

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 848 151 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.01.2004 Patentblatt 2004/05

(51) Int Cl.7: **F02D 41/14**

(21) Anmeldenummer: **97120602.4**

(22) Anmeldetag: **25.11.1997**

(54) **Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses einer Brennkraftmaschine**

Method of closed loop control of the air/fuel ratio of an internal combustion engine

Méthode de commande rétroactive du rapport air/carburant d'un moteur à combustion intern

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **12.12.1996 DE 19651613**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.06.1998 Patentblatt 1998/25

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Staufenberg, Ulrich**
Wanaker (NZ)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 500 594 JP-A- 7 305 647
US-A- 5 115 639 US-A- 5 203 165
US-A- 5 341 641

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 418 (M-871), 18. September 1989 & JP 01 155046 A (JAPAN ELECTRON CONTROL SYST CO LTD), 16. Juni 1989**

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).

EP 0 848 151 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses einer Brennkraftmaschine nach dem Merkmal des Oberbegriffes des Patentanspruchs 1.

[0002] Zur Erzielung möglichst schadstofffreier Abgase sind Regeleinrichtungen für Brennkraftmaschinen bekannt, bei denen der Sauerstoffgehalt im Abgaskanal gemessen und ausgewertet wird. Hierzu sind Sauerstoffmesssonden, sogenannte Lambdasonden bekannt, die z. B. nach dem Prinzip der Ionenleitung durch einen Festelektrolyten infolge einer Sauerstoffpartialdruckdifferenz arbeiten und entsprechend dem im Abgas vorliegenden Sauerstoffpartialdruck ein Spannungssignal abgeben, das beim Übergang vom Sauerstoffmangel zum Sauerstoffüberschuss bzw. andererseits einen Spannungssprung aufweist.

[0003] Das Ausgangssignal der Lambdasonde wird durch einen Regler ausgewertet, welcher wiederum über ein Stellglied das Kraftstoff-Luft-Gemisch einregelt.

[0004] Mit der Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses wird in erster Linie eine Verminderung schädlicher Anteile der Abgasemission von Brennkraftmaschinen angestrebt.

[0005] Mit Hilfe einer zweiten Lambdasonde, die hinter dem Katalysator angeordnet ist, wird das Signal der ersten Lambdasonde korrigiert, da die Sonde Alterungserscheinungen unterliegt.

[0006] Trotz dieser überlagerten Regelung können die Alterungserscheinungen der ersten Lambdasonde nicht ausreichend korrigiert werden. Dies führt zu Unregelmäßigkeiten bei der Gemischbildung.

[0007] Solche gattungsgemäßen Regelungen sind aus der US-PS 5,661,972 hinreichend bekannt. Zur Verbesserung des Regelkreises wird hierbei der P-Anteil des Ausgangssignals des Regelkreises der ersten Lambdasonde in Abhängigkeit des Ausgangssignals der zweiten Lambdasonde geändert, wobei ein Korrekturwert des zweiten Lambdakreises zum Zeitpunkt des Umschlagens der vor dem Katalysator angeordneten ersten Lambdasonde gebildet wird.

[0008] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, welches eine genaue und anpassungsfähige Regelung ermöglicht, so dass das Kraftstoff-Luft-Verhältnis im Sinne einer Verminderung der Abgasemission weiter verbessert wird.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Der Vorteil der Erfindung besteht in einer schnellen Rückkopplung des Ausgangssignals des zweiten Lambdaregelkreises auf den Regelkreis der ersten Lambdasonde durch Veränderung des Spannungssprunges des Ausgangssignals der ersten Lambdasonde.

[0011] Der P-Anteil des ersten Regelkreises wird somit durch einen Korrekturwert beeinflusst, welcher von

der tatsächlich andauernden Periodendauer des Ausgangssignals der ersten Lambdasonde abhängig ist.

[0012] Vorteilhafterweise wird aus der Regelabweichung zwischen einem Istwert und einem Sollwert der zweiten Lambdasonde ein Korrektursignal gebildet, durch welches der P-Anteil des ersten Lambdaregelkreises erhöht wird, wenn das Vorzeichen der Regelabweichung des zweiten Lambdaregelkreises der Umschlagrichtung der ersten Lambdasonde entspricht und der P-Anteil des ersten Lambdaregelkreises verkleinert wird, wenn das Vorzeichen der Regelabweichung der Umschlagrichtung der ersten Lambdasonde entgegengesetzt ist.

[0013] Dadurch, dass das Korrektursignal multiplikativ auf den P-Anteil des Regelkreises der ersten Lambdasonde einwirkt, wird der P-Anteil des Regelkreises verstärkt oder abgeschwächt.

[0014] In einer Weiterbildung wird das Korrektursignal in Abhängigkeit des Luftmassenstromes und/oder des Verhältnisses der Amplitude der zweiten Lambdasonde zur Amplitude der ersten Lambdasonde gebildet.

[0015] Über das Amplitudenverhältnis wird der Wirkungsgrad des Katalysators bei der Korrektur des ersten Regelkreises berücksichtigt.

[0016] Die Amplitude sowohl der ersten als auch der zweiten Lambdasonde wird durch diskrete Abtastungen des Ausgangssignals jeder Lambdasonde bestimmt, wobei aus der Abtastung innerhalb eines Zeitfensters jeweils ein Mittelwert gebildet wird, aus welchem das Amplitudenverhältnis bestimmt wird.

[0017] Vorteilhafterweise wird das Korrektursignal in Abhängigkeit von dem Vorzeichen der Regelabweichung des zweiten Lambdaregelkreises gewichtet.

[0018] Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsbeispiele zu. Eines davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

[0019] Es zeigt

Fig. 1: schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Gemisches für eine Brennkraftmaschine

Fig. 2: Steuergerät eines Kraftfahrzeuges

Fig. 3: Spannungsverlauf einer Lambdasonde über dem Kraftstoff-Luft-Gemisch (λ -Faktor)

Fig. 4: Regelkreis der hinter dem Katalysator angeordneten Lambdasonde

[0020] Gemäß Figur 1 besteht die Vorrichtung aus einem Verbrennungsmotor 1 mit einem Katalysator 2. Über ein Saugrohr 3 wird dem Motor 1 Luft zugeführt.

[0021] Der Kraftstoff wird über Einspritzventile 4 in das Saugrohr 3 eingespritzt.

[0022] Zwischen Motor 1 und Katalysator 2 ist eine erste Lambdasonde 5 zur Erfassung des Motorabgases angeordnet. Im Abgaskanal ist hinter dem Katalysator 2 eine weitere Lambdasonde 6 vorgesehen. Die Lambdasonden 5 und 6 messen den jeweiligen Lambdawert des Abgases vor und hinter dem Katalysator 2. Beide

von den Lambdasonden 5 und 6 gelieferten Signale werden an einen Regler mit PI-Charakteristik 8 geführt, der gewöhnlich im Steuergerät (Fig. 2) im Kraftfahrzeug angeordnet ist.

[0023] Aus diesen Signalen bildet der Regler 8 mit Hilfe von Sollwerten ein Stellsignal, welches den Einspritzventilen 4 zugeführt wird.

[0024] Dieses Stellsignal führt zu einer Veränderung der Kraftstoffzumessung, welche zusammen mit der angesaugten Luftmasse einen bestimmten Lambdawert des Abgases zur Folge hat.

[0025] Der Regler 8 ist, wie in Fig. 2 dargestellt, ein Mikrocomputer, bestehend aus einer zentralen Prozesoreinheit CPU einem Arbeitsspeicher RAM und einem Festwertspeicher ROM. Der Regler 8 wertet sowohl die Signale der ersten Lambdasonde 5 als auch die Signale der zweiten Lambdasonde 6 aus, die ihm über seine Ein-/Ausgabeeinheit I/O zugeführt werden und verarbeitet diese weiter.

[0026] Der Regler 8 wertet das Signal der ersten Lambdasonde 5 aus, indem er den aktuellen Wert mit einem im Speicher ROM abgelegten Sollwert 9 für die Lambdasonde 5 vergleicht und daraus als Stellgröße eine Einspritzzeit bestimmt wird, wodurch das Kraftstoff-Luft-Gemisch reguliert wird. Diesem Vergleich überlagert ist die Auswertung des zweiten Lambdaregelkreises wie im Zusammenhang mit der Fig. 4 noch ausführlich erläutert wird. Das Ergebnis des zweiten Lambdaregelkreises repräsentiert sich in der Bestimmung der Haltezeit TH. Diese Haltezeit TH bewirkt, daß die Einwirkung des Reglers 8 auf die Einspritzventile 4, welche in Abhängigkeit des Vergleichs des ersten Regelkreises erfolgt, zeitverzögert erfolgt.

[0027] Die Regelstrecke 11 ist dabei der Verbrennungsprozeß im Motor 1 welcher über die Einspritzzeit als Stellgröße und die Einspritzventile als Stellglieder gesteuert wird.

[0028] Jede Lambdasonde liefert über dem das jeweilige Kraftstoff-Luft-Gemisch repräsentierenden λ -Faktor einen Signalverlauf, wie er in Figur 3 dargestellt ist. Je nachdem welcher Typ von Lambdasonde für die Regelung verwendet wird, können entweder der Widerstand oder die Spannung über dem λ -Faktor betrachtet werden.

[0029] Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Signalspannung.

[0030] Ist die Sonde aktiv, so weist sie eine Signalspannung auf, welche außerhalb des Bereiches (ULSU, ULSO) liegt. Während des Mager-Ausschlages liefert die Lambdasonde ein minimales Ausgangssignal das unterhalb von ULSU liegt. Während des Fett-Ausschlages wird ein maximales Spannungssignal oberhalb von ULSO in einem Bereich von 600 - 800 mV gemessen. Dieser maximale Wert unterliegt aufgrund von Herstellungstoleranzen und Alterungserscheinungen gewissen Streuungen, die durch einen Sondenkorrekturfaktor korrigiert werden.

[0031] Um nun den Langzeitdrift der Lambdasonde 5

vor dem Katalysator zu kompensieren, ist ein zweiter Regelkreis vorhanden, der die zweite Lambdasonde 6 hinter dem Katalysator 2 enthält und welcher in Figur 4 näher erläutert ist.

[0032] Die Regelstrecke 11 enthält den Motor 1, dem vom Regler 8, wie in Fig. 1 beschrieben, das Stellsignal in Form der veränderten Einspritzzeit der Einspritzventile zugeführt wird.

[0033] Die im Abgaskanal hinter dem Katalysator 2 angeordnete Lambdasonde 6 liefert einen Lambdawert in Form einer Signalspannung. Zu Beginn jedes Regelzyklusses wird überprüft, ob die Sonde aktiv ist. Dies geschieht dadurch, daß festgestellt wird, ob sich diese Signalspannung außerhalb eines Spannungsbereiches (ULSU, ULSO) befindet. Ist dies der Fall, wird ein Korrektursignal gebildet, in dem der von der Lambdasonde 6 gemessene Istwert U_{6IST} an einen Summierpunkt 12 mit einem in dem Speicher ROM des Steuergerätes abgespeicherten Sollwertes U_{6SOLL} verglichen wird. Dieser Sollwert U_{6SOLL} wird aus dem von der Lambdasonde 6 gemessenen Mittelwert gebildet, wenn die vor dem Katalysator angeordnete Lambdasonde 5 störungsfrei arbeitet.

[0034] Die im Punkt 12 gebildete Regeldifferenz aus Soll- und Istwert des Ausgangssignals der zweiten Lambdasonde 6 wird einem Begrenzer 15 zugeführt, der den Betrag der Regeldifferenz mit einem Schwellwert 14, der ebenfalls im Speicher ROM des Steuergerätes gespeichert ist, vergleicht. Nur wenn der Betrag der Regeldifferenz größer ist als dieser Schwellwert 14, wird die Regeldifferenz an einen Vergleicher 13 geführt, der in Abhängigkeit vom Vorzeichen der Differenz zwischen dem Istwert U_{6IST} der zweiten Lambdasonde 6 und dem Sollwert U_{6SOLL} der zweiten Lambdasonde 6 eine 1 oder -1 ausgibt. In Abhängigkeit von diesem ausgegebenen Wert wird ein Signum-Integrator 16 vor- oder rückgesetzt.

[0035] Der Signum-Integrator 16 inkrementiert um 1, wenn der Istwert U_{6IST} größer ist als der Sollwert U_{6SOLL} . Er dekrementiert um 1, wenn der Istwert U_{6IST} kleiner als der Sollwert U_{6SOLL} ist. Sind beide Werte gleich, wird der Zählerstand nicht verändert.

[0036] Der Signum-Integrator 16 wird bei jedem Umschlag 17 der vor dem Katalysator angeordneten ersten Lambdasonde 5 bearbeitet und ist somit von dieser taktgesteuert.

[0037] An einem ersten Multiplizierpunkt 18 wird der Zählwert mit einer Proportionalitätskonstanten 19 im Wert von (0,5 - einige 100) ms/Sondenumschlag der ersten Lambdasonde 5 multipliziert, wodurch eine absolute Haltezeit TH_{roh} bestimmt wird. Die so gewonnene Haltezeit TH_{roh} wird in einem zweiten Multiplizierpunkt 20 mit einem Wichtungsfaktor WF bewertet, welcher im Punkt 23 durch Division der tatsächlich gemessenen Periodendauer 21 der ersten Lambdasonde 5 durch eine Konstante 22 bestimmt wird. Die Konstante 22 ist dabei eine Funktion der Periodendauer der ersten Lambdasonde 5 im Leerlauf.

[0038] Im Vergleich zu üblicherweise an dieser Stelle verwendeten Kennfeldern, bei welchen der Wichtungsfaktor maximale Werte von 1 annehmen kann, wird jetzt die tatsächliche Störung unabhängig von ihrer Größe ausgeregelt, da durch den größeren Faktor eine Art Selbstverstärkung erreicht wird. Die so gewonnene Haltezeit TH wird als Regelgröße dem Regler 8 zur Anpassung der Regelstrecke 11 zugeführt.

[0039] Zusätzlich zur Haltezeit TH wird der Regelstrecke 11 ein Korrektursignal zugeführt, das wie folgt gebildet wird.

[0040] Die im Summenpunkt 12 gebildete Regeldifferenz der zweiten Lambdasonde 6 wird einem Umschalter 24 zugeführt, welcher in Abhängigkeit des Vorzeichens des vom Vergleichs 15 abgegebenen Signale schaltet. Ist das Signal negativ, wird aus einer ersten Kennlinie 25 ein erster Bewertungsfaktor KM entnommen, ist das Signal positiv, wird aus einer zweiten Kennlinie ein zweiter Bewertungsfaktor KL für die Regelabweichung entnommen. Dieser Bewertungsfaktor KM oder KL wird im Punkt 27 mit einem aus einem Kennfeld 28 gebildeten dritten Bewertungsfaktor KF multipliziert. Das Kennfeld 28 wird vom Amplitudenverhältnismittelwert 29 der beiden Lambdasonden 5 und 6 und dem vom Luftmassenmesser 7 gemessenen Luftmassenstrom 30 bestimmt.

[0041] Der im Punkt 27 gebildete Kennwert KPF wird im Punkt 31 in Abhängigkeit vom Sondenumschlag 17 der ersten Lambdasonde 5 und von dem Vorzeichen der Regeldifferenz der zweiten Lambdasonde 6, welches durch den Vergleichs 15 gewonnen wird, gewichtet.

[0042] Befinden sich die Signale beider Sonden im Fettbereich wird ein positives Vorzeichen angenommen. Arbeiten beide Sonden im Magerbereich wird ein negatives Vorzeichen angenommen.

[0043] Die Wichtung des Korrekturfaktors KPF erfolgt folgendermaßen. Arbeiten beide Sonden 5, 6 gleichzeitig im fetten oder gleichzeitig im mageren Bereich, wird der Korrekturfaktor KPF um 1 erhöht. Arbeitet die erste Sonde im fetten und die zweite Sonde im mageren Bereich bzw. umgekehrt, wird der Korrekturfaktor KPF von 1 abgezogen. Der so enthaltene Wichtungsfaktor als dimensionslose Größe wird unabhängig von der Haltezeit TH dem Regler 8 in der Regelstrecke 11 zugeführt. Dabei wird bei gleichgesinnter Tendenz des Ausgangssignals der beiden Lambdasonden 5, 6 der P-Anteil des Reglers 8 erhöht und bei gegensinniger Tendenz verringert, was zur Folge hat, daß eine schnelle und direkte Einwirkung des zweiten Lambdaregelkreises auf den ersten Lambdaregelkreis erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses einer Brennkraftmaschine, wobei das Ausgangssignal einer ersten Lambdasonde, die im Abgaskanal der Brennkraftmaschine vor einem Katalysator

angeordnet ist, einem Regler zugeführt wird, welcher eine PI-Charakteristik aufweist, und der Regler eine Stellgröße für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis abgibt und dass dem Regler ein weiteres Signal zugeführt wird, welches aus dem Ausgangssignal einer zweiten, dem Katalysator nachgeordneten Lambdasonde gewonnen wird, und auf den Regelkreis der ersten Lambdasonde einwirkt, so dass der P-Sprung des Reglers, der durch den Regelkreis der ersten Lambdasonde bestimmt wird, in Abhängigkeit des Regelkreises der zweiten Lambdasonde geändert wird, und ein Korrekturwert des zweiten Lambdaregelkreises zum Zeitpunkt des Umschlagens der vor dem Katalysator angeordneten ersten Lambdasonde gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert in Abhängigkeit vom Sondenumschlag der ersten Lambdasonde und von dem Vorzeichen der Regeldifferenz der zweiten Lambdasonde gewichtet und dem Regelkreis der ersten Lambdasonde unabhängig von einer Haltezeit zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert aus der Regelabweichung zwischen Istwert der zweiten Lambdasonde und Sollwert der zweiten Lambdasonde gebildet wird, wobei der P-Sprung des ersten Lambdaregelkreises erhöht wird, wenn das Vorzeichen der Regelabweichung mit der Umschlagrichtung der ersten Lambdasonde übereinstimmt und der P-Sprung des ersten Lambdaregelkreises verkleinert wird, wenn das Vorzeichen der Regelabweichung der Umschlagrichtung der ersten Lambdasonde entgegengesetzt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Korrektursignal in Abhängigkeit des Luftmassenstromes gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Korrektursignal in Abhängigkeit des Amplitudenverhältnisses der Amplitude der zweiten Lambdasonde zur Amplitude der ersten Lambdasonde gebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Amplitude sowohl der ersten als auch der zweiten Lambdasonde durch diskrete Abtastungen der Ausgangssignale jeder Lambdasonde bestimmt wird und aus der Abtastung innerhalb eines Zeitfensters jeweils ein Mittelwert der Amplitude jeder Lambdasonde gebildet wird, aus welchem das Amplitudenverhältnis bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Korrektursignal in Abhängigkeit von dem Vorzeichen der

Regelabweichung des zweiten Lambdaregelkreises gewichtet wird.

Claims

1. Method for regulating the fuel/air ratio of an internal combustion engine, the output signal from a first lambda probe arranged in the exhaust-gas duct of the internal combustion engine upstream of a catalyst being supplied to a controller which has a PI characteristic, and the controller emitting a manipulated variable for the fuel/air ratio, and the controller being supplied with a further signal which is obtained from the output signal of a second lambda probe following the catalyst and which acts on the control loop of the first lambda probe, so that the P-jump of the controller, which is determined by the control loop of the first lambda probe, is changed as a function of the control loop of the second lambda probe, and a correction value of the second lambda control loop being formed at the time of the changeover of the first lambda probe arranged upstream of the catalyst, **characterized in that** the correction value is weighted as a function of the probe changeover of the first lambda probe and of the sign of the control difference of the second lambda probe, and being supplied to the control loop of the first lambda probe independently of the holding time.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the correction value is formed from the control deviation between the actual value of the second lambda probe and the desired value of the second lambda probe, the P-jump of the first lambda control loop being increased when the sign of the control deviation is identical to the changeover direction of the first lambda probe, and the P-jump of the first lambda control loop being reduced when the sign of the control deviation is opposite to the changeover direction of the first lambda probe.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the correction signal is formed as a function of the mass air flow.
4. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the correction signal is formed as a function of the amplitude ratio of the amplitude of the second lambda probe to the amplitude of the first lambda probe.
5. Method according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the amplitude both of the first and of the second lambda probe is determined by means of discrete sensings of the output signals from each lambda probe, and an average value of the ampli-

tude of each lambda probe, from which the amplitude ratio is determined, is formed in each case from the sensing within a time window.

6. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the correction signal is weighted as a function of the sign of the control deviation of the second lambda control loop.

Revendications

1. Méthode de régulation du rapport air/carburant dans un moteur à combustion interne, le signal de sortie d'une première sonde lambda, disposée dans le conduit des gaz d'échappement du moteur à combustion interne en amont d'un catalyseur étant amené à un régulateur, qui présente une caractéristique PI et le régulateur restituant une valeur de réglage pour le rapport air/carburant et un signal supplémentaire, obtenu à partir du signal de sortie d'une seconde sonde lambda, située en aval du catalyseur étant amenée au régulateur et influençant la boucle de régulation de la première sonde lambda, pour que le saut P du régulateur, qui est déterminé par la boucle de régulation de la première sonde lambda soit modifié en fonction de la boucle de régulation de la seconde sonde lambda et une valeur de correction de la seconde boucle de régulation lambda étant formée au moment de la permutation de la première sonde lambda, située en amont du catalyseur,
caractérisée en ce que
en fonction de la permutation de la première sonde lambda et du signe de la différence de réglage de la seconde sonde lambda, une valeur de correction est pondérée et amenée à la boucle de régulation de la première sonde lambda, indépendamment d'un temps d'arrêt.
2. Méthode selon la revendication 1,
caractérisée en ce que,
la valeur de correction est formée à partir de l'écart de réglage entre la valeur effective de la seconde sonde lambda et la valeur de consigne de la seconde sonde lambda, le saut P de la première boucle de régulation lambda étant augmenté, si le signe de l'écart de réglage correspond au sens de permutation de la première sonde lambda et le saut P de la première boucle de régulation lambda étant diminué, si le signe de l'écart de réglage est à contresens du sens de permutation de la première sonde lambda.
3. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,
caractérisée en ce que le signal de correction est formé en fonction du débit massique d'air.

4. Méthode selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2,
caractérisée en ce que le signal de correction est formé en fonction du rapport d'amplitudes entre l'amplitude de la seconde sonde lambda et l'amplitude de la première sonde lambda. 5
5. Méthode selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4,
caractérisée en ce que l'amplitude de la première sonde lambda et l'amplitude de la seconde sonde lambda sont déterminées par des balayages discrets des signaux de sortie de chaque sonde lambda et **en ce qu'**une valeur moyenne d'amplitude pour chaque sonde lambda, à partir de laquelle le rapport d'amplitudes est déterminé, est formée au cours d'une fenêtre de temps. 10 15
6. Méthode selon l'une quelconque des revendications précédentes, 20
caractérisée en ce que
le signal de correction est pondéré, en fonction du signe de l'écart de réglage de la seconde boucle de réglage lambda. 25

30

35

40

45

50

55

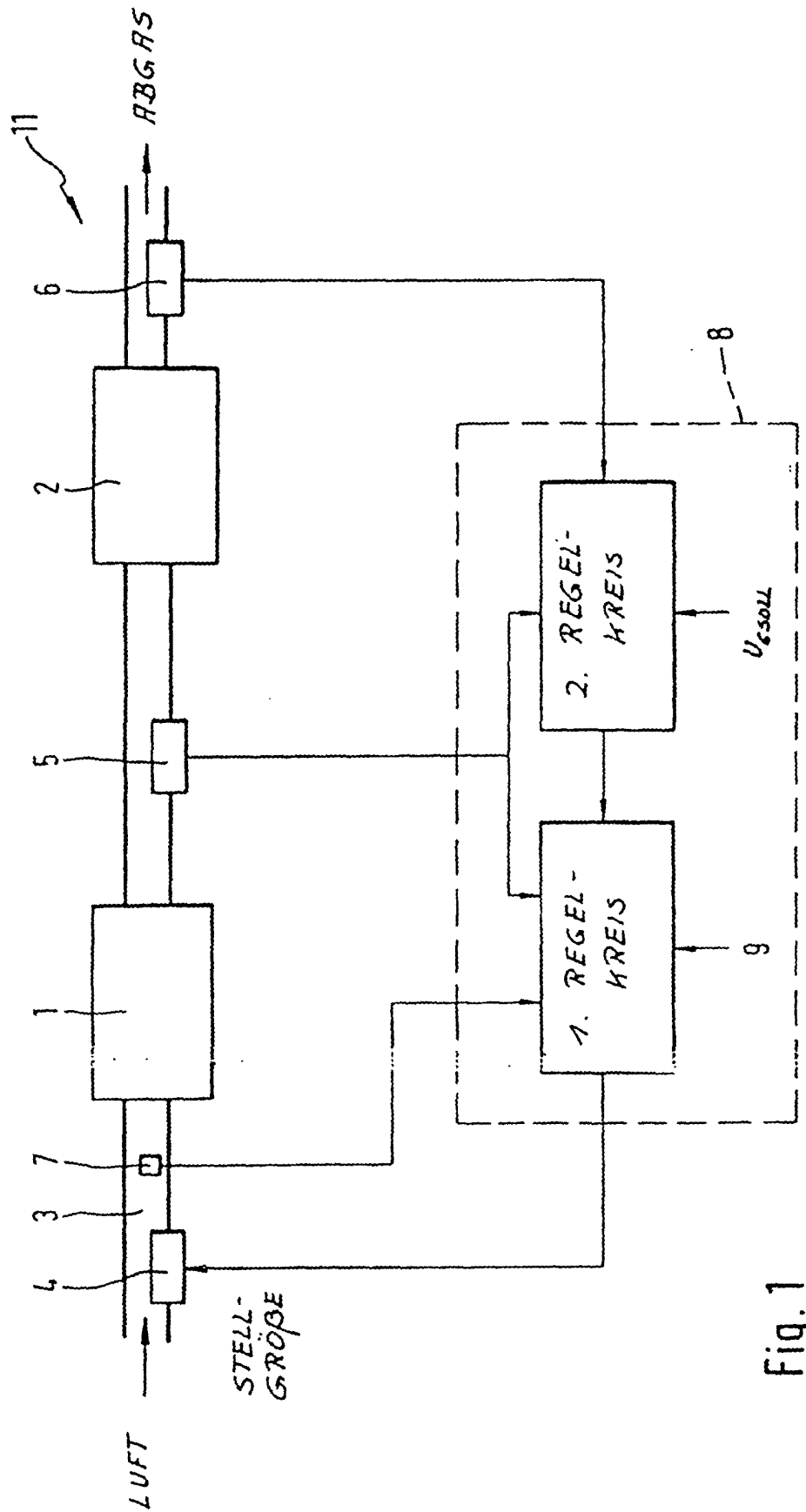
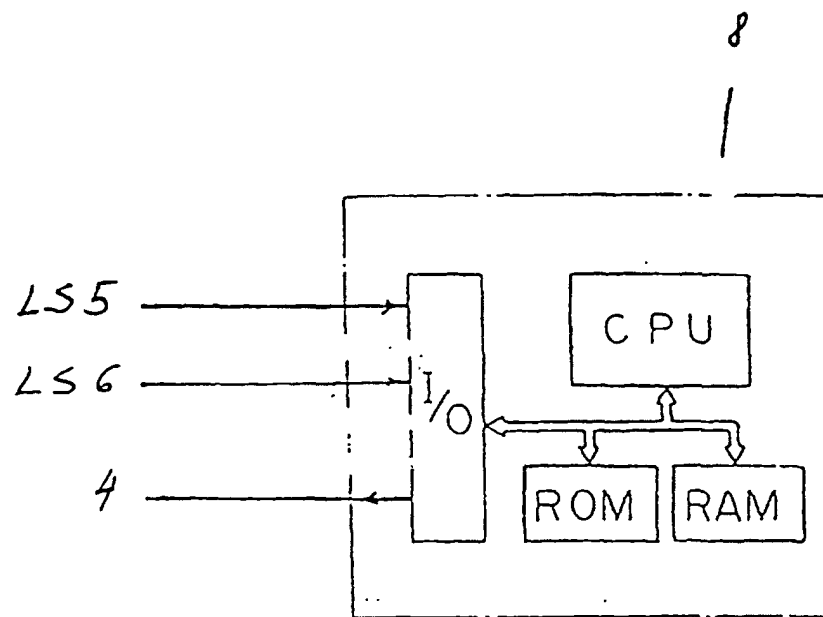


Fig. 1



Figur 2

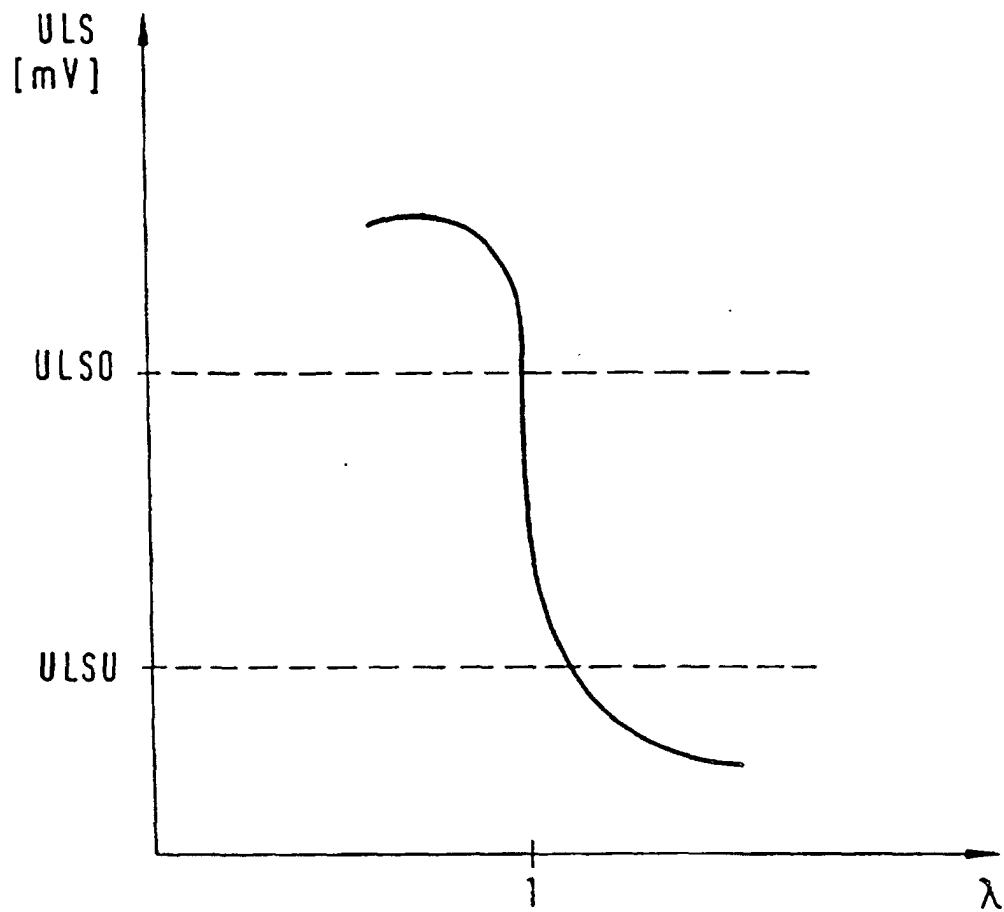


Fig. 3

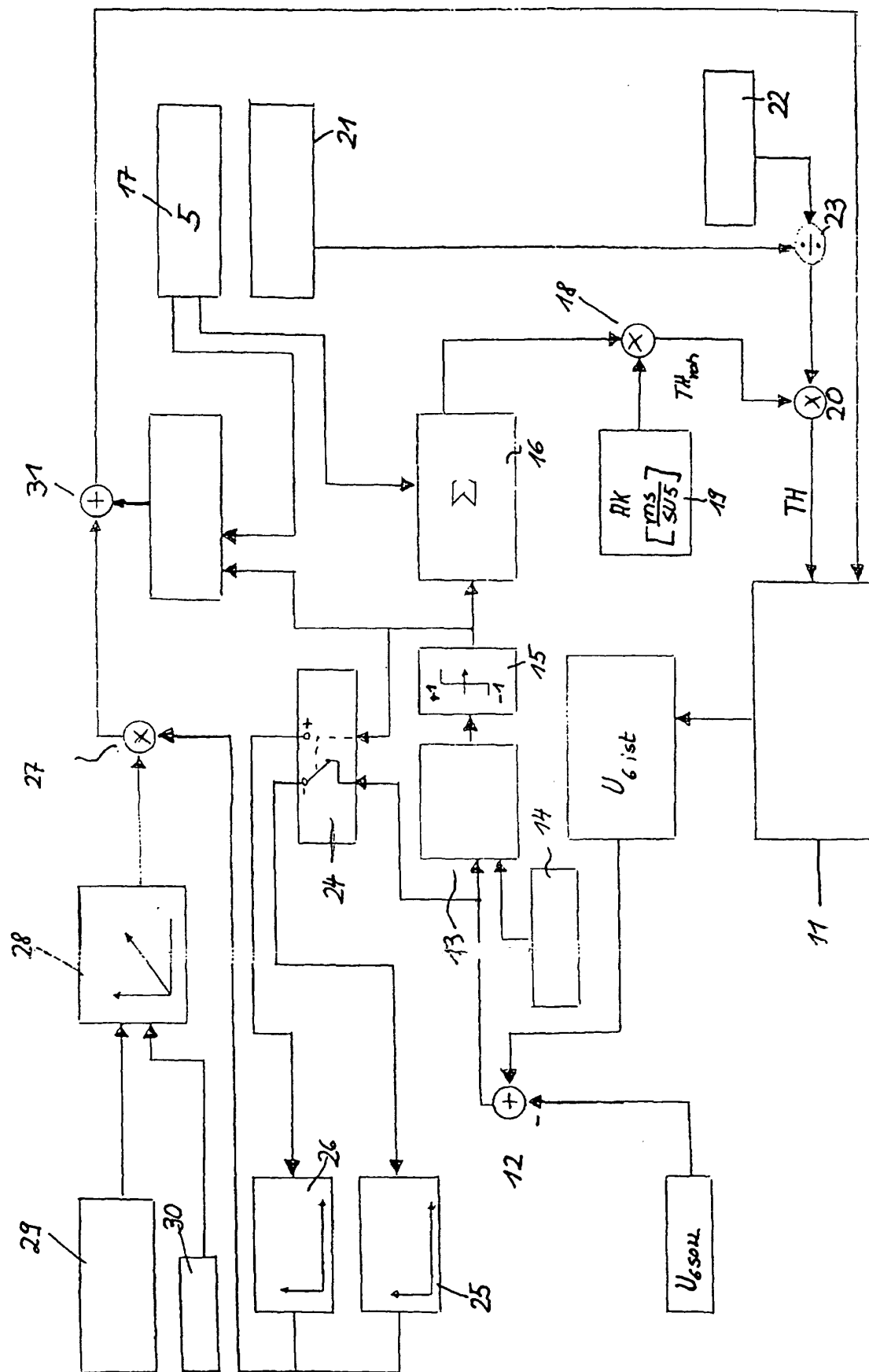


Figure 4