

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 84104396.1

51 Int. Cl.³: **F 02 D 5/02**
F 02 D 5/00

22 Anmeldetag: 18.04.84

30 Priorität: 28.05.83 DE 3319432

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.84 Patentblatt 84/49

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

71 Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 50
D-7000 Stuttgart 1(DE)

72 Erfinder: **Jundt, Werner, Dipl.-Ing.**
Belschnerstrasse 24
D-7140 Ludwigsburg(DE)

72 Erfinder: **Reischl, Rolf**
Linzerstrasse 44
D-7000 Stuttgart 30(DE)

54 **Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Betriebsgemisches einer Brennkraftmaschine.**

57 Es wird ein Verfahren sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses des einer Brennkraftmaschine zugeführten Betriebsgemisches unter Verwendung einer auf den Sauerstoffanteil des verbrannten Betriebsgemisches empfindlichen Sauerstoffsonde, wobei zur Sondenbetriebsbereitschaftserkennung der Sauerstoffsondenausgangsgröße eine konstante Bezugsgröße überlagert, die resultierende Größe wenigstens zwei Vergleichseinrichtungen (18, 19), die verschiedene Schwellwerte aufweisen, zugeführt wird und die Ausgangsgrößen dieser Vergleichseinrichtungen zur Erkennung der Sondenbetriebsbereitschaft weiter verarbeitet werden, vorgeschlagen, bei dem in Abhängigkeit von der Ausgangsgröße der mit dem größeren Schwellwert beaufschlagten Vergleichseinrichtung (18) das Kraftstoff-Luftverhältnis des Betriebsgemisches einstellbar ist. Aus dem Zusammenwirken dieses oberen Schwellwertes und des speziellen Verlaufes der Lambda-Sondenausgangsspannung ist eine Kompensation der Magerverschiebung der Lambda-Regelung während der Warmlaufphase einer Brennkraftmaschine gegeben. Darüber hinaus läßt sich durch dieses Verfahren ohne zusätzlichen Schaltungsaufwand das mit "Leerlaufsägen" bezeichnete Einschwingverhalten der Regelanordnung weitgehend vermeiden. Durch

die Verwendung des oberen der beiden Schwellwerte als Regelschwelle ergibt sich eine wesentliche Verbesserung des Brennkraftmaschinenverhaltens während der Warmlaufphase.

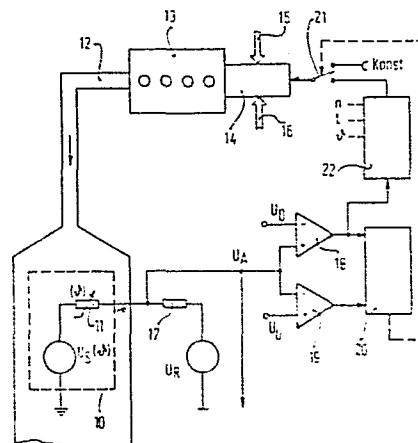


Fig 1

R. 18715
11.5.1983 Vb/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Verfahren und Einrichtung zur Regelung des Betriebs-
gemisches einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses des einer Brennkraftmaschine zugeführten Betriebsgemisches unter Verwendung einer auf den Sauerstoffanteil des verbrannten Betriebsgemisches empfindlichen Sauerstoffsonde (Lambda-Sonde), wobei zur Sondenbetriebsbereitschaftserkennung der Sauerstoffsondenausgangsgröße eine konstante Bezugsgröße überlagert, die resultierende Größe wenigstens zwei Vergleichseinrichtungen, die verschiedene Schwellwerte aufweisen, zugeführt und die Ausgangsgrößen dieser Vergleichseinrichtung zur Erkennung der Sondenbetriebsbereitschaft weiterverarbeitet wird.

Ein derartiges Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist beispielsweise aus der DE-PS 27 07 383 bekannt. Mit dem Gegenstand

...

dieser Erfindung ist es möglich, die die Gemischzusammensetzung anzeigende Sondenausgangsspannung auch bei sehr kalter Sonde einwandfrei zu erfassen, auszuwerten und als Istwert für die Gemischzusammensetzung zur Verfügung zu stellen, ohne daß es der Nachführung eines Referenzsignales bedarf. Somit läßt sich auch in der Aufwärmphase der Sauerstoffmeßsonde ab einem bestimmten Temperaturwert trotz des störenden Einflusses des temperaturabhängigen Innenwiderstandes der Sauerstoffmeßsonde eine Istwertbestimmung der Gemischzusammensetzung durchführen und ein entsprechendes Regelsignal erzeugen. Die Ausgangssignale der beiden Vergleichseinrichtungen, die die resultierende Spannung aus Sauerstoffsondenausgangsspannung und der konstanten Bezugsspannung überwachen, dienen als Eingangsinformation für eine digitale Auswerteschaltung, die ein Erkennen der Betriebsbereitschaft der Sauerstoffsonde gewährleistet.

Aus der deutschen Patentanmeldung P 31 49 136.7 geht darüber hinaus hervor, daß die Ausgangsspannung des Schwellwertschalters mit der kleineren Schwelle dazu benutzt wird, die Laufrichtung des Reglers in Richtung fettes Gemisch bzw. mageres Gemisch zu bestimmen. Die kleinere Schwellwertspannung wird deswegen auch als Regelschwelle bezeichnet, da der alleinige Vergleich der Sauerstoffsondenausgangsspannung mit diesem Schwellwert ausreichend ist, um die Laufrichtung des Reglers zu definieren.

Allerdings ist dieser Einrichtung eine Eigenschaft zu eigen, die aus dem speziellen Verlauf der resultierenden Spannung aus Sauerstoffsondenausgangsspannung und konstanter Bezugsspannung in Abhängigkeit von der Temperatur resultiert. Es zeigt sich nämlich, daß der Magerast der Sauerstoffsonden-EMK bei niedrigen Temperaturen eine Verschiebung hin zum Fettast erfährt.

Hierdurch wird dem Steuergerät selbst bei Vorhandensein eines mageren Gemisches immer ein Wert in Richtung Fett vorgetäuscht und das Betriebsgemisch immer weiter abgemagert bis die Regelung den Mageranschlag erreicht hat.

Es liegt auf der Hand, daß eine derartige Einstellung des Betriebsgemisches insbesondere während der Warmlaufphase ein ungünstiges Motorverhalten zur Folge hat. Darüber hinaus tritt bei der Verwendung des unteren Schwellwertes als Regelschwelle ein Phänomen auf, das sich durch den Begriff "Leerlaufsägen" umschreiben läßt. Dies ist dann der Fall, wenn die Betriebsbereitschaftserkennungsstufe während der Warmlaufphase ständig zwischen einer Steuerung und Regelung des Betriebsgemisches hin und herschaltet.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruches sowie die erfindungsgemäße Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 5 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Magerverschiebung des Kraftstoff-Luftgemisches während der Warmlaufphase kompensiert wird und daß das sogenannte "Leerlaufsägen" weitgehend vermieden wird.

Besonders vorteilhaft erweist es sich, daß zur Realisierung dieses Verfahrens keine neuen Bauteile bzw. Schaltungsanordnungen verwendet werden müssen, so daß das Verfahren mit Hilfe der schon bekannten Schaltungseinrichtungen ohne weiteres realisierbar ist.

...

Der Kern der Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Verwendung des kleineren Schwellwertes als Schaltschwelle im besonderen Maße ungünstig ist und daß es sich als sehr sinnvoll erweist, anstelle des unteren Schwellwertes den oberen Schwellwert als Regelschwelle zu verwenden. Nur bei dem Einsatz des oberen Schwellwertes als Regelschwelle ergibt sich aus dem speziellen Zusammenwirken zwischen der Regelschwelle und dem temperaturabhängigen Sondenausgangsspannungsverlauf der erfindungsgemäße Effekt der Kompensation der Magerverschiebung der Warmlaufphase.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 in einem stark vereinfachten Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, Figur 2 ein Diagramm der resultierenden Spannung U_A in Abhängigkeit von der Temperatur der Sauerstoffsonde für den fetten und den mageren Ast ($\Lambda < 1$, $\Lambda > 1$), Figur 3 ein Diagramm der elektromotorischen Kraft U_S der Sauerstoffsonde in Abhängigkeit von der Temperatur für den Fett- und den Magerast sowie Figur 4 einen Graph der elektromotorischen Kraft U_S der Sauerstoffsonde in Abhängigkeit von Λ mit der Temperatur T als Parameter.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In der Figur 1 ist mit 10 das Ersatzschaltbild einer Sauerstoffsonde gekennzeichnet, wie sie beispielsweise ausführlich in der DE-PS 27 07 383 beschrieben ist. Für die hier wesentlichen Gesichtspunkte ist es ausreichend,

...

die Sauerstoffsonde 10 im Ersatzschaltbild durch eine Serienschaltung einer temperatur- und abgasabhängigen Spannungsquelle U_S und eines temperaturabhängigen Widerstandes 11 darzustellen. Die Sauerstoffsonde 10 ist in einem Abgasrohr 12 einer Brennkraftmaschine 13 angeordnet, die das Betriebsgemisch von einer Gemischaufbereitungsanordnung 14, mit der das Verhältnis von Kraftstoff 15 zu Luft 16 bestimmt wird, erhält. Die einseitig mit Massepotential verbundene Sauerstoffsonde 10 ist über einen Widerstand 17 mit einer Spannungsquelle U_R verbunden. Vom Verbindungspunkt der Widerstände 11, 17 führt eine Zuleitung zu dem nicht invertierenden Eingang einer Vergleichseinrichtung 18 sowie zum invertierenden Eingang einer Vergleichseinrichtung 19. Der invertierende Eingang der Vergleichseinrichtung 18 ist mit einer Schwellwertspannung U_0 beaufschlagt, während dem nichtinvertierenden Eingang der Vergleichseinrichtung 19 eine Schwellwertspannung U_U zugeführt wird. Die Ausgangsgrößen dieser beiden Vergleichseinrichtungen 18, 19 steuern eine Sondenzustandserkennungseinrichtung 20 an, die ihrerseits eine hier symbolisch als Schalter 21 bezeichnete Einrichtung betätigt, mit der im Falle der Nichtbetriebsbereitschaft der Sauerstoffsonde der Regelkreis unterbrochen und auf eine Steuerung umgeschaltet wird. Die Ausgangsgröße der Vergleichseinrichtung 18 wird weiterhin einer Steuereinrichtung 22 zugeführt, die ihrerseits über den Schalter 21 die Gemischaufbereitungsanordnung 14 ansteuert. Eine gängige Dimensionierung der Schwellwertspannungen U_0 , U_U besteht darin, diese symmetrisch zur Referenzspannung U_R zu legen, so daß die beiden Schwellwerte durch eine Spannungsdifferenz ΔU getrennt sind. Die Steuereinrichtung 22 kann, wie durch die gestrichelten Pfeile angedeutet, noch von weiteren Maschinenparametern, wie Last L , Temperatur $\checkmark$ oder Drehzahl n beeinflusst werden.

Die Lage dieser Schwellen ist in Figur 2 durch die gestrichelten Linie angedeutet. Des weiteren ist der Verlauf der Spannung an dem Verbindungspunkt der Widerstände 11, 17, der resultierenden Spannung U_A in Abhängigkeit von der Temperatur für mageres und für fettes Gemisch aufgetragen. Der spezielle Verlauf resultiert zum einen aus der temperaturabhängigen Änderung der elektromotorischen Kraft U_S der Sauerstoffsonde und zum anderen aus der temperaturabhängigen Variation des Widerstandes 11, des Innenwiderstandes der Sauerstoffsonde, in Relation zum Widerstand 17, der der Referenzspannungsquelle U_R nachgeschaltet ist. Für sehr niedrige Temperaturen $T < T_3$ wird die Spannung U_A aufgrund des nahezu beliebig hohen Innenwiderstandes 11 fast ausschließlich durch den Wert der Referenzspannung U_R bestimmt. Mit wachsender Temperatur und damit sinkendem Innenwiderstand 11 geht mehr und mehr die Schaltcharakteristik des jeweiligen Typs der verwendeten Sauerstoffsonde ein. Ganz allgemein gilt jedoch, daß der fette Ast bei wesentlich niedrigeren Temperaturen den oberen Schwellwert U_0 durchläuft, als der Magerast den unteren Schwellwert U_U .

Da die Temperatur einer in das Abgassystem einer Brennkraftmaschine eingebauten Sauerstoffsonde nach dem Anlaßvorgang im wesentlichen linear mit der Zeit anwächst, ist aus dieser Figur ersichtlich, daß bei einer Verwendung des oberen Schwellwertes als Regelschwelle eine Regelung wesentlich früher durchzuführen ist, als bei Verwendung des unteren Schwellwertes als Regelschaltung.

Die in Figur 1 beschriebene Einrichtung funktioniert wie folgt: Für Spannungen U_A oberhalb des Schwellwertes U_0 regelt die Steuereinrichtung 22 das Benzingemisch in Richtung magere Werte. Nimmt die Spannung U_A jedoch Werte zwischen dem oberen Schwellwert und dem unteren Schwell-

wert an, so regelt die Steuereinrichtung 22 die Zusammensetzung des Benzinluftgemisches in Richtung fette Werte. Liegt die Spannung U_A nach Ablauf einer Überwachungszeit immer noch in diesem Fenster zwischen den beiden Schwellwerten so wird von der Sondenzustandserkennungseinrichtung 20 eine Nichtbetriebsbereitschaft der Sonde erkannt und der Schalter 21 betätigt, so daß auf eine Steuerung umgeschaltet wird. Ist für Werte U_A unterhalb des unteren Schwellwertes U_U auf Regelbetrieb geschaltet, so regelt die Regeleinrichtung 22 die Zusammensetzung des Benzingemisches in Richtung fett. Die Laufrichtung der Regeleinrichtung 22 ist also somit nur von der Lage der Spannung U_A in Bezug auf den oberen Schwellwert U_O abhängig, weshalb dieser Schwellwert auch als Regelschwelle bezeichnet wird. Mit wachsender Temperatur tritt nun folgendes Einschwingverhalten der Anordnung ein: Für sehr kleine Temperaturen, für die die Spannung U_A innerhalb des Fensters ΔU zwischen den beiden Schwellwerten liegt, wenn also keine der beiden Schwellen von der Sondenspannung erreicht werden kann, wird die Regeleinrichtung nach Ablauf einer Überwachungszeit auf Steuerung umgeschaltet, wobei dann üblicherweise auf ein fettes Betriebsgemisch abgezielt wird. Kommt die Betriebstemperatur der Sauerstoffsonde auf Werte um T_3 , so schaltet die Vergleichseinrichtung 18 (bei Steuerung liegt fettes Betriebsgemisch vor), die Sondenzustandserkennungseinrichtung 20 stellt Betriebsbereitschaft fest, schaltet von Steuerung auf Regelung um und die Regeleinrichtung 22 regelt das Betriebsgemisch in Richtung mager. Sobald die Spannung U_A den Schwellwert U_O unterschreitet, wird über die Regeleinrichtung die Zusammensetzung des Betriebsgemisches wieder in Richtung fett verstellt. Durch eine geeignete Dimensionierung der Anordnung ist es möglich, daß die Spannung U_A schon vor Ablauf der Überwachungszeit wieder den oberen Schwellwert U_O über-

...

schritten hat und somit die Regelung eingeschaltet bleibt. Auf diese Weise wird das sogenannte "Leerlaufsägen", wie es beispielsweise in der Anmeldung P 31 49 136.7 beschrieben ist, vermieden.

Aus der Darstellung der Figur 2 ist weiterhin zu entnehmen, daß insbesondere im Bereich zwischen der Temperatur T_3 und T_2 eine ausgeprägte Verschiebung des Betriebsgemisches in Richtung mager während der Warmlaufphase auftritt, da der Mittelwert zwischen den beiden Spannungsästen für fettes und mageres Gemisch in Richtung fettes Gemisch tendiert und die Regelung dies auszugleichen sucht. Daraus folgt, daß die Steuereinrichtung 22 im zeitlichen Mittel das Betriebsgemisch stärker abmagert. Erst für Temperaturen $T > T_1$ bewegt sich diese Magerverschiebung wieder in Richtung Null.

Um den Einfluß der speziellen Wahl der Regelschwelle hinsichtlich des Grades der Magerverschiebung darzustellen, wurde in Figur 3 eine andere Parametrisierung gewählt. Auch in diesem Diagramm ist eine Spannung in Abhängigkeit von der Temperatur aufgetragen, wobei es sich hier nun um die beiden Äste der elektromotorischen Kraft U_S der Sauerstoffsonde 10 handelt. Der Einfluß des stark temperaturabhängigen Innenwiderstandes 11 der Sauerstoffsonde wird in dieser Darstellung zunächst vernachlässigt. Der Innenwiderstand 11 wurde dafür in den mit $U_{O,eff}$ und $U_{U,eff}$ bezeichneten effektiven Schaltschwellen berücksichtigt, die als die elektromotorische Kraft U_S der Sauerstoffsonde 10 definiert sind, die notwendig ist, damit U_A die Schwellwerte U_O , U_U erreicht. Aus der Figur 1 ist ersichtlich, daß im Falle sehr niedriger Temperaturen, für die der Innenwiderstand 11 sehr große Werte annimmt, extrem hohe positive bzw. negative Werte der elektromotorischen Kraft U_S notwendig sind, um die Spannung U_A über den

...

Spannungsteiler der Widerstände 11, 17 so zu beeinflussen, daß die Spannung U_A einen der beiden Schwellwerte erreicht. Die Äquivalenz der Figur 2 und 3 geht daraus hervor, daß der Schnittpunkt des Astes für fettes (mageres) Betriebsgemisch mit dem oberen (unteren) Schwellwert in beiden Darstellungen bei der gleichen Temperatur liegt. Dieser spezielle Verlauf der effektiven Schaltschwellen ist für den unterschiedlichen Grad der Magerverschiebung während der Warmlaufphase verantwortlich.

In Figur 4 ist die elektromotorische Kraft U_S der Sauerstoffsonde in Abhängigkeit von λ aufgetragen. Die drei verschiedenen Kurven gelten für die Temperaturen T_3 , T_2 sowie T_1 . Trägt man in dieses Diagramm 4 den Verlauf der effektiven Schaltschwelle $U_{O,eff}$

ein, so ergibt sich eine Variation des λ -wertes über den Temperaturbereich T_3 bis T_1 von λ_{Max1} bis λ_{Min} . Überträgt man stattdessen die untere effektive Regelschwelle $U_{U,eff}$ erhöht um den Wert ΔU in das Diagramm der Figur 4, so ergibt sich für hohe Temperaturen, wie es auch zu erwarten ist, kein Unterschied. Für niedrigere Temperaturen tritt dagegen über den gleichen Temperaturbereich T_3 bis T_1 eine wesentlich höhere Variation des λ -Wertes von λ_{Max2} bis λ_{Min} auf.

Durch diese Darstellung wird gezeigt, daß allein durch eine vernünftige Wahl der Regelschwelle der Regeleinrichtung eine erhebliche Verminderung der insbesondere während der Warmlaufphase auftretenden Magerverschiebung des Betriebsgemisches erreicht wird. Insbesondere ist erwähnenswert, daß zur Durchführung dieses Kompensationsverfahrens bekannte Einrichtungen verwendet werden können, ohne daß ein zusätzlicher Schaltungsaufwand notwendig wird.

...

Es versteht sich, daß die erfindungsgemäße Einrichtung für jede Art der Gemischaufbereitungsanordnung 14, so z.B. für gesteuerte oder geregelte Vergaser oder für Einspritzung, sei es kontinuierlich oder getaktet, verwendet werden kann.

R. 187 15

11.5.1983 Vb/Hm

0126953

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses des einer Brennkraftmaschine zugeführten Betriebsgemisches unter Verwendung einer auf den Sauerstoffanteil des verbrannten Betriebsgemisches empfindlichen Sauerstoffsonde (Lambda-Sonde), wobei zur Sondenbetriebsbereitschaftserkennung der Sauerstoffsondenausgangsgröße (U_S) eine konstante Bezugsgröße (U_R) überlagert, die resultierende Größe (U_A) wenigstens zwei Vergleichseinrichtungen (18, 19), die verschiedene Schwellwerte (U_U , U_O) aufweisen, zugeführt und die Ausgangsgrößen dieser Vergleichseinrichtungen zur Erkennung der Sondenbetriebsbereitschaft weiterverarbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der Ausgangsgröße der mit dem größeren Schwellwert (U_O) beaufschlagten Vergleichseinrichtung (18) das Kraftstoff-Luftverhältnis des Betriebsgemisches einstellbar ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Wert der resultierenden Größe (U_A) oberhalb des größeren Schwellwertes (U_O) die Ausgangsgröße der Vergleichseinrichtung (18) das Betriebsgemisch in Richtung "mager" verändert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Wert der resultierenden Größe (U_A) unterhalb des größeren Schwellwertes (U_O) die Ausgangsgröße

...

der Vergleichseinrichtung (18) das Betriebsgemisch in Richtung "fett" verändert.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Wert der resultierenden Größe (U_A), der während einer durch eine Betriebsbereitschaftserkennungseinrichtung (14) einstellbare Überwachungszeit unterhalb des größeren Schwellwertes (U_0) und oberhalb des kleineren Schwellwertes (U_U) liegt, ein konstantes Betriebsgemisch, insbesondere im "fetten" Bereich eingestellt wird.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Regelung des Kraftstoff-Luftverhältnisses des einer Brennkraftmaschine zugeführten Betriebsgemisches unter Verwendung einer auf den Sauerstoffanteil des verbrannten Betriebsgemisches empfindlichen Sauerstoffsonde (Lambda-Sonde), wobei zur Sondenbetriebsbereitschaftserkennung der Sauerstoffsondenausgangsgröße (U_S) eine konstante Bezugsgröße (U_R) überlagert, die resultierende Größe (U_A) wenigstens zwei Vergleichseinrichtungen (18, 19), die verschiedene Schwellwerte (U_U , U_0) aufweisen, zugeführt, und die Ausgangsgrößen dieser Vergleichseinrichtung zur Erkennung der Sondenbetriebsbereitschaft weiter verarbeitet wird, nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang der mit dem größeren Schwellwert beaufschlagten Vergleichseinrichtung (18) an einem P-,I-,D-Verhalten oder eine Kombination dieser Regelcharakteristika aufweisende Steuereinrichtung (22) angeschlossen ist, deren Ausgangsgröße einer Gemisch-aufbereitungsanordnung (14) zugeführt wird, die das Luft-Kraftstoff-Verhältnis bestimmt.

...

18715

0126953

- 3 -

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gemischaufbereitungsanordnung (14) als gesteuerte oder geregelte Vergaseranordnung ausgebildet ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gemischaufbereitungsanordnung (14) als gesteuerte oder geregelte Einspritzanordnung ausgebildet ist.

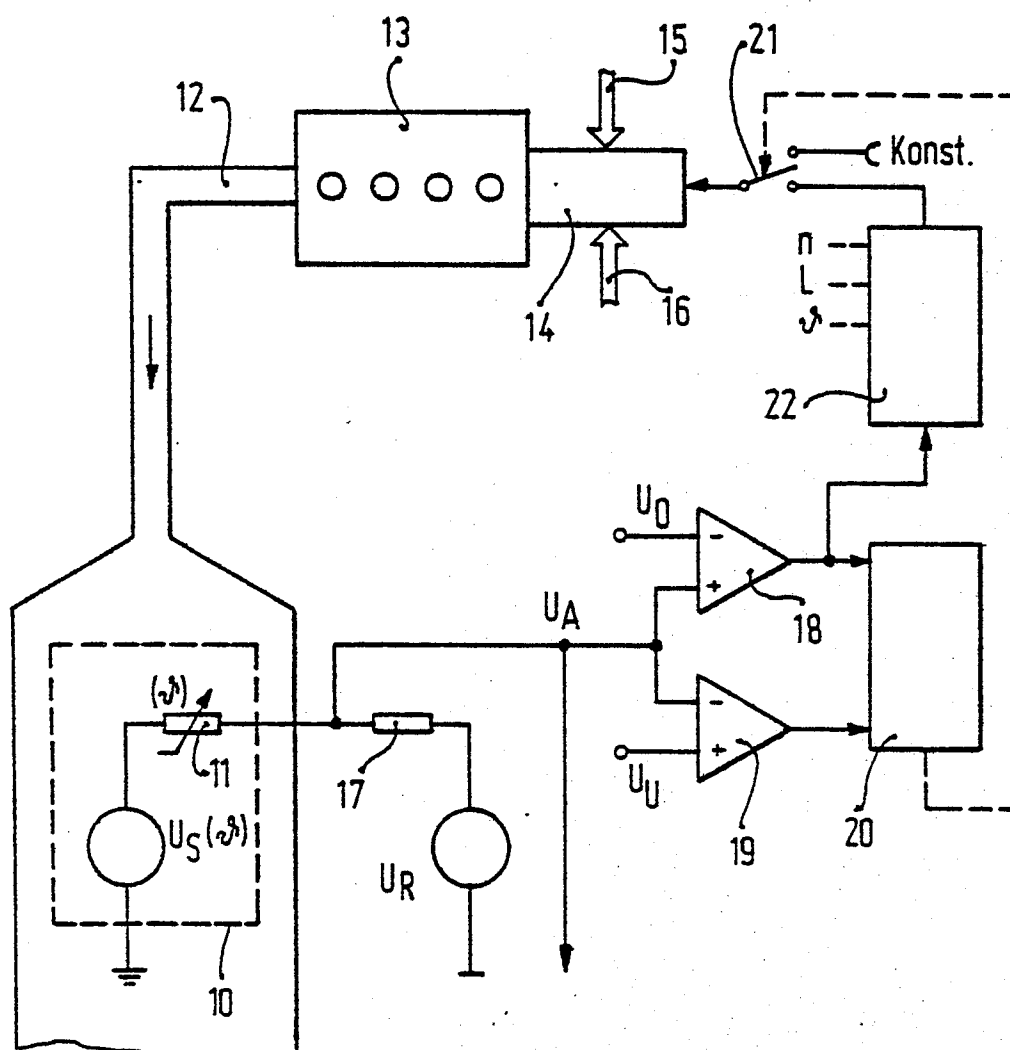


Fig. 1

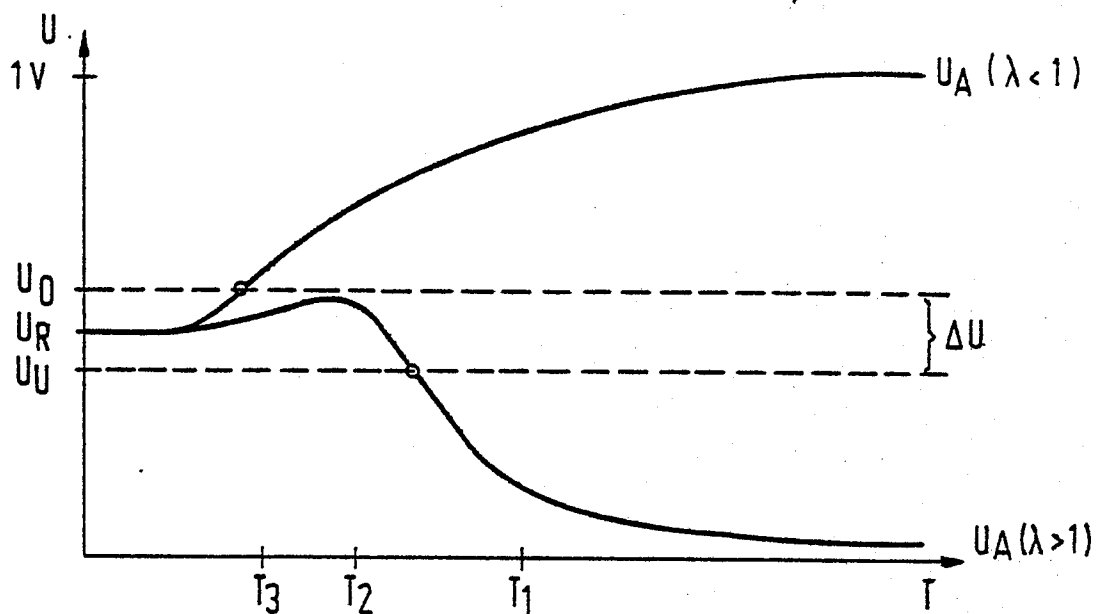


Fig. 2

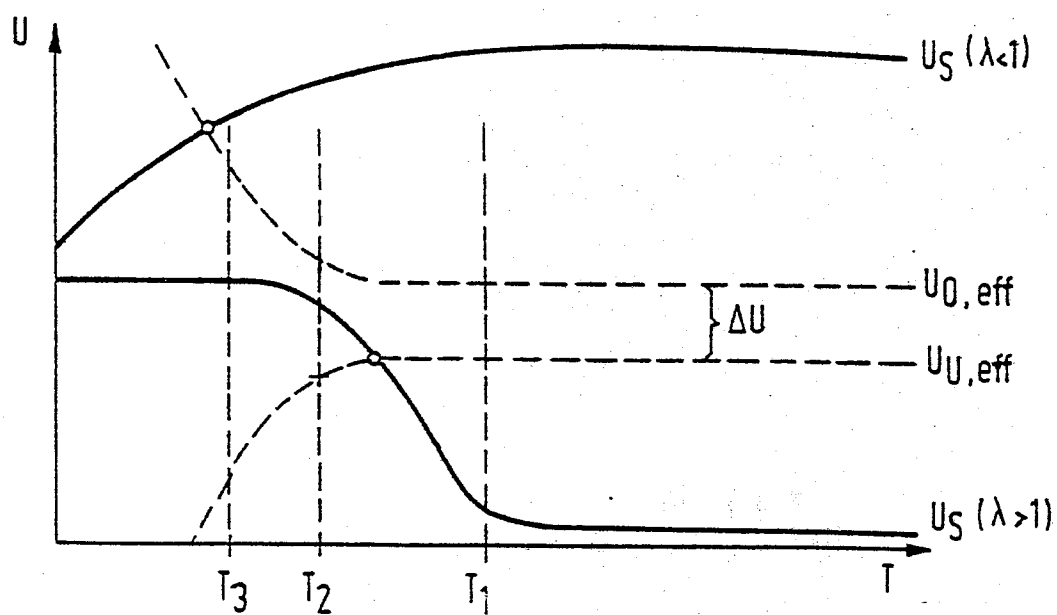


Fig. 3

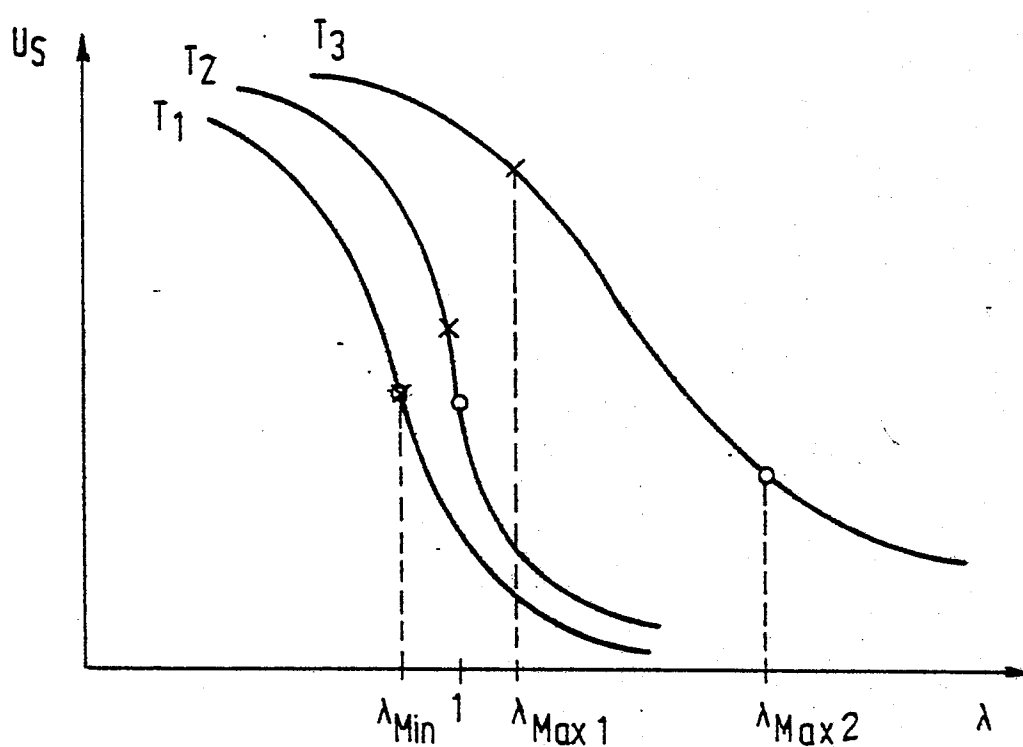


Fig. 4