

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 705/86

(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 3513850 beansprucht.

(73) Patentinhaber:

QUANTE AKTIENGESELLSCHAFT
D-5600 WUPPERTAL (DE).

(72) Erfinder:

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 von Isolationswiderständen einer elektrischen Signalanlage od. dgl. werden normalerweise nur die Spannungsverhältnisse über die beiden zu überwachenden Isolationswiderstände der einzelnen Baugruppen beobachtet und mit einem vorgegebenen noch tolerierbaren oberen und unteren Grenzwert verglichen und ein Signal ausgelöst, wenn dieser Grenzwert überschritten wird. Dann erfolgt durch Einschalten eines Referenzwiderstandes eine individuelle Messung der Isolationswiderstände, die aber erst nach Ablauf einer längeren Einschwingzeit möglich ist. Um die gegebene Meß- und Auswerteeinrichtung fortlaufend zu nutzen, wird vorgeschlagen, den Meßvorgang zweistufig mit unterschiedlichen Prioritäten ablaufen zu lassen und in der Zwischenzeit, die sich aus den Arten für das Abklingen der Einschwingzeit ergibt, turnusgemäß die Überwachung der übrigen Baugruppen vorzunehmen. Erst nach Ablauf der Einschwingzeit wird für die signalauslösende Baueinheit die Endphase des Meßvorgangs ausgeführt. Dadurch ergibt sich eine optimale Ausnutzung der Überwachungsschaltung.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Überwachungsverfahren der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art. Die elektrische Anlage ist in einzelne Baugruppen gegliedert, die jeweils eigene Isolationswiderstände aufweisen, die zwischen den beiden Polen der gemeinsamen Stromversorgung einerseits und der Erde bzw. einzelnen gegeneinander isolierten Gestellen andererseits entstehen. Die Gestelle dienen zur Aufnahme der einzelnen Baugruppen der Anlage und sind jeweils für sich gegenüber der Erde isoliert. Es kommt nun darauf an, die Qualität der einzelnen Isolationswiderstände in den verschiedenen Baugruppen zu überwachen.

Bei dem bekannten Verfahren werden zur Überwachung der Isolationswiderstände Brückenschaltungen eingesetzt, die über ein Spannungsverhältnis die Spannungsabfälle über den beiden Isolationswiderständen in jeder einzelnen Baugruppe kontrollieren. Es handelt sich dabei um eine "passive Überwachung", wo jede, einen bestimmten oberen und unteren Grenzwert überschreitende Änderung des Spannungsverhältnisses als Fehlerfall angezeigt wird, obwohl dies in manchen Fällen nicht zutrifft. So kann eine Änderung des Spannungsverhältnisses beispielsweise auch durch eine Verbesserung der Isolationswiderstände zustande kommen, weil beispielsweise eine früher einmal eingedrungene Feuchtigkeit aus der Isolation entweicht. Eine andere Ursache für eine solche angezeigte Änderung des Spannungsverhältnisses kann auch durch Erhöhung der Widerstandswerte zustande kommen, die sich beispielsweise durch Abschalten von angeschlossenen Teilen einer Baugruppe ergeben und auf Umladevorgängen der Kapazitäten beruhen.

Verbesserungen in dieser Hinsicht ergeben sich bereits durch ein vorgeschlagenes neues Verfahren, das Gegenstand der parallelen Patentanmeldung, Kennwort: "(2) Kombinierte Überwachung" der gleichen Anmelderin ist und deren Inhalt auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird. In der zur Überwachung dienenden Meßeinrichtung wird zur Überwachung aller Baugruppen das gleiche Bezugspotential verwendet, nämlich der eine Pol, z. B. der Minuspol, der gemeinsamen Stromversorgung. Bei diesem Meßverfahren wird jeweils ein Referenzwiderstand parallel zu dem höheren der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände geschaltet und der dadurch entstehende neue Spannungsabfall gemessen. In einer an die Meßeinrichtung angeschlossenen Auswerteeinrichtung werden über die dann verfügbaren Daten die aktuellen konkreten Isolationswiderstände in den einzelnen Baugruppen errechnet. Es liegt jetzt eine "aktive Überwachung" der Isolationswiderstände vor. Scheinbare Isolationsfehler, die beispielsweise auf einer Erhöhung der Widerstandswerte in den einzelnen Isolationswiderständen beruhen, werden dabei erkannt und eliminiert. Bei diesem Verfahren werden ferner auch jene Isolationsfehler erkannt, die durch eine zueinander proportionale Änderung der beiden Isolationswiderstände in einer Baugruppe zustande kommen, und bei dem vorerwähnten bekannten passiven Überwachungsverfahren nicht festgestellt werden konnten. Doch auch dieses neue Verfahren unterliegt noch Mängeln.

Die Isolationswiderstände in den Baugruppen sind nämlich kapazitiv belastet. Wird nun im Zuge des vorgenannten Verfahrens ein Referenzwiderstand parallel geschaltet, so kommt es zu Einschwingvorgängen, die erst abklingen müssen, bevor brauchbare Spannungswerte gemessen werden können und damit die Berechnung der Isolationswiderstände möglich ist. Die dabei abzuwartende Einschwingzeit ist von den elektrischen Daten der einzelnen Baugruppe abhängig und kann eine Zeitdauer von ca. 5 Sek. bis 30 Min. umfassen. Aus wirtschaftlichen Gründen, aber auch aus Gründen einer genaueren Messung ist es notwendig, die Überwachung der Isolationswiderstände in den einzelnen Baugruppen einer Anlage durch eine gemeinsame Meß- und Auswerteeinrichtung auszuführen, auch, wenn eingangsseitige Bauelemente der Meßeinrichtung jeweils gesondert jeder Baugruppe zugeordnet sein sollten. Im Normalfall wird zwar, ohne Zuschalten des Referenzwiderstands, nur das Spannungsverhältnis der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände in den einzelnen Baugruppen überwacht, das kurzzeitig ermittelt werden kann, doch ergibt sich im Fehlerfall, wo das Spannungsverhältnis den bereits genannten oberen und unteren Grenzwert übersteigt, eine unter Umständen sehr langwierige Meßzeit, weil durch das dann bewirkte Einschalten des Referenzwiderstandes das genannte Abklingen der Einschwingvorgänge abgewartet werden muß. In dieser Zeit kann eine Überwachung der Anlage nicht ausgeführt werden, weshalb zwischenzeitlich eintretende Änderungen in den Verhältnissen nicht erfaßbar sind. Dieser Mangel wird erhöht, wenn Isolationsmängel gleichzeitig in mehreren Baugruppen auftreten und daher die Wartezeiten für die einzelnen Einschwingvorgänge sich aufsummieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und zuverlässiges Überwachungsverfahren zu entwickeln, das jederzeit, also auch im Fehlerfall, eine fortlaufende zügige Überwachung der Anlage zuläßt. Dies wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruches 1 angeführten Verfahrensschritte erreicht, deren Wirkung und Aufbau in der nachfolgenden Beschreibung eingehend geschildert wird, weshalb jetzt nur auf folgende Vorteile hingewiesen werden soll:

Beim erfindungsgemäßen Verfahren werden den verschiedenen Überwachungsvorgängen unterschiedliche Prioritäten zugeordnet. Bei dem unter Einbeziehung des Referenzwiderstandes ablaufenden Meßvorgang werden sogar den einzelnen aufeinanderfolgenden Phasen unterschiedliche Prioritäten zugeordnet. Diese Prioritäten bewirken, daß die verschiedenen Meßvorgänge und Phasen innerhalb eines Meßvorgangs in optimaler Reihenfolge miteinander wechseln und daher möglichst keine inaktiven Zeiten für die Meß- und Auswerteeinrichtung sich ergeben. Während der Wartezeit beim Meßvorgang an einer einem Fehlerfall unterliegenden Baugruppe wird die Überwachung der übrigen Baugruppen fortgesetzt. Die sonst nutzlos bleibenden Wartezeiten werden durch das erfindungsgemäße Verfahren dazu genutzt, die übrigen Überwachungsarbeiten turnusgemäß durchzuführen. Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist also der Turnus der Überwachung prioritätsbestimmt.

Wie in den Unteransprüchen angegeben ist, lassen sich auf diese Weise nicht nur die durch das Einschalten des Referenzwiderstandes sich ergebenden Wartezeiten durch weitere Überwachungsvorgänge nutzen, sondern auch die wieder beim Ausschalten des Referenzwiderstandes anfallenden Einschwingvorgänge, die in der Regel noch wesentlich länger dauern, können eine störende Inaktivität der Meß- und Auswerteeinrichtung nicht mehr begründen. Dadurch läßt sich die effektive Überwachungszeit wesentlich verbessern. Während der Einschwingzeit können eventuell eintretende unzulässige Änderungen der Isolationsverhältnisse in den anderen Baugruppen festgestellt werden. Die schnelle Feststellung von Isolationsfehlern ist daher in jedem Fall gewährleistet. Dies gilt, wie in den Unteransprüchen weiter ausgeführt ist, auch für besonders schwerwiegende Kurzschlußfehler, die mit höchster Priorität beim erfindungsgemäßen Verfahren vorgezogen werden und schnell entscheiden lassen, wie schwerwiegend der aufgetretene Kurzschlußfall ist.

Weitere Maßnahmen und Vorteile der Erfindung sind aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung ersichtlich. In den Zeichnungen ist die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignete Überwachungsschaltung für eine elektrische Signalanlage und

Fig. 2 und 3 Diagramme über das zeitliche Verhalten eines in einer Baugruppe beobachteten Spannungsverhältnisses in einem Fehlerfall, anhand dessen die erfindungsgemäße Verfahrensweise verdeutlicht werden kann.

Die Fig. 1 zeigt schematisch eine als signaltechnische Einrichtung ausgebildete Anlage (10), wie sie beispielsweise im Eisenbahnverkehr Anwendung findet. Die Signalanlage (10) besteht aus einer Schar voneinander getrennt zu überwachenden Baugruppen (11, 11'), von denen hier lediglich zwei dargestellt sind, die aber sinngemäß auf n solcher Baugruppen erweitert zu denken ist. Alle Baugruppen (11, 11') sind an eine gemeinsame erdfreie Stromversorgung (12) angeschlossen, die aus einer elektrischen Batterie (13) besteht und über die beiden Polleitungen (m) und (p) ihre Versorgungsspannung (U_B) allen Baugruppen zuführt. In der ersten Baugruppe sollen die Isolationswiderstände (R_{pE} und R_{mE}) überwacht werden, die zwischen den Polleitungen (p) und (m) und der Erde (14) bestehen, während in der anderen Baugruppe (11') die entsprechenden Isolationswiderstände (R_{p1} und R_{m1}) gegenüber einem Gestell (14') beobachtet werden sollen. Solche Gestelle (14') dienen zur Aufnahme der Schaltglieder einer solchen Signalanlage. Als Baugruppe (11') im vorgenannten Sinne könnten mehrere miteinander verbundene Gestelle oder auch nur gegeneinander isolierte Teile eines gemeinsamen Gestells fungieren. Zur Vereinfachung der weiteren Betrachtung sollen die verschiedenen Isolationswiderstände repräsentativ durch die Bezeichnung (R_p und R_m) benannt werden.

Zur Überwachung dieser Widerstände (R_p) wird die aus Fig. 1 ersichtliche Meßeinrichtung (15) verwendet, die bereits Gegenstand der parallelen Patentanmeldung, Kennwort: "(1) Isolationsmesser" der gleichen Anmelderin ist und deren Inhalt zugleich zum Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung gemacht wird. In dieser Meßeinrichtung (15) sind jeder zu beobachtenden Baueinheit (11, 11') eigene Meßkreise (26, 26') zugeordnet, die über einen Wählschalter (23) in zeitlicher Aufeinanderfolge mit einer gemeinsamen Folgeschaltung (27) verbunden werden. Die Schnittstelle zwischen der Signalanlage (10) und der Meßeinrichtung (15) ist durch die gestrichelte Linie (16) markiert. Eine weitere gestrichelte Linie (31) kennzeichnet eine Schnittstelle zwischen der Meßeinrichtung (15) und einer nachgeschalteten Auswerteeinrichtung (30). Alternativ könnte der erwähnte Wählschalter (23) an diese Schnittstelle (31) gesetzt sein, weshalb dann jeder der genannten Eingangskreise (26, 26') eine eigene Folgeschaltung aufweisen würde. Wegen des übereinstimmenden Aufbaues genügt es, einen der Eingangsmesskreise zu beschreiben.

Der Eingangsmesskreis (26) umfaßt einen Verstärker (19), dessen Bezugspotential, ausweislich der Leitung (28), der an die eine Polleitung (m) angeschlossene Pol der Batterie (13) ist. Das gleiche Bezugspotential kann auch den übrigen, noch näher zu beschreibenden Bauelementen (20, 32, 33) und der Auswerteeinrichtung (30) zugeführt werden, was in Fig. 1 nicht näher gezeigt ist. An den Eingang (M) des Verstärkers (19) ist über die Leitung (29 bzw. 29') ein hochohmiger Eingangswiderstand (R_{tE} und R_{t1}) mittels der Anschlußleitung (29 bzw. 29') angeschlossen, die zu der Erde (14) bzw. dem Gestell (14') führt. Am Eingang des Verstärkers (19) wirkt jeweils ein Innenwiderstand (Z_{i1} bzw. Z_{iE}). Parallel zu den jeweiligen Widerständen (R_p, R_m) sind auch noch die aus Fig. 1 ersichtlichen Kapazitäten (C_{p1}, C_{m1}, C_{pE}, C_{mE}) wirksam, die nachfolgend repräsentativ durch die Benennung (C_p, C_m) bezeichnet werden sollen. Über einen Schalter (35) läßt sich jeweils ein Referenzwiderstand (R_{r1} bzw. R_{rE}), die nachfolgend repräsentativ als Referenzwiderstand (R_r) bezeichnet werden sollen, wahlweise parallel zu einem der beiden zu überwachenden Isolationswiderstände (R_m, R_p) schalten. Dies wird im Zuge des noch näher zu beschreibenden Meßverfahrens von der Auswerteeinrichtung (30) veranlaßt, die den Referenzwiderstand (R_r) jeweils dem größeren der beiden Widerstände (R_p, R_m) parallel zuschaltet.

Hinter dem Wählschalter (23) erscheint in der Folgeschaltung (27) zunächst ein Frequenzfilter (20), dem sich ein Spannungsteiler (32) anschließt, dessen Bedeutung in der parallelen Anmeldung, Kennwort "(4) Automatischer Abgleich" näher beschrieben wird und deren Anmeldeunterlagen auch zum Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung gemacht werden. Dem Spannungsteiler (32) folgt ein Analog-Digital-Wandler (33), von welchem am Eingang (M) des Verstärkers (19) anfallende Teilspannungen (U_m) in digitale Signale,

wie Frequenzen umgewandelt werden. Auf diesem Wege läßt sich durch einen in Fig. 1 nicht näher gezeigten Schalter auch die Spannung (U_b) der Stromversorgung (12) ermitteln und der Auswerteeinrichtung (30) zuführen.

Von besonderer Bedeutung ist, daß in der Schaltung von Fig. 1 für den Betrieb aller Bauelemente in der Meßeinrichtung (15) und der Auswerteeinrichtung (30) die gleiche Betriebsspannung (U_{b1}) verwendet werden kann. Normalerweise wird die Überwachungsschaltung von Fig. 1 dazu genutzt, die beiden Isolationswiderstände (R_m , R_p) durch ein Spannungsverhältnis (V_u) zu überwachen, welches sich aus den jeweiligen Spannungsabfällen (U_p und U_m) über den beiden jeweils zu überwachenden Widerständen (R_p , R_m) ergibt. Dies erfolgt in den einzelnen Baugruppen (11, 11') nach einem bestimmten noch näher zu beschreibenden Turnus. Dazu wird das bewegliche Kontaktglied (24) im Wählschalter (23) nacheinander mit den feststehenden Kontaktgliedern (25) verbunden, an welche die Ausgangsleitungen der einzelnen Eingangsmeßkreise (26, 26') anliegen. Bei der Bestimmung des jeweiligen Spannungsverhältnisses (V_u) geht man bei der Schaltung von Fig. 1 so vor, daß der Spannungsabfall (U_m) in der betreffenden Baugruppe gemessen wird. Unabhängig davon ist durch einen nicht näher gezeigten zusätzlichen Schalter auch die Batteriespannung (U_b) an den Eingang (M) des Verstärkers (19) gelegt und von der Auswerteeinrichtung (30) registriert worden. Aus der Differenz (U_b und U_m) läßt sich dann auch der Spannungsabfall (U_p) über dem Widerstand (R_p) errechnen, was durch einen in der Auswerteeinrichtung (30) integrierten Rechner (Computer) geschieht.

Die Auswerteeinrichtung (30) vergleicht fortlaufend das in der betreffenden Baueinheit ermittelte Ergebnis mit definierten Fehlerspannungsverhältnissen (V_{Rmf} und V_{Rpf}), die in dem Zeitdiagramm von Fig. 2 eingetragen sind. In der vertikalen Achse des Diagramms von Fig. 2 sind die Spannungsverhältnisse aufgetragen, nämlich das zu überwachende Spannungsverhältnis (V_u), während horizontal die Zeitachse (t) verläuft. Die erwähnten Fehlerspannungsverhältnisse erscheinen dann als parallele Linien zur Zeitachse (t) und bestimmen untere und obere Grenzwerte, zwischen denen das Spannungsverhältnis (V_u) sich im zeitlichen Verlauf verändern darf, was in Fig. 2 durch die Kurve (18) verdeutlicht wird. Der obere Grenzwert (V_{Rpf}) ist als Quotient aus einem noch tolerierbaren Grenzwiderstand (R_{pf}) am Pluspol (p) der Stromversorgung (12) und dem aktuellen Isolationswiderstand (R_m) am Minuspol (m) bestimmt, während der untere Grenzwert (V_{Rmf}) als Quotient aus dem aktuellen Isolationswiderstand (R_p) am Pluspol (p) der Stromversorgung (12) und aus einem noch tolerierbaren Grenzwert (R_{mf}) am Minuspol (m) ergibt. Die beiden Grenzwerte (V_{Rmf} und V_{Rpf}) bestimmen somit ein Bewegungsfenster (17), in dem sich die Kurve (18) bewegen kann, ohne daß ein Fehlerfall festgestellt wird.

In Fig. 2 wird angenommen, daß zur Zeit (t_0) ein "Fehlerfall" auftritt, in den gemäß der Kurve (18) das beobachtete Spannungsverhältnis (V_u) in den schraffierten Bereich über dem oberen Grenzwert (V_{Rmf}) bewegt. Es wird dabei, wie durch einen Parameter an der Kurve (18) angegeben ist, der Spannungswert ($U_{m_{t_0}}$) gemessen. Aufgrund eines im Computer der Auswerteeinrichtung (30) befindlichen Steuerprogramms wird nun der Schalter (35) in eine seiner beiden Endstellungen gebracht, wodurch der betreffende Widerstand (R_r) parallel dem höheren der beiden Isolationswiderstände (R_p , R_m) geschaltet wird, der nicht für den vorliegenden Fehlerfall verantwortlich ist.

Jetzt könnte, wenn es nicht zu den nachgenannten wesentlichen Verzögerungen käme, der entsprechende Spannungsabfall mit dem Referenzwiderstand (R_r) ermittelt werden, der sich dann durch den Wert (U_{m_r}) ergeben würde. Daraus könnte dann der Rechner der Auswerteeinrichtung (30) die individuellen wirklichen Isolationswiderstände (R_p und R_m) durch die Daten (R_r , U_b , U_m und U_{m_r}) berechnen, wie aus den in der parallelen Anmeldung, Kennwort: "(1) Isolationsmesser" der gleichen Anmelderin auf S. 13 angegebenen Formeln (1) bis (4) detailliert angegeben wurde, wobei der Inhalt jener Patentanmeldung auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

Diese Messung ist aber im Zeitpunkt (t_0) von Fig. 2 noch nicht vollziehbar, denn die Baugruppen (11, 11') der Anlage sind mit den bereits in Fig. 1 erwähnten Kapazitäten (C_p , C_m) behaftet, was einen Einschwingvorgang auslöst. Ausweislich der Fig. 2 verändert sich das Spannungsverhältnis (V_u) allmählich nach einer Exponentialfunktion, was in Fig. 2 durch das Kurvenstück (21) verdeutlicht wird. Eine brauchbare Messung ist folglich frühestens nach einer definierten Einschwingzeit (t_d) möglich, die sich näherungsweise durch folgende Gleichung ergibt:

$$(A) \quad t_d = 5 \cdot \frac{R_p \cdot R_m}{R_p + R_m} \cdot (C) \quad (C)$$

wo (C) die beiden Kapazitäten (C_p , C_m) repräsentiert.

In Fig. 2 sind aus Gründen der besseren Deutlichkeit die Zeitangaben auf der Zeitachse (t) verzerrt dargestellt. Daraus sind nur qualitative, nicht aber quantitative Ergebnisse zu entnehmen. Die Besonderheit des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht vornehmlich darin, daß der oben bereits erwähnte Meßvorgang an der signalauslösenden Baugruppe in zwei Meßphasen mit unterschiedlicher Priorität gegliedert wird, die, geordnet nach den Prioritäten im Turnus der Überwachung der Isolationswiderstände an den übrigen Baugruppen vollzogen werden. Diese beiden Phasen des Meßvorgangs umfassen folgende Maßnahmen:

Nach Signalauslösung zur Zeit (t_0) läuft sogleich innerhalb einer verhältnismäßig kurzen Zeit, die in Fig. 2 mit (d_{t2}) bezeichnet ist, eine Anfangsphase des Meßvorgangs ab, die zwei Teilschritte umfaßt. Vom Programm der Auswerteeinrichtung (30) gesteuert wird nach einer Zeitdauer (d_{t1}), also zum Zeitpunkt (t_1) von Fig. 2, eine erste vorläufige Spannungsmessung ausgeführt, die zu dem Ergebnis (U_{mt1}) führt. In einem zweiten Schritt, nach Ablauf der gleichen Zeitdifferenz (d_{t1}), nämlich zum Zeitpunkt (t_2) wird eine entsprechende Spannungsmessung ausgeführt, die zu dem Ergebnis (U_{mt2}) führt. Jetzt kann der Rechner der Auswerteeinrichtung (30) die Einschwingdauer (t_d) näherungsweise durch folgende Gleichung berechnen:

$$(B) \quad t_d = \frac{5 \cdot t_1}{\ln \left| \frac{U_{mt2} - U_{m_{t0}}}{U_{mt1} - U_{m_{t0}}} \right|}$$

Die Ermittlung dieser Einschwingzeit (t_d) wird von der Auswerteeinrichtung (30) bevorzugt erledigt. Tritt ein Störfall bei einer Baugruppe ein, so werden die vorgenannten Messungen der Anfangsphase (d_{t2}) bevorzugt erledigt. Der Anfangsphase (d_{t2}) wird eine hohe Priorität zugeordnet. Jetzt wird der weitere Meßvorgang aber unterbrochen und die aus Fig. 2 ersichtliche Restdauer ($t_3 - t_2$) dazu genutzt, um die Überwachungen der übrigen Baugruppen in der Anlage auszuführen. Weder die Meßeinrichtung (15) noch der Auswerter (30) bleiben also in dieser Wartezeit untätig. Der Auswerter ordnet der signalauslösenden Anlage in dieser Wartezeit wieder eine niedrige Priorität zu, stoppt aber eine vorzeitige zeitliche Erfassung für diese Wartezeit.

Erst, wenn diese Wartezeit ($t_3 - t_2$) verstrichen ist und im üblichen Turnus der Überwachung auch die signalauslösende Baugruppe wieder an der Reihe ist, nämlich im angenommenen Zeitpunkt (t_3) von Fig. 2, erfolgt die Endphase des Meßvorgangs, indem in der geschilderten Weise der Spannungsabfall (U_{mf}) ermittelt wird. Das jetzt erlangte Meßergebnis (U_{mf}) wird unter Zuhilfenahme der übrigen bekannten Daten ($U_{m_{t0}}$ und U_b) benutzt, um anhand der bereits oben erwähnten Gleichungen die dem Signalfall zugrundeliegenden wirklichen Isolationswerte (R_p und R_m) exakt zu berechnen. Diese ermittelten Werte (R_m und R_p) werden nun mit den bereits oben erwähnten noch tolerierbaren Grenzwertswerten (R_{mf} und R_{pf}) verglichen. Sind diese Werte erreicht oder gar überschritten worden, so wird von der Auswerteeinrichtung (30) Alarm ausgelöst und in einer entsprechenden Anzeige die Werte und gegebenenfalls der Zeitpunkt der Signalauslösung festgehalten. Die Signalauslösung könnte aber auch, wie bereits eingangs erwähnt wurde, nur scheinbar durch Erhöhung eines Isolationswiderstandes zustande gekommen sein, z. B. durch Abschalten von zu der betreffenden Baugruppe gehörenden Schaltungsteilen. Jetzt liegen die ermittelten Isolationswiderstände (R_m , R_p) über den vorgegebenen Grenzwertswerten (R_{mf} bzw. R_{pf}), weshalb jetzt die Auswerteeinrichtung (30) keinen Alarm gibt, sondern Korrekturen in der künftigen Überwachung veranlaßt. Anhand der oben erwähnten die oberen und unteren Grenzwerte von Fig. 2 bestimmenden Fehlerspannungs-Verhältnisse lassen sich mit den neu ermittelten Isolationswiderständen (R_m , R_p) neue obere und untere Grenzwerte (V'_{Rmf} und V'_{Rpf}) ermitteln, die, wie in Fig. 2 verdeutlicht ist, ein neues Bewegungsfenster (17') bestimmen, das den aktuellen Verhältnissen der betreffenden Baugruppe (11, 11') für die künftige Überwachung besser angepaßt ist und innerhalb dem sich, ausweislich der Kurve (18') die ermittelten Überwachungswerte künftig bewegen dürfen.

Nach Ablauf der Endphase des Meßvorgangs zur Zeit (t_3) schaltet die Auswerteeinrichtung (30) aufgrund ihres hier eingegebenen Programms den Referenzwiderstand (R_r) ab, weshalb sich wieder ein Einschwingvorgang ergibt, dessen Einschwingzeit (t_d') aufgrund der dann gegebenen elektrischen Verhältnisse erwartungsgemäß sogar wesentlich länger als die vorbeschriebene Einschwingzeit (t_d) beim Einschalten des Referenzwiderstandes (R_r) ist. Diese Einschwingzeit (t_d') läßt sich nach einem weiteren Vorschlag der Erfindung dadurch verkürzen, daß ein weiterer Widerstand, insbesondere der ohnehin verfügbare Referenz-

widerstand (R_r), parallel dem jeweils anderen Isolationswiderstand der Baugruppe (11, 11') zugeschaltet wird. Es tritt aber nur eine quantitative, nicht eine qualitative Änderung im Kurvenverlauf von Fig. 2 ein. Während der Einschwingzeit (t_d) können an der betreffenden Baugruppe wieder keine brauchbaren Überwachungsmessungen ausgeführt werden. Jetzt wird wieder das erfindungsgemäße Verfahren angewendet, das den Meßvorgang in die genannten beiden Phasen teilt und in der sich daraus ergebenden Wartezeit die Meß- und Auswerteeinrichtung (15, 30) für die Überwachung der übrigen Baueinheiten nutzt. Jetzt werden wieder in einer Anfangsphase in kurzen Zeitabständen (d_{t1}), nämlich zu den Zeitpunkten (t_4, t_5), vorläufige Spannungsmessungen ausgeführt, um daraus in der geschilderten Weise die Einschwingzeit (t_d) zu ermitteln, nach deren Ablauf erst, nämlich zur Zeit (t_6), frühestens die Überwachung beginnen kann, weil dann der exponentielle Anstieg ausweislich der Kurve (22) praktisch zum Abschluß gekommen ist. In Fig. 2 wird zur Zeit (t_6) daher der brauchbare Spannungswert (U_m) ermittelt, von wo ab im üblichen Turnus die Überwachung der betreffenden Baugruppe fortgeführt werden kann.

Aus Fig. 2 ist schließlich noch erkennbar, daß oberhalb der erwähnten Grenzwerte (V_{Rmf} und V_{Rp}) noch zwei weitere obere und untere Schranken (V_{mks} und V_{pks}) vorgesehen sind, welche nicht mehr tolerierbare Kurzschlußverhältnisse bestimmen, die nicht mehr zugelassen werden dürfen und daher in Fig. 2 kreuzschraffiert gekennzeichnet sind. Diese Schranken können beispielsweise dadurch bestimmt sein, daß sich das Spannungsverhältnis nicht auf einen Wert von 1/50 verändern darf. Jetzt läuft ein etwas anderes Meßverfahren ab, das in der bereits erwähnten parallelen Anmeldung, Kennwort: "(2) Kombinierte Überwachung" eingehend beschrieben und dargestellt ist; diese Inhalte werden zugleich zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht. Das Abwarten der Einschwingzeit (t_d), wie sie vorstehend im Fehlerfall erläutert wurde, würde jetzt zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Man begnügt sich jetzt nur mit einer Testmessung nach einer gegebenen Zeit (d_{t1}), die mit höchster Priorität von der Auswerteeinrichtung (30) ausgeführt wird und eine analoge Anfangsphase des Meßvorgangs darstellt, die auch durch ein Zuschalten des Referenzwiderstandes (R_r) parallel dem jeweils größeren Isolationswiderstand (R_p, R_m) zustande kommt. Man erlangt dann einen Test-Spannungswert (U_{m1}), der gegenüber dem den Kurzschlußfall auslösenden Ausgangswert der Spannung (U_{m0}), der jetzt in Fig. 2 im kreuzschraffierten Bereich zu suchen ist, eine Spannungsänderung (dU_{m1}) begründet. Diese wird von der Auswerteeinrichtung (30) ermittelt und aufgrund des in ihr integrierten Programms mit einem bestimmten vorgegebenen Schwellenwert (dU_s) verglichen. Dieser Schwellenwert (dU_s) richtet sich nach der Größe des Referenzwiderstandes (R_r) und den nicht mehr tolerierbaren Isolationswiderständen sowie den Kapazitäten in der betreffenden Baugruppe. Entsprechend den Vergleichsergebnissen kann es nun zu Fallunterschieden kommen, die in der bereits erwähnten Parallelanmeldung ausführlich geschildert sind und auch für die vorliegende Patentanmeldung gelten sollen. Nur, wenn die Spannungsänderung (dU_{m1}) kleiner als der vorgegebene Schwellenwert (dU_s) ausgebildet ist, liegt ein tatsächlicher Kurzschluß vor, der zu einem entsprechenden Alarm durch die Auswerteeinrichtung (30) führt.

Im anderen Fall, wenn eine gegenüber dem Schwellenwert (dU_s) größere Spannungsänderung (dU_{m1}) festgestellt worden ist, liegt nur ein scheinbarer Kurzschlußfall vor, der vermutlich durch einen Umladevorgang der Kapazitäten in der betreffenden Baugruppe (11, 11') sich ergeben hat. Jetzt kann ohne zeitlichen Druck der im Zusammenhang mit dem Fehlerfall von Fig. 2 erläuterte Meßvorgang mit seinen beiden Arbeitsphasen ablaufen. Das kann von der Auswerteeinrichtung (30) automatisch nach einem entsprechenden Programm ausgeführt werden, wo es wieder gilt, die Einschwingzeit (t_d) abzuwarten. Natürlich wird auch dabei vom erfindungsgemäßen Verfahren Gebrauch gemacht, innerhalb der Wartezeit zwischen den beiden Phasen des Meßvorgangs die Überwachung an den übrigen Baugruppen (11, 11') auszuführen.

In der konkreten Ausführung arbeitet der Rechner in der Auswerteeinrichtung (30) in folgender Weise:

Die einzelnen Baugruppen der Anlage sind für den Computer mit einer Bezeichnung (PID) versehen, denen, als gesonderte Größen, eine Priorität (TPT) einerseits und eine Wartezeit (TTM) zugeordnet sind. Diese Werte der verschiedenen Baugruppen sind in einem Arbeitsverzeichnis aufgeführt.

Den verschiedenen möglichen Ereignissen sind in der Auswerteeinrichtung (30) unterschiedliche Prioritäten zugeordnet. Solange sich die überwachten Spannungsverhältnisse (V_u) der verschiedenen Baugruppen (11, 11') innerhalb ihrer Bewegungsfenster (17) befinden, gilt die Priorität (2).

Die Reihenfolge der Überwachung der einzelnen Baugruppen (11, 11') ist durch ein weiteres Verzeichnis in der Auswerteeinrichtung (30) festgelegt, das man als "Warteschlange" (waitqueue) bezeichnen kann. Aus dem vorerwähnten Arbeitsverzeichnis werden die Baugruppen, nach Prioritäten geordnet, in diese Warteschlange aufgenommen und dort in der damit festgelegten Reihenfolge nacheinander behandelt. Die "Warteschlange" bestimmt im Zusammenwirken mit einem Zwischenspeicher (sleepqueue) den aktuellen Turnus für die Überwachungsmessung. Damit werden, wenn keiner der nachgenannten Sonderfälle vorliegt, alle Baugruppen nacheinander in regelmäßigen Abständen durch die Meß- und Auswerteeinrichtung (15, 30) überwacht. Kommt es nun zu dem im Zusammenhang mit Fig. 2 bereits abgehandelten Fehlerfall, so erhält die betreffende

Baugruppe die Priorität (6) und rückt folglich in der "Warteschlange" ganz nach oben, um sogleich, nach dem geschilderten zweistufigen Meßverfahren, die erwähnte Anfangsphase (d_{t2}) zu durchlaufen. Dann steht, wie geschildert wurde, die verbleibende Wartezeit ($t_3 - t_2$) fest und die Priorität wird erniedrigt und erhält wieder den Wert (2). Jetzt liegt aber noch die Wartezeit (TTM) vor, die, solange sie noch nicht verstrichen ist, den Computer der Auswerteeinrichtung (30) veranlaßt, sie in ein Ruheverzeichnis (queue) aufzunehmen und für diese Zeit aus dem Arbeitsverzeichnis auszuschließen. Die Baugruppe ist folglich in der "Warteschlange" nicht angeführt und die Endphase des Meßvorgangs kann daher noch nicht ablaufen. Erst wenn die Wartezeit verstrichen ist, erscheint die betreffende Baugruppe mit der "normalen Priorität (2)" wieder im Arbeitsverzeichnis und gelangt in die das Arbeitsprogramm bestimmende "Warteschlange". Die Überwachung dieser Baugruppe wird daher im üblichen Turnus im Wechsel mit den übrigen Baugruppen vollzogen. Dies ändert sich nur dann, wenn andere Baugruppen wegen höherer Priorität wieder vorgezogen werden. Jetzt kann die Schlußphase der Messung in der geschilderten Weise ablaufen.

Sofern sich der oben erwähnte akute Kurzschlußfall für eine bestimmte Baugruppe ergibt, erhält diese im Arbeitsverzeichnis die höchste Priorität (7) und wird daher zuoberst in die "Warteschlange" aufgenommen. Diese Baugruppe erfährt sogleich ihre Behandlung nach dem für diesen Kurzschlußfall bestimmten Arbeitsprogramm in der Auswerteeinrichtung (30), das in der oben erwähnten geschilderten Weise auch zweistufig ablaufen kann, wenn es sich um einen nur scheinbaren Kurzschluß gehandelt hat, der eine übliche Bestimmung der Isolationswiderstände zuläßt. Nach Abschluß dieser Messungen und deren Auswertung kann auch diese Baugruppe wieder auf die normale Priorität (2) zurückgesetzt werden, wenn nur ein Scheinkurzschluß vorlag. Lag aber ein aktueller Kurzschlußfall vor, der in der Auswerteeinrichtung eine entsprechende Anzeige veranlaßt hat und in seinen Daten festgehalten wurde.

Wie ersichtlich, ist es damit der Erfindung gelungen, eine fortlaufende optimale Überwachung der Baugruppen auch in Extremfällen herbeizuführen, wo es zu signalauslösenden Isolationsverschlechterungen und Kurzschlußfehlern kommt.

Wie in Fig. 2 angedeutet ist, kann es im exponentiellen Verlauf der Kurve (21) zu Abweichungen durch zwischenzeitlich eintretende Veränderungen der Isolationswiderstände (R_m , R_p) kommen, die beispielsweise zu dem aus Fig. 2 ersichtlichen Kurvenverlauf (21') führen, weshalb in der Endphase der Messung, zum Zeitpunkt (t_3), ein Wert (Um_r^*) erscheint. In diesem Fall wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß testweise auch während der geschilderten Unterbrechung ($t_3 - t_2$) eine Überwachung bei der signalauslösenden Baueinheit (11, 11') ausgeführt wird und man dabei über die Auswerteeinrichtung (30) verfolgt, ob der Kurvenverlauf exponentiell, gemäß der Kurve (21) erfolgt oder davon, gemäß Kurve (21'), abweicht. Wird eine solche Abweichung festgestellt, so wird der laufende Meßvorgang sofort durch Abschalten des Referenzwiderstandes (R_r) gestoppt und der Ablauf des sich daraus ergebenden geschilderten Einschwingvorgangs (t_d') abgewartet. Dann wird in diesem besonderen Fall von der Auswerteeinrichtung (30) ein neuer zweiphasiger Meßvorgang mit prioritätsunterschiedlichen Phasen wieder eingeleitet, indem der Referenzwiderstand (R_r) bei der betreffenden Baueinheit erneut zugeschaltet wird. Dadurch erhält man nach der Endphase dieses neuen Meßvorgangs einen besseren Spannungswert, der die tatsächlich eingetretenen Verhältnisse berücksichtigt. Dadurch werden Fehlmessungen aufgrund zwischenzeitlicher Änderungen der Isolation in der betreffenden Baueinheit vermieden.

Es gibt ferner Fälle, wo Fehler in der Isolation, die sich auch als Kurzschlüsse auswirken können, nur sehr kurzzeitig anfallen und daher nicht auf tatsächlichen Fehlern der Isolationen in der betreffenden Baugruppe (11, 11') beruhen. In diesem Fall gibt es die Möglichkeit, durch Betätigen einer Taste od. dgl. eine sogenannte "Kurzzeitfehler-Unterdrückung" wirksam zu setzen. Diese kann für eine bestimmte Zeitdauer (T^*) wirksam sein, wie anhand der Fig. 3 angedeutet ist. Während dieser Zeitdauer (T^*) wird eine sonst nötig werdende Alarmauslösung zurückgestellt und stattdessen, im üblichen Turnus, immer wieder ein Meßvorgang bei der betreffenden Baueinheit wiederholt.

Nach Ablauf dieser Zeitdauer (T^*) wird dann, wie in Fig. 3 erkennbar ist, von dem letzten Meßergebnis (Um_{rn}) abhängig gemacht, ob Alarm ausgelöst wird oder wieder die genannten Korrekturen am oberen und unteren Grenzwert vorgenommen werden. Letzteres ist in Fig. 3 verwirklicht, wo vom Zeitpunkt (t_n) an die neuen Grenzwerte (V'_{Rmf} und V'_{Rpf}) gelten, zwischen denen das bereits beschriebene neue Bewegungsfenster (17') festgelegt wird. Auch in der letzten Phase ergeben sich dann die bereits geschilderten Einschwingdauern (t_{dn} bzw. t_{dn}').

Anstelle einer vorgegebenen Zeitdauer (T^*) könnte man die Wiederholung der Meßvorgänge bei der betreffenden Baueinheit auch auf eine bestimmte Anzahl n von Meßzyklen beschränken. Dies ist in Fig. 3 durch die Gesamtdauer (T_1 bis T_n) veranschaulicht, wo nur der erste und letzte Meßvorgang, aber nicht die dazwischenliegenden weiteren Meßvorgänge dargestellt sind.

PATENTANSPRÜCHE

5

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, wobei die Isolationswiderstände der einzelnen Baugruppen zwischen den beiden Polen der Stromversorgung und den einzelnen Gestellen bzw. der Erde beobachtet werden, und das Spannungsverhältnis aus den Spannungsabfällen über den beiden Isolationswiderständen in den einzelnen Baugruppen gemessen und in einer gemeinsamen Auswerteeinrichtung überwacht wird, indem das Spannungsverhältnis mit einem ein Bewegungsfenster bestimmenden vorgegebenen noch tolerierbaren oberen und unteren Grenzwert laufend verglichen wird, zwischen denen sich das zu überwachende Spannungsverhältnis verändern darf, aber ein Signal ausgelöst wird, wenn das Spannungsverhältnis die Grenzwerte des Bewegungsfensters übersteigt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Baugruppen (11, 11') von einer gemeinsamen Meß- und Auswerteeinrichtung (15, 30) in einem prioritätsbestimmten Turnus zeitlich nacheinander vermessen werden, daß bei einer Signalauslösung (t_0) der Meßvorgang zweiphasig mit zueinander unterschiedlicher Priorität abläuft und in einer Anfangsphase (d_{t2}), mit vorgezogener Priorität, sogleich dem jeweils größeren der beiden Isolationswiderstände (R_m, R_p) der betreffenden Baugruppe (11, 11') meßseitig ein Referenzwiderstand (R_r) parallel geschaltet wird und von der Auswerteeinrichtung (30) unverzüglich jene zugehörige Einschwingzeit (t_d) ermittelt wird, die sich durch einen beim Zuschalten des Referenzwiderstandes (R_r) entstehenden Einschwingvorgang in der betreffenden, mit Kapazitäten (C) behafteten Baugruppe (11, 11') ergibt, danach aber die Endphase des Meßvorgangs an der signalauslösenden Baugruppe (11, 11') mindestens für die Restdauer ($t_3 - t_2$) der Einschwingzeit (t_d) unterbrochen wird und währenddessen, in üblichem Turnus, die Spannungsverhältnisse (V_u) an den übrigen Baugruppen (11', 11) der Anlage (10) überwacht werden, und daß erst nach Ablauf (t_3) der Restdauer ($t_3 - t_2$) der Einschwingzeit (t_d) bei der signalauslösenden Baugruppe (11, 11') die Endphase des Meßvorgangs ausgeführt wird indem der unter Einbeziehung des Referenzwiderstandes (R_r) sich ergebende Spannungsabfall (U_{m_r}) gemessen wird, daraus dann die sich ergebenden aktuellen Isolationswiderstände (R_m, R_p) in der signalauslösenden Baugruppe (11, 11') von der Auswerteeinrichtung (30) errechnet und mit vorgegebenen, noch tolerierbaren Grenzwiderständen (R_{m_f}, R_{p_f}), welche die Grenzwerte ($V_{R_{m_f}}, V_{R_{p_f}}$) bestimmen, verglichen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß - in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis - entweder Alarm ausgelöst wird oder Korrekturen am oberen und/oder unteren Grenzwert ($V_{R_{m_f}}, V_{R_{p_f}}$) für ein neues Bewegungsfenster (17') vorgenommen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach dem Meßvorgang an der signalauslösenden Baugruppe (11, 11'), mit vorgezogener Priorität, der Referenzwiderstand (R_r) wieder abgeschaltet wird und von der Auswerteeinrichtung (30) sofort wieder die zugehörige Einschwingzeit (t_d') ermittelt wird die sich durch den beim Abschalten des Referenzwiderstandes (R_r) entstehenden Einschwingvorgang (t_d') in der betreffenden Baugruppe (11, 11') ergibt, danach aber die weitere Überwachung des Spannungsverhältnisses (V_u) an dieser Baugruppe (11, 11') mindestens für die Restdauer dieser Einschwingzeit ($t_6 - t_5$) unterbrochen wird und währenddessen, im üblichen Turnus, die Spannungsverhältnisse (V_u) an den übrigen Baugruppen (11', 11) der Anlage (10) überwacht werden.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach Abschluß des Meßvorgangs an der signalauslösenden Baugruppe (11, 11') ein Widerstand, insbesondere der Referenzwiderstand (R_r), meßseitig parallel zu dem anderen Isolationswiderstand (R_p, R_m) der betreffenden Baugruppe (11, 11') solange zugeschaltet wird, bis das Spannungsverhältnis (V_u) annähernd den früheren, signalauslösenden Grenzwert ($V_{R_{m_f}}, V_{R_{p_f}}$) erreicht hat.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Überwachung der einzelnen Baugruppen (11, 11') oberhalb und unterhalb des Bewegungsfensters (17) die einen Kurzschlußfall kennzeichnenden, nicht mehr tolerierbaren Kurzschluß-Spannungsverhältnisse ($V_{m_{ks}}, V_{p_{ks}}$) festgelegt werden und daß der einem Kurzschlußfall unterliegenden Baugruppe (11, 11'), im Turnus der

Überwachung, die höchste Priorität von der Auswerteeinrichtung (30) zugeordnet und meßseitig, jeweils dem hochohmigeren der beiden Isolationswiderstände (R_m , R_p), in dieser Baugruppe (11, 11') der Referenzwiderstand (R_r) parallel zugeschaltet wird und daß nach einer bestimmten kurzen Zeit, (d_{t1}) die sich dabei ergebende Spannungsänderung ($dU_{m_{t1}}$) von der Auswerteeinrichtung (30) gemessen sowie mit einem vorgegebenen Schwellenwert (dU_s) verglichen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß - in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis - nur in jenem 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, der zweistufige, prioritätsgestaffelte Meßvorgang zur Bestimmung der aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) in der betreffenden Baugruppe (11, 11') durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwellenwert (dU_s) von der Größe der noch tolerierbaren Grenzwiderstände (R_{mf} , R_{pf}) des Referenzwiderstandes (R_r) und der Kapazität (C_m , C_p) der betreffenden Baugruppe (11, 11') abhängt.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweistufige, prioritätsgestaffelte Meßvorgang zur Bestimmung der aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p) unabhängig vom Fehlerfall bei allen Baugruppen (11, 11') jeweils nach dem Einschalten der elektrischen Anlage (10) ausgeführt wird.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweistufige, prioritätsgestaffelte Meßvorgang zur Bestimmung der aktuellen Isolationswiderstände (R_m , R_p), unabhängig vom Fehlerfall, bei allen Baugruppen (11, 11') in bestimmten zeitlichen Abständen ausgeführt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Unterbrechung ($t_3 - t_2$) des Meßvorgangs das Spannungsverhältnis (V_u) an der signalauslösenden Baueinheit (11, 11') in üblichem Turnus testweise dahingehend weiterverfolgt wird, ob es einem exponentiellen Kufenverlauf (21) folgt, und in dem Fall (21'), wo eine Abweichung vom exponentiellen Kufenverlauf (21) sich ergibt, der laufende Meßvorgang durch Abschalten des Referenzwiderstandes (R_r) gestoppt wird und nach Ablauf des sich dadurch ergebenden Einschwingvorgangs (t_d') durch erneutes Zuschalten des Referenzwiderstandes (R_r) ein neuer zweiphasiger Meßvorgang mit prioritätsunterschiedlichen Phasen (d_{t2} , t_3) wieder eingeleitet wird.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Kurzzeitfehler-Unterdrückung vorgesehen ist, bei deren Wirksamkeit für eine bestimmte Zeitdauer (T^*) bzw. für eine bestimmte Anzahl (n) von Meßzyklen die Alarmauslösung für die signalauslösende Baueinheit (11, 11') zunächst ausgesetzt wird und stattdessen immer wieder im üblichen Turnus ein Meßvorgang bei der betreffenden Baueinheit wiederholt wird und erst nach Ablauf dieser Zeitdauer (T^*) bzw. der bestimmten Anzahl (n) von Meßzyklen, in Abhängigkeit vom letzten Meßergebnis ($U_{m_{rn}}$), entweder Alarm ausgelöst wird oder Korrekturen am oberen und/oder unteren Grenzwert vorgenommen werden.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen





