

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81107657.9

51 Int. Cl.³: F 02 D 5/02

22 Anmeldetag: 26.09.81

30 Priorität: 12.12.80 DE 3046863

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.06.82 Patentblatt 82/25

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR SE

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

72 Erfinder: Becker, Wolfram, Dipl.-Ing.
Theodor-Heuss-Strasse 8
D-7147 Eberdingen(DE)

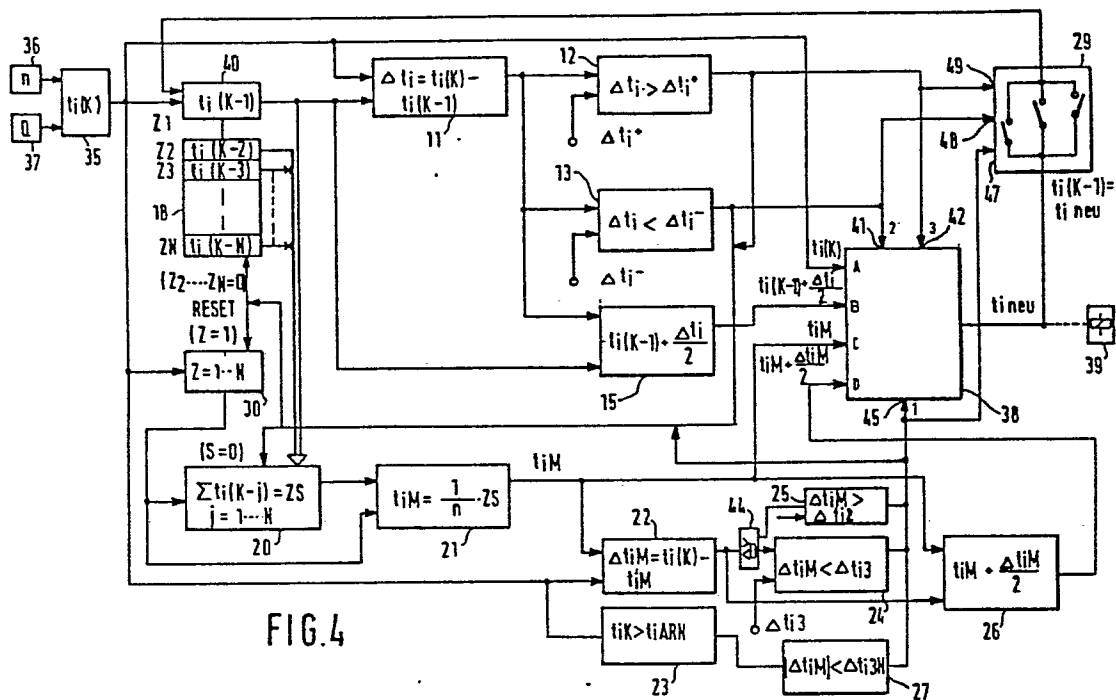
72 Erfinder: Denz, Helmut, Dipl.-Ing.
Rosenbergplatz 2
D-7000 Stuttgart 1(DE)

54 Elektronisch gesteuertes Kraftstoffzumesssystem für eine Brennkraftmaschine.

57 Es wird ein elektronisch gesteuertes Kraftstoffzumesssystem für eine Brennkraftmaschine vorgeschlagen, die Einrichtungen zur Ruckeldämpfung umfaßt. An Signalen werden gebildet: $t_i(k)$ als aktueller Lastwert, t_{iM} als aktueller gemittelter Lastwert, $t_i(k-1) + \Delta t_i/2$ als spezieller Lastwert zum Einsatz beim Übergang in den Schubbetrieb, und $t_{iM} + \Delta t_{iM}/2$ zur sukzessiven Annäherung des Mittelwertes an aktuelle Lastwerte bei langsamen Beschleunigungsvorgängen und flachen Lastabnahmen. Eine rechnergesteuerte Realisierung ist entsprechend einem angegebenen Flußdiagramm zur Bildung und Auswahl dieser einzelnen Werte möglich, außerdem ist ein Blockschaltbild eines mit diskreten Bauelementen aufgebauten elektronisch gesteuerten Kraftstoffzumesssystems angegeben.

EP 0 054 112 A2

./...



R. 6704

28.11.1980 Mü/Kn

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Elektronisch gesteuertes Kraftstoffzumeßsystem
für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem elektronisch gesteuerten Kraftstoffzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs. Bekannt ist zum Vermeiden von Drehmomentsprüngen und damit von unerwünschtem Ruckeln der Brennkraftmaschine die einzelnen Zumeßsignale zu überwachen und Änderungen dieser Zumeßsignale zu begrenzen. Dies geschieht bei dem bekannten System dadurch, daß ausgehend von einem bestimmten Zumeßsignal jeweils ein oberer und ein unterer Grenzwert für das nächstfolgende Zumeßsignal gebildet wird und bei zu großen Änderungen dann eben diese Grenzwerte zum Tragen kommen.

Es hat sich nun gezeigt, daß dieses bekannte "Antiruckel"-System nicht immer zufriedenstellend arbeitet, da die Änderungsbegrenzung bei Übergangsbetrieben wie Beschleunigung und Schub abschaltbar sein muß und speziell beim Auftreten dieser Bereiche Ungenauigkeiten entstehen.

...

Vorteile der Erfindung

Mit dem erfindungsgemäßen elektronisch gesteuerten Kraftstoffzumeßsystem mit den Merkmalen des Hauptanspruchs erhält man ein Antiruckelsystem, das auch bei kritischen Betriebszuständen gute Ergebnisse hinsichtlich des Fahrverhaltens sowie der Abgaszusammensetzung erzielt. Insbesondere ist es vorteilhaft, für unterschiedliche Betriebszustände unterschiedliche Begrenzungen zu wählen, so daß sehr genau einzelne Forderungen berücksichtigt werden können.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher beschrieben und erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein Drehzahl-Last-Diagramm mit Angabe eines ruckelempfindlichen Bereichs, Fig. 2 verschiedene Beispiele für die Wirkungsweise des Systems bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen, Fig. 3 ein Flußdiagramm im Zusammenhang mit einer rechnergesteuerten Realisierung der Erfindung, Fig. 4 ein Blockschaltbild als Beispiel einer Hardware-Lösung, und Fig. 5 eine Einzelheit zum Gegenstand von Fig. 4.

Beschreibung des Ausführungsbeispielles

Das Ausführungsbeispiel betrifft ein elektrisch gesteuertes Kraftstoffzumeßsystem bei einer Brennkraftmaschine mit Fremdzündung, wobei der Kraftstoff über impulsweise angesteuerte Einspritzventile zugemessen wird.

Als Ruckeln bezeichnet man einen Fahrbetrieb, bei dem das Fahrzeug durch zyklische Drehmomentschwankungen jeweils abgebremst und wieder beschleunigt wird. Die Ursache liegt in der Art der Lasterfassung. Das Lastsignal t_i ist proportional

dem Luftdurchsatz im Ansaugrohr und damit proportional dem Ausgangssignal des Luftmengenmeßgeräts und umgekehrt proportional zur Drehzahl. Beim Ruckeln kann von näherungsweise konstantem Luftmengensignal ausgegangen werden, während die Drehzahl um einen Mittelwert schwankt. Bei konstanter Ausgangsspannung des Luftmengenmeßgeräts bewirkt demnach eine Drehzahlabnahme eine Anfettung des Gemischs, während zunehmende Drehzahl zur Abmagerung führt.

Liegt man nun mit der Auslegung eines Kraftstoffzumeßsystems in einem $\mathcal{N}$ -Bereich, in dem das Drehmoment proportional zum $\mathcal{N}$ -Wert ist, dann bewirkt eine zunehmende Drehzahl eine Abmagerung des Gemisches und dadurch ebenfalls eine, unter Umständen sehr starke, Drehmomentabnahme, die wiederum zu einem verstärkten Drehzahlabfall führt. Diese Drehzahlabnahme erzeugt nach der mathematischen Beziehung des Lastsignals $t_i \approx Q/n$ eine Anfettung des Gemisches und damit eine Drehmomentzunahme, was einer Beschleunigung gleichkommt. Die Folge davon ist wiederum eine Drehzahlzunahme und der gesamte Vorgang beginnt von neuem.

Dies führt, gekoppelt mit einem entsprechend schwingungsfähigen System (Motor - Kupplung - Getriebe - Kardanwelle - Hinterachse - Reifen) zum "ruckelnden Fahrbetrieb". Angeregt werden kann dieser Vorgang z.B. durch ein einzelnes zu hohes Lastsignal t_i oder durch eine Bodenwelle o.ä., die eine schnelle Drehzahländerung anregt.

Im Hinblick auf das genannte schwingungsfähige System als solches gibt es im Last-Drehzahl-Kennfeld einer Brennkraftmaschine verschiedene Bereiche mit unterschiedlicher Ruckelneigung.

Ein derartiges Kennfeld ist in Fig. 1 dargestellt und in diesem Kennfeld sind unterschiedliche Bereiche für verschiedene Gegenmaßnahmen eingezeichnet, sowie ein besonders kritischer Bereich, in dem Ruckel aufgrund der Auslegung von

Motor und Fahrzeug besonders kritisch ist.

Man kann Ruckelerscheinungen dämpfen, indem das ganze Gemisch fetter eingestellt wird. Im Hinblick auf einen sparsamen Verbrauch sowie gutes Abgas ist diese Methode jedoch nicht allgemein anwendbar. Beim Ausführungsgegenstand hingegen wird vorzugsweise im ruckelgefährdeten Bereich eine Mittelwertbildung der einzelnen Zumeßsignale vorgenommen, wobei in Übergangsbereichen eine Sonderregelung betroffen wird.

Fig. 2 zeigt verschiedene Diagramme zur Wirkungsweise des Ausführungsbeispiels bei unterschiedlichen Betriebszuständen. So zeigt Fig. 2a ein recht unruhiges Lastsignal (t_i) dessen Einzelwerte in ausgleichendem Sinne gemittelt werden.

Fig. 2b zeigt das Signalverhalten bei einem typischen Beschleunigungsvorgang, wenn nämlich das Lastsignal stark ansteigt und gewisse Änderungsschwellwerte überschreitet. Die Verhältnisse bei einer langsamen Lastzunahme zeigt Fig. c. Dort wirkt anfangs die Mittelwertbildung aufgrund der Tatsache, daß ein bestimmter Änderungswert im Lastsignal noch nicht erreicht wird. Diese Mittelwertbildung würde im Endeffekt zu einem immer stärkeren Auseinanderklaffen von tatsächlichem und gemitteltem Wert führen, so daß für eine Annäherung dieser beiden unterschiedlichen Werte Sorge getragen werden muß.

In entsprechender Weise zeigen die Figuren 2d und e die Verhältnisse bei einem Übergang in den Schubetrieb sowie bei langsamer Lastabnahme.

Wesentlich ist, daß die einzelnen Fahrzustände erkannt, entsprechend bewertet und nachfolgend die richtigen Schlußfolgerungen im Sinne einer Ruckel-Gegensteuerung gezogen werden.

Im Hinblick auf zunehmend üblicher werdende Kraftstoffzumeßsysteme mit Rechnersteuerungen zeigt Fig. 3 ein Flußdiagramm

für eine rechnergesteuerte Lösung des erfindungsgemäßen Kraftstoffzumeßsystems.

Beim Flußdiagramm nach Fig. 3 werden zu Beginn in einem Block 10 einzelne Bereiche initialisiert, Zählerstände zurückgesetzt, Speicherinhalte gelöscht usw. Nachfolgend wird dann in Block 11 eine Differenzbildung von aufeinanderfolgenden Lastsignalen vorgenommen, der wiederum eine doppelte Abfrage in 12 und 13 nachfolgt. Die Abfrage im Block 12 dient der Beschleunigungserkennung und ist sie gegeben, dann wird als neuer Lastwert auch jeweils der neueste Wert genommen (14), entsprechend weitergeleitet und verarbeitet.

Die zweite Abfrage in 13 betrifft die Schubererkennung. Liegt Übergang in den Schubbetrieb vor, dann wird entweder dieser neueste Wert durchgeschaltet oder jedoch im Hinblick auf einen sanften Übergang ein angepaßter neuer Wert nach der Formel

$$t_{\text{neu}} = t_i (k-1) + \Delta t_i / 2$$

gewählt. Diese Alternativmöglichkeit ist durch ausgezogene und gestrichelt gezeichnete Linien charakterisiert.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt die Mittelwertbildung über die letzten maximal acht Lastwerte. Sie erfolgt ausgehend von den in einem Schieberegister gespeicherten Werten, wobei im stationären Betrieb das Schieberegister in sogenannten Durchschiebebetrieb mit jeweils dem neuesten Wert beaufschlagt wird, während der älteste verloren geht. Der Schiebebetriebssteuerung dient ein Zähler zur Festlegung der Rangfolge der einzelnen Speicherwerte. Beim Flußdiagramm nach Fig. 3 ist mit 16 eine Abfrage nach dem Höchstzählerstand bezeichnet und mit 17 eine Subtraktionstelle für den letzten Lastwert beim stationären Betrieb. Das Schieberegister ist mit seiner Steuerung durch einen Block 18 gekennzeichnet, wobei nach 19 der jeweils neueste Lastwert den Schieberegisterplatz Z1 belegt.

In Block 20 findet eine Summation der jeweiligen Lastwerte statt. Die nachfolgende Division zur Bildung des Mittelwerts

erfolgt in Block 21. Da auch die Abweichung des jeweils neuesten Werts vom Mittelwert verarbeitet wird, ist eine entsprechende Berechnung in einem Block 22 vorgesehen.

Der Bereichsklassifizierung dient die nächste Abfrageeinheit 23. Es folgen zwei Abfrageeinheiten 24 und 25, mit denen jeweils langsame Lastabnahmen und langsame Lastzunahmen im Sinne der Figuren 2c und e erfaßt werden. Solange die dort eingezeichneten Schwellen noch nicht erreicht sind, entspricht der jeweils neueste Grundeinspritzmengenwert dem gemittelten Lastsignal. Andernfalls kommt eine progressive Annäherung an den jeweiligen Lastwert nach der Formel

$$t_{ineu} = t_{iM} + \Delta t_{iM}/2$$

über den Block 26 zum tragen. Dies gilt auch für den Fall, daß über die Bereichserkennungsstufe 23 ein Spezialbereich erkannt und in diesen Spezialbereich die Änderung einen bestimmten Schwellwert überschreitet (27). Ist der neue Grundeinspritzwert der gemittelte Wert, Block 28, dann wird die laufende Nummer Z bis zum Erreichen eines Endwerts N laufend um Eins erhöht (30) und dann zum Ausgangspunkt A zurückgesprungen. Wird hingegen als neuer Grundeinspritzwert ein vom Mittelwert abweichendes Signal erzeugt, so erfolgt eine neue Mittelwertbildung und ein neues Einschreiben von Werten in das Schieberegister entsprechend Angaben in einem Block 29. Auch hier erfolgt im Anschluß daran ein Zurückspringen des gesamten Rechnungsablaufes nach A.

Mit Hilfe des in Fig. 3 als Flußdiagramm dargestellten Programmablaufs werden somit verschiedene Grenzwerte für das Grundeinspritzsignal erzeugt und abgefragt, die je nach den aus Fig. 2 ersichtlichen Fällen zum tragen kommen. Wesentlich ist die fortlaufende Mittelwertbildung während des stationären Betriebs, das Verhalten in den jeweiligen Übergangsbetrieben wie Beschleunigung und Schub, wobei im Hinblick auf eine möglichst gute Beschleunigung der jeweilige Fahrerwunsch unmittelbar zum tragen kommt, während bei Schubbetrieb zum Erreichen eines weichen Übergangs ein flacherer Abfall gewählt

werden kann. Darüber hinaus werden langsame Beschleunigungsvorgänge und Lastabnahmen erkannt und eine entsprechende Signalverarbeitung vorgenommen.

Insgesamt gibt es für den neuen Grundeinspritzwert vier verschiedene Möglichkeiten:

- $t_i \text{ neu} = t_i(k)$ für Beschleunigungsfälle und gegebenenfalls für den Schubetrieb.
- $t_i \text{ neu} = t_i(k-1) + \Delta t_i/2$ für einen weichen Übergang in den Schubetrieb.
- $t_i \text{ neu} = t_{iM}$ als gemittelten Wert im stationären Fahrbetrieb, und
- $t_i \text{ neu} = t_{iM} + \Delta t_{iM}/2$ zur sukzessiven Annäherung des Mittelwertsignals an das Lastsignal im Falle langsamer Beschleunigungsvorgänge und flacher Lastabschwächungen.

Ein Beispiel einer hardware-mäßigen Realisierungsmöglichkeit zeigt Fig. 4. Der besseren Übersicht halber sind die einzelnen Blöcke dieser Fig. 4 mit den aus Fig. 3 bekannten Bezugsziffern versehen, sofern sie übereinstimmen, obwohl die Blöcke des Flußdiagramms im Grunde genommen reine Rechenoperationen darstellen, während diejenigen von Fig. 4 Schaltungsanordnungen zur Realisierung der speziellen Funktion markieren.

Um die Schaltungsanordnung nach Fig. 4 im Sinne eines Kraftstoffzumeßsystems zu vervollständigen, findet sich noch ein Zeitglied 35 zum Erzeugen des Quotienten aus Luftdurchsatz und Drehzahl ausgehend von Signalen eines Drehzahlgebers 36 und eines Luftmengenmeßgeräts 37. Außerdem findet sich noch eine Auswahllogik 38 für eine wunschgemäße Durchschaltung der einzelnen Größen abhängig von den einzelnen Fahrzuständen, und schließlich ist die Ventilwicklung eines Einspritzventils 39 angedeutet. In der Signalleitung zu diesem Einspritzventil liegen in der Regel noch Korrekturstufen für wenigstens die Temperatur und die Batteriespannung.

Im einzelnen ergibt sich folgender Aufbau. Der Ausgang des Zeitgliedes 35, an dem der jeweils neueste $t_i(k)$ -Wert anliegt, ist zwangsläufig mit all jenen Stufen gekoppelt, die den aktuellen Grundeinspritzwert bzw. Lastwert verarbeiten oder weitergeben. Dies sind die Auswahllogik 38, die Differenzbildungsstufe 11 für aufeinander folgende Lastsignale, eine Speicherstufe 40 für das jeweils vorausgegangene Lastsignal, einen Zähler 30, der Steuersignal für ein Addierglied 20 sowie die Dividierstufe 21 liefert, ferner eine Subtraktionsstufe 22 zum Bilden der Differenz zwischen dem aktuellen Lastwert und dem aktuellen Mittelwert sowie eine Schwellwertstufe 23 zur Bereichsabfrage.

Ausgangsseitig ist die Subtraktionsstufe 11 mit zwei Komparatoren 12 und 13 zum Erkennen der Beschleunigung und des Übergangs in den Schubbetrieb gekuppelt, deren Ausgangssignale wiederum auf zwei Steuereingänge 41 und 42 der Auswahllogik 38 schaltbar sind. Ferner liefern diese Komparatoren 12 und 13 Rücksetzsignale für die Addierstufe 20. Dies deshalb, weil die Mittelwertbildung beim speziellen Beispiel nach Fig. 4 jeweils bei diesen Übergangsbetriebszuständen gestoppt und entsprechende Additionswerte gelöscht werden sollen. Das gleiche Rücksetzsignal erhält auch das Schieberegister 18 sowie der Zähler 30. Der jeweilige Zählerstand des Zählers 30 steuert die Addierstufe 20, das Fortschreiten der Inhalte des Schieberegisters 18 sowie die Dividierstufe 21. Ausgangssignal dieser Dividierstufe 21 ist ein Mittelwert der Grundeinspritzzeit t_{iM} , der wiederum als Eingangsgröße für die Subtraktionsstufe 22, die Divisions- und Additionsstufe 26 sowie für die Auswahllogik 38 dient.

Eine weitere Divisions- und Subtraktionsstufe 15 liefert ein $t_i(k-1) + t_i/2$ -Signal für einen weiteren Eingang der Auswahllogik 38. Die Differenz zwischen aktuellem Lastwert und momentanem Mittelwert liefert die Subtraktionsstufe 22, die ihrerseits wieder das Ausgangssignal an die Divisions- und Additionsstufe 26 sowie eine Vorzeichenerkennungsstufe 42 weitergibt.

Ihr folgen zwei Schwellwertschalter 24 und 25 zur Abfrage von Schwellen in Verbindung mit langsamen Beschleunigungsvorgängen sowie flachen Lastabnahmen. Ein weiterer Steuereingang 45 der Auswahllogik 38 erhält Ausgangssignale der Schwellwertschalter 24, 25 und 27, wobei deren Ausgangssignale ebenfalls das Zurücksetzen des Addiergliedes 20 und des Zählers 30 bewirken. Die Steuerstufe 29 stellt sicher, daß abhängig von Eingangssignalen an ihren drei Eingängen 47, 48, 49 der jeweils neueste Lastwert *t_{neu}* in den Speicher 40 für den vorausgegangenen Lastwert als neuester Wert eingeschrieben wird. Dabei steht der Eingang 47 mit dem Steuereingang 45 der Auswahllogik 38 in Verbindung, der Eingang 48 mit dem Steuereingang 41 und schließlich der Eingang 49 mit dem Steuereingang 42. Realisierbar ist die Steuereinrichtung 29 mittels eines Dreifach-Odergatters für die einzelnen Eingangsgrößen.

In der Auswahllogik 38 muß nun dafür Sorge getragen werden, daß je nach Betriebszustand die einzelnen berechneten Größe auf den Ausgang als neuer Grundeinspritzmengenwert durchgeschaltet werden. Die erforderliche Verknüpfung zeigt Fig. 5, wobei in Fig. 5a nochmals das Schema der Auswahllogik 38 mit den einzelnen Daten- und Werteeingängen dargestellt ist, während Fig. 5b eine Logiktablelle zeigt, nach der die einzelnen aus Fig. 5a ersichtlichen Schalter zu schließen sind. Dabei zeigt die erste Zeile der Tabelle nach Fig. 5b den Fall der Beschleunigung, die zweite Zeile die Signalabgabe beim Übergang in den Schubbetrieb und die Zeilen 3 und 4 kennzeichnen verschiedene Fälle des mehr oder weniger stationären Betriebes. Nach der dritten Zeile werden für das Ausgangssignal die in den Figuren 2c und 2e getrichelten Kurvenverläufe nachgefahren.

Unabhängig von der jeweiligen Realisierung, ob rechnergesteuert oder mit einer mit diskreten Bausteinen aufgebauten Schaltungsanordnung, zeichnet sich das oben beschriebene Kraftstoffzumeßsystem dadurch aus, daß es sehr gutes Fahrverhalten

...

bei allen vorkommenden Betriebszuständen in allen möglichen Betriebsbereichen ermöglicht.

R. 8704

28.11.1980 Mü/Kn

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Elektronisch gesteuertes Kraftstoffzumeßsystem für eine Brennkraftmaschine mit einer Zumeßsignal-Erzeugerstufe zum Bilden eines Grundzumeßsignals, dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise alle vier der Signale $t_i(k)$ (aktuelles Lastsignal), t_{iM} (gemittelttes Lastsignal), $t_i(k-1) + \Delta t_i/2$ (Sondersignal vorzugsweise für einen weichen Übergang in den Schubbetrieb) und $t_{iM} + \Delta t_{iM}/2$ (Annäherungssignal an aktuellen Wert) gebildet werden, und wenigstens die Signale $t_i(k)$ und t_{iM} je nach Betriebszustand der weiteren Zumeßsignalerzeugung zugrunde liegen.

2. Kraftstoffzumeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertbildung vorzugsweise mit Ende eines Übergangsbetriebs (Beschleunigung und/oder Schub) neu beginnt.

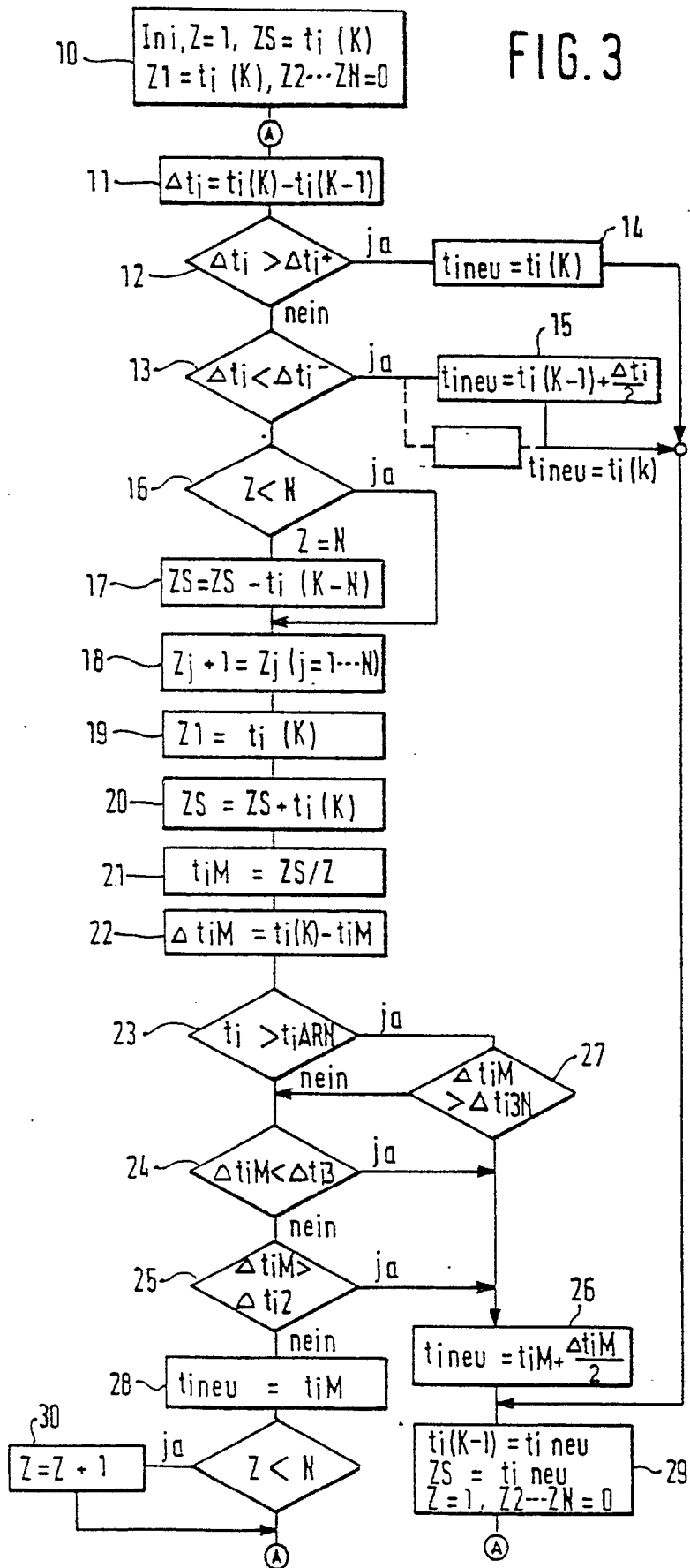
3. Kraftstoffzumeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei langsamen, kontinuierlichen Änderungen des Lastsignals ab einer vorgegebenen Differenz von aktuellem Lastsignal und gemitteltem Wert eine progressive Annäherung an den aktuellen Wert stattfindet.

4. Kraftstoffzumeßsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die progressive Annäherung nach der Formel $t_{iM} + \Delta t_{iM}/2$ erfolgt.

5. Einrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Drehzahl-Last-Bereich eine Mittelwertbildung oder eine progressive Annäherung an den jeweils aktuellen Lastwert (siehe Fig. 1) erfolgt.

6. Kraftstoffzumeßsystem nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelwertbildung vorzugsweise über höchstens die letzten acht Signalwerte vorgenommen wird.

FIG. 3



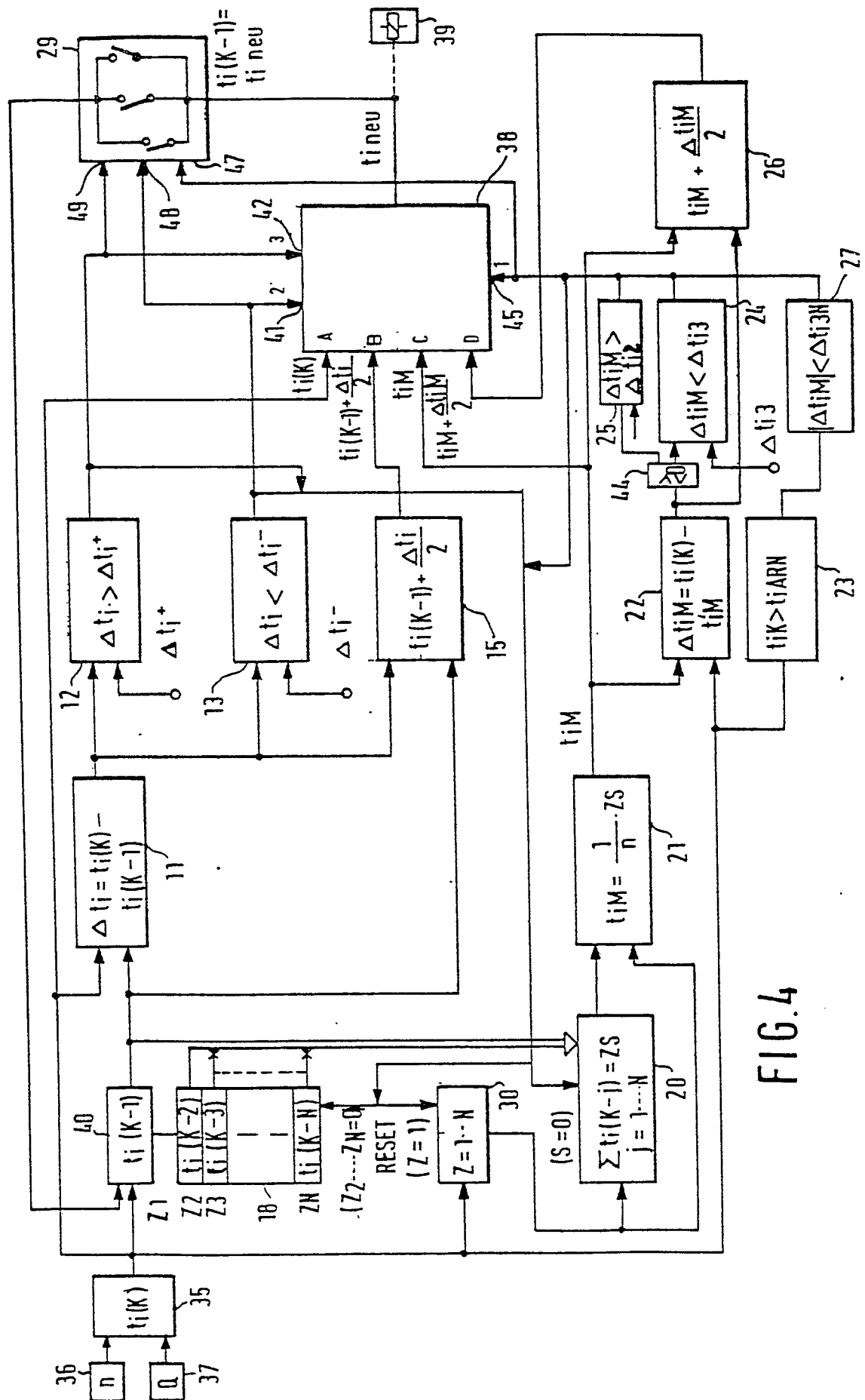
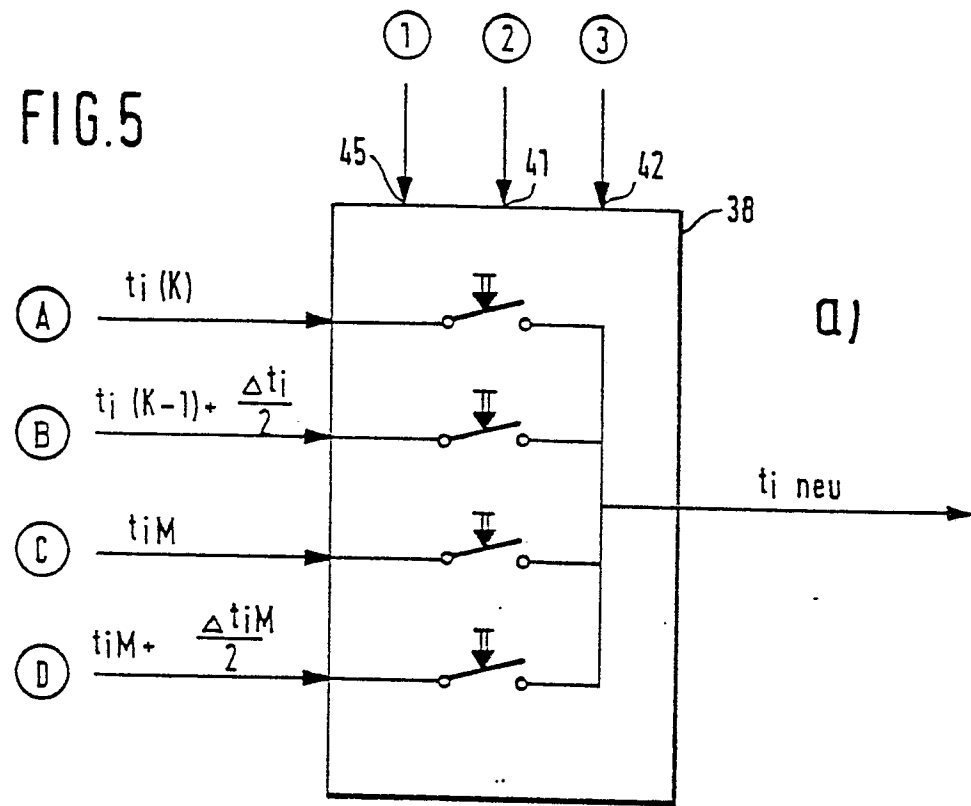


FIG. 4

FIG.5



1	2	3	A	B	C	D
0	1	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	1	0
45	41	42				

b)