



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 502 849 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **24.08.94** 51 Int. Cl.⁵: **F02D 41/04, F02D 41/10, F02D 41/12, F02D 41/34**
- 21 Anmeldenummer: **90914675.5**
- 22 Anmeldetag: **12.10.90**
- 86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE90/00774
- 87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 91/08390 (13.06.91 91/13)

54 **ELEKTRONISCHES STEUERSYSTEM FÜR DIE KRAFTSTOFFZUMESSUNG BEI EINER BRENNKRAFTMASCHINE.**

- | | |
|---|---|
| <p>30 Priorität: 30.11.89 DE 3939548</p> <p>43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.09.92 Patentblatt 92/38</p> <p>45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.08.94 Patentblatt 94/34</p> <p>84 Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB</p> <p>56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 46 599
EP-A- 258 837
GB-A- 2 185 592
US-A- 4 357 923
US-A- 4 852 538</p> | <p>73 Patentinhaber: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart (DE)</p> <p>72 Erfinder: SCHNAIBEL, Eberhard
Hochstetterstr. 1/5
D-7254 Hemmingen (DE)
Erfinder: MAYER, Rudi
Lärchenweg 28
D-7143 Vaihingen/Enz (DE)
Erfinder: GÖLZER, Thomas
Gartenstr. 20
D-7141 Schwieberdingen (DE)
Erfinder: EBINGER, Bernhard
Kernenplatz 5
D-7000 Stuttgart 1 (DE)
Erfinder: SCHULER, Dieter
Weierstrasse 11
W-7037 Magstadt (DE)</p> |
|---|---|

EP 0 502 849 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem elektronischen Steuersystem für die Kraftstoffzumessung bei einer Brennkraftmaschine mit Sensoren für Last, Drehzahl und Temperatur, Mitteln zur Bestimmung eines Grundeinspritzmengensignals sowie eines Übergangskompensationssignals zur Anpassung der zugemessenen Kraftstoffmenge im Beschleunigungs- und Verzögerungsfall nach der Gattung des Hauptanspruchs (vergleiche US-A-4 852 538).

Bekannt ist aus der DE-OS 30 42 246 bzw. der entsprechenden US-PS 4 440 136 ein Kraftstoffmeßsystem, bei dem zur Beschleunigungsanreicherungen Anreicherungsfaktor nach einer bestimmten Formel gebildet wird und die Einzelkomponenten der Formel last- und drehzahlabhängig aus Speichern abrufbar sind. Der Anreicherungsfaktor ergibt sich nach $FM = 1 + FM_1 \times FM_2$. Dabei sind FM_1 drehzahl- und lastabhängig und FM_2 temperaturabhängig.

Aus DE-OS 36 23 041 bzw. der entsprechenden US-Patentanmeldung SN 169 274 ist ein Verfahren zur Kraftstoffzumessung im Beschleunigungsfall bekannt, das die zeitliche Beziehung zwischen dem Auftreten des Beschleunigungswunschsignals und den Einlassventilzeiten berücksichtigt, damit die erforderliche Mehrmenge an Kraftstoff zur Realisierung des Beschleunigungswunsches möglichst zeitoptimal zugemessen werden kann. Dazu ist u. a. vorgesehen, die berechnete Mehrmenge an Kraftstoff auf mehrere aufeinanderfolgende Zumeßvorgänge zu verteilen bzw. sogenannte Zwischenspritzer vorzusehen.

Das physikalische Problem bei der Beschleunigungsanreicherung ist, die erforderliche Mehrmenge in den Brennräumen der Brennkraftmaschine selbst zur Verfügung zu stellen. Dies gestaltet sich vor allem bei niedrigen Temperaturen schwierig, weil dann ein Teil der in das Saugrohr zugemessenen Kraftstoffmenge an den Wänden des Saugrohrs kondensiert, und somit letztlich dem eigentlichen Verbrennungsprozeß nicht sofort zur Verfügung steht. Der sich an der Innenwand des Saugrohrs niederschlagende Kraftstoff bildet einen sogenannten Kraftstoffwandfilm. Er ist neben den konstruktiven Gegebenheiten vor allem temperatur-, drehzahl- und lastabhängig. Da der Auf- und Abbau des Kraftstoffwandfilms bei nicht stationärer Betriebszuständen der Brennkraftmaschine nur sehr schwierig beherrschbar ist, sind in der Literatur bereits unterschiedliche Ansätze für die Beschreibung des Wandfilms bekannt geworden. Eine grundlegende Arbeit hierzu findet sich im SAE-Paper 810494 "Transient A/F Control Characteristics of the 5 Liter Central Fuel Injection Engine" von CF Aquino.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein elektronisches Steuersystem für die Kraftstoffzumessung bei einer Brennkraftmaschine zu schaffen, bei dem bei Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgängen ein bezüglich Abgas optimales Übergangsverhalten erzielt wird.

Vorteile in der Erfindung

Das erfindungsgemäße Steuersystem für die Kraftstoffzumessung kennzeichnet sich durch ein gutes Abgasverhalten im Übergangsbetrieb aus, indem betriebskenngrößenabhängig ein Übergangskompensationssignal zur Anpassung der zugemessenen Kraftstoffmenge im Beschleunigungs- und Verzögerungsfall unter Einbeziehung eines Wandfilmmengendifferenzsignals sowie eines Absteuerfaktorsignals verarbeitet wird.

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

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung näher beschrieben und erläutert. Es zeigen Figur 1 ein grobes Übersichtsschaubild eines elektronischen Steuersystems für die Kraftstoffzumessung bei einer Brennkraftmaschine, Figur 2 in Blockdarstellung die wesentlichsten Elemente eines elektronischen Steuersystems für die Kraftstoffzumessung in Verbindung mit der Bereitstellung eines Übergangskompensationssignals, Figur 3 ein Flußdiagramm einer ersten Möglichkeit zur Bildung eines Übergangskompensationssignals, Figur 4a ein Zeitdiagramm dieser Realisierung, Figur 4b ein Zeitdiagramm zur Darstellung einer weiteren Möglichkeit der Bildung eines Übergangskompensationssignals und schließlich Figur 5 eine Flußdiagramm-Darstellung zur Realisierung dieser zweiten Möglichkeit der Bildung eines Übergangskompensationssignals.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt in einer groben Übersicht eine Brennkraftmaschine mit ihren wesentlichsten Sensoren, einem Steuergerät und einem Einspritzventil. Die Brennkraftmaschine ist dabei mit 10 bezeichnet. Sie besitzt ein Luftansaugrohr 11 sowie eine Abgasleitung 12. Im Luftansaugrohr 11 befindet sich eine Drosselklappe 13, ggf. ein Luftmengen- bzw. Luftmassenmesser 14 sowie ein Einspritzventil 15 zur Zumessung der erforderlichen Kraftstoffmenge in den zur Brennkraftmaschine 10 strömenden Luftstrom. Ein Drehzahlsensor ist mit 16 bezeichnet, ein Temperatursensor mit 17. Ein

Lastsignal von einem Drosselklappensensor 18 und/oder vom Luftmengen- bzw. Luftmassensensor 14 gelangt zusammen mit den Signalen der übrigen Sensoren zu einem Steuergerät 20, das ein Ansteuersignal für das wenigstens eine Einspritzventil 15 sowie ggf. ein Zündsignal sowie weitere für die Brennkraftmaschinensteuerung wesentliche Ansteuersignale erzeugt.

Die in Figur 1 dargestellte Grundstruktur eines Kraftstoffzumeßsystems für eine Brennkraftmaschine ist bekannt. Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem der Bereitstellung eines Übergangskompensationssignals für den Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsfall mit dem Ziel eines möglichst optimalen Übergangsverhaltens der Brennkraftmaschine bzw. des damit ausgestatteten Fahrzeugs bei gleichzeitig möglichst sauberem Abgas.

Eine Blockdarstellung des erfindungsgemäßen elektronischen Steuersystems für die Kraftstoffzumeßung findet sich in Figur 2. Dort sind bereits aus Figur 1 bekannte Elemente mit den bereits genannten Bezugszeichen versehen.

Mit 25 ist ein Grundkennfeld zur Abgabe eines Grundeinspritzsignals tlk bezeichnet. Ein Absteuerfaktorkennfeld zur Abgabe eines Absteuerfaktorsignals Tk trägt das Bezugszeichen 26 und mit 27 ist ein Wandfilm mengenkennfeld zur Abgabe eines entsprechenden Wandfilm mengensignals Wk bezeichnet. Alle drei Kennfelder 25, 26 und 27 erhalten eingangsseitig Signale vom Lastsensor 17 und Drehzahlsensor 15. Dem Wandfilm mengenkennfeld 27 folgt ein Differenzbildungsmittel zur Darstellung eines Differenzsignals $\Delta Wn = Wk - Wk-1$ zwischen aufeinanderfolgenden Wandfilm mengenwerten.

Ein Block 30 gibt ein Signal ab, welches das Ende eines Schiebe- bzw. Schubbetriebes markiert. Ein nachfolgender Block 31 erzeugt ein Korrektursignal TUKSAS abhängig von der vorangegangenen Dauer einer Schubbetriebsphase. Eine Additionsstelle 32 verbindet im folgenden die Ausgangssignale der beiden Blöcke 29 und 31. Es folgt eine Multiplizierstelle 33, in der das Ausgangssignal der Additionsstelle 32 mit einem temperaturabhängigen Signal aus einem wiederum mit dem Temperatursensor 16 in Verbindung stehenden Block 34 multiplikativ verknüpft wird. Das Ergebnis ist dann ein temperatur- und Betriebsdauerabhängig korrigiertes Wandfilmänderungssignal ΔWn .

In einem nachfolgenden Block 29 wird zum momentanen Änderungssignal ΔWn der noch nicht eingespritzte Rest aller vorhergehenden Differenzbildungen $SUM \Delta Wk-1$ hinzuaddiert, mit dem Ergebnis, daß ausgangssseitig des Blocks 29 ein Signal $SUM \Delta Wk = Wk - Wk-1 + SUM \Delta Wk-1$ zur Verfügung steht. Dieses Signal wird in einer Multiplikationsstelle 36 mit dem Signal Tk vom

Absteuerfaktorkennfeld 26 verknüpft. Ausgangssseitig der Multiplikationsstelle 36 steht dann das Übergangskompensationssignal UKK zur Verfügung. Dieses Signal wird nachfolgend in einer Additionsstelle 37 mit dem Ausgangssignal tlk des Grundkennfeldes 25 verknüpft und anschließend in einem Block 38 ggf. noch lambdaabhängig und temperaturabhängig korrigiert. Das Ausgangssignal des Korrekturblocks 38 steht dann als Gesamteinspritzsignal ti letztlich dem Einspritzventil 14 zur Verfügung.

Zu erwähnen ist noch ein Differenzbildungselement 39, das sowohl das Signal auf der Leitung 35, als auch das Ausgangssignal der Multiplikationsstelle 36 empfängt und das im Block 29 einen Berechnungsschritt später zu verarbeitende zweite Signal bildet.

Erläutert wird der Gegenstand von Figur 2 zweckmäßigerweise anhand eines in Figur 3 dargestellten Flußdiagrammes. Dabei können die einzelnen Berechnungsschritte sowohl im Zeitraster, als auch im Winkelraster (z. B. bezogen auf die Kurbelwelle) ablaufen.

In Figur 3 ist der Startpunkt mit 40 bezeichnet. Es folgt in Block 41 das Einlesen eines Lastwertes αk sowie eines Drehzahlwertes nk . Dabei verdeutlicht der Buchstabe k die zum Zeitpunkt tk zur Verfügung stehenden Werte der einzelnen Größen. Mit $k-1$ werden die entsprechenden Werte jeweils zum vorangegangenen Abtastzeitpunkt bezeichnet.

Block 41 schließt sich ein Block 42 an, in dem aus den von Figur 2 bekannten Kennfeldern 25, 26 und 27 jeweils ein Wert für das Grundzumeßsignal tlk , für die Wandfilmkraftstoffmenge Wk sowie ein Absteuerfaktor Tk ausgelesen bzw. bereits als Interpolationswerte zur Verfügung gestellt werden.

Es folgt in Block 43 entsprechend Block 28 von Figur 2 eine Differenzbildung zwischen den einzelnen Wandfilmkraftstoffmengenwerten zu aufeinander folgenden Abtastzeitpunkten. In Block 44 findet eine Korrektur abhängig von Temperatur sowie der Schubdauer statt. Zu diesem in Block 44 gebildeten Wert ΔWn wird im nachfolgenden Block 45 zur aktuellen Wandfilmdifferenz ΔWn der noch nicht eingespritzte Rest der vorangehenden Differenz $SUM \Delta Wk-1$ hinzuaddiert. Der nachfolgende Block 46 entspricht der Multiplikationsstelle 36 von Figur 2. In ihm wird der Wert des momentan geltenden Übergangskompensationssignals UKK ermittelt. Es folgt in Block 47 die aus der Differenzbildungsstelle 39 von Figur 2 bekannte Berechnung eines Änderungsbetrags von $SUM \Delta Wk$ für den nächsten Berechnungsschritt in Block 45. Schließlich wird in Block 48 das Ausgangssignal entsprechend der Additionsstelle 37 von Figur 2 gebildet, dem im nachfolgenden Block 49 weitere Korrekturen folgen können. Im Anschluß daran wird ein Signal bezüglich der gesamten Einspritzdauer ti

gesamt ausgegeben und der Programmdurchlauf endet mit dem Programmschritt Stop (50).

Die Gegenstände von Figur 2 und Figur 3 offenbaren somit ein last- und drehzahlabhängiges Auslesen eines Wandfilmkraftstoffmengensignals aus einem entsprechenden Kennfeld 27 bzw. 42 zu einem Abtastzeitpunkt tk. Dieser Wandfilmkraftstoffmengenwert wird in jedem Abtastzeitpunkt last- und drehzahlabhängig neu bestimmt und daraus eine Differenz ermittelt. Es folgt im Anschluß daran mit Block 29 bzw. 44 eine Berücksichtigung der Rest-Werte früherer Wandfilmdifferenzen. Je nach Dauer des vorangegangenen Schubbetriebs bzw. der jeweils herrschenden Temperatur werden dann Korrekturterme gebildet, die letztlich ein Wandfilmkraftstoffmengensignal $\text{SUM } \Delta W_k$ auf der Leitung 35 bzw. im Block 47 ergeben. Zu diesem Wert wird für die Bildung eines momentanen geltenden Übergangskompensationssignals UKk ein Absteuerfaktorsignal Tk aus dem Absteuerfaktorkennfeld 26 bzw. 42 multiplikativ berücksichtigt und dieses Übergangskompensationssignal UKk zum Grundeinspritzmengensignal tik aus dem Grundkennfeld 25 addiert.

Mit diesem Signal wird somit fortlaufend der jeweils geltende Wandfilmmengenwert ermittelt und Änderungen bei der Bildung als Übergangskompensationssignals berücksichtigt.

Figur 4a zeigt ein Beispiel für den Verlauf der Übergangskompensation (UK), wie er sich aus der in Figur 2) und 3) beschriebenen Funktion ergibt. Ein Beschleunigungswunsch soll zum Zeitpunkt to auftreten. Der zeitliche Verlauf der Übergangskompensation wird durch den drosselklappen- und drehzahlabhängigen Absteuerfaktor T bestimmt.

Figur 4b zeigt einen typischen Verlauf bei einer geänderten Realisierung der Übergangskompensation. Sofort nach der Berechnung der notwendigen Übergangskompensation wird ein sogenannter Zwischenspritzer ausgelöst, welcher asynchron zur normalen Einspritzung eine Kraftstoffmehrmenge bereitstellt. Die restliche benötigte Mehrmenge wird auf zwei Speicher aufgeteilt. Zum Zeitpunkt t1 beginnt die exponentielle Absteuerung dieser Speicher, wobei ein Speicher schnell, der andere langsam angesteuert wird. Ab dem Zeitpunkt t2 wirkt nur noch die langsame Absteuerung. Der Verlauf aus Figur 4b ermöglicht einen Verzicht auf die Berechnung des Absteuerfaktors aus einem Kennfeld. Stattdessen wird das Kennfeld durch 2 Absteuerfaktoren ersetzt, welche aus 2 applizierbaren Konstanten abgeleitet werden. Um bei unterschiedlichen Drehzahlen-/Lastpunkten die Aufteilung auf schnellen und langsamen Speicher variabel zu gestalten, kann der Aufteilmfaktor auch durch ein Kennfeld über Drehzahl und Last beschrieben werden.

Eine Realisierungsmöglichkeit für den Signalverlauf von Figur 4b zeigt Figur 5. Dabei sind

Blöcke, die denen von Figur 3 entsprechen, auch mit den entsprechenden Bezugswerten versehen. Erkennbar wird, daß in Block 22 die Bildung eines Absteuerfaktorsignals aus einem Kennfeld unterbleibt und dieser Faktor im weiteren Verlauf speziell gebildet wird.

Im Anschluß an den aus Figur 3 bekannten Block 43 bezüglich der Bildung eines aktuellen Wandfilmdifferenzsignals ΔW_n wird dieses Differenzsignal auf eine Schwelle hin abgefragt.

Diese Abfrage ist mit 55 markiert. Wird die Schwelle nicht erreicht, erfolgt in einem Block 56 eine Berechnung von Änderungswerten nach den Formeln

$$\begin{aligned} \text{SUM } \Delta W_{kL} &= \Delta W_n \cdot A_L + \text{SUM } \Delta W_{k-1L} \\ \text{SUM } \Delta W_{kS} &= \Delta W_n \cdot A_S + \text{SUM } \Delta W_{k-1S} \\ \text{mit } A_L + A_S &= 1 \end{aligned}$$

Wird in Block 55 auf ein Änderungssignal größer als ein bestimmter Schwellwert erkannt, dann ergibt sich eine Berechnung in Block 57 nach den folgenden angegebenen Formeln

$$\begin{aligned} \text{SUM } \Delta W_{kL} &= \Delta W_n \cdot A_L + \text{SUM } \Delta W_{k-1L} \\ \text{SUM } \Delta W_{kS} &= \Delta W_n \cdot A_S + \text{SUM } \Delta W_{k-1S} \\ \text{SUM } \Delta W_{kZ} &= \Delta W_n \cdot A_Z \\ \text{mit } A_L + A_S + A_Z &= 1 \end{aligned}$$

A_L , A_S und A_Z sind applizierbare Faktoren, welche die gesamte neu hinzugekommene Wandfilmdifferenz ΔW_n auf die drei Speicher Langzeit-, Kurzzeit- und Zwischenspritzerspeicher aufteilt.

Daran schließt sich ein Block 58 zur Bildung eines Zwischenspritzersignals an ($\text{UKK}_Z = \text{SUM } \Delta W_{kZ}$). Wird im folgenden in einer Abfrageeinheit 59 eine positive Änderung des Drosselklappensignals erkannt, erfolgt in Block 60 die Ausgabe eines Zwischenspritzers (UKK_Z). Nach Ausgabe dieses Zwischenspritzers wird das entsprechende Zwischenspritzersignal UKK_Z in Block 61 auf Null gesetzt. Eine programmäßige Vereinigungsstelle 62 verbindet die Ausgänge der beiden Blöcke 56 und 61 sowie der Abfrageeinheit 59 bezüglich des Ausganges "Änderung der Drosselklappenposition negativ".

Für alle Zweige gemeinsam wird in Block 46' die Berechnung der langsamen Absteuerung (T_L) und der schnellen Absteuerung (T_S) durchgeführt. Daran schließt sich ein Block 65 an, der die Übergangskompensationssignale UKK_L bzw. UKK_S auf applizierbare Maximalwerte max. UK_S und max. UK_L begrenzt. Entsprechend dem Flußdiagramm von Figur 3 folgt ein Block 47, an den sich wiederum ein Block 66 zur Bildung eines Gesamteinspritzsignals anschließt.

Im Hinblick darauf, daß je nach Übergangskompensationssignal das Gesamteinspritzsignal tik

auch negative Werte annehmen kann, folgt eine Abfrage 67 auf eine Schwelle größer oder kleiner 0. Ist das Gesamteinspritzsignal kleiner 0, dann wird die Einspritzzeit in einem Block 68 auf 0 begrenzt und gleichzeitig der negative Rest bei der nächsten Einspritzung berücksichtigt.

Ist der in Block 66 gebildete Wert größer 0, so kann das gesamte Einspritzsignal zugemessen werden, ohne daß bei der folgenden Einspritzung ein bestimmter Restwert zu berücksichtigen ist. Dies findet in Block 70 seinen Niederschlag. Letztlich werden in Block 49 weitere Korrekturen vorgenommen und das resultierende Einspritzmengensignal t_i gesamt ausgegeben.

Wesentlich am Gegenstand von Figur 4b ist die Tatsache, daß Wandfilmmengenänderungen in den Blöcken 56 und 57 mit Werten A_L , A_S bzw. zusätzlich A_Z gewichtet werden mit dem Ziel einer Abregelung mit unterschiedlichen Zeitkonstanten entsprechend der Darstellung von Figur 4a.

Patentansprüche

1. Elektronisches Steuersystem für die Kraftstoffzumessung bei einer Brennkraftmaschine mit Sensoren für Last (α , p , QL), Drehzahl und Temperatur, Mitteln zur Bestimmung eines Grundeinspritzmengensignals sowie eines additiven Übergangskompensationssignals zur Anpassung der zugemessenen Kraftstoffmenge im Beschleunigungs- und Verzögerungsfall, wobei abhängig von Last und Drehzahl zur Übergangskompensation ein Wandfilmmengenänderungssignal $SUM \Delta W_k$ in Form einer Bilanz beinhaltend die Änderungen des betriebpunktabhängigen Wandfilmmengensignals, und ein Absteuerfaktorsignal (T_k) gebildet wird und wobei das Übergangskompensationssignal UK_k abhängig ist vom Wandfilmmengenänderungssignal $SUM \Delta W_k$ und vom Absteuerfaktorsignal (T_k), dadurch gekennzeichnet, daß die Bilanz auch die bereits abgespritzten Teilmengen berücksichtigt.

2. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Übergangskompensationssignal UK_k aus einer Multiplikation von Wandfilmmengenänderungssignal $SUM \Delta W_k$ und Absteuerfaktor (T_k) ergibt.

3. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandfilmmengenänderungssignal entsprechend der Formel

$$SUM \Delta W_k = W_k - W_{k-1} + SUM \Delta W_{k-1}$$

gebildet wird, mit

$$W_k = f(\text{Lastk}, nk).$$

4. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß $SUM \Delta W_k$ abhängig von Temperatur (ϑ) und Schubdauer korrigierbar ist.

5. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Absteuerfaktorsignal (T_k) abhängig ist von Last und Drehzahl ($T_k = f(\text{Lastk}, nk)$).

6. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß für das nachfolgende Kraftstoffzumessungssignal bei der Bestimmung des Übergangskompensationssignals der bereits zugemessene Anteil berücksichtigt wird entsprechend der Formel

$$SUM \Delta W_{k-1} = SUM \Delta W_k - UK_k.$$

7. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Absteuerfaktorsignal (T_k) abhängig ist vom Vorzeichen der Laständerung.

8. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandfilmmengendifferenzsignal $SUM \Delta W_k$ in jedem Schritt auf zwei Speicher aufgeteilt wird und ein Speicher schnell (mit T_s), der andere Speicher langsam (mit T_l) abgesteuert wird.

9. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 1, 5 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Wandfilmmengendifferenzsignal $SUM \Delta W_k$ in jedem Schritt auf drei Speicher aufgeteilt wird und ein Speicher immer vollständig in einem Schritt geleert wird (Zwischenspritzerspeicher) und die zwei anderen schnell (mit T_s) und langsam (mit T_l) abgesteuert werden.

10. Elektronisches Steuersystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Faktoren für die Aufteilung des Wandfilmmengenänderungssignals ($SUM \Delta W_k$) auf die verschiedenen Speicher nicht konstant, sondern in Form eines Kennfelds über Drehzahl und Last vorgegeben werden.

11. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Übergangskompensationssignal (UK_k) begrenzt ist.

12. Elektronisches Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,

daß bei einer berechneten Einspritzzeit kleiner Null beim nächsten Zumeßzeitpunkt kein Kraftstoff zugemessen wird und beim folgenden Zumeßvorgang der negative Restbetrag berücksichtigt wird.

Claims

1. Electronic control system for fuel metering in an internal combustion engine, with sensors for load (α , p , QL), rotational speed and temperature, means for determining a basic injection-quantity signal, and an additive transition compensation signal for adapting the fuel quantity metered in in the case of acceleration and deceleration, in which, for transition compensation, a wall-film quantity alteration signal $SUM \Delta Wk$, in the form of an overall balance comprising the alterations in the operating point-dependent wall-film quantity signal, and a discharge factor signal (Tk) are formed as a function of load and rotational speed and in which the transition compensation signal UKk is dependent on the wall-film quantity alteration signal $SUM \Delta Wk$ and on the discharge factor signal (Tk) characterised in that the overall balance also takes into account the already ejected partial quantities.
2. Electronic control system according to Claim 1, characterised in that the transition compensation signal UKk is obtained from a multiplication of the wall-film quantity alteration signal $SUM \Delta Wk$ and the discharge factor (Tk).
3. Electronic control system according to Claim 1, characterised in that the wall-film quantity alteration signal is formed in accordance with the following formula:

$$SUM \Delta Wk = Wk - Wk-1 + SUM Wk-1, \text{ where } Wk = f(\text{loadk}, nk).$$
4. Electronic control system according to Claim 3, characterised in that $SUM \Delta Wk$ can be corrected as a function of the temperature (θ) and overrun duration.
5. Electronic control system according to Claim 1, characterised in that the discharge factor signal (Tk) is dependent on the load and rotational speed ($Tk = f(\text{loadk}, nk)$).
6. Electronic control system according to one of Claims 1 to 5, characterised in that when determining the transition compensation signal for the subsequent fuel metering signal, the

portion already metered in is taken into account in accordance with the following formula:

$$SUM \Delta Wk-1 = SUM \Delta Wk - UKk.$$

7. Electronic control system according to Claim 1 or 5, characterised in that the discharge factor signal (Tk) is dependent on the sign of the load change.
8. Electronic control system according to Claim 1, 5 or 7, characterised in that the wall-film quantity difference signal $SUM \Delta Wk$ is distributed in each step between two storage devices and one storage device is discharged rapidly (using Ts [sic]) and the other storage device is discharged slowly (using Tl [sic]).
9. Electronic control system according to Claim 1, 5 or 7, characterised in that the wall-film quantity difference signal $SUM \Delta Wk$ is distributed in each step between three storage devices and one storage device is always completely emptied in one step (interim injection storage device) and the other two are discharged rapidly (using Ts [sic]) and slowly (using Tl [sic]) respectively.
10. Electronic control system according to Claim 8 or 9, characterised in that the factors for the distribution of the wall-film quantity alteration signal ($SUM \Delta Wk$) between the various storage devices are not constant but are predetermined in the form of a characteristic map against rotational speed and load.
11. Electronic control system according to one of Claims 1 to 8, characterised in that the transition compensation signal (UKk) can be limited.
12. Electronic control system according to one of Claims 1 to 9, characterised in that, in the case of a calculated injection time of less than zero, no fuel is metered in at the next metering instant and the negative residual amount is taken into account in the following metering process.

Revendications

1. Système de commande électronique du dosage du carburant d'un moteur à combustion interne avec des capteurs pour la charge (α , p , QL), la vitesse de rotation et la température, des moyens pour déterminer un signal de quantité de base d'injection ainsi qu'un signal de compensation, transitoire, additif, pour adapter la quantité de carburant dosée à une

- accélération et une décélération, et en fonction de la charge et de la vitesse de rotation on forme pour la compensation transitoire, un signal de variation de la quantité du film de paroi (SOM ΔW_k) sous la forme d'un bilan englobant les variations du signal de quantité du film de paroi dépendant du point de fonctionnement et un signal de facteur de fin de commande (Tk) et le signal de compensation transitoire (t) dépend du signal de variation de quantité du film de paroi (SOM ΔW_k) et du signal de coefficient de fin de commande (Tk), caractérisé en ce que le bilan tient également compte des quantités partielles déjà injectées.
- 5
2. Système de commande électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de compensation transitoire (UKK) résulte d'une multiplication du signal de variation de quantité du film de paroi (SOM ΔW_k) et du coefficient de fin de commande (Tk).
- 10
3. Système de commande électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de variation de quantité du film de paroi est formé suivant la formule :
- 25
- $$\text{SOM } \Delta W_k = W_k - W_{k-1} + \text{SOM } \Delta W_{k-1}$$
- avec $W_k = f(\text{charge } k, nk)$.
- 30
4. Système de commande électronique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on corrige (SOM ΔW_k) en fonction de la température (θ) et de la durée de la poussée.
- 35
5. Système de commande électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal du coefficient de fin de commande (Tk) dépend de la charge et de la vitesse de rotation ($Tk = f(\text{charge } k, nk)$).
- 40
6. Système de commande électronique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que pour le signal de dosage de carburant, suivant, pour déterminer le signal de compensation transitoire on tient compte de la fraction déjà dosée selon la formule :
- 45
- $$\text{SOM } \Delta W_{k-1} = \text{SOM } \Delta W_k - \text{UKK} .$$
- 50
7. Système de commande électronique selon la revendication 1 ou 5, caractérisé en ce que le signal de coefficient de fin de commande (Tk) dépend du signe algébrique de la variation de charge.
- 55
8. Système de commande électronique selon la revendication 1, 5 ou 7, caractérisé en ce que le signal de différence de quantité de film de paroi (SOM ΔW_k) est subdivisé dans chaque étape entre deux accumulateurs, un accumulateur étant commandé rapidement (avec Ts) et l'autre lentement (avec Tl).
9. Système de commande électronique selon la revendication 1, 5 ou 7, caractérisé en ce que le signal de différence de quantité du film de paroi (SOM ΔW_k) est réparti dans chaque étape entre trois accumulateurs et on vide toujours complètement un accumulateur dans une étape (accumulateur de giclée intermédiaire) et on commande la fin des deux autres, rapidement pour l'un (avec Ts) et lentement pour l'autre (avec Tl).
10. Système de commande électronique selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que les coefficients pour la répartition du signal de variation de quantité du film de paroi (SOM ΔW_k) ne sont pas constants pour les différents accumulateurs mais prédéterminés sous la forme d'un champ de caractéristique en fonction de la vitesse de rotation et de la charge.
11. Système de commande électronique selon les revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le signal de compensation transitoire (UKK) peut être limité.
12. Système de commande électronique selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que pour une durée d'injection calculée, inférieure à zéro, pour l'instant de dosage suivant, on ne dose pas de carburant et dans la phase de dosage suivante on tient compte du résidu négatif.

FIG. 1

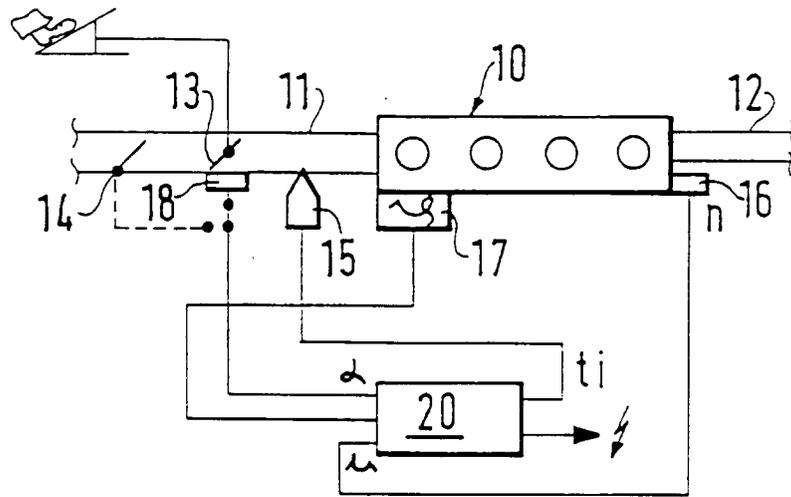


FIG. 4a

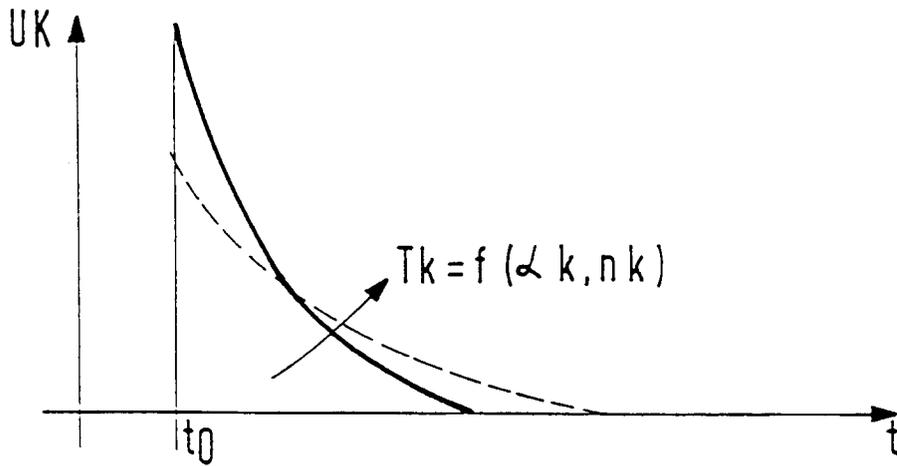
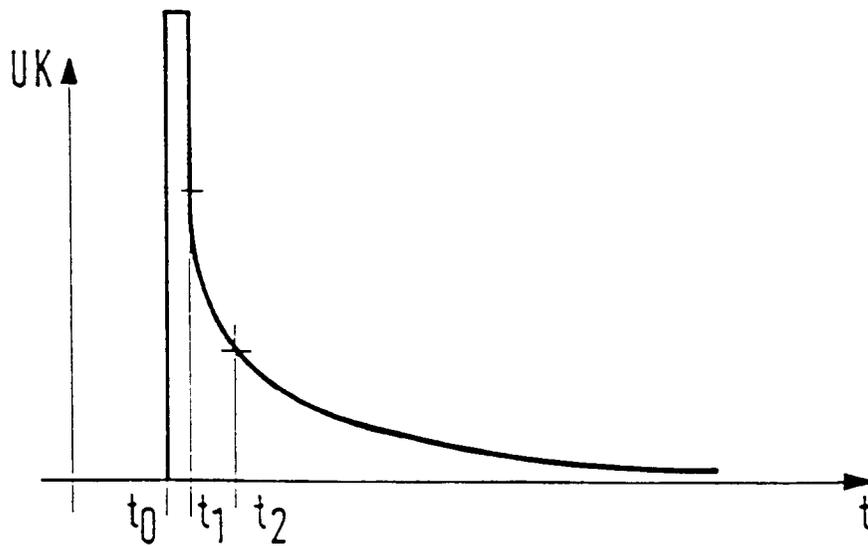


FIG. 4b



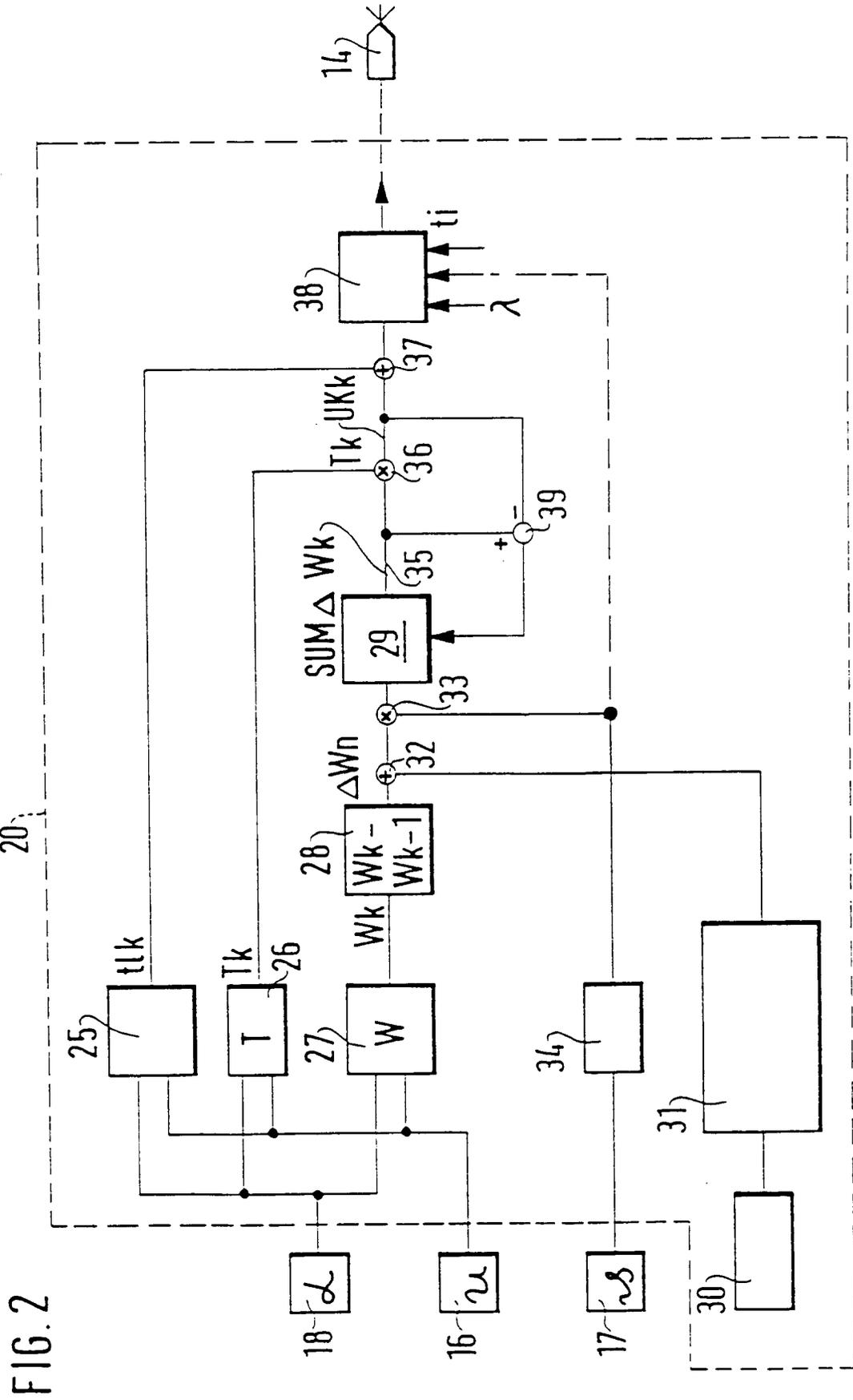


FIG. 2

FIG. 3

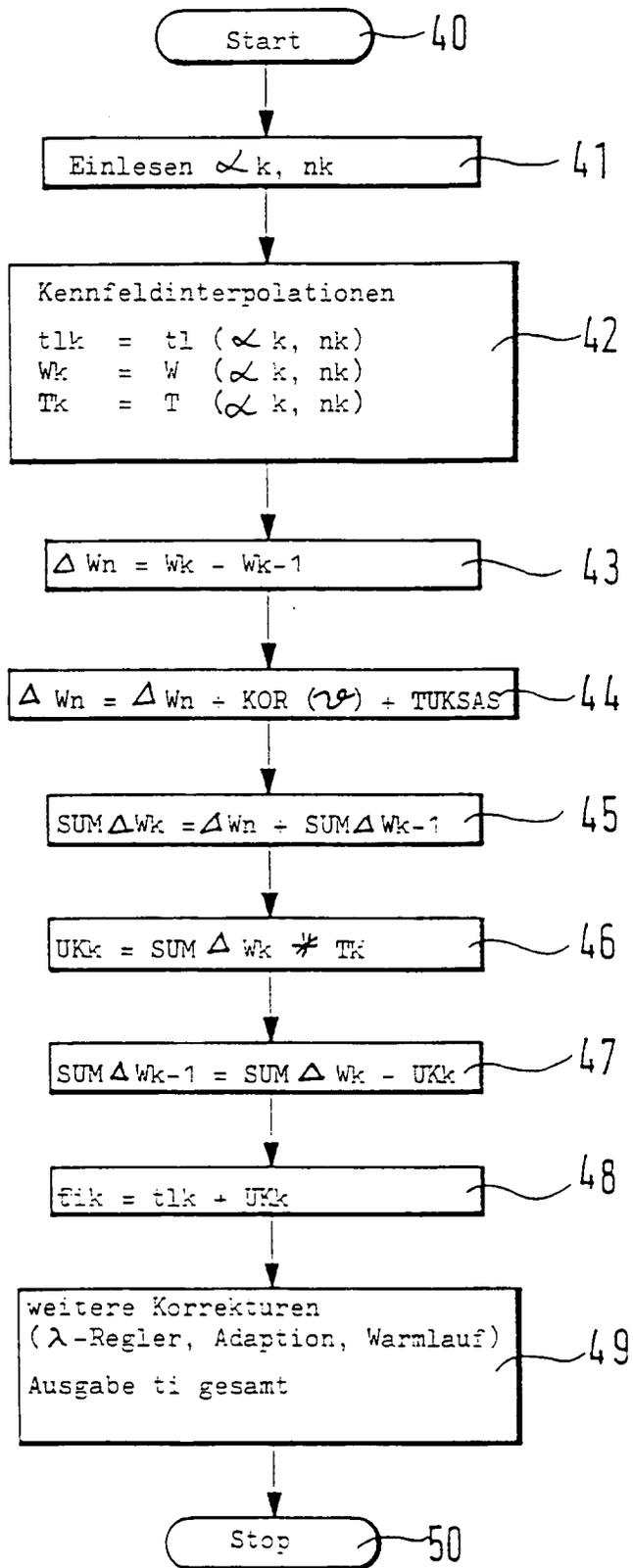


FIG. 5

