

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 694 937 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

31.01.1996 Patentblatt 1996/05

(51) Int. Cl.⁶: H01H 1/00

(21) Anmeldenummer: 95111202.8

(22) Anmeldetag: 17.07.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH DE ES FR IT LI SE

(30) Priorität: 29.07.1994 DE 4427006

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- Pohl, Fritz
D-91334 Hemhofen (DE)
- Elsner, Norbert
D-91056 Dechsendorf (DE)

(54) **Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von Kontakten in Schaltgeräten und zugehörige Anordnung**

(57) Insbesondere bei Schützkontakten, bei denen die Kontaktstücke mit dem Schalten einem Abbrand unterliegen, werden Ersatzkriterien für den Abbrand ausgewertet. Gemäß der Erfindung wird als Ersatzkriterium der sogenannte Kontaktdurchdruck der Schaltstücke gewählt und wird zur Bestimmung des Abbrandes der Kontakte die Durchdruckänderung während des

Ausschaltvorganges bestimmt und als Restlebensdauer umgerechnet. Bei einer zugehörigen Anordnung hat eine Prozessoreinheit einen Controller (40), zugehörige Speicher (41) und ein Display zur Anzeige der ermittelten Werte. Gegebenenfalls kann das Schaltgerät selbst entsprechende Anzeigemittel haben.

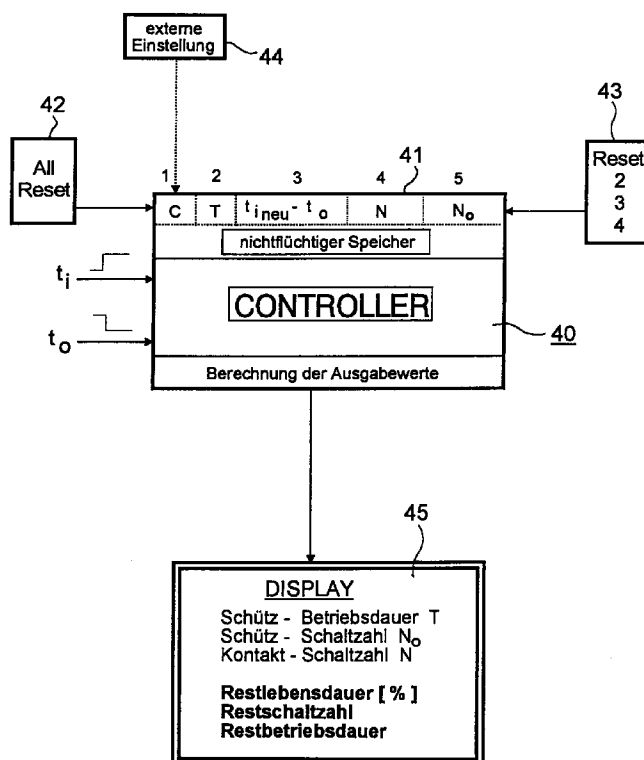


FIG 4

EP 0 694 937 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von Kontakten in Schaltgeräten, insbesondere von Schützkontakten, bei denen die Kontaktstücke mit dem Schalten einem Abbrand unterliegen, wobei ein Ersatzkriterium für den Abbrand erfaßt und ausgewertet wird.

In Schaltgeräten tritt bei jedem Schalten ein Abbrand an den Kontaktstücken auf. Dieser Abbrand führt je nach Beanspruchung durch den Strom bzw. die Spannung letztlich zum Versagen des Schaltgerätes, so daß dadurch dessen Lebensdauer begrenzt wird. Unter bestimmten Betriebsbedingungen werden derzeit nach einer routinemäßig bestimmten Schaltzahl die Kontaktstücke oder auch das gesamte Schaltgerät ausgetauscht, unabhängig davon, ob an den Kontaktstücken tatsächlich ein weitgehender Abbrand aufgetreten ist oder nicht.

Häufig wird gefordert, das Funktionieren der vorhandenen elektrischen Schaltgeräte unmittelbar zu überwachen, um einen sicheren Betrieb elektrischer Verteilungen und/oder Einrichtungen zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere für häufig betätigte Schaltgeräte wie den Schützen, da speziell dort im Schaltbetrieb ein fortschreitender Verschleiß der Schaltkontakte vorliegt. Hier ist es bekannt, daß nach einer bestimmten Anzahl von Schaltspielen, die - wie oben erwähnt - abhängig von der elektrischen Belastung ist, das Lebensdauerende der Kontaktstücke unterstellt wird.

Für eine automatisierte Überwachung der elektrischen Einrichtungen wäre es allerdings wünschenswert, die Restlebensdauer der Kontakte, insbesondere von Kontaktstücken für Schütze, auch während des Betriebes des Schützes unmittelbar zu erfassen und die Meßdaten einer Überwachungs- und Meldeeinrichtung zuzuführen.

Vom Stand der Technik sind bereits Vorschläge bekannt, bei denen mehr oder weniger die Restlebensdauer von Schützen aus der Betriebsdauer und/oder aus der Zahl der Schaltspiele abgeleitet wird. Dabei ist die elektrische Lebensdauer durch Erfahrungswerte definiert und vom Gerätetyp, der elektrischen Belastung und z.B. vom Kontaktwerkstoff abhängig. Bei Änderung einer oder mehreren Einflußgrößen muß daher ein neuer Erfahrungswert für die elektrische Lebensdauer des Schaltgerätes bestimmt werden.

Im allgemeinen werden für die Bestimmung der Restlebensdauer von Kontaktstücken Ersatzkriterien für den Abbrand ausgewählt und ausgewertet. Beispielsweise ist aus der DE-AS 23 05 149 ein Schaltgerät bekannt, bei dem die durch den Kontaktabbrand verursachte Längenänderung des Schalthebes erfaßt wird. Um auf diesem Wege eine sichere Anzeige des Kontaktabbrandes zu erreichen, ist jedoch eine relativ aufwendige mechanische Konstruktion erforderlich. Weiterhin ist aus der DE-OS 37 14 802 ein elektrischer Schalter bekannt, bei dem wenigstens einem der Kontaktstücke ein Lichtleiter zugeordnet ist, dessen Trans-

missionseigenschaften von außen mittels geeigneter optischer Hilfseinrichtungen gemessen werden können. Durch entsprechende Anordnung des Lichtleiters führt ein unzulässig fortgeschrittener Kontaktabbrand zur Zerstörung des Lichtleiters und damit zur Änderung der optischen Transmissionseigenschaften. Schließlich wurde mit der älteren deutschen Patentanmeldung P 43 07 177.6 ein Schaltgerät vorgeschlagen, bei dem der Kontaktträger geteilt ist und die Kontaktstücke rückseitig geschlitzt auf dem geteilten Kontaktträger aufgebracht sind. Bei diesem Schaltgerät wird das Schwingungsverhalten des Kontaktträgers als Ersatzkriterium und damit als Maß für den Abbrand der Kontaktstücke verwendet.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein vereinfachtes Verfahren und eine zugehörige Anordnung anzugeben, mit denen eine sichere Bestimmung der Restlebensdauer ermittelbar ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren der eingangs genannten Art als Ersatzkriterium der sogenannte Kontaktdruck der Schaltbrücke gewählt wird und daß zur Bestimmung jeweils des Abbrandes der Kontaktstücke die Druckänderung während des Ausschaltvorganges bestimmt und als Restlebensdauer umgerechnet wird. Vorzugsweise erfolgt die Ermittlung der Druckänderung aus der Zeitmessung des Ankerweges vom Beginn der Ankeröffnungsbewegung bis zum Beginn der Kontaktöffnung. Dabei erfolgt die Umrechnung entsprechend der Beziehung

$$Rld[\%] = 100 \cdot \left[\left(\frac{(t_i - t_0)}{(t_{i,neu} - t_0)} \right)^2 - c \right] / (1 - c), \quad (1)$$

wobei t_0 die Zeit der Ankerbewegung und t_i die Zeit des Öffnungsbeginns der Hauptkontakte sowie c eine konstruktiv bestimmte Konstante bedeuten.

Im Rahmen der Erfindung kann die Bestimmung der Restlebensdauer gemäß der angegebenen Gleichung softwaremäßig erfolgen. In gleicher Weise können aus entsprechend abgeleiteten Gleichungen die Restbetriebsdauer und/oder die Restschaltzahl des Schaltgerätes berechnet werden. Dafür ist vorteilhafterweise eine Anordnung durch eine Proessoreinheit mit Speichern und einem Controller und einem zugehörigen Display gekennzeichnet. Gegebenenfalls können am Schaltgerät selbst entsprechende Anzeigemittel vorhanden sein.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird in vorteilhafter Weise ausgenutzt, daß die Änderung des Kontaktdruckes im Prinzip auf der Messung von Zeitdifferenzen vom Ausschalten des Magnetsystems, d.h. genau vom Beginn der Ankeröffnung, bis zum Öffnen der Brückenkontakte beruht, was in einfacher Weise erfolgen kann. Die dabei anfallenden Meßgrößen können also genutzt werden, auch den Schaltzustand des Schützes eindeutig anzuzeigen. Im einzelnen läßt sich der Einschaltzustand durch die Berührung der Polflächen von Anker und Joch eindeutig kennzeichnen. Diese Berührung kann als elektrischer Kontakt zwischen Anker und Joch gemessen werden, wozu Anker und

Joch über federnde Kontakte an einem Hilfsstromkreis angeschlossen sind. Im regulären Ausschaltzustand des Schützes befindet sich dagegen der Anker in seiner Öffnungsstellung und der elektrische Kontakt zwischen den Polflächen von Anker und Joch ist unterbrochen. Auch im Falle von Kontaktverschweißungen, wobei Brückenkontakte einseitig oder zweiseitig verschweißt sein können, entfernt sich im Ausschaltzustand des Schützes der Anker wenigstens um einen Bruchteil des Kontaktdruckes vom Joch. Der elektrische Kontakt zwischen den Polflächen von Anker und Joch ist auch hierbei unterbrochen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Es zeigen

- Figur 1 die wesentliche Anordnung eines Antriebes für ein Schütz und die daraus abgeleitete Messung des Ankerbewegungsbeginns,
- Figur 2 die Kontaktanordnung des Schützes und die daraus abgeleitete Messung des Kontaktöffnungsbeginns,
- Figur 3 ein alternatives Prinzip der Bestimmung der Kontaktöffnungszeitpunkte bei stromlosem Öffnen der Hauptkontakte,
- Figur 4 eine blockschaltbildmäßig dargestellte Anordnung zur softwaremäßigen Bestimmung und Anzeige der Restlebensdauer eines Schützes und
- Figur 5 ein zugehöriges Ablaufdiagramm.

In den Figuren 1 und 2 sind jeweils Teile eines Schützes mit der zugehörigen Meßeinrichtung dargestellt. Im einzelnen zeigt Figur 1 den Magnetantrieb und Figur 2 die Kontaktanordnung des zugehörigen Schützes. Dabei bedeuten 1 eine Schaltbrücke mit zwei darauf endseitig angeordneten Kontaktstücken 2 sowie 3 jeweils U-förmig abgekröpfte Kontaktträger mit darauf angeordneten Gegenkontakten 4 für die Kontakte 2 der Schaltbrücke 1. Der zugehörige Antrieb besteht im wesentlichen aus einem Magnetjoch 10 mit darauf aufgesteckten Spulen 11 und einem zugehörigen Magnetanker 12. Der Magnetanker ist mit einer Aufnahmeverrichtung, dem Brückenträger, zur Aufnahme der Schaltbrücken, was in Figur 1 bzw. Figur 2 nicht dargestellt ist, verbunden. Weiterhin sind federnd angeordnete Kontakte 15 vorhanden. Mit zugehörigen elektrischen Schaltelementen lassen sich die Zeiten t_0 und t_i bestimmen.

In Figur 1 sind der Magnetanker 12 und das Magnetjoch 11 über federnde Kontakte 15 und über einen Meßwiderstand 21 mit Widerstand $R_{meß}$ an die Gleichspannung U_0 eines Hilfsstromkreises angeschlossen. Alternativ kann das Magnetjoch 11 statt über einen federnden Kontakt 15 auch über eine flexible oder starre elektrische Leitung an den Hilfsstromkreis angeschlossen sein. Berührt der Anker 12 das Joch 10, so ist der Hilfsstromkreis geschlossen und am Meßwiderstand 21 fällt die Spannung U_0 ab. Beim Abheben des Ankers 12

vom Joch 10 wird der Strompfad über die Polflächen unterbrochen und die Spannung am Meßwiderstand wechselt von U_0 nach Null. Die Spannungsflanke $U_0 \rightarrow 0$ wird in einer Auswerteeinrichtung als Zeitpunkt t_0 weiterverarbeitet.

Aus Figur 2 läßt sich die Bestimmung der Kontaktöffnungszeitpunkte t_i ableiten. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Hauptkontakte 2 bzw. 4 des Schützes unter Strombelastung öffnen und Schaltlichtbögen entstehen. Zur Messung der Kontaktöffnungszeitpunkte wird die beim Öffnen eines Hauptkontaktes entstehende Schaltspannung, d.h. die Bogen Spannung kurzer Lichtbögen, in einer Gleichrichterschaltung 22 gleichgerichtet und über eine Begrenzungsschaltung aus Widerständen 23 und 24 und Kondensator 25 und zugehöriger Zenerdiode 26 dem Steuereingang eines Optokopplers 28 zugeführt. Der Schaltausgang des Optokopplers 28 schaltet einen Hilfsstromkreis, der aus einem Meßwiderstand 29 und einer Gleichspannungsquelle U_0 besteht, ein. Die Spannung am Meßwiderstand wechselt dabei von Null nach U_0 und die Spannungsflanke $0 \rightarrow U_0$ wird in einer Auswerteeinrichtung als Zeitpunkt t_i ($i = 1, 2, 3$) weiterverarbeitet.

Bei der Voraussetzung, daß das Ausschalten des Schützes stromlos erfolgt, beispielsweise beim unterbrechungslosen Umschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren oder beim selbsttätigen Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren über dreipolige Widerstände mit Zeitrelais, ist statt einer Anordnung gemäß Figur 2 eine Anordnung entsprechend Figur 3 mit einer Induktivitätsbestimmung zu verwenden. Hier können die Kontaktöffnungszeitpunkte beim stromlosen Öffnen der zu überwachenden Hauptkontakte durch die Induktivitätsmessung bestimmt werden, beispielsweise wenn die Netzspannung unterbrochen ist oder wenn zu den Hauptkontakten Parallelstrompfade bestehen. Dazu weist Figur 3 einen Motor als Last auf, welcher elektrisch in Reihe geschaltet ist zu einer Parallelschaltung eines Hauptkontaktes S1 eines Schützes 31 mit einem Hauptkontakt S2 eines Schützes 32, wobei die parallel geschalteten Schaltstrecken über Kondensatoren 33 und 34 mit Kapazität C_0 kapazitiv an einen Hilfsstromkreis mit Generator 35 und Widerstand 36 angeschlossen sind. Parallelschaltungen dieser Art werden insbesondere für ein Transitionsschütz verwendet.

Gemäß Figur 3 wird also an dem zu überwachenden Hauptkontakt ein gedämpfter Schwingkreis angeschlossen, der über den höherfrequenten Generator 35 mit einer Frequenz von beispielsweise 1 bis 10 MHz gespeist wird. Bei geschlossenem Hauptkontakt S1 sind die Generatorfrequenz, die Kapazität und die Induktivität des Schwingkreises annähernd auf Resonanz eingestellt. Beispielsweise erhält man für der Realität angepaßte Geometrieverhältnisse der Parallelstromkreise für den überwachten Strompfad eine Induktivität von $L_1 = 0,3 \mu H$, für den überwachten Parallelstrompfad $L_2 = 0,8 \mu H$ und für die resultierende Induktivität beider geschlossenen Strompfade $L_{res} = 0,2 \mu H$. Mit Werten für die Kondensatoren 33 und 34 und dem Meßwiderstand

36 von beispielsweise $C_0 = 10 \text{ nF}$, $R = 5 \Omega$ und einer Generatorfrequenz von 5 MHz ergibt sich bei Öffnen des Hauptkontakts S_1 und geschlossenem Hauptkontakt S_2 eine Abnahme der Meßspannung am Widerstand auf etwa 1/2 bis 1/3 des Ausgangswertes. Ohne Parallelstrombahn, d.h. bei geöffnetem Hauptkontakt S_2 , würde die Meßspannung am Meßwiderstand R beim Öffnen des Hauptkontaktes S_1 auf Null absinken.

Während die Methode der Induktivitätsmessung gemäß Figur 3 beim stromlosen Öffnen der Kontakte eindeutige Ergebnisse liefert, erfolgt beim Kontaktöffnen eines stromführenden Hauptkontaktes keine signifikante Induktivitätsänderung. Allerdings erzeugt die sprungartige Änderung der Kontaktspannung von Null auf beispielsweise 20 V beim Kontaktöffnen des stromführenden Hauptkontaktes am Meßwiderstand 36 der Figur 3 einen sehr kurzen Spannungsimpuls mit einer Impulsbreite kleiner einer Mikrosekunde, der zur Bestimmung des Kontaktöffnungszeitpunktes herangezogen werden könnte.

Die ermittelten Zeitpunkte t_0 und t_i werden zur Bestimmung der Restlebensdauer herangezogen. Dazu lassen sich zur Ableitung einer geeigneten Beziehung folgende Überlegungen anstellen:

Im Einschaltzustand summieren sich die Kontaktkräfte der Schaltbrücken mit der Federkraft der Ankerfedern zur Gesamtöffnungskraft F_A des Magnetankers 10. Während der Anfangsbewegung des Ankers 10 liefert diese Kraft F_A eine praktisch konstante Ankerbeschleunigung, bis der Öffnungsvorgang der Brückenkontakte einsetzt. Bei ungleicher Schaltbelastung der Schützhaupthauptkontakte 2 bzw. 4, beispielsweise in einem 3-phasigen Netz, brennen die Hauptkontakte 2, 4 jeder Phase unterschiedlich stark ab und das Kontaktöffnen in den drei Phasen erfolgt in zeitlicher Reihenfolge, beginnend mit den am stärksten abgebrannten Kontakten. Das zeitliche Mittel der Ankerbeschleunigung ist für die später öffnenden, d.h. geringer abgebrannten Hauptkontakte, daher etwas kleiner als für den zuerst öffnenden Hauptkontakt.

Aus der Zeitmessung des Ankerbewegungsbeginns t_0 und des Öffnungsbeginns der Hauptkontakte 2, 4 mit den Zeiten t_i (Phasenindex $i = 1, 2, 3$) sowie der Ankerbeschleunigung b erhält man den sogenannten Durchdruck $s_i = 1/2 b(t_i - t_0)^2$. Bezogen auf den Durchdruck s im Neuzustand ergibt sich die einfache Relation $s_i/s_{i,neu} = ((t_i - t_0)/(t_{i,neu} - t_0))^2$. Ist für einen sicheren Einschaltzustand ein Mindestdurchdruck s_{min} vorgegeben, so läßt sich daraus mit einer Konstante $c = s_{min}/s_{neu}$ die Restlebensdauer definieren

$$Rld[\%] = 100 * [((t_i - t_0)/(t_{i,neu} - t_0))^2 - c] / (1 - c). \quad (1)$$

Bei der Gleichung (1) ist die Konstante c konstruktiv vorgegeben. Die Gleichung bedeutet, daß für jeden Hauptkontakt im Neuzustand die Zeitdifferenz $t_{i,neu} - t_0$ bestimmt werden muß, wonach während des Betriebes lediglich noch die Zeitdifferenzen $t_i - t_0$ bestimmt werden müssen, was anhand der Figuren 1 bis 3 verdeutlicht

wurde. Letzteres läßt sich vorteilhafterweise digital ausführen, was in den Figuren 4 und 5 verdeutlicht wird. In Figur 4 bedeutet 40 ein Controller, dem die Zeitsignale t_0 und t_i , d.h. deren Spannungsfanken aus Figur 1 bzw. 2, zugeführt werden. Als weitere Größen bestimmt der Controller die Schaltzahl N und beispielsweise mit einer internen Uhr die aufgelaufene Betriebszeit T . Zur Überwachung des mechanischen Verschleißzustandes kann der Controller 40 die über mehrere elektrische Lebensdauerzyklen akkumulierte Schaltzahl N_0 bestimmen. Als konstante Eingabegröße enthält der Controller 40 die Geometriegröße c . Aus den Zeitsignalen t_0 , t_i bestimmt der Controller 40 die Zeitdifferenz $t_i - t_0$, wobei die den Neuzustand charakterisierende Bezugsgröße $t_{i,neu} - t_0$ als Mittelwert der Zeitdifferenz $t_i - t_0$ einer gegebenen Anzahl von Schaltspielen definiert sein kann. Beispielsweise kommt dafür der Mittelwert aus den ersten zehn Schaltspielen eines Lebensdauerzyklus in Frage. Um einen Datenverlust durch abgeschaltete Versorgungsspannung od. dgl. auszuschließen, werden die aktuellen Meßdaten und Auswertegrößen in nicht flüchtigen Datenspeicher 41 gespeichert und somit gesichert. Es sind weiterhin Ein- und Ausgabeeinheiten 42 bis 44 sowie ein Display zur Anzeige der Ergebnisse vorhanden.

Zur Bestimmung der Restlebensdauer kann nunmehr der Controller 40 die Formel 1 mittels eines Auswerteprogramms berechnen. In gleicher Weise können weitere, den Verschleißzustand des Schützes charakterisierende Größen berechnet werden, wie eine Restbetriebsdauer oder eine Restschaltzahl. Aus der aufgelaufenen Betriebsdauer T folgt dabei für die Restbetriebsdauer

$$Rbd(\text{days}) = T(\text{days}) * RLD[\%] / (100 - RLD)[\%]. \quad (2)$$

In gleicher Weise kann die Restschaltzahl aus der aufgelaufenen Schaltzahl N bestimmt werden

$$Rsz = N * Rld[\%] / (100 - Rld)[\%] \quad (3)$$

Die Formeln (2) und (3) können ausgewertet werden, sobald die nach Formel (1) ermittelte Restlebensdauer (Rld) einen Wert $< 100 \%$ angenommen hat.

Besonders günstig ist, wenn die vom Controller 40 bestimmten Daten der Restlebensdauer auf einem am Schaltgerät selbst angebrachten Anzeigeelement optisch angezeigt werden. Daneben können die digitalisierten Auswertegrößen vom Controller 40 über einen Datenbus an eine zentrale, nicht dargestellte Überwachungseinheit übertragen werden.

Anhand des Flußdiagramms gemäß Figur 5 ergibt sich der programmmäßige Ablauf der Berechnung. In das Flußdiagramm mit üblicher, selbsterklärender Entscheidungsstruktur sind die entsprechenden Stationen 100 bis 110 jeweils eingetragen. Entsprechend den Gleichungen (1) bis (3) läßt sich daraus eine Aussage ableiten, ob ein Kontakt erneuert werden muß oder nicht.

Die Meß- und Auswerteeinrichtung zur Bestimmung der Restlebensdauer von Kontakten in Schaltgeräten

und der Überwachung auf Kontaktverschweißungen erlauben, unter Umständen bei Einsatz zusätzlicher Mittel, eine erweiterte Schaltgeräteüberwachung hinsichtlich gravierender Funktionsstörungen, wie Bruch von Kontaktträgern und/oder Federbügeln, Ablötungen von Kontaktstücken, unzulässiger Kontaktwiderstände, überhöhter Kontakttemperatur und dergleichen.

Zum Beispiel würde beim Bruch des Federbügels die Schaltbrücke beim Einschalten des Schützanztriebs nur noch unkontrollierten elektrischen Kontakt geben, so daß mit einer gravierenden Veränderung in der Zeitfolge der Meßgrößen t_0 (Ankerbewegungsbeginn) und t_i (Kontaktöffnungsbeginn) zu rechnen ist.

Gleiches folgt bei einem Bruch des Brückenkontaktträgers oder des Festkontaktträgers.

Andere Störungen betreffen die mangelhafte Kontaktgabe der Kontaktstücke unter dem Einfluß von Verschmutzung, von Materialniederschlägen und Korrosion. Dadurch wird der Kontaktwiderstand erhöht und der Kontaktspannungsabfall bzw. die Kontakttemperatur erreicht unzulässig hohe Werte.

Zur Überprüfung der Kontaktüber Temperatur können aus der elektrischen Verlustleistung, durch Multiplikation der gemessenen Kontaktspannung mit dem, z.B. mit einem Stromwandler, gemessenen Schalterstrom, Leistungsgrenzwerte angegeben werden, zu denen bei Überschreitung ihrer Höhe und Zeitdauer eine Störmeldung erfolgt.

Durch elektronische Speicherung der Betriebs- und Stördaten mittels des Controllers ist eine Schaltgeräte-diagnose, z.B. über ein Anzeigeelement am Schaltgerät, oder über Datenbus an einer zentralen Auswerteeinrichtung jederzeit und lückenlos durchzuführen.

Die anhand der Beispiele abgeleiteten Aussagen können auch erfolgen, wenn es zu Verschweißungen bzw. Teilverschweißungen der Kontakte kommt. Um festzustellen, ob Brückenkontakte beidseitig oder einseitig verschweißt sind und daher kein regulärer Ausschaltzustand erreicht wird, ist es möglich, die Ankeröffnung über einen zweiten, federnden Kontakt zu kontrollieren. In gleicher Weise wie in Figur 1 wird daher ein Hilfsstromkreis geschlossen, wenn beide federnde Kontakte den Anker 10 berühren. Durch einen Vorlaufweg der beiden federnden Kontakte von etwa der Hälfte der vollen Ankeröffnung läßt sich erfahrungsgemäß sicher unterscheiden, ob der reguläre Ausschaltzustand vorliegt, oder ob aufgrund von Kontaktverschweißungen nur ein kleiner Bruchteil der vollen Ankeröffnung erreicht wird.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht also eine eindeutige Aussage über den Verschweißzustand bzw. den Abbrand der Hauptkontakte und einen notwendigen Austausch der Kontaktstücke.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von Kontakten in Schaltgeräten, insbesondere von Schützkontakten, bei denen die Kontaktstücke mit dem Schalten einem Abbrand unterliegen, wobei

Ersatzkriterien für den Abbrand ausgewertet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Ersatzkriterium der sogenannte Kontaktdruck an der Schaltstrecke gewählt wird und daß zur Bestimmung des Abbrandes der Kontaktstücke jeweils die Durchdruckänderung während des Ausschaltvorganges bestimmt und als Restlebensdauer des Schaltgerätes umgerechnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Durchdruckänderung durch eine Zeitmessung des Ankerweges vom Beginn der Ankerbewegung bis zum Beginn der Kontaktöffnung ermittelt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmung der Restlebensdauer gemäß Gleichung

$$Rld[\%] = 100 * [((t_i - t_0)/(t_{i,neu} - t_0))^2 - c] / (1 - c) \quad (1)$$

erfolgt, wobei t_0 die Zeit des Ankerbewegungsbeginns und t_i die Zeit des Öffnungsbeginns der Hauptkontakte sowie c eine konstruktiv bestimmte Konstante bedeuten.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Restlebensdauer (Rld) die Restbetriebsdauer des Schaltgerätes gemäß Gleichung

$$Rbd(\text{days}) = T(\text{days}) * Rld[\%] / (100 - Rld)[\%]. \quad (2)$$

errechnet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Restlebensdauer (Rld) die Restschaltzahl des Schaltgerätes bezogen auf seine Schaltzahl N gemäß Gleichung

$$Rsz = N * Rld[\%] / (100 - Rld)[\%] \quad (3)$$

errechnet wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 3, 4 und/oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß gemäß den angegebenen Gleichungen (1, 2, 3) Restlebensdauer (Rld), Restbetriebsdauer (Rbd) und/oder Restschaltzahl (Rsz) softwaremäßig berechnet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bestimmung des Bewegungsbeginns des Ankers die beiden Zustände, Polflächen von Anker und Joch berühren sich und Polflächen von Anker und Joch sind getrennt, der Anker durch einen federnden, ersten Hilfskontakt über den einen Anschluß und das Joch über den

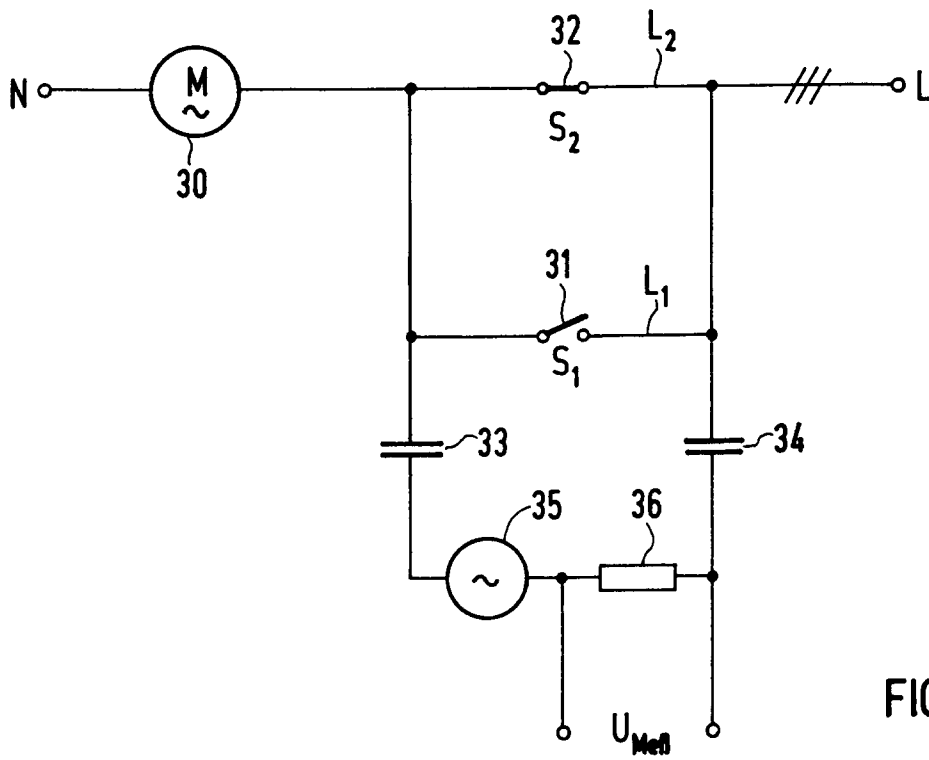
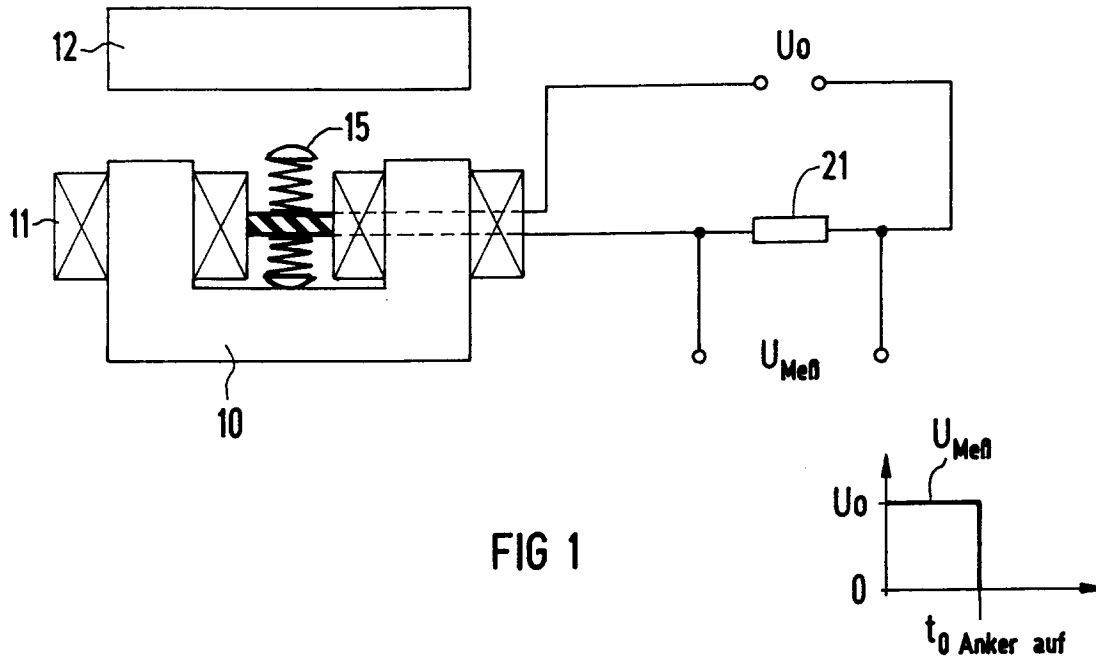
anderen Anschluß an einen ersten Hilfsstromkreis angeschlossen sind.

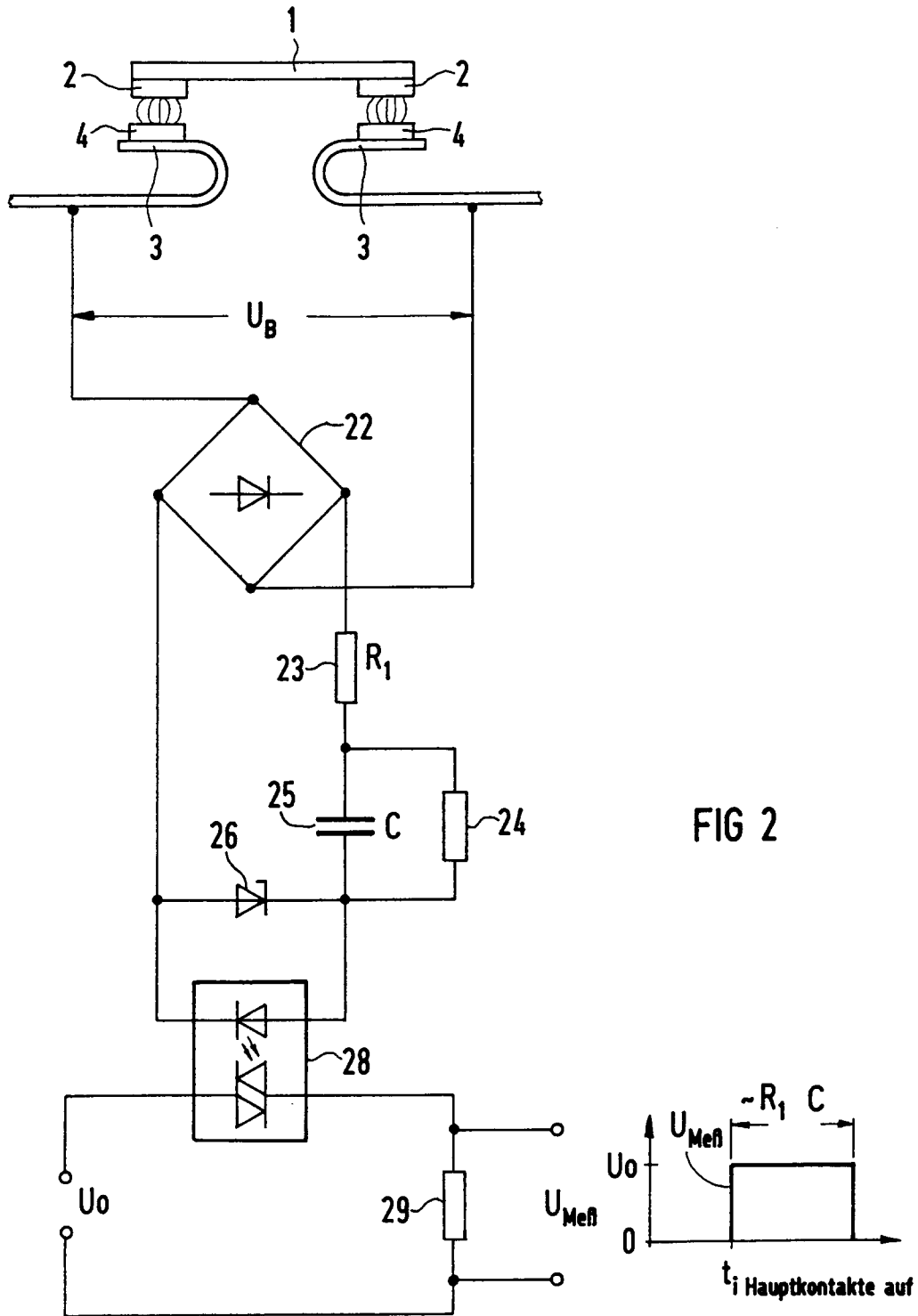
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Überprüfung auf Kontaktverschweißung der Anker durch einen federnden, ersten und zweiten Hilfskontakt an einen zweiten Hilfsstromkreis angeschlossen ist, wenn der Ankerluftspalt einen vorgegebenen Wert unterschreitet. 5
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Vorlaufweg des ersten und zweiten Hilfskontaktes größer ist als der Kontaktdruck im Neuzustand, und daß der Vorlaufweg vorzugsweise der Hälfte der vollen Ankeröffnung entspricht. 10 15
10. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Beginn der Kontaktöffnung aus der stufenförmigen Änderung der Kontaktspannung bestimmt wird. 20
11. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Beginn der Kontaktöffnung aus der Induktivitätsänderung eines Hilfsstromkreises bestimmt wird, welcher parallel zu dem zu überwachenden Hauptkontakt an der Hauptstrombahn angeschlossen ist. 25
12. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Überschreiten vorgegebener Grenzen der Änderung der Restlebensdauer zwischen zwei aufeinander folgenden Schaltungen, oder zwischen zwei aufeinander folgenden Mittelwerten aus mehreren Schaltungen Funktionsstörungen erfaßt und angezeigt werden, wie Bruch von Kontaktträger, Federbügel, Ablötung von Kontaktstücken und dergleichen. 30 35
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Kontaktspannung vor dem Beginn der Kontaktöffnung eine Störung der Kontaktgabe abgeleitet und angezeigt wird, wenn die Kontaktspannung einen vorgegebenen Grenzwert während einer vorgegebenen Zeitdauer überschreitet. 40 45
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Überwachung der Kontaktüber-
temperatur die Verlustleistung bestimmt wird, indem die Werte der Kontaktspannung und des Schalterstromes, welcher beispielsweise mit einem Stromwandler gemessen werden kann, miteinander multipliziert werden, und bei Überschreitung eines vorgegebenen Grenzwertes während einer vorgegebenen Zeitdauer eine Störung der Kontaktgabe angezeigt wird. 50 55

15. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 14, **gekennzeichnet** durch eine Prozessoreinheit aus einem Controller (40) und Speichern (41) sowie einem zugehörigen Display (45).

16. Anordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf dem Schaltgerät Anzeigemittel für die Restlebensdauer (Rld), Restbetriebsdauer (Rbd) und/oder Restschaltzahl (Rsz) und gegebenenfalls weiterer Anzeige Größen vorhanden sind.

17. Anordnung nach Anspruch 15 zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hilfsstromkreis ein gedämpfter Schwingkreis ist, der durch einen Generator gespeist wird, dessen Frequenz näherungsweise der Resonanzfrequenz des Hilfsstromkreises bei geschlossenem, zu überwachenden Hauptkontakt entspricht.





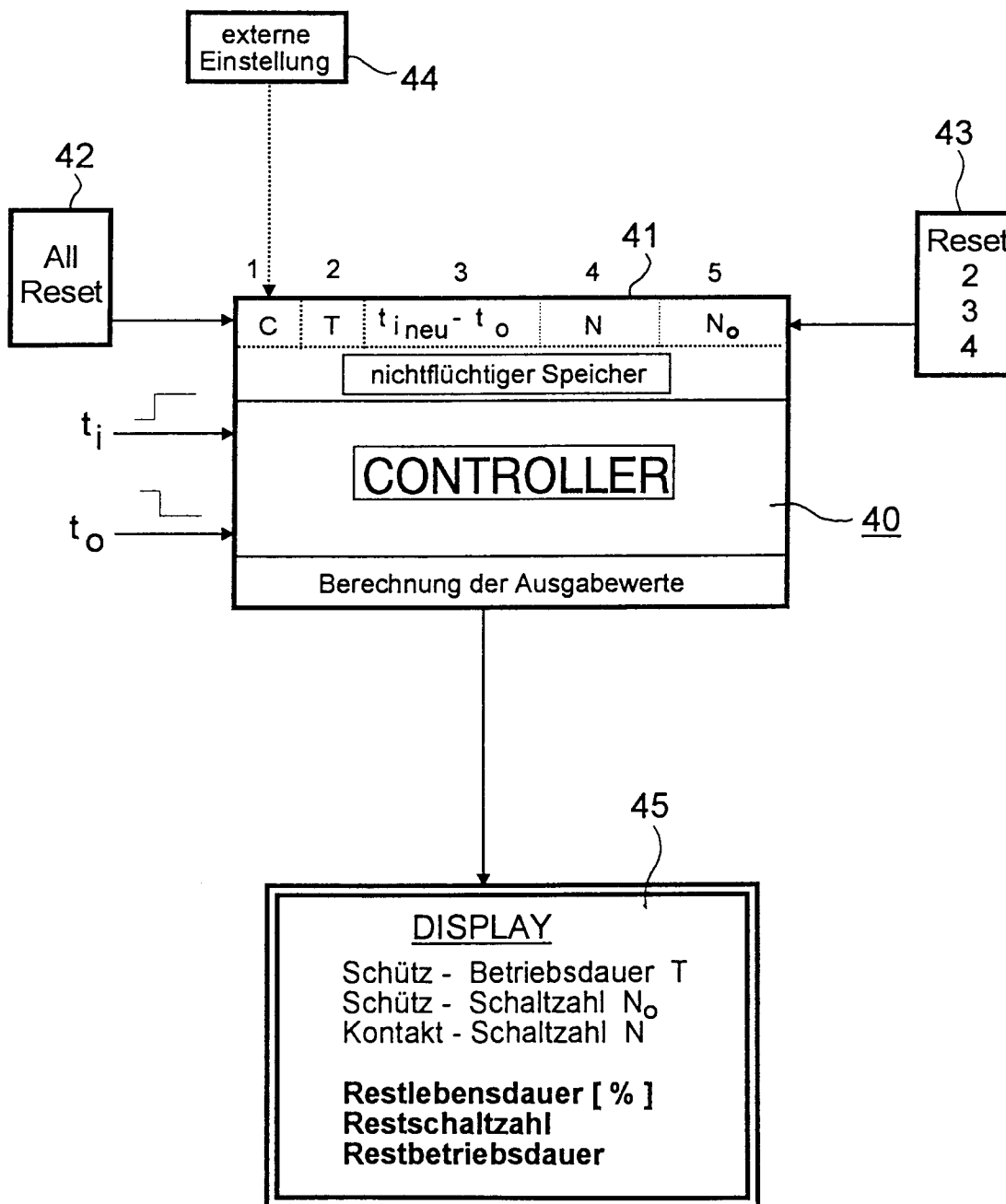


FIG 4

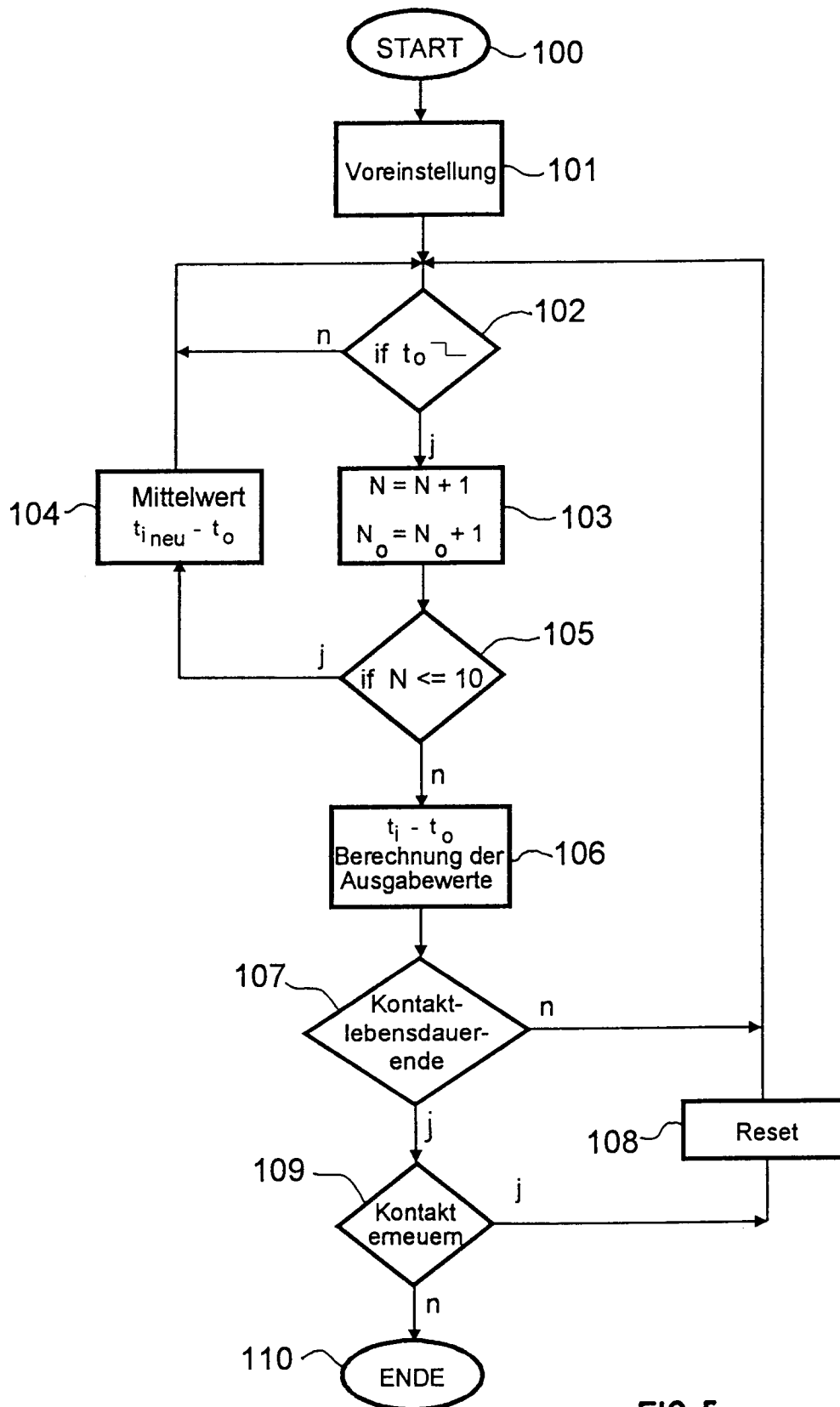


FIG 5