

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 704/86

(51) Int.Cl.⁵ : **G01R 27/18**

(22) Anmeldetag: 17. 3.1986

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 6.1991

(45) Ausgabetag: 10. 1.1992

(30) Priorität:

17. 4.1985 DE 3513849 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

QUANTE AKTIENGESellschaft
D-5600 WUPPERTAL (DE).

(72) Erfinder:

PRETZSCH OTTO DIPL.ING.
REMSCHIED (DE).
HEEDT MICHAEL DIPL.ING.
HAAN (DE).

(54) VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN DER ISOLATIONSWIDERSTÄNDE EINER SCHAR VON BAUGRUPPEN EINER ELEKTRISCHEN ANLAGE MIT GEMEINSAMER ERDFREIER STROMVERSORGUNG, INSBESONDERE EINER FERNMELDE- ODER SIGNALTECHNISCHEN EINRICHTUNG

(57) Bei einem Verfahren zur Überwachung der Isolationswiderstände einer elektrischen Signalanlage od. dgl. werden normalerweise nur die Spannungsverhältnisse über den beiden zu überwachenden Isolationswiderständen der einzelnen Baugruppen beobachtet und mit einem vorgegebenen noch tolerierbaren oberen und unteren Grenzwert laufend verglichen. Solange das Spannungsverhältnis sich innerhalb eines zwischen diesen beiden Grenzwerten liegenden Fensters bewegt, wird die Signalanlage als ordnungsgemäß angesehen, ansonsten ein Signal ausgelöst. Für eine zuverlässige Überwachung wird verfahrensgemäß vorgeschlagen, in jenem Fall, wo die Grenzwerte überschritten werden, einen Referenzwiderstand parallel dem größeren der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände parallel zu schalten und die Spannungsabfälle nach einer Einschwingzeit zu bestimmen, woraus die aktuellen Isolationswiderstände ermittelt werden. Liegen die Ergebnisse unterhalb eines noch tolerierbaren, die erwähnten Grenzwerte bestimmenden Grenzwiderstandes, wo wird Alarm gegeben, im anderen Fall werden mit den aktuellen Isolationswiderständen bereinigte neue Grenzwerte bestimmt, die ein besser angepasstes Bewegungsfenster für die künftige Überwachung dieser Baugruppe in der Anlage liefern.

AT 393 916 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Überwachungsverfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art.

Bei dem bekannten Verfahren werden zur Überwachung der Isolationswiderstände Brückenschaltungen eingesetzt, um die beiden zu überwachenden Isolationswiderstände ausschließlich über ein Spannungsverhältnis zu kontrollieren. Und zwar verwendet man hierzu obere und untere Grenzwerte, die ein Bewegungsfenster bestimmen, in welchem sich das zu überwachende Spannungsverhältnis verändern darf, aber Alarm gegeben wird, wenn das beobachtete Spannungsverhältnis über die beiden Grenzwerte hinausgeht.

Der Nachteil des bekannten Verfahrens ist, daß ein Alarm auch dann gegeben wird, wenn die Überschreitungen des Grenzwertes nicht auf einer unzumutbaren Verschlechterung der Isolationswiderstände beruhen, sondern durch andere Umstände in der elektrischen Anlage veranlaßt worden sind. So kann sich das Spannungsverhältnis über die beiden Grenzwerte hinaus auch dadurch verändern, daß einer der Isolationswiderstände angewachsen, also "besser" geworden ist. Letzteres kann damit zusammenhängen, daß sich Fehler in der Isolation selbst beheben, z. B. früher einmal eingedrungene Feuchtigkeit aus der Isolation entweicht. Ein solcher scheinbarer Fehlerfall ergibt sich beispielsweise auch durch Abschalten von Teilstücken in einer Baugruppe der Anlage, das ebenfalls zu einer Erhöhung der beobachteten Isolationswiderstände führt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 genannten Art zu entwickeln, das auf einfache Weise einen scheinbaren Fehlerfall von einem wirklichen unterscheiden kann und dabei zugleich Kriterien für eine sichere weitere Überwachung liefert. Dies wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Verfahrensschritte erreicht, denen folgende besondere Bedeutung zukommt:

Erreicht das überwachte Spannungsverhältnis bestimmte Grenzwerte, die jetzt von einem definierten Fehlerspannungs-Verhältnis festgelegt sind, so wird nicht gleich Alarm ausgelöst, sondern es wird ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung der aktuellen Isolationswiderstände ausgelöst, um damit festzustellen, ob ein wirklicher oder nur ein scheinbarer Fehlerfall vorlag. Bei diesem neuen Verfahren wird zunächst ein Referenzwiderstand dem jeweils größeren der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände parallelgeschaltet; dem größeren deshalb, damit der ohnehin kleinere durch die Zuschaltung nicht noch weiter verringert wird. Durch den parallelgeschalteten Referenzwiderstand stellt sich ein verändertes Spannungsverhältnis ein, dessen Teilspannungen die notwendige Berechnung der tatsächlichen Isolationswiderstände zuläßt.

Die dem erfindungsgemäßen Verfahren unterliegende elektrische Baugruppe ist mit Kapazitäten behaftet, was zur Folge hat, daß die zu bewertende und durch Zuschalten des Referenzwiderstandes sich ergebende neue Teilspannung nicht sogleich eintritt, sondern sich nach einer e-Funktion allmählich einstellt. Eine für die Berechnung brauchbare Messung ist erst nach Ablauf des Einschwingvorgangs möglich. Dieser läßt sich, was in der Beschreibung noch näher ausgeführt wird, durch zwei Testmessungen in zeitlich gleichen kurzen Abständen schnell feststellen und nach dieser errechneten Dauer kann die Teilspannung gemessen werden. Jetzt ist, anstelle der vorausgehenden passiven Überwachung des Widerstandsverhältnisses eine aktive Bestimmung der konkreten aktuellen Isolationswiderstände (R_m) sowie (R_p) möglich. Man kann jetzt genau erkennen, ob diese ermittelten aktuellen Widerstände unterhalb des noch tolerierbaren Grenzwiderstandes liegen. Ist dies der Fall, so wird folgerichtig Alarm gegeben, in allen anderen Fällen liegt aber nur ein scheinbarer Isolationsfehler gemäß der vorausgehenden Überwachung des Widerstandsverhältnisses vor und es braucht folglich kein Alarm gegeben zu werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht in diesem Fall auch in Zukunft eine einwandfreie Überwachung des Spannungsverhältnisses, weil die ermittelten aktuellen Isolationswiderstände (R_m), (R_p) zugleich herangezogen werden, um die neuen Fehlerspannungs-Verhältnisse zu bestimmen, welche die Grenzwerte für ein neues Bewegungsfenster liefern, in welchem sich das zu überwachende Spannungsverhältnis künftig verändern darf. So ist das Bewegungsfenster dem aktuellen Tatbestand der vorliegenden Isolationswiderstände optimal angepaßt. Obwohl die Isolationswiderstände sich verändert haben, ist die künftige Überwachung nicht schlechter, sondern eher besser geworden.

Ausweislich des Anspruches 2 kann der Referenzwiderstand natürlich aus einer Schar von Einzelwiderständen jeweils zusammengesetzt werden, um den individuellen Verhältnissen einer jeden Baugruppe der Anlage Rechnung zu tragen. Das mit dem Zuschalten des Referenzwiderstandes eingeleitete besondere Meßverfahren nach der Erfindung wird, gemäß Anspruch 3, jeweils zu Beginn des Betriebs der Anlage veranlaßt, später aber, gemäß Anspruch 4, in größeren programmierbaren bestimmten Abständen. Dadurch soll sichergestellt werden, daß dann auch jene Fehler erfaßt werden, bei denen die beiden Isolationswiderstände sich mehr oder weniger proportional zueinander verändern und daher das zunächst beobachtete Verhältnis aus ihren Spannungsabfällen keine den tatsächlichen Verhältnissen entsprechende Änderung erkennen läßt. Damit werden auch solche bei dem bekannten Verfahren nicht feststellbare Fehler zuverlässig erfaßt, so daß man in der übrigen Zeit mit einer die Baugruppen schonenden passiven Überwachung des Spannungsverhältnisses auskommt.

Aus Sicherheitsgründen empfiehlt es sich, oberhalb und unterhalb des Bewegungsfensters noch eine weitere obere und untere Schranke für nicht mehr tolerierbare Kurzschluß-Spannungsverhältnisse gemäß Verfahrensanspruch 5 vorzusehen, weil damit auch extreme Kurzschlußfälle eine angemessene Behandlung finden. Mit dieser Verfahrensmaßnahme ist es auch möglich, gemäß den in Anspruch 6 und 7 angegebenen Verfahrensschritten scheinbare Kurzschluß-Fälle zu erkennen und sogar die Ursachen für ihre Veranlassung zu identifizieren.

Schließlich empfiehlt es sich, um eine schnelle Betriebsbereitschaft der Anlage nach einem Fehlerfall herbei-

zuführen, die Verfahrensmaßnahmen nach Anspruch 9 anzuwenden.

In den Zeichnungen ist die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Schaltung,

Fig. 2 als Anwendungsbeispiel das Zeitdiagramm über das bei einer Baugruppe der Anlage von Fig. 1 beobachtete Spannungsverhältnis (V_u), worin das zwischen den zulässigen Grenzwerten liegende Bewegungsfenster und die nicht mehr tolerierbaren Kurzschlußspannungsverhältnisse jeweils durch Schraffur verdeutlicht sind,

Fig. 3 ein der Fig. 2 entsprechendes Diagramm, worin ein scheinbarer Isolationsfehler mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt wurde und zur Schaffung eines neuen, besser angepaßten Bewegungsfensters führte,

Fig. 4 ein Diagramm, worin ein Kurzschlußfehler demonstriert ist,

Fig. 5 die Detailansicht der Schaltung von Fig. 1, die einen ersten scheinbaren Kurzschluß-Fehler infolge eines fehlenden Leitungs-Anschlusses beschreibt,

Fig. 6 ein Diagramm, worin die durch den in Fig. 5 gezeigten Fehler sich ergebenden Betriebsverhältnisse verdeutlicht sind,

Fig. 7 ein Diagramm, das einen scheinbaren Kurzschlußfehler und die daraus folgende Reaktion der Überwachungseinrichtung näher erläutert,

Fig. 8 in einer Detailansicht von Fig. 1 schaltungstechnische Maßnahmen, die im Falle des in Fig. 7 gezeigten scheinbaren Kurzschluß-Fehlers zu treffen sind.

Die Fig. 1 zeigt schematisch eine elektrische Anlage (10), die hier als signaltechnische Einrichtung, beispielsweise für den Eisenbahnverkehr, ausgebildet ist. Die Anlage (10) besteht aus einer Schar von zueinander getrennt zu überwachenden Baugruppen, von denen hier lediglich zwei, mit (11, 11') bezeichnet, dargestellt sind. Wie durch die gestrichelten Verlängerungen der elektrischen Leitungen in Fig. 1 veranschaulicht ist, können n Exemplare solcher Baugruppen vorliegen. Alle Baugruppen (11, 11') sind an eine gemeinsame erdfreie Stromversorgung (12) angeschlossen, die aus einer elektrischen Batterie (13) besteht und die Versorgungsspannung (U_b) liefert. Der Pluspol der Batterie (13) ist über Leitungen mit der mit (p) bezeichneten Polleitung der Anlage (10) verbunden, während der Minuspol mit der Leitung (m) von Fig. 1 jeweils in Verbindung steht.

In den einzelnen Baugruppen (11, 11') sollen die Isolationswiderstände zwischen den beiden Polleitungen (p, m) einerseits und der Erde (14) in der Baugruppe (11) bzw. gegenüber einem ersten Gestell (14') im Falle der Baugruppe (11') andererseits überwacht werden. Das Gestell (14') dient zur Aufnahme verschiedener Glieder der Signalanlage. Außer diesem ersten Gestell (14') können noch n weitere Gestelle vorhanden sein, die sowohl gegenüber dieser Erde als auch dem Gestell (14') isoliert sind und ebenfalls hinsichtlich ihrer eigenen Isolationswiderstände überwacht werden sollen. Dies liefert die bereits erwähnte Erweiterung der vorliegenden Anlage (10) auf n weitere, in Fig. 1 nicht gezeigte Baugruppen. Natürlich könnten in der Praxis auch mehrere Gestelle (14') untereinander elektrisch verbunden sein und daher als gemeinsame Baugruppe (11') fungieren. Andererseits wäre es auch denkbar, aufgrund gegenseitiger Isolationen einzelne Schaltkreise innerhalb eines gegebenen Gestells voneinander elektrisch zu trennen, die dann getrennt voneinander überwacht werden sollten und daher eigenständige Baugruppen (11, 11') liefern. Die Beschreibung gilt dann sinngemäß.

Im Ausführungsbeispiel von Fig. 1 sind, ausgehend von der Erde (14), gegenüber dem Pluspol (p) der Isolationswiderstand (R_{pE}) und gegenüber dem Minuspol (m) der Isolationswiderstand (R_{mE}) zu überwachen. Dementsprechend sollen bei der Baugruppe (11') die beiden Isolationswiderstände (R_{p1} und R_{m1}) gegenüber dem Gestell (14') beobachtet werden. Wegen der analogen Verhältnisse genügt es, eine repräsentative Baugruppe zu betrachten, beispielsweise die Baugruppe (11') von Fig. 1, weswegen zur Verallgemeinerung die Indizierung vereinfacht werden soll auf die zu überwachenden Isolationswiderstände (R_p und R_m). Die Überwachung geschieht aber nicht unmittelbar, sondern mittelbar über ein Spannungsverhältnis (V_u), das sich ausweislich der Formel (A) in den Zeichnungen aus dem Quotienten der Spannungsabfälle (U_p) über dem einen Isolationswiderstand (R_p) und dem Spannungsabfall (U_m) über dem anderen Isolationswiderstand (R_m) ergibt. Dazu wird die in Fig. 1 gezeigte besondere Überwachungsschaltung verwendet, die Gegenstand der parallelen Patentanmeldung Kennwort: "(1) Isolationsmesser" der gleichen Anmelderin ist und deren Inhalt zum Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung gemacht wird. Es wird eine Meßeinrichtung (15) verwendet, die zwar für jede Baueinheit (11, 11') eigene Eingangsmesskreise (26, 26') aufweist, jedoch jenseits eines Wählschalters (23), der jeweils auf einen dieser Eingangsmesskreise (26, 26') usw. einstellbar ist, eine allen Baugruppen zugeordnete gemeinsame Folgeschaltung (27) besitzt. Der Aufbau der Eingangsmesskreise ist zueinander gleich, weshalb es hier genügt, den einen Eingangskreis (26') näher zu beschreiben, der für die Baugruppe (11') des ersten Gestells (14') verwendet wird.

Beachtenswert ist, daß als Bezugspotential für einen Eingangsverstärker (19) der eine Pol der gemeinsamen Stromversorgung (12) herangezogen wird, nämlich in Fig. 1 ausweislich der an die Leitung (m) angeschlossenen Bezugsleitung (28) der Minuspol. Dies gilt auch für alle übrigen Eingangsmesskreise, wie bei (26) zu entnehmen ist. Das Gestell (14') ist ausweislich der Anschlußleitung (29') über einen hochohmigen Eingangswiderstand (R_{t1}) an den Verstärker (19) angeschlossen, was beim Eingangsmesskreis (26) sinngemäß für die Leitung (29) hinsichtlich der Erde (14) und ihren Eingangswiderstand (R_{tE}) gilt. Am Eingang des Verstärkers (19) wirkt ein Innenwiderstand (Z_{i1}). In Fig. 1 bezeichnet die gestrichelte Linie (16) die Schnitt-

stelle zwischen den Baugruppen (11, 11') der Anlage (10) und den Meßeinrichtungen (15).

Der Wählschalter (23) schließt die gemeinsame Folgeschaltung (27) über sein bewegliches Kontaktglied (24) nacheinander an jeweils einen Kontakt (25) aus einer Schar von festen Kontakten (25) an, die jeweils mit dem Ausgang der einzelnen Eingangsverstärker (19) in Verbindung stehen. Zur Folgeschaltung (27) gehört zunächst ein Filter (20), das unerwünschte Frequenzen ausschaltet. Dem schließt sich ein nur schematisch angedeuteter Spannungsteiler (32) an, dessen besondere Bedeutung in einer parallelen Anmeldung Kennwort: "(4) Automatischer Abgleicher" näher beschrieben ist und deren Texte und Zeichnungen auch zum Inhalt der vorliegenden Anmeldung gemacht werden. Dann schließt sich ein Analog-Digital-Wandler (33) an, der die als analoges Signal anfallenden Spannungen in eine digitale Ausgangsgröße umwandelt, nämlich in Frequenzen, die über eine Ausgangsleitung (34) zu einer Auswerteeinrichtung (30) gelangen.

Ausweislich der in Fig. 1 gestrichelten Linie (31) könnte der Wählschalter (23) auch an dieser Stelle der Meßeinrichtung (15) vorgesehen sein und die vorgenannten Bauteile der Folgeschaltung (27) in entsprechender Stückzahl jeweils für sich in Fortsetzung der beschriebenen Eingangskreise (26, 26') jeder Baugruppe (11, 11') zugeordnet sein. Sowohl in diesem Fall als auch im dargestellten Ausführungsbeispiel von Fig. 1 kann aber für den Betrieb aller individuellen Bauteile der ganzen Meßeinrichtung (15) und der Auswerteeinrichtung (30) die gleiche Betriebsspannung (U_{b1}) verwendet werden. Dies ergibt sich als außerordentlich wichtiger Vorteil durch Verwendung des diesen Einrichtungen (15, 30) gemeinsamen Bezugspotentials (m).

Normalerweise erfolgt durch die Schaltung von Fig. 1 eine "passive Isolationsüberwachung", indem das bereits erwähnte Spannungsverhältnis (V_u) beobachtet wird. Man mißt den Spannungsabfall (U_m) über dem Widerstand (R_m) in der jeweiligen Baugruppe und ermittelt auf nicht näher gezeigte Weise, z. B. durch einen zusätzlichen Schalter, über die gleiche Meßeinrichtung (15) auch die Batteriespannung (U_b). Aus der Differenz von (U_b und U_m) wird mittelbar auch der Spannungsabfall (U_p) über dem Widerstand (R_p) errechnet. Diese Berechnungen erfolgen durch einen in der Auswerteeinrichtung (30) integrierten Rechner.

Die Auswerteeinrichtung vergleicht fortlaufend das jeweilige Spannungsverhältnis (V_u) mit definierten Fehlerspannungsverhältnissen (V_{Rmf} und V_{Rpf}). Diese Fehlerspannungs-Verhältnisse gehen von einem noch tolerierbaren Grenzwiderstand (R_{mf} und R_{pf}) andererseits aus, welche in der betreffenden Baugruppe die zugehörigen Isolationswiderstände (R_m bzw. R_p) einnehmen könnten. Diese Fehlerspannungs-Verhältnisse werden nach den in den Zeichnungen durch die beiden Formeln (B) gegebenen Beziehungen aus den aktuellen gemessenen Isolationswiderständen (R_p und R_m) ermittelt. Dabei ist das reziproke Bildungsgesetz zu beachten. Im zeitlichen Ablauf ergeben sich dann die im Diagramm von Fig. 2 gezeigten Betriebsverhältnisse, woraus folgendes zu ersehen ist.

In der vertikalen Achse des Diagramms von Fig. 2 ist das erwähnte Spannungsverhältnis (V_u) aufgetragen, während horizontal die Zeit-Achse angeordnet ist. Die beiden erwähnten Fehlerspannungs-Verhältnisse (V_{Rmf} und V_{Rpf}) erscheinen als zur Zeitachse (t) parallele Linien in Fig. 2 und bestimmen obere und untere Grenzwerte, zwischen denen das Spannungsverhältnis (V_u) sich im zeitlichen Verlauf verändern darf, was in Fig. 2 durch die Kurve (18) angedeutet ist. Die beiden Grenzwerte (V_{Rmf} und V_{Rpf}) bestimmen ein Bewegungsfenster (17), zwischen denen, ohne daß ein Fehlerfall festgestellt wird, die Kurve (18) sich bewegen darf.

Fig. 3 zeigt einen "Fehlerfall", wo die analoge Kurve (18') über den zeitlichen Verlauf des beobachteten Spannungsverhältnisses (V_u) die eine Grenze (V_{Rmf}) erreicht oder sogar überschritten hat, also in das schraffiert in Fig. 2 und 3 angedeutete Feld des Diagramms gelangt ist. Wie Fig. 3 verdeutlicht, soll dieses Ereignis im Zeitpunkt (t_0) stattfinden. In diesem Zeitpunkt wird, wie an der Kurve (18') durch die Parameter-Angabe verdeutlicht ist, über dem Isolationswiderstand (R_m) der verkleinerte Spannungsabfall (U_{m,t_0}) gemessen. Durch einen von der Auswerteeinrichtung (30) ausgehenden, in Fig. 1 nicht näher gezeigten Steuerimpuls wird ein bewegliches Kontaktglied in einem Schalter (35) der jeweils beobachteten Baueinheit (11 bzw. 11') umgelegt, so daß ein zugehöriger Referenzwiderstand (R_{r1} bzw. R_{rE}) parallel zu jenem Isolationswiderstand geschaltet wird, der jeweils größer ist und nicht den Fehlerfall ausgelöst hat. Im vorgenannten Fall würde folglich der Schalter (35) den Referenzwiderstand (R_{r1}) parallel zum Isolationswiderstand (R_{p1}) schalten. Die überwachte Anlage (10) ist aber, wie Fig. 1 andeutet, mit Kapazitäten behaftet, die entsprechend ihrer Parallel-Lage zu den jeweiligen Widerständen mit (C_{p1} , C_{m1} , C_{pE} und C_{mE}) bezeichnet sind. Dies hat zur Folge, daß die gemessene Spannung vom Zeitpunkt (t_0) an sich nach einer Exponentialfunktion allmählich verändert, wie durch das Kurvenstück (21) in Fig. 3 näher gezeigt ist. Es findet ein Einschwingvorgang statt, der in manchen Fällen beispielsweise 1 Minute betragen kann. Es wird daher, wie Fig. 3 verdeutlicht, während zweier aufeinanderfolgender Zeiten (t_1 und t_2), die aber jeweils in zueinander gleicher Zeitdifferenz (dt_1) liegen, Testmessungen der sich dann ergebenden Meßspannung vorgenommen, welche zu den aus Fig. 3 ersichtlichen Werten ($U_{m,t1}$ und $U_{m,t2}$) im Kurvenstück (21) führen. Mit Hilfe der Meßergebnisse bei diesen drei Messungen bei (t_0 , t_1 und t_2) läßt sich über die aus den Zeichnungen unter (C) angeführte Näherungsgleichung die Einschwingdauer (t_d) errechnen, was ebenfalls von dem Rechner in der

Auswerteeinrichtung (30) übernommen wird. Nach Ablauf dieser Einschwingdauer (t_d) kann erst die durch Einschalten des Referenzwiderstandes (R_r) sich ergebende Teilspannung ermittelt werden. Dies wird ebenfalls von dem Rechner der Auswerteeinrichtung (30) übernommen, der die Berechnung nach folgenden beiden Gleichungen aus den bekannten Werten ermittelt, wenn, wie im angenommenen Fall, der Referenzwiderstand (R_r) dem zugehörigen Isolationswiderstand (R_p) parallel geschaltet worden ist:

$$(1) \quad R_p = R_r \frac{U_b \cdot (U_{m_r} - U_m)}{U_m \cdot (U_b - U_{m_r})}$$

$$(2) \quad R_m = R_r \frac{U_b \cdot (U_{m_r} - U_m)}{(U_b - U_m) \cdot (U_b - U_{m_r})}$$

Sofern aber der Referenzwiderstand (R_r) parallel dem anderen Isolationswiderstand (R_m) in der betreffenden Baueinheit zugeschaltet wird, so ergeben sich die folgenden abweichenden Gleichungen für die aus Fig. 2 ersichtliche Schaltung:

$$(3) \quad R_p = R_r \frac{U_b \cdot (U_m - U_{m_r})}{U_m \cdot U_{m_r}}$$

$$(4) \quad R_m = R_r \frac{U_b \cdot (U_m - U_{m_r})}{U_{m_r} \cdot (U_b - U_m)}$$

In Fig. 3 ist auch der Meßpunkt (U_{m_r}) im Kurvenstück (21) am Ende der Einschwingzeit (t_d) im Kurvenstück (21) angeführt.

Dann wird der Schalter (35) durch einen entsprechenden Impuls vom Computer der Auswerteeinrichtung (30) wieder geöffnet, weshalb dann, wiederum nach einer Exponentialfunktion das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) wieder anzusteigen beginnt, was in Fig. 3 durch ein gegenläufiges, sich anschließendes Kurvenstück (22) verdeutlicht ist. Auch hier ergibt sich wieder ein Einschwingvorgang, der aber wesentlich länger dauert als der vorausgehende Einschwingvorgang (t_d) beim Einschalten des Referenzwiderstandes (R_r), nämlich beispielsweise etwa 20 Minuten. Während dieses Einschwingvorgangs im Kurvenstück (22) läßt sich das tatsächliche Spannungsverhältnis (V_u) noch nicht ermitteln. Um diesen Vorgang zu beschleunigen, wird erfindungsgemäß weiter vorgeschlagen, einen Widerstand, insbesondere den ohnehin verfügbaren Referenzwiderstand (R_r), parallel dem jeweils anderen Isolationswiderstand zu schalten. Ausgehend von dem vorbeschriebenen Fall, bei dem (R_r) parallel zu (R_p) geschaltet wurde, wird jetzt der Schalter (35) den Referenzwiderstand (R_r) parallel zum Isolationswiderstand (R_m) schalten. Dadurch ergibt sich ein wesentlich kürzerer Einschwingvorgang im Kurvenstück (22) und es wird eine schnellere Betriebsbereitschaft in der betreffenden Meßeinrichtung erreicht.

Die auf die vorgenannte Weise ermittelten beiden aktuellen Isolationswiderstände (R_m und R_p) werden nun daraufhin überprüft, ob sie tatsächlich die noch tolerierbaren oben erwähnten Grenzwiderstandswerte (R_{mf} bzw. R_{pf}) erreichen. Ist dies der Fall, so wird von der Auswerteeinrichtung (30) Alarm ausgelöst und dieser Alarm auch angezeigt. Zweckmäßigerweise wird auch der Zeitpunkt der Alarmauslösung festgehalten. Wie schon eingangs erwähnt wurde, kann aber auch ein scheinbarer Fehlerfall auftreten, der sich beispielsweise durch Abschalten von Teilkreisen der Baugruppen ergibt, und zwar das Spannungsverhältnis (V_u) auch an den oberen und unteren Grenzwert (V_{Rmf} bzw. V_{Rpf}) führt, aber nicht auf einer unzumutbaren Erniedrigung des Isolationswiderstandes (R_m bzw. R_p) beruht. Es kann sogar sein, daß der jeweils andere Isolationswiderstand in Wirklichkeit besser als vorher geworden ist. Dies wird vom Auswertegerät (30) sofort festgestellt, weil dann die ermittelten aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) nicht die Grenzwiderstände (R_{mf} bzw. R_{pf}) erreichen. Die Auswerteeinrichtung (30) gibt jetzt keinen Alarm, sondern veranlaßt Korrekturen der Über-

wachung in folgender Weise.

Anhand der ermittelten aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) werden anhand der bereits oben erwähnten Formeln (B) neue Fehlerspannungs-Verhältnisse ermittelt, die jetzt, wie Fig. 3 verdeutlicht, zu neuen Grenzwerten (V'_{Rmf} und V'_{Rpf}) führen. Diese bestimmen ein dementsprechendes neues Bewegungsfenster

(17'), in welchem sich in der weiteren Folge das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) verändern darf, ohne einen neuen Fehlerfall auszulösen. Damit ergibt sich eine bessere Anpassung an die neuen Verhältnisse.

Wie schon aus Fig. 2 zu entnehmen ist, sind in einigem Abstand oberhalb des Bewegungsfensters (17) weitere obere und untere Schranken ($V_{m_{ks}}$ und $V_{p_{ks}}$) angeordnet, welche nicht mehr tolerierbare Kurzschlußverhältnisse festlegen, die in keinem Fall überschritten und unterschritten werden dürfen und daher in den Fig. 2 bis 8 kreuzschraffiert angedeutet sind. Man könnte diese Schranken durch eine den Formeln (B) vergleichbare Definition festlegen, die mit minimalen, nicht mehr tolerierbaren Kurzschluß-Isolationswiderständen bestimmt werden. In Praxis geht man aber so vor, daß man einen Kurzschlußfall bereits dann annimmt, wenn das Spannungsverhältnis sich von dem normalen Wert wie 1 : 50 verändert. Ein solches Ereignis wird von der Auswerteeinrichtung (30) als "Kurzschlußfall" angesehen. Dieser kann nun tatsächlich vorliegen oder durch andere fehlerhafte Umstände begründet sein, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ohne weiteres ermittelt werden können, wie anhand der übrigen Fig. 4 bis 8 näher erläutert ist. Dazu wird das erfindungsgemäße Verfahren in der jeweils nachfolgend angeführten Weise modifiziert.

Im Diagramm von Fig. 4 wird ein Kurzschlußfall angenommen, wo im Zeitpunkt (t_0) die untere Schranke ($V_{p_{ks}}$) durch einen unzulässig kleinen Isolationswiderstand (R_{pf}) festgestellt worden ist. Eine komplette Isolationsmessung im Sinne der Fig. 3 würde jetzt zu viel Zeit in Anspruch nehmen, zumal solche Kurzschlußfehler häufig nur äußerst kurz sind, z. B. 2,5 Sekunden dauern. Im übrigen ist man natürlich auch bestrebt, einen wirklichen gravierenden Kurzschlußfall möglichst schnell zu ermitteln. Deshalb wird jetzt erfindungsgemäß ein verkürztes Prüfungsverfahren angewendet, welches folgendermaßen arbeitet:

Der Referenzwiderstand (R_r) wird auch jetzt wieder dem hochohmigeren der beiden Isolationswiderstände (R_m) parallel geschaltet und es ergibt sich nach bestimmter Zeit, im Zeitpunkt (t_1) ein Spannungswert, der in Fig. 4 durch den entsprechenden Parameter ($U_{m_{t1}}$) gekennzeichnet ist. Dies führt zu der aus Fig. 4 ersichtlichen aktuellen Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$), die von der Auswerteeinrichtung (30) mit einem bestimmten vorgegebenen Schwellenwert (dU_s) verglichen wird. Die Höhe dieses Schwellenwertes (dU_s) richtet sich nach der Größe des Referenzwiderstandes (R_r) und dem nicht mehr tolerierbaren minimalen Isolationswiderstand sowie der zugehörigen Kapazität der Anlage (10). Jetzt kann es zu folgenden beiden Fallunterschieden kommen.

Ist bei der Messung eine Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) ermittelt worden, die, wie in Fig. 4 verdeutlicht, unterhalb dieses Schwellenwertes (dU_s) liegt, so liegt ein tatsächlicher "Kurzschlußfall" vor, der zu einem entsprechenden Alarm durch die Auswerteeinrichtung (30) führt. Die weitere Messung der Isolationswiderstände (R_m bzw. R_p) wird nicht mehr veranlaßt und auch nicht angezeigt. Es wird aber ein entsprechendes Signal gegeben und es können zweckmäßigerweise die dabei vorliegenden Kurzschlußspannungen (U_m bzw. U_p) angezeigt werden, wobei auch der Zeitpunkt dieses Kurzschlußfalls festgehalten wird.

Im anderen Fall, wo nach Ablauf einer definierten Zeitspanne zwischen (t_1 und t_0) eine gegenüber dem erwähnten Schwellenwert (dU_s) größere Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) sich ergibt, liegt kein wirklicher Kurzschlußfall, sondern nur ein scheinbarer Kurzschlußfall vor, der vermutlich durch einen Umladevorgang der Kapazitäten in der betreffenden Baugruppe (11 bzw. 11') der signaltechnischen Anlage (10) zustande gekommen ist. Jetzt kann, ohne zeitlichen Druck, die bereits beschriebene Messung der Isolationswiderstände im Sinne der Fig. 3 ausgeführt werden. Dies kann zunächst von der Auswerteeinrichtung (30) angezeigt und dann durch eine Beobachtungsperson in die Wege geleitet werden. Es wäre aber auch möglich, daß die Auswerteeinrichtung (30) ein entsprechendes Programm besitzt, welche die vorbeschriebene Verfahrensweise selbsttätig steuert.

Es können bei der Kurzschlußüberwachung schließlich auch Sonderfälle auftreten, von denen ein erster im Diagramm von Fig. 6 veranschaulicht ist und auf Verhältnissen beruht, die vorausgehend in Fig. 5 dargestellt sind, wo der untere linke Teil der Schaltung von Fig. 2 wiedergegeben ist. Wie aus Fig. 5 erkennbar, soll angenommen werden, daß der Anschlußstecker der Meßeinrichtung (15) hinsichtlich dieser Baugruppe (11) nicht steckt; es soll die Verbindung der Anschlußleitung (29) gegenüber der Erde (14) nicht bestehen. Wie in Fig. 6 verdeutlicht, sinkt der ermittelte Spannungswert ($U_{m_{t0}}$) auf den Wert Null. Die angedeutete Schranke ($V_{m_{ks}}$) wird jetzt überschritten und es wird folglich der Referenzwiderstand (R_r), wie im erfindungsgemäßen Verfahren vorausgehend beschrieben wurde, dem anderen Isolationswiderstand (R_p) parallel geschaltet. Jetzt steigt die Meßspannung auf den in Fig. 6 angedeuteten Wert ($U_{m_{t1}}$), der annähernd der Batteriespannung (U_b) entspricht. Dieser Wert ist in Fig. 6 als Parameter mit eingezeichnet. Ein solches Ereignis ist für das erfindungsgemäße Verfahren ein Kriterium, daß der Stecker des Geräts nicht eingesteckt ist bzw. nicht ordnungsgemäß funktioniert. Dies wird in der Auswerteeinrichtung (30) festgestellt und entsprechend angezeigt. Die Bedienungsperson kann eine entsprechende Behebung dieses Defekts vornehmen. Wie ersichtlich, ist im

Falle der Fig. 6 der Spannungsanstieg beträchtlich höher als der Schwellenwert (dU_s), nämlich nahezu gleich (U_b). Erreicht die Spannungsänderung nicht diese hohen Werte, so ist dies ein Hinweis für eine sogenannte "Anzeigebereichs-Überschreitung", die nachfolgend im Zusammenhang mit Fig. 7 und 8 näher beschrieben wird.

In der Anlage (10) kann es vorkommen, daß bei manchen Baugruppen die zu überwachenden Isolationswiderstände (R_p, R_m) extrem hochohmig sind und aus diesem Grunde von der Meßvorrichtung (15) nicht verarbeitet werden können. Die Folge ist, daß, wie Fig. 7 erläutert, das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) in den kreuzschraffierten Bereich des Diagramms gelangt, beispielsweise über die eingezeichnete untere Kurzschluß-Schranke ($V_{m_{ks}}$). Es wird, wie schon oben erläutert wurde, zum Zeitpunkt (t_0) der Referenzwiderstand (R_r) durch den erwähnten Schalter (35) wirksam gesetzt, und zwar parallel zu dem in der dargestellten Baugruppe (11) befindlichen Isolationswiderstand (R_{pE}). Dadurch schließt sich an die bisherige Kurve (18'') ein wieder exponentielles Kurvenstück (21'') an, das nach einer definierten Zeit (t_1) den aus Fig. 7 ersichtlichen Spannungsabfall ($U_{m_{t1}}$) erreicht. Daraus ergibt sich die ersichtliche Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$), die zwar größer als der bereits erwähnte vorgegebene Schwellenwert (dU_s), aber kleiner als die Batteriespannung (U_b) ist. Dieser Tatbestand wird von der Auswerteeinrichtung (30) erkannt und in der zugehörigen Anzeige entsprechend kenntlich gemacht. Dann wird der zum Referenzwiderstand (R_r) gehörende Schalter (35) geöffnet und es schließt sich im Kurvenverlauf von Fig. 7 wieder ein exponentieller Abfall (22'') auf den Ausgangswert an.

Die Anzeige der Auswerteeinrichtung (30) macht aber die Bedienungsperson darauf aufmerksam, daß bei diesem Verhalten eine "Anzeigebereichs-Überschreitung" vorliegt. Die Bedienungsperson wird daher extern zur Meßeinrichtung, also in der Baugruppe (11) innerhalb der Anlage (10), wie Fig. 7 zeigt, einen ausreichend hohen Zusatzwiderstand (R_z) parallel zu dem betreffenden Isolationswiderstand (R_{pE}) schalten, der etwa dem Eingangswiderstand der Meßeinrichtung (15) entspricht. Bei der künftigen Überwachung der Baugruppe (11) hat dies zur Folge, daß das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) wieder innerhalb des Bewegungsfensters (17) von Fig. 7 liegt. Kommt es jetzt zu aktiven Messungen der Isolationswiderstände, so wird geräteseitig der Referenzwiderstand (R_r) aufgrund der genannten Betriebsbedingungen dem größeren Isolationswiderstand parallelgeschaltet, worauf sich die übliche Bestimmung der aktuellen Isolationswerte unter Einbeziehung des parallelgeschalteten Zusatzwiderstandes (R_z) ergibt.

Die im Zusammenhang mit Fig. 3 geschilderten Verfahrensschritte werden nicht nur im Fehlerfall veranlaßt, sondern zweckmäßigerweise auch unabhängig davon in folgenden beiden Fällen ausgeführt. Zu Beginn des Betriebs, also beim Einschalten der Meßeinrichtung wird, bewirkt durch eine in der Auswerteeinrichtung (30) befindliche Steuerung, automatisch eine Messung der aktuellen Isolationswiderstände (R_m, R_p) veranlaßt und damit auch die das Bewegungsfenster (17) bestimmenden oberen und unteren Grenzwerte (V_{Rmf} und V_{Rpf}) bestimmt. Dies wird natürlich für jede einzelne Baugruppe (11, 11') der Anlage (10) ausgeführt. Damit ist der weitere Betrieb in der geschilderten erfindungsgemäßen Weise gewährleistet.

Die Steuermittel im Bereich der Auswerteeinrichtung (30) sorgen auch dafür, daß zumindest in jenen Fällen, wo eine aktive Messung der Isolationswiderstände (R_m, R_p) nicht stattgefunden hat, die entsprechenden Referenzmessungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen, z. B. spätestens alle 24 Stunden, ausgeführt werden. Die dabei erlangten neuen Werte werden dann gespeichert und sind für die Bestimmung der oberen und unteren Grenze (V_{Rmf} und V_{Rpf}) des Bewegungsfensters (17) maßgeblich. Dadurch werden auch jene Fälle erfaßt, wo sich die beiden Isolationswiderstände (R_p, R_m) proportional zueinander verändern sollten und daher bei dem beobachteten Spannungsverhältnis (V_u) normalerweise nicht in Erscheinung treten. Dadurch ist eine zuverlässige Überwachung gewährleistet.

45 Liste der Bezugszeichen und Benennungen:

- (10) elektrische Anlage, Signalanlage
- (11) gegenüber der Erde (14) wirksame Baugruppe
- (11') gegenüber einem Gestell (14') wirksame Baugruppe
- 50 (12) Stromversorgung
- (13) Stromspeicher, Batterie
- (14) Erde
- (14') erstes Gestell
- (15) Meßeinrichtung
- 55 (16) Linie der Schnittstelle zwischen (10), (15)
- (17) Bewegungsfenster für (V_u)
- (17') neues Bewegungsfenster für (V_u) (Fig. 3)
- (18) Kurve der zeitlichen Veränderung von (V_u) (Fig. 2)
- (18') Kurve der zeitlichen Veränderung von (V_u) (Fig. 3)

	(18'')	Kurve der zeitlichen Veränderung von (Vu) (Fig. 7)
	(19)	Eingangsverstärker
	(20)	Bauelement, Filter
	(21)	exponentielles Kurvenstück von (Vu) beim Einschalten von (Rr) (Fig. 3)
5	(21'')	exponentielles Kurvenstück von (Vu) beim Einschalten von (Rr) (Fig. 7)
	(22)	exponentielles Kurvenstück beim Ausschalten von (Rr) (Fig. 3)
	(22'')	exponentielles Kurvenstück beim Ausschalten von (Rr) (Fig. 7)
	(23)	Wählschalter
	(24)	bewegliches Kontaktglied von (23)
10	(25)	fester Kontakt von (23)
	(26)	Eingangskreis zu (11)
	(26')	Eingangskreis zu (11')
	(27)	Folgeschaltung zu (26) und (26')
	(28)	Leitung für Bezugspotential, Bezugsleitung
15	(29)	Anschlußleitung zu (14)
	(29')	Anschlußleitung zu (14')
	(30)	Auswerteeinrichtung
	(31)	Linie der Schnittstelle zwischen (15), (30)
	(32)	Bauelement, Spannungsteiler
20	(33)	Bauelement, Analog-Digital-Wandler
	(34)	Ausgangsleitung von (27)
	(35)	Schalter
	(Cp ₁)	Kapazität parallel (Rp ₁)
25	(Cm ₁)	Kapazität parallel (Rm ₁)
	(Cp _E)	Kapazität parallel (Rp _E)
	(Cm _E)	Kapazität parallel (Rm _E)
	(m)	Polleitung zum Minuspol von (13)
	(p)	Polleitung zum Pluspol von (13)
30	(Rm _E)	Isolationswiderstand zwischen Minuspol und Erde (14)
	(Rm ₁)	Isolationswiderstand zwischen Minuspol und Gestell (14')
	(Rm)	Isolationswiderstand zwischen Minuspol und einem Gestell bzw. Erde
	(Rm _f)	noch tolerierbarer Grenzwiderstand von (Rm)
	(Rp _f)	noch tolerierbarer Grenzwiderstand von (Rp)
35	(Rp ₁)	Isolationswiderstand zwischen Pluspol und Gestell (14')
	(Rp)	Isolationswiderstand zwischen Pluspol und einem Gestell bzw. Erde
	(Rr _E)	Referenzwiderstand in der gegenüber der Erde wirksamen Meßeinrichtung von (26)
	(Rr ₁)	Referenzwiderstand in der gegenüber dem Gestell (14') wirksamen Meßeinrichtung (26')
40	(Rr)	Referenzwiderstand in der gegenüber der Erde oder einem Gestell wirksamen beliebigen Meßeinrichtung
	(Rt _E)	Eingangswiderstand bei der gegenüber der Erde wirksamen Baugruppe (11)
	(Rt ₁)	Eingangswiderstand bei der gegenüber dem Gestell (14) wirksamen Baugruppe (11')
	(Rz)	Zusatzwiderstand in Fig. 8
	(Rp _E)	Isolationswiderstand zwischen Pluspol und Erde (14)
45	(t _d)	Einschwingdauer
	(t ₀)	Zeitpunkt zum Einschalten von (Rr)
	(t ₁)	Zeitpunkt nach Zeitdifferenz (dt ₁)
	(t ₂)	Zeitpunkt nach der doppelten Zeitdifferenz (dt ₁)
	(dt ₁)	Zeitdifferenz zwischen (t ₁ - t ₀) bzw. (t ₂ - t ₁)
50	(Ub)	Batteriespannung des Stromspeichers (13)
	(+Ub ₁)	positive Betriebsspannung aller Bauteile von (15) und (30)
	(-Ub ₁)	negative Betriebsspannung aller Bauteile von (15) und (30)
	(Um _r)	Teilspannung bei (Rm) mit parallel geschaltetem (Rr)
	(Up)	Spannungsabfall über dem Isolationswiderstand (Rp)
55	(Um)	Spannungsabfall über dem Isolationswiderstand (Rm)
	(dUm _{t1})	Spannungsänderung zwischen (Um _{t0}) und (Um _{t1})

- ($U_{m_{t_0}}$) Spannungsabfall an (R_m) im Fehlerfall bei (t_0)
- ($U_{m_{t_1}}$) Spannungsabfall an (R_m) bei (t_1)
- ($U_{m_{t_2}}$) Spannungsabfall an (R_m) bei (t_2)
- (dU_s) Schwellenwert der Spannungsänderung (U_m)
- 5 (V_u) Spannungsverhältnis der Spannungsabfälle bei (R_p) und (R_m)
- ($V_{R_{mf}}$) Fehlerspannungsverhältnis bei (R_{mf})
- ($V'_{R_{mf}}$) neues Fehlerspannungsverhältnis bei (R_{mf})
- ($V_{R_{pf}}$) Fehlerspannungsverhältnis bei (R_{pf})
- ($V'_{R_{pf}}$) neues Fehlerspannungsverhältnis bei (R_{pf})
- 10 ($V_{m_{ks}}$) obere Kurzschluß-Schranke
- ($V_{p_{ks}}$) untere Kurzschluß-Schranke
- (Z_{i_E}) Innenwiderstand des Eingangsverstärkers
- (Z_{i_1}) Innenwiderstand des Eingangsverstärkers (19)

15

PATENTANSPRÜCHE

20

1. Verfahren zum Überwachen der Isolationswiderstände einer Schar von Baugruppen einer elektrischen Anlage mit einer gemeinsamen erdfreien Stromversorgung, vorzugsweise einer fernmelde- oder signaltechnischen Einrichtung, mit einzelne Baugruppen aufnehmenden Gestellen, gegenüber einem jeder Baugruppe zugeordneten bestimmten Bezugspotential und/oder gegenüber der gemeinsamen Erde, wobei in jeder Baugruppe das Spannungsverhältnis aus den Spannungsabfällen über den beiden Isolationswiderständen überwacht wird, die zwischen den beiden Polen der Stromversorgung und den einzelnen Gestellen bzw. der Erde entstehen, und das Spannungsverhältnis mit einem vorgegebenen noch tolerierbaren oberen und unteren Grenzwert laufend verglichen wird, wobei diese Grenzwerte ein Bewegungsfenster bestimmen, in welchem sich das zu überwachende Spannungsverhältnis verändern darf, aber ein Signal ausgelöst wird, wenn das Spannungsverhältnis die Grenzwerte des Bewegungsfensters erreicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß die das Bewegungsfenster (17) bestimmenden Grenzwerte Fehlerspannungs-Verhältnisse ($V_{R_{pf}}$, $V_{R_{mf}}$) sind, die sich als Quotienten einerseits bei ($V_{R_{mf}}$) aus dem aktuellen Isolationswiderstand (R_p) am Pluspol (p) der Stromversorgung (12) und einem noch tolerierbaren Grenzwiderstand (R_{mf}) am Minuspol (m) und andererseits bei ($V_{R_{pf}}$) aus einem tolerierbaren Grenzwiderstand (R_{pf}) am Pluspol (p) der Stromversorgung (12) und dem aktuellen Isolationswiderstand (R_m) am Minuspol (m) ergeben, und daß bei einer Signalauslösung dem jeweils größeren der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände (R_m oder R_p) ein Referenzwiderstand (R_r) in der Meßeinrichtung parallel geschaltet wird und die Spannungsabfälle (U_m , U_{m_p}) die einmal ohne und einmal mit dem Referenzwiderstand (R_r) gegenüber einem bei der Messung allen Baugruppen gemeinsamen Bezugspotential, nämlich dem einen Pol (Minuspol oder Pluspol) der Stromversorgung, sich ergeben, dann ermittelt werden, wenn etwa die Einschwingzeit (dt) für den durch die Zuschaltung des Referenzwiderstandes (R_r) sich ergebenden Einschwingvorgang des zu überwachenden Spannungsverhältnisses (V_u) verstrichen ist, danach aus diesen Spannungsabfällen (U_m , U_{m_p}), der gegebenen Batteriespannung (U_b) der Stromversorgung (12) und dem zugeschalteten Referenzwiderstand (R_r) die konkreten aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) errechnet werden und schließlich nur in dem Fall, wo wenigstens einer der beiden aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) den Wert des noch tolerierbaren Grenzwiderstands (R_{mf} , R_{pf}) erreicht hat, Alarm ausgelöst wird, während in dem anderen Fall, wo keiner der beiden aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) sich auf den Wert der noch tolerierbaren Grenzwiderstände (R_{mf} , R_{pf}) vermindert hat, aus diesen Isolationswiderständen (R_m , R_p) neue Fehlerspannungsverhältnisse ($V_{R_{pf}}$, $V_{R_{mf}}$) ermittelt werden, welche die oberen und unteren Grenzwerte ($V'_{R_{pf}}$, $V'_{R_{mf}}$) eines neuen Bewegungsfensters (17') für die weitere Überwachung des Spannungsverhältnisses (V_u) liefern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Referenzwiderstand (R_r) durch wahlweises Einschalten eines oder mehrerer Einzelwiderstände aus einer Schar von Festwiderständen gebildet wird.

55

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messung der einzelnen aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) durch Zuschalten des Referenzwiderstandes (R_r), unabhängig vom Fehlerfall, jeweils beim Einschalten der elektrischen Anlage ausgeführt wird.
- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messung der einzelnen aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) durch Zuschalten des Referenzwiderstandes (R_r), unabhängig vom Fehlerfall, in bestimmten zeitlichen Abständen ausgeführt wird.
- 10 5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß oberhalb und unterhalb des Bewegungsfensters (17) als obere und untere Schranke für die Überwachung der Anlage dienende nicht mehr tolerierbare Kurzschluß-Spannungsverhältnisse ($V_{m_{ks}}$, $V_{p_{ks}}$) festgelegt werden und daß im Kurzschlußfall, wo das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) das obere bzw. untere Kurzschluß-Spannungsverhältnis ($V_{m_{ks}}$, $V_{p_{ks}}$) erreicht, der Referenzwiderstand (R_r) dem hochohmigeren der beiden Isolationswiderstände (R_m , R_p) parallel geschaltet wird und die nach einer bestimmten kurzen Zeit sich daraus ergebende Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) gemessen sowie mit einem vorgegebenen Schwellenwert (dU_s) verglichen wird,
- 15 der von der Größe des auslösenden Isolationswiderstands (R_{m_f} , R_{p_f}) des Referenzwiderstandes (R_r) und der Kapazität der Anlage abhängt, wobei nur in dem Fall, wo die Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) den Schwellenwert (dU_s) unterschreitet, ein Kurzschlußalarm gegeben wird, während in allen anderen Fällen, die nur einem scheinbaren Kurzschluß entsprechen, die Messung der einzelnen aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) durchgeführt wird.
- 20 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß jener scheinbare Kurzschluß-Fall, wo die Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) nahezu auf die Betriebsspannung (U_b) der Anlage (10) ansteigt, als Anschluß-Fehler der betreffenden Baugruppe (11, 11') der Anlage erkannt und entsprechend angezeigt wird.
- 25 7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß jener scheinbare Kurzschluß-Fall, wo die Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) zwar den Schwellenwert (dU_s) übersteigt, aber die Betriebsspannung (U_b) nicht nahezu erreicht, als Anzeigebereichüberschreitung erkannt und entsprechend angezeigt wird.
- 30 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Fall der Anzeigebereichüberschreitung in der betreffenden Baugruppe (11, 11') ein größenordnungsmäßig dem Innenwiderstand der Meßeinrichtung (15) entsprechender Zusatzwiderstand (R_z) parallel zu dem nicht als Bezugspotential (m) benutzten Pol (p) der Stromversorgung (12) geschaltet wird.
- 35 9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Ermitteln der das neue Bewegungsfenster (17') bestimmenden Grenzwerte ($V'_{R_{mf}}$, $V'_{R_{pf}}$) ein Widerstand, insbesondere der Referenzwiderstand (R_r), parallel zu dem anderen Isolationswiderstand der betreffenden Baugruppe (11, 11') in der Meßeinrichtung (15) solange geschaltet wird, bis das Spannungsverhältnis (V_u) annähernd den früheren, zum Auslösen des Fehlerfalls maßgeblichen Grenzwert ($R_{R_{mf}}$, $V_{R_{pf}}$) des vorausgehenden Bewegungsfensters (17) erreicht hat.
- 40

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

45

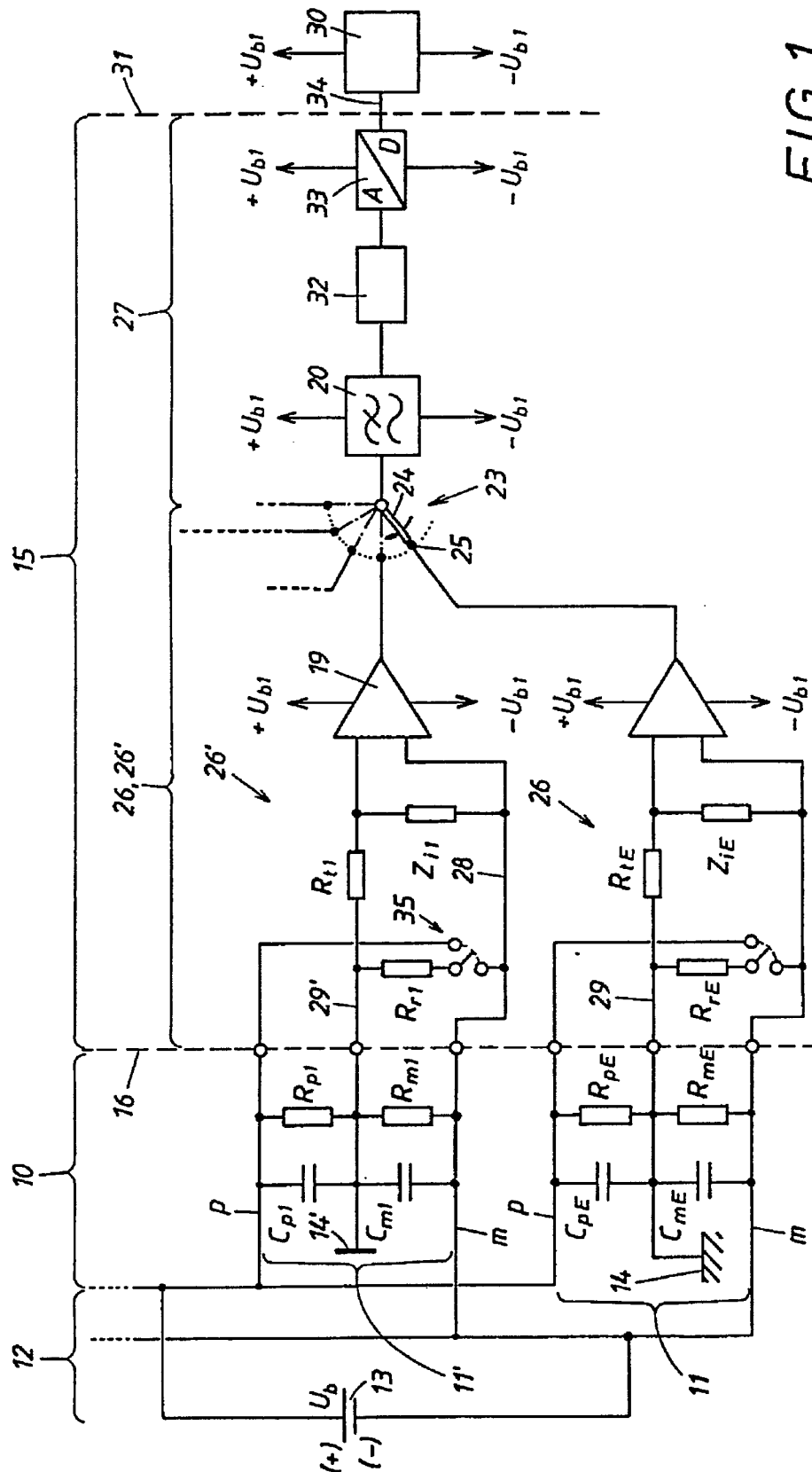


FIG. 1

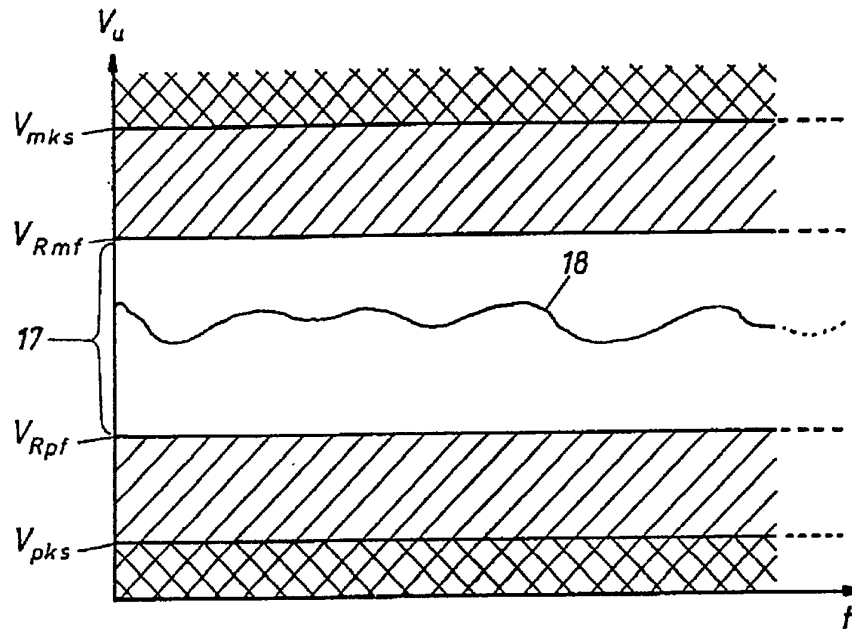
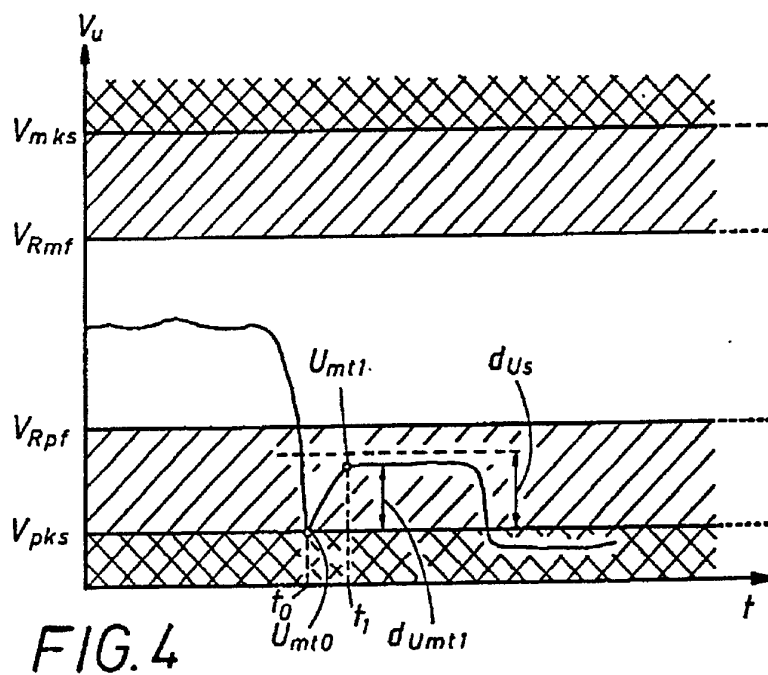
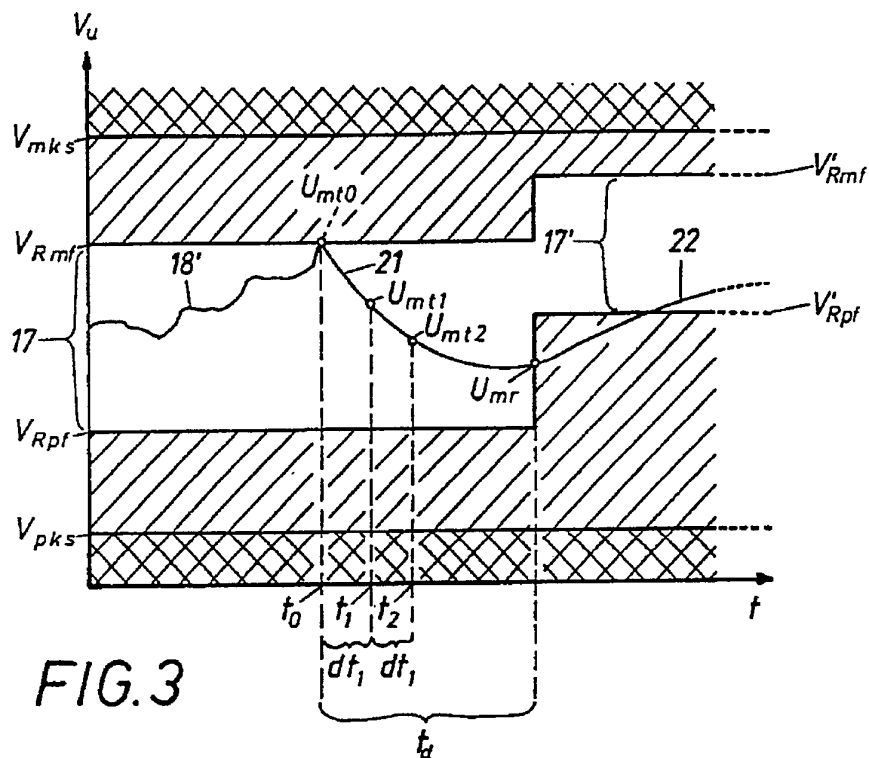


FIG. 2

$$(A) \quad V_u = \frac{U_p}{U_m}$$

$$(B) \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{Rmf} = \frac{R_p}{R_{mf}} \\ V_{Rpf} = \frac{R_{pf}}{R_m} \end{array} \right.$$

$$(C) \quad t_d = \frac{5 \cdot t_f}{\ln \left| \frac{U_{mt2} - U_{mt0}}{U_{mt1} - U_{mt0}} \right|}$$



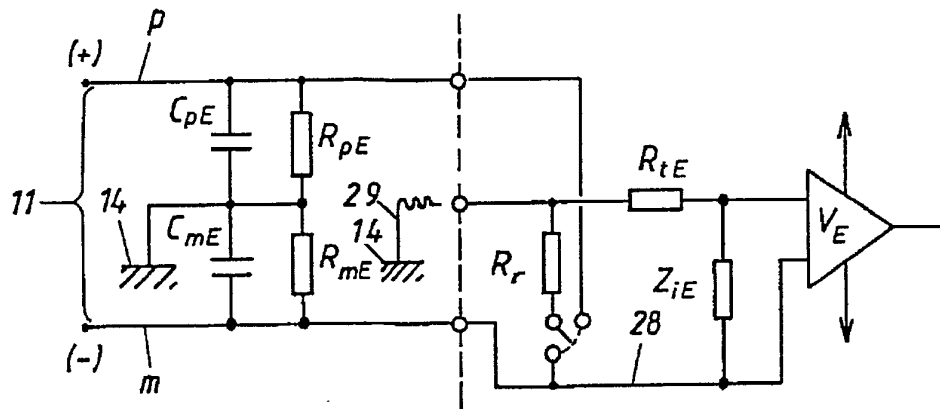


FIG. 5

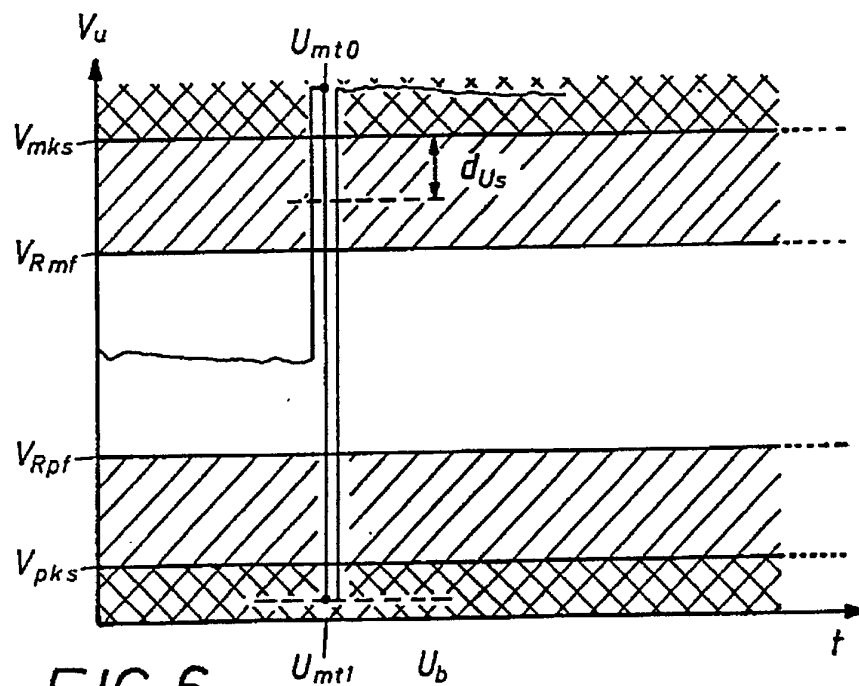


FIG. 6

