaltungen und ggf. Servokreise der Einfachheit halber nicht gezeigt sind. Nähere Einzelheiten hinsichtlich der geregelten Einzelzylinderansteuerung sind beispielsweise in der Anmeldung DE 38 22 582 der Anmelderin zu finden, wo auch weitere Literaturstellen zum technischen Hintergrund genannt sind.

Schließlich ist zu erwähnen, daß bei geregelter Einzelzylinderansteuerung die Erfindung entsprechend der Zylinderanzahl vervielfacht angewendet werden könnte, d.h., daß jedem Zylinder eine adaptive Begrenzung nach der Erfindung zugeordnet ist. Demgegenüber wird bei der vereinfachten Ausführungsform nach Fig. 5 ein auf alle Einzelzylinderansteuersignale RW_{Bi} gemeinsam wirkendes maximales Ansteuersignal RW_M berechnet.

Der im Zusammenhang mit der Erfindung verwendete Begriff "Ruß" soll natürlich jedwede Partikelbelastung der Maschinenabgase beinhalten, die mit dem "Rußen" oder "Rauchen" einer Brennkraft-

maschine in Zusammenhang steht.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Steuern und Regeln der einer Dieselmotorkraftmaschine zuzuführenden Kraftstoffmenge,

-mit einem elektronischen Basisregler (3), dem Signale von Gebern und Sensoren (4, 5 und 6) zur Erfassung von Betriebsgrößen der Maschine, wie Drehzahl (n), Fahrpedalstellung, Maschinentemperatur zugeführt sind und der in Abhängigkeit von diesen Betriebsgrößen ein Ausgangssignal als Ansteuersignal zum Antrieb zumindest eines elektromechanischen Stellgliedes (2) für die der Maschine zuzuführenden Kraftstoffmenge erzeugt,

-mit einem die Rußbelastung des Abgases messenden Rußwertsensor (8) und einer einen Rußistwert (AG_i) liefernden Sensorsignalauswertung (9),

-mit einem Sollwertspeicher (12) für den maximal zulässigen Rußwert (AG_{MS}),

-mit einem Kennfeld (15), in dem in Abhängigkeit von einem Arbeitspunktvektor (AP), der aus Werten von Betriebsgrößen besteht, ein maximal zulässiges Ansteuersignal (RW_M) festgelegt ist, und aus dem die Werte des Ansteuersignales ($RW_M(t_0)$) zur aktuellen Zeit (t_0), gesteuert von einem Arbeitspunktvektor ($AP(t_0)$) des Basisreglers (3) ausgelesen werden und

-mit einem Begrenzungsregler (14) zum Vergleich des Sollwertes (AG_{MS}) für den maximal zulässigen Rußwert des Sollwertspeichers (12) mit dem Rußistwert (AG_i) sowie zur Erzeugung eines dem Vergleichsergebnis entsprechenden Signals (ΔAG), das als Korrektursignal (ΔRW) verwendet wird,

dadurch gekennzeichnet, daß ein Speicher (13) oder ein Verzögerungsglied für bezüglich des Zeitpunktes (t_v) des Sollwertvergleiches um die Meßtotzeit (Δt) des Abgassensors und der Sensorauswertung zurückliegende Werte des Arbeitspunktvektors ($AP(t_M)$) vorgesehen ist, daß das Kennfeld als adaptives Kennfeld (15) ausgebildet ist, daß eine Minimalwertauswahlstufe (10) vorgesehen ist, welcher das Ansteuersignal (RW_M) des adaptiven Kennfeldes (15) sowie das im Basisregler (3) berechnete Ansteuersignal (RW_B) zugeführt sind und deren Ausgangssignal (RW) zur Ansteuerung des elektromechanischen Stellgliedes (2) herangezogen ist, und daß das Ausgangssignal des Begrenzungsreglers (14) als das Korrektursignal (ΔRW) dem von einem um die Meßtotzeit zurückliegenden Ar-

beitspunktvektor ($AP(t_M)$) gesteuerten Eingang des adaptiven Kennfeldes (15) zugeführt ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein Subtrahierglied (11) enthält, dem der maximal zulässige Rußsollwert (AG_{MS}) des Sollwertspeichers (12) und der Rußistwert (AG_i) zugeführt sind, sowie eine Regeleinheit (14'), welcher das Ausgangssignal (ΔAG) des Subtrahiergliedes (11) und das Statussignal (S) der Minimalwertauswahlstufe (10) zugeführt sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das adaptive Kennfeld (15) zur Synchronisation des Ein- und Auslesens der Kennfeldwerte von Strobesignalen (sync in, sync out) des Basisreglers (3) synchronisiert ist.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwertspeicher ein Sollwertkennfeld (12) ist, das von um die Meßtotzeit (Δt) zurückliegenden Werten von zumindest einer Betriebsgröße, vorzugsweise der mittleren Drehzahl $\bar{n}$ (t_M) gesteuert ist und als Ausgangssignal einen Sollwert $AG_{MS}(t_M)$ für den maximal zulässigen Rußwert abgibt, der für eine um die Meßtotzeit (Δt) zurückliegende Zeit (t_M) repräsentativ ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein Korrektursignal (ΔRW) abgibt, dessen Größe der Differenz (ΔAG) von Sollwert (AG_{MS}) und Istwert (AG_i) des Rußwertes proportional ist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Statussignal (S) auf einen gegen die aktuelle Zeit (t_0) um die Meßtotzeit (Δt) zurückliegenden Zeitpunkt (t_M) bezogen ist und daß ein Speicher (10') für dieses Statussignal (S) vorgesehen ist.

7. Einrichtung nach anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Begrenzungsregler (14) ein negatives Korrektursignal (ΔRW) abgibt, falls $AG_i \geq AG_{MS}$, ein positives Korrektursignal abgibt, falls $AG_i \leq AG_{MS}$ und überdies gemäß dem Statussignal (S) $RW_M \leq RW_B$ und ein Nullsignal ($\Delta RW=0$) abgibt, falls $AG_i \leq AG_{MS}$ und überdies gemäß dem Statussignal (S) $RW_B \leq RW_M$ ist.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ansteuerung von Pumpedüsen (16_i) einer Maschine (1) der Minimalwertauswahlstufe (10) eine von dem Basisregler (10) angesteuerte Zylinderauswahl-

heit (17) nachgeschaltet ist und auf diese Einheit (17) ein Haltespeicher (18) für die ausgewählten Ansteuersignale (RW_i) für die Pumpedüsen (16;) folgt.

Claims

1. A device for automatically controlling the amount of fuel supplied to a diesel engine, comprising
 - an electronic base controller (3) which is supplied with signals from transmitters and sensors (4, 5 and 6) for determining operating parameters of the engine, such as the speed (n), the accelerator pedal position and the engine temperature, and which in dependence on these operating parameters generates an actuating output signal for driving at least one electromechanical actuator (2) for controlling the fuel supply to the engine,
 - a soot value sensor (8) for measuring the soot load in the exhaust gas and a sensor signal evaluating means (9) delivering an actual soot value (AG_i),
 - a set value store (12) for the maximum permissible soot value (AG_{MS}),
 - a performance graph (15) in which a maximum permissible actuating signal (RW_M) is determined in dependence on a working point vector (AP) consisting of values of operating parameters, and from which the values of the actuating signal ($RW_M(t_0)$) at the actual time (t_0), controlled by a working point vector ($AP(t_0)$) of the base controller (3), are read out, and
 - a limitation controller (14) for comparing the set value (AG_{MS}) for the maximum permissible soot value in the set-value store (12) with the actual soot value (AG_i) and for generating a signal (ΔAG) corresponding to the result of the comparison and used as the corrective signal (ΔRW),

characterised in that a store (13) or a delay element is provided for values of the working point vector ($AP(t_M)$) which lag behind the time (t_v) of the set-value comparison by an amount equal to the idle measuring time (Δt) of the exhaust-gas sensor and the sensor evaluation,

the performance graph is an adaptive performance graph (15),

a minimum value selection stage (10) is provided and is supplied with the actuating signal (RW_M) of the adaptive performance graph (15) and the actuating signal (RW_B) calculated in the base controller (3), and outputs a signal (RW) used for actuating the electromagnetic actuator (2), and

the output signal from the limitation con-

troller (14) is used as the corrective signal (ΔRW) and supplied to the input of the adaptive performance graph (15) controlled by a working point vector ($AP(t_M)$) which lags by the idle measuring time.

2. A device according to claim 1, characterised in that the limitation controller (14) contains a subtraction element (11) supplied with the actual soot value (AG_i) and the maximum permissible set soot value (AG_{MS}) from the set-value store (12), and also contains a control unit (14') supplied with the output signal (ΔAG) from the subtraction element (11) and the status signal (S) from the minimum value selection stage (10).
3. A device according to claim 1 or 2, characterised in that the adaptive performance graph (15) is synchronised by strobe signals (sync in, sync out) from the base controller (3) in order to synchronise the reading-in and reading-out of the performance graph values.
4. A device according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the set value store is a set value performance graph (12) controlled by values of at least one operating parameter, preferably the average speed $\bar{n}$ (t_M), lagging by the idle measuring time (Δt), and outputs a signal in the form of a set value ($AG_{MS}(t_M)$) for the maximum permissible soot value which is representative of a time (t_M) which lags by the idle measuring time (Δt).
5. A device according to any of claims 1 to 4, characterised in that the limitation controller (14) delivers a collective signal (ΔRW), the value of which is proportional to the difference (ΔAG) between the set value (AG_{MS}) and the actual value (AG_i) of the soot value.
6. A device according to any of claims 1 to 5, characterised in that the status signal (S) relates to an instant (t_M) which lags behind the actual time (t_0) by the idle measuring time (Δt), and a store (10') is provided for this status signal (S).
7. A device according to claim 5, characterised in that the limitation controller (14) delivers a negative corrective signal (ΔRW) if $AG_i \geq AG_{MS}$, a positive corrective signal if $AG_i \leq AG_{MS}$ and also if $RW_M \leq RW_B$ in accordance with the status signal (S), and a zero signal ($\Delta RW = 0$) if $AG_i \leq AG_{MS}$ and also if $RW_B \leq RW_M$ in accordance with the status signal (S).
8. A device according to any of claims 1 to 7, characterised in that when monobloc injection pumps

and nozzles (16_i) in an engine (1) are actuated, the minimum value selection stage (10) is followed by a cylinder selection unit (17) actuated by the base controller (10) and followed by a store (18) for holding the selected actuation signals (RW_i) for the monobloc injection pumps and nozzles (16_i).

Revendications

1. Appareil de commande et de régulation de la quantité de carburant à fournir à un moteur diesel à combustion interne,

-avec un régulateur de base électronique (3), qui reçoit des signaux de transmetteurs et capteurs (4, 5 et 6) destinés à enregistrer des paramètres de fonctionnement du moteur, tels que le régime (n), la position de la pédale d'accélération, la température du moteur, et qui, en fonction de ces paramètres, produit un signal de sortie comme signal d'asservissement pour entraîner au moins un organe de réglage électromécanique (2) de la quantité de carburant à fournir au moteur,

-avec un capteur d'indice de fumée (8) mesurant la teneur en fumée des gaz d'échappement et une unité évaluatrice de capteur (9) fournissant une valeur effective de fumée (AG_i),

-avec une mémoire de consignes (12) pour l'indice maximal admissible de fumée (AG_{MS}),

-avec un diagramme caractéristique (15), dans lequel est établi, en fonction d'un vecteur de point de travail (AP) constitué de valeurs de paramètres de fonctionnement, un signal maximal admissible d'asservissement (RW_M), et duquel sont tirées les valeurs du signal d'asservissement (RW_M(t₀)) à l'instant actuel (t₀), sous la commande d'un vecteur de point de travail (Ap(t₀)) du régulateur de base (3),

-avec un régulateur limiteur (14) pour comparer la consigne (AG_{MS}) d'indice maximal admissible de fumée de la mémoire de consignes (12) à la valeur effective de fumée (AG_i) et pour produire un signal (ΔAG), correspondant au résultat de la comparaison, qui est utilisé comme signal de correction (ΔRW),

caractérisé en ce qu'une mémoire (13) ou un élément de retard est prévu pour des valeurs du vecteur de point de travail AP(t_M) qui, par rapport à l'instant (t_v) de la comparaison de la valeur de consigne, sont retardées du temps mort de mesure (Δt) du capteur de gaz d'échappement et de l'unité évaluatrice de capteur,

en ce que le diagramme caractéristique est un diagramme caractéristique adaptatif (15),

en ce qu'est prévu un étage de sélection de valeur minimale (10), qui reçoit le signal d'asservissement (RW_M) du diagramme caractéristique adaptatif (15) et le signal d'asservissement (RW_B) calculé dans le régulateur de base (3) et dont le signal de sortie (RW) est utilisé pour asservir l'organe de réglage électromécanique (2),

et en ce que le signal de sortie du régulateur limiteur (14) est fourni, comme signal de correction (ΔRW), à l'entrée du diagramme caractéristique adaptatif (15) qui est commandée par un vecteur de point de travail (Ap(t_M)) retardé du temps mort de mesure.

2. Appareil selon la revendication 1, **caractérisé** en ce que le régulateur limiteur (14) contient un élément soustracteur (11), qui reçoit la consigne maximale admissible de fumée (AG_{MS}) de la mémoire de consignes (12) et la valeur effective de fumée (AG_i), et une unité régulatrice (14') qui reçoit le signal de sortie (ΔAG) de l'élément soustracteur (11) et le signal d'état (S) de l'étage de sélection de valeur minimale (10).

3. Appareil selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé** en ce que le diagramme caractéristique adaptatif (15), en vue de la synchronisation de l'entrée et de la sortie des valeurs du diagramme caractéristique, est synchronisé par des signaux en créneaux (sync in, sync out) du régulateur de base (3).

4. Appareil selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé** en ce que la mémoire de consignes (12) est un diagramme caractéristique de consignes (12), qui est commandé par une valeur retardée du temps mort de mesure (Δt) d'au moins un paramètre de fonctionnement, de préférence du régime moyen $\bar{n}$ (t_M), et qui délivre comme signal de sortie une consigne AG_{MS} (t_M) pour l'indice maximal admissible de fumée, qui est représentative d'un instant (t_M) retardé du temps mort de mesure (Δt).

5. Appareil selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé** en ce que le régulateur limiteur (14) délivre un signal de correction (ΔRW), dont la valeur est proportionnelle à la différence (ΔAG) entre la consigne (AG_{MS}) et la valeur effective (AG_i) de l'indice de fumée.

6. Appareil selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé** en ce que le signal d'état (S) est rapporté à un instant (t_M) retardé du temps mort de mesure (Δt) par rapport à l'instant actuel (t₀), et en ce qu'une mémoire (10') est prévue pour ce signal d'état (S).

7. Appareil selon la revendication 5, **caractérisé** en ce que le régulateur limiteur (14) délivre un signal de correction négatif (ΔRW) si $AG_i \geq AG_{MS}$, un signal de correction positif si $AG_i \leq AG_{MS}$ et si en outre, selon le signal d'état (S), $RW_M \leq RW_B$, et un signal nul ($\Delta RW=0$) si $AG_i \leq AG_{MS}$ et si en outre, selon le signal d'état (S), $RW_B \leq RW_M$. 5
8. Appareil selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé** en ce que, pour l'asservissement d'injecteurs de pompe (16_i) d'un moteur (1), l'étage de sélection de valeur minimale (10) est suivi d'une unité de sélection de cylindre (17) asservie par le régulateur de base (3), et cette unité (17) est suivie d'une mémoire de retenue (18) pour les signaux d'asservissement sélectionnés (RW_i) destinés aux injecteurs de pompe (16_i). 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

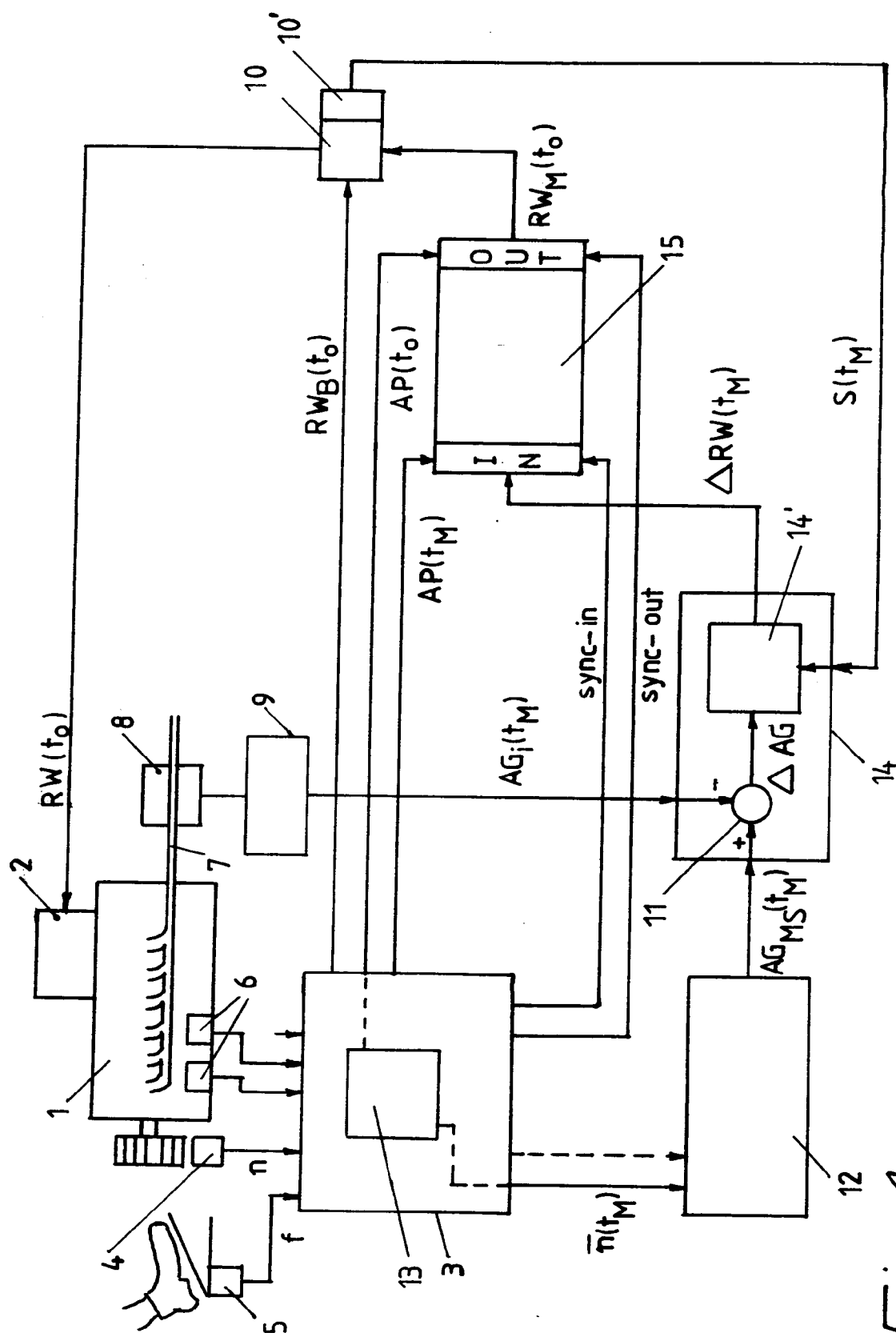


Fig. 1

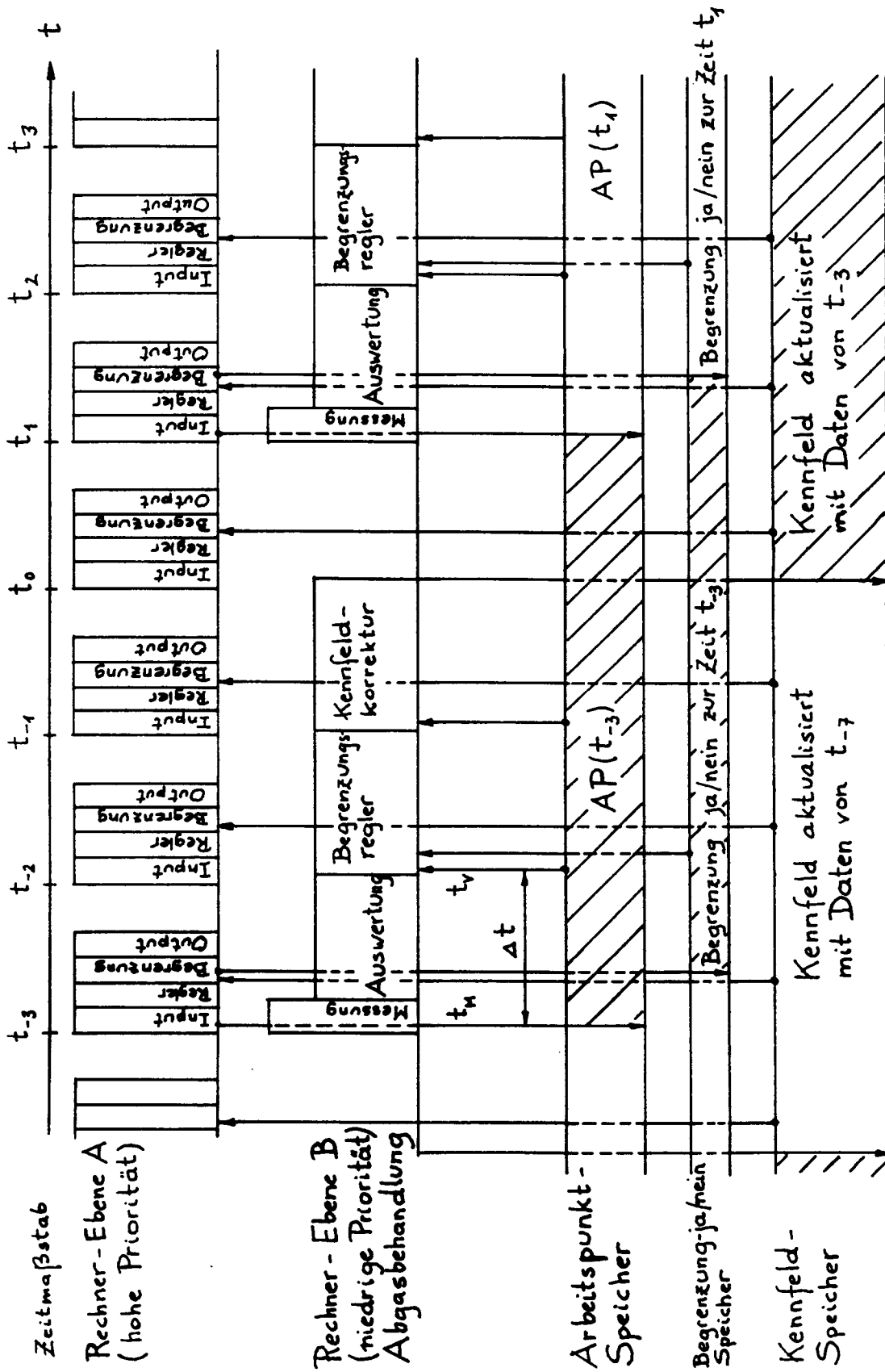


Fig. 2

Rechner-Ebene A
hohe Priorität

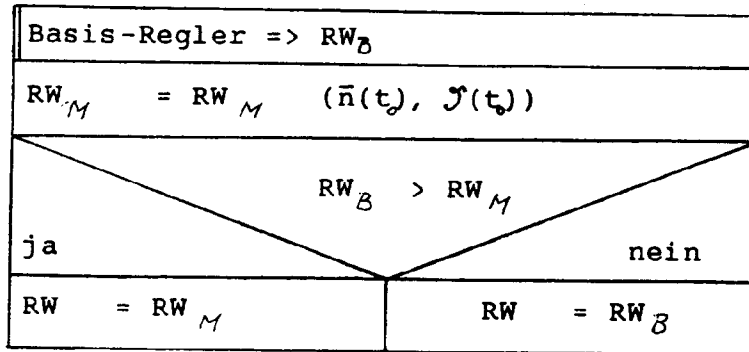


Fig.3

Rechner-Ebene B
niedrige Priorität

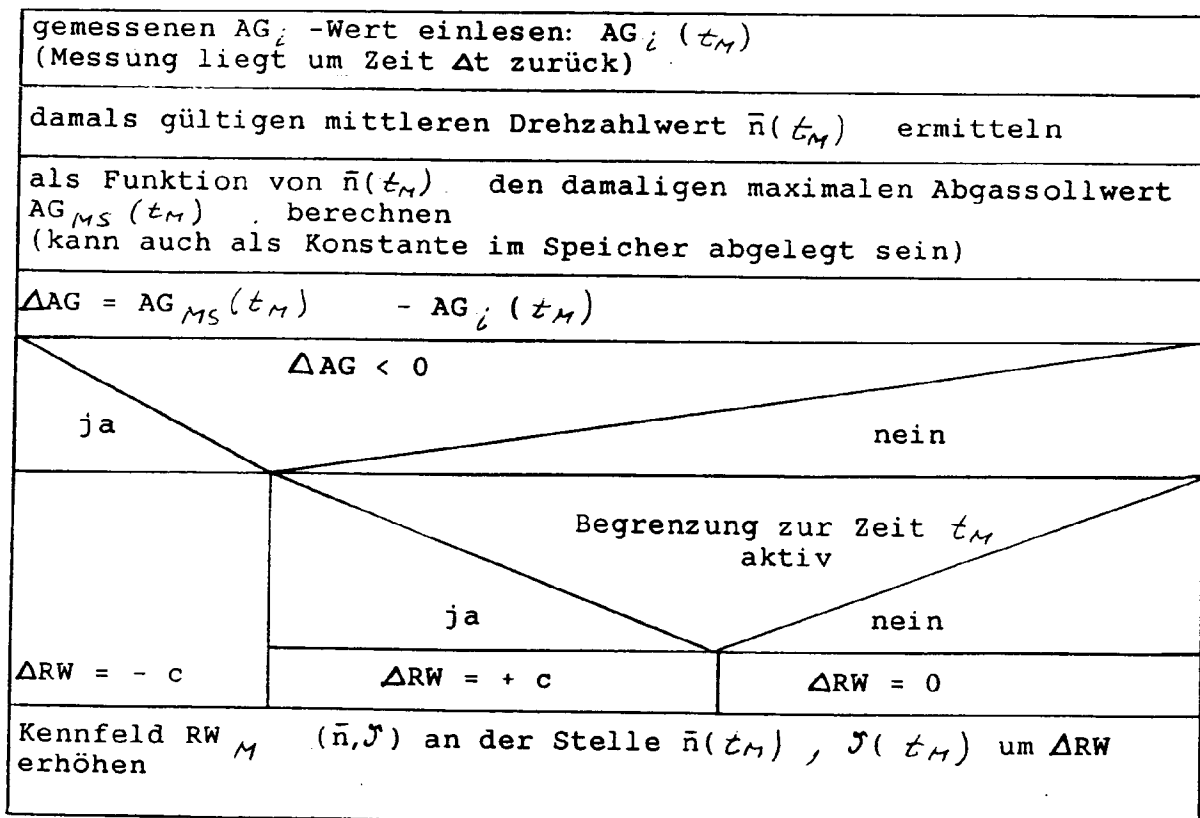


Fig.4

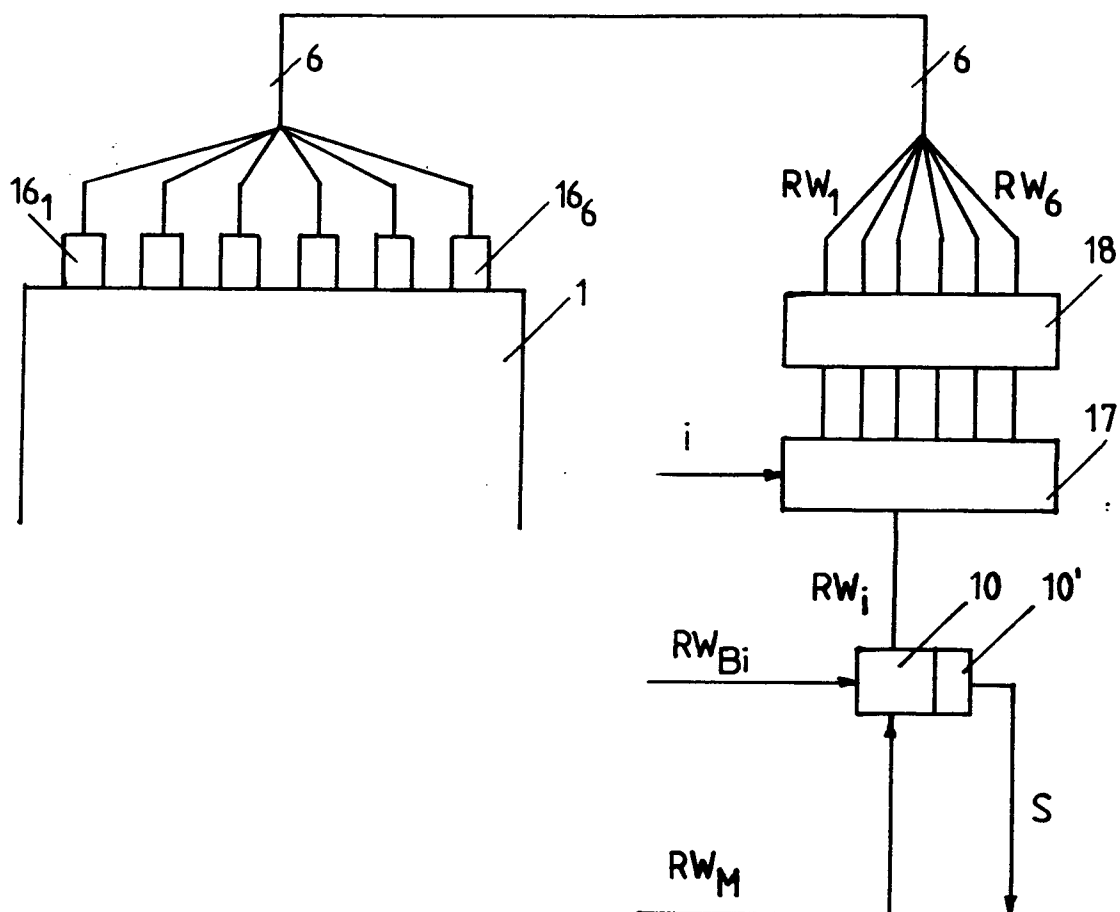


Fig.5