

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84111992.8

51 Int. Cl.⁴: **F 02 D 41/14**, F 02 D 41/26,
F 02 D 41/34

22 Anmeldetag: 06.10.84

30 Priorität: 12.11.83 DE 3341015

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

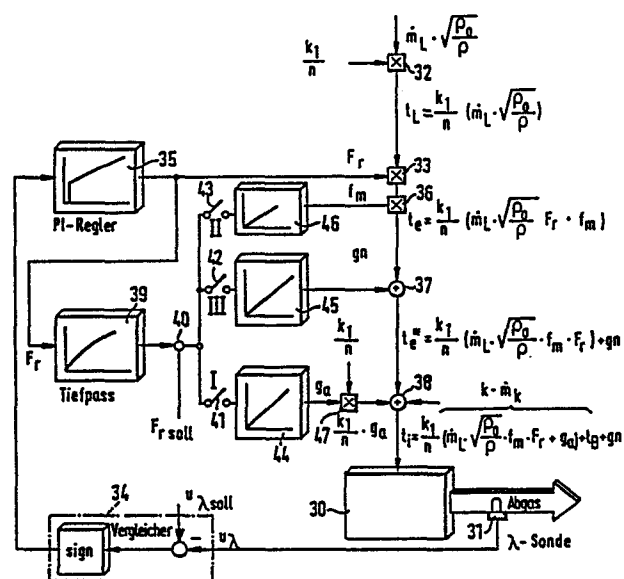
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 22.05.85
Patentblatt 85/21

72 Erfinder: **Clement, Albrecht**, Dipl.-Ing., Iltisweg 35,
D-7014 Kornwestheim (DE)
Erfinder: **Mayer, Dieter**, Dipl.-Ing., Wittlingerstrasse 22,
D-7000 Stuttgart 30 (DE)
Erfinder: **Wild, Ernst**, Dipl.-Ing., Haldenstrasse 23,
D-7251 Weissach-Flacht (DE)

84 Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB LI SE

54 Einrichtung für die Gemischaufbereitung bei einer Brennkraftmaschine.

57 Es wird eine Einrichtung für ein Kraftstoffzumesssystem bei einer Brennkraftmaschine mit einer Recheneinheit zur Erzeugung eines Kraftstoffzumesssignals in Abhängigkeit von den Betriebsparametern der Brennkraftmaschine mit einer Sauerstoffsonde und einem mit dem Sondersignal beaufschlagten Filter und mit einer nachgeschalteten Auswerteschaltung zur zusätzlichen, vorzugsweise multiplikativen Beeinflussung des Kraftstoffzumesssignals vorgeschlagen, bei dem die Ausgangsgrösse des Filters zusammen mit bereitgestellten Drehzahlinformationen über wenigstens eine Regelfunktion zu einer zusätzlichen additiven drehzahlabhängigen und einer additiven drehzahlunabhängigen Beeinflussung des Kraftstoffzumesssignals verwendet wird. Durch diese Massnahme wird eine nahezu ideale Vorsteuerung des Kraftstoffzumesssignals erreicht, was sich insbesondere beim Übergangverhalten der Brennkraftmaschine und bei ausgeschaltetem Lambda-Regelkreis positiv hinsichtlich des Fahrverhaltens und Abgasverhaltens der Brennkraftmaschine bemerkbar macht.



R. 19049

31.10.1983 Vb/Hm

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Einrichtung für die Gemischaufbereitung bei
einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung für ein Kraftstoffzumeßsystem bei einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs. Diese Regelsysteme zur Regelung der Luftzahl λ sind schon seit langem bekannt und wurden in der Literatur ausführlich beschrieben. Insbesondere ist aus der DE-OS 30 36 107 eine adaptive λ -Regeleinrichtung für ein Kraftstoffzumeßsystem bei einer Brennkraftmaschine bekannt, bei der zusätzlich zur bereits vorhandenen Regelung multiplikative und additive Korrekturgrößen gebildet und in nichtflüchtigen Speichern abgelegt werden. Die Regeleinrichtung ermöglicht im unteren Teillastbereich und im Leerlaufbereich eine additive, im oberen Teillastbereich und unter Vollastbedingungen eine multiplikative Ausregelung der λ -Verschiebung. Durch diese Maßnahme wird die Vorsteuerung

...

des λ -Wertes allmählich an sich verändernde Betriebsparameter der Brennkraftmaschine adaptiert. Dieser speziellen, in der DE-OS 30 36 107 dargestellten Art der Adaption liegt die Erkenntnis zugrunde, daß bei einer geringen Belastung der Brennkraftmaschine im wesentlichen additive Fehler und bei großer Belastung der Brennkraftmaschine im wesentlichen multiplikative Fehler in der Vorsteuerung des Lambda-Wertes auftreten. Additive Fehler können insbesondere durch sogenannte Leckluftanteile, dies sind Luftanteile die nicht vom Lastsensor, beispielsweise einem Luftmengenmesser registriert werden, hervorgerufen werden. Multiplikative Fehler können beispielsweise aufgrund von Temperatur- bzw. Druckschwankungen, die sich auf die Dichte vom Kraftstoff bzw. angesaugter Luftmenge beziehen, hervorgerufen werden. So erspart eine derartige Adaption der Vorsteuerung einen Höhenggeber, da höhenabhängige Dichtefehler automatisch kompensiert werden.

Im großen und ganzen hat sich diese Anordnung als zufriedenstellend erwiesen, obwohl in einigen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine noch nicht optimale Verhältnisse vorliegen. Wie die Untersuchungen zeigten, darf eine weitere Driftmöglichkeit nicht vernachlässigt werden, die durch die beiden bisher beschriebenen Korrekturmöglichkeiten nicht erfaßt wird. Dies deshalb, da die bekannte Regeleinrichtung nur additive drehzahlunabhängige Fehler berücksichtigt. Tritt ein additiver drehzahlabhängiger Fehler auf, dann kann die Regelung zwar den Fehler für eine bestimmte vorgegebene Drehzahl korrigieren, bei Anfahren eines neuen Drehzahlbereiches ist jedoch der gerade ermittelte Korrekturwert nicht mehr richtig, so daß der Korrekturvorgang von neuem beginnt. Im allgemeinen ändert sich die Drehzahl jedoch

...

derartig rasch, daß die adaptive Anpassung mit ihrer relativ großen Regelzeitkonstanten sozusagen aus "dem Tritt kommt". Anhand von Abgastests konnte gezeigt werden, daß ein solcher Fehler die adaptive Regelung in die Irre führen kann, so daß das Abgas unter derartigen, oben beschriebenen Bedingungen schlechtere Werte annimmt als ohne adaptive Regelung.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung für ein Kraftstoffzumeßsystem bei einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Hauptanspruchs ermöglicht eine optimale Anpassung der Vorsteuerung der Lambda-Regelung. Dadurch, daß eine weitere, drehzahlabhängige Korrektur der Vorsteuerwerte vorgenommen wird, können nun auch Fehler kompensiert werden, die additiver drehzahlabhängiger Natur sind. Derartige additive drehzahlabhängige Fehler können beispielsweise durch verschleißabhängige Langzeitdriften an den Kraftstoffzumeßorganen auftreten. Die Erfindungsleistung setzt schon hier, nämlich in der Erkennung dieser funktionalen Abhängigkeiten der Fehlerquellen ein.

Insbesondere für Brennkraftmaschinen mit elektrischen Einspritzventilen können Ablagerungen und Auswaschungen an den Einspritzventilen, die Anzugsverfälschungen zur Folge haben, Ursache für derartige Fehler sein. Des weiteren kann auch eine falsche Spannungskorrektur an den Einspritzventilen, die aufgrund der unterschiedlichen Anzugs- bzw. Abfallzeiten der Ventile notwendig ist, Anlaß für derartige Fehler geben. Der erfindungsgemäßen Einrichtung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, das Fahr- und Abgasverhalten von Lambda-geregelten Brennkraftmaschinen zu verbessern.

...

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein grobes Blockschaltbild einer Lambda-Regeleinrichtung gemäß dem Stand der Technik, Figur 2 ein Kennfeld zur Erläuterung der Funktionsweise der erfindungsgemäßen Einrichtung und Figur 3 ein schematisch dargestelltes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Ein Blockschaltbild einer Lambda-Regeleinrichtung für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Stand der Technik ist in Figur 1 dargestellt. Ein mit 10 bezeichnetes Zeitglied, dem als Eingangsgröße die wesentlichen Betriebsparameter der Brennkraftmaschine zugeführt werden, ist ausgangsseitig an zwei Multiplizierstufen 11, 12, die in Serie geschaltet sind, angeschlossen. Der Multiplizierstufe 12 folgt eine Addierstufe 13, die ausgangsseitig Einspritzventile 14 einer nicht weiter dargestellten Brennkraftmaschine ansteuert. Eine im nicht dargestellten Abgasrohr der Brennkraftmaschine angebrachte Sauerstoffsonde 15 ist über einen Vergleicher 16 und einen Schalter 17 an einen Regler 18 angeschlossen. Die Ausgangssignale des Reglers 18 werden über einen Begrenzer 19 der Multiplizierstufe 11, über einen Schalter 22' und eine Steuerstufe 20 der Multiplizierstufe 12 sowie über eine Korrekturstufe 21 und einen Schalter 22 der Addierstufe 13 zugeführt.

...

Die Anordnung funktioniert wie folgt: Im Zeitglied 10 wird ausgehend von den Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine ein pulslängenmoduliertes Signal t_p gebildet, das über die nachfolgenden Multiplizierstufen 11, 12 sowie über die Addierstufe 13 im wesentlichen in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Sauerstoffsonde 15 korrigiert wird. Der Eingriff in die Kraftstoffzumessung über die Multiplizierstufe 11 erlaubt im stationären Betrieb der Brennkraftmaschine eine Einregelung des Luft-Kraftstoff-Gemisches auf einen vorgegebenen Wert. Das Ausgangssignal des Reglers 18 wird jedoch zusätzlich zur Regelung des Reglereingriffs auf symmetrischen Abstand zur Begrenzung sowie zur additiven Korrektur im unteren Lastbereich sowie im Leerlauffall herangezogen. Die Regelung auf symmetrischen Abstand des Reglereingriffs zur Begrenzung entspricht einer Mittelwertverschiebung und wird mittels der Steuerstufe 20 erreicht. Diese arbeitet nur bei eingeschalteter Lambda-Regelung und beeinflusst ausgangsseitig die Multiplizierstufe 12. Die additive Korrektur im unteren Lastbereich der Brennkraftmaschine ermöglicht die Korrekturstufe 21 über beispielsweise den Schalter 22 und die Addierstufe 13. Dabei wird im vorliegenden Spezialfall der Schalter 22 nur im Leerlauffall bzw. im unteren Lastbereich betätigt. Die Korrekturwerte für die Multiplizierstufe 12 und die Addierstufe 13 werden in nicht dargestellten Speichern gespeichert und bleiben auch in anderen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine wirksam.

...

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung der Adaptionsbereiche der erfindungsgemäßen Einrichtung in Abhängigkeit von der Last M und der Drehzahl n der Brennkraftmaschine. Oberhalb einer Lastschwelle $MLS\ 2$ wird der multiplikative Korrekturwert f_m solange verstellt, bis der Korrekturfaktor der Multiplizierstufe 11 den neutralen Wert 1 annimmt. Unterhalb einer Lastschwelle $MLS\ 1$ und unterhalb einer Drehzahlschwelle $NS\ 1$ wird der additive, drehzahlunabhängige Faktor g_a angepasst. Eine derartige Vorgehensweise zur Anpassung der Vorsteuerung ist beispielsweise aus der eingangs erwähnten Offenlegungsschrift bekannt. Es hat sich nun gezeigt, daß mit dieser zweiparametrigen Korrektur der Vorsteuerung nicht immer ein optimales Verhalten der Brennkraftmaschine erreichen läßt. Der Kern der Erfindung basiert auf der Erkenntnis, einen dritten Korrekturwert g_n einzuführen, der die Vorsteuerung additiv drehzahlproportional beeinflusst. Der Last-Drehzahlbereich, in dem dieser Wert g_n korrigiert wird, liegt zwischen den Lastschwellen $MLS\ 3$ und $MLS\ 4$ sowie oberhalb einer Drehzahl $NS\ 2$. Die Schwelle $MLS\ 4$, die eine Anpassung des Wertes g_n in sehr niedrigen Lastbereichen ausschließt, wurde aus fahrtechnischen Gründen - in diesem Bereich liegt eine sehr schlechte Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemisches vor - eingeführt. In allen anderen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine wird keine Anpassung dieser Korrekturwerte durchgeführt. Allerdings sind diese Korrekturwerte in allen Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine wirksam.

Zur Klarlegung der Begriffe additiv drehzahlunabhängig und additiv drehzahlabhängig sei an dieser Stelle festgestellt, daß sich diese Begriffe auf die zuge-messene Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit und nicht auf die Kraftstoffmenge pro Einspritzung beziehen.

...

In Figur 3 ist ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung näher dargestellt. Mit 30 ist eine Brennkraftmaschine bezeichnet, bei der eine Lambda-Sonde 31 dem Abgas ausgesetzt ist. Das Kraftstoffzumeßsignal der Brennkraftmaschine, im vorliegenden Spezialfall handelt es sich um eine fremd-gezündete Brennkraftmaschine mit Einspritzung, wird ausgehend von dem Ausgangssignal eines Lastsensors, beispielsweise einem Luftmengenmesser, und der Drehzahl in einer Multiplizierstufe 32 gebildet. Diese Einspritzzeitdauer t_L wird über den üblichen Lambda-Regelkreis bestehend aus einem Vergleicher 34, einem Regler 35 und der Multiplizierstufe 33 mit dem Korrekturfaktor F_R versehen. Die Eingriffe in die Einspritzzeitdauer über eine Multiplizierstufe 36, eine Addierstufe 37 und eine Addierstufe 38 dienen zur Anpassung der Vorsteuerung. Hierzu wird das Ausgangssignal des Reglers 35 über einen Tiefpaß 39 geglättet, in einem Vergleicher 40 mit einem Sollwert verglichen und dann über Schalter 41, 42 und 43 drei Reglern 44, 45 und 46 zugeführt. Dabei ist der Regler 44 über eine Multiplizierstufe 47, der Drehzahlinformationen zugeführt werden, und über nicht dargestellte Speicher an die Addierstufe 38 angeschlossen. In der gleichen Weise ist über nicht dargestellte Speicher der Regler 45 mit der Addierstufe 37 und der Regler 46 mit der Multiplizierstufe 36 verbunden.

Die Anordnung weist folgende Funktionsweise auf:
Für den Fall einer großen Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine, bei der die angesaugte Luftmenge die Schwelle MLS2 überschreitet, wird Schalter 2 geschlossen und Schalter 1 und 3 verbleiben im geöffneten

...

Zustand. Der Regler 46 für den multiplikativen Faktor f_m verstellt sich solange, bis der Mittelwert der Ausgangsgröße des Reglers 35 mit dem an dem Vergleichler 40 anliegenden Sollwert, der vorzugsweise den neutralen Wert 1 annimmt, übereinstimmt.

Liegt hingegen die Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine bei Werten, die durch eine angesaugte Luftmenge zwischen den Grenzen MLS_3 und MLS_4 charakterisiert wird und liegt gleichzeitig die Drehzahl oberhalb der Schwelle NS_2 , so wird Schalter 3 geschlossen und Schalter 1 und 2 geöffnet. Auch dieser additive drehzahlproportionale Korrekturwert g_n wird solange verstellt, bis die gemittelte Ausgangsgröße des Reglers 35 mit dem vorgegebenen am Vergleichler 40 anliegenden Sollwert übereinstimmt.

Für den Fall einer geringen Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine, die unterhalb der Schwelle MLS_1 liegt und für kleine Drehzahlen unterhalb der Schwelle NS_1 befindet sich alleine der Schalter 1 im geschlossenen Zustand. In diesem Fall wird der additive drehzahlunabhängige Korrekturwert g_a verstellt. Da dieser Korrekturwert einer konstanten Kraftstoffmenge pro Zeiteinheit entsprechen soll, hier jedoch die Einspritzzeit pro Einspritzung beeinflusst, wird der Wert g_a noch durch eine Multiplizierstufe 47 mit einer zur Drehzahl umgekehrten proportionalen Größe beaufschlagt.

Da es sich bei den hier zu kompensierenden Vorgängen in der Regel um zeitlich langsam veränderliche Abläufe handelt, ist den Reglern 44, 45 und 46 eine relativ große Zeitkonstante, die bis in den Minutenbereich reichen kann, zugeordnet. Wie sich bei der Erprobung der

...

erfindungsgemäßen Einrichtung zeigte, ist es gelungen, die Vorsteuerung der Einspritzzeit hervorragend den sich ändernden Parametern der Brennkraftmaschine nachzuführen. Der Faktor F_R , der den direkten Einfluß der überlagerten Lambda-Regelung charakterisiert, nimmt in der Regel den Wert 1 an und weicht, wenn überhaupt, nur kurzzeitig von diesem ab. Dieser Vorsteuerung kommt vor allem in solchen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine, in denen entweder die Lambda-Sonde nicht funktionsbereit ist oder aber die Verzögerung der Regelstrecke, insbesondere in Übergangsbereichen der Brennkraftmaschine, eine dominante Rolle spielt, eine große Bedeutung zu. Dann wird die Abgasqualität und das Betriebsverhalten der Brennkraftmaschine allein von der Vorsteuerung bestimmt. Durch die hier beschriebenen Maßnahmen wird eine erhebliche Verbesserung der Vorsteuerung der Kraftstoffzumessung erreicht.

Obwohl die Erfindung zum besseren Verständnis anhand eines Blockschaltbildes unter Verwendung von Einzelkomponenten erläutert wurde, läßt sich eine softwaremäßige Ausführung der erfindungsgemäßen Einrichtung mittels eines μC ohne weiteres durchführen. Eine derartige Ausführungsform stellt für den Fachmann auf dem Gebiet der Kraftstoffzumessung bei Brennkraftmaschinen kein Problem dar, da er hier zum einen jederzeit einen Fachmann auf dem Gebiet der Datenverarbeitungstechnik heranziehen kann und andererseits beispielsweise in der DE-OS 30 36 107 eine derartige Ausführungsform offenbart ist.

R. 19049
31.10.1983 Vb/Hm

0142011

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Einrichtung für ein Kraftstoffzumeßsystem bei einer Brennkraftmaschine mit einer Recheneinheit zur Erzeugung eines Kraftstoffzumeßsignals in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, insbesondere von der Luftmenge, dem Ansaugdruck oder allgemein der Last, der Drehzahl oder auch der Temperatur, mit einer Sauerstoffsonde und einer nachgeschalteten Auswerteschaltung zur zusätzlichen, vorzugsweise multiplikativen direkten oder indirekten Beeinflussung des Kraftstoffzumeßsignals und einem mit dem Sondensignal beaufschlagten Filter, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsgröße des Filters zusammen mit bereitgestellten Drehzahlinformationen über wenigstens eine Regelung zu einer zusätzlichen additiven drehzahlabhängigen und einer additiven drehzahlunabhängigen Beeinflussung des Kraftstoffzumeßsignals verwendet wird.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen zur additiven Beeinflussung des Kraftstoffzumeßsignals in Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebsbereich der Brennkraftmaschine hinsichtlich der vorzugsweise multiplikativen Beeinflussung optimiert werden.

...

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen zur additiven Beeinflussung der Kraftstoffzumessung im Leerlauf- bzw. im Teillastbereich der Brennkraftmaschine optimiert werden.
4. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe zur additiven drehzahlunabhängigen Beeinflussung der Kraftstoffzumessung für Drehzahlen der Brennkraftmaschine unterhalb einer Schwelle NS1 optimiert wird.
5. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe zur additiven drehzahlproportionalen Beeinflussung der Kraftstoffzumessung für eine Drehzahl der Brennkraftmaschine oberhalb einer Schwelle NS2 optimiert wird.
6. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Größen zur additiven Beeinflussung hinsichtlich der vorzugsweise multiplikativen Beeinflussung in der Weise optimiert werden, daß die direkte multiplikative Beeinflussung im wesentlichen neutralisiert wird.
7. Einrichtung nach wenigstens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die additive Beeinflussung der Kraftstoffzumessung über den gesamten Betriebsbereich der Brennkraftmaschine wirksam ist.

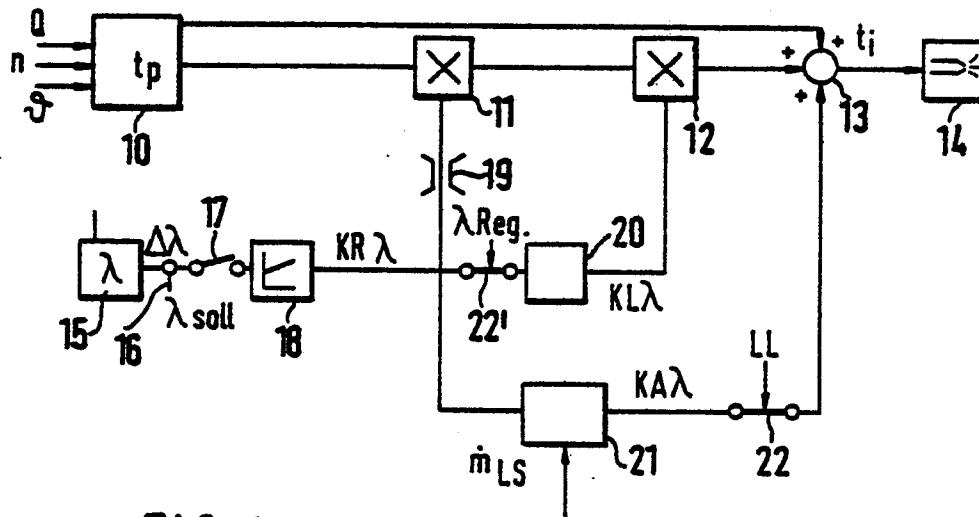


FIG. 1

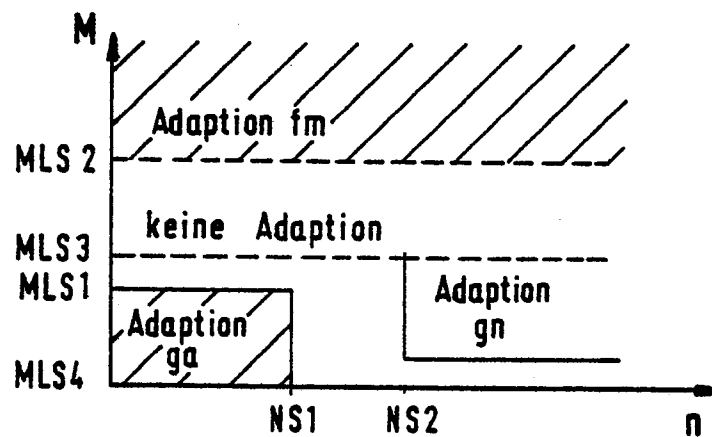


FIG. 2

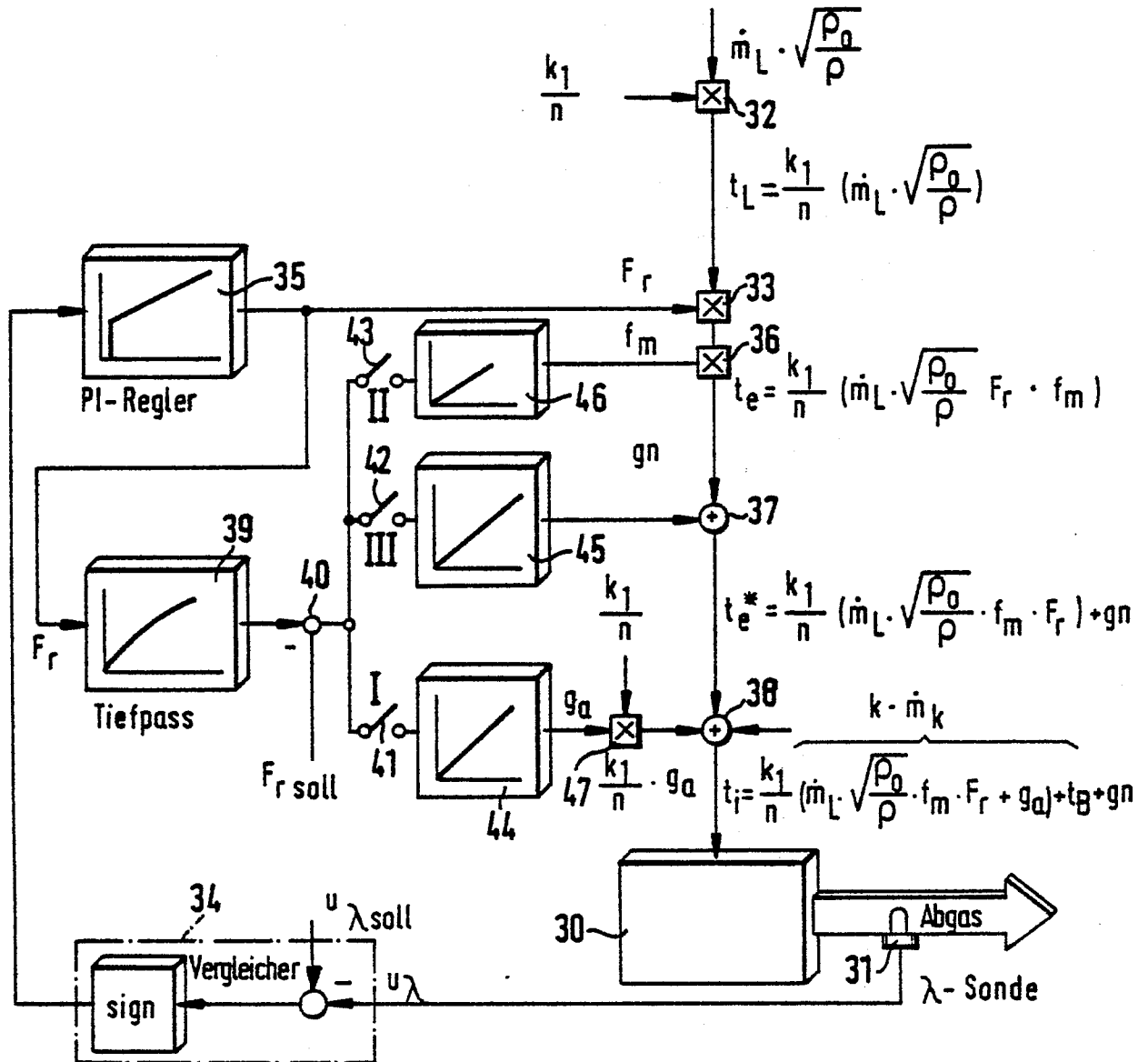


FIG. 3