

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **84116240.7**

51 Int. Cl.⁴: **F 02 D 41/14**

22 Anmeldetag: **22.12.84**

30 Priorität: **09.03.84 DE 3408635**

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

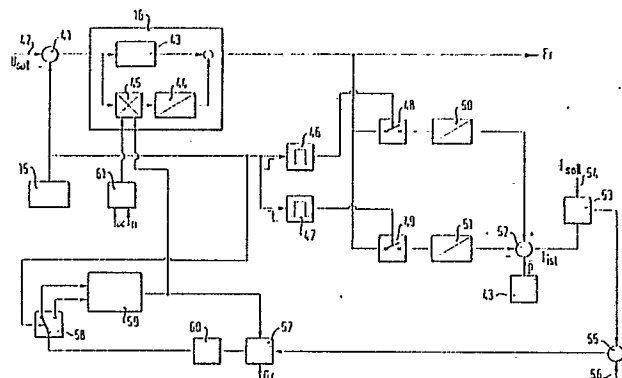
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **09.10.85**
Patentblatt 85/41

72 Erfinder: **Clement, Albrecht, Dipl.-Ing., Iltisweg 35,
D-7014 Kornwestheim (DE)**
 Erfinder: **Mayer, Dieter, Dipl.-Ing., Am Engelberg 22,
D-7988 Wangen/Allgäu (DE)**
 Erfinder: **Wild, Ernest, Dipl.-Ing., Haldenstrasse 23,
D-7251 Weissach-Flacht (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **AT DE FR GB IT SE**

54 **Lambda-geregeltes Gemischzumesssystem für eine Brennkraftmaschine.**

57 Es wird ein Gemischzumesssystem für eine Brennkraftmaschine mit einer dem Abgas der Brennkraftmaschine ausgesetzten, das Luftverhältnis Lambda anzeigenden und vorzugsweise einer Zweipunkt-Charakteristik aufweisenden Abgassonde, deren Signale einer nachgeschalteten, vorzugsweise Proportional-Integral-Verhalten aufweisenden Regelfunktion unterworfen werden und bei dem die Ausgangsgröße dieser Regelfunktion auf die Gemischzusammensetzung korrigierend einwirkt, vorgeschlagen, bei der die Regelschwingung der Ausgangsgröße der Regelfunktion mittels einer überlagerten Regelung auf eine vorgegebene Amplitude eingestellt wird. Insbesondere wird dabei auf den I-Anteil Einfluß genommen, und zwar in der Weise, daß der in der Regelschwingung enthaltene Integral-Anteil im eingeschwungenen Zustand die gleiche Amplitude wie der Proportional-Anteil aufweist. Somit kann die maximale Regelfrequenz in jedem Betriebsbereich der Brennkraftmaschine eingehalten werden, so daß der Regler stets im Optimum arbeitet. Außerdem wird der Einfluß von Exemplarstreuungen von Motor bzw. Abgassonde sowie von Langzeitveränderungen unterdrückt.



0157004

R. 19241
13.2.1984 Vb/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Lambda-geregeltes Gemischzumeßsystem für
eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs. Ein derartiges Gemischzumeßsystem ist beispielsweise aus der DE-OS 31 24 676 bzw. der entsprechenden US-Patentanmeldung US-SN 386 376 bekannt. Dort wird die Gemischzusammensetzung in Abhängigkeit von verschiedenen Betriebsparametern der Brennkraftmaschine vorgesteuert, wobei eine überlagerte Lambda-Regelung auf diese Vorsteuerwerte korrigierend einwirkt. Da die Brennkraftmaschine als Regelstrecke ein Totzeitverhalten, das hauptsächlich durch die Gaslaufzeit durch die Brennkraftmaschine und durch die Ansprechzeit der Lambda-Sonde bedingt ist, aufzeigt, und das Ausgangssignal der Lambda-Sonde insbesondere ein nahezu binäres Signal aufweist, tritt bei der Lambda-Regelung eine Dauerschwingung auf, deren

...

Frequenz durch die Streckentotzeit und deren Amplitude durch die Regelparameter gegeben ist. Dabei gilt ganz allgemein, daß mit wachsendem Wert der Regelamplitude ein schnelleres Ausregeln von Störungen gewährleistet ist. Allerdings tritt mit zunehmender Regelamplitude eine Laufunruhe der Brennkraftmaschine auf, die ihre Ursache in der durch die Regelung verursachte Momentänderung hat. Desweiteren können insbesondere während dynamischer Übergangssituationen beim Betrieb der Brennkraftmaschine durch zu große Regelschwingungen unerwünschte Abgaspitzen auftreten. Dies ist dadurch bedingt, daß dann die Lambda-Regelung kurzzeitig an ihren Anschlag laufen kann. In der zum Stand der Technik genannten Schrift wird nun vorgeschlagen, die Steigung des I-Anteils der Regelschwingung des P-I-Reglers während stationärer oder quasistationärer Betriebszustände der Brennkraftmaschine in aufeinanderfolgenden Korrekturzyklen bis auf einen Minimalwert zu verringern. Tritt ein stationärer Betriebszustand der Brennkraftmaschine auf, so wird die Steigung des I-Anteils auf einen vorgegebenen Maximalwert zurückgesetzt. Es handelt sich hierbei um eine reine Steuerung der Integratorsteigung, mit der nicht alle über die Lebensdauer der Brennkraftmaschine auftretenden lang- bzw. kurzfristigen Drifterscheinungen kompensiert werden können. Außerdem ist diese gesteuerte Anpassung der Integratorsteigung nur während stationärer Betriebszustände wirksam.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Hauptanspruchs erlaubt demgegenüber einen erheblich verringerten Applikationsaufwand, da das System sich automatisch an Exem-

...

plarstreuungen von Motor zu Motor, von Lambda-Sonde zu Lambda-Sonde und an Langzeitveränderungen von Motor und Sonde anpaßt. Weiterhin wird durch das erfindungsgemäße Gemischzumeßsystem ein optimaler Kompromiß zwischen dem Laufverhalten der Brennkraftmaschine und der Abgasemission gefunden.

Weiterhin erweist es sich als vorteilhaft, daß die Regelschwingung im eingeschwungenen Zustand gleich große Amplitudenwerte des P- und I-Anteils aufweist. Hierdurch wird gewährleistet, daß die Regelfrequenz der Lambda-Regelung einen optimalen Wert annimmt.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich für den Fall, daß der Mittelwert der Regelschwingung durch asymmetrische P- oder I-Anteile bewußt verschoben werden soll. Diese asymmetrische Regelschwingung zur Erzeugung einer Lambda-Verschiebung ist notwendig, weil wegen des nahezu binären Signals der Lambda-Sonde die Verschiebung nicht über andere Lambda-Sollwerte eingestellt werden kann. Der Wert der Lambda-Verschiebung ist jedoch von der Amplitude der Regelschwingung abhängig, so daß diese störende Abhängigkeit für eine auf konstante Werte geregelte Schwingungsamplitude nicht zur Auswirkung kommt.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich in Verbindung mit den Unteransprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung des Ausführungsbeispiels.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine prinzipielle

...

Darstellung eines elektronisch gesteuerten Gemischzumeßsystems für eine Brennkraftmaschine, Figur 2 eine grobe Übersicht einer Lambda-Regelung mit einem Mikrocomputer, Figur 3a bis c die Ausgangssignale eines Lambda-Reglers nach dem Stand der Technik, Figur 4 als Blockschaltbild einen Regler für das erfindungsgemäße Gemischzumeßsystem sowie Figur 5 die Ausgangssignale des Reglers der Figur 4.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die folgenden Ausführungsbeispiele werden im Zusammenhang mit einer Kraftstoffeinspritzanlage beschrieben. Die Lambda-Regelung als solche ist jedoch unabhängig von der Art der Gemischzumessung, so daß die Erfindung beispielsweise auch in Verbindung mit Vergaseranlagen einsetzbar ist.

In Figur 1 ist mit 10 ein Zeitglied bezeichnet, das Eingangssignale von einem Lastsensor 11 und von einem Drehzahlsensor 12 erhält und ausgangsseitig Vorsteuerwerte der Dauer t_p für die Einspritzimpulse abgibt. Es folgt eine Korrekturstufe 13, in der die Vorsteuerwerte abhängig von beispielsweise der Brennkraftmaschinentemperatur oder von Beschleunigungsvorgängen und insbesondere in Abhängigkeit von einer Lambda-Regelung beeinflußt werden. Die mit t_i bezeichneten korrigierten Impulse werden schließlich wenigstens einem Einspritzventil 14 im Bereich des nicht näher dargestellten Saugrohrs der Brennkraftmaschine zugeführt. Eine mit 15 bezeichnete Abgassonde gibt ihr Ausgangssignal an einen, vorzugsweise P-I-Verhalten aufweisenden Regler 16 ab. Dabei wird in diesem, auch in Abhängigkeit von weiteren über einen Steuereingang 17 zugeführten Brennkraft-

...

maschinen-Kenngrößen ein Lambda-Korrektursignal F_r gebildet, das als Eingangssignal der Korrekturstufe 13 zugeführt wird. Diese in Figur 1 dargestellte Prinzipanordnung ist als solche schon bekannt und soll im wesentlichen zur Erläuterung der eigentlichen Erfindung dienen.

Infolge der wachsenden Anforderungen an Gemischzumeßsysteme für Brennkraftmaschinen wird heute überwiegend zu rechnergesteuerten Lösungen übergegangen, so daß auch über derartige Ausführungsformen anhand von Figur 2 mit den wesentlichsten Komponenten eine grobe Übersicht gegeben werden soll. Mit 20 ist ein Rechenwerk bezeichnet, das über einen Daten-, Steuer- und Adressbus 21 mit einem Speicher 22 sowie mit einer Ein-Ausgabe-Einheit 23 gekoppelt ist. Diesem Block 23 werden neben einem Signal der Abgassonde 15 verschiedene Eingangsgrößen I_k zugeführt und zusätzlich gibt dieser verschiedene Ausgangsgrößen O_k ab, so z.B. eine Einspritzzeitdauer. Die Funktionsweise dieser Anordnung gemäß Figur 2 hängt entscheidend von der Rechnerprogrammierung ab. Die Programmierung an sich bietet heutzutage für den Fachmann auf dem Gebiet elektronischer Steuer- und Regelsysteme für Brennkraftmaschinen keinerlei Probleme, so daß die Erfindung im weiteren nicht in Form eines Programmes sondern anhand von an sich üblichen Blockschaltbildern veranschaulicht werden soll. Ob die spätere Ausführungsform nun hardwaremäßig oder mittels entsprechender Programmierung eines μ C realisiert wird, spielt für die Grundidee der Erfindung keine Rolle.

Die Diagramme der Figur 3 dienen zur Erläuterung der Funktionsweise von Gemischzumeßsystemen entsprechend dem Stand der Technik. Aufgetragen ist das Lambda-

...

Korrektursignal F_r , das die Vorsteuerwerte für die Einspritzmenge beeinflusst, in Abhängigkeit von der Zeit t , dargestellt in willkürlichen Einheiten. Die Signalform setzt sich im vorliegenden Spezialfall aus einem I-Anteil sowie einem P-Anteil zusammen. Da die Ausgangsgröße der im vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendeten insbesondere als Sauerstoffsonde ausgebildete Abgassonde im wesentlichen nur zwei Werte annimmt, nämlich einen hohen Ausgangspegel für ein fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch und einen niedrigen Ausgangspegel für ein mageres Luft-Kraftstoff-Gemisch, ergibt sich die vorliegende Signalform des Korrekturfaktors F_r wie folgt: Bei einem Sprung der Ausgangsgröße der Sauerstoffsonde von fett auf mager bzw. mager auf fett, wird jeweils ein P-Anteil am Ausgang des Reglers 16 wirksam. Während der Zeitdauer des Verweilens des Sondersignals in einem der beiden Ausgangszustände wird das integrale Verhalten des Reglers wirksam. Die Zeitdauer, in der ein Integralverhalten des Reglers wirksam ist, hängt vom Totzeitverhalten der Regelstrecke ab, das im wesentlichen auf die Gasdurchlaufzeiten durch die Brennkraftmaschine zurückzuführen ist. Es entsteht daher die in den Figuren 3a bis 3c dargestellten Dauerschwingungen. Aus Figur 3a ist zu ersehen, daß für Zeiten $t < t_a$ der Mittelwert der Regelschwingung bei dem Wert $F_r = 1$ liegt. Dies bedeutet, daß der Vorsteuerwert für die Einspritzmenge für die gerade vorliegenden Betriebsbedingungen korrekt gewählt ist und die Lambda-Regelung somit nicht korrigierend eingreifen muß. Zwischen den Zeitpunkten t_a und t_b liegt unter geänderten Betriebsbedingungen ein falscher Vorsteuerwert für die Kraftstoffzumessung vor, so daß die Lambda-Regelung korrigierend eingreifen muß. Aufgrund des Verweilens des Ausgangssignal der Sonde auf einem der beiden möglichen

...

Pegel wird die Ausgangsgröße F_r des Reglers über den Integralanteil solange geändert, bis die Kraftstoffeinspritzmenge über die Korrekturstufe 13 auf den gewünschten Wert korrigiert wurde. Im vorliegenden Fall schwankt der Mittelwert des Korrekturfaktors F_r um Werte $F_r > 1$, was darauf schließen läßt, daß der Vorsteuerwert einer zu geringen Kraftstoffmenge entspricht. Aus diesem Beispiel ist ebenfalls zu erkennen, daß eine nicht ganz korrekte Einstellung der Vorsteuerwerte nicht zu einer Vergrößerung der Regelschwingung des Reglers im eingeschwungenen Zustand führt. Die Amplitudenanteile der Regelschwingung des Korrekturfaktors F_r , die auf den P- bzw. I-Anteil zurückzuführen sind, nehmen bei geeigneter Wahl und konstanter Totzeit im eingeschwungenen Zustand ständig gleich große Werte an, wodurch eine optimale Regelfrequenz erreicht wird.

Diese Sachlage ändert sich gänzlich, wenn, wie in Figur 3b dargestellt ist, die Totzeit der Regelstrecke verändert wird. Die Totzeit der Regelstrecke ist sehr stark drehzahl- und lastabhängig, so daß derartige Totzeitänderungen der Regelstrecke sehr häufig auftreten. Als Folge einer Vergrößerung der Totzeit zwischen den Zeitpunkten t_a und t_b ergibt sich eine Überhöhung der Amplitude der Regelschwingung, die alleine aus dem Integralverhalten des Reglers 17 resultiert. Im Extremfall sehr großer Amplituden kann sich dies durch Drehmomentsänderungen der Brennkraftmaschine und einer damit verbundenen Laufunruhe bei erhöhter Abgasemission bemerkbar machen. Des weiteren läßt sich nun auch nicht mehr das optimale Verhältnis zwischen den auf dem P- und I-Anteil beruhenden Amplituden der Regelschwingung einhalten. Hieraus resultiert eine Verringerung der Frequenz der Regelschwingung, die zu einem noch trägeren Verhalten der Gesamtanordnung führt.

Ein weiterer Nachteil bekannter Anordnungen soll durch das Diagramm der Figur 3c veranschaulicht werden. Dadurch, daß in diesem Beispiel der P-Anteil beim Fett-Mager-Sprung des Ausgangssignals der Sauerstoffsonde identisch Null gesetzt wird, ergibt sich eine, in manchen Fällen gewünschte, bewußt herbeigeführte Lambda-Verschiebung. Die Lambda-Verschiebung wird im allgemeinen durch unterschiedliche P-Anteile zwischen Fett-Mager-Sprung und Mager-Fett-Sprung erreicht. Dabei muß der eine P-Anteil nicht gleich Null sein. Das Maß für diese Verschiebung ergibt sich aus der Differenz der Flächenanteile ober- und unterhalb der Linie bei $F_r = 1$. Auch in diesem Beispiel wird eine Vergrößerung der Totzeit des Regelkreises während des Zeitraumes zwischen t_a und t_b angenommen. Durch die Erhöhung der Amplitude der Regelschwingung ergibt sich auch eine geänderte Verschiebung des Regelfaktors F_r , so daß diese bewußt herbeigeführte Lambda-Verschiebung abhängig von der Amplitude der Regelschwingung wird.

Aus all diesen genannten Nachteilen des Standes der Technik ergibt sich die Forderung nach einer Anpassung der Steigung des I-Anteiles des Reglers 17 in der Weise, daß in Abhängigkeit von der vorhergehenden Regelamplitude die Steigung solange korrigiert wird, bis die vorgegebene Sollamplitude der Regelschwingung erreicht wird. Der genaue Wert der Amplitude der Regelschwingung ist im Einzelfall zu ermitteln. Zwar ergibt sich für große Regelamplituden eine sehr rasche Beseitigung der jeweils auftretenden Störung, doch tritt mit zunehmender Regelamplitude ebenso eine Laufruhe der Brennkraftmaschine ein. Es sind also derartige Amplituden der Regelschwingung einzustellen, die knapp unterhalb der Grenze liegen, die den Fahrkomfort eines mit einer derartigen

...

Brennkraftmaschine ausgerüsteten Fahrzeuges beeinträchtigen. Als zweites sind die dabei auftretenden Abgasschwankungen zu beachten, wobei hier jedoch die Pufferwirkung eines nachgeschalteten Katalysators diese Schwankungen zum größten Teil wieder herausmittelt. Die obere Grenze für die Amplitude der Regelschwingung wird also entweder durch das Fahrverhalten oder einen oberen Schwellwert für die Abgasemission festgelegt. Für den einschlägigen Fachmann ist die Bemessung dieses Wertes der Amplitude der Regelschwingung eine reine Routinearbeit und stellt ihn vor keinerlei Probleme.

In Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel des Reglers des erfindungsgemäßen Gemischzumeßsystems dargestellt. Die Ausgangssignale der Abgassonde 15 gelangen zu einer Vergleichseinrichtung 41, in der sie mit einem vorgegebenen Sollwert 42 verglichen werden. Das Ergebnis dieser Vergleichsoperation dient als Eingangsgröße des Reglers 16, dessen Ausgangssignale F_r zur korrigierenden Beeinflussung beispielsweise der Einspritzzeitdauer dienen. Der Regler 16 besteht aus einem P-Kanal 43 und einem dazu parallel geschalteten I-Kanal 44, dem eine Korrekturstufe 45 vorgeschaltet ist.

Die Ausgangssignale der Abgassonde 15 werden weiterhin zwei Monoflop-Stufen 46 und 47 zugeführt, die ausgangsseitig zwei Schalter 48 und 49 betätigen. Dabei ist die Monoflop-Stufe 46 auf die positiven Flanken und die Monoflop-Stufe 47 auf die negativen Flanken des Ausgangssignals der Abgassonde 15 empfindlich. Über die Schalter 48 und 49 wird das Ausgangssignal F_r des Reglers 16 jeweils auf den Eingang zweier

...

Abtast- und Halteeinheiten 50 und 51 gelegt. Die Ausgangssignale dieser Abtast- und Halteeinheiten 50 und 51 gelangen zusammen mit den Signalen des P-Kanals 43 des Reglers 16 auf eine Vergleichsstufe 52. In einer Divisionsstufe 53 wird der Quotient aus dem Ausgangssignal der Vergleichsstufe 52 und einem vorgegebenen Sollwert 54 gebildet. Dieser Quotient wird in einer Vergleichsstufe 55 mit einem Sollwert 56 verglichen und dieses Ergebnis neben anderen Größen einer Multiplizierstufe 57 zugeführt. Die Ausgangsgröße der Multiplizierstufe 57 gelangt über ~~einen V/F-Wandler~~ ^{60 und} einen Schalter 58 auf einen Zähler 59. Die Zählrichtung des Zählers 59 hängt von der jeweiligen Stellung des Schalters 58 ab, wobei dieser Schalter 58 jeweils bei einem Flankenwechsel der Ausgangsgröße der Abgassonde 15 betätigt wird. Der Zählerstand des Zählers 59 beeinflusst die Korrekturstufe 45 und die Multiplizierstufe 57. Des weiteren kann die Multiplizierstufe 57 mit einer weiteren Größe G_f beaufschlagt werden. Es erweist sich in vielen Anwendungsfällen als sinnvoll, die Korrekturstufe 45 mit Signalen einer Lasterkennungsstufe 61, der entsprechenden Maschinenkenngößen wie z.B. Q_L , α , n oder p zugeführt werden, zu beaufschlagen.

Die Anordnung funktioniert wie folgt: Mittels der Abtast- und Halteverstärker 50, 51 werden die Amplituden der Regelschwingung an den Umschaltpunkten der Ausgangsgröße der Abgassonde 15 gespeichert. In der Vergleichsstufe 52 findet eine Differenzbildung dieser Werte statt, so daß am Ausgang die Amplitude der Regelschwingung zur Verfügung steht. Um alleine die Amplitude des integralen Teils zu ermitteln, wird in der Vergleichsstufe 52 zusätzlich der P-Anteil der Regelschwingung abgezogen. Es kann sich in verschiedenen

...

Fällen als günstig erweisen, den abzuziehenden E-Anteil rein rechnerisch gleich Null zu setzen, da hierdurch unter Umständen der Rechenaufwand herabgesetzt werden kann. Nach einer Division der Ausgangsgröße der Vergleichsstufe 52 durch eine vorgegebene Sollgröße 54 und einen Vergleich dieses Quotienten in der Vergleichsstufe 55 mit einem Sollwert 56, der insbesondere den Wert 1 annimmt, findet in der Multiplizierstufe 57 eine Multiplikation mit der Ausgangsgröße des Zählers 59 statt. Über den Spannungs/Frequenz-Wandler 60 beeinflusst die Multiplizierstufe 57 die Zählgeschwindigkeit des Zählers 59. Die Korrekturstufe 45 beeinflusst in Abhängigkeit vom Zählerstand des Zählers 59 die Steigung des I-Anteils der Regelschwingung.

Über eine Lasterkennungsstufe 61, der Maschinenkenngrößen wie die Drehzahl n , die Drosselklappenstellung α oder der Luftdurchsatz Q zugeführt werden, kann eine Vorsteuerung des I-Anteils der Regelschwingung in Abhängigkeit von der Last der Brennkraftmaschine durchgeführt werden. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise in der DE-OS 22 29 928 dargestellt.

Die beschriebene Anordnung hat im wesentlichen drei Funktionen zu erfüllen, nämlich die Messung der Integratorsteigung, den Vergleich mit der Sollsteigung und die Korrektur der Integratorsteigung. Da die Regelschwingung ihren größten Wert A_o innerhalb eines Zyklus zu dem Zeitpunkt hat, bei dem die Ausgangsgröße der Abgassonde von mager nach fett und ihren kleinsten Wert A_u bei einem Fett-Mager-Sprung hat, kann durch Speichern dieser Extremwerte und einer anschließenden Differenzbildung die Ist-Amplitude $A_i = A_o - A_u$ gebildet werden. Zieht man zusätz-

...

lich den Proportionalanteil P ab, so erhält man denjenigen Amplitudenanteil der Regelschwingung, der alleine auf den I-Anteil $I_i = A_i - P$ zurückzuführen ist. Dabei kann der P-Anteil asymmetrische Werte annehmen, d.h., daß der P-Wert beim Mager-Fett-Sprung sich von dem beim Fett-Mager-Sprung des Ausgangssignals der Abgassonde unterscheiden kann. Die Steigung des I-Anteils für einen neuen Zyklus kann aus der Steigung des I-Anteils eines vorhergehenden Zyklus nach

$$S_{\text{neu}} = \frac{I_{s^0}}{I_i} \cdot S_{\text{alt}}$$

berechnet werden. Mit der Beziehung

$$S_{\text{neu}} = S_{\text{alt}} + \Delta S = \frac{I_{s^0}}{I_i} \cdot S_{\text{alt}}$$

ergibt sich für die Änderung der Integratorsteigung ΔS der Zusammenhang

$$S = S_{\text{alt}} \cdot \left(\frac{I_{s^0}}{I_i} - 1 \right).$$

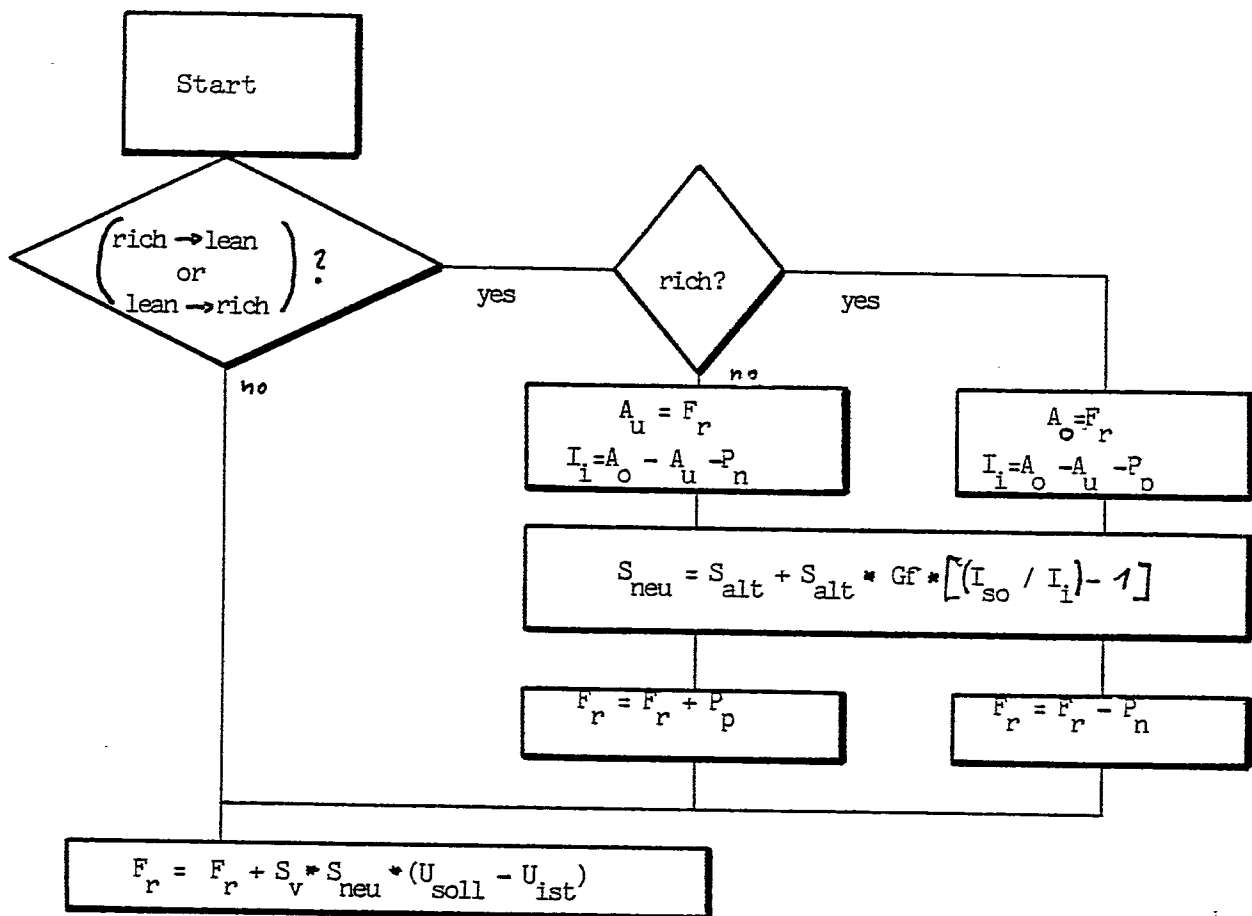
Da bei Änderungen der Vorsteuerwerte bzw. bei plötzlichen Störungen eine Schwingungsmittelwertverschiebung auftritt und deshalb die Abweichung vom alten Schwingungsmittelwert über eine zusätzlich verlängerte Integratorlaufzeit abgedeckt werden muß, können sich durch den Amplitudenzuwachs Ungenauigkeiten in der Berechnung der neuen Integratorsteigung ergeben. Um diesen Effekt weitgehend zu unterdrücken, wird ein Gewichtungsfaktor G_p eingeführt, der im wesentlichen Werte $G_p < 1$ annimmt. Diese Maßnahme reduziert die maximal mögliche Änderungsgeschwindigkeit in der Integratorsteigung, so daß diese Steigung erst nach mehreren Schwingungen den gewünsch-

...

ten Wert annimmt. Der Einfluß einer einzelnen, durch eine Mittelwertverschiebung der Schwingung vergrößerten Steigung wird hierdurch erheblich unterdrückt.

Eine andere Möglichkeit diese Mittelwertverschiebung zu unterdrücken besteht darin, statt des Vergleichs der alleine durch den I-Anteil der Regelschwingung verursachten Amplituden I die Gesamtamplituden $A = I + P$ zu vergleichen, wozu der in der Vergleichsstufe 52 abziehende P-Anteil identisch Null gesetzt wird. Auch hierdurch würde ebenfalls eine Verringerung in der Änderungsgeschwindigkeit der Integratorsteigung erreicht. Darüber hinaus könnte durch eine derartige Version der Rechenaufwand verringert werden. Es sei an dieser Stelle noch einmal betont, daß ein Fachmann bei Kenntnis der beschriebenen Zusammenhänge mit seinem Fachwissen sowohl eine analoge als auch eine digitale mikrocomputergesteuerte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung realisieren kann.

Im folgenden ist ein Flußdiagramm für eine rechnergesteuerte Ausführungsform der Erfindung offenbart, die für sich selbst spricht und keiner weiteren Erläuterungen bedarf:



Abkürzungen:

- A_u - unterer Amplitudenwert
- A_o - oberer Amplitudenwert
- F_r - Ausgang des λ -Reglers
- P_n - negativer Proportionalanteil
- P_p - positiver Proportionalanteil
- I_i - Ist-Amplitude
- S_{neu} - neue Integratorsteigungskorrektur
- S_{alt} - alte Integratorsteigungskorrektur
- Gf - Gewichtungsfaktor
- I_{so} - Sollamplitude
- S_v - Vorsteuerung der Integratorsteigung
- U_{soll} - Sollspannung der λ -Sonde
- U_{ist} - Istspannung der λ -Sonde

In Figur 5 ist das Ausgangssignal F_r eines Reglers im erfindungsgemäßen Gemischzumeßsystem einer Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen. Zum Zeitpunkt t_A findet gleichzeitig eine sprungartige Veränderung des Vorsteuerwertes und der Totzeit des Regelkreises (Kombination der Effekte der Figuren 3a und 3b) statt. Trotz der gleichzeitigen Veränderung dieser beiden Größen erreicht das erfindungsgemäße System schon nach ungefähr drei Schwingungszyklen eine Anpassung der Integratorsteigung in der Weise, daß die Sollamplitude der Regelschwingung erreicht ist.

Insgesamt gesehen läßt sich mit diesem erfindungsgemäßen System die maximale Regelfrequenz erreichen, da die Amplituden von P- und I-Anteil der Regelschwingung durch eine Anpassung insbesondere der Integratorsteigung auf gleich große Werte eingestellt werden und somit der Regler stets im Optimum arbeitet.

Auch Exemplarstreuungen von einem Motor zum anderen bzw. einer Abgassonde zu anderen und Langzeitveränderungen von Motor und Abgassonde kommt aufgrund der sich anpassenden Integratorsteigung keine nachteilige Bedeutung mehr zu. Obwohl Ausführungsbeispiele der Erfindung in Verbindung mit einer Einspritzanlage erläutert wurden, spielt es für das Wesen der Erfindung keine Rolle, in welcher speziellen Art und Weise die Gemischaufbereitung durchgeführt wird.

R. 19241

13.2.1984 Vb/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer dem Abgas der Brennkraftmaschine ausgesetzten, das Luftverhältnis λ anzeigenden und vorzugsweise eine Zweipunkt-Charakteristik aufweisenden Abgassonde, deren Signale einer nachgeschalteten, vorzugsweise Proportional-Integral-Verhalten aufweisenden Regelfunktion unterworfen werden und bei dem die Ausgangsgröße dieser Regelfunktion auf die Gemischzusammensetzung korrigierend einwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschwingung der Ausgangsgröße der Regelfunktion mittels einer überlagerten Regelung auf eine vorgegebene Amplitude eingestellt wird.

2. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die überlagerte Regelung auf den in der Regelschwingung enthaltenen Integral-Anteil Einfluß genommen wird.

3. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in der Regelschwingung enthaltene Proportionalanteil auf einen vorgegebenen Wert festgelegt wird oder in Beziehung zu der gemessenen Amplitude der Regelschwingung gesetzt wird.

...

4. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der in der Regelschwingung enthaltene Integral-Anteil im eingeschwungenen Zustand die gleiche Amplitude wie der Proportional-Anteil aufweist.

5. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Istwert der Steigung des Integral-Anteils der Regelschwingung in zeitlicher Folge bestimmt, mit einem Sollwert verglichen und über diesem Soll-Ist-Wertvergleich die Steigung des Integral-Anteils korrigiert wird.

6. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Istwerte der Amplitude der Regelschwingung in zeitlicher Folge bestimmt, mit einem Sollwert verglichen und über diesem Soll-Ist-Wertvergleich die Steigung des I-Anteils korrigiert wird.

7. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorsteuerung des Istwertes der Steigung des Integral-Anteils der Regelschwingung in Abhängigkeit von zumindestens vom Lastzustand der Brennkraftmaschine abhängigen Brennkraftmaschinen-Betriebskenngrößen durchgeführt wird.

8. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß der überlagerten Regelung auf den Integral-Anteil durch einen Wichtungsfaktor (G_f) beeinflussbar ist.

...

9. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Wichtungsfaktor (G_f) auf Werte $G_f < 1$ eingestellt ist.

10. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße der Regelfunktion auf die von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie Drehzahl, Luftdurchsatz oder der Last abhängigen Vorsteuerwerte für die Gemischzusammensetzung korrigierend einwirkt.

FIG. 1

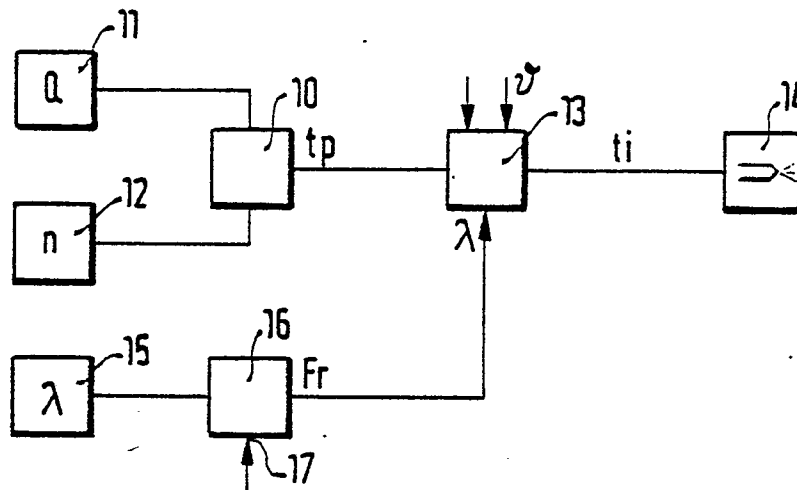


FIG. 2

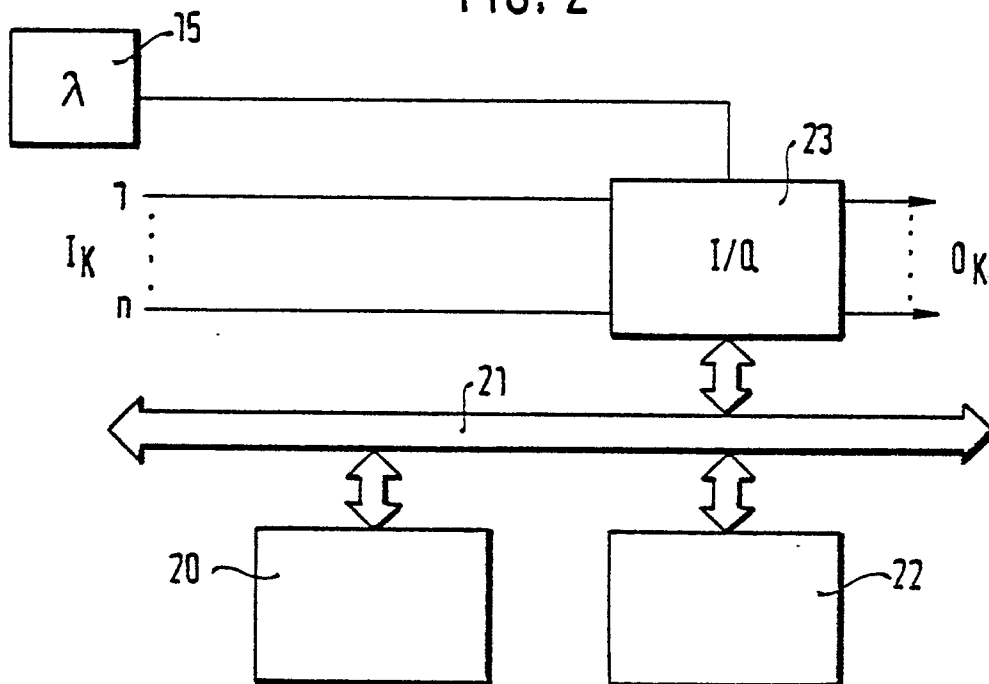


FIG. 3a

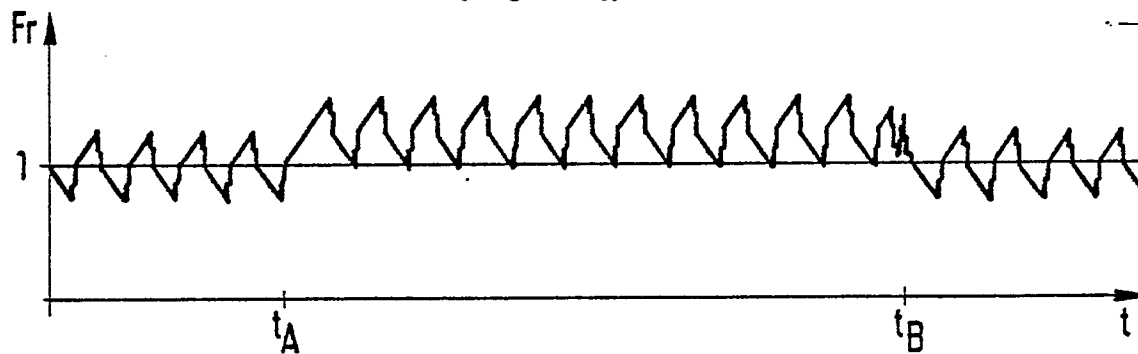


FIG. 3b

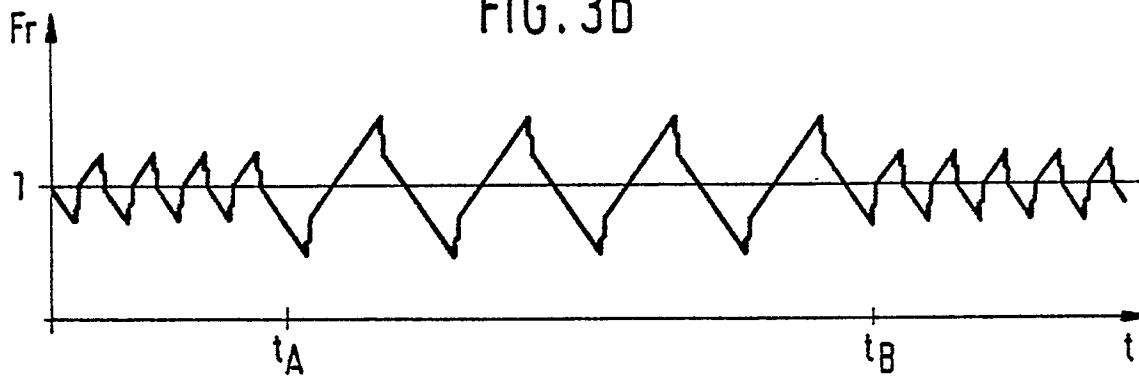


FIG. 3c

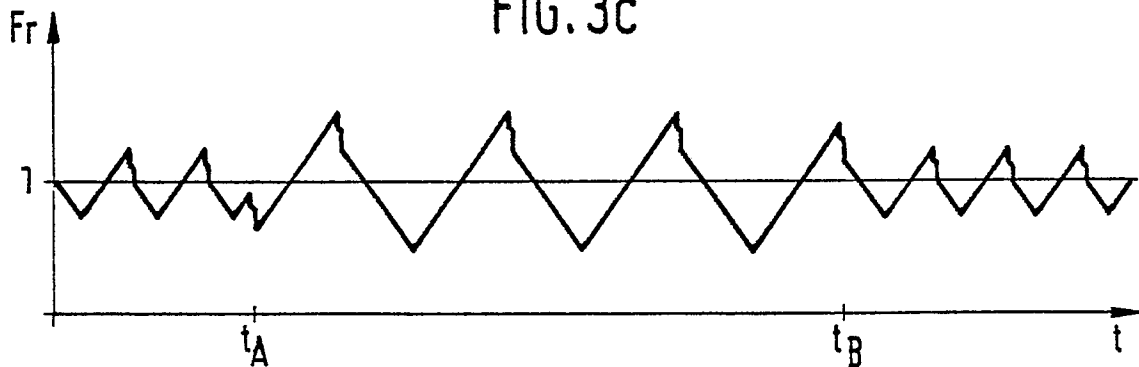


FIG. 4

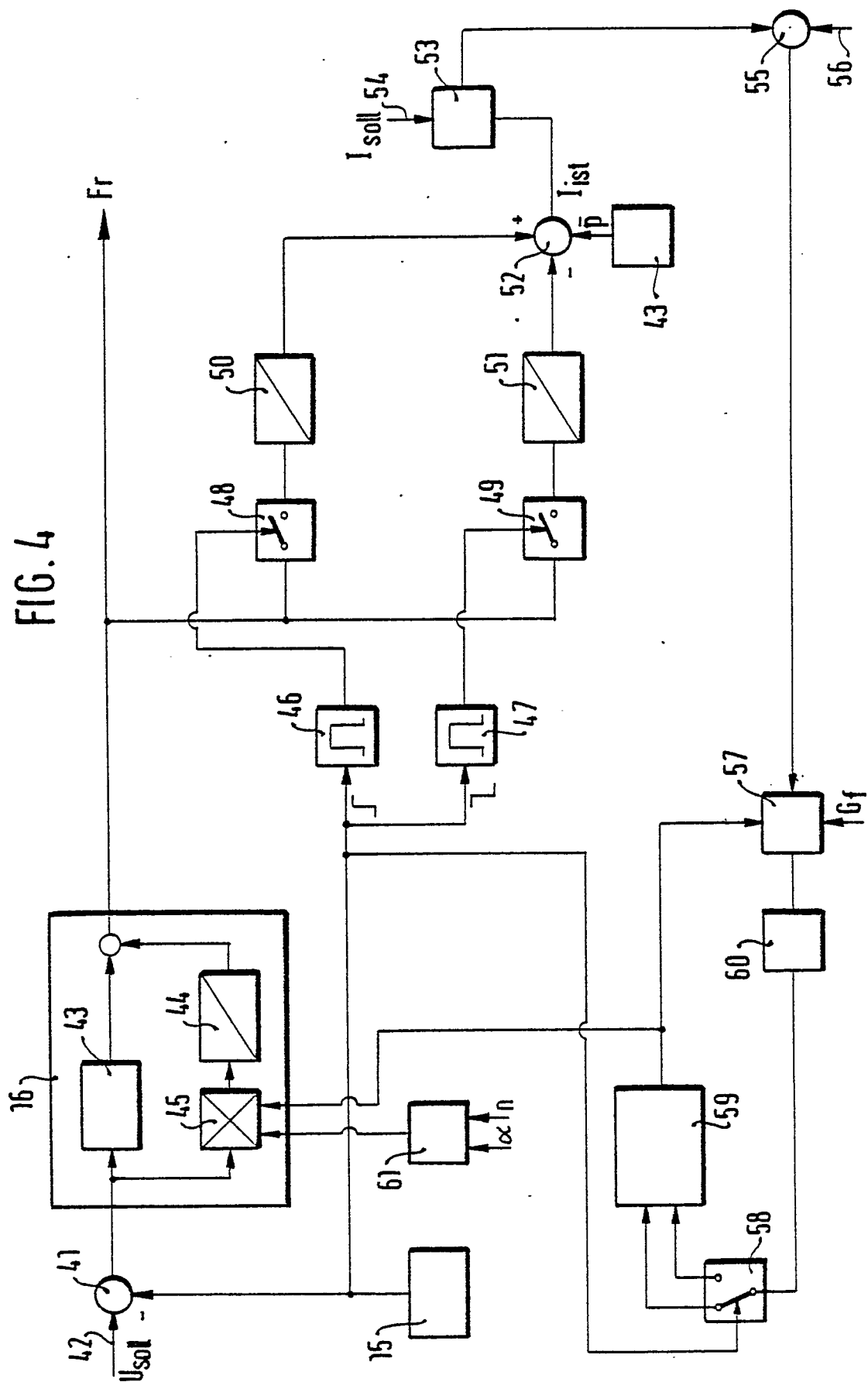


FIG. 5

