

12 **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift:
20.12.89
- 21 Anmeldenummer: **86905739.8**
- 22 Anmeldetag: **19.09.86**
- 86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE 86/00408
- 87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 87/05074 (27.08.87 Gazette 87/19)
- 51 Int. Cl.4: **F 02 D 41/16, F 02 D 41/34**

54 **EINRICHTUNG ZUR REGELUNG DER LAUFRUHE EINER BRENNKRAFTMASCHINE.**

- | | |
|---|---|
| <p>30 Priorität: 17.02.86 DE 3604904</p> <p>43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.88 Patentblatt 88/49</p> <p>45 Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.89 Patentblatt 89/51</p> <p>84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT</p> <p>56 Entgegenhaltungen:
EP-A- 107 523
EP-A- 140 065
DE-A- 3 341 622
JP-A-60 184 944</p> | <p>73 Patentinhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 50, D-7000 Stuttgart 1 (DE)</p> <p>72 Erfinder: KÜTTNER, Thomas, Lindenbachstrasse 69, D-7000 Stuttgart 31 (DE)
Erfinder: WESSEL, Wolf, Mühlstrasse 27, D-7141 Oberriexingen (DE)</p> |
|---|---|

EP O 293 367 B1

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).

Beschreibung

Stand der Technik

Es ist eine Einrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine bekannt, mit deren Hilfe das Schwingen eines Kraftfahrzeuges im unteren Drehzahlbereich, insbesondere im Leerlauf, behoben wird. Dieses Schwingen des Kraftfahrzeuges wird oftmals als «Schütteln» bezeichnet und ist eine Folge von Fertigungstoleranzen, die in der Serienherstellung der Einspritzrüstung auftreten.

Die EP-A-0 140 065 zeigt und beschreibt eine Einrichtung zur Laufruheregelung einer Brennkraftmaschine. Dabei wird jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelung zugeordnet, wobei aus dem einem Zylinder zugeordneten Istwert und einem Mittelwert ein Stellwert S gebildet wird. Für die Mittelwertbildung dienen dabei Impulszeiten eines mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine verbundenen Segmentrades.

Es hat sich nun gezeigt, dass die dynamischen Verhältnisse der bekannten Einrichtung nicht in jedem Fall zufriedenstellend sind. Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Einrichtung zu schaffen, mit der speziell bezüglich der Dynamik gute Verhältnisse erzielt werden. Gelöst wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Hauptanspruchs.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemässe Einrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine zeichnet sich durch gute Ergebnisse im dynamischen Betrieb der Brennkraftmaschine aus. Dabei hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass die Kompensation der Phasenverschiebung zwischen Sollwert und Istwert dadurch erreicht wird, dass der Sollwert um $z-1$ Segmente eines bekannten Segmentrades, das z Segmente aufweist, wenn es an der Kurbelwelle angebracht ist, gegenüber dem Istwert verzögert wird.

Ein weiterer Vorteil bietet sich bei der Verwendung von 2^*z Proportional-Integral-Reglern statt z Proportional-Integral-Reglern, da dadurch auf eine Synchronisationseinrichtung der Laufruheregelung verzichtet werden kann. Sind nur z Proportional-Integral-Regler in das Einspritzsystem eingebaut, so ist eine Synchronisation notwendig.

Bei einer Erhöhung der Drehzahl wird der Leerlaufregler-Integral-Zuwachs negativ und alle Leerlaufregler-Integratoren werden kleiner bis sie Regelweg = 0 erreichen. Der Integrator wird für die Regelweg-Sollwert-Ausgabe auf 0 begrenzt, intern wird aber der Integrator so lange reduziert, bis alle Integratoren Regelweg = 0 erreicht haben. Durch diese Massnahmen wird gewährleistet, dass bei höheren Drehzahlen die Kraftstoffmenge nicht verfälscht wird und die Integratoreinstellungen beibehalten werden, damit beim nächsten Leerlaufbetrieb die richtigen Integratorstellungen schon eingestellt sind. Um die Stellzeit für die Laufruhe-Stellgrössen bei Kraftstoffmengenstellwerken mit bestimmter Einstellzeit zu verkürzen, wird eine Formung der Stellgrösse durchgeführt. Diese Stellgrössenformung bringt besonders bei

hoher Zylinderzahl z , erhöhter Leerlaufdrehzahl und begrenzter Stellwerksstellzeit Vorteile. Die Formung erfolgt derart, dass dem Stellwerk kurzzeitig eine zu grosse bzw. zu kleine Stellgrösse vorgegibt und damit die Stellgeschwindigkeit erhöht wird.

Zeichnung

Die Erfindung und Vergleichsbeispiele werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 die gleitenden Mittelwerte über 2 und 8 Segmente,

Figur 2 den gleitenden Mittelwert über 2 Segmente und den gleitenden Mittelwert über 8 Segmente und 3 Segmente verzögert,

Figur 3 eine erste Möglichkeit des Prinzips der Laufruheregelung mit 4 Proportional-Integral-Reglern ohne Synchronisation,

Figur 4 das Prinzip der Laufruheregelung mit 8 Proportional-Integral-Reglern,

Figur 5 eine zweite Möglichkeit des Prinzips der Laufruheregelung mit 4 Proportional-Integral-Reglern ohne Synchronisation,

Figur 6 das Prinzip der Laufruheregelung mit 4 Proportional-Integral-Reglern mit Synchronisation,

Figur 7 ein vereinfachtes Blockschaltbild mit Einbindung der Laufruheregelung in das Einspritzsystem,

Figur 8 den Verlauf der Laufruheregelung-Integratoren im Leerlauf und ausserhalb des Leerlaufs,

Figur 9 eine erste Alternative zur Soll- und Istwertbildung,

Figur 10 eine zweite Alternative zur Soll- und Istwertbildung und

Figur 11 das Prinzip der Stellgrössenformung zur Verkürzung der Stellzeit.

In Figur 1 sind die gleitenden Mittelwerte über 2 und 8 Segmente aufgezeichnet. Die Zylinderzahl beträgt $z = 4$. Der Sollwert wird dadurch erstellt, dass der Mittelwert über die zurückliegenden $2^*z = 8$ Segmentzeiten gebildet wird. Der Istwert ergibt sich als Mittelwert der beiden zurückliegenden Segmentzeiten, was einem Arbeitshub eines Zylinders entspricht. Weiterhin zeigt Figur 1, dass bei Grosssignal-Drehzahlschwankungen eine grössere Verzögerung bzw. Phasenverschiebung des Sollwerts gegenüber dem Istwert auftritt.

Figur 2 zeigt den gleitenden Mittelwert über 2 Segmente und den gleitenden Mittelwert über 8 Segmente, der um 3 Segmente verzögert ist. Diese Massnahme ermöglicht, wie aus Figur 2 zu entnehmen ist, dass die Regelung der Laufruhe auch bei Grosssignal-Drehzahlschwankungen die richtige Mass für die Abweichung des Istwerts bezüglich des Mittelwerts erkennt.

Figur 3 weist eine erste Möglichkeit des Prinzips der Laufruheregelung LRR mit Proportional-Integral-Reglern (PI-Regler) ohne Synchronisation auf. Hierzu sind folgende Grössen über der Zeitachse t aufgetragen. Momentandrehzahl, Segmentimpulse, Einspritzung, Zeit, Timerwert-Normierung TN über 1 Segment, Stellgrösse und Segmentzähler. In diesem Zeitdiagramm sind Be-

rechnungszeitpunkte von Soll- und Istwert angegeben. Im Zeitpunkt der Sollwert- und Stellgrößenberechnung für den Regler liegt der berechnete Istwert bereits 3 Segmente zurück.

Figur 4 veranschaulicht das Prinzip der Laufruheregung LRR mit 8 Proportional-Integral-Reglern (PI-Regler), wobei dieselben Größen wie in Figur 3 über der Zeitachse t aufgetragen sind. Dieses Zeitdiagramm zeigt, dass nach jedem Segmentimpuls die Stellgröße eines Reglers berechnet und 2 Segmente später ausgegeben wird. Die Istwertbildung im Regler 1 erfolgt über die Segmente 1a und 1b, für Regler 2 über die Segmente 1b und 2a, usw. Dabei wirken sich die Stellgrößen der Regler 2, 4, 6, 8 nicht auf eine Einspritzung aus. Ferner verdeutlicht dieses Zeitdiagramm, dass die Einspritzung die Segmentzeit 2a beeinflusst, und dass Regler 1 und Regler 2 die Drehzahlabweichung ausregeln mit dem Unterschied, dass die Stellgröße 1 eine Auswirkung auf die Einspritzung hat und Stellgröße 2 nicht, wobei Regler 1 und Regler 2 über die Segmentzeiten gekoppelt sind. Es korrigieren also immer z Regler die Kraftstoffmenge so, dass die Drehzahlabweichungen gleich 0 werden, so dass eine Synchronisation nicht notwendig ist.

In Figur 5 ist eine zweite Möglichkeit des Prinzips der Laufruheregung LRR mit 4 Proportional-Integral-Reglern (PI-Regler) ohne Synchronisation gebildet. Die Figur 5 ist mit Figur 3 zu vergleichen. Diese zweite Möglichkeit lässt ebenfalls wie die erste Möglichkeit in Figur 3 eine stabile Laufruheregung LRR zu. Die Figur 5 zeigt, dass die Reaktion auf die Einspritzung im Zylinder 1 (Z1) im zweiten und dritten Segment danach erfasst wird, in Figur 3 bereits im ersten und zweiten Segment. Die Zeitpunkte für die Reglerberechnung und die Stellgröße verschieben sich bei der zweiten Möglichkeit jeweils um ein Segment gegenüber der ersten Möglichkeit. Da es diese beiden Einstellmöglichkeiten gibt, ist keine Synchronisation notwendig, und es bleibt dem Zufall überlassen, welche Einstellung sich vom Start weg einstellt.

Die Figur 6 zeigt das Prinzip der Laufruheregung LRR mit 4 Proportional-Integral-Reglern (PI-Regler) mit Synchronisation, wobei die Reaktion auf die Einspritzung im Zylinder 1 (Z1) im zweiten und dritten Segment danach erfasst wird. Bei Zylinderzahlen $z \geq 6$ werden die Bereiche schlechter Dynamik gleich oder grösser als ein Segment, so dass hier auf eine Synchronisation nicht verzichtet werden kann. Eine Synchronisation für Zylinderzahlen $z < 6$ ist auch notwendig, wenn das Stellwerk der Kraftstoffzumesseinrichtung nicht schnell genug ist, während eines Segments den Endwert zu erreichen und wenn eine grössere Einstellmöglichkeit der Segmentimpuls-lage gewünscht wird.

Die Figur 7 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild mit Einbindung der Laufruheregung LRR in das Einspritzsystem. Der Leerlaufregler ist in einen Proportional-Anteil, LL-P-Anteil, und einen Integral-Anteil, LL-I-Anteil, und eine Integralzuwachs-berechnung, I-Zuwachs, aufgeteilt. Der In-

tegralzuwachs wird zu den Stellgrößen und Integratoren der Leerlaufregelung LRR addiert. Es wird der Mittelwert MW der Laufruhe-Integratoren gebildet. Dieser Mittelwert MW wird einer Umrechnungsstelle U zugeführt, die über den Timerwert die Kraftstoffmenge bestimmt, die dem Zylinder zugeführt wird. Diese Umrechnungsstelle U wird mit einer Additionsstelle 1 verbunden. Der Leerlauf-Regler-Proportional-Anteil wird ebenso mit dieser Additionsstelle 1 verknüpft. Der Additionsstelle 1 wird bei Betätigung des Fahrpedals FP über die Änderung des Fahrverhaltens des Kraftfahrzeugs KFZ ein drittes Signal zugeführt. Die Fahrgeschwindigkeitsregelung FGR und die Additionsstelle 1 sind an einen Maximalwertbegrenzer MAX angeschlossen, der zusammen mit einer Vollast/Rauch-Begrenzung VL/R Signale an einen Minimalbegrenzer MIN abgibt. Dieser Minimalbegrenzer MIN führt über eine Kraftstofftemperaturkorrektur KTK, einem Pumpenkennfeld (Pumpen-KF) und einer Timerwert-Normierung TN Signale einer Subtraktionsstelle 2 zu. Das Ausgangssignal des gebildeten Mittelwerts MW der Laufruhe-Integratoren wird ebenfalls der Subtraktionsstelle 2 zugeleitet. Das Ausgangssignal der Subtraktionsstelle 2 wird einer Additionsstelle 3 zugeführt, die ein weiteres Signal durch die Laufruheregung LRR über eine Stellgrössenum-schaltung SGU erhält. Das Ausgangssignal der Additionsstelle 3 wird der Regelweg-Sollwert-Ausgabe des Einspritzsystems zugeführt. Der Minimalbegrenzer MIN ist mit der Laufruheregung LRR gekoppelt, in der Form, dass ausserhalb des Leerlauf-Betriebs die Integratoreinstellung unter der Nulllinie gespeichert werden.

Die Figur 8 zeigt den Verlauf der Laufruheregung LRR-Integratoren 1 bis 4 im Leerlauf LL und ausserhalb des Leerlaufs LL. Wenn die Laufruheregung LRR arbeitet und der Motor ruhig läuft, stellen sich die Integratoren ein wie im Zeitpunkt t_0 . Tritt der Fahrer das Fahrpedal FP, dann erhöht sich die Drehzahl und der Zuwachs des Leerlauf-Regler-Integrals wird negativ und alle LRR-Integratoren werden kleiner, bis sie Regelweg $RW = 0$ erreichen. Im Zeitpunkt t_1 hat der Integrator 2 den Regelweg $RW = 0$ erreicht. Für die Regelweg(RW)-Sollwert-Ausgabe wird der Integrator auf 0 begrenzt, intern wird der Integrator so lange reduziert, bis alle Integratoren = 0 sind, so dass bei höheren Drehzahlen die Kraftstoffmenge nicht verfälscht wird. Die Integratoreinstellungen werden beibehalten, und somit sind beim nächsten Leerlauf-Betrieb die richtigen Integratorstellungen schon eingestellt. Die Kennlinie a zeigt den Mittelwert MW der Integratoren der Laufruheregung im Leerlauf und ausserhalb des Leerlaufs.

In Figur 9 und 10 sind zwei Möglichkeiten der Soll- und Istwertbildung dargestellt, die den Vorteil haben, dass weniger Speicherzellen notwendig sind. Als Istwert wird nur eine Segmentzeit verwendet. Es wird das Segment verwendet, in dem sich die Reaktion der entsprechenden Einspritzung am besten auswirkt. Der Sollwert wird über z Segmente gebildet. Es werden abhängig vom Istwert die langen (Fig. 9) oder kurzen (Fig. 10) Seg-

mente zur Sollwertbildung verwendet. Statt der Verarbeitung der Segmentzeiten kann auch der entsprechende Drehzahlwert zur Soll- und Istwertbildung verwendet werden.

In Figur 11 ist eine Möglichkeit zur Verkürzung der Stellzeit bei Kraftstoffmengen-Stellwerken mit einer bestimmten Stellzeit (z. B. Magnet-Stellwerke) gezeigt. Kurz nach dem Ausgabezeitpunkt für die nächste Stellgrösse wird nicht der neue Endwert (z. B. S1) ausgegeben, sondern eine Vorsteuergrösse VS1, die wie folgt gebildet wird:

$$VS1 = \text{Faktor} \star (\text{neue Stellgrösse S1} \\ - \text{vorherige Stellgrösse S4})$$

Der Faktor muss grösser als 1 (z. B. = 2) gewählt werden. Die Vorsteuerstellgrösse VS1 steht für die Zeit dt an. Der Faktor und die Zeit dt müssen auf die Stellgeschwindigkeit abgestimmt sein.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Regelung der Laufruhe einer Brennkraftmaschine, bei der jedem Zylinder der Brennkraftmaschine eine Regelung zugeordnet wird, und jede Regelung aus einem ihr zugeordneten Istwert und einem Sollwert einen Stellwert für die Kraftstoffzumessung in den ihr zugeordneten Zylinder bildet, bei einer Zylinderzahl z eine entsprechende Anzahl z Proportional-Integral-Regler (PI-Regler) vorhanden sind, der Sollwert gleich dem Mittelwert von Zeiten über Segmenten eines bekannten, an der Kurbelwelle angebrachten Segmentrades mit z Segmenten gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert gegenüber dem Istwert um z-1 Segmente des Segmentrades verzögert ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Istwert über das nächste und zweitnächste Segment nach einer Einspritzung oder über das zweit- oder drittnächste Segment gebildet wird.

3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Istwert über ein Segment und der Sollwert über z Segmente gebildet werden, wobei zwischen den z Segmenten für die Sollwertbildung immer ein Segment liegt, was nicht verwendet wird.

4. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von 2z PI-Reglern nach jedem Segmentimpuls, bei Verwendung von z PI-Reglern nach jedem zweiten Segmentimpuls eine Stellgrösse für die Einspritzmenge berechnet wird.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgrösse zwischengespeichert wird und bei Verwendung von 2z Reglern um z-2 Segmente, bei Verwendung von z Reglern ohne Synchronisation um z-3 Segmente und bei Verwendung von z Reglern mit Synchronisation um z-4 Segmente verzögert wird.

6. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei

Verwendung eines Stellwerks, das die Kraftstoffwunschemenge erst nach einer bestimmten Zeit einstellen kann, eine Stellgrössenformung vorgenommen wird, mit dem Ziel, dass die Kraftstoffmenge schneller eingestellt wird.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellgrössenformung aus der Differenz von aufeinanderfolgenden Stellgrössen multipliziert mit einem Faktor grösser als 1 gebildet wird und während der Zeit dt nach einem Stellgrössenausgabezeitpunkt wirksam ist.

8. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Zylinderzahl z, die gleich oder grösser als 6 ist, durch eine Anordnung von 2^z Proportional-Integral-Reglern (PI-Regler) automatisch eine Synchronisation erfolgt.

9. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Einbindung der Laufruheregung (LRR) in das Einspritzsystem im Leerlauf (LL) ein Integral-Zuwachs (I-Zuwachs) des Leerlaufreglers (L-Regler) auf alle Integratoren der Laufruheregung (LRR) aufaddiert wird und somit alle Integratoren der Laufruheregung (LRR) gemeinsam verändert.

Claims

1. Device for adjusting the smooth running of an internal-combustion engine, in which each cylinder of the internal-combustion engine is assigned a feedback control, and each control forms from an actual value assigned to it and a set value a value of a manipulated variable for the fuel metering into the cylinder assigned to it, with a number of cylinders z there are a corresponding number z of proportional-integral controllers (PI controllers), the set value is formed equal to the mean value of times over segments of a known segmental wheel, with z segments, fitted to the crankshaft, characterized in that the set value is delayed with respect to the actual value by z-1 segments of the segmental wheel.

2. Device according to Claim 1, characterized in that the actual value is formed over the next and second-next segment after an injection or over the second-next or third-next segment.

3. Device according to one of Claims 1 or 2, characterized in that the actual value is formed over one segment and the set value is formed over z segments, there always being one segment between the z segments for the set value formation which is not used.

4. Device according to one of the preceding claims, characterized in that a manipulated variable for the quantity of injection is calculated after every segment pulse when using 2z PI controllers, after every second segment pulse when using z PI controllers.

5. Device according to one of the preceding claims, characterized in that the manipulated variable is bufferstored and is delayed by z-2 segments when using 2z controllers, by z-3 segments

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

4

when using z controllers without synchronisation and by $z-4$ segments when using z controllers with synchronisation.

6. Device according to one of the preceding claims, characterized in that, when using a control unit which can set the required quantity of fuel only after a certain time, a manipulated variable shaping is performed with the aim of setting the quantity of fuel more quickly.

7. Device according to Claim 6, characterized in that the manipulated variable shaping is formed from the difference of successive manipulated variables multiplied by a factor greater than 1 and is effective during the time dt after a manipulated variable output time.

8. Device according to one of the preceding claims, characterized in that, in the case of a number of cylinders z which is equal to or greater than 6, an arrangement of $2 \star z$ proportional-integral controllers (PI controllers) automatically produces a synchronisation.

9. Device according to one of the preceding claims, characterized in that, if the smooth running control (LRR) is integrated in the injection system, during idling (LL) an integral increment (I increment) of the idling controller (L controller) is added to all integrators of the smooth running control (LRR) and thus all integrators of the smooth running control (LRR) are altered together.

Revendications

1. Installation de régulation de la stabilité de marche d'un moteur à combustion interne, et chaque cylindre est équipé d'une régulation et chaque régulation forme, à partir de sa grandeur réelle associée et d'une grandeur de consigne associée, une grandeur de réglage pour le dosage du carburant dans le cylindre associé, avec, pour un nombre z de cylindres, un nombre correspondant z de régulateurs à fonctionnement proportionnel/intégral (régulateurs PI), pour former la grandeur de consigne égale à la grandeur moyenne des durées par les segments d'une roue phonique montée sur l'arbre du vilebrequin et comportant z segments, installation caractérisée en ce que la grandeur de consigne est retardée par rapport à la grandeur réelle de $z-1$ segments de la roue phonique.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la grandeur réelle est formée pendant le segment suivant et le second segment sui-

vant après l'injection ou pendant le second ou le troisième segment suivant l'injection.

3. Installation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la grandeur réelle est formée pendant un segment et la grandeur de consigne est formée pendant z segments, et, entre les z segments servant à former la grandeur de consigne, il subsiste toujours un segment qui n'est pas utilisé.

4. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'en utilisant $2z$ régulateurs PI, après chaque impulsion de segments et en utilisant z régulateurs PI après chaque seconde impulsion de segment, on calcule une grandeur de régulation pour la quantité à injecter.

5. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'on met en mémoire intermédiaire la grandeur de régulation et, lorsqu'on utilise $2z$ régulateurs, on retarde de $z-2$ segments, lorsqu'on utilise z régulateurs sans synchronisation, on retarde de $z-3$ segments et, lorsque l'on utilise z régulateurs avec synchronisation, on retarde de $z-4$ segments.

6. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'en utilisant un dispositif de régulation, on ne règle la quantité dosée de carburant qu'après un certain temps déterminé, on effectue une mise en forme de la grandeur de régulation avec pour objectif de régler plus rapidement la quantité de carburant dosée.

7. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que la mise en forme de la grandeur de régulation consiste à multiplier la différence de grandeurs de régulation successives par un coefficient supérieur à 1 et de faire agir, pendant le temps dt , après un point d'émission de la grandeur de régulation.

8. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que, pour un nombre de cylindres z égal ou supérieur à 6, la synchronisation est automatique par le montage de $2 \star z$ régulateurs à fonctionnement proportionnel/intégral (régulateurs PI).

9. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'en montant la régulation de stabilité de marche (LRR) dans le système d'injection, en fonctionnement en ralenti (LL), on ajoute un accroissement intégral (accroissement I) du régulateur de ralenti (régulateur L) à tous les intégrateurs de la régulation de stabilité de marche (LRR) et on modifie ainsi en commun tous les intégrateurs de la régulation de stabilité de marche (LRR).

55

60

65

5

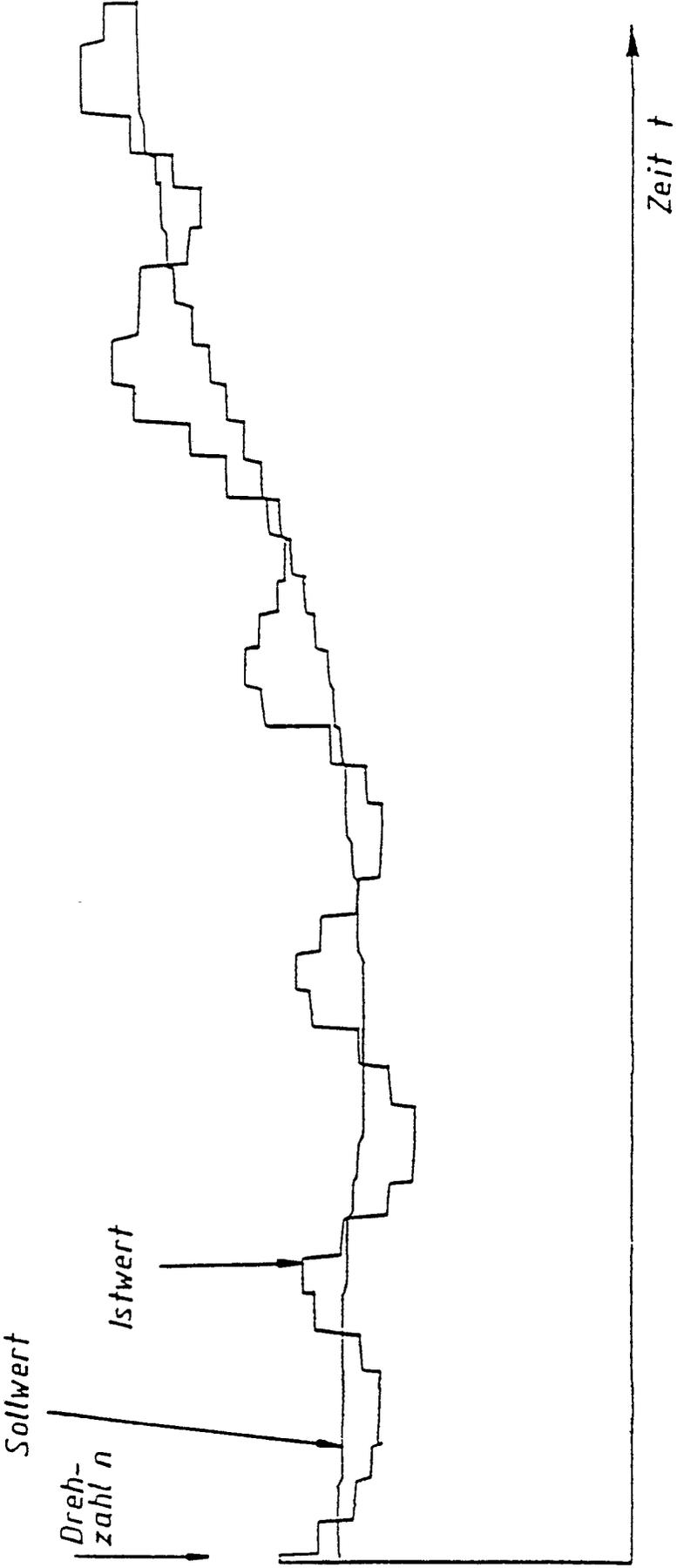


FIG. 1

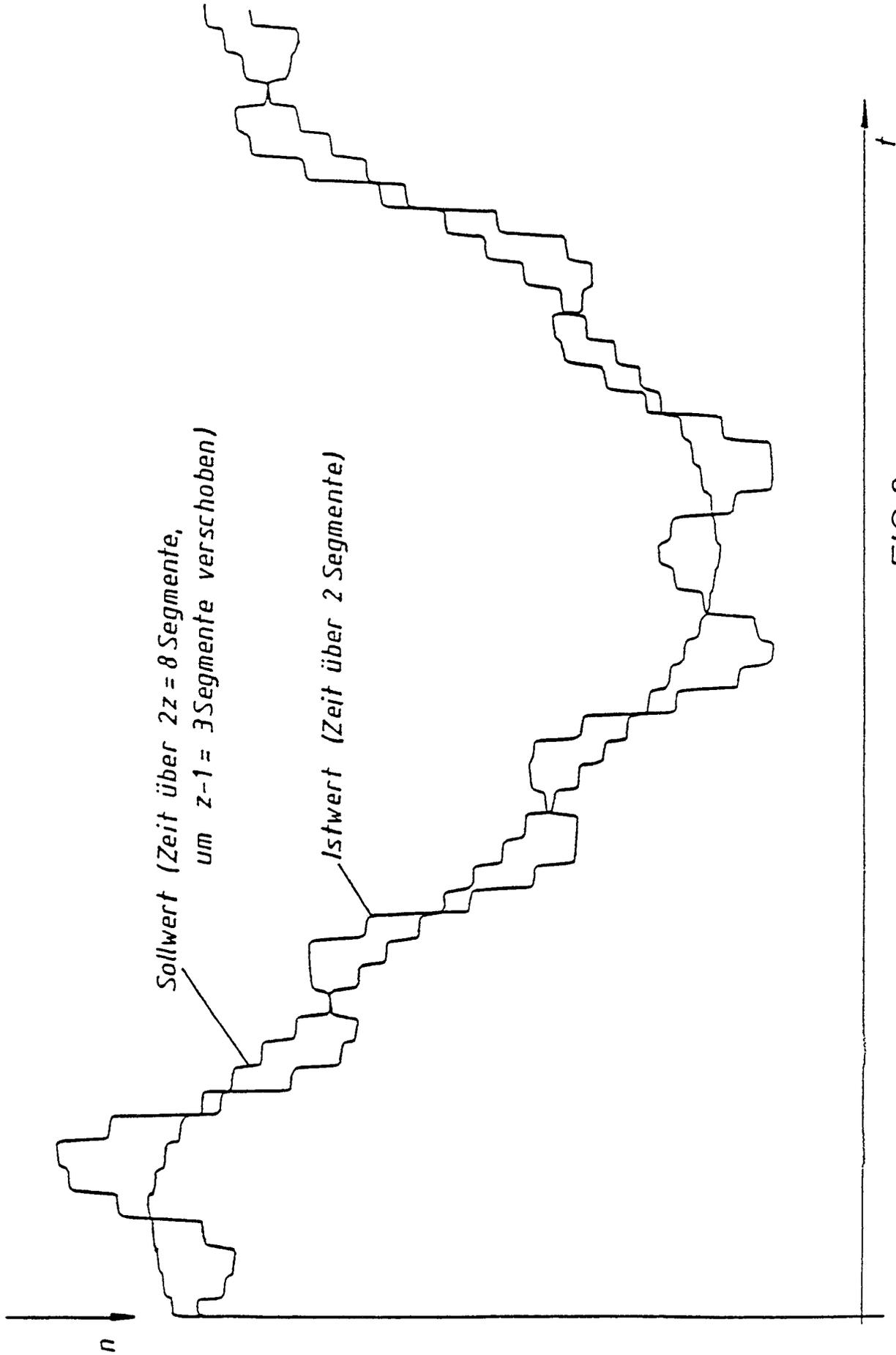


FIG. 2

FIG. 3

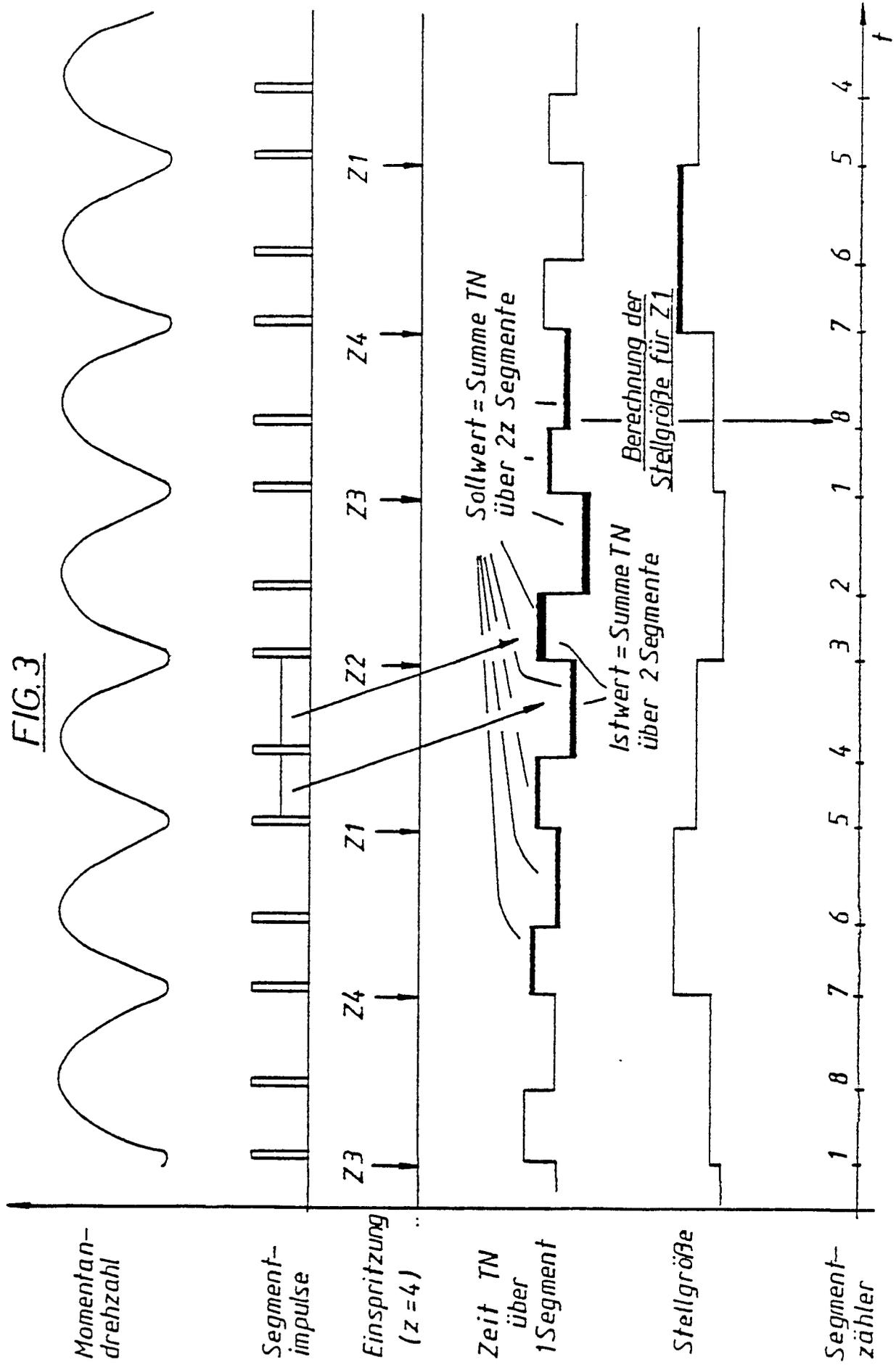


FIG. 4

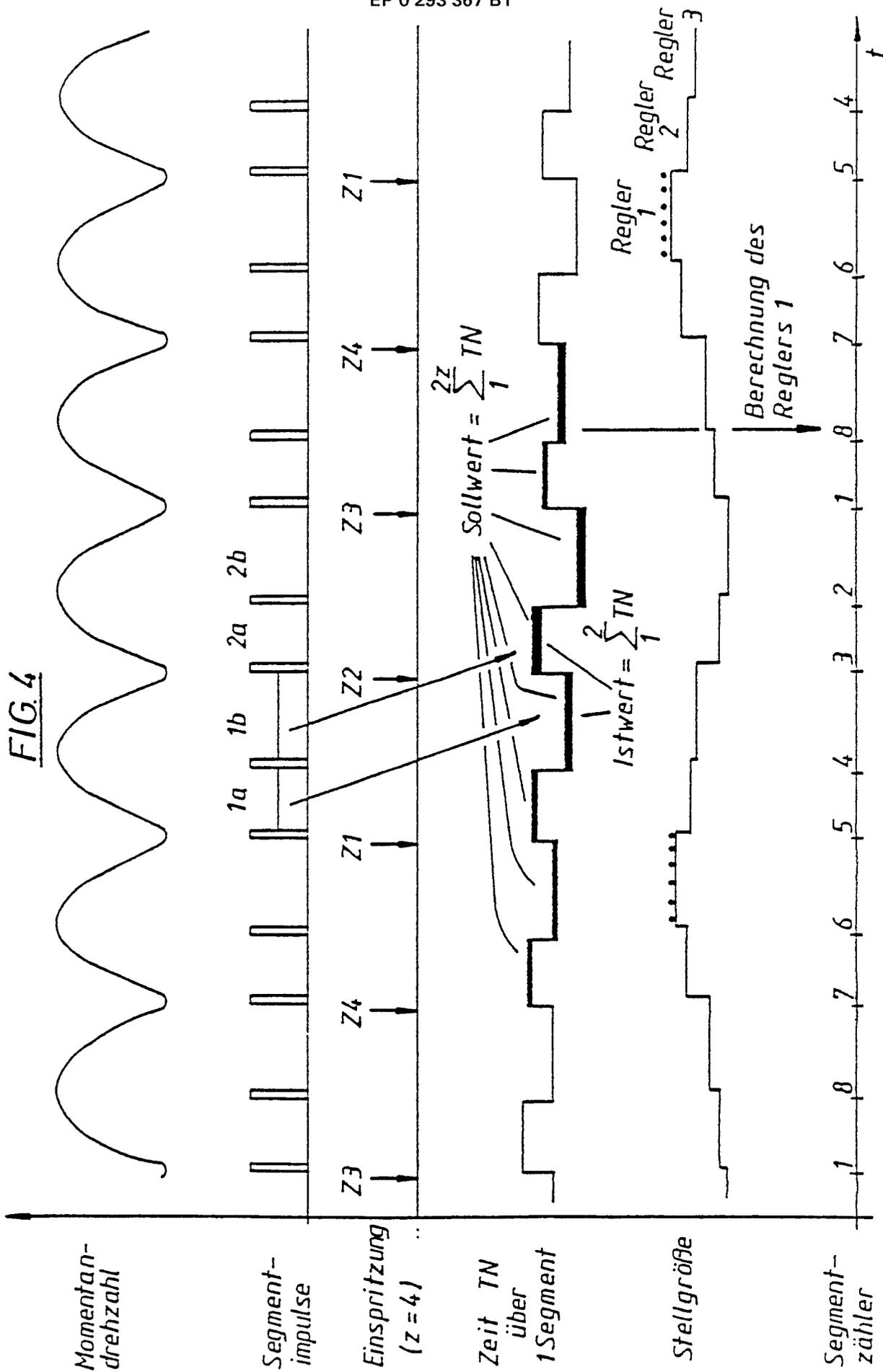
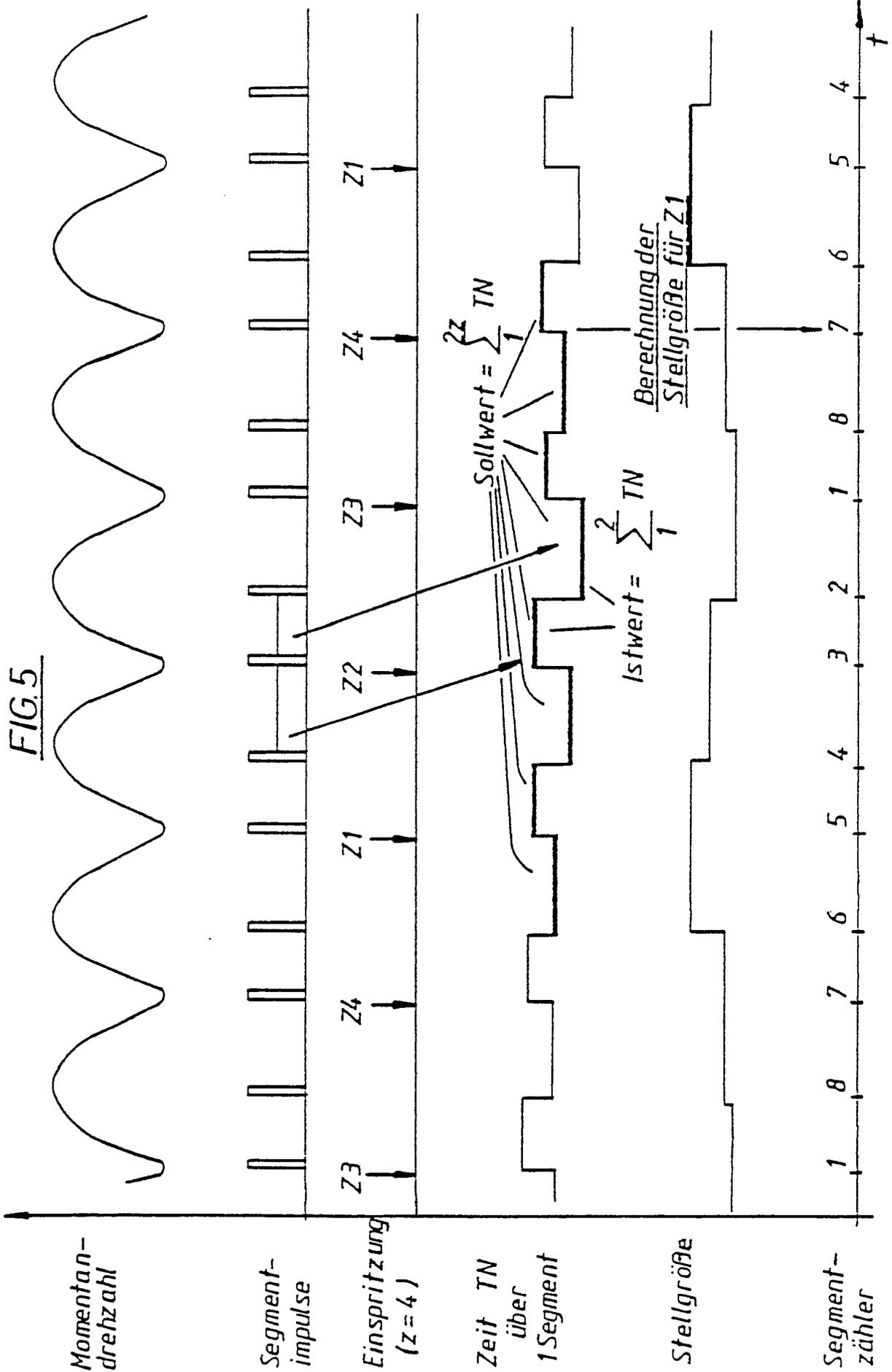
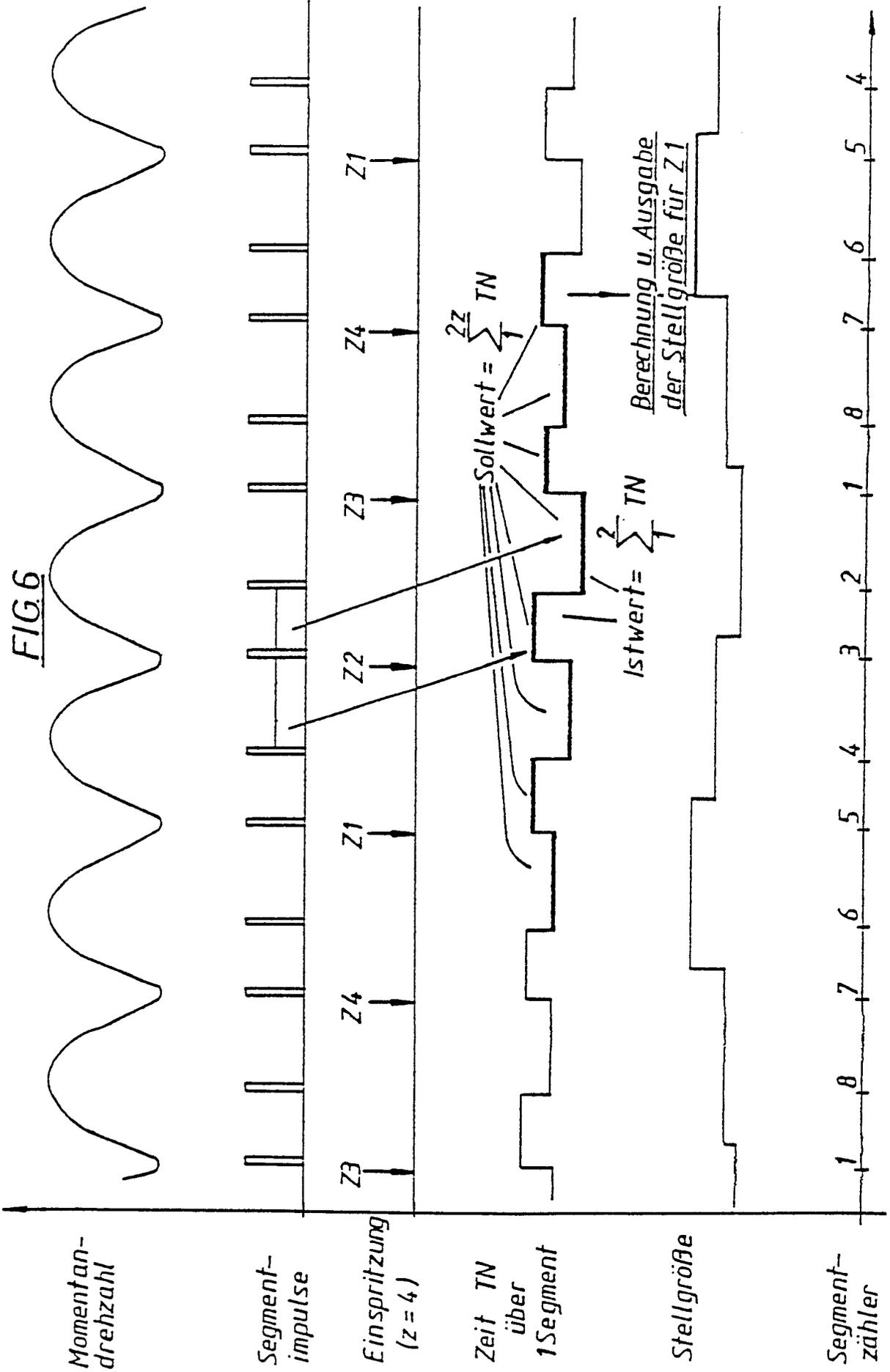


FIG. 5





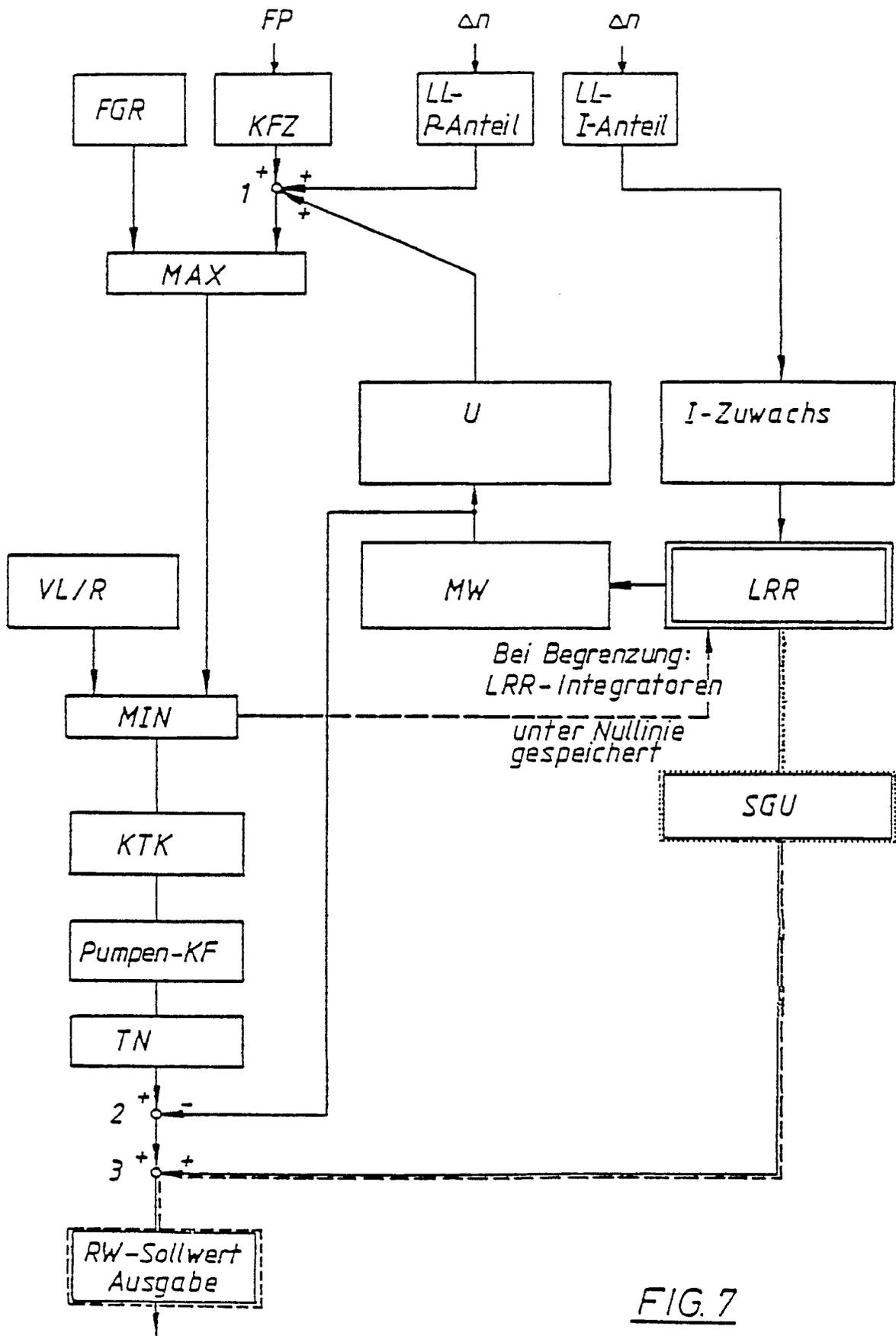


FIG. 7

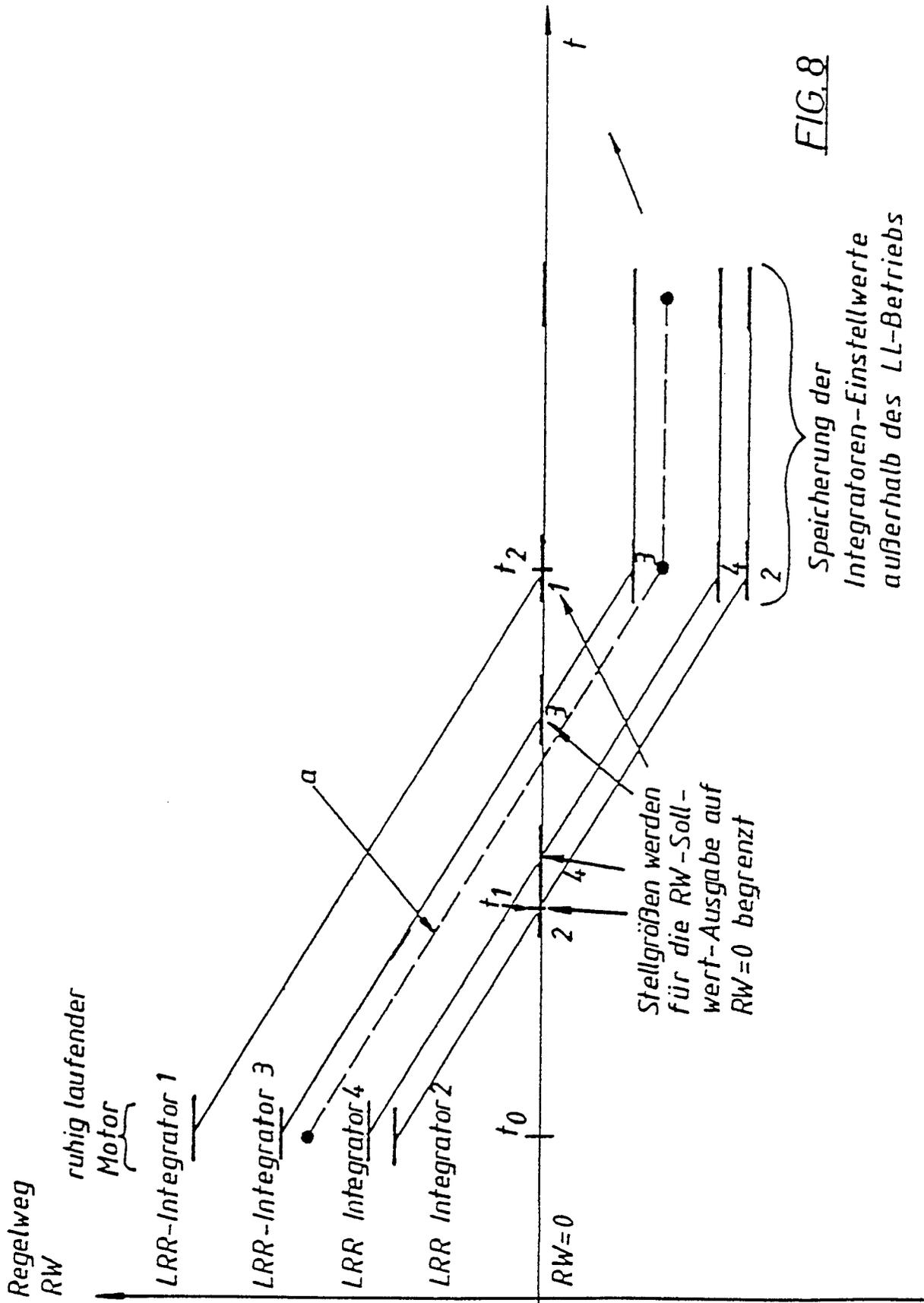


FIG. 8

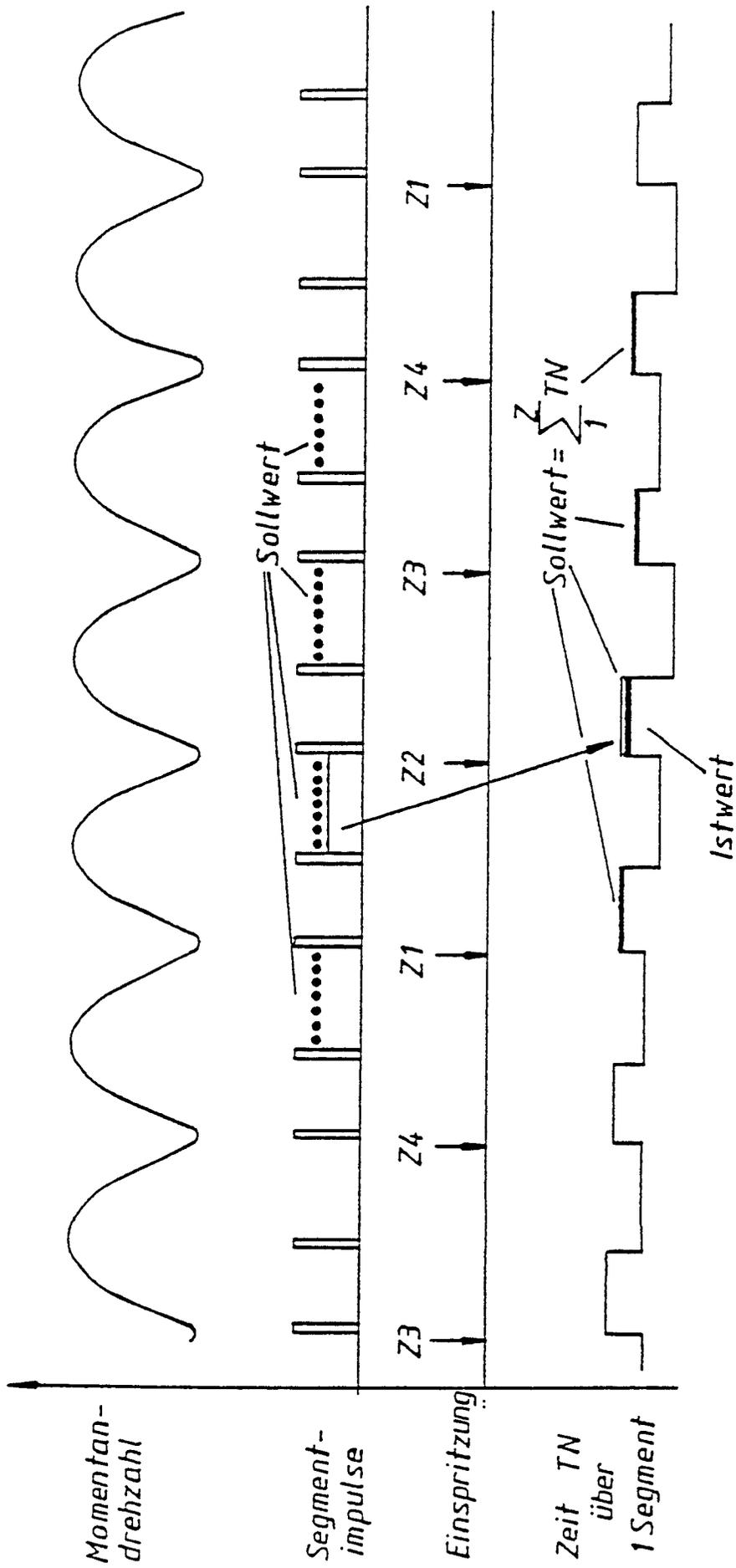


FIG. 9

