

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- ④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **23.01.91**      ⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **F 02 D 41/14, F 02 D 41/10,**  
**F 02 D 41/34**
- ②① Anmeldenummer: **87905174.6**
- ②② Anmeldetag: **12.08.87**
- ⑧⑧ Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE87/00352**
- ⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 88/03607 19.05.88 Gazette 88/11**

⑤④ **ELEKTRONISCHE STEUEREINRICHTUNG ZUR KRAFTSTOFFMENGENMODULATION EIENER  
BRENNKRAFTMASCHINE.**

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>③⑩ Priorität: <b>08.11.86 DE 3638214</b><br/><b>19.02.87 DE 3705278</b></p> <p>④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:<br/><b>25.10.89 Patentblatt 89/43</b></p> <p>④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die<br/>Patenterteilung:<br/><b>23.01.91 Patentblatt 91/04</b></p> <p>⑧④ Benannte Vertragsstaaten:<br/><b>DE FR GB IT SE</b></p> <p>⑤⑥ Entgegenhaltungen:<br/><b>EP-A-0 011 088</b><br/><b>DE-A-3 526 409</b><br/><b>DE-C-3 512 603</b><br/><b>US-A-3 789 816</b><br/><b>US-A-4 112 879</b><br/><b>US-A-4 197 767</b></p> | <p>⑦③ Patentinhaber: <b>ROBERT BOSCH GMBH</b><br/><b>Postfach 50</b><br/><b>D-7000 Stuttgart 1 (DE)</b></p> <p>⑦② Erfinder: <b>AHLBORN, Frank</b><br/><b>Azenbergstrasse 17A</b><br/><b>D-7000 Stuttgart 1 (DE)</b><br/>Erfinder: <b>DÜHLMAYER, Wolfgang</b><br/><b>Hermann-Essig-Strasse 102</b><br/><b>D-7141 Schwieberdingen (DE)</b><br/>Erfinder: <b>SCHÄFER, Volker</b><br/><b>Solitudestrasse 53</b><br/><b>D-7140 Ludwigsburg (DE)</b><br/>Erfinder: <b>SIEBER, Albrecht</b><br/><b>Hans-Thoma-Strasse 11</b><br/><b>D-7140 Ludwigsburg (DE)</b><br/>Erfinder: <b>BUCK, Rainer</b><br/><b>Heilbronner Strasse 4</b><br/><b>D-7146 Tamm (DE)</b><br/>Erfinder: <b>KÄLBERER, Herbert</b><br/><b>Krummhaldenweg 7</b><br/><b>D-7076 Waldstetten (DE)</b><br/>Erfinder: <b>LÖFFLER, Alf</b><br/><b>Bergweg 6</b><br/><b>D-7145 Markgröningen (DE)</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

**EP 0 337 987 B1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

In Kraftfahrzeugen werden oft durch das Zusammenwirken von Brennkraftmaschine, elastischer Aufhängung und schwingungsfähigen Massen Ruckelschwingungen angeregt, die sich störend auf das Verhalten des Kraftfahrzeuges auswirken. Solche Schwingungen können auch durch Beschleunigung oder Abbremsen (Schubetrieb) angeregt werden.

So ist aus der DE-OS 35 12 603 eine elektronische Steuereinrichtung bekannt, bei der abhängig von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine Stelleinrichtung angesteuert wird. Die Drehzahl der Brennkraftmaschine wird erfaßt und im Verlauf ihrer Weiterverarbeitung differenziert. Abhängig von dem differenzierten Drehzahlsignal erfolgt ein Eingriff in die Kraftstoffzufuhr. Der Eingriff geschieht in der Art, daß die Kraftstoffzufuhr reduziert wird, wenn die erste Ableitung des Drehzahlsignals eine Schwelle unterschreitet. Andererseits wird die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge erhöht, wenn die erste Ableitung des Drehzahlsignals eine andere Schwelle überschreitet. Der Absolutwert der anderen Schwelle ist kleiner als der Absolutwert der ersten Schwelle. Es wird also eine übliche Hysterese beschrieben.

Mittels einer solchen Einrichtungen können nur Ruckelerscheinen vermieden werden, die beim Schalten auftreten. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung dagegen, können Ruckelerscheinen jeglicher Art vermieden werden.

Ferner ist aus der DE-OS 29 06 782 eine Einrichtung zum Dämpfen von Ruckelschwingungen bei einer Brennkraftmaschine bekannt. Dabei wird von der Überlegung ausgegangen, daß mit den Ruckelschwingungen deutlich meßbare Schwankungen der Drehzahl verbunden sind. Diese Drehzahlschwankungen werden mit Hilfe des differenzierten Drehzahlsignals abgeleitet. Das differenzierte Drehzahlsignal selbst wird der Kraftstoffmengen-Regelung zugeführt, um den Ruckelschwingungen entgegenzuwirken, wobei das Kraftstoffkorrektursignal, das dem Ruckelschwingen entgegenwirkt, eine eindeutige Funktion eines drehzahlabhängigen Signals ist.

Diese bekannte Einrichtung, die direkt in die Kraftstoffmengen-Regelung eingreift, wird nicht allen Betriebszuständen eines Kraftfahrzeuges bzw einer damit verbundenen Brennkraftmaschine gerecht, denn die Verbindung des differenzierten Drehzahlsignales mit der Kraftstoffmengen-Regelung kann auch zu Instabilitäten im Regelkreis führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ruckeldämpfung bei Brennkraftmaschinen anzugeben durch das einerseits die Ruckelschwingungen, vor allem bei Beschleunigung und im Schubetrieb wirkungsvoll gedämpft werden, das aber andererseits nicht direkt in die Kraftstoffmengen-Regelung eingreift.

### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat gegenüber dem genannten Stand der Technik den Vorteil einfacher Realisierbarkeit, da nicht in die Kraftstoffmengenregelung eingegriffen wird. In der Beschränkung des Drehzahlbereiches, in welchem die Ruckeldämpfung durchgeführt werden soll, ist ein weiterer Vorteil zu sehen, da durch diese Maßnahme bei Steuerungen mit einem Mikrorechner Rechenzeit eingespart wird.

### Zeichnung

Die Erfindung soll anhand der nachfolgenden Zeichnung ausführlich dargestellt und erläutert werden. Figur 1 zeigt die Brennkraftmaschine mit den zu ihrer Steuerung notwendigen Elementen, Figur 2 zeigt schematisch die Wirkungsweise des Verfahrens bei Beschleunigung, im Schubetrieb und den Signalverlauf der Drehzahl, der ersten und der zweiten Ableitung der Drehzahl beim Ruckeln und bei Gleichlaufschwankungen. Figur 3 zeigt die Folge der Verfahrensschritte anhand eines Flußdiagrammes, Figur 4 dient der Erläuterung des Flußdiagrammes nach Figur 3. Figur 5 gibt in einem Blockdiagramm die zur Durchführung des Verfahrens notwendige Elemente an, Figur 6 zeigt eine Realisation der Entscheidungsstufe, Figur 7 eine solche mit der Einschränkung des Drehzahlbereiches, und Figur 8 zeigt eine Realisation für negative und positive Werte von  $dn/dt$ .

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Figur 1 ist mit 10 ein elektronisches Steuergerät gekennzeichnet, mit 11 eine Brennkraftmaschine, und mit 12 eine Endstufe zur Steuerung einer Stelleinrichtung 13. Dem elektronischen Steuergerät werden über die Eingänge 14 bis 17 Sensorsignale zugeführt. Am Eingang 14 liegt ein Drehzahlsignal an, am Eingang 15 ein Signal proportional zur Kraftstoffmenge  $Q_K$ , jedoch sind auch die Signale des Spritzbeginns oder eines Regelweggebers denkbar. Mit 16 ist ein Fahrpedalstellungsgeber gekennzeichnet, Ziffer 17 bezieht sich auf Eingangssignale z.B. der Lufttemperatur, der Kraftstofftemperatur, der Maschinentemperatur oder der Drosselklappenstellung. Mit 18 ist eine Gruppe von Ausgangssignalen gekennzeichnet, zu denen beispielsweise der Spritzbeginn oder die Regelstangenstellung gehören. Am Ausgang 19 wird das Kraftstoffmengensignal ausgegeben. In modernen Steuergeräten enthält die elektronische Steuereinrichtung 10 einen Mikrocomputer, der über Schnittstellenbausteine mit den Eingangs- und den Ausgangssignalen verbunden ist. Zusätzlich zum Mikrocomputer sind verschiedene Speichereinheiten, im Steuergerät vorgesehen. Ein Aufbau des Steuergerätes in analoger Schaltungstechnik ist natürlich ebenfalls denkbar. Wegen der zunehmenden Bedeutung mikrocomputergesteuerter Systeme wird jedoch auf eine analoge Darstellung verzichtet.

In Figur 2a sind die Drehzahl  $n$  und die Kraft-

stoffmenge  $Q_K$  über der Zeit aufgetragen. Der dargestellte Fall entspricht dem Zustand der Beschleunigung eines Kraftfahrzeuges. Ausgehend von einem Drehzahlwert 20 soll auf einen mit 23 bezeichneten Drehzahlwert beschleunigt werden. Im Idealfalle würde sich die Drehzahl nach der mit 22 bezeichneten Kurve ändern. Bei realen Brennkraftmaschinen wird jedoch häufig ein Drehzahlverhalten beobachtet, wie es der mit 21 bezeichneten Linie entspricht. Die Drehzahl steigt nach Einsetzen des Beschleunigungsvorganges steil an, was dann die Ruckelschwingungen des mit der Brennkraftmaschine verbundenen Kraftfahrzeuges zur Folge hat. Das nachfolgend noch zu beschreibende Verfahren soll diesen Ruckelschwingungen entgegenwirken. Zu diesem Zweck wird immer dann, wenn die Drehzahl übermäßig stark zunimmt, die Kraftstoffzufuhr zur Brennkraftmaschine vermindert. Im unteren Diagramm der Figur 2a ist dies dargestellt. Zu Beginn des Beschleunigungsvorganges hat die zugeführte Kraftstoffmenge den mit 24 gekennzeichneten Wert. Weicht die tatsächliche Drehzahl vom gewünschten Drehzahlverlauf zu stark ab, wird die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge auf den mit 25 gekennzeichneten Wert abgesenkt. Bei den mit 24 und 25 gekennzeichneten Kraftstoffmengenwerten handelt es sich selbstverständlich nicht um absolute, sondern um relative Werte. Wesentlich ist, daß bei zu starker Abweichung der Istdrehzahl vom gewünschten Verlauf die Kraftstoffmenge abgesenkt wird. Figur 2b behandelt den Fall des Schubbetriebes. Nach Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr treten bei realen Brennkraftmaschinen häufig zu starke Drehzahleinbrüche auf. Soll sich die Drehzahl von einem mit 26 bezeichneten Wert auf einen mit 29 bezeichneten Wert ändern, so würde sie im Idealfalle der mit 27 bezeichneten Kurve folgen. Beobachtet werden jedoch Drehzahleinbrüche entsprechend der mit 28 gekennzeichneten Linie. Gemäß dem Verfahren wird in diesem Fall kurzzeitig Kraftstoff zugeführt, um den zu starken Drehzahleinbruch aufzufangen. Dies ist im unteren Diagramm der Figur 2b dargestellt. Während die Kraftstoffzufuhr zu Beginn des Schubbetriebes unterbrochen ist, wird sie bei zu starkem Drehzahlabfall kurzzeitig wieder aufgenommen.

Die Figuren 2c und 2d zeigen das zeitliche Verhalten der Drehzahl, der ersten Ableitung der Drehzahl und der zweiten Ableitung der Drehzahl einmal für den Fall von Ruckeln, (Figur 2c), das andere Mal im Fall von Gleichlaufschwankungen (Figur 2d). Im oberen Teil der Figur 2c ist das Drehzahlsignal  $n$  über der Zeit aufgetragen. Mit 21 ist der schon in Figur 2a genannte, häufig an realen Brennkraftmaschinen zu beobachtende Drehzahlverlauf über der Zeit bezeichnet. Im darunterliegenden Diagramm ist mit 210 die erste Ableitung des Drehzahlsignales, mit 211 eine Schwelle für das differenzierte Drehzahlsignal bezeichnet. Das differenzierte Signal 210 führt zu einer Darstellung entsprechend der mit 212 gekennzeichneten Kurve. Bei dieser Kurve han-

delt es sich um die zweite Ableitung des Drehzahlsignales. Aus dem untersten Diagramm der Figur 2c geht hervor, daß die Kraftstoffmenge immer nur dann moduliert wird, wenn

1. die erste Ableitung des Drehzahlsignales die Schwelle 211 überschreitet und

2. die zweite Ableitung des Drehzahlsignales deutlich von Null verschieden ist.

In Figur 2d ist der Fall von Gleichlaufschwankungen behandelt, die nicht zu einer Kraftstoffmengenmodulation führen sollen. Mit 214 ist das ansteigende Drehzahlsignal, dem Gleichlaufschwankungen überlagert sind, gekennzeichnet. Das dazu gehörende, mit 215 gekennzeichnete differenzierte Drehzahlsignal schwankt sehr schnell zwischen Werten unterhalb der Schwelle 211 und oberhalb der Schwelle 211 hin und her. Diese Schwankungen sollen keine Kraftstoffmengenmodulation veranlassen. Eine Schaltfolge mit dem in Figur 2d mit der Nummer 217 gekennzeichneten Verhalten soll nicht auftreten. Verhindert wird dies durch die Beobachtung der zweiten Ableitung des Drehzahlsignales. Eine zweite Ableitung des Drehzahlsignales entsprechend 216 nach Figur 2d unterbindet die Kraftstoffmengenmodulation, so daß durch diese Einrichtung Ruckeln und Gleichlaufschwankungen voneinander unterschieden werden können.

Figur 3 zeigt ein Flußdiagramm, das die zur Durchführung des Verfahrens notwendigen Schritte enthält. Dieses Flußdiagramm kann beispielsweise als Unterprogramm eines im Steuergerät enthaltenen als bildliche Darstellung eines Unterprogrammes aufgefaßt. Figur 3 ist aufgeteilt in die Figuren 3a, b und c. Figur 3a gilt für den Fall, daß die Kraftstoffmengenmodulation abhängig von der zweiten Ableitung des Drehzahlsignales ist. Im Flußdiagramm nach Figur 3b wird die Kraftstoffmengenmodulation davon abhängig gemacht, ob die erste Ableitung des Drehzahls einen Vorzeichenwechsel erleidet oder nicht. Die nachfolgende Beschreibung gilt bis auf eine Ausnahme für beide Figuren 3a und 3b. Das Programm startet bei 30. Bei 31 wird die aktuelle Drehzahl  $n$  eingelesen. In 32 wird entschieden, ob die aktuelle Drehzahl in einem vorgebbaren Drehzahlbereich liegt. Dieser Drehzahlbereich ist nach unten durch die Drehzahl  $n_1$ , nach oben durch die Drehzahl  $n_2$  begrenzt. Liegt die aktuelle Drehzahl außerhalb des gewünschten Bereiches, springt das Programm zum Endpunkt 37. Liegt die Drehzahl innerhalb des gewünschten Drehzahlbereiches, werden im Block 33 aus den eingelesenen Drehzahlwerten die erste und die zweite Ableitung der Drehzahl,  $dn/dt$  und  $d^2n/dt^2$ , gebildet. Im Block 331 der Figur 3a wird überprüft, ob der Betrag der zweiten Ableitung größer als eine vorgebbare Schwelle  $S_5$  ist. Ist er größer, springt das Signal zum mit 333 gekennzeichneten Punkt A. Im Block 332 der Figur 3b wird wie folgt vorgegangen:

Zunächst wird geprüft, ob die erste Ableitung des Drehzahlsignales die erste positive Schwelle  $S_1$  bereits einmal überschritten oder die erste negative Schwelle  $S_3$  bereits einmal unterschrit-

ten hat. Daran anschließend wird überprüft, ob sich für die erste Ableitung des Drehzahlsignales ein Vorzeichenwechsel ergibt. Findet der Vorzeichenwechsel statt, springt das Programm zum mit 333 gekennzeichneten Punkt A. Anderenfalls endet es in 37. In Figur 3c findet sich der mit 333 gekennzeichnete Punkt A wieder, an dem die in Figur 3a und 3b dargestellten Teilprogramme fortgesetzt werden. Im Block 34 wird geprüft, ob der Leerlaufschalter geschlossen ist oder nicht. Ist der Leerlaufschalter offen, verzweigt das Programm zum Block 351 und erkennt auf Beschleunigung der Brennkraftmaschine. Ist der Leerlaufschalter geschlossen wird nach 361 verzweigt. Zunächst soll der Fall "Leerlaufschalter offen" behandelt werden. In der Entscheidungsstufe 351 wird überprüft, ob die erste Ableitung der Drehzahl größer als eine positive Schwelle S1 ist. Ist  $dn/dt$  kleiner als diese erste positive Schwelle S1, so wird im Block 357 eine mit zwei bezeichneten Flagge der Wert Null zugeordnet. Im Block 358 wird ausgegeben, daß die zugeführte Kraftstoffmenge nicht zu korrigieren ist. Korrektur bedeutet in diesem Fall Reduktion der Kraftstoffmenge. Anschließend springt das Programm zu seinem Endpunkt 37. Ist in der Entscheidungsstufe 351 der Wert des differenzierten Drehzahlsignales jedoch größer als die positive Schwelle S1, so wird im Block 352 geprüft, ob der Wert des differenzierten Drehzahlsignales größer als eine positive Schwelle S2 ist. Die positive Schwelle S2 ist größer als die Schwelle S1. Ist  $dn/dt$  größer als die Schwelle S2, wird in 354 die Flagge 2 gesetzt. Im Block 355 wird ausgegeben, daß die Kraftstoffmenge zu reduzieren ist. Danach endet das Programm. War die erste Ableitung des Drehzahlsignales kleiner als die zweite Schwelle S2, gelangt man zum Entscheidungsblock 353, in dem geprüft wird, ob die Flagge 2 gesetzt ist oder nicht. Bei gesetzter Flagge 2 wird im Block 356 ausgegeben, daß die Kraftstoffmenge nicht mehr zu korrigieren ist. Danach endet das Programm. Bei nicht gesetzter Flagge 2 springt das Programm wieder zum Block 355, was eine Reduktion der Kraftstoffmenge zur Folge hat.

Nach dem Vorgang der Beschleunigung soll jetzt der Schubetrieb behandelt werden. Im Block 34 wurde festgestellt, daß der Leerlaufschalter geschlossen war. Dort gelangt man zur Entscheidungsstufe 361, in der geprüft wird, ob  $dn/dt$  kleiner als eine erste negative Schwelle S3 ist. Liegt der Wert von  $dn/dt$  oberhalb dieser Schwelle, wird in 367 die Flagge 1 zurückgesetzt. Im Block 368 wird ausgegeben, daß die Kraftstoffmenge nicht zu erhöhen ist, worauf in 37 das Programm endet. War bei der Abfrage im Block 361 der Wert von  $dn/dt$  kleiner als die erste negative Schwelle S3, wird im Block 362 geprüft, ob  $dn/dt$  auch kleiner als eine zweite negative Schwelle S4 ist. Falls ja, wird im Block 364 die Flagge 1 gesetzt. Im Block 365 wird der Befehl ausgegeben, die Kraftstoffmenge zu erhöhen. Danach endet das Programm in 37. War  $dn/dt$  jedoch größer als die zweite negative Schwelle S4, so wird im Block 363 geprüft, ob die Flagge 1

gesetzt ist oder nicht. Ist Flagge 1 gesetzt, wird in 366 entschieden, die Kraftstoffmenge nicht zu erhöhen und in Block 37 endet dann das Programm. War Flagge 1 nicht gesetzt, so verzweigt das Programm wieder zum Block 365, und die Kraftstoffmenge wird erhöht.

Die Wirkungsweise des Verfahrens wird anhand der Figur 4 noch deutlicher. Auf der Ordinate der Figur 4 ist die erste Ableitung des Drehzahlsignales  $dn/dt$  aufgetragen, auf der Abszisse die Zeit  $t$ . Mit 41 ist die erste positive Schwelle S1, mit 42 die zweite positive Schwelle S2 gekennzeichnet. Die beiden negativen Schwellen S3 und S4 tragen die Bezugszeichen 43 und 44. Die Wirkungsweise der Einrichtung wird anhand des fiktiven Kurvenverlaufes und der Punkte a bis h erläutert. Unterhalb der positiven Schwelle S1 bleibt die zuzuführende Kraftstoffmenge unverändert. Im Punkt a hat der  $dn/dt$  die erste positive Schwelle S1 überschritten. Die zuzuführende Kraftstoffmenge wird reduziert. Nimmt  $dn/dt$  weiter zu, beispielsweise bis zum Punkt b, wird die zuzuführende Kraftstoffmenge weiterhin reduziert. Erst nach Unterschreiten der zweiten positiven Schwelle S2 wird die Kraftstoffmengenkorrektur aufgehoben. Ein solcher Betriebspunkt ist der Punkt c. Fällt  $dn/dt$  auch unter die erste positive Schwelle, so bleibt dies zunächst ohne Auswirkung. Steigt  $dn/dt$  jedoch wieder an ohne die zweite positive Schwelle zu überschreiten (Punkt d), so wird die zuzuführende Kraftstoffmenge wieder reduziert. Die Reduktion der Kraftstoffmenge wird jetzt jedoch erst aufgehoben, wenn der nach  $dt$  die erste positive Schwelle S1 wieder unterschreitet.

Bei Drehzahleinbrüchen wirkt das Verfahren ähnlich. Punkt e ist als Betriebspunkt gekennzeichnet, bei dem  $dn/dt$  die erste negative Schwelle S3 unterschritten hat. Aus dem Flußdiagramm ist zu entnehmen, daß in diesen Fall die Kraftstoffmenge zur Brennkraftmaschine erhöht wird. Auch bei Unterschreiten der zweiten negativen Schwelle S4 wird die Kraftstoffmenge weiter erhöht (Betriebspunkt f). Erst nach Überschreiten der zweiten negativen Schwelle S4 (Betriebspunkt g) wird die Kraftstoffzufuhr zur Brennkraftmaschine abgesenkt bzw. unterbrochen. Ein Überschreiten der ersten negativen Schwelle S3 hat keine Auswirkung auf die zugeführte Kraftstoffmenge. Erst ein Unterschreiten der ersten negativen Schwelle S3, ohne daß dabei die zweite negative Schwelle S4 unterschritten wird, führt zu einer Änderung der Kraftstoffzufuhr. Da Schubetrieb vorliegt, wird die zuzuführende Kraftstoffmenge erhöht (Betriebspunkt h). Die Erhöhung wird erst dann wieder aufgehoben, wenn  $dn/dt$  die erste negative Schwelle S3 überschreitet.

Figur 5 enthält eine Reihe zur Durchführung des Verfahrens wesentlicher Einzelheiten. Mit 50 ist die Kurbel- oder Nockenwelle gekennzeichnet, auf der Bezugsmarken 51 angebracht sind. 52 kennzeichnet einen Drehzahlsensor, dessen Ausgangssignal einem Teiler mit variablem Teilverhältnis 53 zugeführt wird. Aus den an 50 gemessenen Perioden wird in 54 die Drehzahl  $n$  ermit-

telt. Das so ermittelte Drehzahl-signal wird in einem Filter 55 gefiltert, um störende Anteile zu eliminieren. In 56 wird das gefilterte Drehzahl-signal differenziert, und darauf einer Entscheidungsstufe 57 zugeführt.

Figur 6 zeigt eine Hardware-Realisierung der Entscheidungsstufe 57. Über 63 gelangt das differenzierte Drehzahl-signal auf die beiden Komparatoren 61 und 62. Vom Komparator 61 wird die Schwelle S1 überwacht, vom Komparator 62 die Schwelle S2. Der Ausgang des Komparators 61 steht mit einem Inverter 67 und dem Setzeingang eines Flipflops 65 in Verbindung. Der Ausgang des Komparators 62 ist einerseits mit dem Setzeingang eines Flipflops 64 verbunden, andererseits jedoch auch mit dem Eingang eines Inverters 66. Der Ausgang des Inverters 66 und der Ausgang des Flipflops 64 werden dem UND-Glied 68 zugeführt, dessen Eingang mit einer ODER-Schaltung 69 verbunden ist. Dieser ODER-Schaltung 69 wird darüber hinaus auch der Ausgang des Inverters 67 zugeführt. Die Rücksetzeingänge der beiden Flipflops 64 und 65 sind mit dem Ausgang des ODER-Gliedes 69 verbunden. Der Ausgang des Flipflops 65 steuert eine Endstufe 70, die ihrerseits eine Stelleinrichtung 71 ansteuert. Ebenfalls mit dem Eingang 63 ist eine Einrichtung 630 verbunden, deren Ausgang den Sperreingang 631 des Flipflops 65 beeinflusst. Die beiden mit S1 und S2 gekennzeichneten Schwellen, die den Komparatoren 61 und 62 zugeführt werden, stehen mit einer Einrichtung 621 in Verbindung, der an ihrem Eingang über 622 Signale von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine zugeführt werden. Die Wirkungsweise der Einrichtung ist in Verbindung mit Figur 4 leicht verständlich. Überschreitet  $dn/dt$  die erste positive Schwelle, liegt am Ausgang des Komparators 61 eine logische 1, wodurch das Flipflop 65 gesetzt wird und die Endstufe 70 ansteuert. Am Ausgang des Inverters 67 liegt eine logische 0, so daß auch am Rücksetzeingang des Flipflops 65 sowie am Rücksetzeingang des Flipflops 64 eine logische 0 liegt. Übersteigt das Signal  $dn/dt$  die zweite positive Schwelle S2, so liegt auch am Ausgang des Komparators 62 eine logische 1. Dadurch wird das Flipflop 64 gesetzt, so daß an seinem Ausgang eine logische 1 anliegt. Nach Unterschreiten der Schwelle S2 liegt am Ausgang des Komparators 62 eine logische 0, am Ausgang des Inverters 66 eine logische 1, so daß beide Eingänge des UND-Gatters 68 mit einer logischen 1 versorgt werden. Dadurch gelangt über das ODER-Gatter 69 ein Rücksetzimpuls auf das Flipflop 65, so daß die Beeinflussung der Endstufe bzw. der Stelleinrichtung aufgehoben wird. Für den Fall, daß das Signal  $dn/dt$  die erste Schwelle S1 zwar überschreitet, die zweite Schwelle aber nicht, ergibt sich folgendes: Nach Überschreiten der Schwelle S1 liegt am Ausgang des Komparators 61 eine logische 1. Dadurch wird das Flipflop 61 gesetzt. Sein Ausgangssignal beeinflusst die Endstufe sowie die Stelleinrichtung 71. Wird die Schwelle S1 unterschritten, so liegt am Ausgang des Komparators 61 eine logische 0, am Ausgang

des Inverters 67 eine logische 1, wodurch das Flipflop 65 über das ODER-Glied 69 einen Rücksetzimpuls erhält. Dadurch wird die Beeinflussung der Endstufe 70 aufgehoben und die Kraftstoffmenge nicht mehr korrigiert. Im mit 630 gekennzeichneten Block lassen sich verschiedene Operationen durchführen. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, das differenzierte Drehzahl-signal ein weiteres Mal zu differenzieren, und das Flipflop 65 immer nur dann schalten zu lassen, wenn der Sperreingang 631 des Flipflops freigegeben ist. Vergleiche dazu auch das Flußdiagramm nach Figur 3a. Eine andere Funktion des Blocks 630 liegt darin, den Vorzeichenwechsel der ersten Ableitung des Drehzahl-signales zu überwachen. Wechselt nach einer ersten Kraftstoffmengenmodulation die erste Ableitung ihr Vorzeichen nicht, werden über den Sperreingang 631 weitere Modulationen verhindert.

Die beiden Schwellen S1 und S2 sind in ihrer Höhe steuerbar. Dargestellt ist dies durch den mit 621 gekennzeichneten Block. Hierbei kann es sich um eine Speichereinheit handeln, die abhängig von Betriebsparametern, die über den Eingang 622 zugeführt werden, Werte für die Schwellen S1 und S2 ausgibt. Als Eingangsgrößen eignen sich beispielsweise die Drehzahl, die erste Ableitung der Drehzahl, die Maschinentemperatur oder ähnliches. Für den Fachmann auf dem Gebiet der elektronischen Steuerung von Brennkraftmaschinen ist eine Ausführung der mit 621 und 630 gekennzeichneten Einrichtung nicht schwierig, da in der Fachliteratur hinreichend beschrieben.

Die hier für die positiven Schwellen S1 und S2 beschriebene Wirkungsweise der Einrichtung nach Figur 6 gilt selbstverständlich auch die beiden negativen Schwellen S3 und S4. Ein Unterschied ergibt sich nur in der Beeinflussung der Endstufe. Während bei Überschreiten der positiven Schwellen die Kraftstoffmenge vermindert wird, wird bei Unterschreiten der beiden negativen Schwellen die Kraftstoffmenge angehoben, um zu starken Drehzahleinbrüchen entgegenzuwirken.

Figur 7 zeigt ein Blockschaltbild für den Fall, daß der Drehzahlbereich, in dem die Kraftstoffmengenkorrektur vorgenommen werden soll, beschränkt ist. Das schon bekannte Drehzahl-signal gelangt auf die Filtereinrichtung 55. Von dort gelangt es einerseits zum Fensterkomparator 72 andererseits auch zur Differenziereinrichtung 56. An die Differenziereinrichtung 56 schließt sich die bekannte Entscheidungsstufe 57 mit ihren Schwellen S1, S2 oder mit den Schwellen S3 und S4 an. Der Ausgang des Fensterkomparators sowie der Ausgang der Entscheidungsstufe werden einem UND-Glied 73 zugeführt, welches zur Ansteuerung der Endstufe 70 dient. Die Arbeitsweise der dargestellten Schaltung wurde bereits bei der Behandlung des Flußdiagrammes ausführlich erläutert. Durch den Fensterkomparator 72 wird bewirkt, daß die Kraftstoffmenge immer nur in einem bestimmten Drehzahlbereich beeinflusst wird. Dadurch steht dem Rechner in allen anderen Fällen eine erheblich größere

Rechenzeit für die Bewältigung anderer Aufgaben zur Verfügung.

Figur 8 zeigt eine Hardware-Realisation, mit deren Hilfe unterschieden werden kann, ob sich die Brennkraftmaschine im Schubbetrieb oder im Zustand der Beschleunigung befindet. Das Drehzahl-signal  $n$  gelangt wiederum auf das mit 55 bezeichnete Filter, von dort auf die Differenzier-einrichtung 56. Das Ausgangssignal der Differen-ziereinrichtung wird zwei Entscheidungsstufen 57 zugeführt, von denen die eine auf die Schwellen S1 und S2, die andere auf die negativen Schwel-len S3 und S4 abfragt. Mit 80 ist ein Leerlaufschal-ter gekennzeichnet, der im Falle des Leerlaufes auf die Entscheidungsstufe mit den beiden Schwellen S3 und S4 schaltet, im Falle der Beschleunigung auf die Entscheidungsstufe mit den Schwellen S1 und S2. Das Ausgangssignal der jeweiligen Entscheidungsstufe wird darauf hin der Endstufe 70 zugeführt, die ihrerseits eine Stelleinrichtung 71 ansteuert. Der Umschalter trägt das Bezugszeichen 81.

Die in den Blockschaltbildern dargestellten Sachverhalte dienen einzig und allein der Ver-deutlichung des Verfahrens. Beim heutigen Stand der Mikroprozessortechnik ist es ohne weiteres möglich, alle zum Verfahren notwendigen Schritte vom Mikroprozessor durchführen zu las-sen. So ist es für den Fachmann ein Leichtes, Algorithmen für die Differentiation und Filterung von Signalen zu finden. Dazu sei auf die inzwischen in Fülle vorliegende Literatur zu die-sen Themen hingewiesen.

#### Patentansprüche

1. Elektronische Steuereinrichtung zur Kraftstoffmengenmodulation bei einer Brennkraftmaschine, mit einer elektrisch ansteuerbaren Stelleinrichtung, die abhängig von Betriebszu-ständen der Brennkraftmaschine angesteuert wird, weiterhin mit Sensoren zur Erfassung eines Drehzahl-signal, das im Verlauf seiner Weiterver-arbeitung differenziert, insbesondere mehrfach differenziert wird, wobei abhängig von dem diffe-renzierten Drehzahl-signal die Kraftstoffmenge derart moduliert wird, daß Ruckelschwingungen entgegengewirkt wird, hierzu wird die der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoffmenge vermindert, wenn die erste Ableitung des Drehzahl-signal eine erste Schwelle (S1) übersteigt, die Verminderung der Kraftstoffmenge wird auf-gehoben, wenn die erste Ableitung des Drehzahl-signal eine zweite Schwelle (S2) unterschreitet, wobei die zweite Schwelle höher liegt als die erste Schwelle.

2. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß die zweite Schwelle (S2) nicht erreicht wird die Verminderung der Kraftstoffmenge dann aufgehoben wird, wenn die erste Schwelle (S1) wieder unterschritten wird.

3. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, mit einer Schwelle (S5) für die zweite Ableitung des Drehzahl-signal, dadurch

gekennzeichnet, daß die der Brennkraftmaschine zuzuführende Kraftstoffmenge nur dann modu-liert wird, wenn der Betrag der zweiten Ableitung des Drehzahl-signal größer als eine fünfte Schwelle (S5) ist.

4. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, mit einer Vorrichtung zur Erkennung von Vorzeichenwechseln bei Sensor-signalen, dadurch gekennzeichnet, daß die der Brennkraftmaschine zuzuführende Kraftstoff-menge moduliert wird, wenn die erste Ableitung des Drehzahl-signal ihr Vorzeichen wechselt.

5. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellen für das differenzierte Drehzahl-signal abhängig von Betriebsparametern steuer-bar sind.

6. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Betriebsparameter die Drehzahl oder die erste Ableitung der Drehzahl oder die zweite Ableitung der Drehzahl benutzt werden.

7. Elektronische Steuereinrichtung zur Kraftstoffmengenmodulation bei einer Brennkraftma-schine, mit einer elektrisch ansteuerbaren Stel-leinrichtung, die abhängig von Betriebszuständen der Brennkraftmaschine angesteuert wird, weiter-hin mit Sensoren zur Erfassung eines Drehzahl-signal, das im Verlauf seiner Weiterverarbeitung differenziert, insbesondere mehrfach differenziert wird, wobei abhängig von dem differenzierten Drehzahl-signal die Kraftstoffmenge derart modu-liert wird, daß Ruckelschwingungen entgegenge-wirkt wird, hierzu wird die der Brennkraft-maschine zugeführte Kraftstoffmenge angeho-ben, wenn die erste Ableitung des Drehzahl-signal eine dritte Schwelle (S3) unterschreitet die Anhebung der Kraftstoffmenge wird aufgehoben, wenn die erste Ableitung des Drehzahl-signal eine vierte Schwelle (S4) in Richtung auf die dritte Schwelle überschreitet, wobei die vierte Schwelle niedriger liegt als die dritte Schwelle.

8. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß für den Fall, daß die vierte Schwelle (S4) nicht erreicht wird die Anhebung der Kraftstoffmenge dann aufgehoben wird, wenn die dritte Schwelle (S3) wieder unterschritten wird.

9. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehzahl-signal aus dem Signal eines Luft-massensensor abgeleitet wird.

10. Elektronische Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftstoffmenge nur in einem vorgebbaren Drehzahlbereich moduliert wird.

11. Elektronische Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehzahl-signal vor der Auswertung mit variablem Teilverhältnis geteilt werden.

12. Elektronische Steuereinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Drehzahl-signal vor dem Differenzieren gefiltert werden.

13. Elektronische Steuereinrichtung nach

Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Filterung ein Tschebyscheff-Filter erster Ordnung verwendet wird.

## Revendications

1. Dispositif électronique de commande permettant la modulation de la quantité de carburant pour un moteur à combustion interne, avec un dispositif de réglage susceptible d'être commandé électriquement et qui est commandé en fonction d'états de fonctionnement du moteur à combustion interne, en outre avec des détecteurs pour détecter un signal de vitesse de rotation qui est différencié au cours de son traitement ultérieur, et notamment différencié plusieurs fois, la quantité de carburant étant modulée en fonction de ce signal de vitesse de rotation ainsi différencié de façon à s'opposer à des vibrations provoquant des à coups, la quantité de carburant amenée au moteur à combustion interne étant, à cet effet, réduite lorsque la première dérivée du signal de vitesse de rotation dépasse un premier seuil (S1), cette réduction de la quantité de carburant étant supprimée lorsque la première dérivée du signal de vitesse de rotation franchit vers le bas le second seuil (S2), ce second seuil étant plus élevé que le premier seuil.

2. Dispositif électronique de commande selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans le cas où le second seuil (S2) n'est pas atteint, la réduction de la quantité de carburant est alors supprimée lorsque le premier seuil (S1) est à nouveau franchi vers le bas.

3. Dispositif électronique de commande selon la revendication 1 ou la revendication 2, avec un seuil (S5) pour la seconde dérivée du signal de vitesse de rotation, caractérisé en ce que la quantité de carburant à amener au moteur à combustion interne n'est alors modulée que lorsque la valeur absolue de la seconde dérivée du signal de vitesse de rotation, est supérieure à un cinquième seuil (S5).

4. Dispositif électronique de commande selon la revendication 1 ou la revendication 2, avec un dispositif pour détecter des changements de signes dans les signaux des détecteurs, caractérisé en ce que la quantité de carburant à amener au moteur à combustion interne, est modulée lorsque la première dérivée du signal de vitesse de rotation change de signe.

5. Dispositif électronique de commande selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que les seuils pour le signal de vitesse de rotation différencié sont susceptibles d'être commandés en fonction de paramètres de fonctionnement.

6. Dispositif électronique de commande selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'on utilise comme paramètres de fonctionnement la vitesse de rotation, ou bien la première dérivée de la vitesse de rotation, ou bien la seconde dérivée de la vitesse de rotation.

7. Dispositif électronique de commande permettant la modulation de la quantité de carburant

pour un moteur à combustion interne, avec un dispositif de réglage susceptible d'être commandé électriquement et qui est commandé en fonction d'états de fonctionnement du moteur à combustion interne, en outre, avec des détecteurs pour détecter un signal de vitesse de rotation qui est différencié au cours de son traitement ultérieur, et qui est notamment différencié plusieurs fois, la quantité de carburant étant modulée en fonction du signal de vitesse de rotation différencié de façon à s'opposer à des vibrations provoquant des à-coups, la quantité de carburant amenée au moteur à combustion interne étant à cet effet augmentée lorsque la première dérivée du signal de vitesse de rotation franchit vers le bas un troisième seuil (S3), et l'augmentation de la quantité de carburant étant supprimée lorsque la première dérivée du signal de vitesse de rotation dépasse un quatrième seuil (S4) en direction du troisième seuil, ce quatrième seuil étant plus bas que le troisième seuil.

8. Dispositif électronique de commande selon la revendication 7, caractérisé en ce que, dans le cas où le quatrième seuil (S4) n'est pas atteint, l'augmentation de la quantité de carburant est alors supprimée lorsque le troisième seuil (S3) est à nouveau franchi vers le bas.

9. Dispositif électronique de commande selon la revendication 1 et la revendication 7, caractérisé en ce que le signal de vitesse de rotation est dérivé du signal d'un détecteur de masse d'air.

10. Dispositif électronique de commande selon l'une des revendications 1 ou 7, caractérisé en ce que la quantité de carburant est seulement modulée dans une gamme de vitesse de rotation susceptible d'être prédéfinie.

11. Dispositif électronique de commande selon l'une des revendications 1 ou 7, caractérisé en ce que le signal de vitesse de rotation est divisé avec un rapport de division variable avant son exploitation.

12. Dispositif électronique de commande selon la revendication 11, caractérisé en ce que le signal de vitesse de rotation est filtré avant d'être différencié.

13. Dispositif électronique de commande selon la revendication 12, caractérisé en ce que pour la filtration, on utilise un filtre de Tschebyscheff du premier ordre.

## Claims

1. Electronic control system for fuel quantity modulation in the case of an internal-combustion engine, with an electrically actuatable adjusting device, which is actuated dependently on operating states of the internal combustion engine, furthermore with sensors for sensing a speed signal, which is differentiated, in particular multiply differentiated, during the course of its further processing, the quantity of fuel being modulated dependently on the differentiated speed signal in such a way that bucking oscillations are counteracted, for which purpose the quantity of fuel fed to the internal-combustion engine is

reduced if the first derivative of the speed signal overshoots a first threshold (S1), the reduction in the quantity of fuel is suspended if the first derivative of the speed signal undershoots a second threshold (S2), the second threshold lying higher than the first threshold.

2. Electronic control system according to Claim 1, characterized in that, in the event that the second threshold (S2) is not reached, the reduction in the quantity of fuel is suspended when the first threshold (S1) is undershot again.

3. Electronic control system according to Claim 1 or 2, with a threshold (S5) for the second derivative of the speed signal, characterized in that the quantity of fuel to be fed to the internal-combustion engine is only modulated when the amount of the second derivative of the speed signal is greater than a fifth threshold (S5).

4. Electronic control system according to Claim 1 or 2, with a device for detecting changes of the operational sign of sensor signals, characterized in that the quantity of fuel to be fed to the internal-combustion engine is modulated if the first derivative of the speed signal changes its operational sign.

5. Electronic control system according to Claim 1 or 2, characterized in that the thresholds for the differentiated speed signal can be controlled dependently on operating parameters.

6. Electronic control system according to Claim 5, characterized in that the engine speed or the first derivative of the speed or the second derivative of the speed are used as operating parameters.

7. Electronic control system for fuel quantity modulation in the case of an internal-combustion engine, with an electrically actuatable adjusting device, which is actuated dependently on oper-

ating states of the internal combustion engine, furthermore with sensors for sensing a speed signal, which is differentiated, in particular multiply differentiated, during the course of its further processing, the quantity of fuel being modulated dependently on the differentiated speed signal in such a way that bucking oscillations are counteracted, for which purpose the quantity of fuel fed to the internal-combustion engine is increased if the first derivative of the speed signal undershoots a third threshold (S3), the increase in the quantity of fuel is suspended if the first derivative of the speed signal overshoots a fourth threshold (S4) in the direction of the third threshold, the fourth threshold lying lower than the third threshold.

8. Electronic control system according to Claim 7, characterized in that, in the event that the fourth threshold (S4) is not reached, the increase in the quantity of fuel is suspended when the third threshold (S3) is undershot again.

9. Electronic control system according to Claim (sic) 1 and 7, characterized in that the speed signal is derived from the signal of an air-mass sensor.

10. Electronic control system according to one of Claims 1 or 7, characterized in that the quantity of fuel is modulated only in a predeterminable speed range.

11. Electronic control system according to one of Claims 1 or 7, characterized in that, before evaluation, the speed signal are (sic) divided with variable division ratio.

12. Electronic control system according to Claim 11, characterized in that, before differentiation, the speed signal are (sic) filtered.

13. Electronic control system according to Claim 12, characterized in that a Chebyshev filter of the first order is used for filtering.

40

45

50

55

60

65

8



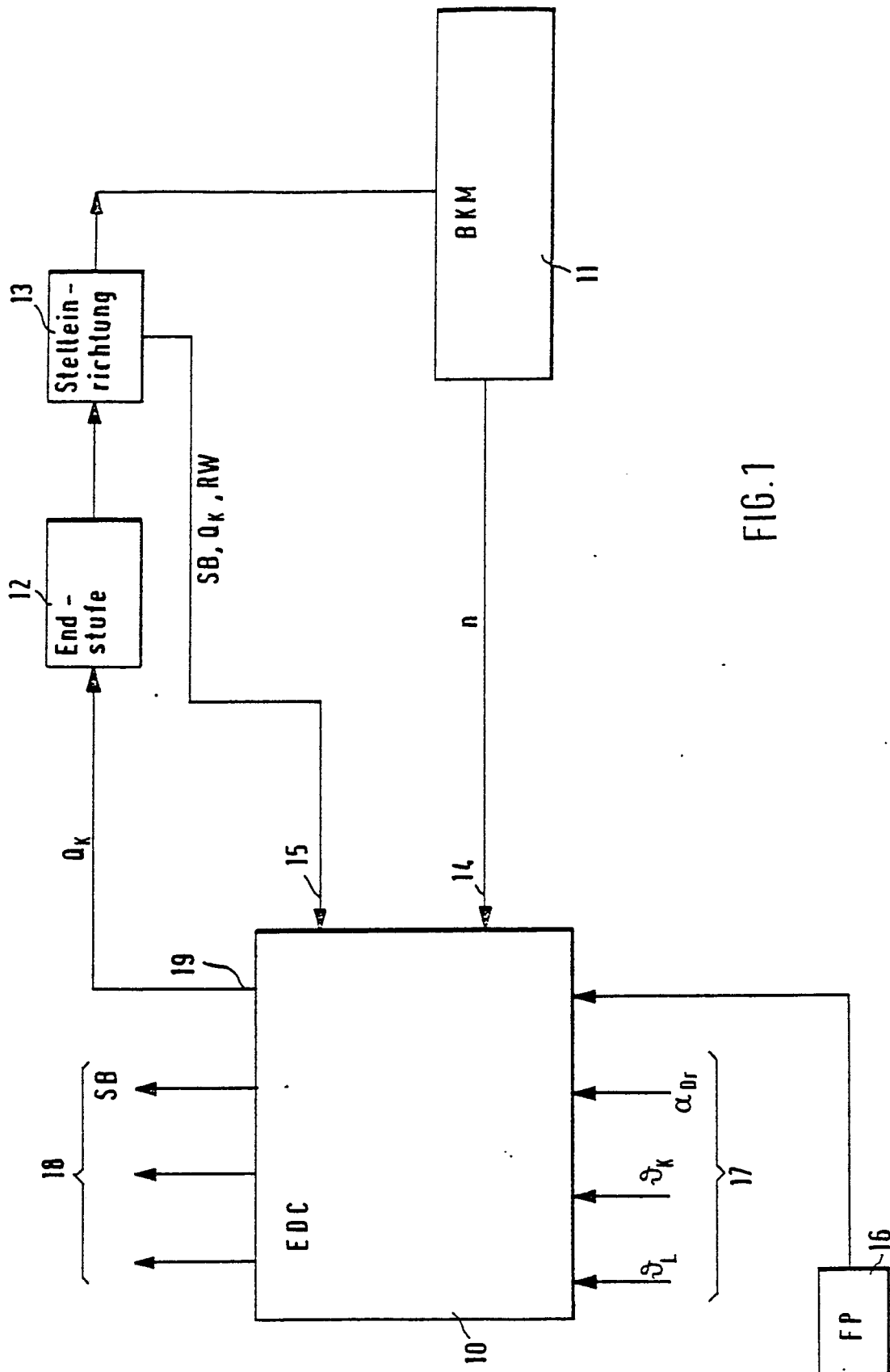
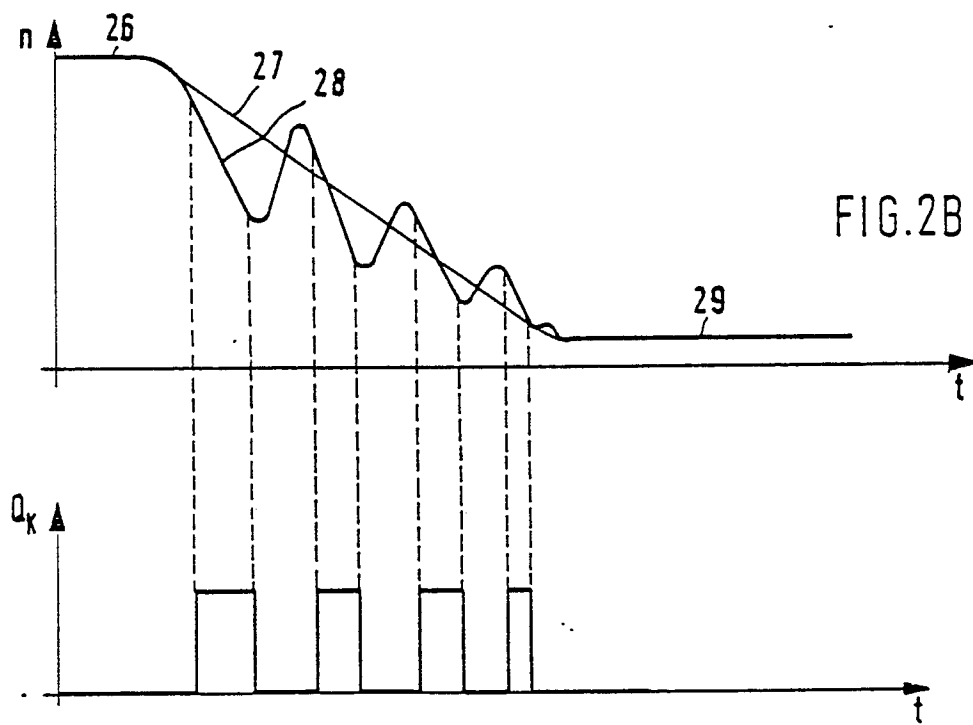
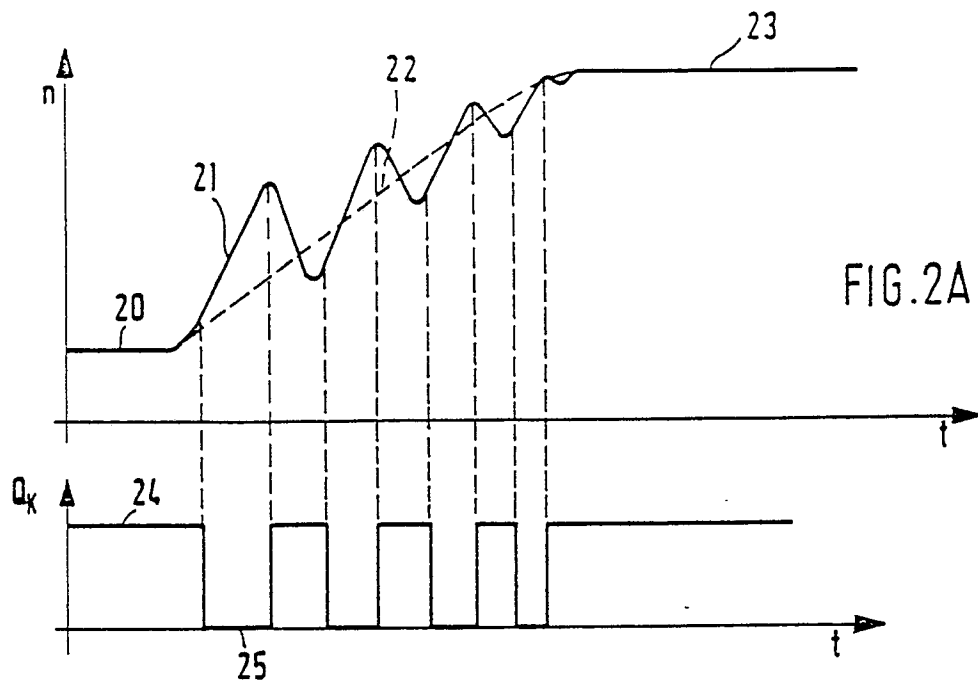
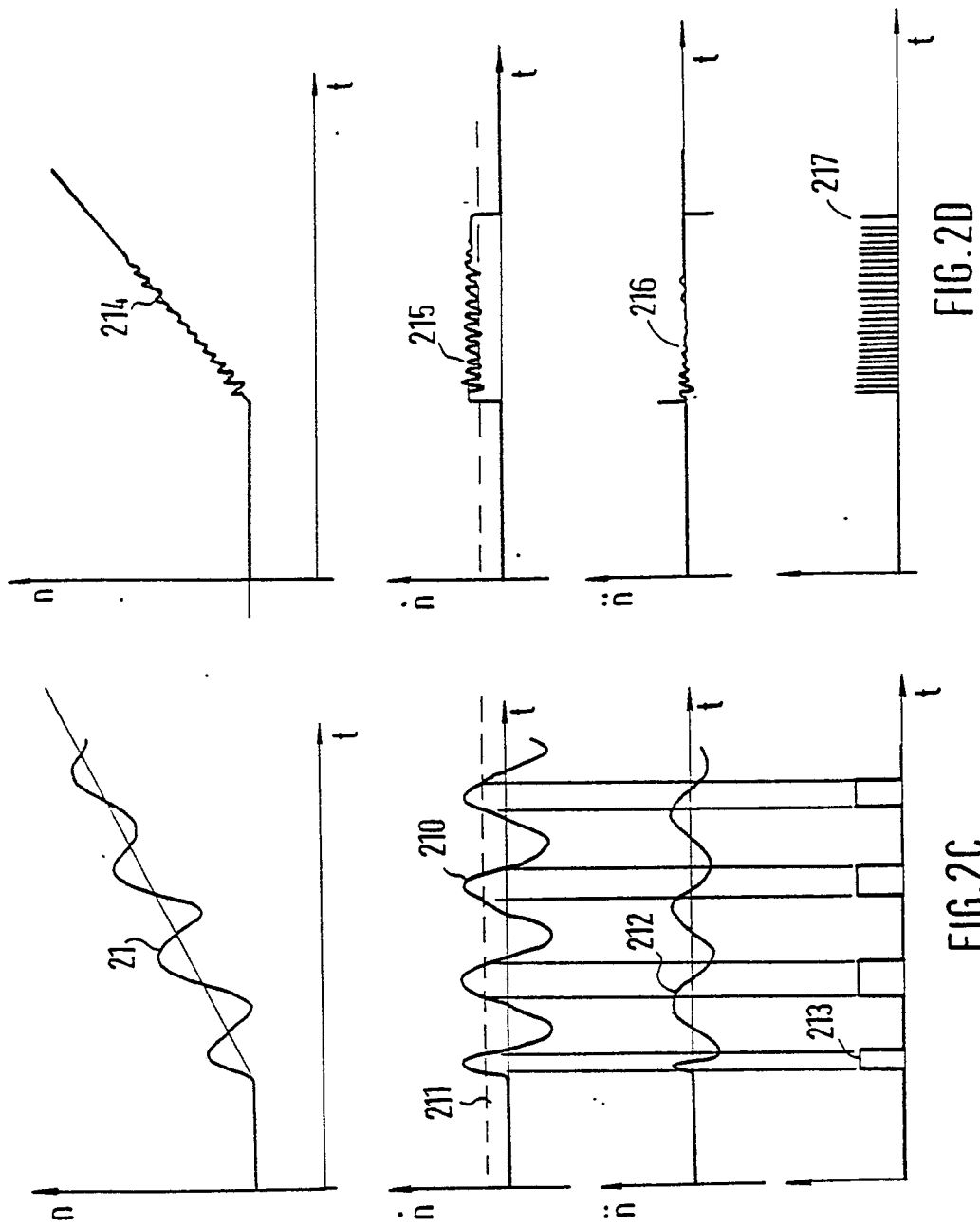


FIG. 1





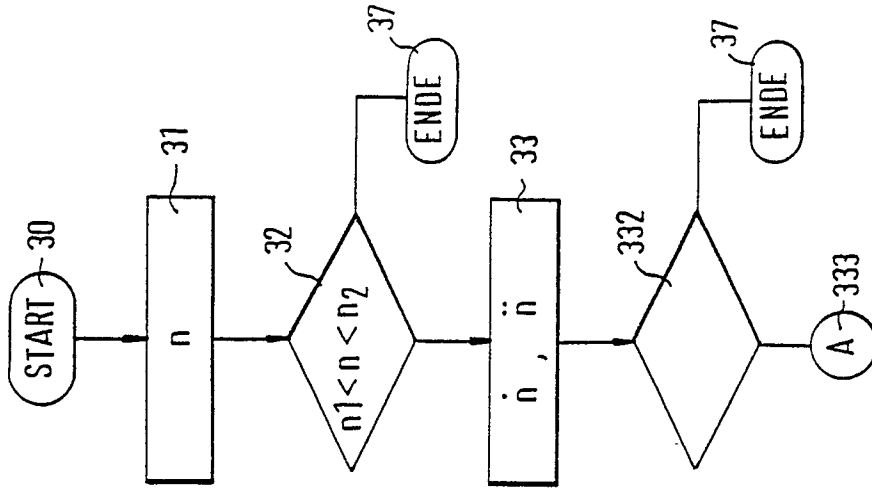


FIG. 3B

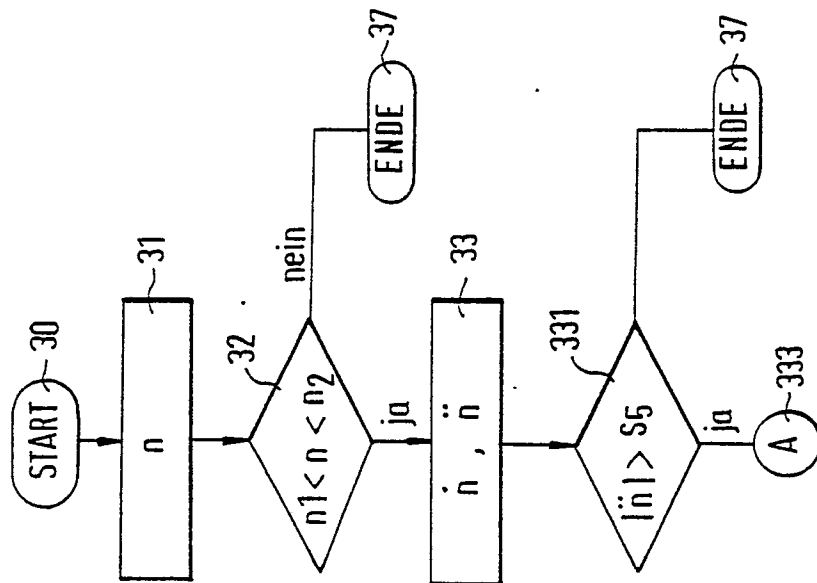


FIG. 3A

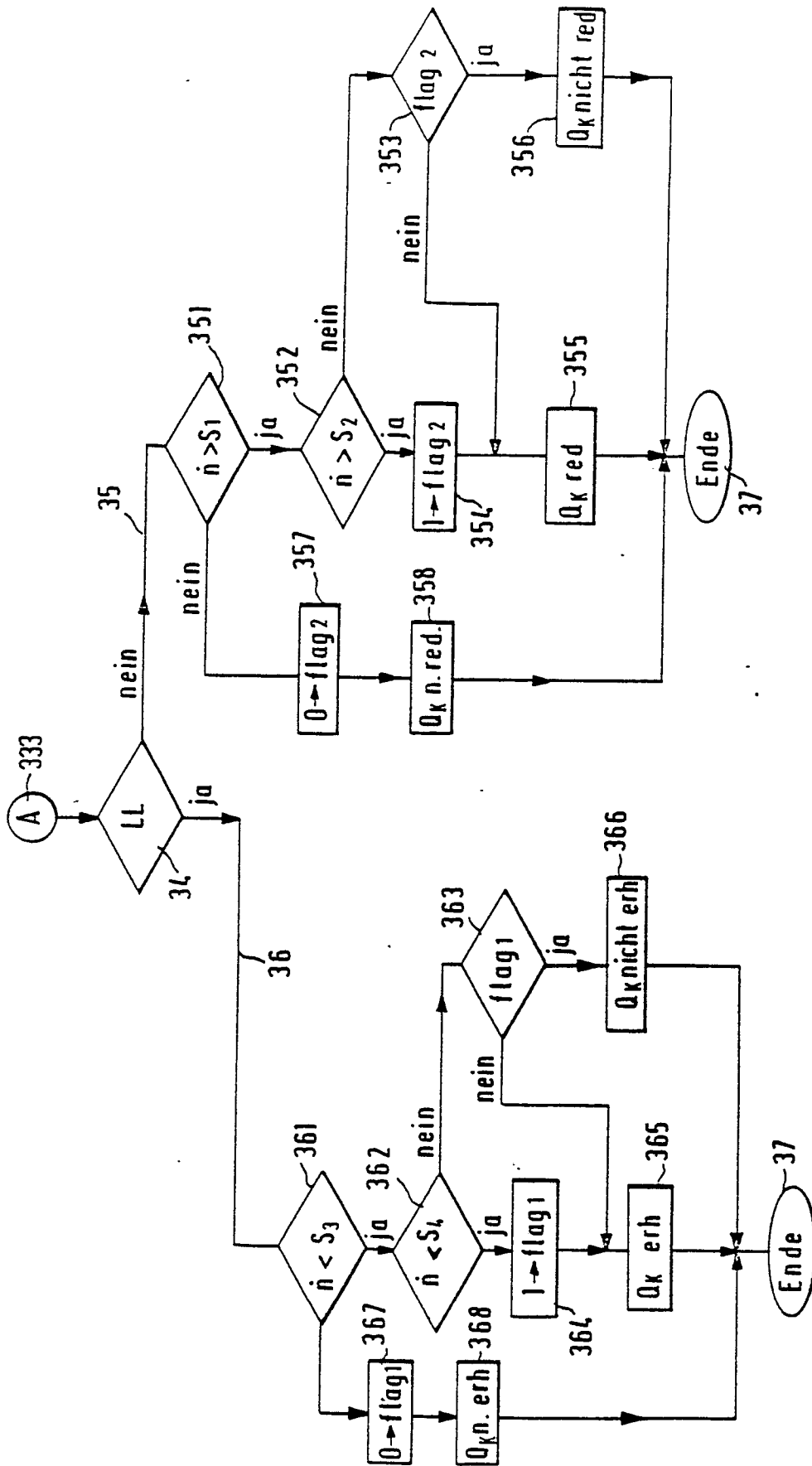


FIG. 3C

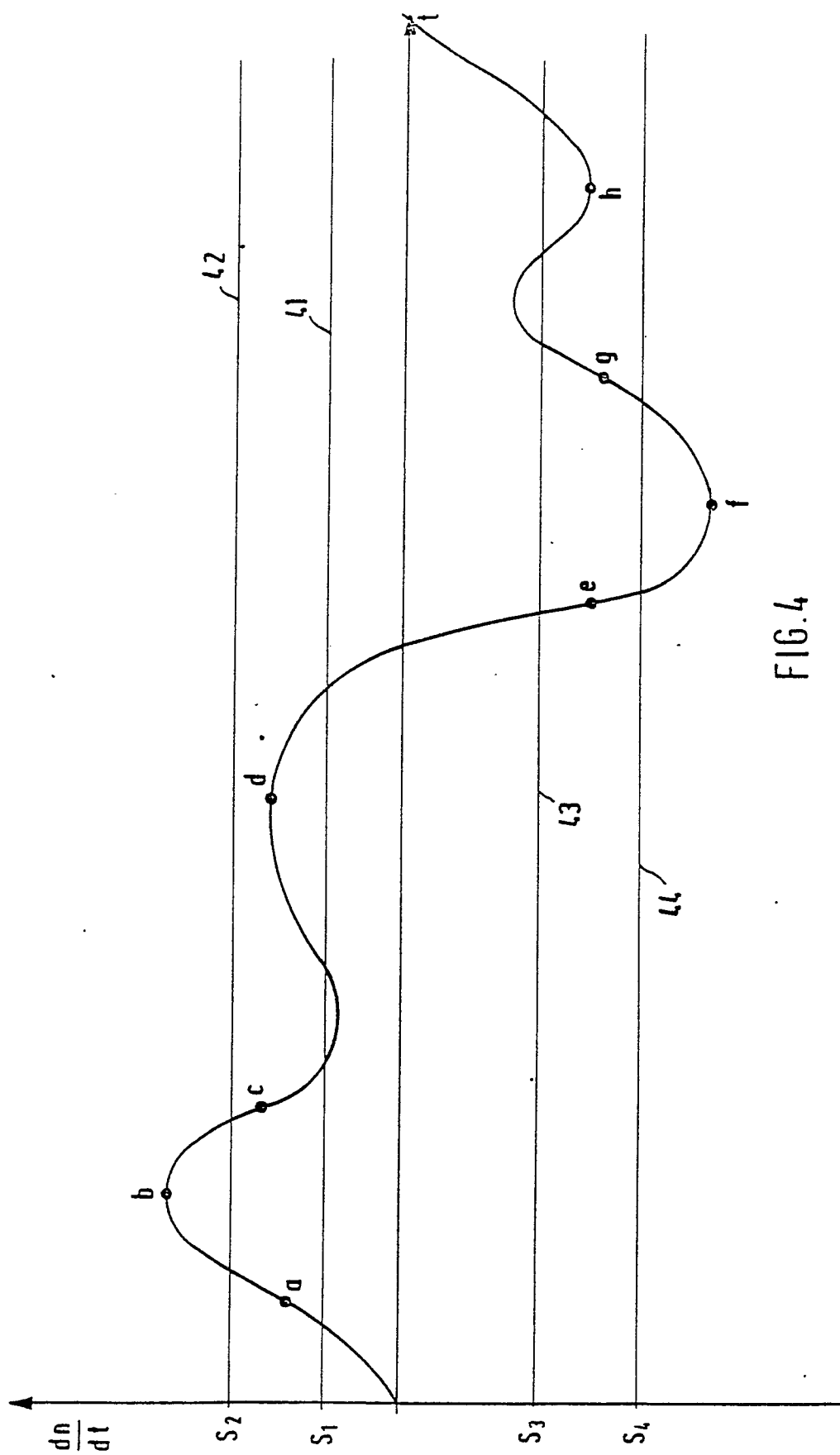
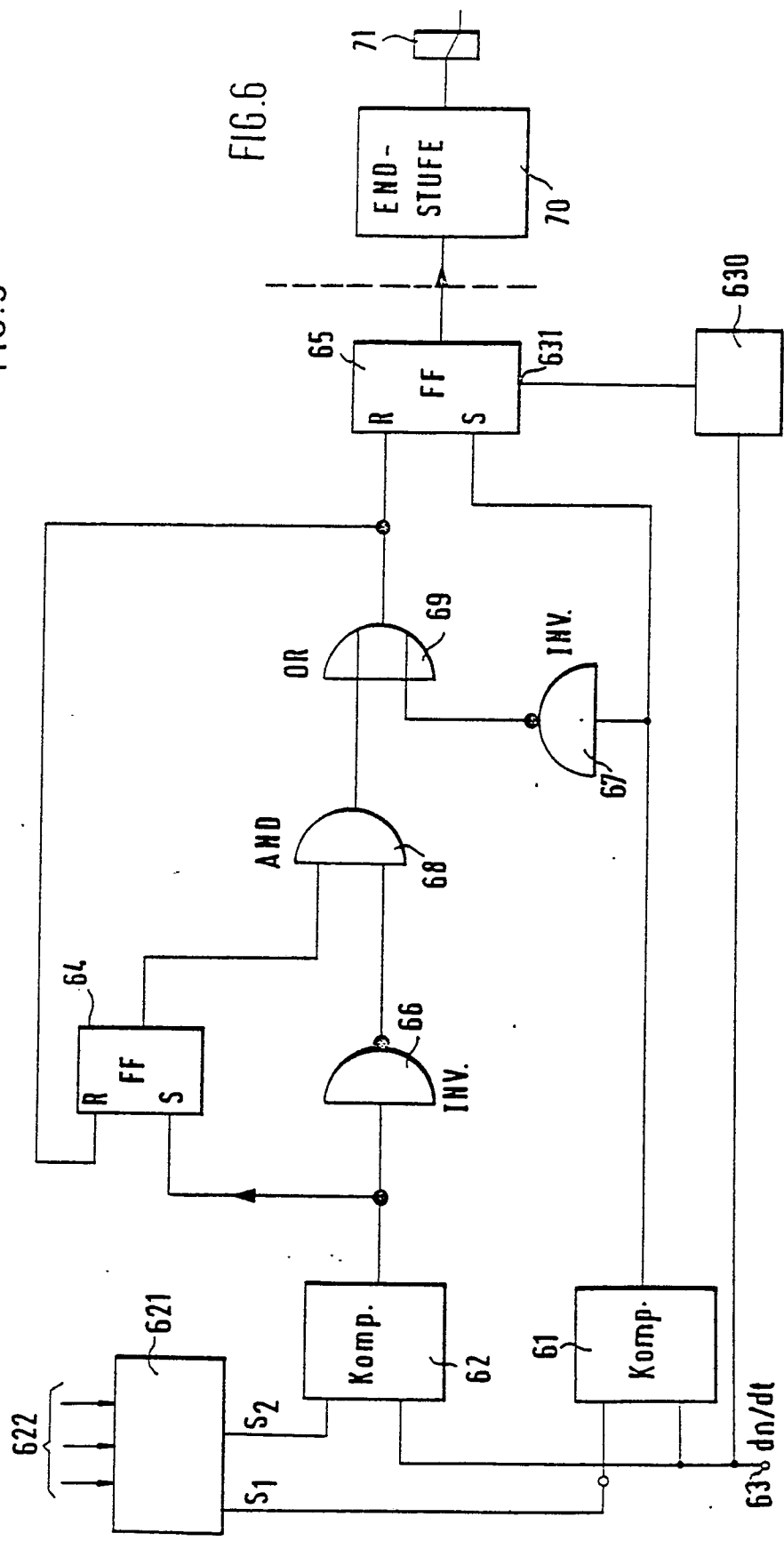
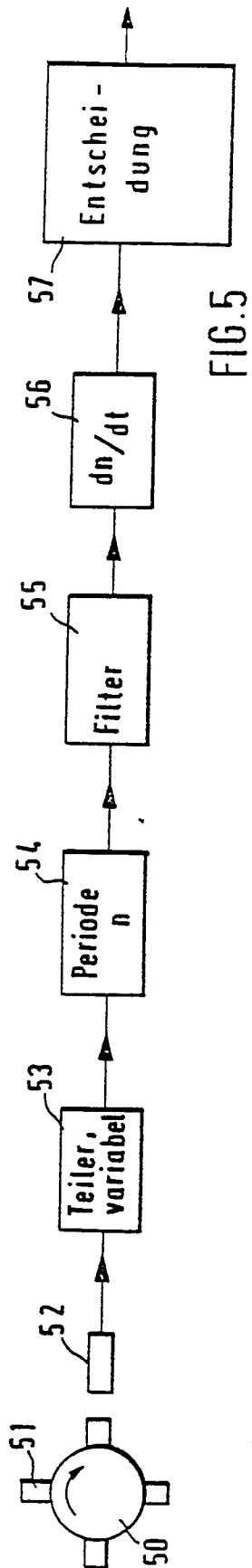


FIG.4



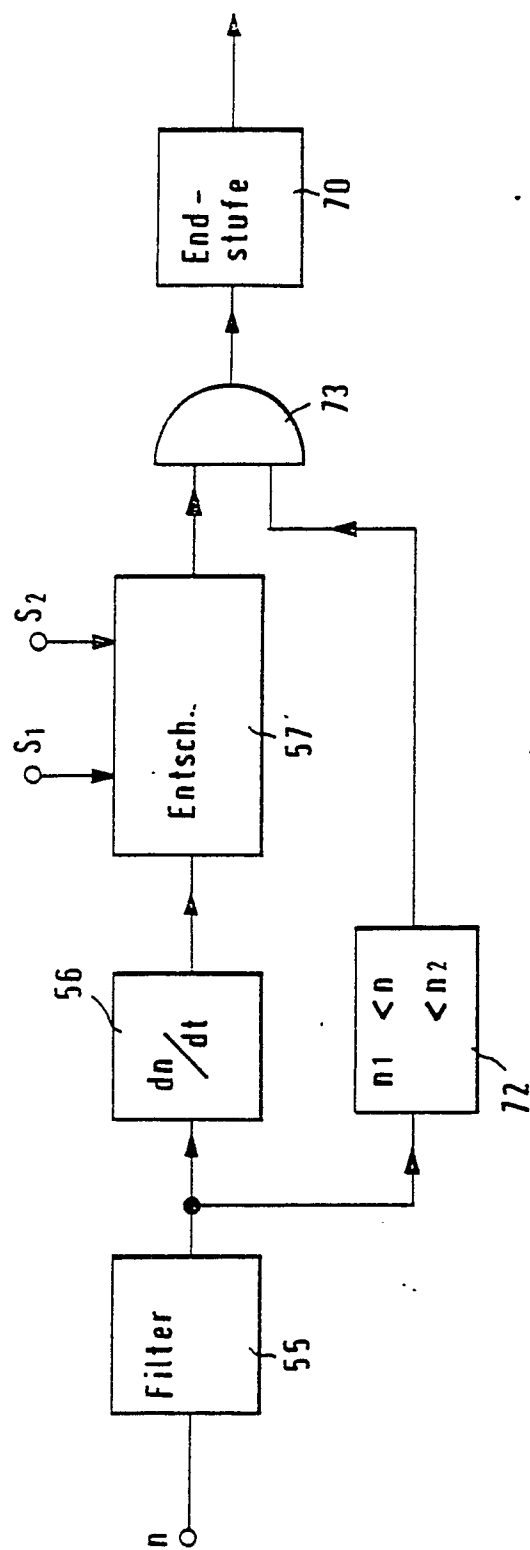


FIG. 7



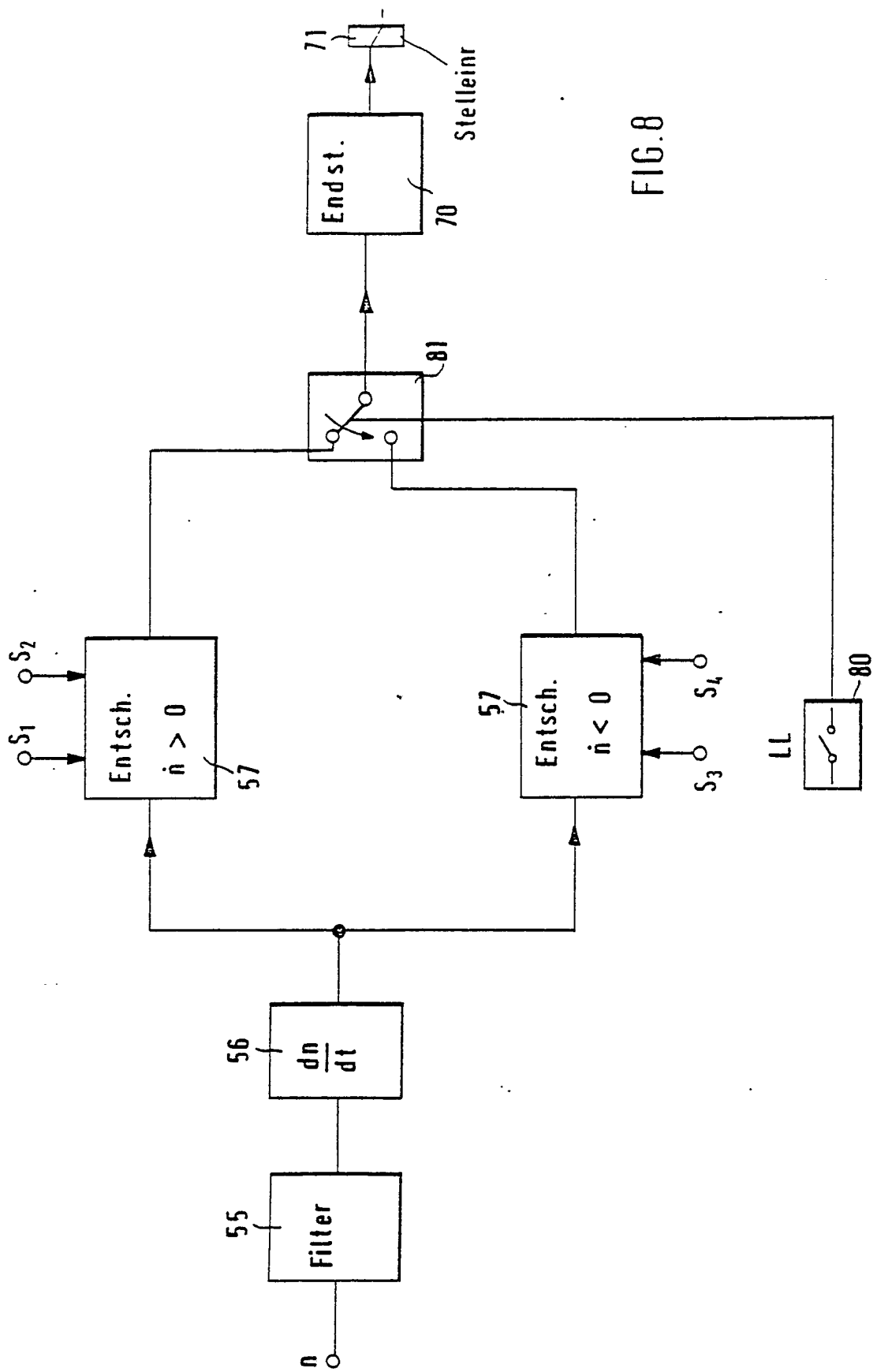


FIG. 8