



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
10.05.95 Patentblatt 95/19

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01H 33/59, // H01H33/66**

②① Anmeldenummer : **90250033.9**

②② Anmeldetag : **08.02.90**

⑤④ **Verfahren zum Betrieb eines Leistungsschalters.**

③⑩ Priorität : **22.02.89 DE 3905822**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
29.08.90 Patentblatt 90/35

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
10.05.95 Patentblatt 95/19

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
BE DE FR GB IT NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 222 727
DD-A- 248 903
DE-A- 2 854 092
US-A- 3 555 354

⑦③ Patentinhaber : **SIEMENS**
AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
D-80333 München (DE)

⑦② Erfinder : **Huhse, Peter, Dr.**
Leubachstrasse 6
D-1000 Berlin 41 (DE)
Erfinder : **Kopplin, Horst, Dr.**
Rieppellstrasse 13
D-1000 Berlin 13 (DE)
Erfinder : **Niewisch, Joachim, Dr.**
Strahlsunder Strasse 14
D-8500 Nürnberg (DE)
Erfinder : **Trott, Josef**
Fasanenweg 16
D-8522 Herzogenaurach (DE)

EP 0 384 552 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Leistungsschalters, insbesondere eines Vakuumschalters, unter Verwendung eines Auslösesteuergerätes, das unabhängig vom Zeitpunkt einer Befehls-gabe zum Ausschalten die Öffnung der Schaltstücke zu einem in fester Beziehung zum Nulldurchgang des Stromes stehenden Zeitpunkt veranlaßt.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise durch die US-A-3 555 354 bekannt geworden. Zweck dieses Verfahrens ist es, die Dauer der Lichtbogenentladung zwischen den Schaltstücken des Leistungsschalters möglichst zu beschränken, andererseits zum Zeitpunkt des Stromnulldurchganges eine ausreichende Kontaktöffnung sicherzustellen. Das Auslösesteuergerät erfaßt hierzu über Wandler den fließenden Strom und gewinnt hieraus periodische Impulse jeweils beim Nulldurchgang des Stromes und im Maximum bzw. Minimum der Stromkurve. Beide Impulse werden über ein Zeitglied einem UND-Glied zugeführt, das zusätzlich durch ein Signal beaufschlagbar ist, das von der absoluten Höhe des Stromes abgeleitet ist. Das von dem UND-Glied ausgehende Auslösesignal gelangt in üblicher Weise zu einem Auslösemagneten, der ein Ventil oder eine Verklünnungsanordnung zur Freigabe des Schaltmechanismus bzw. des Schalterantriebes betätigt.

Vakuumschalter haben in ähnlicher Weise wie bestimmte Arten von Druckgasschaltern die Eigenschaft, daß ihre Schaltstrecken nach einer Stromunterbrechung in außerordentlich kurzer Zeit eine hohe dielektrische Festigkeit erlangen. Sie neigen daher insbesondere in stark induktiven Stromkreisen zu sogenannten multiplen Wiederzündungen, die eine rasche Folge von Lös- und Zündvorgängen zwischen den geöffneten Schaltstücken darstellen. Mit diesem Vorgang können hohe Überspannungen verbunden sein. In Drehstromnetzen kann es darüberhinaus aufgrund multipler Wiederzündungen im erstlöschenden Pol des Leistungsschalters zu einem virtuellen Stromabriß in den letztlöschenden Polen des Leistungsschalters kommen, wodurch gleichfalls Überspannungen erzeugt werden.

Zur Vermeidung solcher Überspannungen ist bereits versucht worden, in Vakuumschaltern Kontaktwerkstoffe einzusetzen, die aufgrund des relativ hohen Dampfdruckes einzelner Komponenten einen Schaltlichtbogen bis möglichst nahe dem Nulldurchgang des Stromes aufrechtzuerhalten. Dieser vorteilhaften Eigenschaft steht jedoch ein vermindertes Vermögen zur Unterbrechung hoher Schaltleistungen gegenüber, woraus sich die Schwierigkeit ergibt, einen zur Unterbrechung hoher Schaltleistungen geeigneten Leistungsschalter zu schaffen, der gleichzeitig die Entstehung von Überspannungen vermeidet.

Ferner ist es bekannt, die insbesondere beim

Schalten von Motorstromkreisen auftretenden Überspannungen durch Überspannungsbegrenzer oder durch Kombinationen von Widerständen, Kondensatoren und Drosselspulen mit ähnlichen Eigenschaften zu vermeiden. Abgesehen von der Schwierigkeit, solche Elemente an einer zur Sicherstellung ihrer Wirksamkeit geeigneten Stelle einer Schaltungsanordnung unterzubringen, müssen diese Bauteile auch individuell an die Eigenschaften des jeweils vorliegenden Stromkreises angepaßt werden.

Mit dem Ziel einer Vermeidung der vorstehend beschriebenen Schwierigkeiten ist bereits ein Schaltverfahren bekannt, bei dem zwei der Schaltstrecken eines dreipoligen Leistungsschalters mindestens um ein Drittel eines Zyklus der Netzfrequenz später geöffnet werden, als die erste Schaltstrecke, zuzüglich der minimalen Lichtbogendauer in der ersten Schaltstrecke (DE-C-28 54 092). Dieses Verfahren verhindert grundsätzlich das Auftreten des sogenannten virtuellen Stromabbrisses in den beiden letztlöschenden Polen des Leistungsschalters. Aufgrund der Tatsache, daß der Schaltvorgang zu einem beliebigen Zeitpunkt beginnen kann, lassen sich jedoch nicht die multiplen Wiederzündungen im erstlöschenden Pol verhindern, die ebenfalls Ursache von Überspannungen sind.

Wird ein Leistungsschalter unter Verwendung eines Auslösesteuergerätes betrieben, so ist es prinzipiell möglich, auch in Drehstromnetzen Schalthandlungen ohne Überspannungen vorzunehmen, wenn die Steuerung derart erfolgt, daß im Stromnulldurchgang aller Pole des Leistungsschalters ein solcher Abstand zwischen den Kontaktstücken besteht, daß der Lichtbogen unter dem Einfluß der wiederkehrenden Spannung nicht neu zünden kann. Ein solches Schaltverfahren erweist sich als außerordentlich schwierig durchführbar, weil das sogenannte Öffnungsfenster, d. h. der Zeitraum, in welchem die Öffnung der Schaltstücke erfolgen muß, in einem Netz mit einer Frequenz von 50 Hz eine Breite von lediglich etwa 2 ms hat. Übliche Leistungsschalter sind nicht in der Lage, einen Öffnungsvorgang mit einer solchen Präzision durchzuführen. Hinzu kommt, daß sich die mechanischen Eigenschaften von Leistungsschaltern im Laufe ihrer Benutzungsdauer soweit ändern können, daß sie das Öffnungsfenster nach längerer Betriebsdauer und veränderten Umgebungsbedingungen nicht mehr einzuhalten vermögen, selbst wenn sie dazu im Neuzustand geeignet sind.

Der Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, das Verfahren zum Betrieb eines Leistungsschalters so auszugestalten, daß im Laufe der Benutzungsdauer eines Leistungsschalters auftretende Änderungen von Eigenschaften selbsttätig berücksichtigt werden und hierdurch das Öffnungsfenster auch nach langer Betriebszeit eingehalten werden kann.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe da-

durch gelöst, daß dem Auslösesteuergerät ein Meßwert des Auslöseverzuges des Leistungsschalters vom Zeitpunkt der Abgabe des Auslösesignals bis zum Zeitpunkt der Trennung der Kontaktstücke bei einer vorangegangenen Ausschaltung als Korrekturgröße zugeführt wird. Der Auslöseverzug stellt nämlich das Ergebnis einer ganzen Reihe mechanischer Einflußgrößen dar, die einzeln nur schwierig zu erfassen sind. Der Auslöseverzug dagegen ist auf unterschiedliche Weise mit ausreichender Genauigkeit bei verhältnismäßig geringem Aufwand zu ermitteln. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, das von Überspannungen freie Schalten insbesondere von Motorstromkreisen und Drosselspulen mit Vakuumschaltern mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durchzuführen.

Im Rahmen der Erfindung eignet sich zur Durchführung des neuen Verfahrens ein Leistungsschalter, dem zur Ermittlung des Auslöseverzuges eine Meßeinrichtung zugeordnet ist, die durch den Empfang eines Auslösesignals in Lauf gesetzt und bei der Trennung der Kontaktstücke angehalten wird und daß eine Speichereinrichtung vorgesehen ist, die den Meßwert des Auslöseverzuges wenigstens bis zum nächsten Ausschaltvorgang speichert. Obwohl somit als Korrekturgröße für die Steuerung des Leistungsschalters unter Umständen ein Auslöseverzug herangezogen wird, der auf einer bereits eine gewisse Zeit zurückliegenden Ausschaltung beruht, so erweist es sich dennoch, daß diese Vorgehensweise geeignet ist, daß relativ schmale Öffnungsfenster bei der Ausschaltung zutreffen.

Zur Messung des Auslöseverzuges sind sowohl elektrische als auch elektromechanisch bzw. elektronisch-mechanisch wirkende Auswerteeinrichtungen geeignet. Insbesondere kann beim Schalten mit Strom das Auftreten einer Lichtbogenspannung zwischen den Kontaktstücken als Kriterium für die Kontakttrennung herangezogen werden.

Anstelle der vorstehend erläuterten Meßeinrichtung oder zusätzlich zu dieser kann die Auswerteeinrichtung zur Erfassung der Kontaktöffnung eine Schaltungsanordnung zur Messung der Kapazität zwischen den Kontaktstücken enthalten. Auch dieses Meßverfahren arbeitet berührungslos und erfordert somit keine Änderungen am Kontaktsystem selbst.

Es ist jedoch auch möglich, den zur Ermittlung des Auslöseverzuges zu ermittelnden Zeitpunkt der Kontaktöffnung unmittelbar aus der Relativbewegung der Kontaktstücke zu ermitteln. Hierzu kann ein unmittelbar mit einem bewegbaren Kontaktstück verbundenes Antriebsorgan mit einem Reflektor versehen und diesem mit geringem Abstand gegenüberstehend ein Lichtwellenleiter ortsfest angebracht sein, der an seinem dem Reflektor abgewandten Ende mit einer Lichtquelle und einer Empfangsschaltung für reflektiertes Licht zusammenwirkt.

Wie bereits eingangs dargelegt, wird durch die Messung des Auslöseverzuges bereits eine Vielzahl

miteinander verknüpfter Einflußgrößen für den mechanischen Ablauf des Schaltvorganges berücksichtigt. Ist aber beispielsweise damit zu rechnen, daß ein Leistungsschalter an seinem Aufstellungsort stark wechselnden Temperaturen ausgesetzt ist, so kann sich die einmal ermittelte Größe des Auslöseverzuges als nicht ausreichend genau zur Steuerung des Leistungsschalters erweisen. In diesem Fall kann es vorteilhaft sein, dem Auslösesteuergerät als weitere Korrekturgröße die Temperatur der Antriebsvorrichtung des Leistungsschalters zuzuführen. Dies kann auf verhältnismäßig einfache Weise durch einen in dem Antriebsgehäuse angebrachten Temperaturfühler geschehen. Wird nun durch eine Versuchsreihe ermittelt, welchen Einfluß die Temperatur auf den Auslöseverzug hat, so kann durch eine Zuordnung der jeweils vorliegenden Temperatur zu einem Standardwert des Auslöseverzuges die voraussichtliche positive oder negative Abweichung von dem Standardwert ermittelt werden.

Ein weiteres Kriterium für den mechanischen Ablauf des Schaltvorganges bildet die seit der letzten Schalthanhandlung verstrichene Zeit. Grundsätzlich hält ein regelmäßig benutzter Leistungsschalter den einmal bestimmten Wert des Auslöseverzuges eher bei als ein nur selten und möglicherweise nur im Abstand von Monaten oder Jahren betätigter Leistungsschalter. Dieser Einfluß kann durch eine geeignete Korrekturgröße berücksichtigt werden. Hierzu kann die seit der letzten Schalthanhandlung vergangenen Zeit gemessen werden, wobei auch hier durch Versuche festzustellen ist, wie sich der Auslöseverzug ausgehend von einem Standardwert in Abhängigkeit von der Stillstandszeit verändert.

Die Freigabe des Schaltmechanismus von Leistungsschaltern erfolgt im allgemeinen durch einen Elektromagnet, der aus einem Hilfsnetz gespeist wird. Da die Spannung dieses Hilfsnetzes schwanken kann und die Ansprechgeschwindigkeit des Auslösemagneten hiervon abhängig ist, hat auch der Wert der Versorgungsspannung des Auslösemagneten einen unmittelbaren Einfluß auf den Auslöseverzug. Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann auch dieser Einfluß berücksichtigt werden, indem die Versorgungsspannung des Auslösemagneten dem Auslösesteuergerät zur Gewinnung einer weiteren Korrekturgröße zugeführt wird. Ebenso kann die Temperatur der Wicklung des Auslösemagneten erfaßt werden, da hiervon der Widerstand und somit bei gegebener Spannung der Strom durch die Wicklung abhängt.

Alle genannten Meßwerte bzw. Korrekturgrößen können zweckmäßig einem Echtzeitmikroprozessor zugeführt werden, der durch Vergleich mit aus einem Speicher entnommenen Meßwerten bzw. Standardwerten ein Auslösesignal für den Leistungsschalter bereitstellt. Im Zusammenhang hiermit können Schwellwertglieder vorgesehen sein, die bei einer

Unterschreitung eines unteren Grenzwertes des Stromes oder bei einer Überschreitung eines oberen Grenzwertes des Stromes eine unverzögerte Auslösung bewirken.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Die Figur 1 zeigt als Blockschaltbild die grundsätzliche Anordnung der Komponenten eines Leistungsschalters.

Die Figur 2 zeigt vereinfacht eine Anordnung zur Messung des Auslöseverzugs, bei der die Änderung der Kapazität von Schaltstücken bei deren Trennung ausgewertet wird.

In der Figur 3 ist das Prinzip der Erfassung des Zeitpunktes der Trennung von Schaltstücken mittels der Lichtbogenspannung dargestellt.

Die Figur 4 zeigt die Anordnung einer optoelektronischen Meßeinrichtung zur Erfassung der Trennung der Kontaktstücke.

Die Figur 5 zeigt schematisch einen Antriebskasten eines Vakuum-Leistungsschalters mit einem Auslösesteuergerät, dem wahlweise eine oder mehrere Korrekturgrößen zuführbar sind.

In der Figur 6 ist ein Blockschaltbild des Programmablaufes bei der Auslösung eines Leistungsschalters unter Verwendung eines Echtzeit-Mikroprozessors dargestellt.

In der Figur 1 ist ein Drehstrommotor 1 gezeigt, der mittels eines dreipoligen Vakuum-Leistungsschalters 2 ein- und ausschaltbar ist. Mit dem Symbol für ein Schaltschloß ist eine Verklüpfungseinrichtung 3 bezeichnet, der die Freigabe der Schaltkontakte des Leistungsschalters 2 zum Ausschalten obliegt. Die Verklüpfungseinrichtung 3 ist nur durch ein Auslösesteuergerät 4 betätigbar, das seinerseits durch einen Auslöser 5 oder handbetätigte Befehlsgeber 6 zu beaufschlagen ist. Dem Auslösesteuergerät 4 werden stromabhängige Signale zugeführt, die an Stromwandlern 7 gewonnen werden.

Das Auslösesteuergerät 4 enthält eine Speichereinheit 10, die zur Speicherung wenigstens eines Meßwertes für den Auslöseverzug des Leistungsschalters 2 bei der vorangehenden Ausschaltung vorgesehen ist. Darüber hinaus kann die Speichereinheit 10 so ausgebildet sein, daß sie sowohl weitere Meßwerte des Auslöseverzuges von früheren Schaltvorgängen als auch zusätzliche, für den mechanischen Ablauf des Schaltvorganges wesentliche Größen aufnehmen kann.

Ein Beispiel für die Messung des Zeitpunktes der Öffnung der Schaltstücke des Leistungsschalters 2 ist in der Figur 2 dargestellt. Über Schutzwiderstände 14 und Stützisolatoren 11 und 12, deren Eigenkapazität mit dem Symbol für einen Kondensator gestrichelt dargestellt ist, wird an die Schaltstrecke des Leistungsschalters 2 eine hochfrequente Meßspannung aus einer Spannungsquelle 13 angelegt. Geeignet ist

beispielsweise eine Spannung mit einer Frequenz von 5 MHz. An den Klemmen 15 wird eine Hochfrequenzspannung zur Auswertung abgenommen. Im zeitlichen Verlauf dieser Hochfrequenzspannung entsteht ein charakteristischer Sprung durch die Änderung der Kapazität des Meßkreises infolge der Öffnung der Schaltstücke des Leistungsschalters 2. Zum Verständnis dieses Vorganges sei erwähnt, daß die Schaltstücke eines Vakuumschalters ebene Kontaktflächen aufweisen, die entweder kreis- oder kreisringförmig beschaffen sein können. Während im geschlossenen Zustand der Schaltstücke keine Kapazität vorhanden ist, entsteht eine solche durch die Bildung eines Plattenkondensators, sobald sich die Schaltstücke voneinander trennen. Die Einschaltung dieser Kapazität in den Meßkreis wird in einem mit einer Schutzvorrichtung 17 versehenen Auswertegerät 16 durch Vergleich mit dem Zeitpunkt der Freigabe der Verklüpfungseinrichtung 3 ausgewertet und ergibt den Auslöseverzug des Leistungsschalters 2.

In der Figur 3 ist ein weiteres Beispiel für die Messung des Auslöseverzuges des Leistungsschalters 2 schematisch dargestellt. Hierbei wird mittels geeigneter Trennglieder 20 und 21, bei denen es sich beispielsweise um optoelektronische Einrichtungen handeln kann, die an der Schaltstrecke des Leistungsschalters 2 liegende Spannung einer Meßeinrichtung 22 zugeführt. Diese erhält somit das Spannungssignal "0", wenn die Schaltstücke des Leistungsschalters 2 geschlossen sind und ein der Lichtbogenspannung entsprechendes Spannungssignal, wenn die Schaltstücke des Leistungsschalters 2 bei fließendem Strom geöffnet werden. Der Auslöseverzug des Leistungsschalters 2 ergibt sich durch Vergleich der Zeitpunkte des Auftretens dieser Lichtbogenspannung und dem Zeitpunkt der Entklüpfung des Schaltschlusses 3. Durch die gestrichelte Verbindung zwischen dem Schaltschloß 3 und der Meßeinrichtung 22 ist der Vergleich der genannten Zeitpunkte angedeutet.

Während die anhand der Figuren 2 und 3 erläuterten Einrichtungen den Auslöseverzug auf elektrischem Wege messen, kommt auch eine optoelektronische Erfassung in Betracht. Diese hat den Vorteil, daß kein Aufwand für die galvanische Trennung zwischen der an dem Leistungsschalter liegende Hochspannung und der Meßeinrichtung erforderlich ist. Anhand der Figur 4 wird dieses Meßverfahren erläutert. Diese Figur zeigt teilweise im Schnitt einen Vakuum-Leistungsschalter bekannter Bauart (vgl. DE-B-27 17 958), dessen Schaltrohren 25 durch je eine isolierende Antriebsstange 26 betätigbar sind. Diese Antriebsstangen greifen über einen Winkelhebel 27 an einem geradlinig verschiebbaren Tragbolzen 30 des bewegbaren Schaltstückes 31 an. Wird beispielsweise dieser Tragbolzen mit einer reflektierenden Markierung versehen und dieser gegenüberstehend ein Sensor angebracht, so kann eine Bewe-

gung des Tragbolzens und damit des Schaltstückes 31 festgestellt werden. In der Figur 4 ist hierzu angedeutet, daß die Zuführung des Lichtes und die Rückleitung der Reflektion durch einen Lichtwellenleiter 32 erfolgt, der mit einer aus Sender und Empfänger bestehenden Auswerteeinheit 33 verbunden ist. Die Auswerteeinheit 33 ermittelt den Auslöseverzögerungswert durch Vergleich des Zeitpunktes einer Bewegung des Tragbolzens 30 mit dem Zeitpunkt der Freigabe der Verklammerung im Antriebskasten des Leistungsschalters 2. Die Auswerteeinheit 33 kann im Auslösesteuergerät 4 (Figur 1) integriert sein.

In der Figur 5 ist teilweise im Schnitt ein Vakuum-Leistungsschalter 2 ähnlich der Figur 4 gezeigt, der ein Auslösesteuergerät 4 sowie Sensoren für Einflußgrößen aufweist, die den Auslöseverzögerungswert beeinflussen können. Das Auslösesteuergerät 4 ist in dem Antriebskasten 35 des Leistungsschalters 2 untergebracht. In der eingeschalteten Stellung ist die Schalterröhre 25 durch einen Klinkenhebel 36 gehalten, der am einen Ende eines auf einer Schaltwelle 37 sitzenden zweiarmigen Hebels 40 angreift. Wie bereits anhand der Figur 4 erläutert wurde, wird das bewegliche Schaltstück 31 durch eine Antriebsstange 26 sowie einen Winkelhebel betätigt. In der dargestellten Einschaltstellung ist die Schaltwelle 37 mittels des zweiarmigen Hebels 40 und des Klinkenhebels 36 gegen eine Drehung im Sinne des Ausschaltens gesperrt.

Der Klinkenhebel 36 ist durch einen Ausschaltmagnet 41 in die strichpunktiert gezeigte Ausschaltstellung bewegbar, in der die Schaltwelle 37 zum Ausschalten freigegeben ist. Durch nicht dargestellte Ausschaltfedern wird dann die Schaltwelle 37 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht und dabei die Antriebsstange 26 mitgenommen. Der Ausschaltmagnet 41 ist, wie durch einen Pfeil 42 angedeutet, durch das Auslösesteuergerät 4 zu betätigen. Dies geschieht dann, wenn durch den Auslöser 5 oder durch einen von Hand eingegebenen Befehl (Pfeil 42) die Durchführung eines Ausschaltvorganges angefordert worden ist und das Auslösesteuergerät 4 den hierfür geeigneten Zeitpunkt ermittelt hat. Hierzu bestimmt das Auslösesteuergerät 4 zunächst die Zeitpunkte der folgenden Stromnulldurchgänge aufgrund der von den Stromwandlern 7 übermittelten Meßwerte. Die Weitergabe des Auslösebefehles an den Auslösemagneten 41 geschieht nun unter Berücksichtigung des in dem Auslösesteuergerät 4 gespeicherten Wertes des Auslöseverzögerungswertes bei der vorangegangenen Ausschaltung sowie weiterer, durch Sensoren bereitgestellter Größen. Hierzu gehört ein Temperaturregler 44 für die gerade vorhandene Temperatur im Antriebskasten des Leistungsschalters 2 sowie ein weiterer Temperaturregler 24 für die Temperatur der Wicklung des Auslösemagneten 41. Ferner wird durch einen weiteren Sensor die zur Speisung des Auslösemagneten 41 zu Verfügung stehende Spannung erfaßt. Ein Zeitgeber 47 als Bestandteil des Auslösesteuer-

gerätes 4 stellt die seit der letzten Ausschalthandlung verstrichene Zeit zur Korrektur des Auslöseverzögerungswertes bereit.

Je nach für einen bestimmten Leistungsschalter gewonnenen Ergebnissen können alle erwähnten Sensoren oder nur ein Teil derselben eingesetzt werden. Ist beispielsweise ein Leistungsschalter nur geringen Temperaturänderungen ausgesetzt, so kann der Einfluß der Temperatur auf den Zustand der Schaltmechanik vernachlässigt werden und der Sensor 44 ist demgemäß entbehrlich.

Beim nun folgenden Ausschalten wird der Auslöseverzögerungswert mittels eines Sensors 50 erneut festgestellt und dem Auslösesteuergerät zum Vergleich mit dem in dem Speicher 10 des Auslösesteuergerätes 4 befindlichen Wert des Auslöseverzögerungswertes eingegeben. Dabei kann entweder der vorherige Speicherwert durch den neuen Meßwert ersetzt werden oder aber der neue Meßwert kann zusätzlich gespeichert werden, um im Verlauf mehrerer Schaltungen die Veränderung des Auslöseverzögerungswertes festzustellen und durch Extrapolation der gespeicherten Meßwerte den jeweils zu erwartenden Auslöseverzögerungswert mit möglichst großer Wahrscheinlichkeit zu berechnen.

Der Auslösemagnet 41 kann sowohl ein Arbeitsstromauslöser als auch ein Unterspannungsauslöser sein. Da Unterspannungsauslöser nach dem Prinzip des Haltemagneten arbeiten, läßt sich im allgemeinen eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als bei einem Arbeitsstromauslöser erreichen. Jedoch hängt es von dem jeweils gegebenen Zusammenwirken zwischen dem Auslösemagneten und dem Schaltmechanismus ab, ob die eine oder andere Art eines Magneten geeigneter ist.

In der Figur 6 ist ein Blockschaltbild des Programmablaufes dargestellt, wie er mit Hilfe eines Echtzeit-Mikroprozessors durchgeführt wird. Der Funktionsablauf ist aus der eingetragenen Beschriftung der Blöcke unmittelbar ersichtlich. Es sei jedoch erwähnt, daß anhand der von den Stromwandlern übermittelten Signale zunächst mittels eines Schwellwertgliedes I_u ermittelt wird, ob ein sehr kleiner Strom vorliegt bzw. dieser unter einer bestimmten niedrigen Grenze liegt. Der Funktionsablauf für diesen Fall ist in dem Blockschaltbild mit "A" bezeichnet. In dem Fall, daß der gemessene Strom oberhalb eines bestimmten Grenzwertes liegt (Schwellwertglied I_o), der einem Kurzschluß zugeordnet werden kann, erfolgt die Auslösung entsprechend dem mit B bezeichneten Funktionsablauf unverzögert. Für die zwischen diesen Grenzwerten liegende Ströme wird in der schon beschriebenen Weise der Zeitpunkt der Weitergabe des Auslösebefehles an den Auslösemagneten berechnet.

Wie schon einleitend bemerkt, ist das sogenannte Öffnungsfenster für überspannungsfreie Abschaltungen in Drehstromnetzen sehr schmal. Wird jedoch von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, die Pole ei-

nes Leistungsschalters nicht, wie gewöhnlich aus mechanischen Gründen gegeben, gleichzeitig, sondern gestaffelt oder versetzt öffnen zu lassen, so kann das Öffnungsfenster bis auf etwa 8,5 msec verbreitert werden. Dementsprechend werden die Anforderungen an die Genauigkeit der mechanischen Steuerung und die elektronische Erfassung von Veränderungen des Auslöseverzuges gemildert. Das Verfahren des versetzten Schaltens ist an sich bekannt (DE-C-28 54 092).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Leistungsschalters, insbesondere eines Vakuumschalters (2), unter Verwendung eines Auslösesteuergerätes (4), das unabhängig vom Zeitpunkt einer Befehls-gabe zum Ausschalten die Öffnung der Schaltstücke (31) zu einem in fester Beziehung zum Nulldurchgang des Stromes stehenden Zeitpunkt veranlaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Auslösesteuergerät (4) ein Meßwert des Auslöseverzuges des Leistungsschalters vom Zeitpunkt der Abgabe des Auslösesignals bis zum Zeitpunkt der Trennung der Kontaktstücke bei einer vorangegangenen Ausschaltung als Korrekturgröße zugeführt wird. 15
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Leistungsschalter (2) zur Ermittlung des Auslöseverzuges eine Auswerteeinrichtung (16; 22; 33) zugeordnet ist, die durch den Empfang eines Auslösesignals in Lauf setzbar und bei der Trennung der Kontaktstücke (31) stillsetzbar ist und daß eine Speichereinrichtung (10) zur Speicherung des Meßwertes des Auslöseverzuges wenigstens bis zum nächsten Ausschaltvorgang vorgesehen ist. 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteeinrichtung (22) eine Schaltungsanordnung zur Erfassung des Auftretens einer Lichtbogenspannung zwischen den Kontaktstücken (31) enthält. 25
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteeinrichtung (16) zur Erfassung der Kontaktöffnung eine Schaltungsanordnung zur Messung der Kapazität zwischen den Kontaktstücken (31) enthält. 30
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ermittlung des Zeitpunktes der Trennung der Kontaktstücke (31) eine Einrichtung (33) zur Erfassung einer Relativbewegung der Kontaktstücke vorgesehen ist. 35

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein unmittelbar mit einem bewegbaren Kontaktstück (31) verbundenes Antriebsorgan (30) mit einem Reflektor versehen und diesem mit geringem Abstand gegenüberstehend ein Lichtwellenleiter (32) ortsfest angebracht ist, der an seinem dem Reflektor abgewandten Ende mit einer Lichtquelle und einer Empfangsschaltung für reflektiertes Licht (33) zusammenwirkt. 40
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Auslösesteuergerät (4) als weitere Korrekturgröße die Temperatur (Sensor 44) der Antriebsvorrichtung des Leistungsschalters (2) zugeführt wird. 45
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Auslösesteuergerät (4) als weitere Korrekturgröße die seit der letzten Schalthandlung vergangene Zeit (Zeitgeber 47) zugeführt wird. 50
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Auslösesteuergerät (4) die Versorgungsspannung (Spannungs-Sensor 45) eines Auslösemagneten (41) des Leistungsschalters (2) zur Gewinnung einer weiteren Korrekturgröße zugeführt wird. 55
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Auslösesteuergerät (4) die Temperatur der Wicklung eines Auslösemagneten (41) zur Gewinnung einer weiteren Korrekturgröße zugeführt wird (Temperatur-Sensor 46).
11. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Echtzeitmikroprozessor (P) mit Eingangssignalen entsprechend einer oder mehrerer Korrekturgrößen beaufschlagt ist und durch Vergleich mit aus einem Speicher entnommenen Meßwerten bzw. Standardwerten ein verzögertes Auslösesignal für den Leistungsschalter bereitstellt und daß Schwellwertglieder (I_u ; I_o) eine Unterschreitung eines unteren Grenzwertes des Stromes und eine Überschreitung eines oberen Grenzwertes des Stromes erfassen und eine unverzögerte Auslösung bewirken.

Claims

1. Method of operating a power circuit breaker, in particular a vacuum circuit breaker (2) using a trip control device (4) which initiates the opening of the contact pieces (31) at an instant which is in a

- fixed relationship to the passage of the current through zero independently of the instant when a command is issued, characterized in that a measured tripping delay value of the power circuit breaker from the instant when the tripping signal was issued to the instant when the contact pieces were separated in a preceding breaking operation is fed to the trip control device (4) as a correction value.
2. Method according to Claim 1, characterized in that an evaluating device (16; 22; 33) which is started as a result of the receipt of a tripping signal and can be stopped when the contact pieces (31) are separated is associated with the power circuit breaker (2) for determining the tripping delay and in that a memory device (10) is provided for storing the measured value of the tripping delay at least until the next breaking operation.
3. Method according to Claim 2, characterized in that the evaluating device (22) contains a circuit arrangement for detecting the occurrence of an arc voltage between the contact pieces (31).
4. Method according to Claim 2, characterized in that the evaluating device (16) for detecting the opening of the contacts contains a circuit arrangement for measuring the capacitance between the contact pieces (31).
5. Method according to Claim 2, characterized in that, to determine the instant of separation of the contact pieces (31) a device (33) is provided for detecting a relative movement of the contact pieces.
6. Method according to Claim 5, characterized in that a drive element (30) connected directly to a movable contact piece (31) is provided with a reflector and an optical waveguide (32) is mounted in a stationary manner opposite said reflector and at a short distance from it, which optical waveguide interacts, at its end remote from the reflector, with a light source and a receiving circuit for reflected light (33).
7. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the temperature (sensor 44) of the drive device of the power circuit breaker (2) is fed to the trip control device (4) as a further correction value.
8. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the time which has elapsed since the last switching operation (timer 47) is fed to the trip control device (4) as a further correction value.
9. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the supply voltage (voltage sensor 45) of a tripping solenoid (41) of the power circuit breaker (2) is fed to the trip control device (4) in order to obtain a further correction value.
10. Method according to one of the preceding claims, characterized in that the temperature of the winding of a tripping solenoid (41) is fed to the trip control device (4) for the purpose of obtaining a further correction value (temperature sensor 46).
11. Method according to Claim 1, characterized in that input signals corresponding to one or more correction values are applied to a real-time microprocessor (P) and a delayed tripping signal for the power circuit breaker is provided by comparison with measured values or standard values retrieved from a memory, and in that threshold value elements (I_{lower} ; I_{upper}) detect whether the current drops below a lower limit value of the current or exceeds an upper limit value of the current and effects an immediate tripping.

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner un disjoncteur, notamment un interrupteur sous vide (2), moyennant l'utilisation d'un appareil de commande de déclenchement (4), qui, indépendamment de l'instant de la délivrance d'une instruction d'ouverture, déclenche l'ouverture des pièces de commutation (31) à un instant qui se situe dans une relation fixe par rapport au passage par zéro du courant, caractérisé par le fait qu'une valeur de mesure du retard de déclenchement du disjoncteur, qui s'étend de l'instant de délivrance du signal de déclenchement jusqu'à l'instant de la séparation des pièces de contact lors d'une coupure précédente, est envoyée en tant que grandeur de correction à l'appareil de commande de déclenchement (4).
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'au disjoncteur (2) est associé, pour la détermination du retard de déclenchement, un dispositif d'évaluation (16;22;33), qui peut être mis en marche sous l'effet de la réception d'un signal de déclenchement et peut être arrêté lors de la séparation des pièces de contact (31), et qu'un dispositif de mémoire (10) est prévu pour la mémorisation de la valeur de mesure du retard de déclenchement au moins jusqu'à l'opération immédiatement suivante de coupure.
3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dispositif d'évaluation (22)

- comporte un montage pour détecter l'apparition d'une tension d'arc électrique entre les pièces de contact (31).
4. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que le dispositif d'évaluation (16) comporte, pour la détection de l'ouverture des contacts, un montage pour mesurer la capacité entre les pièces de contact (31). 5
5. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que pour déterminer l'instant de la séparation des pièces de contact (31), il est prévu un dispositif (33) servant à détecter un déplacement relatif entre les pièces de contact. 10 15
6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'un organe d'entraînement (30), qui est relié directement à une pièce de contact mobile (31), est équipé d'un réflecteur et qu'en vis-à-vis et à une faible distance de ce dernier est monté de façon fixe un guide d'ondes lumineuses (32), qui coopère, au niveau de son extrémité éloignée du réflecteur, avec une source de lumière et un circuit de réception pour la lumière réfléchie (33). 20 25
7. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la température (capteur 44) du dispositif d'entraînement du disjoncteur (2) est envoyée, comme autre grandeur de correction, à l'appareil de commande de déclenchement (4). 30
8. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le temps, qui s'est écoulé depuis la dernière opération de commutation (minuterie 47) est envoyé comme grandeur de correction à l'appareil de commande de déclenchement (4). 35 40
9. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la tension d'alimentation (capteur de tension 45) d'un élément de déclenchement (41) dudit capteur (2) est envoyée à l'appareil de commande de déclenchement (4) pour l'obtention d'une autre grandeur de correction. 45
10. Procédé suivant l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la température de l'enroulement d'un élément de déclenchement (41) est envoyée à l'appareil de commande de déclenchement (4) pour l'obtention d'une autre grandeur de correction (capteur de température 46). 50 55
11. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé

par le fait qu'un microprocesseur (P) fonctionnant en temps réel est chargé par des signaux d'entrée correspondant à une ou plusieurs grandeurs de correction et prépare un signal de déclenchement retardé pour le disjoncteur, par comparaison avec des valeurs de mesure ou des valeurs standards, prélevées d'une mémoire, et que des circuits à valeur de seuil (I_u ; I_o) détectent un dépassement d'une valeur limite inférieure du courant vers le bas et un dépassement d'une valeur limite supérieure du courant vers le haut et provoquent un déclenchement immédiat.

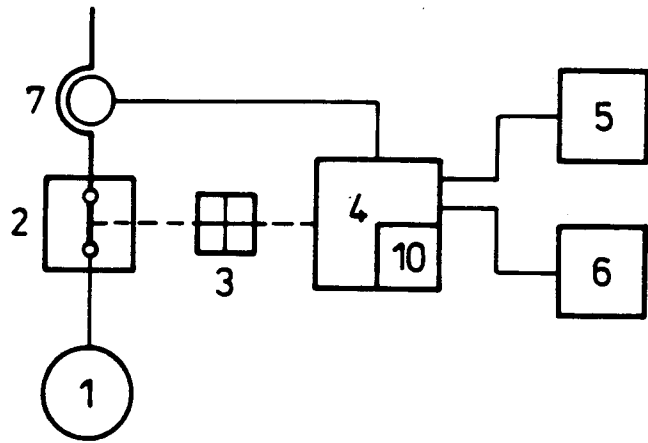


FIG 1

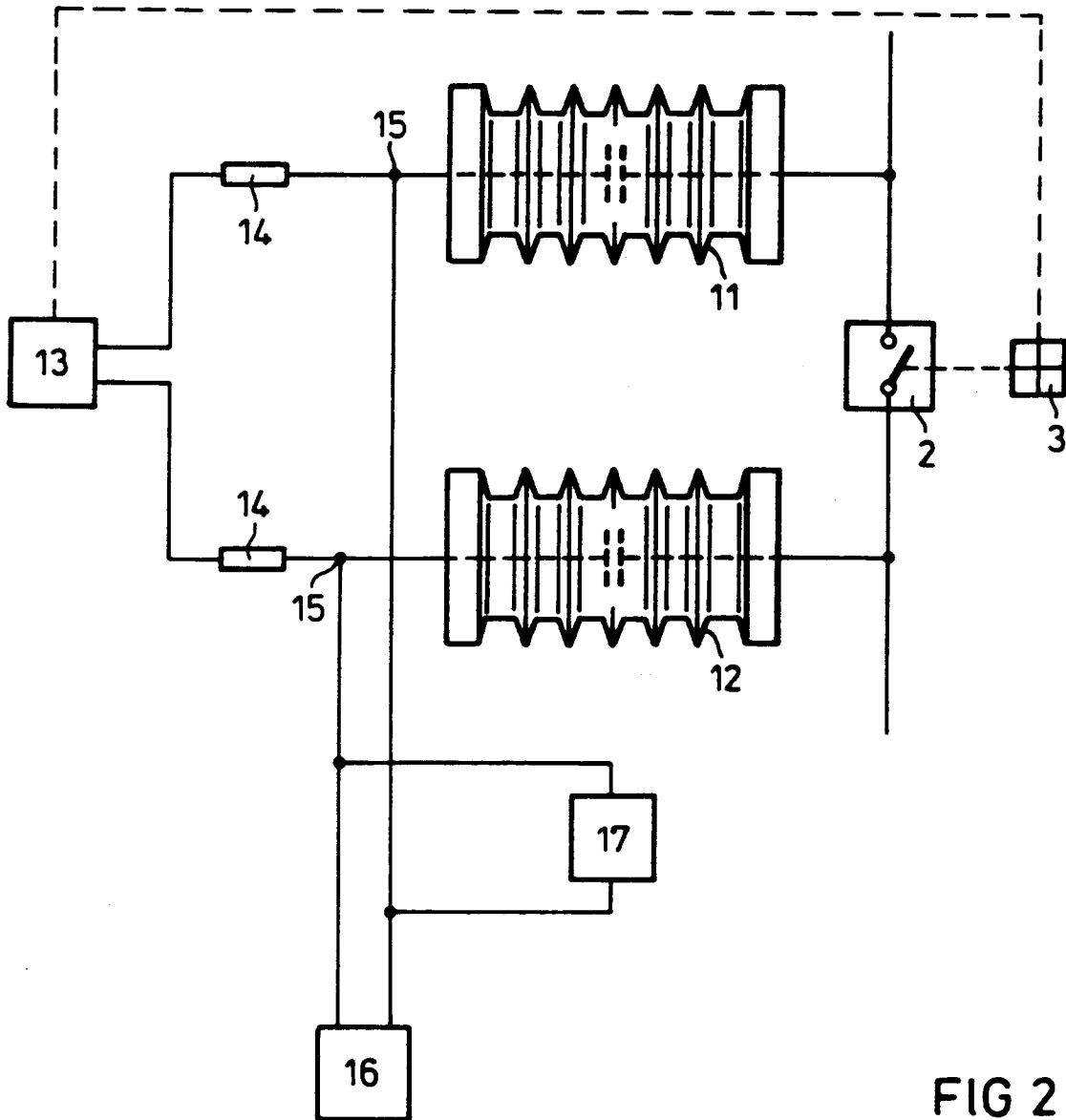


FIG 2

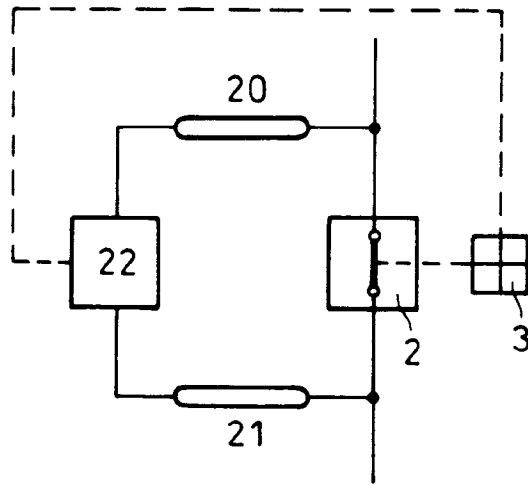


FIG 3

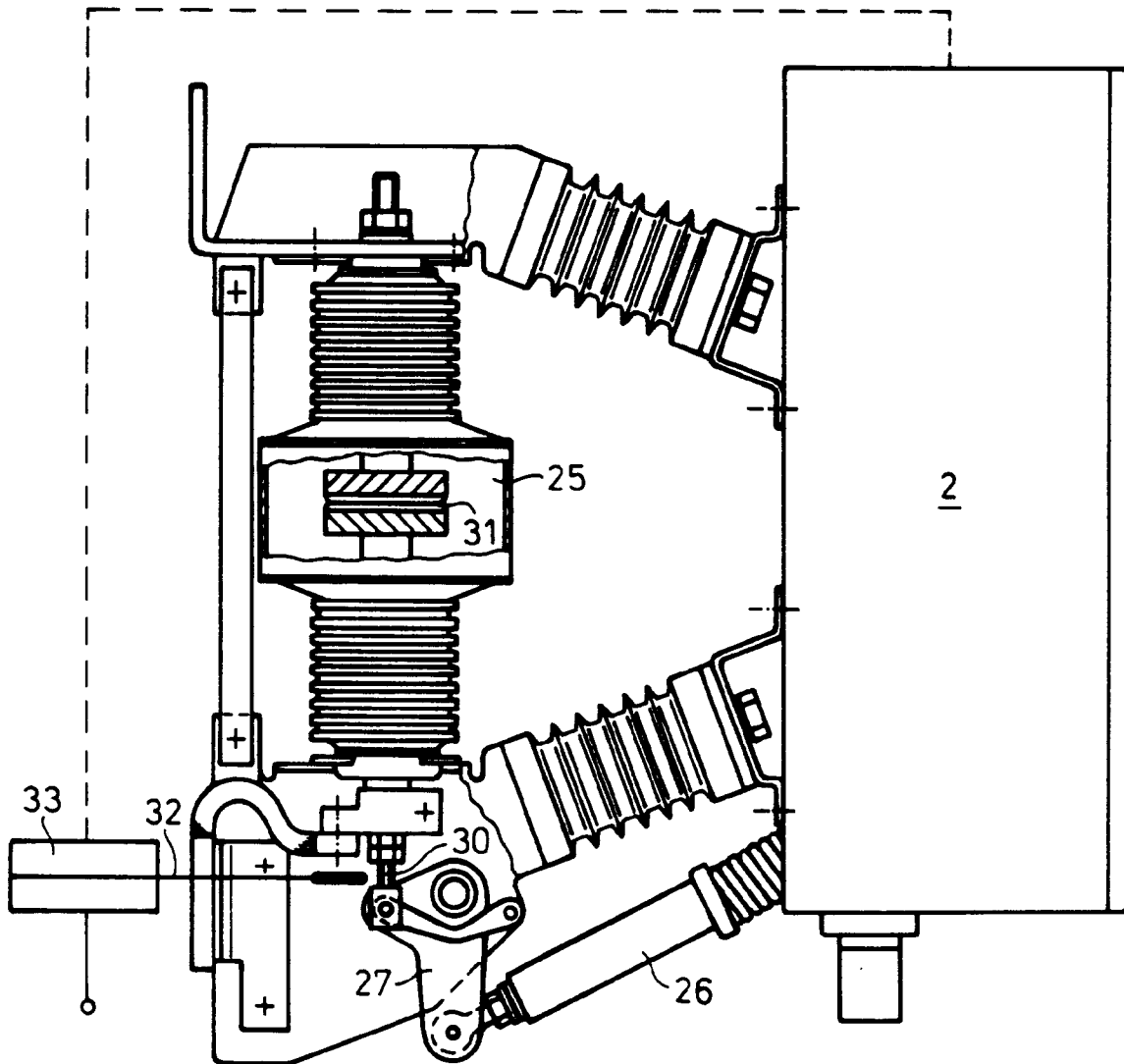


FIG 4

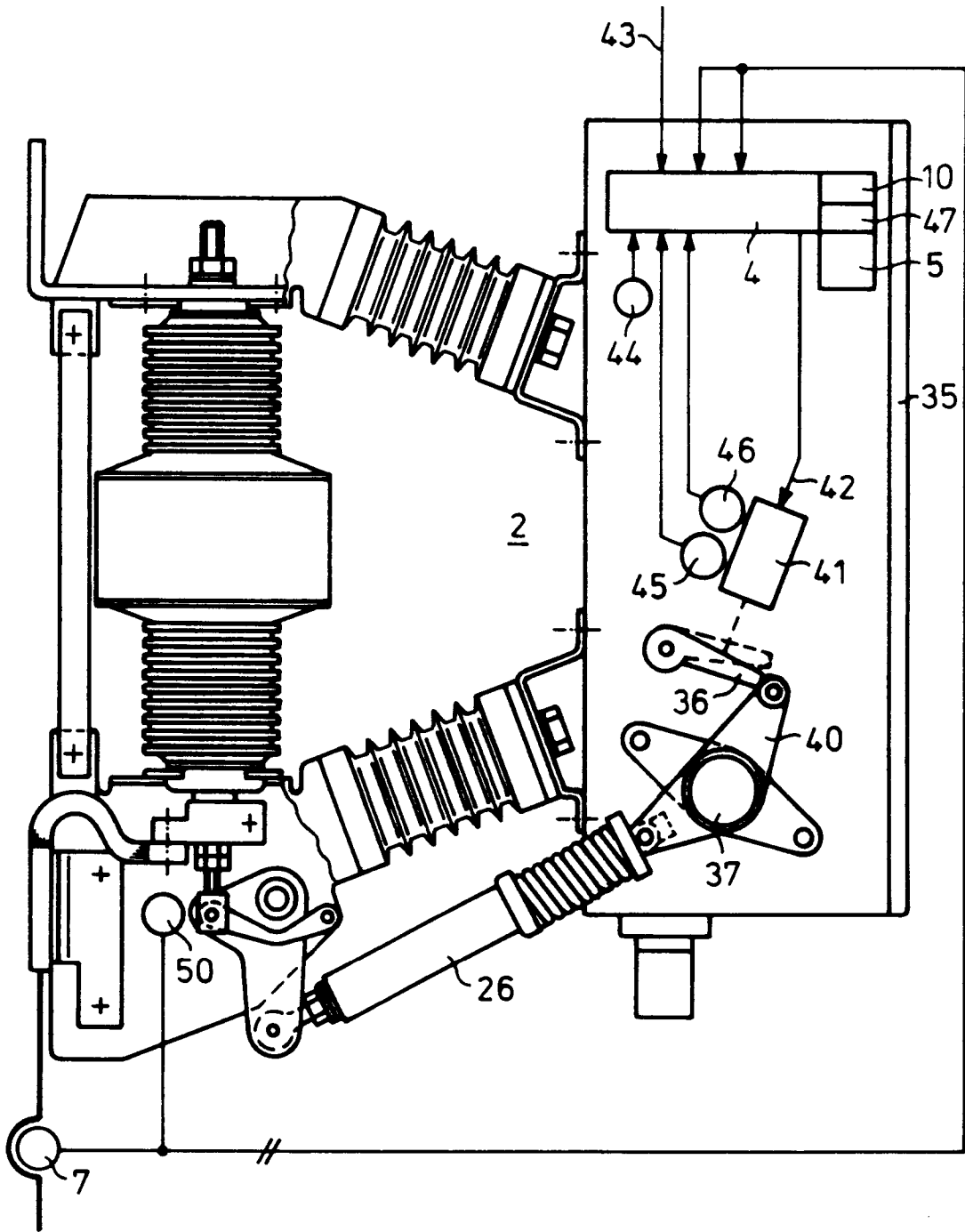


FIG 5

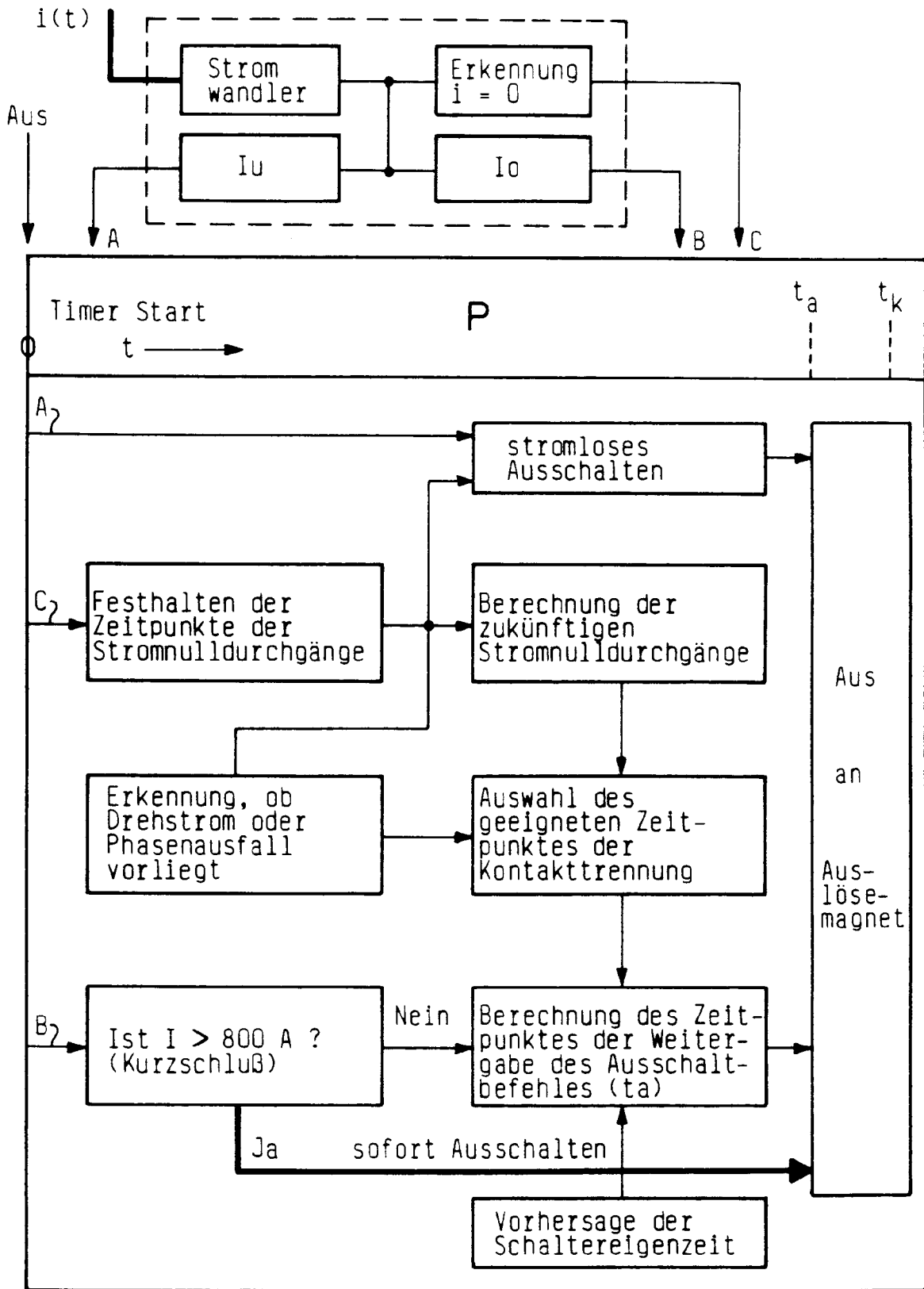


FIG 6