

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern und Regeln einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie auf eine elektronische Regel- und Steuereinrichtung für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruches 3.

Bei der elektronischen Regelung eines Dieselmotors liefert ein Regler ein digitales Ausgangssignal. In Abhängigkeit von diesem Signal soll ein elektromechanischer Antrieb für das Stellglied z.B. der Einspritzpumpe oder von Pumpedüsen verstellt werden. Als Digital-Analog-Wandler wird dann mit Vorteil ein Pulsbreitenmodulator mit nachgeschaltetem Tiefpaßfilter verwendet. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Antrieb auf Grund seiner elektrischen (Induktivität) und mechanischen (Masse) Eigenschaften ein mehr oder weniger ausgeprägtes Tiefpaßverhalten zeigt, das bei der Dimensionierung des Tiefpaßfilters eine Rolle spielt. Bei ungenügender Filterung des Ansteuersignales kann es jedenfalls zu einer mechanischen Unruhe des Stellgliedes kommen, nämlich zu einer oszillierenden Bewegung mit der Taktfrequenz des Ansteuersignals. Der insbesondere bei niedrigeren Taktfrequenzen für das Tiefpaßfilter erforderliche Aufwand ist als Nachteil anzusehen.

Die Anwendung pulsbreitenmodulierter Signale zur Ansteuerung von Stellgliedern für die Einspritzmenge geht beispielsweise aus der DE-A-33 11 351 hervor, wobei in diesem Fall das Stellglied direkt von dem pulsbreitenmodulierten Signalen angesteuert wird. Aus der DE-A-37 30 443 der Anmelderin geht gleichfalls die Verwendung eines pulsbreitenmodulierten Signals hervor, doch wird dieses Signal hier als Führungsgröße eines Servokreises für das Stellglied herangezogen. Der Begriff "Ansteuersignal zur Steuerung eines elektromechanischen Stellgliedes" ist somit in dem Sinne zu verstehen, daß er eine direkte Ansteuerung ebenso umfaßt, wie eine Ansteuerung eines Servokreises für das Stellglied.

Das Dokument JP-A-59 120 776 (Abstract) offenbart eine drehzahlabhängige Steuerung einer Treibstoffpumpe, die so erfolgt, daß eine drehzahlabhängige Impulsfolge einem monostabilen Multivibrator zugeführt wird, der aus der Impulsfolge einen drehzahlabhängigen Puls formt, dessen Einzelimpulse konstante Dauer besitzen. Dieser Puls wird einer Treibstoffpumpe zugeführt. Mit steigender Drehzahl nimmt demnach das Tastverhältnis des Pulses zu und der Treibstoffpumpe wird im Mittel mehr elektrische Energie zugeführt. Für eine tatsächliche Regelung z.B. im Sinne der vorhin genannten Dokumente ist eine solche Steuerung ungeeignet.

Ein Pulsbreitenmodulator zur Umwandlung eines dualen Digitalwertes in ein pulsbreitenmoduliertes Signal, der unter Verwendung eines Mikrocomputers realisiert ist, kann z.B. der Firmenschrift "Embedded

Controller Handbook", Intel, Order Number 21 09 18-005, 1987 entnommen werden. Hierbei wird der Digitalwert einem Register zugeführt, an dessen Ausgang der Wert z.B. 8-stellig (im Dualsystem) vorliegt. Eine Taktfrequenz wird einem Zählereingang zugeführt, dessen hier gleichfalls 8-stelliger Ausgang in einem Komparator mit dem zuvor erwähnten Wert verglichen wird. Der Ausgang des Komparators, der auf Gleichheit überprüft, wird dem Reset-Eingang eines Flip-Flop zugeführt, dessen Set-Eingang des Overflow-Signal des Zählers erhält. Am Q-Ausgang des Flip-Flop liegt dann ein pulsbreitenmoduliertes Signal vor. Dieses Signal weist innerhalb jedes Taktes einen Impuls auf, dessen Breite bzw. Länge mit zunehmender Größe des genannten Wertes zunimmt. Bei einem Registerwert 0 verschwindet die Breite des Impulses, bei einem Registerwert 255 entspricht die Breite fast der Periodendauer T_0 .

Bei dieser bekannten Lösung beträgt die relative Amplitude der Spannungsschwankungen unabhängig von der Anzahl der Bits bei einer Filterzeitkonstanten $\tau = T_0$ und bei einem Tastverhältnis für die Impulse innerhalb jedes Taktes von 1:1 fast 25 %. Mit kleiner oder größer werdendem Tastverhältnis nimmt die relative Amplitude der Spannungsschwankungen ab, sie beträgt aber bei einem Tastverhältnis von 1:5 oder 5:1 immer noch etwa 10%. Um die relativen Spannungsschwankungen herabzusetzen muß man daher größere Filterzeitkonstanten wählen, wodurch sich eine entsprechende Verschlechterung der Dynamik ergibt, die sich äußerst ungünstig auf das Fahrverhalten des Fahrzeuges auswirkt.

Es sei hier angemerkt, daß die Begriffe "Dualcode" und "Binärcode" in Einklang mit der deutschsprachigen Literatur (z.B. U. Tietze, Ch. Schenk: "Halbleiterschaltungstechnik", Springer-Verlag, Berlin 1983) verwendet werden.

Die Erfindung hat es sich zum Ziel gesetzt, an Stelle der bisher üblichen Pulsbreitenmodulation eine Umwandlung des Ausgangssignales der Recheneinrichtung in ein Ansteuersignal für ein elektromechanisches Stellglied zu schaffen, die bei gleichem Aufwand, insbesondere auch hinsichtlich der Filterung, wesentlich geringere relative Spannungsschwankungen des Analogsignals aufweist. Dieses Ziel läßt sich mit einem Verfahren gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 1 bzw. mit einer Vorrichtung gemäß dem Kennzeichen des Anspruches 3 erreichen.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß, bei gleichem Schaltungsaufwand wie nach dem Stand der Technik, eine signifikante Herabsetzung der Welligkeit des Ausgangssignals erhalten wird. Bei gleichen Ansprüchen an die Restwelligkeit kann der Aufwand für ein nachgeschaltetes Tiefpaßfilter erheblich geringer gehalten werden, als nach dem Stand der Technik. Der Begriff "nachgeschaltetes Tiefpaßfilter" umfaßt hier auch einen Verbraucher mit Tiefpaßcharakter, was weiter oben bereits erläutert wurde.

Weitere Merkmale sind in den abhängigen Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung samt anderer Vorteile ist im folgenden an Hand beispielsweise Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung nach der Erfindung in einem Blockschaltbild, Fig. 2 ein anderes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung nach der Erfindung und Fig. 3a und b in Zeitdiagrammen innerhalb eines Taktes die Form des Ausgangssignales in Abhängigkeit des Vorgabesignales bei einer Vorrichtung nach dem Stand der Technik (Fig. 3a) bzw. bei einer Vorrichtung nach der Erfindung (Fig. 3b).

Fig. 1 zeigt schematisch einen Dieselmotor 1 mit einer Einspritzpumpe 2, deren die zugeführte Kraftstoffmenge bestimmende Regelstange 3 mit Hilfe eines elektromechanischen Antriebes 4 verstellbar ist. Eine Recheneinrichtung 5 berechnet aus Betriebsgrößensignalen des Motors 1 bzw. auch des Fahrzeuges ein Ausgangssignal b, das die Grundlage für die Verstellung der Regelstange 3 darstellt.

Wesentliche Betriebsgrößen als Eingangsgrößen der Recheneinrichtung 5 sind die Fahrpedalstellung, die über einen Geber 7 ein entsprechendes Signal f erzeugt und die Drehzahl des Motors 1, wobei ein Drehzahlsignal n von einem Drehzahlgeber 8 an die Recheneinrichtung 5 geliefert wird. In Fig. 1 sind noch weitere Geber 9 schematisch angedeutet, die zusätzliche Betriebsgrößensignale, z.B. hinsichtlich Motortemperatur, Luftdruck, Kraftstofftemperatur etc. liefern können.

Das Ausgangssignal b der Recheneinrichtung 5 sowie allfällige weitere Ausgangssignale b', b'' liegt in digitaler, dual codierter Form vor und wird einem Register 10 zugeführt, von wo es 8-stellig als Wort B zu den Eingängen B₀ bis B₇ eines 8-Bit Komparators 11 gelangt. Ein solcher Komparator kann beispielsweise mit Logikbausteinen MM54C85, 4-Bit Magnitude Comparator von National Semiconductor realisiert werden. Die Firmenschrift "Logic Databook, Volume 1, National Semiconductor Corporation", 1984 zeigt den logischen Aufbau derartiger Bausteine und beschreibt ihr Zusammenschalten zu Wortlängen, die größer als 4 bit sind.

Zurückkommend auf Fig. 1 ist zu sagen, daß das Ausgangssignal b bzw. das Wort B stellenwertrichtig dem Komparator 11 zugeführt ist, d.h. der Ausgang mit dem niedrigsten Stellenwert (LSB= least significant bit) des Registers ist mit dem Eingang B₀ des Komparators 11 verbunden.

Es ist weiters ein Dualzähler 12 vorgesehen, dem ein Zähltakt f₁ der Periodendauer T₁ zugeführt wird. Dieser Zähltakt stammt zweckmäßigerweise aus einem von der Recheneinrichtung 5 benötigten, nicht näher gezeigten Taktgeber. Ein 8-stelliger Ausgang des Zählers 12 ist mit dem zweiten Eingang des Komparators 11 verbunden, doch ist hier der Zähleraus-

gang mit dem Komparatoreingang so zusammengesaltet, daß der Ausgang MSB (most significant bit) des Zählers 12 dem Eingang A₀ des Komparators 11 mit niedrigstem Stellenwert (LSB) entspricht, d.h. die Reihenfolge der Stellen wird beim Beschalten umgekehrt, oder, mit anderen Worten, das Zählersignal a wird dem Komparator 11 in gestülpter Form zugeführt.

Am Ausgang des Komparators 11, der überprüft, ob das Wort A an den Eingängen A₀ bis A₇ kleiner ist, als das Wort B an den Eingängen B₀ bis B₇, tritt ein Ansteuersignal der Periode T₀ auf, das innerhalb jeder Periode aus Einzelimpulsen besteht, deren Gesamtlänge innerhalb jeder Periode T₀ dem Wert des Ausgangssignales b der Recheneinrichtung 5 proportional ist. Für einen 4-Bit-Komparator ist dies in Fig. 3b veranschaulicht, wobei in Fig. 3a die bisher übliche Pulsbreitenmodulation gegenübergestellt ist. Der Vorgabewert B ist links mit den Zahlen 0 bis 15 bezeichnet.

Periodendauer T₀ mit Zählertakt T₁ stehen über die Wortlänge n des Komparators über T₀ = T₁ · 2ⁿ miteinander in Beziehung. In Fig. 1 ist die Wortlänge mit 8 bit dargestellt, in Fig. 3 mit 4 bit. In der Praxis wird man allerdings Wortlängen von 8 bis 16 bit oder darüber verwenden.

Dem Ausgang des Komparators 11 kann ein D-Flip-Flop 13 nachgeschaltet sein, das von dem Zählertakt f₁ taktflankengesteuert ist und das Ansteuersignal von Schaltspikes befreit, die in dem Komparator 11 entstehen. Ein Inverter ist hiebei dem Takteingang des Flip-Flops 13 vorgeschaltet. Die Beseitigung von Schaltspikes ist vor allem bei höheren Taktfrequenzen geboten, wenn Laufzeiten im Komparator zu Spikes von deutlich merkbarer Länge führen, die eine Verfälschung des Vorgabesignales hervorrufen könnten.

Das Ansteuersignal s wird über ein einfaches Tiefpaßfilter 14 und eine Endstufe 15 dem elektromechanischen Antrieb 4 zugeführt.

Fig. 2 zeigt ein Realisierungsbeispiel eines 4-bit Komparators unter Verwendung üblicher Gatterbausteine und Fig. 3b, wie bereits erwähnt, das zugehörige Ansteuersignal für die sechzehn möglichen Vorgabewerte. Aus Fig. 3b geht für den Fachmann bereits aus dem Augenschein die signifikante Verbesserung der Welligkeit einer nach Filterung erhaltenen Spannung hervor. Selbstverständlich zeigt sich diese Verbesserung auch rechnerisch und experimentell und wird nachstehend an Hand eines Vergleiches für den jeweils ungünstigsten Fall des Tastverhältnisses (z.B. Zahl 8 in Fig. 3a) angegeben.

Bei einem Pulsbreitenmodulator nach dem Stand der Technik betragen dann die relativen Spannungsschwankungen bei einer Filterzeitkonstanten $\tau = T_0$ etwa 25 %, und zwar unabhängig von der Anzahl der verwendeten Bits.

Bei der Erfindung liegen diese Spannungs-

schwankungen bei gleicher Filterzeitkonstante für
 4 Bit unter 12 %
 10 Bit unter 0,2 %
 16 Bit unter 40.10⁻⁸

Daraus ist ersichtlich, daß sich der Aufwand für die Filterung bei Anwendung der Erfindung drastisch reduziert. In Hinblick auf die bereits erwähnte, elektromechanischen Stellgliedern inhärente Tiefpaßeingenschaft kann in vielen Fällen ein Tiefpaßfilter gänzlich entfallen.

Stellglieder, die ausgehend von dem Ausgangssignal b der Recheneinrichtung 5 angesteuert werden sollen sind insbesondere die Regelstange einer Einspritzpumpe, wie in Fig. 1 gezeigt. Es kann sich aber ebenso um Stellglieder zum Verstellen des Einspritzzeitpunktes, der Luftmenge, eines Abgasrückführventils, einer Drosselklappe und dgl. mehr handeln, was durch Signale b' , b'' in Fig. 1 angedeutet ist.

Ein mit der Erfindung verbundener besonderer Vorteil ist in der raschen und fehlerfreien Reaktion auf eine Änderung des Vorgabewertes zu sehen, die nicht nur durch die günstigere Filterdimensionierung gegeben ist. lindert man nämlich innerhalb der Periodendauer T_0 den Vorgabewert B auf einen insbesondere kleineren Wert, so zeigt sich bei erfindungsgemäßem Aufbau in fast allen Fällen noch vor Beendigung derselben Periode eine Reaktion in die gewünschte Richtung. Bei Ausführungen nach dem Stand der Technik treten im ungünstigsten Fall bei Änderungen des Vorgabewertes während des Ablaufes der Periode entweder sogenannte Ausreißer (einmalige Ausgabe von 100 %) auf, oder es tritt erst beim Durchlaufen der nächsten Periode T_0 die gewünschte Änderung ein. Ein solches Fehlverhalten kann für den Fahrbetrieb des Kraftfahrzeuges fatale Folgen haben.

Wenn in der vorliegenden Anmeldung davon die Rede ist, daß die Gesamtdauer des Ansteuersignales s dem Wert des dualen bzw. binären Ausgangssignals b im wesentlichen proportional ist, so soll dies nicht bedeuten, daß ein Gleichanteil (offset) ausgeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern und Regeln einer Brennkraftmaschine, bei welchem in Abhängigkeit von Betriebsgrößensignalen, wie z.B. der Drehzahl, der Gaspedalstellung, der Motortemperatur etc. in einer Recheneinrichtung ein digitales, binäres Ausgangssignal errechnet und dieses errechnete Binärsignal in ein Ansteuersignal umgewandelt wird, das aus Impulsen konstanter Höhe besteht, wobei die Gesamtdauer des Ansteuersignals innerhalb einer vorgegebenen festen Taktperiode dem Wert des Binärsignals proportional ist und dieses Ansteuersignal zur Steuerung eines elek-

tromechanischen Stellgliedes herangezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Ansteuersignal innerhalb jeder Taktperiode je nach dem Wert des Binärsignals (b) in Einzelimpulse aufgeteilt wird, wobei die Summe aus den Einzelimpulsdauern innerhalb der Taktperiode dem Wert des Binärsignales (b) proportional ist und die Einzelimpulse im wesentlichen gleichmäßig innerhalb jeder Taktperiode verteilt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das errechnete Binärsignal (b) als n -stelliges Vorgabedualsignal dargestellt wird, die Taktimpulse zur Erzeugung der Einzelimpulsdauern dual gezählt werden, um als n -stelliges Zählerdualsignal (a) vorzuliegen, welches mit dem Vorgabedualsignal mit einem Vergleichler verglichen wird, wobei $n > 1$ ist und zum Vergleich das Zählerdualsignal (a) seinen Binärstellen entsprechend in umgekehrter Reihenfolge an den Vergleichler angelegt wird und verglichen wird, ob der Zahlenwert entsprechend der umgekehrten Reihenfolge der Binärstellen des Zählerdualsignals kleiner ist, als der Zahlenwert des Vorgabedualsignals.

3. Elektronische Regel- und Steuereinrichtung für Brennkraftmaschinen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 2, mit einer Rechenschaltung (5), der das Drehzahlsignal (n) eines Drehzahlsensors (8) sowie weitere, mit Hilfe von Meßwertgebern ermittelte Betriebsgrößensignale, zugeführt werden, wobei die Rechenschaltung (5) zur Abgabe eines aus den Betriebsgrößen errechneten n -stelligen Vorgabedualsignals (b) eingerichtet ist, mit einem n -stelligen Dualzähler, dem zur Bildung eines n -stelligen Zählerdualsignals (a) ein Taktsignal (f_1) zugeführt ist und mit einem n -Bit Komparator (11) der zum Vergleich des Zählerdualsignals (a) mit dem n -stelligen Vorgabedualsignal (b) eingerichtet ist und dessen Ausgangssignal (s) zur Ansteuerung eines elektromechanischen Stellgliedes (4) herangezogen ist, wobei $n > 1$ dadurch gekennzeichnet, daß das Zählerdualsignal (a) und das Vorgabedualsignal (b) dem Komparator (11) so zugeführt sind, daß das Zählerdualsignal (a) in bezug auf den Komparatoreingang (b) entsprechend seinen Binärstellen in umgekehrter Reihenfolge verwendet wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (11) zur Abgabe eines Ausgangssignales eingerichtet ist, falls der jeweilige Wert des Vorgabedualsignals (b) größer ist, als der entsprechende Wert des Zählerdualsignals (a), das entsprechend seinen Binärstellen in umgekehrter Reihenfolge verwendet

schwankungen bei gleicher Filterzeitkonstante für

4 Bit unter 12 %

10 Bit unter 0,2 %

16 Bit unter 40.10⁻⁶

Daraus ist ersichtlich, daß sich der Aufwand für die Filterung bei Anwendung der Erfindung drastisch reduziert. In Hinblick auf die bereits erwähnte, elektromechanischen Stellgliedern inhärente Tiefpaßeigenschaft kann in vielen Fällen ein Tiefpaßfilter gänzlich entfallen.

Stellglieder, die ausgehend von dem Ausgangssignal *b* der Recheneinrichtung 5 angesteuert werden sollen sind insbesondere die Regelstange einer Einspritzpumpe, wie in Fig. 1 gezeigt. Es kann sich aber ebenso um Stellglieder zum Verstellen des Einspritzzeitpunktes, der Luftmenge, eines Abgasrückführventils, einer Drosselklappe und dgl. mehr handeln, was durch Signale *b'*, *b''* in Fig. 1 angedeutet ist.

Ein mit der Erfindung verbundener besonderer Vorteil ist in der raschen und fehlerfreien Reaktion auf eine Änderung des Vorgabewertes zu sehen, die nicht nur durch die günstigere Filterdimensionierung gegeben ist. lindert man nämlich innerhalb der Periodendauer *T₀* den Vorgabewert *B* auf einen insbesondere kleineren Wert, so zeigt sich bei erfindungsgemäßem Aufbau in fast allen Fällen noch vor Beendigung derselben Periode eine Reaktion in die gewünschte Richtung. Bei Ausführungen nach dem Stand der Technik treten im ungünstigsten Fall bei Änderungen des Vorgabewertes während des Ablaufes der Periode entweder sogenannte Ausreißer (einmalige Ausgabe von 100 %) auf, oder es tritt erst beim Durchlaufen der nächsten Periode *T₀* die gewünschte Änderung ein. Ein solches Fehlverhalten kann für den Fahrbetrieb des Kraftfahrzeuges fatale Folgen haben.

Wenn in der vorliegenden Anmeldung davon die Rede ist, daß die Gesamtdauer des Ansteuersignales *s* dem Wert des dualen bzw. binären Ausgangssignals *b* im wesentlichen proportional ist, so soll dies nicht bedeuten, daß ein Gleichanteil (offset) ausgeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern und Regeln einer Brennkraftmaschine, bei welchem in Abhängigkeit von Betriebsgrößensignalen, wie z.B. der Drehzahl, der Gaspedalstellung, der Motortemperatur etc. in einer Recheneinrichtung ein digitales, binäres Ausgangssignal errechnet und dieses errechnete Binärsignal in ein Ansteuersignal umgewandelt wird, das aus Impulsen konstanter Höhe besteht, wobei die Gesamtdauer des Ansteuersignals innerhalb einer vorgegebenen festen Taktperiode dem Wert des Binärsignals proportional ist und dieses Ansteuersignal zur Steuerung eines elek-

tromechanischen Stellgliedes herangezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Ansteuersignal innerhalb jeder Taktperiode je nach dem Wert des Binärsignals (*b*) in Einzelimpulse aufgeteilt wird, wobei die Summe aus den Einzelimpulsdauern innerhalb der Taktperiode dem Wert des Binärsignales (*b*) proportional ist und die Einzelimpulse im wesentlichen gleichmäßig innerhalb jeder Taktperiode verteilt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das errechnete Binärsignal (*b*) als *n*-stelliges Vorgabedualsignal dargestellt wird, die Taktimpulse zur Erzeugung der Einzelimpulsdauern dual gezählt werden, um als *n*-stelliges Zählerdualsignal (*a*) vorzuliegen, welches mit dem Vorgabedualsignal mit einem Vergleichler verglichen wird, wobei *n* > 1 ist und zum Vergleich das Zählerdualsignal (*a*) seinen Binärstellen entsprechend in umgekehrter Reihenfolge an den Vergleichler angelegt wird und verglichen wird, ob der Zahlenwert entsprechend der umgekehrten Reihenfolge der Binärstellen des Zählerdualsignals kleiner ist, als der Zahlenwert des Vorgabedualsignals.

3. Elektronische Regel- und Steuereinrichtung für Brennkraftmaschinen zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 2, mit einer Rechenschaltung (5), der das Drehzahlsignal (*n*) eines Drehzahlsensors (8) sowie weitere, mit Hilfe von Meßwertgebern ermittelte Betriebsgrößensignale, zugeführt werden, wobei die Rechenschaltung (5) zur Abgabe eines aus den Betriebsgrößen errechneten *n*-stelligen Vorgabedualsignals (*b*) eingerichtet ist, mit einem *n*-stelligen Dualzähler, dem zur Bildung eines *n*-stelligen Zählerdualsignals (*a*) ein Taktsignal (*f₁*) zugeführt ist und mit einem *n*-Bit Komparator (11) der zum Vergleich des Zählerdualsignals (*a*) mit dem *n*-stelligen Vorgabedualsignal (*b*) eingerichtet ist und dessen Ausgangssignal (*s*) zur Ansteuerung eines elektromechanischen Stellgliedes (4) herangezogen ist, wobei *n* > 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Zählerdualsignal (*a*) und das Vorgabedualsignal (*b*) dem Komparator (11) so zugeführt sind, daß das Zählerdualsignal (*a*) in bezug auf den Komparatoreingang (*b*) entsprechend seinen Binärstellen in umgekehrter Reihenfolge verwendet wird.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (11) zur Abgabe eines Ausgangssignales eingerichtet ist, falls der jeweilige Wert des Vorgabedualsignals (*b*) größer ist, als der entsprechende Wert des Zählerdualsignals (*a*), das entsprechend seinen Binärstellen in umgekehrter Reihenfolge verwendet



wird.

5. Einrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Komparator (11) ein taktflankengesteuertes D-Flip-Flop (13) nachgeschaltet ist.

Claims

1. Method for controlling and regulating an internal combustion engine, where a digital, binary output signal is calculated in a computer in dependence upon the signals of the operating values, such as for example the rotational speed, the accelerator pedal position, the engine temperature etc. and this calculated binary signal is converted into a control signal, which comprises pulses of constant level, and the total duration of the control signal within a predetermined fixed timing period is proportional to the value of the binary signal and this control signal is used to control an electro-magnetic adjusting member, characterised in that the control signal within each timing period is, depending on the value of the binary signal (b), divided into individual pulses, and the summation of the duration of the individual pulses within the timing period is proportional to the value of the binary signal (b) and the individual pulses are divided substantially evenly within each timing period.
2. Method according to claim 1, characterised in that the calculated binary signal (b) is represented as an n-bit preceding binary signal, the timing pulses for producing the durations of the individual pulses are counted binary, in order to provide an n-bit binary counter signal (a), which is compared using a comparator with the preceding binary signal and $n > 1$ [apparent omission in German text] for the purpose of comparison, the binary counter signal (a) is fed to the comparator in a reverse sequence according to its binary bits and a comparison is carried out as to whether the numerical value, according to the reverse sequence of the binary bits, of the binary counter signal is smaller than the numerical value of the preceding binary signal.
3. Electronic regulating and controlling device for internal combustion engines for carrying out the method in accordance with one of claims 1 to 2, having a computer 5, to which is fed the rotational speed signal (n) of a rotational speed sensor (8) and further signals of operating values determined by means of sensors and, for the purpose of outputting an n-bit preceding binary signal (b) calculated from the operating values, the comput-

er (5) is fitted with an n-bit binary counter which is fed a timing signal (f1) for the purpose of forming an n-bit binary counter signal (a) and is also fitted with an n-bit comparator (11) which, for the purpose of comparing the binary counter signal (a) is fed with the n-bit preceding binary signal (b) and whose output signal (s) is used for controlling an electro-mechanical adjusting member (4), and $n > 1$ [apparent omission in German text] characterised in that the binary counter signal (a) and the preceding binary signal (b) are fed to the comparator (11) in such a way that the binary counter signal (a) with respect to the comparator input (b) is used in the reverse sequence according to its binary bits.

4. Device according to claim 3, characterised in that the comparator (11) is fitted, for the purpose of outputting an output signal, should the respective value of the pre-set binary signal (b) be larger than the corresponding value of the binary counter signal (a), which is used in the reverse sequence according to its binary places.
5. Device according to claim 3 or 4, characterised in that, a pulse edge controlled D-flip-flop (13) is connected downstream of the comparator (11).

Revendications

1. Procédé de commande et de régulation d'un moteur à combustion, dans lequel en fonction de signaux de paramètres de fonctionnement, tels que la vitesse de rotation, la position de la pédale d'accélération, la température du moteur etc., un signal de sortie numérique binaire est calculé dans une unité de calcul, ce signal binaire calculé étant converti en un signal de commande constitué d'impulsions de hauteur constante, la durée totale du signal de commande à l'intérieur d'une période élémentaire fixe prescrite étant proportionnelle à la valeur du signal binaire, ce signal de commande servant à la commande d'un élément de réglage électromécanique, caractérisé en ce que le signal de commande est divisé en impulsions unitaires à l'intérieur de chaque période élémentaire en fonction de la valeur du signal binaire (b), la somme de la durée des impulsions unitaires à l'intérieur de la période élémentaire étant proportionnelle à la valeur du signal binaire (b), et les impulsions unitaires étant pour l'essentiel réparties uniformément à l'intérieur de chaque période élémentaire.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal binaire calculé (b) se présente sous forme d'un signal binaire de référence à n



chiffres, en ce que des impulsions de synchronisation pour produire les durées des impulsions unitaire sont comptées en binaire, afin d'être disponibles comme signal binaire de comptage (a) à n chiffres, lequel est comparé au signal binaire de référence dans un comparateur, n étant > 1, et, pour la comparaison, le signal binaire de comptage (a) étant appliqué, en ordre chronologique inversé de ses bits, au comparateur, pour comparer si la valeur numérique, en ordre chronologique inversé, des bits du signal binaire de comptage est inférieure à la valeur numérique du signal binaire de référence.

3. Dispositif électronique de régulation et de commande pour moteurs à combustion, destiné à l'exécution du procédé selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant une unité de commutation de calcul (5) à laquelle sont appliqués le signal de vitesse de rotation (n) d'un détecteur de vitesse de rotation (8), ainsi que d'autres signaux de paramètres de fonctionnement détectés à l'aide de capteurs, l'unité de commutation de calcul (5) étant agencée pour délivrer un signal binaire de référence (b) à n chiffres calculé à partir des paramètres de fonctionnement et équipée d'un compteur binaire à n chiffres (a) auquel est transmis un signal de synchronisation (f1) pour constituer un signal binaire de comptage (a) à n chiffres, et d'un comparateur (11) à n bits prévu pour comparer le signal binaire de comptage (a) au signal binaire de référence (b) à n chiffres, le signal de sortie (s) de ce dernier servant à la commande d'un élément de réglage électromécanique (4), caractérisé en ce que le signal binaire de comptage (a) et le signal binaire de référence (b) sont transmis au comparateur (11), de sorte que le signal binaire de comptage (a) est utilisé en ordre chronologique inversé de ses bits par rapport à l'entrée du comparateur (b).
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le comparateur (11) est prévu pour délivrer un signal de sortie au cas où la valeur respective du signal binaire de référence (b) est supérieure à la valeur correspondante du signal binaire de comptage (a), qui est utilisé en ordre chronologique inversé de ses bits.
5. Dispositif selon les revendications 3 ou 4, caractérisé en ce qu'une bascule de type D (13), commandée par fronts d'impulsion, est installée en aval du comparateur (11).

55

