



0 153 493
A2

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(51) Int. Cl.⁴: F 02 D 41/14
F 02 D 41/10, F 02 D 41/12
F 02 D 41/26

② Anmeldetag: 22.12.84

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

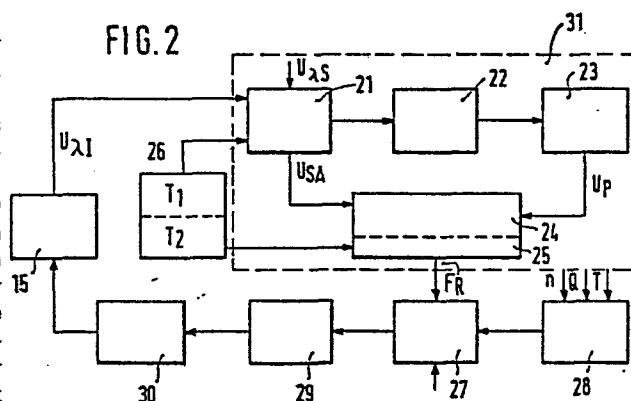
72 Erfinder: Braun, Günter
Uhlandstrasse 8
D-7141 Freiberg am Neckar(DE)

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

72 Erfinder: **Miller, Norbert, Dipl.-Ing.**
Schillerstrasse 19/1
D-7101 Abstatt(DE)

(72) Erfinder: Näger, Jürgen
Kurfürstenstrasse 12
D-7140 Ludwigsburg(DE)

57) Es wird ein Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer digitalen Recheneinheit, insbesondere einem Mikrocomputer, deren Signalverarbeitungsablauf an Zeittakte gebunden ist und mit einem insbesondere analoge Ausgangssignal ausgebenden, auf Betriebsparameter der Brennkraftmaschine empfindlichen Signalerzeugungsmittel, insbesondere einer auf die Luftzahl Lambda empfindlichen Abgassonde, die in einem Regelkreis zur Beeinflussung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses eingesetzt wird und insbesondere ihre Ausgangsgröße bei der Luftzahl Lambda = 1 ändert, vorgeschlagen, bei der eine Korrekturfunktion (24) vorgesehen ist, die den Einfluß einer mit der zeitgetakteten Signalverarbeitung verbundenen Verzögerungszeit (t_v) in der Weitergabe der Änderung der Ausgangsgröße der Sonde (15) auf die Gemischbildung korrigiert. Für die Funktionsweise der Korrekturfunktion (24) sind zwei Methoden angegeben, mit denen eine Mittelwertverschiebung der die Gemischbildung beeinflussenden Größe (F_R) verhindert und eine Minimierung der Schadstoffkonzentration im Abgas ermöglicht wird. Es werden Ablaufpläne für eine Ausführung der Erfindung mittels eines entsprechend programmierten Mikrocomputers offenbart.



R. 1. 1. 1. }
8.2.1984 Vb/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer digitalen Recheneinheit nach der Gattung des Hauptanspruchs. Ein derartiges Gemischzumeßsystem ist beispielsweise in der DE-OS 31 24 676 (US-SN 38 63 076) offenbart. Obwohl das bekannte System in der Praxis zufriedenstellend arbeitet, hat es sich jedoch gezeigt, daß aufgrund der hohen Anforderungen an die Schadstofffreiheit des Abgases weitere Verbesserungen möglich und erforderlich sind.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer digitalen Recheneinheit mit den Merkmalen des Hauptanspruchs ermöglicht es dagegen, unabhängig vom Zeitpunkt der Änderung der Ausgangsgröße eines Signalzeugungsmittels in Relation zur zeitgetakteten, verzögerten Signalverarbeitung dieses Ausgangssignals der Brenn-

...

kraftmaschine ein optimales Gemisch zur Verfügung zu stellen. Insbesondere durch eine Korrektur des Einflusses einer verzögerten Weitergabe der Änderung der Ausgangsgröße der Sonde kann für eine geringe Schadstoffkonzentration im Abgas gesorgt werden. Es erweist sich als vorteilhaft, die Gemischzumessung in Abhängigkeit von zumindest der Verzögerungszeit und/oder des Zeittaktes der digitalen Recheneinheit korrigierend zu beeinflussen.

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

Zeichnung

Es zeigen Figur 1 eine grobe Übersicht über ein Gemischzumesssystem mit einem Mikrocomputer, Figur 2 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Gemischzumesssystems und Figur 3 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Funktionsweise des Gemischzumesssystems in der Figur 2.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die folgenden Ausführungsbeispiele werden im Zusammenhang mit einer Kraftstoffeinspritzanlage beschrieben. Das Gemischzumesssystem in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Korrekturfunktion ist jedoch unabhängig von der Methode der Gemischzumessung, so daß die Erfindung z.B. auch in Verbindung mit Vergaseranlagen einsetzbar ist. Auch die Darstellung des erfindungsgemäßen Gemischzumesssystems anhand eines Blockschaltbildes (Figur 2) begrenzt eine praktische Ausführungsform nicht auf eine einzige Möglichkeit der Realisierung. Die Realisierung mittels eines frei programmierbaren Rechners ist deshalb problemlos, weil die Erfindung als solche klar erkennbar

ist und somit für einen Fachmann auf dem Gebiet der elektronischen Gemischzumeßsysteme keinerlei Probleme liefert.

Figur 1 zeigt in schematischer Weise eine Übersicht über ein rechnergesteuertes System mit den wesentlichsten Komponenten. Mit 11 ist ein Rechenwerk bezeichnet, das über einen Daten-Steuer- und Adressbus 12 mit einem Speicher 13 sowie mit einer Ein-Ausgabe-Einheit 14 gekoppelt ist. Diese Einheit 14 erhält neben einem Signal von einem Signalerzeugungsmittel, insbesondere einer Sonde 15, insbesondere einer Lambda-Sonde, verschiedene Eingangsgrößen I_K zugeführt und gibt verschiedene Ausgangsgrößen O_K ab, beispielsweise eine Einspritzzeitdauer für die zuzumessende Kraftstoffmenge oder ein Signal für den Steller in einem Luftbypass einer Vergaseranlage.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung als Blockschaltbild dargestellt. Die mit 15 bezeichnete Sonde, im vorliegenden Beispiel als Abgassonde ausgebildet, liefert eine Ausgangsgröße $U_{\lambda I}$ an eine SONDENSIGNALAUSWERTEEINHEIT 21, die ihrerseits über eine Zeitstufe 22 mit einer vorzugsweise als PI-Regler ausgebildeten Regelungseinrichtung 23 verbunden ist. Weiterhin sind die SONDENSIGNALAUSWERTEEINHEIT 21 sowie die Regelungseinrichtung 23 mit einer Korrekturstufe 24, an die eine Ausgabeeinheit 25 angeschlossen ist, verbunden. Der Ausgabeeinheit 25 sowie der SONDENSIGNALAUSWERTEEINHEIT 21 werden insbesondere unterschiedliche Zeittakte einer Zeittakteinheit 26 zugeführt. Daneben liegt an der SONDENSIGNALAUSWERTEEINHEIT 21 eine Sollwertinformation $U_{\lambda S}$ an, die eine Sollwertinformation für das der Brennkraftmaschine zuzumessende Luft-Kraft-Verhältnis darstellt. Einer Gemischbildungseinheit 27, werden die Signale F_R der Ausgabeeinheit 25 sowie einer Vorsteuerungseinheit 28 zugeführt, wobei die Vorsteuerungseinheit 28 Eingangsgrößen über Betriebsparameter der Brenn-

kraftmaschine wie die Drehzahl, Last oder Temperatur und ähnliches verarbeitet. Die Gemischbildungseinheit 27 beeinflusst eine Brennkraftmaschine 29, wobei das von der Brennkraftmaschine ausgestoßene Abgas 30 die Abgassonde 15 umspült und deren Ausgangsgröße $U_{\lambda I}$ beeinflusst, so daß der Regelkreis für die Gemischbildung geschlossen ist. Es versteht sich, daß die Funktion der Komponenten Sondensignalauswerteeinheit 21, Zeitstufe 22, Regeleinheit 23 sowie Korrekturstufe 24 und Ausgabereinheit 25 ebenso mit Hilfe eines entsprechend programmierten, in der Figur 2 gestrichelt angedeuteten Mikrocomputer 31 realisiert werden können. Auch die Vorsteuerung mittels der Vorsteuerungseinheit 28 sowie die Zeittakteinheit 26 kann im Mikrocomputer 31 integriert sein.

Bis auf die Blöcke Zeittakteinheit 26 sowie Korrekturstufe 24 und Ausgabereinheit 25 ist diese Anordnung hinreichend bekannt, so daß ihre Funktionsweise nicht näher erläutert werden muß. Wichtig für den Kern der Erfindung ist nun die Tatsache, daß aufgrund der digitalen, zeitgetakteten Datenverarbeitung Verzögerungszeiten in der Weitergabe der Änderung der vorzugsweise analogen Ausgangsgröße $U_{\lambda I}$ an die Gemischbildungseinheit 27 zur überlagerten Beeinflussung des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses auftreten. Zur Erläuterung der hiermit verbundenen Problematik dienen die in Figur 3 dargestellten Zeitdiagramme, wobei in Figur 3a das vorzugsweise analoge Ausgangssignal $U_{\lambda I}$ der Sonde 15 für den Sonderfall dargestellt ist, daß die Sonde 15 als ($\lambda = 1$)-Sonde ausgebildet ist. Dabei entspricht ein niedriger Ausgangssignalpegel einem mageren und ein hoher Ausgangssignalpegel einem fetten Luft-Kraftstoff-Gemisch. Diese Abgassonden-Ausgangsgröße wird in der Sondensignalauswerteeinheit 21 mit dem Sollwert $U_{\lambda S}$ verglichen und mit

...

einer Zählfrequenz, deren Periodendauer mit T_1 gekennzeichnet ist, abgetastet. Das entsprechende Ausgangssignal U_{S_0} der Sondensignalauswerteeinheit 21 ist in der Figur 3b aufgetragen. Dieses Signal gelangt eventuell um eine gewünschte Zeit verzögert zum einen direkt auf die Korrekturstufe 24 und zum anderen über die Zeitstufe 22, die im wesentlichen zu einer Verschiebung des mittleren Luft-Kraftstoff-Verhältnisses dient, zur Regeleinheit 23.

Das Ausgangssignal U_{PI} der Regeleinrichtung 23, das im vorliegenden Ausführungsbeispiel für einen konstanten Ausgangspegel der Abgassonde 15 integrales Verhalten und beim Wechsel des Ausgangspegels proportionales Verhalten aufweist, ist in Figur 3c aufgetragen.

Es gilt nun als Stand der Technik, daß die Ausgangssignale der Regeleinrichtung 23 über die Ausgabeeinheit 25 die Gemischbildungseinheit 27 beispielsweise multiplikativ mit einem Faktor F_R beeinflussen. Da aus verschiedenen programmtechnischen Gründen die Zeitdauer T_2 zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausgaben der Ausgabeeinheit 25 im allgemeinen unterschiedliche Werte im Vergleich zur Abtastrate T_1 , nämlich insbesondere größere Werte annimmt, können, wie in Figur 3d und e dargestellt, Zeitverzögerungen zwischen dem tatsächlichen Schaltvorgang der Sonde und der Weitergabe dieses Schaltvorganges durch die Ausgabeeinheit 25 auftreten. Hieraus können mehr oder minder kurzzeitige Mittelwertschiebungen des Ausgabesignals F_R resultieren, so daß unter Umständen eine erhebliche Abweichung vom für eine eventuelle katalytische Abgasnachbehandlung erforderlichen Luftverhältnis auftritt.

Zur Vermeidung dieser Nachteile und einer daraus resultierenden hohen Schadstoffkonzentration, die auch nicht durch einen Katalysator zu reduzieren ist, ist es erforderlich,

die aufgrund dieser verzögerten Ausgabe der Größe F_R entstandene Abweichung möglichst rasch durch einen Eingriff zu korrigieren. Hierzu ist die Korrekturstufe 24 erforderlich, deren Funktionsweise im folgenden näher erläutert wird.

In Figur 3d ist die von der Korrekturstufe 24 über die Ausgabeeinheit 25 im Zeittakt T_2 ausgegebene Größe F_R aufgetragen. Die aufgrund der unterschiedlichen Verarbeitungszeiten im Mikrocomputer auftretende Verzögerungszeit in der Weitergabe der Änderung der Ausgangsgröße der Abgassonde 15 ist mit t_v gekennzeichnet. Der Signalverlauf, der ohne Einwirken der Ausgabeeinheit 25 und der Korrekturstufe 24 auftreten würde, ist gestrichelt gekennzeichnet. Aus dieser Figur ist zu entnehmen, daß aufgrund der verzögerten Ausgabe eine Mittelwertverschiebung des Ausgabesignals F_R auftritt, da sich das Flächenverhältnis für Flächen oberhalb und unterhalb der gestrichelten, bei $F_r = 1$ eingetragenen Linie ändert. Dies führt zumindestens kurzzeitig zu einer Änderung des der Brennkraftmaschine zugeführten Luft-Kraftstoff-Verhältnisses. Zur Vermeidung dieser Mittelwertverschiebung werden nun zwei Möglichkeiten vorgeschlagen. In beiden Fällen wird die Verzögerungszeit, die sich aus der Differenz zwischen der Änderung der Ausgangsgröße der Abgassonde und der tatsächlichen Ausgabe (siehe Figur 3b in Verbindung mit 3d) ergibt, in Relation zur Taktzeit T_2 gesetzt. Zur Bestimmung eines Korrekturwertes nach der ersten Methode ist eine Multiplikation dieses Wertes mit der Größe Δ Ausgang, die sich, natürlich geeignet normiert, aus der Differenz der neuen Ausgangsgröße und der alten Ausgangsgröße beispielsweise der Sondensignalauswerteeinheit 21 ergibt, vorgesehen. Im vorliegenden Spezialfall ergibt sich das Verhältnis von Verzögerungszeit zur Taktzeit T_2 zu etwa 0,75 und der Wert Δ Ausgang aus Figur 2b zu (-1), so daß

sich der Korrekturwert auf $(-0,75)$ willkürliche Einheiten (bezogen auf die Skala der Figur 3c) beläuft. Beim nächsten Schaltvorgang der Sonde liegen die gleichen Verhältnisse, allerdings mit umgekehrten Vorzeichen für Ausgang vor, so daß sich hier ein Korrekturwert von $(+0,75)$ willkürlichen Einheiten ergibt. Der Korrekturwert wird somit nach der Rechenvorschrift:

$$\text{Korrekturwert} = (\text{Verzögerungszeit } t_v / \text{Taktzeit } T_2) \cdot \Delta \text{Ausgang}$$

mit $\Delta \text{Ausgang} = \text{neue Ausgangsgröße} - \text{alte Ausgangsgröße}$ berechnet. Um diesen Korrekturwert wird die jeweilige Ausgangsgröße F_R modifiziert (siehe Ablaufplan Seite 8), wobei möglicherweise notwendige Normierungsfaktoren für $\Delta \text{Ausgang}$ nicht berücksichtigt wurden. Eine Normierung ist im allgemeinen dazu notwendig, die Ausgangsgröße $\Delta \text{Ausgang}$ in Einheiten der Ausgabegröße F_R umzurechnen.

Die zweite Methode geht von dem Konzept aus, eine Änderung des Ausgangssignals jeweils mit einer Verzugszeit von mindestens einem Zeittakt T_2 abzuarbeiten. Während dieser Verzugszeit, die durchaus auch mehrere, beispielsweise n Taktzeiten T_2 umfassen kann, wird unter Vernachlässigung von Normierungsfaktoren eine, nach der Formel:

$$\text{neue Ausgabegröße} = \text{alte Ausgabegröße} + (\text{Verzögerungszeit } t_v / \text{Taktzeit } T_2) \cdot \Delta \text{Ausgang}$$

mit $\Delta \text{Ausgang} = \text{neue Ausgangsgröße} - \text{alte Ausgangsgröße}$ berechnete Größe als Ausgabegröße F_R ausgegeben (siehe Ablaufplan Seite 9). Der zeitliche Verlauf der Ausgabegröße F_R ergibt sich in entsprechender Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel (Figur 3d) und ist in Figur 3e aufgetragen.

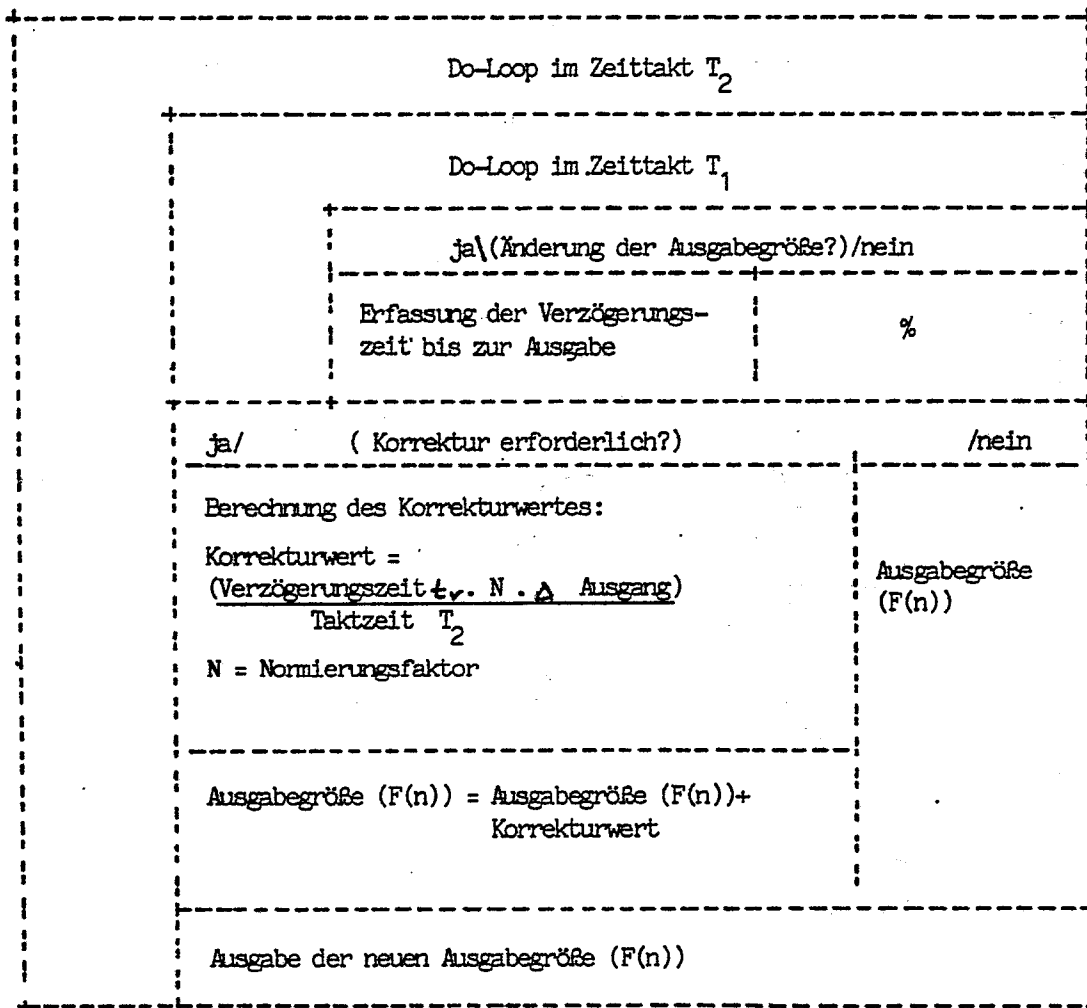
...

Obwohl das Ausführungsbeispiel aus Gründen der Anschaulichkeit blockschaltbildmäßig dargestellt wurde, ist auch an eine Realisierung mittels eines entsprechend programmierten Mikrocomputer gedacht. Zur Erläuterung der entsprechenden Programmstruktur sind im folgenden zwei Ablaufpläne, entsprechend den beiden Methoden zur Ermittlung des Korrekturwertes, dargestellt. Diese Ablaufpläne sprechen für sich selbst, so daß neben den obigen Ausführungen keine weiteren Erläuterungen notwendig sind.

...

19228⁰¹⁵³⁴⁹³

Ablaufplan zu Methode 1



Ausführungsbeispiele der Erfindung wurden anhand eines Lambda-geregelten Gemischzumeßsystems für eine Brennkraftmaschine beschrieben. Das Wesen der Erfindung ist jedoch nicht auf insbesondere ein Lambda-geregeltes Gemischzumeßsystem eingeschränkt. Die Erfindung kann immer dann Anwendung finden, wenn das integrale Verhalten der Ausgangssignale eines Sensors oder einer Sonde oder allgemein eines Signalerzeugungsmittels, insbesondere für die Gemischzumessung eine Rolle spielt und aufgrund der zeitgetakteten, verzögerten Signalverarbeitung dieser Signale eine Zeitverzögerung entsteht. Als weitere Regelverfahren für die Gemischzusammensetzung einer Brennkraftmaschine, bei denen die Erfindung einsetzbar ist, können beispielsweise die Leerlauf-füllungsregelung, Regelung der Abgasrückführung, Klopfregelung, Extremwertregelung und ähnliches genannt werden.

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 Stuttgart 1

Ansprüche

1. Gemischzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer digitalen Recheneinheit, insbesondere einem Mikrocomputer, deren Signalverarbeitungsablauf an Zeittakte gebunden ist und mit einem, insbesondere analoge Ausgangssignale ausgebenden, auf Betriebsparameter der Brennkraftmaschine empfindlichen Signalerzeugungsmittel, insbesondere einer auf die Luftzahl λ empfindlichen Abgassonde, die in einem Regelkreis zur Beeinflussung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses eingesetzt wird und insbesondere ihre Ausgangsgröße bei der Luftzahl $\lambda = 1$ ändert, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrekturfunktion (24) vorgesehen ist, die den Einfluß einer mit der zeitgetakteten Signalverarbeitung verbundenen Verzögerungszeit (t_v) in der Weitergabe der Änderung der Ausgangsgröße des Signalerzeugungsmittels auf die Gemischbildung korrigiert.

2. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfunktion (24) einen Korrekturwert in Abhängigkeit von zumindest der erfaßten Verzögerungszeit (t_v) ermittelt.

3. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfunktion (24) einen Korrekturwert in Abhängigkeit von einer Taktzeit (T_2) der digitalen Recheneinheit ermittelt.

...

4. Gemischzumeßsystem nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfunktion (24) einen Korrekturwert in Abhängigkeit von der Änderung der Ausgangsgröße (Δ Ausgang) des Signalerzeugungsmittels ermittelt.

5. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfunktion (24) entsprechend der Rechenvorschrift:

Korrekturwert = (Verzögerungszeit t_v / Taktzeit T_2) $\cdot$ Δ Ausgang $\cdot$ N
 mit Δ Ausgang = n-te Ausgangsgröße - (n-1)-te Ausgangsgröße
 und
 N = Normierungsfaktor
 einen Korrekturwert ermittelt.

6. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Änderung der Ausgangsgröße zur Ermittlung einer Ausgabegröße (F_R) zeitlich um zumindestens eine Taktzeit (T_2) zurückliegende Ausgabegrößen (F_R) von der Korrekturfunktion (24) verarbeitet werden.

7. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturfunktion (24) während dieses Zeitraums von zumindestens einer Taktzeit (T_2) eine um den Korrekturwert geänderte Ausgabegröße (F_R) ermittelt.

8. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgabegröße (F_R) für die Gemischbildung gemäß der Rechenvorschrift:

n-te Ausgabegröße = (n-m)-te Ausgangsgröße + Korrekturwert
 mit $m = 1, 2, 3, \dots$

gebildet wird.

...

9. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß nach einer Änderung der Ausgangsgröße des Signalerzeugungsmittels zur Ermittlung einer Ausgabegröße (F_R) eine zeitlich um weniger als eine Taktzeit (T_2) zurückliegende Ausgabegröße (F_R) von der Korrekturfunktion (24) verarbeitet wird.

10. Gemischzumeßsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgabegröße (F_R) für die Gemischbildung gemäß der Rechenvorschrift:

n-te Ausgabegröße = n-te Ausgabegröße + Korrekturwert
gebildet wird.

11. Gemischzumeßsystem nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgabegröße (F_R) nur bei einer Änderung der Ausgangsgröße des Signalerzeugungsmittels um einen Korrekturwert korrigiert wird.

FIG. 1

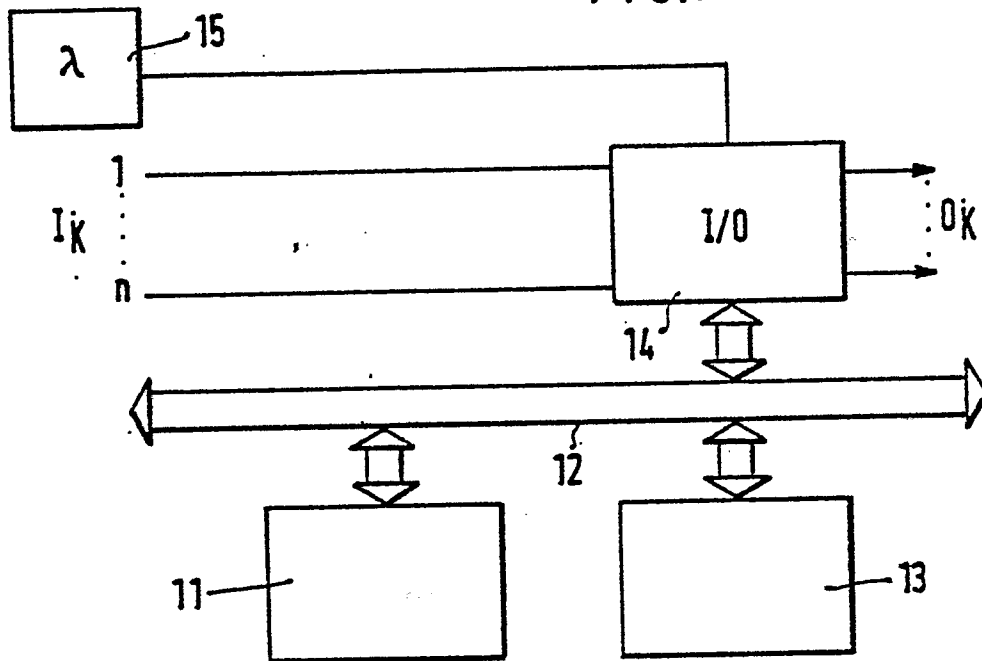


FIG. 2

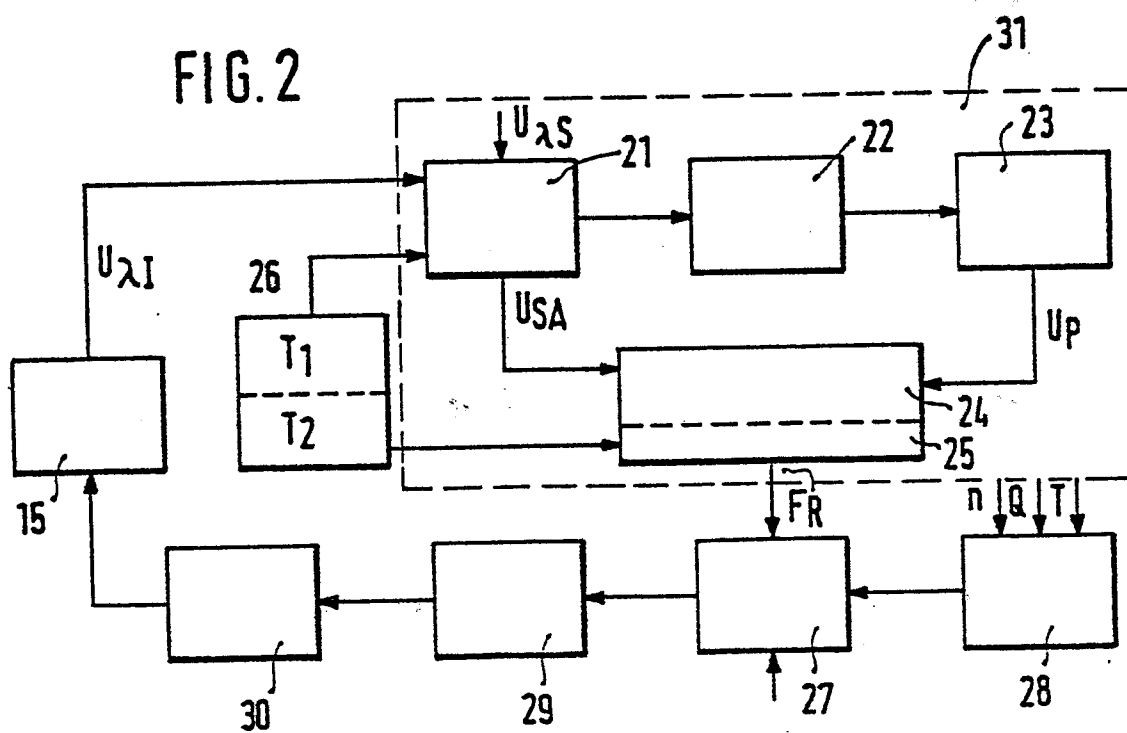


FIG.3

