



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11. CH 679619 A5

51. Int. Cl.⁵: H 01 H 33/42
H 01 H 33/59

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12. PATENTSCHRIFT A5

21. Gesuchsnummer: 2611/88

22. Anmeldungsdatum: 08.07.1988

30. Priorität(en): 09.07.1987 JP 62-171481
16.11.1987 JP 62-289965
21.01.1988 JP 63-11206

24. Patent erteilt: 13.03.1992

45. Patentschrift veröffentlicht: 13.03.1992

73. Inhaber:
Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha,
Chiyoda-ku/Tokyo (JP)

72. Erfinder:
Tada, Shoji, Amagasaki-shi (JP)
Sugio, Toshiko, Amagasaki-shi (JP)
Nakashima, Kuniaki, Amagasaki-shi (JP)

74. Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

54. Strompfadunterbrecher.

57. Ein Strompfadunterbrecher zum Öffnen und Schliessen von Kontakten (4), welche in jeder Phase von elektrischen Versorgungsleitungen (6) angeordnet sind, weist eine Reihe von Fotodioden (PD1 bis PD5) und eine Reihe von lichtemittierenden Dioden (LED1 bis LED5) auf, welche auf beiden Seiten einer Antriebsstange (8) eines Antriebsmechanismus (10) angeordnet sind, wobei eine Lichtunterbrechungsmarkierung (8a) an der Antriebsstange (8) angeordnet ist und wenn die Markierung den Lichtpfad zwischen Fotodioden und einer entsprechenden lichtemittierenden Diode unterbricht, gibt die entsprechende Fotodiode ein elektrisches Ausgangssignal aus, welches die Bewegung der Antriebsstange (8) anzeigt. Durch Verarbeitung dieser Ausgangssignale ist es möglich, ein ungleichmässiges Schalten des Strompfadunterbrechers über alle drei Phasen hinweg zu erkennen.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Strompfadunterbrecher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung einen Strompfadunterbrecher, bei dem es möglich ist, eine unerwünschte Bewegung des Strompfadunterbrechers zu erfassen.

Beim Schliessvorgang eines Strompfadunterbrechers kann es manchmal vorkommen, dass bei einem ungleichmässigen Schliessen die Mehrzahl von Kontakten der drei Phasen eines Satzes elektrischer Leitungen nicht gleichzeitig geschlossen werden aufgrund einer Störung in einer Antriebsvorrichtung oder dergleichen, wobei dieses Phänomen hier im Folgenden als offene Phase bezeichnet wird. Wenn diese offene Phase auftritt, fliessen unbalancierte elektrische Ströme auf jeder Phase des Netzsystems. Wenn weiterhin eine Betätigungskraft auf eine Antriebsstange eines Strompfadunterbrechers aufgebracht wird, welche nicht betrieben werden kann, kann die Antriebsstange herausbrechen. Es ist somit nötig, das Auftreten der offenen Phase zu erkennen und den Strompfadunterbrecher einen Auslösevorgang durchführen zu lassen, wenn eine derartige Situation auftritt, wobei dieser Auslösevorgang im Folgenden mit Korrekturauslösung bezeichnet ist.

Ein Schaltkreis für eine Korrekturauslösung in einem herkömmlichen Strompfadunterbrecher, wie er z.B. auch in dem Buch «Circuit breaker and lightning discharger» von Ushio Ohki, veröffentlicht von Denkaidagaku-Shuppanyoku auf Seite 148 veröffentlicht wurde, ist in den Fig. 21 und 22 dargestellt. In Fig. 21 wird ein Kontakt 4 durch Bewegung einer Antriebsstange 8 geschlossen und geöffnet, welche mit einem Antriebsmechanismus 10 verbunden ist. Als Antwort auf eine Bewegung des Antriebsmechanismus 10 wird ein plattenförmiger Kontakt a1 geöffnet und ein plattenförmiger Kontakt b1 geschlossen, wobei die Kontakte in einer Phase einer Netzleitung an einer Stelle angeordnet sind, wo der Kontakt 4 offen ist, wie in Fig. 22 dargestellt. Weiterhin wird der plattenförmige Kontakt a1 geschlossen und der plattenförmige Kontakt b1 geöffnet, wenn der Kontakt 4 geschlossen ist. Die anderen plattenförmigen Kontakte, welche gleichen Aufbau wie die erwähnten plattenförmigen Kontakte haben, sind in den anderen beiden Phasen der Netzleitung angeordnet. Genauer gesagt, plattenförmige Kontakte a2 und b2 sind in der zweiten Phase und plattenförmige Kontakte a3 und b3 in der dritten Phase angeordnet, wie in Fig. 22 dargestellt.

Die Fig. 22 zeigt die Zustände der plattenförmigen Kontakte a1, a2, a3, b1, b2, und b3, wenn der Kontakt 4 geöffnet ist. Wenn der Kontakt 4 durch eine Betätigung des Antriebsmechanismus 10 geschlossen wird, wird der plattenförmige Kontakt a1, der in der ersten Phase angeordnet ist geschlossen und der plattenförmige Kontakt b1 wird geöffnet. Die anderen Kontakte der zweiten und dritten Phase werden ebenfalls so betätigt. Wenn somit die 3 Phasen der elektrischen Netzleitung normal geschlossen sind, fliesst kein Strom zu einem Zeitglied 30 und der Kontakt 4 wird geschlossen gehalten. Wenn bei einem ungleichmässigen Schliessen der Kontakte beispielsweise in der zweiten Phase der plattenförmige Kontakt b2 geschlossen gehalten wird, fliesst ein elektrischer Strom zu dem Zeitglied 30 und ein Kontakt 47 wird nach Verstreichen einer festgelegten Zeitdauer geschlossen. Hierdurch fliesst der elektrische Strom zu einer Auslösespule 26 und eine Korrekturauslösung wird durchgeführt, um den Kontakt zu öffnen, der in der Phase geschaltet ist, welche keinen normalen Schliessvorgang durchgeführt hat.

Bei dem beschriebenen herkömmlichen Strompfadunterbrecher wird das Auftreten eines ungleichmässigen Schliessens der Kontakte durch das Zeitglied 30 erkannt und somit hat ein herkömmlicher Strompfadunterbrecher den Nachteil, dass das Erfassen des Auftretens des ungleichmässigen Schliessens der Kontakte eine bestimmte Zeit benötigt, was wiederum zur Folge haben kann, dass bereits während des Erkennens ein Netzzusammenbruch stattfindet. Wenn weiterhin der Antriebsmechanismus zusammenbricht oder im Trennvorgang unbeweglich ist, ist es unmöglich, den Zustand in der Netzleitung zu korrigieren indem eine offenphasige Selbstauslösung stattfindet.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Strompfadunterbrecher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart auszubilden, dass das Auftreten von Störungen schnell erfasst werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Patentanspruchs 1.

Die jeweiligen abhängigen Patentansprüche haben vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung zum Inhalt.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich beispielsweise aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 in Blockdiagrammdarstellung den Aufbau einer bevorzugten Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 ein Zeitdiagramm zur Darstellung des normalen Schliessvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 1;

Fig. 3 bis Fig. 6 Zeitdiagramme, welche anormale Schliessvorgänge der Antriebsstange 8 in Fig. 1 darstellen;

Fig. 7(A) und 7(B) Flussdiagramme zur Erläuterung eines Programms, das in einem ROM 18 in Fig. 1 gespeichert ist;

Fig. 8 ein Blockschaltbild des Aufbaues einer weiteren vorzugsweisen Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines normalen Schliessvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 8;

5 Fig. 10 ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines normalen Öffnungsvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 8;

Fig. 11 ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines anormalen Schliessvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 8;

10 Fig. 12 ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines anormalen Öffnungsvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 8;

Fig. 13(A) bis 13(E) Flussdiagramme eines Programms in dem ROM 18 in Fig. 8;

Fig. 14 ein Blockschaltbild des Aufbaues einer weiteren vorzugsweisen Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung;

15 Fig. 15 ein Zeitdiagramm zur Darstellung eines normalen Öffnungsvorganges der Antriebsstange 8 in Fig. 14;

Fig. 16 bis Fig. 19 Zeitdiagramme zur Darstellung anormaler Öffnungsvorgänge der Antriebsstange 8 in Fig. 14;

Fig. 20(A) bis 20(C) Flussdiagramme eines Programmes in dem ROM 18 in Fig. 14; und

Fig. 21 und 22 Blockschaltbilder eines Strompfadunterbrechers gemäss des Standes der Technik.

20 Eine erste vorzugsweise Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben.

Gemäss Fig. 1 ist der bewegliche Kontakt 4 in eine elektrische Leitung 6 geschaltet, welche schematisch als Einfachleitung dargestellt ist, jedoch tatsächlich 3-phasig ausgebildet ist, wobei der bewegliche Kontakt 4 durch Betrieb der Antriebsstange 8 über den Antriebsmechanismus 10 bewegt wird. An der Antriebsstange 8 ist eine Durchgangsbohrung 8a ausgebildet. Eine Reihe von lichtemittierenden Dioden LED1 bis LED5 und eine Reihe von Photodioden PD1 bis PD5 sind an beiden Seiten der Antriebsstange 8 angeordnet und liegen einander gegenüber. Wenn die Durchgangsbohrung die Verbindungslinien zwischen der lichtemittierenden Diode und der Photodiode LED1 und PD1 bzw. LED2 und PD2 bzw. LED3 und PD3 bzw. LED4 und PD4 bzw. LED5 und PD5 durchläuft, wird das von den lichtemittierenden Dioden emittierte Licht von den Photodioden empfangen. Bei dieser Ausführungsform ist eine Betriebserkennungsvorrichtung durch die lichtemittierenden Dioden LED1 bis LED5, die Durchgangsbohrung 8a und die Photodioden PD1 bis PD5 gebildet. Ausgänge der Photodioden PD1 bis PD5 werden einem I/O-Port 16 (Eingabe/Ausgabe-Anschluss) und einer CPU 20 zugeführt.

35 Weiterhin wird der elektrische Strom, der zum Betrieb des Antriebsmechanismus 10 nötig ist von einem Stromsensor 12 erfasst, der als Steuersignal-Erkennungsvorrichtung arbeitet. Der Ausgang des Stromsensors 12 wird ebenfalls dem I/O-Port 16 zugeführt.

Die CPU 20 steuert sämtliche Elemente in Abhängigkeit eines in einem ROM 18 gespeicherten Programms. Die Fig. 7(A) und 7(B) zeigen in Flussdiagrammdarstellung das in dem ROM 18 gespeicherte Programm.

40 Zunächst steuert die CPU 20 den I/O-Port 16 und speichert den Ausgang des Stromsensors 12 in einem RAM 22 (Schritt S1). Weiterhin speichert die CPU 20 auf gleiche Art und Weise in einem Schritt S2 die Ausgänge von den Photodioden PD1 bis PD5 in dem RAM 22.

Danach berechnet die CPU 20 eine Steuerstrom-Zufuhrzeit t_0 auf der Grundlage des Ausgangs von dem Stromsensor 12 in einem Schritt S3. Die CPU 20 berechnet ebenfalls Zeiten T1, T2, T3, T4 und T5 auf der Grundlage der Ausgänge der Photodioden PD1 bis PD5 (Schritt S5).

Hierbei ist die Zeit T1 eine Zeitperiode von einem Zeitpunkt wenn ein Schliesssignal dem Antriebsmechanismus 10 zugeführt wird, wobei die Kontakte offen sind bis zu einem Zeitpunkt, zu dem die Durchgangsbohrung 8a der Antriebsstange 8 die Photodiode PD1 passiert. Weiterhin ist die Zeit T2 eine Zeitdauer von der Zeit, zu der das Schliesssignal dem Antriebsmechanismus 10 zugeführt wird bis zu einer Zeit, zu der die Durchgangsbohrung 8a der Antriebsstange 8 die Photodiode PD2 passiert. Die anderen Zeiten T3, T4 und T5 sind ähnlich definiert. Das erwähnte Eingeben der Steuersignale und das Berechnen (S1 bis S5) werden für die entsprechenden 3 Phasen durchgeführt.

55 Danach beurteilt die CPU 20, ob der Antriebsmechanismus ordnungsgemäss arbeitet oder nicht, wobei diese Beurteilung auf der Grundlage der berechneten Daten im Schritt S6 stattfindet. Die Beurteilung des Antriebs des Antriebsmechanismus wird unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 6 beschrieben.

Fig. 2 zeigt die Beziehung zwischen der Bewegung in der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom, wenn der Schliessvorgang regulär abläuft. Bei dieser Ausführungsform sind die Photodioden PD1 bis PDS in Positionen P1, P2, P3, P4 und P5 angeordnet, welche 5%, 25%, 50%, 75% und 95% des vollen Hubes der Antriebsstange 8 von der geöffneten zur geschlossenen Lage entsprechen. Referenzzeiten T10, T20, T30, T40 und T50 bei einem ordnungsgemässen Ablauf und die reguläre Verschlusszeit t_{10} werden vorher in dem ROM 18 gespeichert. Weiterhin werden eine normale Stromzufuhrzeit t_{00} für den Steuerstrom und eine benötigte Minimalzeit t_3 zur Stromzufuhr (entspricht der Minimalzeit der Zufuhr des Steuerstroms, welche benötigt ist, um die Antriebsstange 8 zu bewegen) vorher in dem ROM 18 gespeichert.

Fig. 3 zeigt die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom, wenn eine Stromzufuhrzeit kürzer als die nötige Minimalzeit t_3 für die Stromzufuhr ist. Wenn nach Verstreichen der Zeit t_{10} (welche die reguläre Schliesszeit ist) von der Photodiode PD1 kein Ausgangssignal ausgegeben wird, erkennt die CPU 20, dass die Antriebsstange 8 nicht betrieben wird. In dieser Ausführungsform wird ein irregulärer Betrieb der Antriebsstange 8 dann erfasst, nachdem die reguläre Verschlusszeit t_{10} verstrichen ist; es ist jedoch auch möglich, den irregulären Betrieb dann zu erfassen, nachdem eine Zeitperiode von beispielsweise $1/2 t_{10}$ verstrichen ist.

Fig. 4 zeigt die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom, wenn der Beginn der Bewegung der Antriebsstange 8 verzögert ist. In diesem Falle werden die Zeiten T1, T2, T3, T4, und T5 gegenüber dem normalen Fall um Verzögerungszeiten Δt_1 , Δt_2 , Δt_3 , Δt_4 und Δt_5 verzögert. Wenn die Verzögerungszeiten Δt_1 bis Δt_5 im Wesentlichen gleich sind und eine Schliesszeit t_1 innerhalb einer Zeit liegt, die zweimal so lang wie die reguläre Schliesszeit t_{10} ist, beurteilt die CPU 20, dass der Start der Bewegung der Antriebsstange 8 verzögert ist.

Fig. 5 zeigt anhand eines Zeitdiagramms die Bewegung der Antriebsstange 8 bzw. den Steuerstrom, wenn sich die Antriebsstange 8 trotz der Zufuhr eines Steuerstroms nicht bewegen kann. Wenn die Stromzufuhrzeit t_0 länger als die Minimalzeit t_3 der Stromzufuhr ist und die Zeiten T1 bis T5 über einer Zeit liegen die zweimal so gross ist wie die normale Zeit T10, beurteilt die CPU 20, dass die Antriebsstange 8 nicht bewegt wurde.

Fig. 6 zeigt in Zeitdiagrammen die Bewegung der Antriebsstange 8 bzw. den Steuerstrom, wenn aus irgendwelchen Gründen die Bewegungsgeschwindigkeit der Antriebsstange 8 kleiner als im Normalfall ist. Wenn die Stromzufuhrzeit t_0 länger als die benötigte minimale Stromzufuhrzeit t_3 ist und die Verzögerungszeiten Δt_1 bis Δt_5 graduell vergrössert werden, beispielsweise $(T_3 - T_2)/(T_{30} - T_{20}) > 2$ beurteilt die CPU 20, dass die Bewegungsgeschwindigkeit der Antriebsstange 8 zu gering ist.

In der folgenden Tabelle 1 sind die von der CPU 20 getroffenen Aussagen dargestellt.

Tabelle 1

Ergebnisse Bedingungen	reguläre Bewegung	keine Bewegung (1)	verzögerte Bewegung	keine Bewegung (2)	langsame Bewegung
$t_0 \geq t_3$	○		○	○	○
$t_0 \leq t_3$		○			
$T_i \approx T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)	○				
$T_1 > t_{10}$		○			
$2T_{i0} > T_i > T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)			○		○
$\Delta t_i \neq \text{constant}$ ($i = 1 \sim 5$)			○		
$T_i > 2 T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)				○	
$\frac{T_3 - T_2}{T_{30} - T_{20}} > 2$					○
Öffnungsvorgang	○	○	○	○	○

Bewegungsbeurteilung an jeder Phase der Hauptleitung

Im Schritt S6 führt die CPU 20 die erwähnten Beurteilungen für jede einzelne Phase aus. Danach wird im Schritt S7 von der CPU 20 beurteilt, ob alle 3 Phasen normal geschlossen sind oder nicht. Wenn die 3 Phasen normal geschlossen sind, beendet die CPU 20 ihre Arbeitsweise. Wenn die 3 Phasen nicht normal geschlossen sind, fährt die CPU 20 in ihrem Ablauf fort und trifft in den Schritten S8, S9 und S10 die Aussagen «Schliessen unmöglich», «Offene Phase» oder «Ungleiches Schliessen». Wenn die CPU 20 beurteilt, dass ungleichmässiges Schliessen oder offene Phase vorliegt, gibt die CPU 20 ein Auslösesignal an den I/O-Port 24 (Schritt S14) und erregt die Auslösespule 26.

Unter Bezugnahme auf Fig. 8 wird im Folgenden eine weitere vorzugsweise Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Die zweite Ausführungsform gemäss Fig. 8 weist zusätzlich zu der ersten Ausführungsform gemäss Fig. 1 einen Stromsensor 21 auf, um einen Stromwert in der Netzleitung zu erkennen. Der Ausgang des Stromsensors 21 wird dem I/O-Port 16 zugeführt und der Ausgang des Stromsensors 21 wird in dem RAM 22 gespeichert. Der verbleibende Aufbau dieser zweiten Ausführungsform entspricht dem der ersten Ausführungsform, so dass eine nochmalige detaillierte Beschreibung der gleichen Konfiguration nicht erfolgt.

Die Fig. 13(A), 13(B), 13(C) und 13(D) zeigen ein Flussdiagramm eines Programmes, das in dem ROM 18 gespeichert ist.

Zunächst steuert CPU 20 den I/O-Port 16 und speichert den Ausgang des Stromsensors 12 in dem RAM 22 (Schritt S1).

Danach speichert die CPU 20 in einem Schritt S2 die Ausgänge von den Photodioden PD1 bis PD5. Danach wird in einem Schritt S3 der Ausgang des Stromsensors 21 in dem RAM 22 gespeichert. Hierbei werden die Messungen in den erwähnten Schritten S1 bis S3 vorzugsweise in gleichen Intervallen wiederholt.

Danach berechnet die CPU 20 eine Steuerstrom-Zufuhrzeit t_0 auf der Grundlage des Ausgangs vom Stromsensor 12 (Schritt S4). Danach beurteilt die CPU 20 in einem Schritt S5 die Art des Steuervorganges. In einem Schritt S6 berechnet die CPU 20 die Zeiten T1, T2, T3, T4 und T5 auf der Grundlage der Ausgänge von den Photodioden PD1 bis PD5. In einem darauffolgenden Schritt S7 berechnet die CPU 20 eine Stromzufuhrzeit $t_{00'}$ der Netzleitung 6 auf der Grundlage des Ausgangs vom Stromsensor 21.

Die CPU 20 beurteilt, ob der Ablauf des Schliessens oder Öffnens des Kontaktes 4 normal ist oder nicht. Die Beurteilungsprozesse für den Schliessvorgang oder Öffnungsvorgang des Kontaktes 4 unterscheiden sich voneinander abhängig vom Ergebnis der Beurteilung im Schritt S5 (Schritt S8).

Ein Flussdiagramm für den Schliessvorgang des Kontaktes 4 ist in Fig. 13(B) dargestellt. Allgemein gesagt, beurteilt die CPU 20, ob die Bewegungen der Antriebsstange 8 für jede Phase normal sind oder nicht (Schritt S9). Nach der Beurteilung des Betriebs der Antriebsstange 8 in dem erwähnten Schritt S9 beurteilt die CPU 20 in einem Schritt S10, ob die Stromflüsse der Netzleitung 6 für jede Phase normal sind oder nicht. Wenn der Kontakt 4 normal geschlossen ist, fliesst ein elektrischer Strom in der Netzleitung 6 nach Verstreichen der Zeit $t_{00'}$, wie in Fig. 9 dargestellt. Wenn somit nach Verstreichen der Zeitperiode t_{10} kein elektrischer Strom auf der Netzleitung 6 fliesst, trifft die CPU 20 die Aussage, dass der elektrische Strom auf der Netzleitung 6 nicht normal ist. Diese Beurteilung wird für jede Phase durchgeführt.

Nachdem im Schritt S9 beurteilt wurde, ob die Bewegungen der Antriebsstange für jede Phase normal sind oder nicht und nachdem im Schritt S10 beurteilt wurde, ob der Stromfluss in der Hauptnetzleitung 6 für jede Phase normal ist oder nicht, wird durch die nach dem Schritt S11 folgenden Schritte eine Gesamtüberprüfung durchgeführt.

Wenn im Schritt S11 festgestellt wird, dass die Bewegungen für die Antriebsstange 8 pro Phase normal sind, schreitet die CPU 20 zum Schritt S12 weiter. Wenn in dem Schritt S12 die Stromflüsse auf der Hauptleitung 6 für alle 3 Phasen normal sind, beendet die CPU 20 ihre Arbeitsweise. Wenn andererseits wenigstens ein Stromfluss auf der Hauptleitung 6 für eine der 3 Phasen nicht normal ist, wie in Fig. 11 dargestellt, beurteilt die CPU 20, dass der Schliessvorgang des Kontaktes 4 nicht möglich ist. Die CPU 20 gibt ein Warnsignal über den I/O-Port 24 aus, welches dann ein Öffnersignal an ein Schutzsystem des Strompfadunterbrechers liefert.

Im Ergebnis kann die beschriebene Ausführungsform eine Störung entdecken, die bislang von einem Strompfadunterbrecher nicht erfasst werden konnte, in dem lediglich die Bewegung der Antriebsstange 8 überwacht wird.

Beispielsweise kann der Strompfadunterbrecher in der Ausführungsform gemäss Fig. 8 beurteilen, dass der Kontakt 4 nicht geschlossen werden kann, wenn kein Strom auf der Hauptleitung 6 nach Verstreichen einer Zeitperiode t_{10} bei normaler Bewegung der Antriebsstange 8 fliesst, was auch immer hierfür der Grund sein mag (wie in Fig. 11 dargestellt).

Wenn die Antriebsstange 8 für nur eine Phase sich im Schritt 11 sich nicht bewegt, geht die CPU 20 weiter zu dem Schritt S13. Wenn sich hier die Antriebsstangen für alle drei Phasen nicht bewegen, beurteilt die CPU 20, dass ein Schliessen des Kontaktes 4 nicht möglich ist und geht weiter zu den Schritten S19 und S21. Wenn sich wenigstens eine Phase bewegen lässt, geht die CPU 20 zum Schritt S14.

Wenn im Schritt S14 eine oder zwei Phasen nicht bewegt werden können, geht die CPU 20 zum Schritt S16. Im Schritt S16 beurteilt die CPU 20, ob der Stromfluss der verbleibenden Phasen, welche normal betätigt wurden, normal ist oder nicht. Wenn hierbei der Stromfluss in den verbleibenden Phasen nicht normal ist, beurteilt die CPU 20, dass der Schliessvorgang des Kontaktes 4 nicht möglich ist und geht weiter zu den Schritten S19 und S21. Wenn andererseits der Stromfluss der restlichen Phasen normal ist, beurteilt die CPU 20, dass der Zustand «offene Phase» vorliegt, (Schritt S17) und gibt ein Auslösesignal zur Korrektur des Auftretens von «fehlender Phase» im Schritt S22 aus. Dieses Auslösesignal wird der Auslösespule 26 über Zwischenschaltung des I/O-Ports 24 zugeführt.

In anderen Fällen als dem Fall, bei dem sich die Antriebsstange 8 von einer oder zwei Phasen nicht bewegt, geht die CPU 20 vom Schritt S14 zum Schritt S15. Wenn in dem Schritt S15 die CPU 20 beurteilt, dass die Antriebsstange 8 der einen oder zwei Phasen verzögert startet oder die Antriebsgeschwindigkeit der Antriebsstange nicht ausreichend ist, geht die CPU 20 weiter zum Schritt S18. Im Schritt S18 beurteilt die CPU 20, ob der Stromfluss in der verbleibenden Phase der Hauptleitung 6 (diejenige Phase, bei der die Antriebsstange 8 normal bewegt wurde) normal ist oder nicht.

Wenn hierbei der Strom in einer der anderen Phasen nicht normal ist, beurteilt die CPU 20, dass der Schliessvorgang des Kontaktes 4 nicht möglich ist und geht zu den Schritten S19 und S21 weiter. Wenn der Strom der Phase normal ist, stellt die CPU 20 das Vorhandensein eines nicht vollständigen Schliessens des Kontaktes im Schritt S20 fest und gibt ein Auslösesignal zur Korrektur des Fehlens der Phase im Schritt S22 aus.

Die obenerwähnten Schritte betreffen den Schliessvorgang des Kontaktes 4. Die Beschreibung für

den Öffnungsvorgang des Kontaktes 4 ist im wesentlichen gleich hierzu und das dazugehörige Flussdiagramm ist in Fig. 13C dargestellt. Im Schritt S23 prüft die CPU 20, ob die Betätigungen der Antriebsstangen 8 für jede Phase normal sind oder nicht.

Fig. 10 ist ein Zeitdiagramm zur Darstellung einer Beziehung zwischen dem Bewegungshub der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom bei einem normalen Betrieb des Öffnens des Kontaktes 4. Die Zeiten T10, T20, T30, T40 und T50 und die normale Öffnungszeit t10 des normalen Öffnungsvorganges werden vorher in dem ROM 18 gespeichert. Die Beurteilungsschritte der CPU 20 in den Schritten S23 bis S36 sind im wesentlichen gleich denen gemäss Fig. 13(B), so dass hier auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden kann. Der Fall, bei dem die Antriebsstange 8 normal bewegt wird, aber der Strom in der Hauptleitung b nicht unterbrochen ist, ist in Fig. 12 dargestellt und dieser Fall kann von der CPU 20 ebenfalls beurteilt werden.

Eine dritte Ausführungsform eines Strompfadunterbrechers gemäss der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 14 beschrieben.

Gemäss Fig. 14 ist der bewegliche Kontakt 4 in die Hauptleitung 6 geschaltet, die schematisch als einzelne Leitung dargestellt ist, aber in Wirklichkeit drei Phasen hat, und der bewegliche Kontakt 4 wird durch Betätigung der Antriebsstange 8 über den Antriebsmechanismus 10 betrieben. An der Antriebsstange 8 ist eine Durchgangsbohrung 8a ausgebildet. Eine Reihe von lichtemittierenden Dioden LED1 bis LED5 und eine Reihe von Fotodioden PD1 bis PD5 sind an beiden Seiten der Antriebsstange 8 angeordnet und liegen einander gegenüber. Wenn die Durchgangsbohrung 8a die Lichtpfade der lichtemittierenden Dioden und Fotodioden LED1 und PD1, LED2 und PD2, LED3 und PD3, LED4 und PD4 und LED5 und PD5 kreuzt, wird das von den lichtemittierenden Dioden emittierte Licht von den Fotodioden empfangen. In dieser Ausführungsform ist eine Betriebserkennungsvorrichtung durch die lichtemittierenden Dioden LED1 bis LED5, die Durchgangsbohrung 8a und die Fotodioden PD1 bis PD5 gebildet. Die Ausgänge von den Fotodioden PD1 bis PD5 werden dem I/O-Port 16 und der CPU 20 zugeführt.

Ein elektrischer Strom zur Steuerung der Arbeitsweise des Antriebsmechanismus 10 wird von Stromsensoren 12 und 12' erfasst, welche als Steuersignal-Erkennungsvorrichtung arbeiten. Ein Ausgang der Stromsensoren 12 und 12' wird ebenfalls dem I/O-Port 16 zugeführt. Als Beurteilungseinrichtung beurteilt die CPU 20, ob die Antriebsstange 8 normal bewegt wird oder nicht, ob eine «offene Phase» vorliegt oder nicht und ob die Bewegungsgeschwindigkeit der Antriebsstange 8 verzögert ist oder nicht. In diesen Fällen dient die CPU 20 als Steuereinrichtung zur Ausgabe eines Auslösesignals an den I/O-Port 24.

Die I/O-Ports 16 und 24 sind entsprechend mit fotoelektrischen Wandlern 27 und 27' verbunden. Optische Faserkonnektoren 28 und 28' sind mit den fotoelektrischen Wandlern 27 und 27' verbunden.

Der I/O-Port 24 gibt ein Auslösesignal an ein Reserve-Schutzsystem über eine in der Figur nicht dargestellte optische Faser. Der I/O-Port 16 empfängt 9 Auslösesignale von anderen Strompfadunterbrechern (nicht dargestellt), wenn der Strompfadunterbrecher gemäss Fig. 14 als Ersatz-Schutzsystem für einen anderen Strompfadunterbrecher dienen soll. Der Stromsensor 12 erfasst einen Steuerstrom für den Schliessvorgang des Kontaktes 4 und der Stromsensor 12' erfasst einen anderen Steuerstrom für den Öffnungsvorgang des Kontaktes 4.

Die CPU 20 steuert sämtliche Elemente abhängig von einem Programm, das in dem ROM 18 gespeichert ist. Die Fig. 20(A) bis 20(C) zeigen ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung des in dem ROM 18 gespeicherten Programms.

Zunächst steuert die CPU 20 den I/O-Port 16 und speichert den Ausgang vom Stromsensor 12 in dem RAM 22 (Schritt S1). Dann speichert die CPU 20 die Ausgänge von den Fotodioden PD1 bis PD5 in dem RAM 22 (Schritt S2).

Als drittes berechnet die CPU 20 eine Steuerstrom-Zufuhrzeit t0 auf der Grundlage des Ausgangs von dem Stromsensor 12 in einem Schritt S3. Danach beurteilt die CPU 20 auf der Grundlage des Ausgangs von dem Stromsensor 12 oder 12' in einem Schritt S4, ob der folgende Betrieb Schliessen oder Unterbrechen betrifft.

Die von der CPU 20 durchgeführte Strompfadunterbrechung mittels des Kontaktes 4 ist unter Bezugnahme auf die Fig. 20(A) und 20(B) beschrieben und der Schliessvorgang ist in Fig. 20(C) dargestellt.

Die CPU 20 berechnet weiterhin die Zeiten T50, T40, T30, T20 und T10 auf der Grundlage der Ausgänge der Fotodioden PD5 bis PD1 im Schritt S5.

Hierbei ist die Zeit T50 eine Zeitperiode zwischen einem Zeitpunkt wenn ein Schliesssignal dem Antriebsmechanismus 10 in einem Zustand zugeführt wird, in welchem die Kontakte offen sind bis zu einem Zeitpunkt, zu dem die Durchgangsbohrung 8a der Antriebsstange 8 die Fotodiode PD5 passiert. Weiterhin ist die Zeit T40 eine Zeitperiode von einem Zeitpunkt, zu dem das Schliesssignal dem Antriebsmechanismus 10 zugeführt wird bis zu einem Zeitpunkt, zu dem die Durchgangsbohrung 8a der Antriebsstange 8 die Fotodiode PD4 passiert. Die verbleibenden Zeiten T30, T20 und T10 sind ähnlich definiert. Die obenerwähnte Eingabe der Steuersignale und die Berechnungen (Schritte S1 bis S5) werden für jede der drei Phasen durchgeführt. Die Art der Funktion und des Betriebes der CPU 20 im Falle des Schliessens gemäss Fig. 20(C) ist einfach umgekehrt zu der Darstellung gemäss Fig. 20(B). Somit kann auf eine detaillierte Beschreibung von Fig. 20(C) hier verzichtet werden.

Danach beurteilt die CPU 20, ob der Antriebsmechanismus regulär betätigt wurde oder nicht auf der Grundlage von berechneten Daten in den obenerwähnten Schritten. Diese Beurteilung findet im Schritt

S6 statt. Die Beurteilung der Arbeitsweise des Antriebsmechanismus wird unter Bezugnahme auf die Fig. 15 bis 19 beschrieben.

Fig. 15 ist ein Zeitdiagramm, welches die Beziehung zwischen der Bewegung und der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom darstellt, wenn der Schliessvorgang regulär durchgeführt wird. Bei dieser Ausführungsform sind die Fotodioden PD5 bis PD1 in Positionen P5, P4, P3, P2 und P1 angeordnet, welche 5%, 25%, 50%, 75% und 95% des vollen Hubes der Antriebsstange 8 von der Stellung offen zu der Stellung geschlossen entsprechen. Die Referenzzeiten T50, T40, T30, T20 und T10 bei einem regulären Ablauf und die reguläre Schliesszeit t20 werden vorher in dem ROM 18 gespeichert. Eine normale Stromzufuhrzeit t00 des Steuerstroms und eine Minimalzeit t3 (d.h. eine benötigte Minimalzeit zur Zufuhr des Steuerstroms, um die Antriebsstange 8 zu bewegen) sind vorher in ROM 18 abgespeichert worden.

Fig. 16 ist ein Zeitdiagramm, welches die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom darstellt, wenn die Stromzufuhrzeit kürzer als die nötige Minimalzeit t3 ist. In diesem Fall bewegt sich die Antriebsstange 8 nicht. Da ein Ausgang von der Fotodiode PD1 nicht nach dem Verstreichen der Zeit t20 (entspricht der regulären Öffnungszeit) ausgegeben wird, erkennt die CPU 20, dass die Antriebsstange 8 nicht betrieben wird. Obwohl in dieser Ausführungsform die irreguläre Betätigung der Antriebsstange 8 nach Verstreichen der regulären Öffnungszeit t20 beurteilt wird, ist es alternativ möglich, diese Beurteilung durch Verwenden einer anderen verstreichenden Zeitperiode, beispielsweise $1/2 t20$ durchzuführen.

Fig. 17 ist ein Zeitdiagramm, welches die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom für den Fall darstellt, dass der Beginn der Bewegung der Antriebsstange 8 verzögert ist. In diesem Fall sind die jeweiligen Zeiten T5, T4, T3, T2 und T1 die Verzögerungszeiten $\Delta t5$, $\Delta t4$, $\Delta t3$, $\Delta t2$ und $\Delta t1$ gegenüber dem Normalfall verzögert. Wenn die Verzögerungszeiten $\Delta t5$ bis $\Delta t1$ im wesentlichen gleich sind und die Öffnungszeit t5 innerhalb einer Zeit liegt, die zweimal so lang wie die reguläre Öffnungszeit t20 ist, beurteilt die CPU 20, dass der Beginn der Bewegung der Antriebsstange 8 verzögert ist.

Fig. 18 ist ein Zeitdiagramm, welches die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom zeigt, wenn sich die Antriebsstange 8 trotz des angelegten Steuerstroms nicht bewegen kann. Wenn die Stromzufuhrzeit t0 länger als die Minimalzeit t3 ist und die Zeiten T5 bis T1 länger als eine Zeit sind, die zweimal so gross ist wie die normalen Zeiten T50 bis T10, beurteilt die CPU 20, dass die Antriebsstange 8 nicht bewegt wird.

Fig. 19 ist ein Zeitdiagramm, welches die Beziehung zwischen der Bewegung der Antriebsstange 8 und dem Steuerstrom zeigt, wenn die Bewegungsgeschwindigkeit der Antriebsstange 8 aus irgendwelchen Gründen geringer ist als im Normalfall. Wenn die Stromzufuhrzeit t0 länger als die Minimalzeit t3 ist und die Verzögerungszeit $\Delta t5$ bis $\Delta t1$ monoton in dieser Reihenfolge länger werden, beispielsweise $(T3-T2)/(CT30-T20) > 2$, beurteilt die CPU 20, dass die Bewegungsgeschwindigkeit der Antriebsstange 8 zu klein ist.

Die von der CPU 20 getroffenen Aussagen sind in der nachfolgenden Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Ergebnisse Bedingungen	reguläre Bewegung	keine Bewegung (1)	verzögert Bewegung	keine Bewegung (2)	langsame Bewegung
$t_0 \geq t_3$	○		○	○	○
$t_0 < t_3$		○			
$T_i \sim T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)	○				
$t_5 \sim t_{20}$		○			○
$2T_{i0} > T_i > T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)			○		
$\Delta t_i = \text{constant}$ ($i = 1 \sim 5$)			○		
$T_i > 2 T_{i0}$ ($i = 1 \sim 5$)				○	
$\frac{T_3 - T_2}{T_{30} - T_{20}} > 2$					○
Öffnungsvorgang	○	○	○	○	○

Bewurdsbeurteilung an jeder Phase der Hauptleitung

Im Schritt S6 führt die CPU 20 die obenerwähnten Beurteilungen für jede Phase durch. Danach beurteilt die CPU 20 im Schritt S7, ob alle drei Phasen normal geschlossen wurden oder nicht. Wenn die drei Phasen normal geöffnet haben, beendet die CPU 20 an dieser Stelle ihren Programmablauf. Wenn die drei Phasen nicht normal unterbrochen wurden, fährt die CPU 20 mit ihrer Arbeitsweise fort und beurteilt in den Schritten S8 bis S10 «Öffnen nicht möglich», «offene Phase» oder «ungleichmässiges Öffnen». Wenn die CPU 20 feststellt, dass «offene Phase» oder «ungleichmässiges Öffnen» vorliegt, stellt die CPU 20 fest, ob die Stromzufuhrzeit t_0 des Steuerstroms länger als die Minimalzeit t_3 oder nicht ist. Dies wird in den Schritten S11', S12' und S13' durchgeführt. Wenn $t_0 \geq t_3$ ist, stellt die CPU 20 fest, dass der Antriebsmechanismus 10 nicht in Ordnung ist und gibt ein Auslösesignal an einen weiteren Strompfadunterbrecher, der als Ersatzschutzsystem dient, durch den I/O-Port 24 und den fotoelektrischen Wandler 27. Wenn weiterhin $t_0 < t_3$ ist, stellt die CPU 20 fest, dass ein Fehler in dem Steuerungsschaltkreis 14 vorliegt und gibt ein Auslösesignal für Selbstauslösung an die Auslösespule 26 über den I/O-Port 24 aus.

Wenn die Strompfadunterbrecher gemäss Fig. 14 als Ersatzschutzunterbrecher für einen anderen Strompfadunterbrecher dient und ein Auslösesignal von einer anderen CPU (nicht dargestellt) ausgegeben wird, läuft dieses Auslösesignal zu dem fotoelektrischen Wandler 27' über eine optische Faser

(nicht dargestellt) und den optischen Faserkonnektor 28'. Das Auslösesignal wird durch den fotoelektrischen Wandler 27' in ein elektrisches Signal umgewandelt und über den I/O-Port 16 der CPU 20 zugeführt. Die CPU 20 treibt dann die Auslösespule 26 mittels eines festgelegten Programms (nicht dargestellt).

5

Patentansprüche

1. Strompfadunterbrecher, gekennzeichnet durch:
 wenigstens einen Kontakt (4) zum Öffnen und Schliessen einer Phase einer elektrischen Versorgungs-
 10 leitung (6);
 ein Betätigungsteil (8) zum Öffnen und Schliessen des Kontaktes (4);
 eine Antriebseinrichtung (10) zum Antrieb des Betätigungsteils (8) bei Empfang eines Steuersignals; eine
 Steuersignal-Erkennungsvorrichtung (12) zum Erkennen, ob das Steuersignal der Antriebseinrichtung
 zugeführt wird oder nicht;
 15 eine Betriebs-Erkennungsvorrichtung (LED1 bis LED5, PD1 bis PD5, 8a) zur Erkennung einer Bewe-
 gung des Betätigungsteils;
 eine Speichereinrichtung (18, 22) zum Speichern wenigstens eines regulären Steuersignals und eines
 normalen Bewegungsprozesses des Betätigungsteils (8);
 eine Beurteilungseinrichtung (20) zum Beurteilen, ob das Öffnen oder Schliessen des Kontaktes normal
 20 durchgeführt wird oder nicht auf der Grundlage eines Vergleichs von erkannten Signalen der Steuersi-
 gnal-Erkennungseinrichtung (12) und der Betriebs-Erkennungseinrichtung und dem regulären Steuersi-
 gnal und den gespeicherten Daten des normalen Bewegungsprozesses des Betätigungsteils, die in der
 Speichereinrichtung gespeichert sind; und eine Korrektureinrichtung (26) zur Korrektur eines abnorma-
 len Zustands, wenn die Beurteilungseinrichtung einen abnormalen Zustand des Kontaktes (4), des Bewe-
 25 gungsteils (8) oder der Antriebseinrichtung (10) erkennt (Fig. 1).
2. Strompfadunterbrecher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebs-Erken-
 nungsvorrichtung eine Reihe von Fotodioden und eine Reihe von lichtemittierenden Dioden aufweist,
 welche den entsprechenden Fotodioden gegenüberliegend angeordnet sind, um hiervon Licht zu empfan-
 gen und eine Markierung zum Unterbrechen der Lichtpfade an dem Antriebsteil derart aufweist, dass
 30 ein Raum zwischen der Reihe von Fotodioden und der Reihe von lichtemittierenden Dioden gekreuzt wird.
3. Strompfadunterbrecher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stromsensor
 (21) zum Erkennen eines Stromflusses auf der elektrischen Versorgungsleitung vorhanden ist.
4. Strompfadunterbrecher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine
 Schutzsteuereinrichtung (27, 28) vorhanden ist, welche zur Ausgabe eines Auslösesignales an die An-
 35 triebseinrichtung bei einem Schliessvorgang des Kontaktes oder an eine Schutzeinrichtung (27', 28') ei-
 nes anderen Strompfadunterbrechers bei einem Öffnungsvorgang des Kontaktes dann bestimmt ist,
 wenn von der Beurteilungseinrichtung (20) die Bewegung des Betätigungsteiles als abnormal erkannt
 worden ist (Fig. 14).
5. Strompfadunterbrecher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzsteuereinrich-
 40 tung ein Auslösesignal an die Antriebseinrichtung ausgibt, wenn die Schutzeinrichtung (27', 28') ein
 Auslösesignal von einer Schutzsteuereinrichtung (27, 28) eines anderen Strompfadunterbrechers emp-
 fangen hat.

45

50

55

60

65

FIG. 1

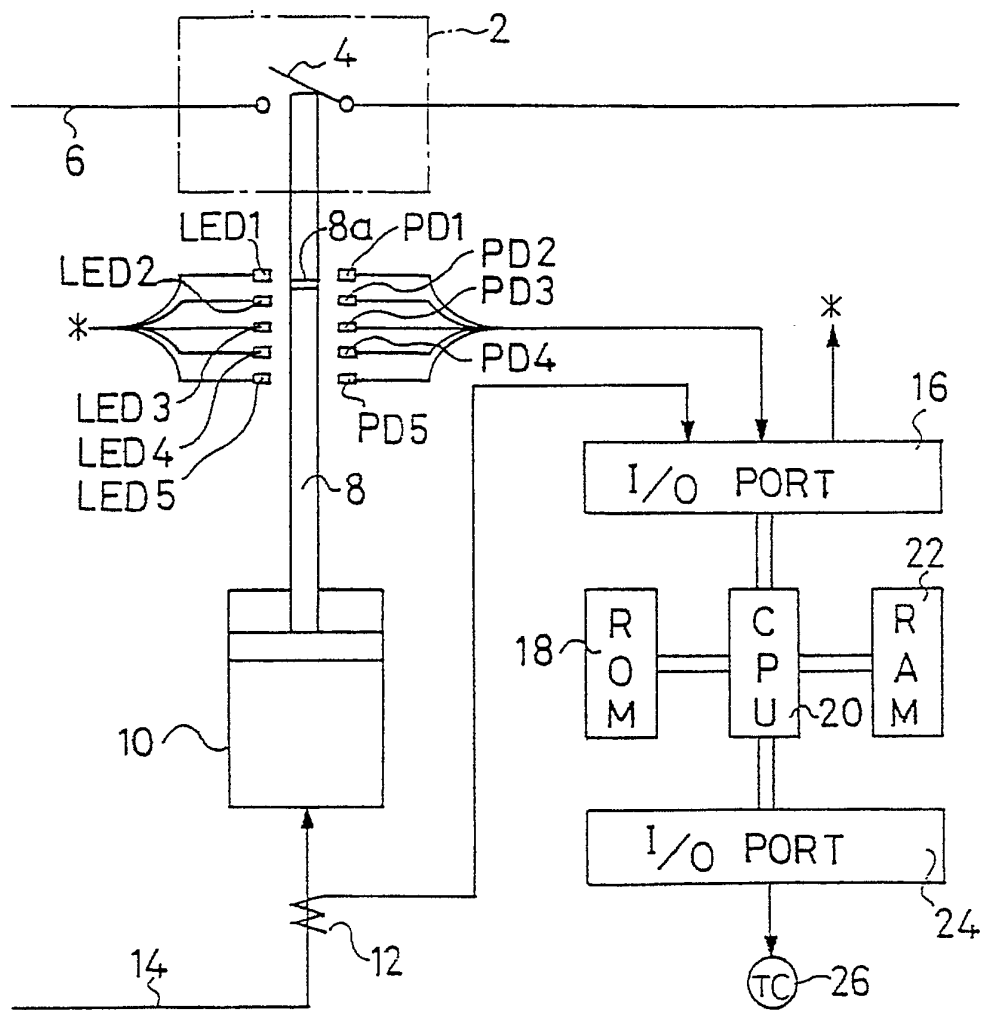


FIG. 2

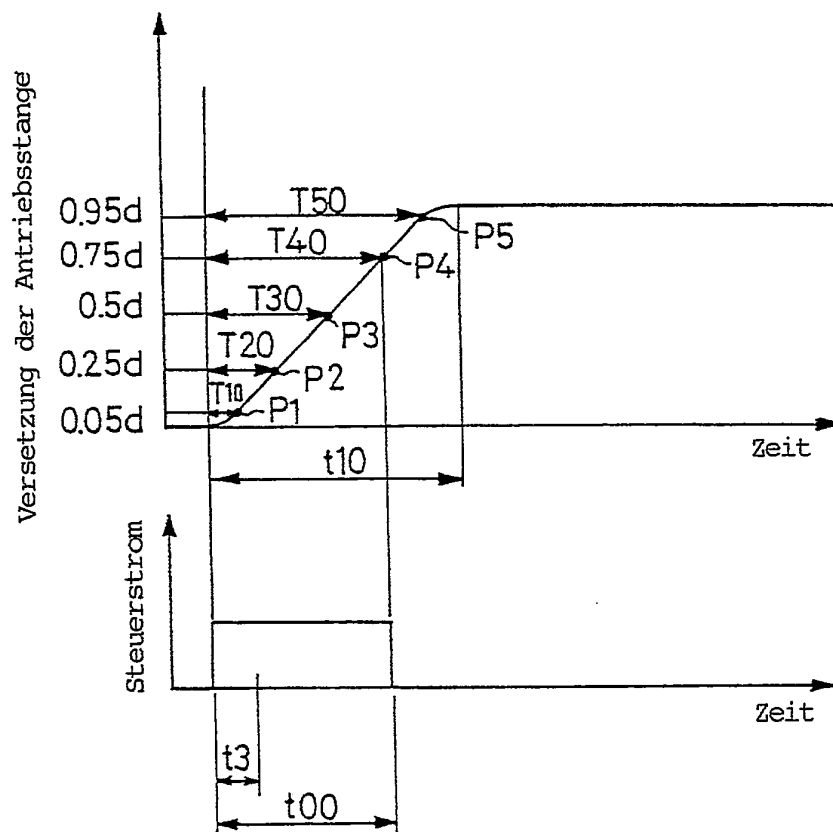


FIG. 3

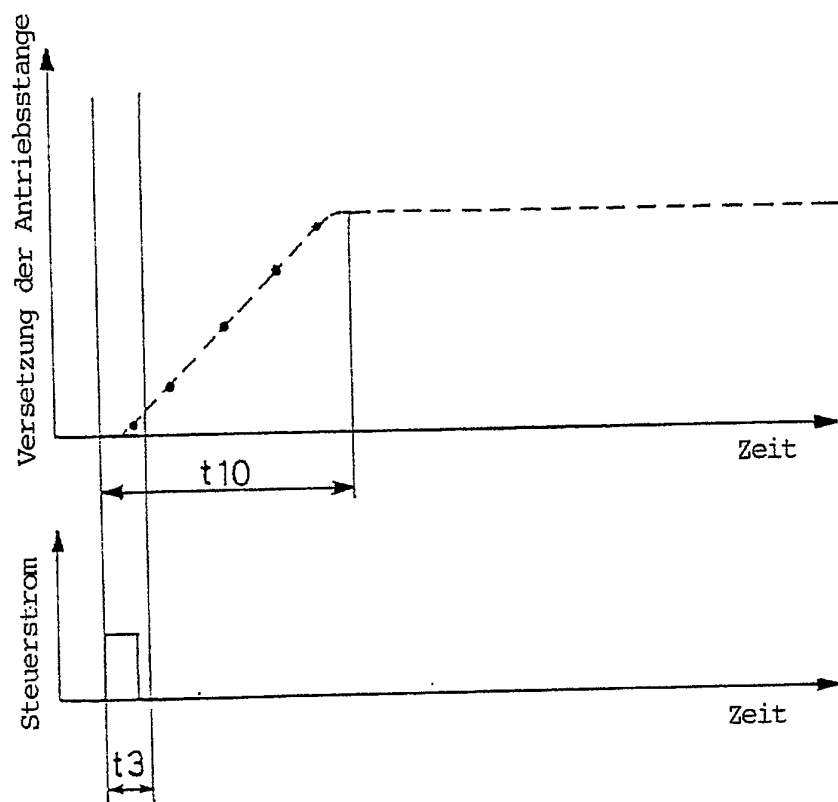


FIG. 4

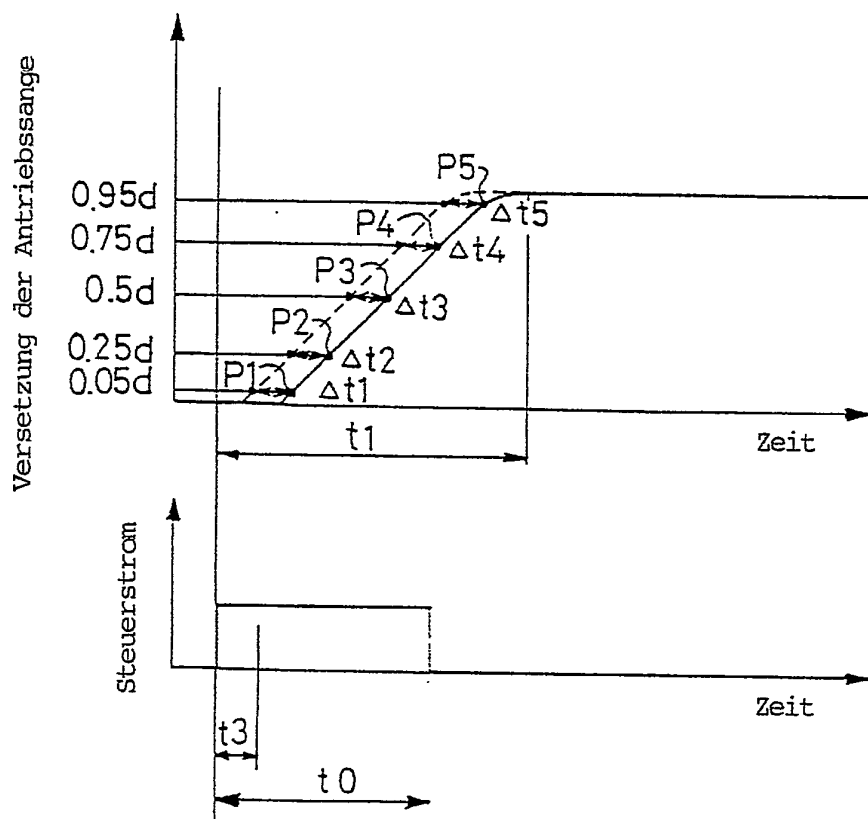


FIG. 5

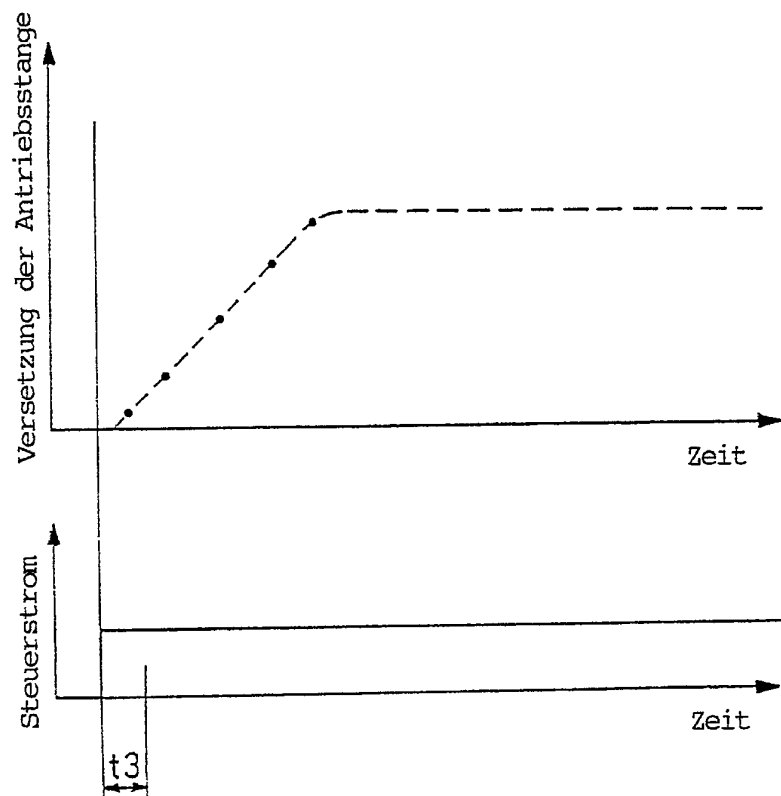


FIG. 6

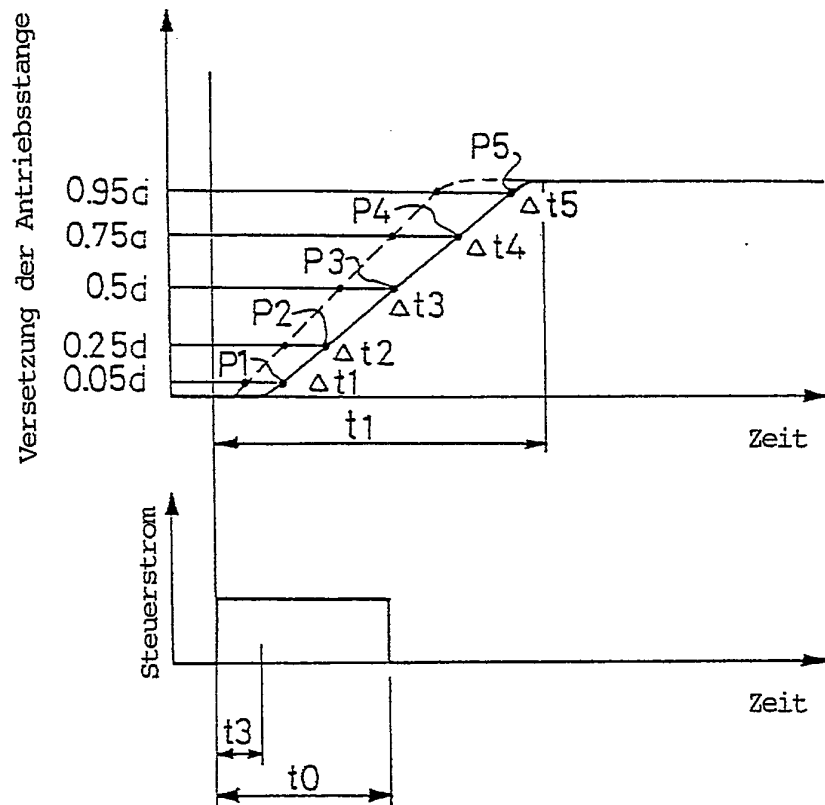


FIG. 7(A)

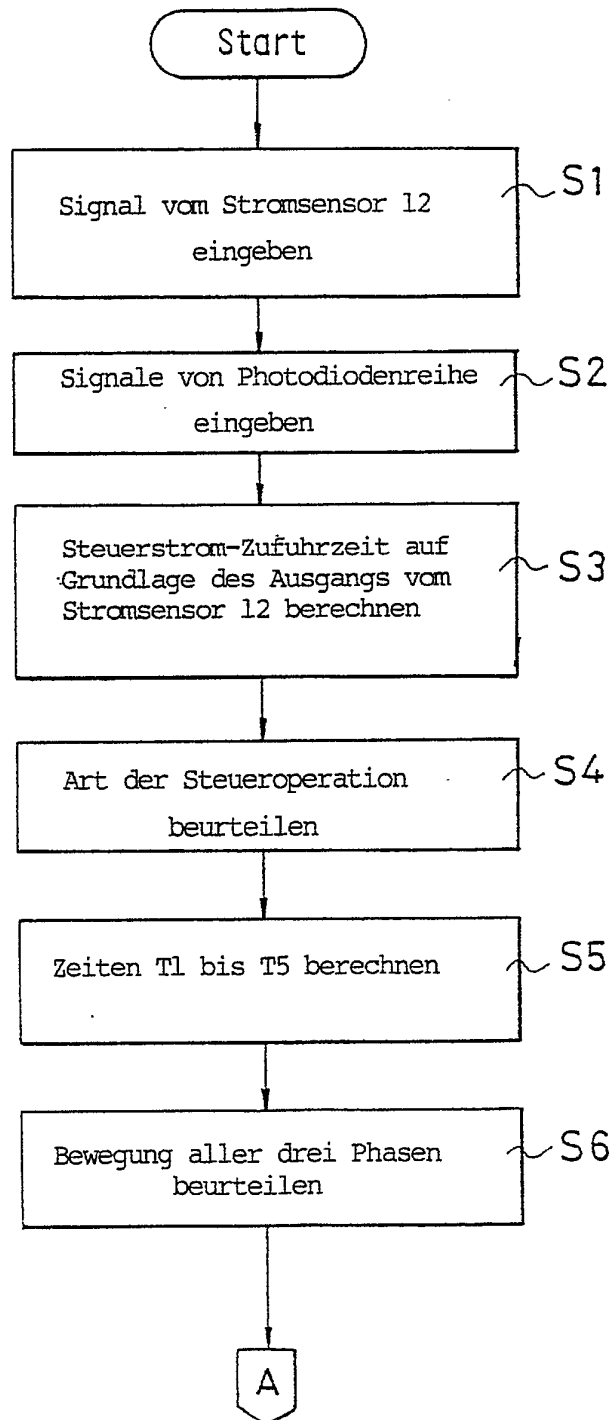


FIG. 7 (B)

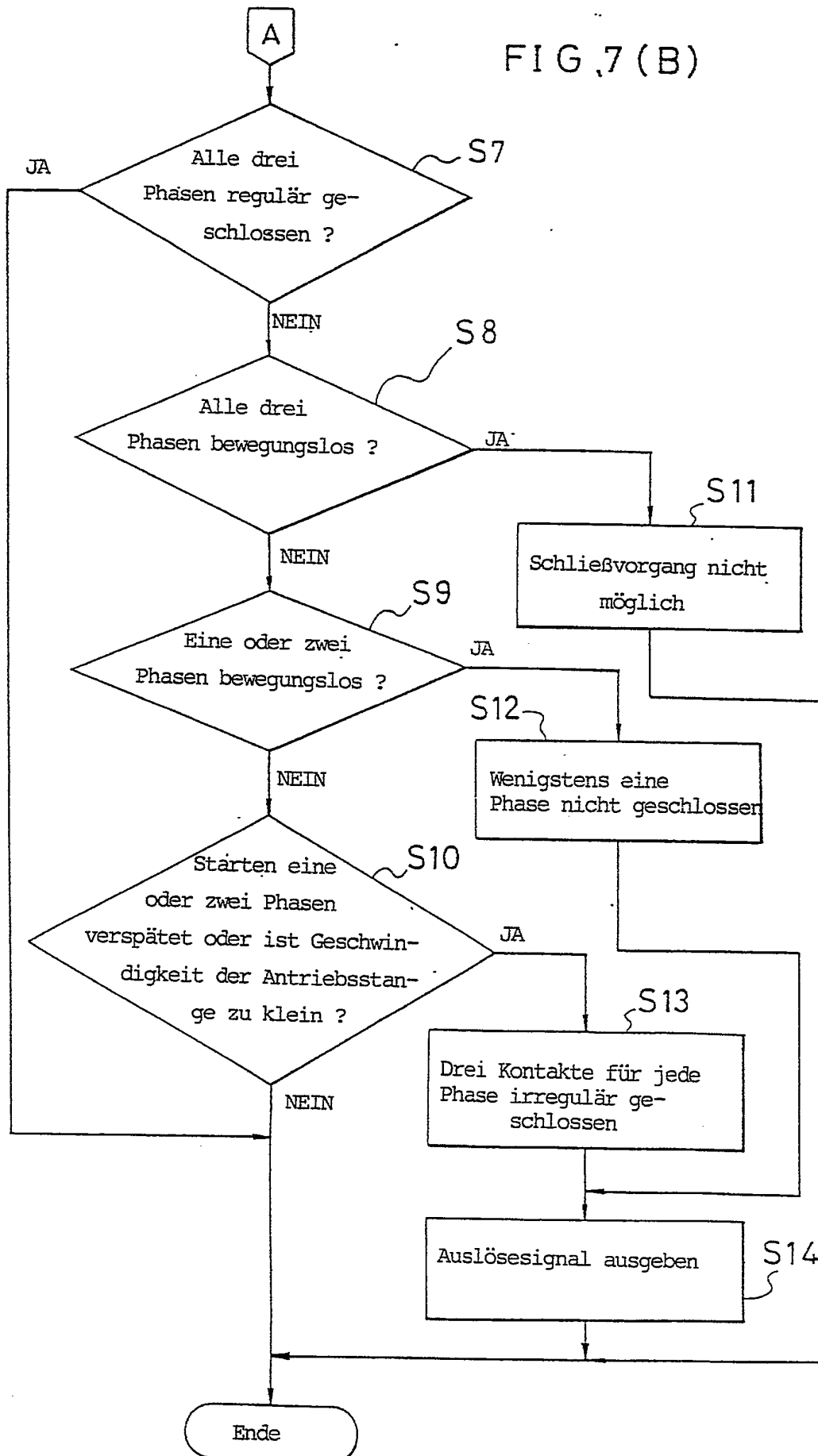


FIG. 8

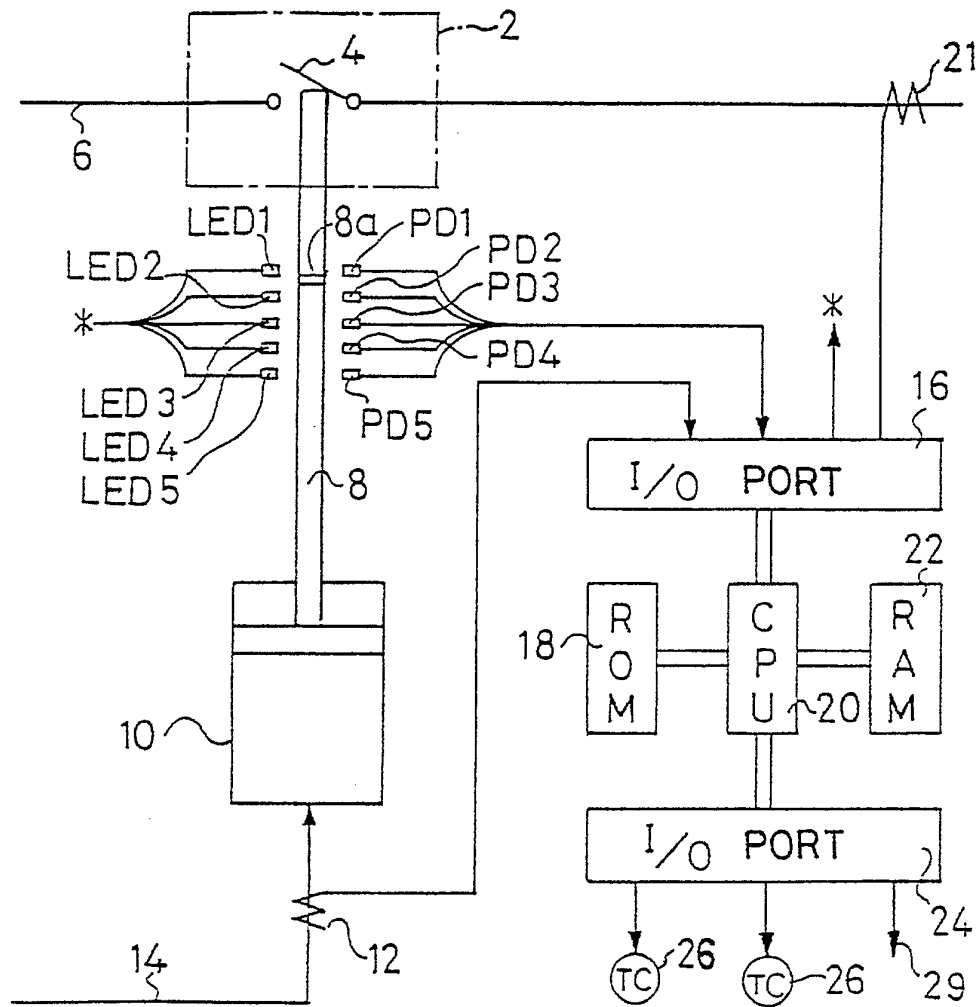


FIG. 9

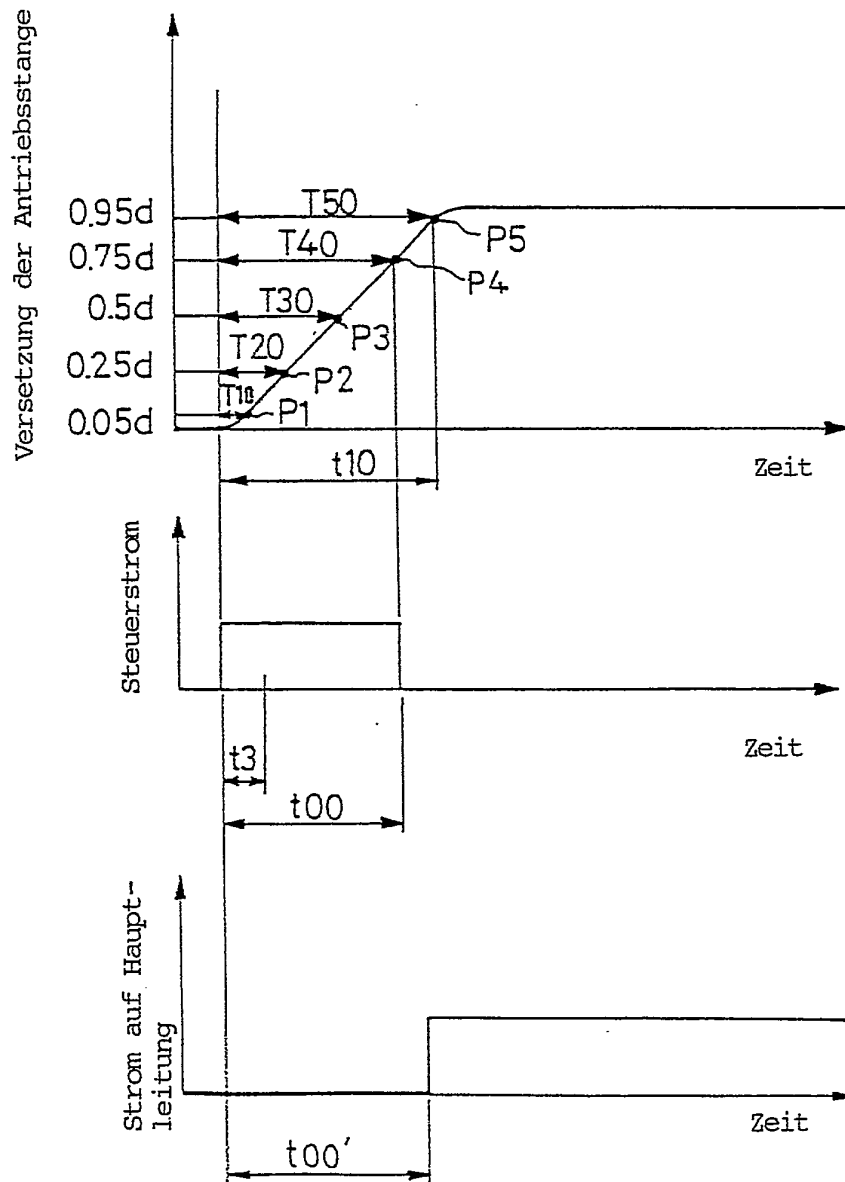


FIG. 10

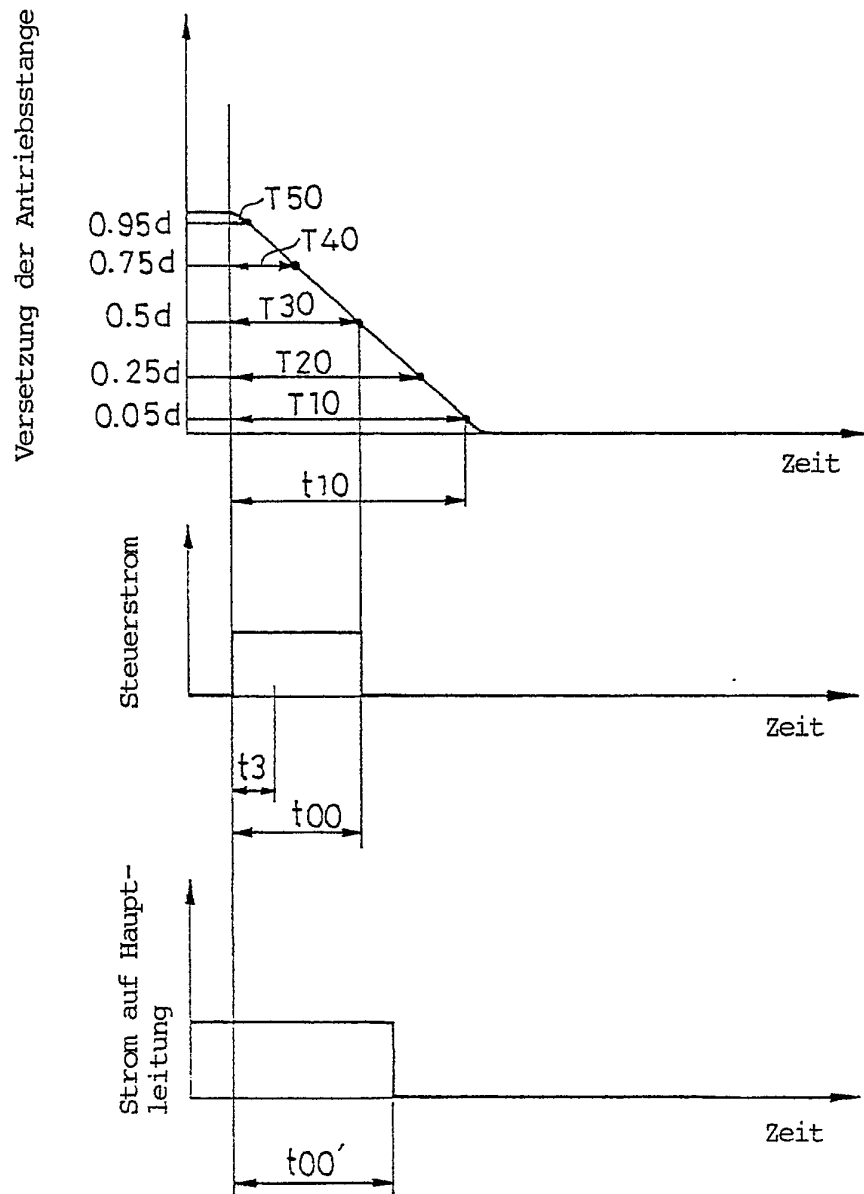


FIG. 11

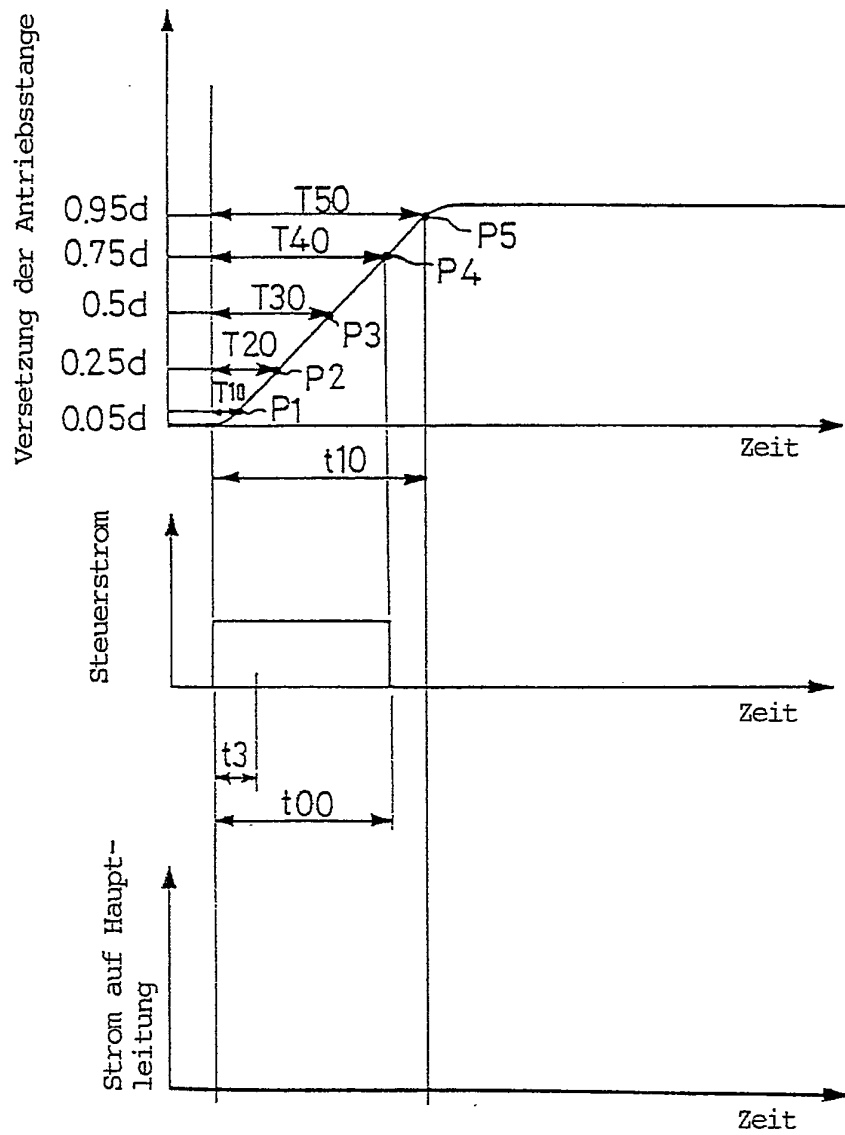


FIG. 12

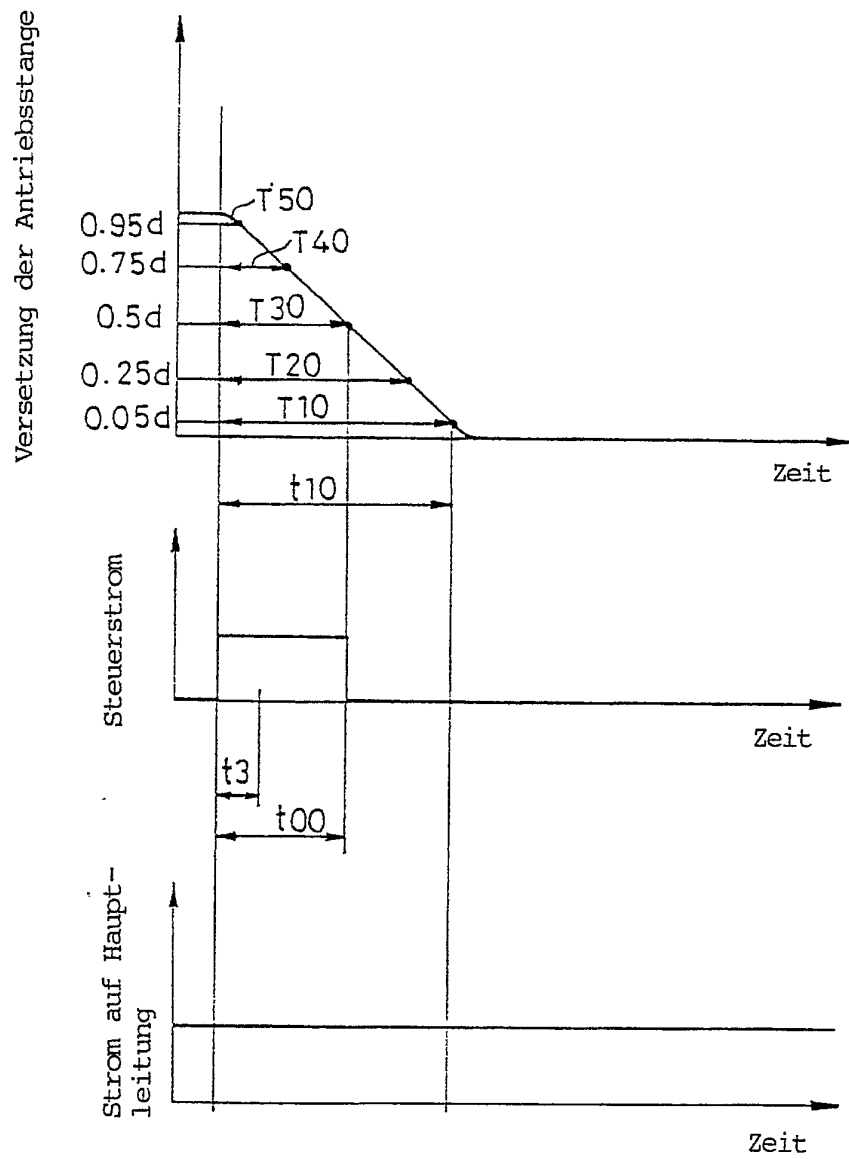


FIG.13 (A)

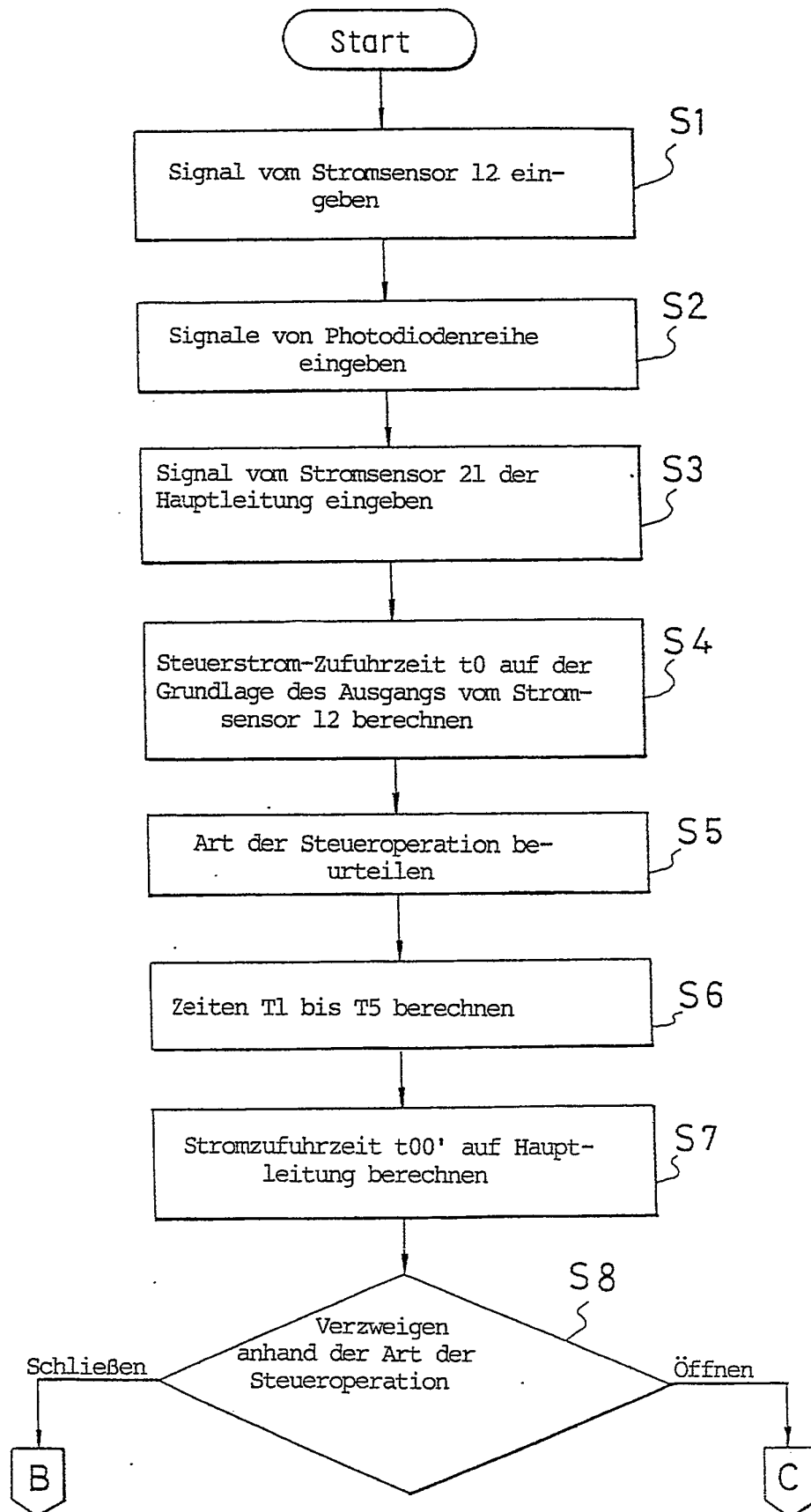


FIG.13 (B)

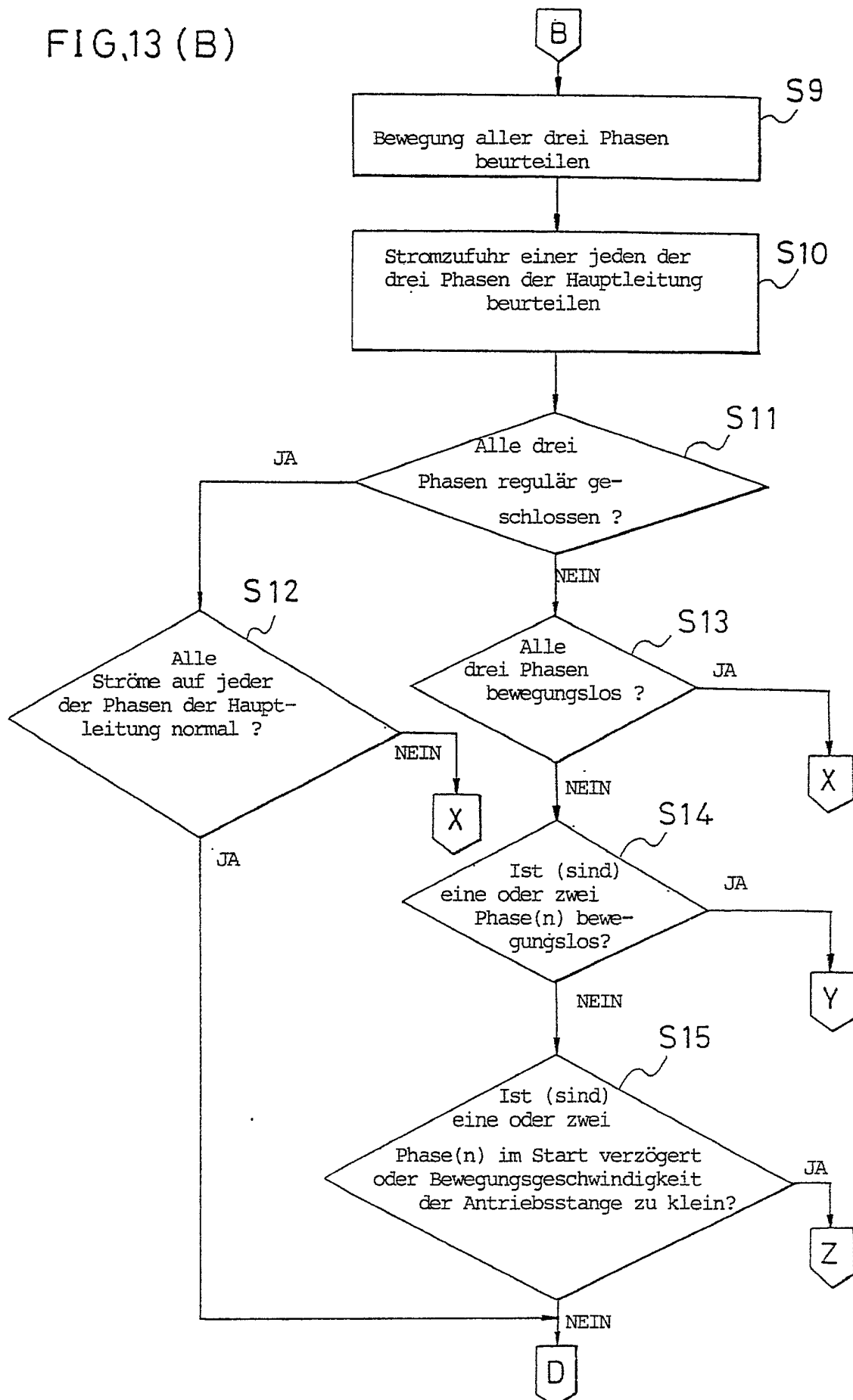


FIG. 13 (C)

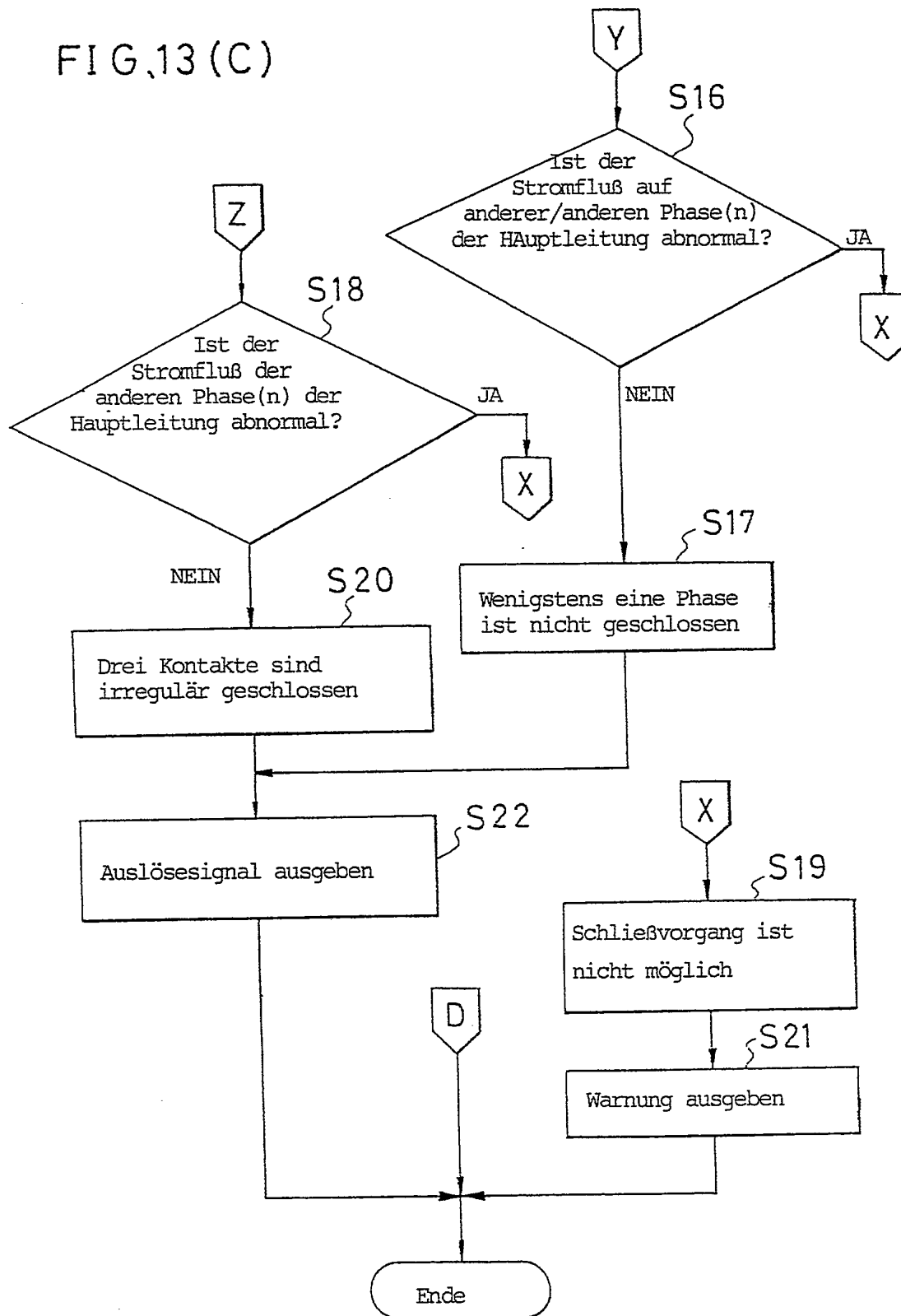


FIG. 13(D)

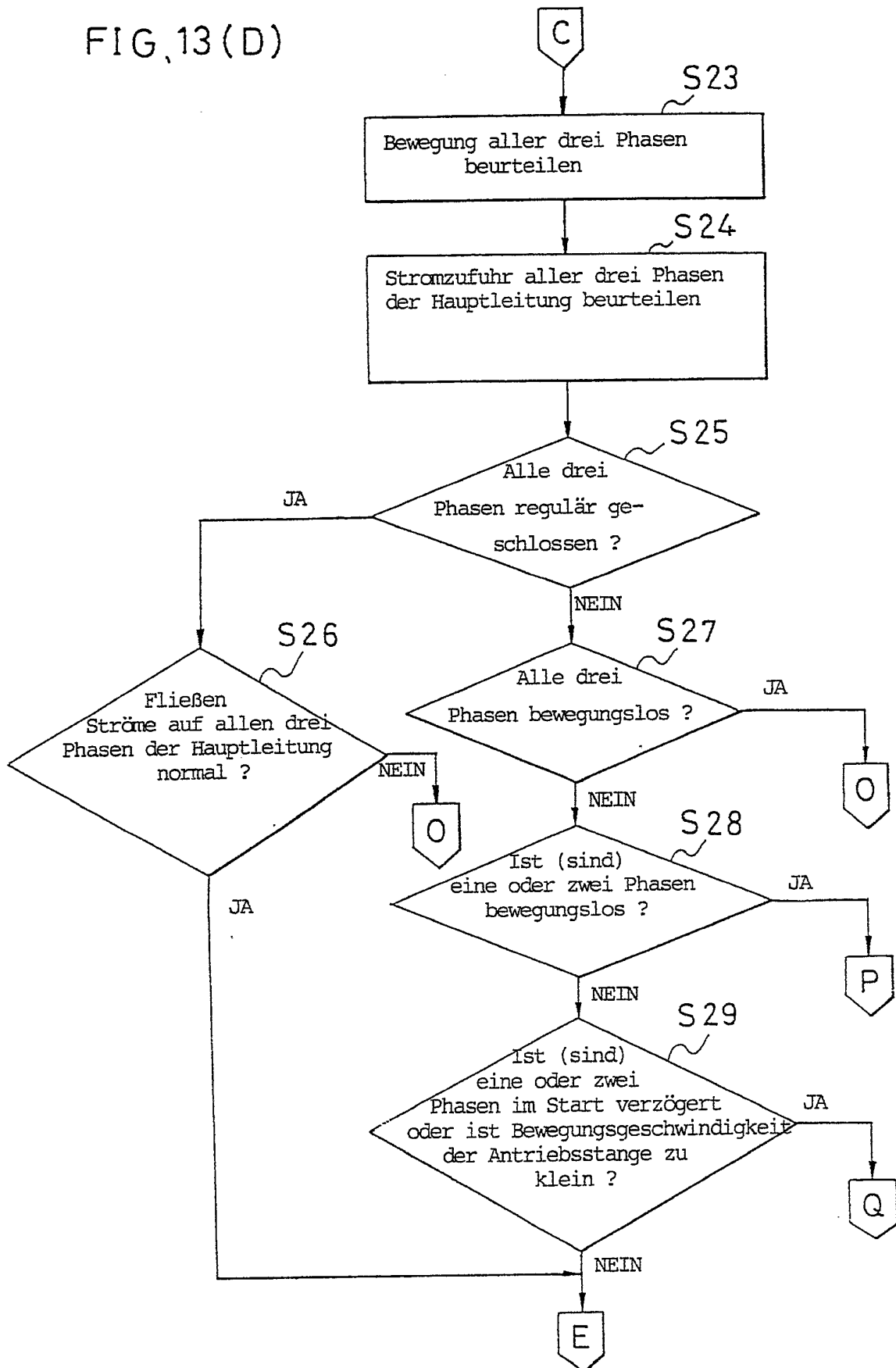


FIG. 13 (E)

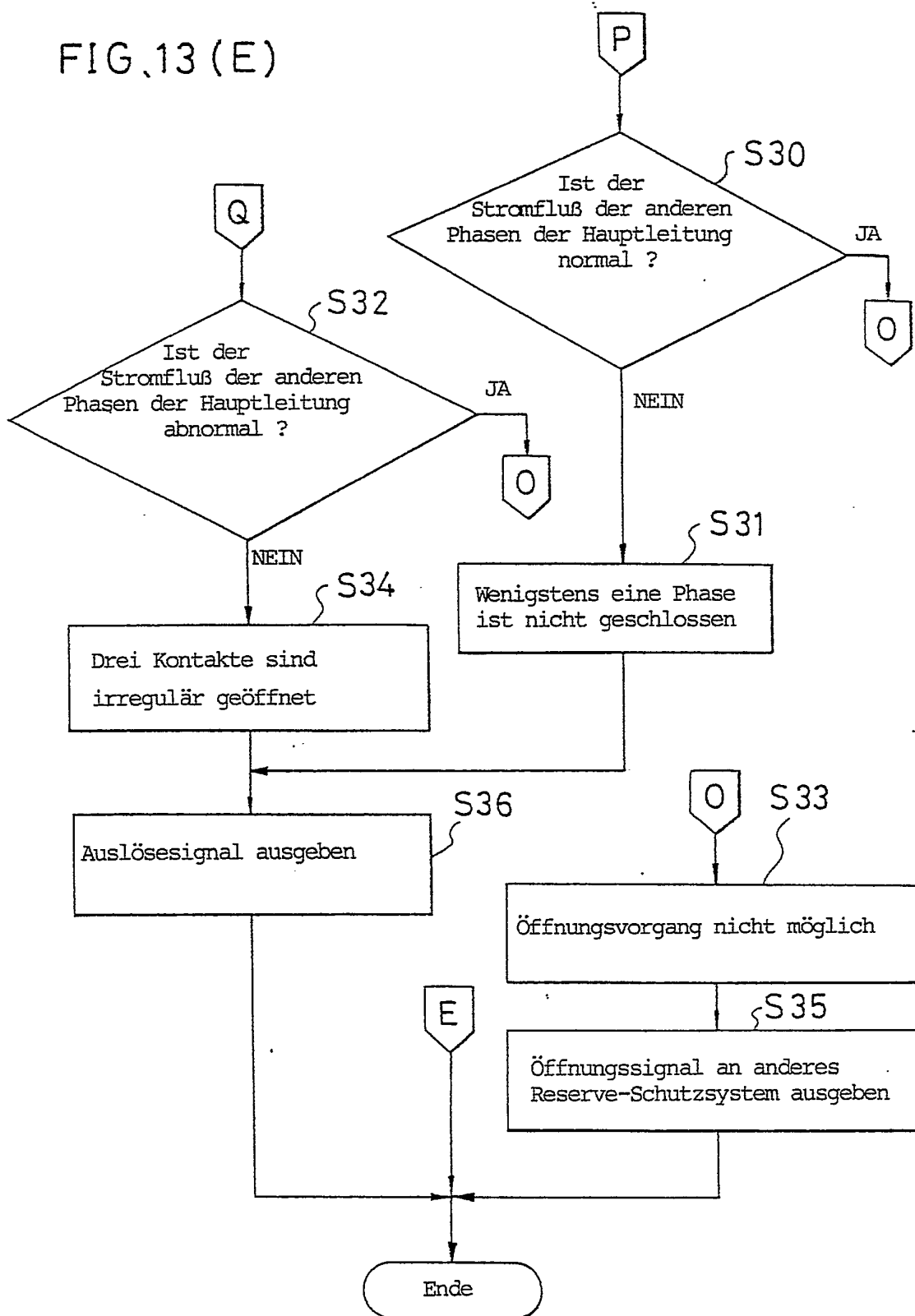


FIG. 14

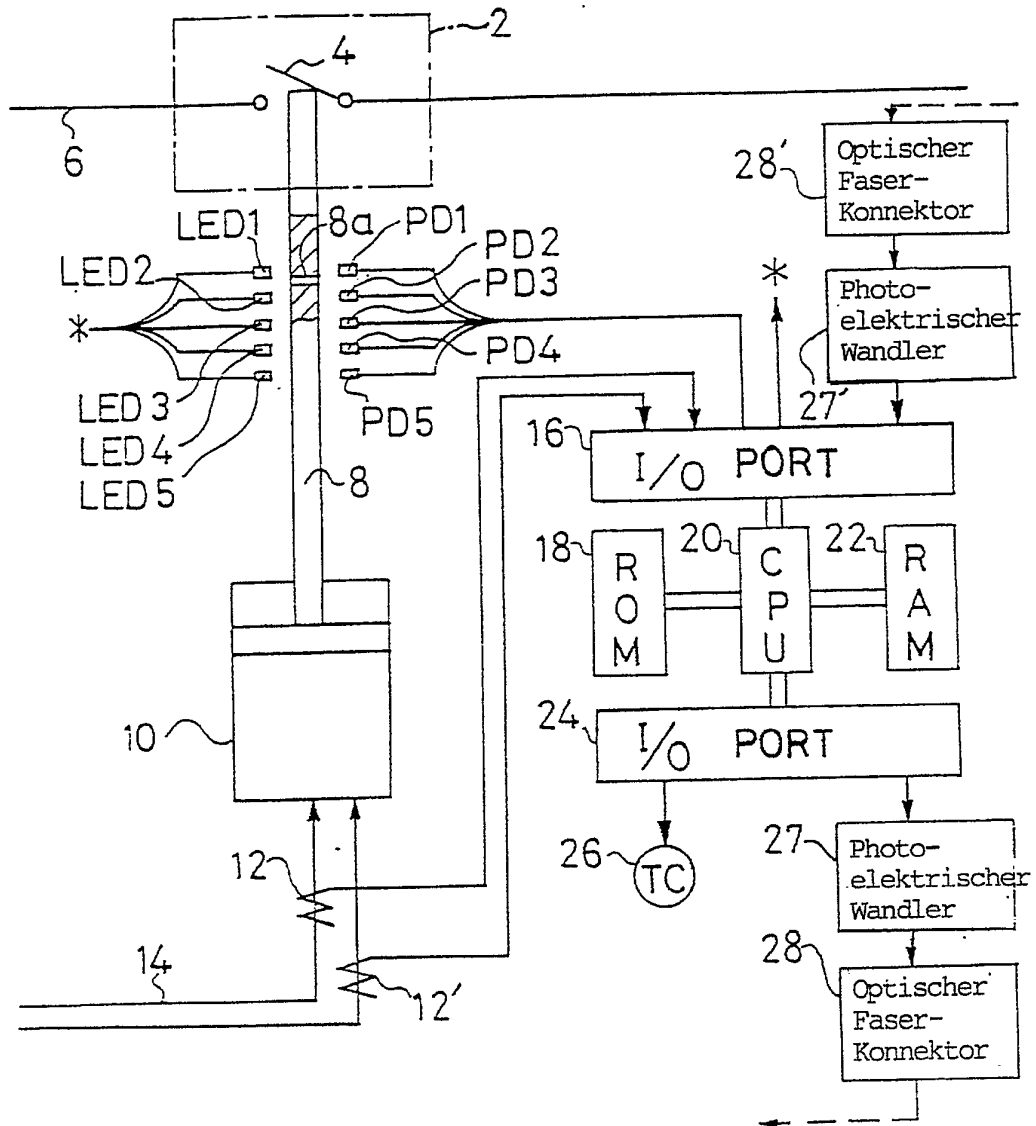


FIG. 15

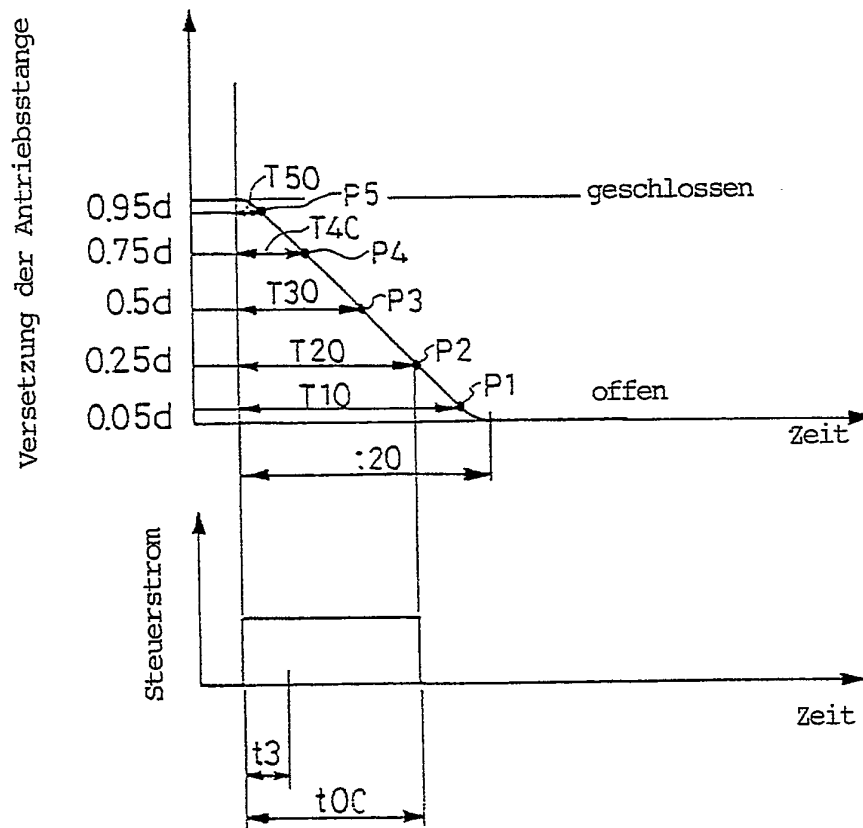


FIG. 16

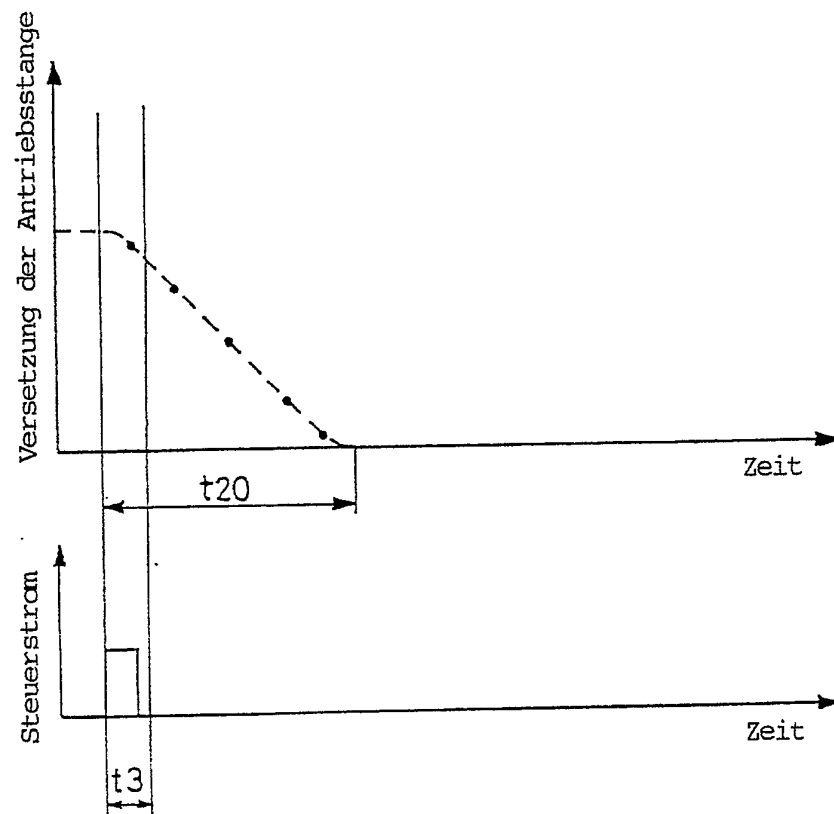


FIG. 17

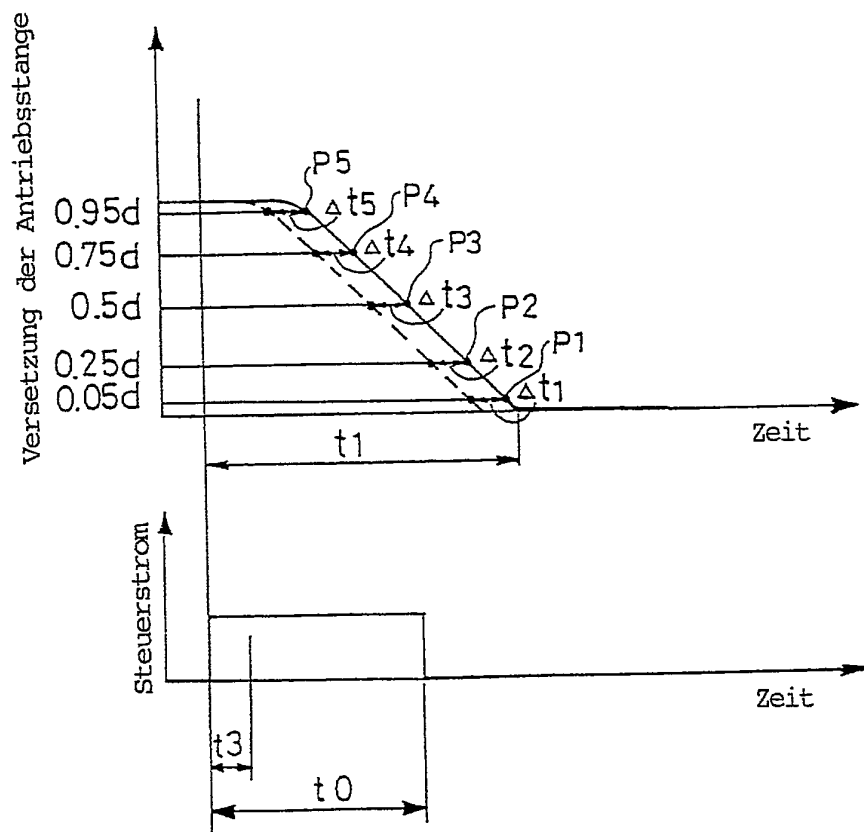


FIG. 18

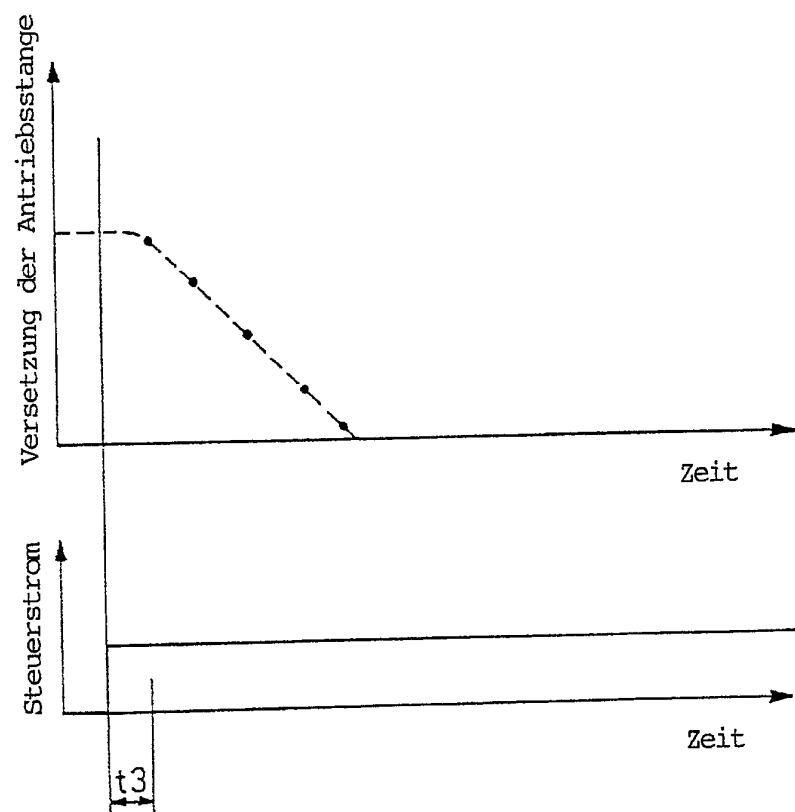


FIG. 19

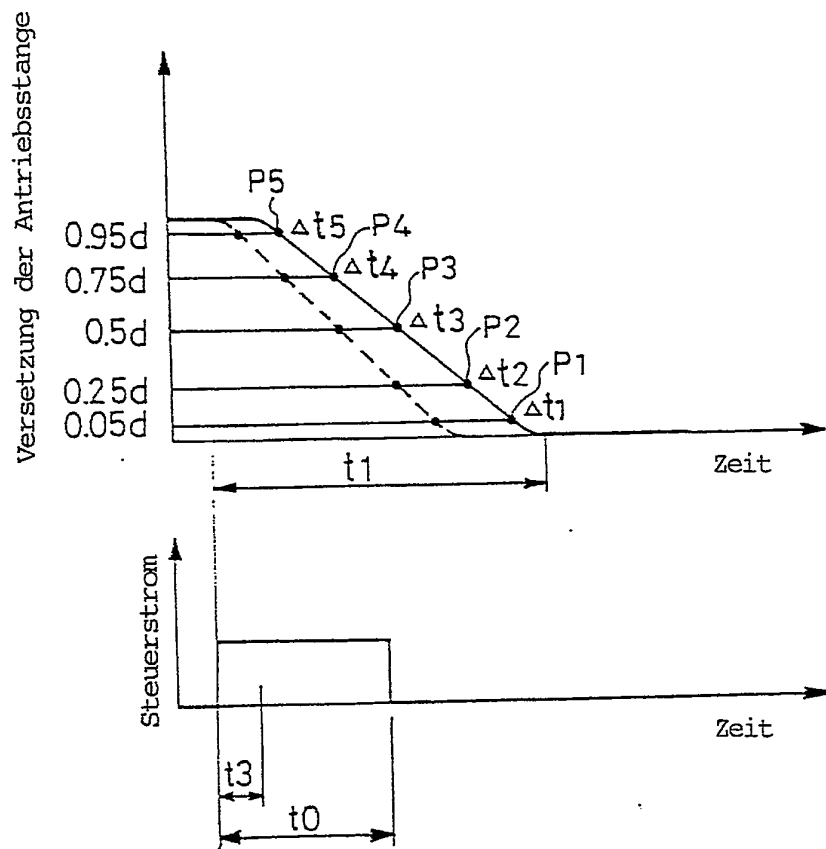


FIG. 20(A)

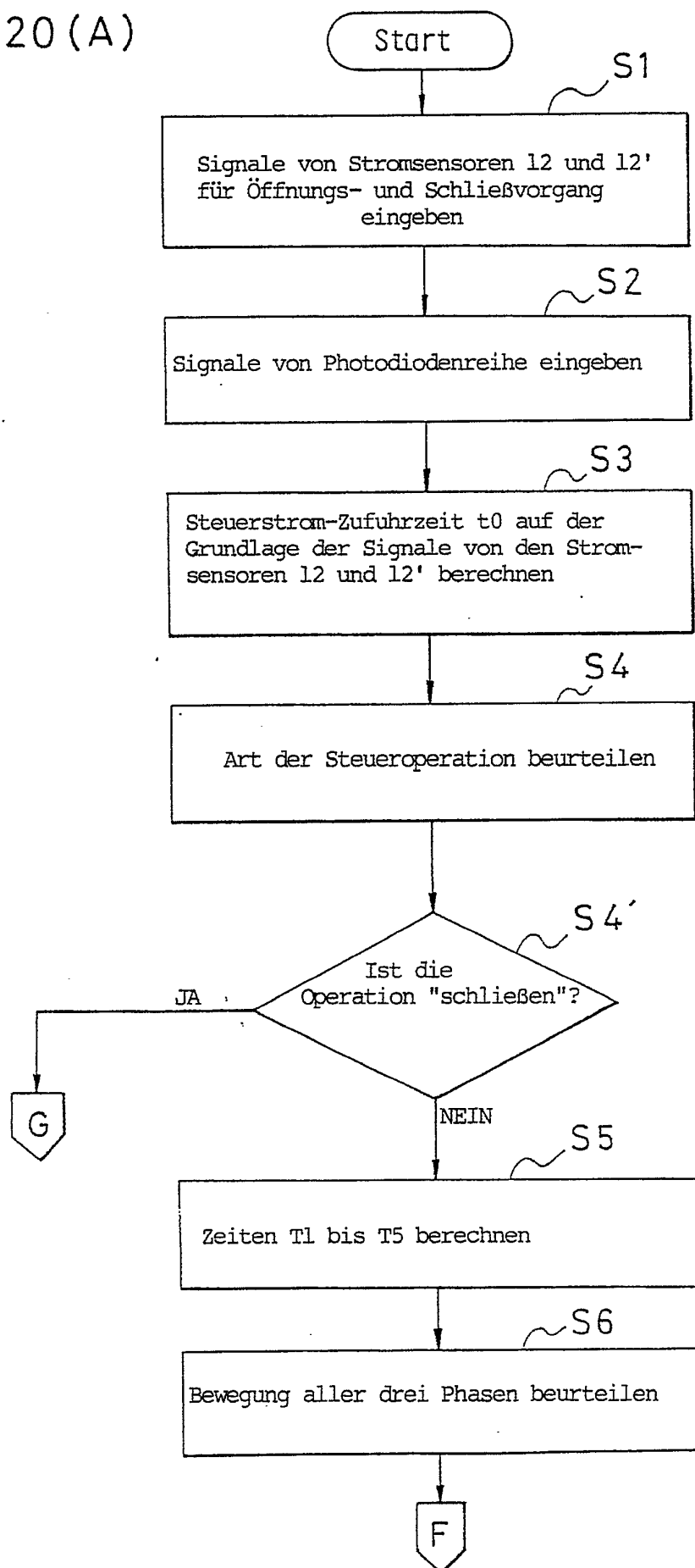


FIG. 20 (B)

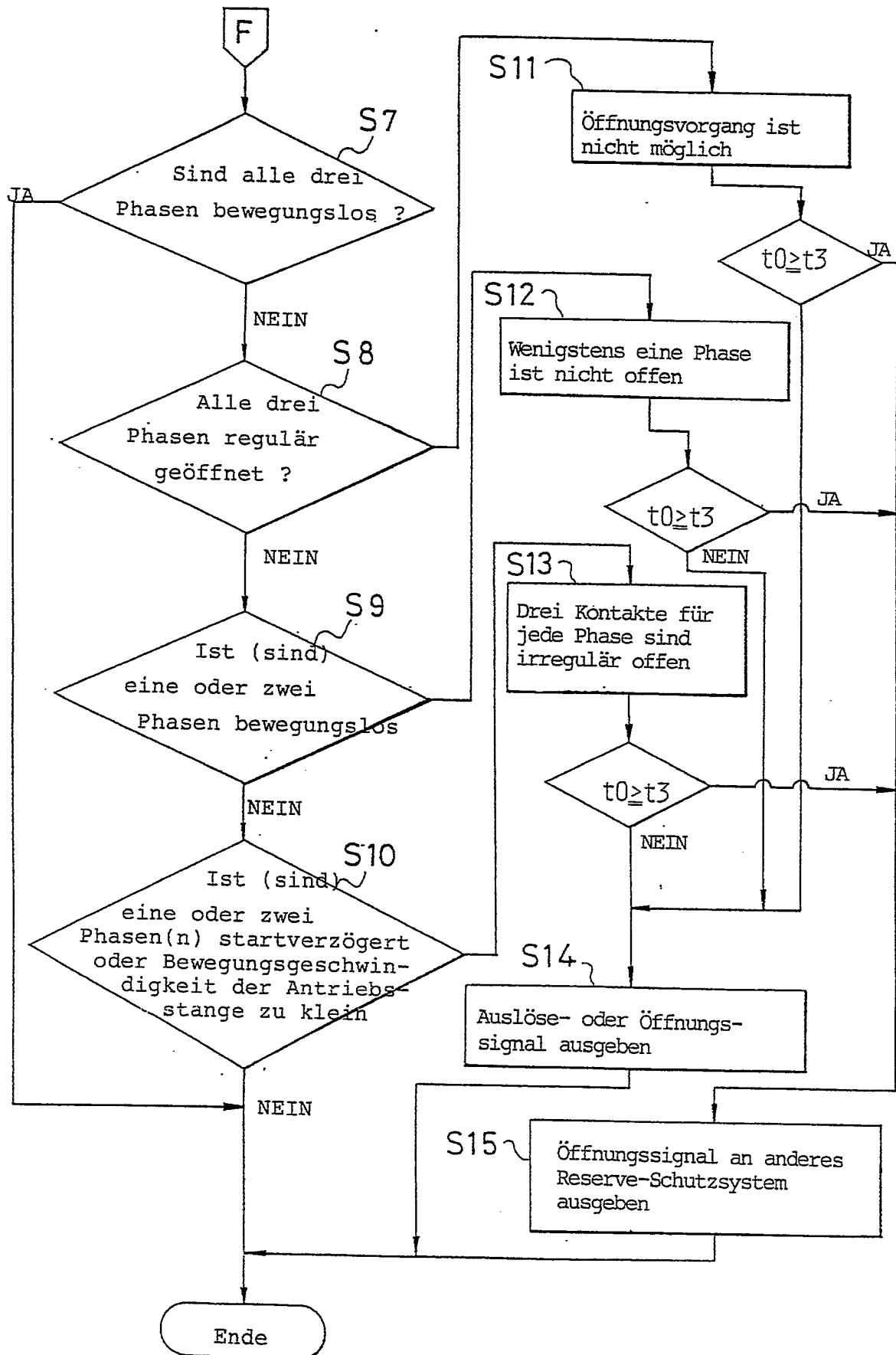


FIG. 20 (C)

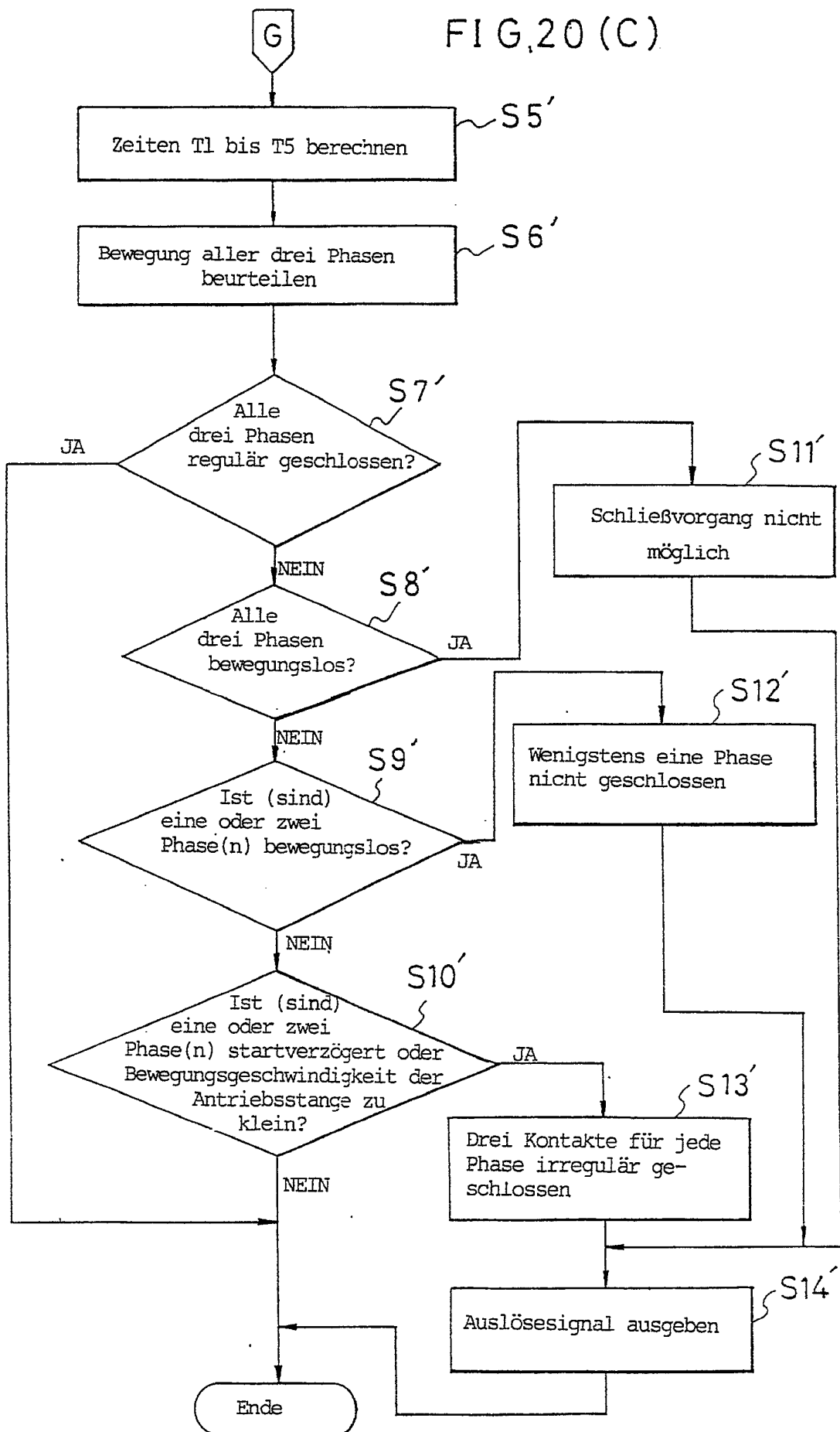


FIG. 21

(Stand der Technik)

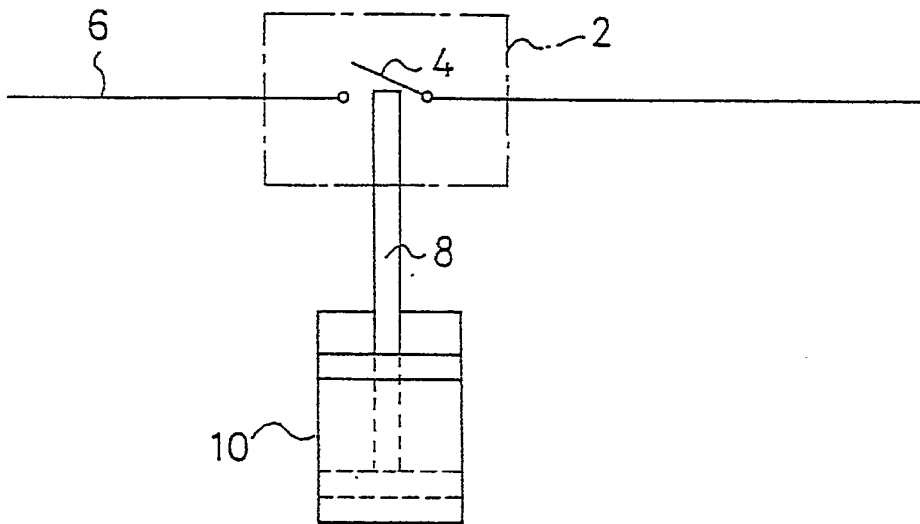


FIG. 22

(Stand der Technik)

