

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 86107566.1

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **F 02 D 35/00**  
**F 02 D 41/22**

22 Anmeldetag: 04.06.86

30 Priorität: 02.07.85 DE 3523535

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
07.01.87 Patentblatt 87/2

84 Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB

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

72 Erfinder: **Hassler, Albin**  
Meletsreute 3  
D-7981 Fronhofen(DE)

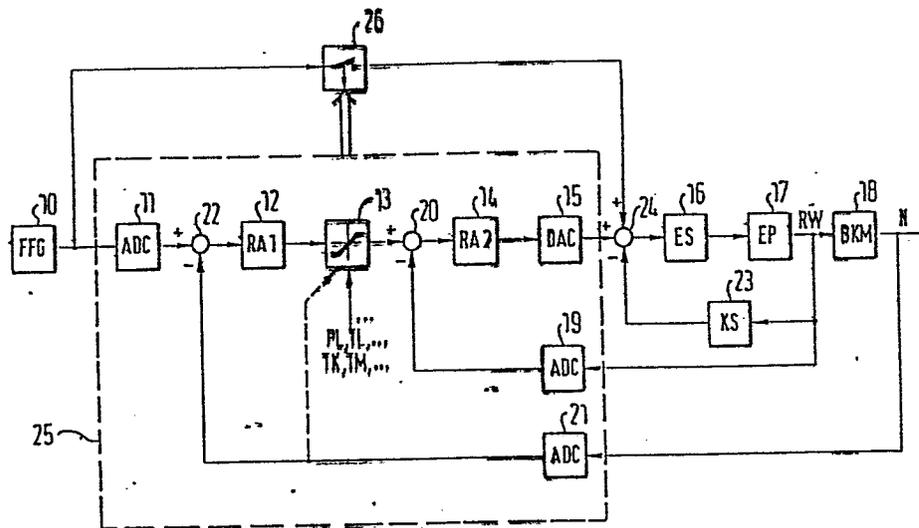
72 Erfinder: **Rudolph, Rainer**  
Hirschweg 2  
D-7250 Leonberg(DE)

72 Erfinder: **Wietelmann, Jürgen**  
Bergstrasse 14  
D-7257 Ditzingen 5(DE)

54 **Regelanordnung für eine Brennkraftmaschine.**

57 Es wird eine Regelanordnung für eine Brennkraftmaschine vorgeschlagen, die eine Endstufe zur Beeinflussung einer Kraftstoffzumeßeinrichtung aufweist, wobei die Kraftstoffzumeßeinrichtung die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge bestimmt, und die des weiteren ein Rechengerät umfaßt, das die Endstufe wenigstens in Abhängigkeit von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge beeinflusst. Erfindungsgemäß wird eine derartige Regelanordnung dadurch ergänzt, daß eine Koppelschaltung eingeführt wird, die unabhängig ist vom Rechengerät, die jedoch anhängig von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge ebenfalls die Endstufe ansteuert. Besonders vorteilhaft ist es, die Koppelschaltung als Gegenkopplung der aus Endstufe und Kraftstoffzumeßeinrichtung bestehenden Regelstrecke auszuführen. Weiter ist vorgesehen, die Koppelschaltung als Differenzierglied auszuführen. Schließlich bringt die Einführung der Koppelschaltung auch noch den Vorteil mit sich, daß bei Ausfall z.B. der Versorgungsspannung des Rechengeräts ein die Koppelschaltung umfassender Einfach-Regelkreis verbleibt, der einen ausreichenden Notfahrbetrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet.

EP 0 207 316 A2



R. 20097  
25.6.1985 Mü/W1

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Regelanordnung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Der Gegenstand der Erfindung betrifft eine Regelanordnung für eine Brennkraftmaschine mit einer Endstufe zur Beeinflussung einer Kraftstoffzumeßeinrichtung, die die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge bestimmt, sowie mit einem Rechengerät zur Ansteuerung der Endstufe wenigstens in Abhängigkeit von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge.

Es ist bekannt, eine Brennkraftmaschine dadurch zu regeln, daß z.B. mit Hilfe entsprechender Geber die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge gemessen wird, daß mit Hilfe von anderen Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine die für den Betriebszustand derselben optimale Kraftstoffmenge bestimmt und in Abhängigkeit von diesen Ist- und Sollwerten dann die Brennkraftmaschine beeinflußt wird. Schaltungstechnisch kann dies z.B. bei einer Dieselmotorenmaschine mit Hilfe eines Regelweggebers, eines elektronischen Rechengeräts, sowie einer Endstufe realisiert werden, wobei dann die Beeinflussung der Brennkraftmaschine auf verschiedene Weisen, z.B. mit einem elek-

...

tromagnetischen Stellwerk durchgeführt werden kann. Der beschriebene Regelkreis muß dabei so ausgeführt sein, daß er ein stabiles Regelverhalten auch unter extremen Betriebsbedingungen aufweist, gleichzeitig muß er jedoch ein schnelles und genaues Einregeln, insbesondere ein Einregeln ohne Überschwingen, auf den entsprechenden gewünschten Wert gewährleisten. Aufgrund der begrenzten Speicherkapazität und auch der endlichen Rechenzeit ist es nicht möglich, sämtliche der genannten Anforderungen mit Hilfe eines Rechners optimal zu erfüllen. Verringert man z.B. die Frequenz, mit der der Rechner den Istwertgeber abtastet, so hat dies eine destabilisierende Wirkung auf den gesamten Regelkreis zur Folge. Erhöht man hingegen die Abtastfrequenz, so verringert sich die Rechenzeit zwischen den einzelnen Abtastungen und damit auch die Möglichkeit, eine genaue Regelung durchzuführen. Ein weiterer Nachteil der Verwendung eines Rechners zur Regelung einer Brennkraftmaschine besteht darin, daß mit dem Ausfall der Versorgungsspannung des Rechners auch keine Regelung der Brennkraftmaschine mehr stattfindet und damit die Brennkraftmaschine gegebenenfalls sogar unkontrollierbar wird. Dieser zuletzt genannte Fall kann zumindest teilweise mit Hilfe mechanischer Notfahreinrichtungen vermieden werden. Ein weiterer sinnvoller Betrieb der Brennkraftmaschine nach dem Ausfall des Rechners ist damit jedoch zumeist nicht möglich.

#### Vorteile der Erfindung

Gegenüber dem beschriebenen Stand der Technik hat die Erfindung den Vorteil, daß bei optimalen Notfahreigenschaften gleichzeitig eine genaue und schnelle Regelung einer Brennkraftmaschine möglich ist.

Dies wird dadurch erreicht, daß eine Koppelschaltung unabhängig vom Recheng Gerät, jedoch abhängig von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge ebenfalls die Endstufe ansteuert.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, die Koppelschaltung als eine differenzierende Gegenkopplung des eigentlichen Regelkreises auszuführen. Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, für den Notfahrbetrieb das eigentliche Eingangssignal des Regelkreises direkt mit dem Ausgangssignal der Koppelschaltung zu verknüpfen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, sowie aus der Zeichnung mit zugehöriger Beschreibung. Die Zeichnung zeigt in ihrer einzigen Figur ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels, das in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert ist.

#### Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Das beschriebene Ausführungsbeispiel betrifft die Regelung einer Diesel-Brennkraftmaschine. Die Erfindung beschränkt sich jedoch nicht auf selbstzündende Brennkraftmaschinen, sondern ist in analoger Weise auch auf andere Brennkraftmaschinentypen anwendbar.

Im Blockschaltbild der einzigen Figur der Zeichnung bilden ein Fußfahrgeber 10 (FFG), ein Analog/Digital-Wandler 11 (ADC), eine Verknüpfung 22, ein erster Regelalgorithmus 12 (RA1), eine Begrenzung 13, eine Verknüpfung 20, ein zweiter Regelalgorithmus 14 (RA2), ein Digital/

Analog-Wandler 15 (DAC), eine Verknüpfung 24, eine Endstufe 16 (ES), eine Einspritzpumpe 17 (EP) und eine Brennkraftmaschine 18 (BKM) eine Serienschaltung. Bei dem Ausgangssignal der Brennkraftmaschine 18 handelt es sich um die Drehzahl N der Brennkraftmaschine, wobei dieses Signal über einen Analog/Digital-Wandler 21 (ADC) mit einem negativen Vorzeichen der Verknüpfung 22 zugeführt ist. Demgegenüber handelt es sich bei dem Eingangssignal der Brennkraftmaschine 18 um den Regelweg RW der Einspritzpumpe 17, wobei dieses Signal einerseits über einen weiteren Analog/Digital-Wandler 19 (ADC) mit einem negativen Vorzeichen versehen an die Verknüpfung 20 angeschlossen ist, andererseits über eine Koppelschaltung 23 (KS) ebenfalls mit einem negativen Vorzeichen versehen mit der Verknüpfung 24 verbunden ist. Schließlich ist das Ausgangssignal des Fußfahrgebers 10 über eine Schalteinrichtung 26 ebenfalls mit der Verknüpfung 24 gekoppelt. Die Schalteinrichtung 26 befindet sich dabei normalerweise in ihrem geöffneten Zustand und wird nur unter bestimmten Betriebsbedingungen geschlossen. Dieses Schließen wird dabei von dem mit dem Kennzeichen 25 bezifferten Mikroprozessor hervorgerufen, wobei der Mikroprozessor 25 wenigstens die mit den Kennzifferen 11, 22, 12, 13, 20, 14, 15, 19 und 21 bezeichneten Funktionen bzw. Einrichtungen durchführt bzw. aufweist.

Die einzelnen Blöcke des beschriebenen Blockschaltbilds können dabei noch von weiteren, nicht dargestellten Betriebsparametern beeinflusst werden, so z.B. insbesondere die Begrenzung 13 durch den Ladeluftdruck PL und die Ladelufttemperatur TL eines gegebenenfalls vorhandenen Turboladers oder durch die Kraftstofftemperatur TK oder

die Motortemperatur  $T_M$  usw. Schließlich kann auch die Drehzahl  $N$  der Brennkraftmaschine auf die Begrenzung 13 einwirken, wie dies strichliert dargestellt ist.

Ein erster Regelkreis des dargestellten Ausführungsbeispiels besteht aus dem zweiten Regelalgorithmus 14, dem Digital/Analog-Wandler 15, der Verknüpfung 24, der Endstufe 16, der Einspritzpumpe 17, dem Analog/Digital-Wandler 19 und der Verknüpfung 20. Geregelt wird in diesem Regelkreis der Regelweg der Einspritzpumpe 17, wobei das negative Eingangssignal der Verknüpfung 20 den Ist-Regelweg darstellt, das positive Eingangssignal hingegen den Soll-Regelweg.

Ein zweiter Regelkreis, der dem ersten Regelkreis überlagert ist, besteht aus dem Fußfahrgeber 10, dem Analog/Digital-Wandler 11, der Verknüpfung 22, dem ersten Regelalgorithmus 12, der Begrenzung 13, dem ersten Regelkreis und dem Analog/Digital-Wandler 21. In diesem zweiten Regelkreis wird die Drehzahl  $N$  der Brennkraftmaschine 18 geregelt. Dabei handelt es sich bei dem negativen Eingangssignal der Verknüpfung 22 um die Ist-Drehzahl, bei dem positiven Eingangssignal hingegen um eine Soll-Drehzahl der Brennkraftmaschine.

Die beiden Regelalgorithmen 12 und 14 haben die Aufgabe, in Abhängigkeit von ihrem Differenz-Eingangssignal Ausgangssignale zu bilden, die ein optimales Verhalten der Brennkraftmaschine gewährleisten. Die Aufgabe der Begrenzung 13 besteht darin, das Sollsignal für den Regelweg an die mechanischen Eigenschaften der Einspritzpumpe 17 anzupassen. Die Analog/Digital- bzw. Digital/Analog-Wandler 11, 15, 19 und 21 stellen je-

...

weils die Verbindung zwischen dem digital arbeitenden Mikroprozessor 25 und den analogen peripheren Einrichtungen her.

Der Vorteil einer derartigen, mit Hilfe eines Rechners realisierten Regelung einer Brennkraftmaschine besteht insbesondere darin, daß hohe Regelgenauigkeiten erreicht werden können, was optimale Betriebseigenschaften der gesamten Einrichtung zur Folge hat. Ebenfalls ist es möglich, mit Hilfe des Rechners Langzeitdriften z.B. der Einspritzpumpe oder der Brennkraftmaschine zu erkennen und zu kompensieren. Der Nachteil besteht jedoch, wie eingangs schon erwähnt wurde, in einer Destabilisierung des gesamten Regelkreises.

3

Mit Hilfe der Koppelschaltung 23 ist es nun erfindungsgemäß möglich, den Nachteil der Destabilisierung weitgehend zu beheben. Dies wird dadurch erreicht, daß die Koppelschaltung 23 im Hinblick auf den beschriebenen ersten Regelkreis als Gegenkopplung der aus Endstufe 16 und Einspritzpumpe 17 bestehenden Regelstrecke wirkt. Dabei ist die Koppelschaltung 23 vollkommen unabhängig vom Mikroprozessor 25 und normalerweise in analoger Schaltungstechnik aufgebaut. Besonders vorteilhaft ist es, die Koppelschaltung 23 als Differenzierglied zu realisieren. Dadurch entsteht insgesamt ein erster Regelkreis bezüglich des Regelwegs RW der Einspritzpumpe, in dem ein Parameter durch eine differenzierende Gegenkopplung zusätzlich zum Regelalgorithmus frei bestimmt werden kann. Des weiteren ist der erste Regelkreis von einem zweiten Regelkreis bezüglich der Drehzahl N der Brennkraftmaschine überlagert ist.

...

Mit Hilfe dieser zuletzt beschriebenen Konfiguration ist es möglich, eine Brennkraftmaschinen-Regelung nicht nur schnell und genau, sondern gleichzeitig stabil zu gestalten. Die Anforderungen an ein stabiles Regelverhalten der gesamten Regelung, die, wie eingangs erwähnt wurde, mit Hilfe eines einzigen Rechners nicht erreicht werden können, sind also durch die erfindungsgemäße Einführung einer Koppelschaltung, insbesondere eines gegengekoppelten Differenzierglieds zu erfüllen.

Gleichzeitig ist mit Hilfe der erfindungsgemäßen Hinzufügung der Koppelschaltung 23 in besonders vorteilhafter Weise ein Notfahrbetrieb der gesamten Brennkraftmaschine möglich. Fällt z.B. durch irgendwelche Gründe die Spannungsversorgung des Mikroprozessors 25 aus, so geht die Schalteinrichtung 26 erfindungsgemäß in ihren geschlossenen Schaltzustand über. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, daß als Schalteinrichtung 26 ein Relais verwendet wird, das nur bei vorhandener Versorgungsspannung für den Mikroprozessor 25 sich in seinem aktiven, also angezogenen geöffneten Zustand befindet, und das deshalb bei Spannungsausfall automatisch schließt. Durch diesen Vorgang wird das Ausgangssignal des Fußfahrgebers 10 direkt auf die Verknüpfung 24 geschaltet und ersetzt damit das aufgrund des Spannungsausfalls fehlende Ausgangssignal des Digital/Analog-Wandlers 15. Bei Spannungsausfall des Mikroprozessors 25 wird also durch das Schließen der Schalteinrichtung 26 ein Einfach-Regelkreis gebildet, der aus dem Fußfahrgeber 10, der geschlossenen Schalteinrichtung 26, der Verknüpfung 24, der Endstufe 16, der Einspritzpumpe 17 und der Koppelschaltung 23 besteht. Bei geeigneter Dimensionierung insbesondere der Koppelschaltung 23 ist es dann mit Hilfe

0207316  
20097

- 8 -

dieses Einfach-Regelkreises möglich, eine zumindest vorübergehend zufriedenstellende Arbeitsweise der Brennkraftmaschine zu gewährleisten.

Insgesamt wird also mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einführung einer Koppelschaltung nicht nur eine stabilere Regelung der Brennkraftmaschine erreicht, sondern gleichzeitig auch die Möglichkeit eines einfachen, aber wirkungsvollen Notfahrkonzepts realisiert.

R. 20097  
25.6.1985 Mü/W1

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

#### Ansprüche

1. Regelanordnung für eine Brennkraftmaschine mit einer Endstufe zur Beeinflussung einer Kraftstoffzumeßeinrichtung, die die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge bestimmt, sowie mit einem Rechengerät zur Ansteuerung der Endstufe wenigstens in Abhängigkeit von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge, dadurch gekennzeichnet, daß eine Koppelschaltung unabhängig vom Rechengerät, jedoch abhängig von der der Brennkraftmaschine zugeführten Kraftstoffmenge die Endstufe ansteuert.
2. Regelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelschaltung als Gegenkopplung zu der Serienschaltung aus Endstufe und Kraftstoffzumeßeinrichtung wirkt.
3. Regelanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelschaltung differenzierendes Verhalten aufweist.
4. Regelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge mit Hilfe eines Regelweggebers gemessen wird.

...

5. Regelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge mit Hilfe eines Nadelhubgebers gemessen wird.
6. Regelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechengerät von einem Signal bezüglich der Drehzahl der Brennkraftmaschine angesteuert wird.
7. Regelanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Rechengerät von einem Lastsignal angesteuert ist.
8. Regelanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Lastsignal mit Hilfe eines Fußfahrgebers erzeugt wird.
9. Regelanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Lastsignal über eine Schalteinrichtung die Endstufe ansteuert.
10. Regelanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalteinrichtung in ihren geschlossenen Schaltzustand übergeht, wenn das Rechengerät z.B. aufgrund eines Ausfalls der Spannungsversorgung des Rechengeräts, die Endstufe nicht mehr ansteuert.

