

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 84113966.0

51 Int. Cl.⁴: F 02 D 41/16
 F 02 D 41/26

22 Anmeldetag: 19.11.84

30 Priorität: 22.12.83 DE 3346368

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 03.07.85 Patentblatt 85/27

84 Benannte Vertragsstaaten:
 DE FR IT SE

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

72 Erfinder: Arnold, Karlheinz
 Lerchenweg 8
 D-8544 Georgengmünd(DE)

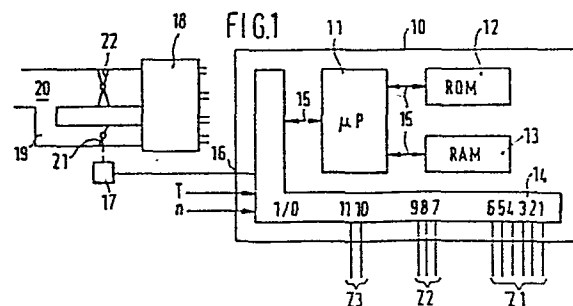
72 Erfinder: Haubner, Georg
 Ludwigstrasse 1
 D-8431 Berg(DE)

72 Erfinder: Neuffer, Kurt, Dr.-Ing.
 Oberer Bauernwaldweg 39
 D-7000 Stuttgart 1(DE)

72 Erfinder: Zöbl, Hartmut
 Moststrasse 25
 D-8510 Fürth/Bay.(DE)

54 Leerlaufdrehzahlregelung für Brennkraftmaschinen.

57 Es wird eine Leerlaufdrehzahlregelung für Brennkraftmaschinen mit einer durch einen Mikrorechner (10) gesteuerten Vorrichtung (17, 18) vorgeschlagen, die drehzahlverändernd auf die Brennkraftmaschine einwirkt. Der Mikrorechner (10) bildet zusammen mit der Brennkraftmaschine und der Vorrichtung (17, 18) einen Regelkreis und errechnet in Abhängigkeit von Ist-Drehzahlsignalen in einem ersten Programmabschnitt einen Drehzahlwert durch Aufsummierung der angelegten Ist-Drehzahlsignale. In einem zweiten Programmabschnitt berechnet er mit dem ermittelten Drehzahlwert innerhalb einer fest vorgegebenen Zeit neue Steuersignale, die dann nach Ablauf des zweiten Programmabschnittes abgegeben werden. Dadurch wird bei Mikrorechnern ohne Interrupt oder mit relativ langsamer Verarbeitungszeit ein schneller Ablauf der Signalverarbeitung und Signalausgabe unter bestmöglicher Ausnutzung der vorhandenen Rechengeschwindigkeit gewährleistet.



Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es sind schon solche Leerlaufdrehzahlregeleinrichtungen aus der DE-OS 28 03 750 und der DE-OS 31 24 496 bekannt, bei denen die Drehzahl verändernd auf die Brennkraftmaschine einwirkende Vorrichtung eine Kraftstoffzumeßvorrichtung ist. Der Sollwert für die Leerlaufdrehzahl und die Regelkomponenten (PID) für den Regler sind entweder in einem Speicher des Rechners enthalten oder sie werden durch externe Beschaltung vorgegeben. Wird nun zur Realisierung einer solchen Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung ein Mikrorechner verwendet, der entweder kein Interrupt und/oder keine schnelle Verarbeitungszeit aufweist, so treten Probleme bei der Organisation der Rechen- und Ausgabezyklen auf. Es handelt sich dabei beispielsweise um den Mikrorechner 8021 (Intel), CP0420 NS), TMS 1000 (Texas Instruments)

...

und S2000 (AMI). Dabei kann beispielsweise unter einer schnellen Verarbeitungszeit ein Maschinenzyklus (Instruction Cycle) von unter 2,5 μ s angesehen werden.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß der Mikrorechner die Drehzahlmessung, die Ausgabe von Steuersignalen auf das Stellglied der Kraftstoffzumeßvorrichtung sowie das Abarbeiten des Betriebsprogramms zur Berechnung dieser Signale parallel vornimmt. Der Mikrorechner gibt dabei in vorberechneten Abständen die Einschalt- und Ausschaltbefehle für die Signalausgabe und ermittelt gleichzeitig in einem ersten Abschnitt des gesamten Programmdurchlaufs die Drehzahl der Brennkraftmaschine, um anschließend in einem weiteren Abschnitt die davon abhängigen Steuersignale neu zu berechnen. Da das gesamte System über einen Schwingquarz des Mikrorechners zeitgeführt ist, wird kein Interrupt benötigt und es wird eine sehr schnelle Rechenzeit erreicht.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen Merkmal möglich. Besonders vorteilhaft ist dabei, daß ein bestimmtes Register des Mikrorechners abwechselnd als Zähler zur Aufsummierung der Ist-Drehzahlimpulse im ersten Programmabschnitt dient und daß dasselbe Register im zweiten Programmabschnitt als Timer zur Abarbeitung der fest vorgegebenen Zeit für die Berechnung der nachfolgenden Steuersignale verwendet wird.

...

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild des Ausführungsbeispiels, Figur 2 ein Flußdiagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise der Regeleinrichtung und Figur 3 ein Signaldiagramm zur Erläuterung der Organisation der verschiedenen Rechengvorgänge und Signalausgaben.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Mikrorechner mit 10 bezeichnet, der zur Leerlaufdrehzahlregelung einer nicht dargestellten Diesel-Brennkraftmaschine dient. Der Mikrorechner 10 enthält in bekannter Weise eine zentrale Recheneinheit 11, einen Festwertspeicher (ROM) 12, einen Arbeitsspeicher (RAM) 13 sowie eine Eingabe/Ausgabe-Einheit 14. Der Eingabe/Ausgabe-Einheit 14 sind ein temperaturabhängiges Signal T sowie ein drehzahlabhängiges Signal n zugeführt. Weiterhin sind 11 Pin-Anschlüsse vorgesehen, an die durch Pin-Programmierung die Zahlenwerte Z1 bis Z3 anlegbar sind. Dabei ist Z1 ein 6-Bit-Datenwort an den Pins 1 bis 6 zur externen Vorgabe des Leerlaufdrehzahl-Sollwertes, Z2 ein 3-Bit-Datenwort an den Pins 7 bis 9 zur externen Vorgabe des Regelverhaltens (PID) und Z3 ein 2-Bit-Datenwort an den Pins 10 und 11 zur externen Vorgabe unterschiedlicher gewünschter Ausgangssignalfolgen für verschiedene Arten von Stellgliedern. Die Pin-Programmierung erfolgt in der Weise, daß die Datenworte durch Anlegen eines 0- bzw. eines 1-Signales an die einzelnen Pins erzeugt werden. Dies kann entweder über Schalter oder über feste Anschlüsse erfolgen (Festprogrammierung). Die Baugruppen

...

13 des Mikrorechners 10 sind untereinander über ein Bussystem 15 verbunden.

Ein Steuerausgang 16 des Mikrorechners 10 steuert ein Stellglied 17, das im Ausführungsbeispiel als Stellmagnet realisiert ist. Das Stellglied 17 wirkt auf eine Kraftstoffzumeßeinrichtung 18 ein, die im Ausführungsbeispiel durch eine Einspritzpumpe realisiert ist. Im vorliegenden Fall wird mit Hilfe des Stellgliedes 17 in einem Bypass 19 einer Kraftstoffleitung 20 die Kraftstoffmenge für den Leerlauf der Brennkraftmaschine durch eine Drosselklappe 21 verändert. Der Bypass 19 liegt dabei parallel zu einem Kraftstoff-Abschaltventil 22 in der Kraftstoffleitung 20. Anstelle eines Stellmagneten kann das Stellglied 17 auch als Stellmotor oder als Magnetventil ausgebildet sein. Ferner ist es möglich, bei Vergasermotoren das Stellglied 17 in einem Bypass im Luftansaugkanal parallel zur Drosselklappe anzuordnen. Weitere Möglichkeiten für die Realisierung des Stellgliedes 17 und der Kraftstoffzumeßeinrichtung 18 sind durch den angegebenen Stand der Technik, z.B. durch direkte Einwirkung auf eine Drosselklappe oder auf die Kraftstoffpumpe bekannt. Ein Magnetventil in einem Bypass 19 sowie dessen Steuerung zur Leerlaufdrehzahlregelung ist in der DE-OS 27 49 369 beschrieben. Weitere Beispiele zur Realisierung des Stellgliedes 17 und der Kraftstoffzumeßeinrichtung 18 sind durch die Vorgabe von Steuerzeiten an Kraftstoffeinspritzventilen oder auf eine Zündzeitpunktsteuervorrichtung zur Veränderung des Zündzeitpunktes gemäß der DE-OS 28 45 284 und der DE-OS 28 45 285 möglich.

In einer einfachen Ausführungsform kann die Pin-Programmierung auch entfallen und durch intern im Mikrorechner gespeicherte Daten ersetzt werden.

...

Die prinzipielle Wirkungsweise der Signalverarbeitung und der Signalausgabe soll im folgenden anhand des in Figur 2 dargestellten Flußdiagramms des Mikrorechners 10 näher erläutert werden.

Nach dem Start 23 des Rechnerprogramms mit dem Starten der Brennkraftmaschine wird zunächst ein Drehzahlsignal n im Programmschritt 24 abgefragt. Als Drehzahlsignal wird dabei eine Folge von Drehzahlimpulsen verwendet, die in einem nicht dargestellten induktiven Geber durch einen umlaufenden, von der Brennkraftmaschine angetriebenen Zahnkranz erzeugt werden. Im nächsten Programmschritt 25 wird geprüft, ob die gemessene Drehzahl größer ist als eine vorgegebene Unterbegrenzdrehzahl n_1 . Ist das nicht der Fall, so wird eine Steuersignalfolge mit konstantem Tastverhältnis und konstanter Frequenz gemäß dem Programmschritt 26 an das Stellglied 17 abgegeben. Das Stellglied 17 nimmt dabei die durch den Mittelwert des Tastverhältnisses der Steuerimpulsfolge bestimmte Stellung ein. Das Programm springt nun wieder auf den Programmschritt 24 zur Messung der Drehzahl zurück und während des gesamten Startvorganges bleibt somit die Steuersignalfolge konstant und das Stellglied 17 bleibt in einer dadurch vorgegebenen Stellung. Ist der Startvorgang beendet, wird die Drehzahl n also größer als die Grenzdrehzahl n_1 , so nimmt der Rechner die Regelung der Leerlaufdrehzahl auf.

Im folgenden Programmschritt 27 wird aus den Drehzahlimpulsen in der Drehzahlwert ermittelt und anschließend im Programmschritt 28 wird aus dem zuvor ermittelten Drehzahlwert nunmehr die Impulsbreite der abgegebenen Steuersignale neu ermittelt. Der ermittelte Wert wird im Programmschritt 29 zwischengespeichert. Außerdem wird jetzt

...

der Ablauf der vom Timer 30 vorgegebenen Zeit T3 abgewartet und im nachfolgenden Programmschritt 31 wird die Zeit T5 bis zum nächsten Programmschritt abgearbeitet. Während des nachfolgenden erneuten Durchlaufs der Programmschritte 27 bis 31 werden die dem im Schritt 29 gespeicherten Wert entsprechenden Steuersignale mit fester Frequenz durch entsprechende Einschalt- und Ausschaltbefehle im Programmabschnitt 32 auf den Steuerausgang 16 abgegeben.

Die zeitlich parallele Ausgabe der Steuersignale einerseits und die Ermittlung der Motordrehzahl sowie die Berechnung der nachfolgenden Steuersignale andererseits soll anhand der Figur 3 mit Hilfe des dargestellten Signaldiagramms näher erläutert werden. Die Drehzahlimpulse In sind dabei als Signalfolge a dargestellt, die am Steuereingang n des Mikrorechners 10 eingehen. Die Signalfolge a ist dabei für eine Leerlaufdrehzahl von 600 min^{-1} dargestellt. Da die Kurbelwelle bei einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine jeweils nach etwa 180° durch die Zündung in einem Zylinder beschleunigt wird, jedoch anschließend durch den Kompressionshub eines anderen Zylinders wieder verzögert wird, ergibt sich eine ungleichförmige Drehbewegung der Kurbelwelle. Die ungleichförmige Drehgeschwindigkeit v der Kurbelwelle ist dabei auf der zweiten Zeitachse b dargestellt. Die Steuersignalfolge c am Ausgang 16 des Mikrorechners 10 ist dabei auf der dritten Zeitachse dargestellt. Sie besteht aus Steuerimpulsen Is, die mit einer festen Frequenz von $f=60 \text{ Hz}$ ausgegeben werden. Für jede Periode To sind im Mikrorechner 256 Zeitinkremente vorgesehen, wobei mit dem ersten Zeitinkrement der Periode To von der Recheneinheit 11 ein Einschaltbefehl für die Einschaltflanke eines Steuerimpulses Is abgegeben wird. Nach dem Abarbeiten einer vom Rechner zuvor bestimmte Anzahl von Zeitinkrementen, beispielsweise nach 100 Zeitinkrementen wird ein weiterer Steuerbefehl für die Abschaltflanke des Steuerimpulses Is ausgegeben. Parallel zur Abgabe dieser

...

Steuerimpulse I_s werden nun in einem ersten Zeitabschnitt T_1 über eine feste Meßzeit von 50 ms die am Eingang n auftretenden Drehzahlimpulse I_n aufsummiert. Zu diesem Zweck werden die Drehzahlimpulse I_n mit Beginn des ersten Zeitabschnittes T_1 in ein Register des Arbeitsspeichers 13 eingelesen. Die Summe der eingelesenen Drehzahlimpulse I_n am Ende des ersten Zeitabschnittes T_1 bildet dabei unmittelbar einen Wert für die augenblickliche Drehzahl der Brennkraftmaschine.

Dabei ist durch die Länge dieses ersten Zeitabschnittes T_1 sichergestellt, daß bei einer Leerlaufdrehzahl von 600 min^{-1} die ungleichförmige Drehgeschwindigkeit v und damit der nicht dargestellten ungleichförmige Eingang der Drehzahlimpulse I_n ausgeglichen wird. In einem anschließenden zweiten Zeitabschnitt T_2 des Programms wird nun während der Ausgabe weiterer Steuerimpulse I_s innerhalb einer fest vorgegebenen Zeit T_3 die Impulsbreite für die Steuersignale I_s abhängig von dem zuvor ermittelten Drehzahlwert neu berechnet. Da für die Berechnung je nach ermitteltem Drehzahlwert eine unterschiedliche Rechnungszeit T_4 vom Mikrorechner 10 benötigt wird, wird parallel dazu die fest vorgegebene Zeit T_3 von dem gleichen Register des Arbeitsspeichers 13 abgearbeitet, der im ersten Zeitabschnitt T_1 zur Bestimmung der Drehzahl verwendet wurde. Das Register wird in diesem zweiten Zeitabschnitt T_2 als Timer eingesetzt, in dem die fest vorgegebene Zeit T_3 abgearbeitet wird. Die neu errechnete Impulsbreite der Steuerimpulse I_s von nunmehr beispielsweise 80 Zeitinkrementen wird nun im Arbeitsspeicher 13 abgelegt und nach Ablauf des zweiten Zeitabschnittes T_2 werden nun die nachfolgenden

...

Steuerimpulse Is' mit der zuvor ermittelten Impulsbreite für einen neuen Programmdurchlauf ($T1+T2$) über den Steuerausgang 16 abgegeben. Die Frequenz für die Steuerimpulse ist dabei so gewählt, daß der erste Zeitabschnitt $T1$ durch drei Steuerimpulsperioden To von je 256 Zeitinkrementen festgelegt ist, welche vom Mikrorechner 10 quarzgenau durchlaufen werden, während innerhalb des zweiten Zeitabschnittes $T2$ mindestens eine Steuerimpulsperiode To , vorzugsweise jedoch zwei Perioden durchlaufen werden.

Da der Mikrorechner bei der Ausgabe der Steuerbefehle für die Steuerimpulse Is nicht gleichzeitig sein Betriebsprogramm zur Berechnung der neuen Impulsbreite abarbeiten darf, muß die Ermittlung der neuen Steuersignale Is' im Anschluß an diejenige Steuersignalflanke erfolgen, die abhängig vom Tastverhältnis der Steuersignale Is den größeren Abstand zur darauffolgenden Steuersignalflanke hat. Im Beispielsfalls nach Figur 3 ist dies die Impulspause zwischen dem vierten und fünften Steuerimpuls Is . Dabei wird in diesem Abstand zunächst die vom Timer vorgegebene Festzeit $T3$ abgearbeitet und anschließend die noch verbleibende Restzeit $T5$ oder die bis zur nachfolgenden Steuersignalflanke noch benötigte Zeit.

Auf diese Weise wird bei zunehmender Leerlaufdrehzahl die Impulsbreite der Steuerimpulse Is vergrößert und die Pausenzeit verkleinert, so daß der Strommittelwert der Steuerimpulse Is dadurch erhöht und abhängig davon über das Stellglied 17 die Kraftstoffmenge für den Leerlauf der Brennkraftmaschine verringert wird. Wird dabei der Steuerimpuls Is länger als die Impulspause, so erkennt dies der Rechner aus dem im Zeitabschnitt $T2$

...

errechneten und im Arbeitsspeicher 13 abgelegten Wert. Im nachfolgenden Programmdurchlauf wird dann das Betriebsprogramm T⁴ und der Timer T3 bereits mit Beginn des vierten Steuerimpulses Is angesteuert.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß mit dieser Regeleinrichtung die Schwankungen der Drehgeschwindigkeit v der Kurbelwelle auch bei einem 6-Zylinder-Motor vollständig eliminiert werden, da bei einer Leerlaufdrehzahl von 600 min^{-1} während des Zeitabschnittes T1 zur Messung der Drehzahl die Kurbelwelle einen Drehwinkel von 180° durchläuft. Bei einer 4-Zylinder-Maschine werden dadurch immer eine minimale und eine maximale Drehgeschwindigkeit und bei einer 6-Zylinder-Maschine werden mindestens zwei maximale oder zwei minimale Drehgeschwindigkeiten erfaßt, so daß sich in beiden Fällen der gewünschte Mittelwert ergibt.

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem durch einen Mikrorechner gesteuerten Stellglied einer Kraftstoffzumeßvorrichtung, die drehzahlverändernd auf die Brennkraftmaschine einwirkt, wobei der Mikrorechner zusammen mit der Kraftstoffzumeßvorrichtung und der Brennkraftmaschine einen Regelkreis bildet und abhängig von angelegten Ist-Drehzahlimpulsen zyklisch einen Drehzahlwert errechnet, sowie abhängig davon und vorzugsweise mit weiteren Eingangsgrößen die Steuersignale für die Kraftstoffzumeßvorrichtung festlegt, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Abgabe der Steuersignale (Is) die Berechnung des Drehzahlwertes durch eine Aufsummierung der angelegten Ist-Drehzahlsignale (In) über eine feste Meßzeit des Mikrorechners (10) in einem ersten Abschnitt (T1) eines zyklisch durchlaufenden Programms erfolgt, daß die davon abhängige Ermittlung der neuen Steuersignale (Is') in einem anschließenden zweiten Abschnitt (T2) des Programms innerhalb einer fest vorgegebenen Zeit (T3) erfolgt und daß der Mikrorechner (10) nach Ablauf des zweiten Abschnittes (T2) die neu ermittelten Steuersignale (Is') abgibt.

2. Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zählregister des Mikrorechners (10) abwechselnd als Zähler zur Aufsummierung der Ist-Drehzahl-signale (I_n) im ersten Programmabschnitt (T_1) und als Timer zur Abarbeitung der fest vorgegebenen Zeit (T_3) im zweiten Programmabschnitt (T_2) dient.
3. Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung, nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuersignale aus Steuerimpulsen (I_s) mit fester Frequenz (f) und drehzahlabhängiger Impulsbreite bestehen, wobei die feste Meßzeit (T_1) für die Erfassung der Ist-Drehzahl-signale (I_n) durch mindestens drei Steuerimpulsperioden (T_0) bestimmt ist.
4. Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der neuen Steuersignale (I_s') im zweiten Programmabschnitt (T_2) im Anschluß an diejenige Steuer-signalflanke erfolgt, die abhängig vom Tastverhältnis der Steuersignale (I_s) den größeren Abstand zur darauffolgenden Steuersignalflanke hat.
5. Leerlaufdrehzahlregeleinrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz (f) der Steuersignale (I_s) 60 Hz und der Sollwert der Leerlaufdrehzahl 600 min^{-1} beträgt. *Wj*

