



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 298 978 1

(22) 31.12.86

(44) 25.05.88

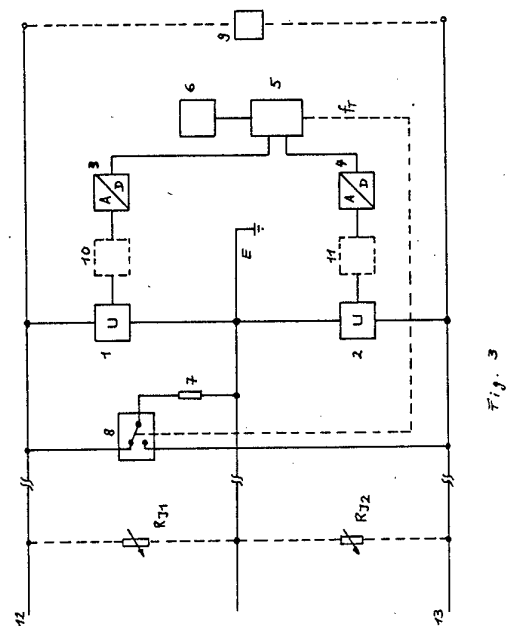
(71) VEB Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin, Rhinstraße 100, Berlin, 1140, DD

(72) Käscher, Dietmar; Schulz, Jörg, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren und Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationszustandes von Stromkreisen

(55) Überwachung, Isolationszustand, Gleichstromkreis, Wechselstromkreis, Isolationsfehler, Isolationswiderstand, Berührungsspannung, Erdschluß, Rechner, Netzabschnitt

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationszustandes von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen, insbesondere isoliert gegen Erde betriebenen WS- oder GS-Netzen. Die Erfindung weist eine hohe Betriebssicherheit auf, erkennt alle möglichen Erdschlußfälle und schließt Gefährdungen für Menschen durch zu hohe Berührungs- oder Schrittspannungen aus. Erfindungsgemäß liegen zwischen den spannungsführenden Leitern und Erde hochohmige Spannungserfassungseinrichtungen, denen alternierend ein definierter Widerstand parallelgeschaltet ist. Aus den Spannungen über den Spannungserfassungseinrichtungen mit und ohne parallelgeschaltetem definiertem Widerstand sowie der Größe des definierten Widerstandes wird der Isolationswiderstand durch einen Rechner ermittelt. Isolationsfehler werden signalisiert und/oder führen zu Abschaltungen von gestörten Netzabschnitten. Fig. 3.



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Überwachung des Isolationszustandes von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen, wobei jeder spannungsführende Leiter eine hochohmige Spannungserfassungseinrichtung gegen das neutrale Potential aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zyklisch ein Widerstand zwischen das neutrale Potential und einen spannungsführenden Leiter oder alternierend zwischen das neutrale Potential und die spannungsführenden Leiter geschaltet wird und daß die Spannungen zwischen den spannungsführenden Leitern und dem neutralen Potential mit und ohne den zugeschalteten Widerstand gemessen und aus diesen Spannungsverhältnissen sowie der Größe des zugeschalteten Widerstandes der Isolationswiderstand ermittelt wird.
2. Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationswiderstandes von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen, wobei jeder spannungsführende Leiter eine hochohmige Spannungserfassungseinrichtung gegen das neutrale Potential aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß über einen Widerstand (7) und einen Schalter (8) das neutrale Potential (E) mit dem ersten Leiter (12) oder dem zweiten Leiter (13) verbunden ist, an die Spannungserfassungseinrichtung (1; 2) A/D-Wandler (3; 4) angeschlossen sind, deren Ausgänge mit einem Rechner (5) verbunden sind, der den Meßvorgang steuert und mit einem Auslöseschaltglied (6) in Verbindung steht.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Ausschaltung eines Blindstromeinflusses zwischen Spannungserfassungseinrichtung (1; 2) und A/D-Wandler (3; 4) ein Filter (10; 11) geschaltet ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einfluß der Netzkapazitäten auf das Meßergebnis durch Wahl der Taktfrequenz (f_T) minimiert ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei fehlender Hauptspannung an die Leiter (12; 13) eine externe Prüfspannung (9) angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationszustandes von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen, insbesondere isoliert gegen Erde betriebenen WS- oder GS-Netzen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Allgemein bekannt ist, bei isolierten Fahrleitungsnetzen zur Kontrolle des Isolationszustandes einen Spannungsmesser zwischen Erde und jeden spannungsführenden Leiter zu schalten. Bei gleichem Isolationswiderstand sind die Spannungen auch gleich. Nach diesem Verfahren läßt sich nur das Widerstandsverhältnis ermitteln. Der Isolationswiderstand kann nicht gemessen werden.

Der größte Teil der Meßprinzipien zur Ermittlung des Isolationswiderstandes von Netzen beruht auf der Auswertung der eintretenden Stromänderung.

Aus der DE-OS 3035985 (G01 R27/18) ist eine Schaltungsanordnung nach dem Brückenprinzip bekannt. Isolationsfehler werden nur dann erfaßt, wenn eine genügend hohe Brückenverstimmung vorliegt. Es ist keine Aussage über die absolute Höhe des erfaßten Erdschlusses möglich. Symmetrische Isolationsfehler d. h. bei denen beide Außenleiter bzw. Pole gegen ein neutrales Potential gleiche, aber unzulässig niedrige Isolationswerte aufweisen, werden nicht erfaßt. Die Ansprechempfindlichkeit ist außerdem abhängig von den Toleranzen der Hauptspannung.

Aus der ETZ Band 29, 1977, Heft 4 ist eine Anordnung nach dem Taktverfahren bekannt. Dabei wird das zu überwachende Netz über Ankoppelwiderstände wechselseitig mit dem Erdpotential verbunden. Der Strom über die Ankopplungswiderstände ist ein Maß für die Isolationsgüte des Netzes. Symmetrische Erdschlüsse werden nicht erfaßt. Die Ansprechempfindlichkeit ist abhängig von den Toleranzen der Hauptspannung. Um ausreichende Genauigkeit zu erreichen, müssen die Ankoppelwiderstände niederohmig sein.

Ebenfalls bekannt ist aus der ETZ Band 29, 1977, Heft 4 eine nach dem Überlagerungsverfahren arbeitende Anordnung, bei der dem zu überwachenden Netz eine systemfremde Meßspannung überlagert wird. Damit wird die Ansprechempfindlichkeit unabhängig von der Hauptspannung. Eine Abhängigkeit von den Toleranzen der Meßspannung besteht jedoch weiter. Die Isolationsüberwachung kann auch bei abgeschalteter Hauptspannung erfolgen. Symmetrische Erdschlüsse werden nicht erfaßt. Der erfaßbare Isolationswiderstand resultiert aus der Parallelschaltung der Isolationswiderstände aller Netzkpunkte gegen Erde.

Aus der DE-OS 2908374 ist eine Anordnung zur Differenzstromerfassung bekannt. In dieser Schaltungsanordnung werden die Ströme des Hin- und Rückleiters miteinander verglichen. Bei Erdschlüssen treten Differenzen der Ströme auf. Es werden ebenfalls keine symmetrischen Erdschlüsse erfaßt.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationszustandes von Stromkreisen, die geringen Aufwand erfordern, eine hohe Betriebssicherheit aufweisen, alle möglichen Erdschlußfälle erkennen und Gefährdungen für Menschen durch zu hohe Berührungs- oder Schrittspannungen abbauen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabe, die durch die Erfindung gelöst wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Überwachung des Isolationswiderstandes von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen, insbesondere isoliert gegen Erde betriebenen WS-GS-Netzen vorzuschlagen, die eine eindeutige Erfassung der Art und der Größe des Isolationsfehlers ermöglicht, die auch unabhängig vom Betriebszustand des Netzes eingesetzt werden können, keine Abhängigkeit des Meßwertes von Spannungstoleranzen aufweisen, die eine Fehlerortung, ein selektives Abschalten und Prüfen in verzweigten Netzen ermöglichen und für den Einsatz mit einem Mikrorechner geeignet sind.

Merkmale der Erfindung

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Isolationswiderstand von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebener Wechsel- oder Gleichstromkreise überwacht, wobei jeder spannungsführende Leiter eine hochohmige Spannungserfassungseinrichtung gegen das neutrale Potential aufweist. Erfindungsgemäß wird zyklisch ein Widerstand zwischen das neutrale Potential und einen spannungsführenden Leiter oder bei höheren Anforderungen an die Genauigkeit alternierend zwischen das neutrale Potential und die spannungsführenden Leiter geschaltet. Die Spannungen zwischen den spannungsführenden Leitern und dem neutralen Potential werden mit und ohne den zugeschalteten Widerstand gemessen. Aus diesen Spannungsverhältnissen sowie der Größe des zugeschalteten Widerstandes wird nach den für einen Fachmann ableitbaren und im Ausführungsbeispiel näher erläuterten Formeln der Isolationswiderstand ermittelt. Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit einer Schaltungsanordnung realisiert, bei der über einen definierten Widerstand und einen Schalter das neutrale Potential mit dem ersten oder dem zweiten Leiter verbunden ist. An die Spannungserfassungseinrichtung sind A/D-Wandler angeschlossen, deren Ausgänge mit einem Rechner verbunden sind. Der Rechner führt die Berechnung der Isolationswiderstände aus und steuert den Meßvorgang sowie das Auslöseschaltglied. Werden geringere Anforderungen an die Meßgenauigkeit gestellt, erfolgt keine Umschaltung des definierten Widerstandes, sondern nur eine zyklische Ein-/Ausschaltung.

In Ausgestaltung der Erfindung ist zur Ausschaltung des Blindstromeinflusses zwischen Spannungserfassungseinrichtung und A/D-Wandler ein Filter zur Beseitigung der Oberwellen geschaltet.

Um den Einfluß der Netzkapazitäten auf das Meßergebnis zu minimieren, wird eine entsprechende Taktfrequenz gewählt, die durch Messungen ermittelt werden kann.

Soll bei fehlender Hauptspannung der Isolationswiderstand gemessen werden, so wird an die Leiter eine externe Prüfspannung angelegt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Ersatzschaltung zur 1. Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 2: Ersatzschaltung zur 2. Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 3: Prinzipschaltung einer Anordnung zur Überwachung des Isolationszustandes

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Isolationszustand von isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechsel- oder Gleichstromkreisen überwacht bzw. der Isolationswiderstand ermittelt werden. Ausgehend vom Verhalten der Teilspannungen, die sich entsprechend der Größe der vorhandenen Isolationswiderstände zwischen den Netzknoten des zu überwachenden Netzes und dem neutralen Potential einstellen, gestattet die erfindungsgemäße vorgeschlagene Lösung eine eindeutige Erfassung von jeglichen Isolationsfehlern im zu überwachenden Netz.

Je nach Anforderung an die Genauigkeit der ermittelten Meßwerte sind nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zwei Varianten möglich. Die erste Variante nach Fig. 1 ist für geringe Anforderungen an die Meßgenauigkeit geeignet und erfordert zu seiner Realisierung einen niedrigen Aufwand, während die zweite Variante nach Fig. 2 mit entsprechend höherem Aufwand auch eine höhere Genauigkeit ermöglicht. Bei der ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in WS-Kreisen ein Außenleiter a oder b, bei GS-Kreisen ein Pol a oder b, über einen definierten Widerstand R_{def} zyklisch über einen Schalter S mit dem neutralen Potential, z. B. dem Erdpotential verbunden. Die sich aufgrund der bestehenden unbekannten Isolationsgüte des zu überwachenden Netzes gegen dieses neutrale Potential einstellenden Teilspannungen U_1 ; U_2 an der Spannungserfassungseinrichtung für den Zustand, daß der definierte Widerstand R_{def} nicht mit dem neutralen Potential verbunden ist und den Zustand, bei dem der Außenleiter a oder Pol a über den definierten Widerstand R_{def} mit dem neutralen Potential verbunden ist, sind ein Maß für die Größe der Isolationswiderstände aller Netzknoten des zu überwachenden Netzes zum neutralen Potential. Die zur Berechnung der Isolationswiderstände erforderlichen Formeln werden aus der Ersatzschaltung gemäß Fig. 1 abgeleitet. Es bedeuten:

R_1 Isolationswiderstand vom Außenleiter a bzw. Pol a zum neutralen Potential
 R_2 Isolationswiderstand vom Außenleiter b bzw. Pol b zum neutralen Potential
 R_{def} definierter Widerstand, der zyklisch mit dem Netzpotal verbunden wird

Damit ergeben sich folgende Berechnungsformeln

$$R_1 = \left(\frac{U_{11}}{U_{21}} \cdot \frac{U_{22}}{U_{12}} \cdot R_{\text{def}} \right) - R_{\text{def}}$$

$$R_2 = R_1 \cdot \frac{U_{21}}{U_{11}}$$

Nach der zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in WS-Kreisen beide Außenleiter a; b, bei Anwendung in GS-Kreisen beide Pole a; b über jeweils einen definierten Widerstand R_{def} alternierend mit dem neutralen Potential, z.B. dem Erdpotential verbunden. Es ist selbstverständlich auch möglich, nur einen gemeinsamen definierten Widerstand R_{def} zu verwenden der mit dem Erdpotential verbunden ist und alternierend über Schalter S_1 ; S_2 mit je einem Außenleiter bzw. Pol a; b verbunden wird. Die sich aufgrund der unbekannten Isolationsgüte des zu überwachenden Netzes gegen das neutrale Potential einstellenden Teilspannungen für den Zustand, daß der Außenleiter a bzw. Pol a über den zugehörigen Widerstand R_{def} mit dem neutralen Potential verbunden ist und dem Zustand, daß der Außenleiter b bzw. Pol b über den zugehörigen definierten Widerstand R_{def} mit dem neutralen Potential verbunden ist, sind ein Maß für die Größe des Isolationswiderstandes aller Netzknoten des zu überwachenden Netzes zum neutralen Potential. Die zur Berechnung der Isolationswiderstände erforderlichen Formeln werden aus der Ersatzschaltung gemäß Fig. 2 abgeleitet. Es bedeuten:

R_1 Isolationswiderstand vom Außenleiter a bzw. Pol a zum neutralen Potential

R_2 Isolationswiderstand vom Außenleiter b bzw. Pol b zum neutralen Potential

R_{def} definierter Widerstand, der zyklisch alternierend mit dem einen oder anderen Netzpotal verbunden wird

Index 1 Schalter S_1 geschlossen, Schalter S_2 offen

Index 2 Schalter S_1 offen, Schalter S_2 geschlossen

Damit ergeben sich folgende Berechnungsformeln:

$$R_2 = R_{\text{def}} \cdot \frac{(1 - \frac{U_{11}}{U_{21}} \cdot \frac{U_{22}}{U_{12}})}{\frac{U_{11}}{U_{21}} + \frac{U_{11}}{U_{21}} \cdot \frac{U_{22}}{U_{12}}}$$

$$R_1 = \frac{1}{\frac{U_{22}}{U_{12}} \left(\frac{1}{R_{\text{def}}} + \frac{1}{R_2} \right)}$$

Die Verarbeitung der Meßwerte und der erforderlichen Zwischenergebnisse erfolgt mit elektronischen Einrichtungen, vorzugsweise mit einem elektronischen Rechner.

Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist abzuwägen, welche der beiden Varianten für den jeweiligen Zweck am besten geeignet ist. Variante 2 weist gegenüber Variante 1 eine höhere technisch zu realisierende Genauigkeit mit entsprechend höherem Aufwand auf.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann durch verschiedene Schaltungsanordnungen realisiert werden, sowohl analoge als auch digitale und gemischte Schaltungen. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung wird an einem Ausführungsbeispiel für isoliert gegen Erde betriebene Trolleybusnetze gemäß Fig. 3 näher beschrieben, wobei die 1. Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens realisiert wird. Die realisierte Überwachungsanordnung besteht aus zwei Hauptfunktionsgruppen, einem Potentialteil und einem sich auf Hilfsnetzpotential befindlichen Auswerteteil mit dem Rechner 5 und den nachgeschalteten Schaltgliedern. Die Meßwertübertragung vom Potentialteil zum Rechner 5 und die Aufbereitung der Meßwerte erfolgt über einen A/D-Umsetzer, der ebenfalls die geforderte Potentialtrennung realisieren muß. Grundelemente des Potentialteils sind die beiden Pole des GS-Netzes geschaltet ist und dessen Mittelpunkt starr mit dem Erdpotential E verbunden ist und ein von der geforderten Isolationsgüte (Ohm/Volt) des Netzes abhängiger definierter Widerstand 7, der mittels über den Rechner 5 gesteuerten Schaltgliedes 8 entsprechend des erfindungsgemäßen Verfahrens eine zusätzliche Verbindung jeweils eines Poles 12; 13 mit Erde E realisiert. Die Meßwerte U_{11} ; U_{21} bzw. U_{12} ; U_{22} werden in bekannter Weise abgegriffen und in den A/D-Wandlern 3; 4 in potentialgetrennte digitale Signale umgewandelt, die die Eingangsgrößen des Rechners 5 bilden. Durch die Konfiguration des Rechners 5 erfolgt die Ermittlung der resultierenden Isolationswiderstände R_{11} ; R_{12} anhand der geltenden Beziehungen zulässigen Werte erfolgt eine Signalisation bei Einfacherdschluß und Abschaltung des Fahrleitungsnetzes mittels Auslöseschaltglied 6 bei Doppelschluß. Danach erfolgt mit schaltungstechnisch bekannten Maßnahmen die Fehlerortung und wenn notwendig Dauerabschaltung des schadhafte Netzes. Bei Netzen, deren Netzabschnitte unabhängig voneinander

geschaltet werden können, ist es zweckmäßig, mittels Erfindung den fehlerbehafteten Netzabschnitt zu ermitteln und bei Gefahr selektiv vom Netz zu trennen.

Im Falle einer fehlenden Hauptspannung kann eine Prüfung auf Isolationsfehler erfolgen, indem die Einspeisung des zu überwachenden Netzes durch eine externe Prüfspannungsquelle realisiert wird.

Der Einfluß der Netzkapazitäten auf das Prüfergebnis wird dadurch minimiert, daß die Taktfrequenz f_T so gewählt wird, daß Einschwingvorgänge bei Spannungsabsenkungen bzw. bei Wiederschalten der Spannung das Meßergebnis nicht verfälschen.

Der Einfluß von kapazitiven und induktiven Blindströmen über die Isolation zwischen dem zu überwachenden Netz und dem neutralen Potential aufgrund netzseitiger Oberwellen auf das Prüfergebnis wird dadurch minimiert, daß nach den Spannungserfassungseinrichtungen 1; 2 Siebglieder bzw. Filter 10, 11 geschaltet werden, die nur den relevanten Frequenzbereich des Meßwertes zum A/D-Wandler 3; 4 passieren lassen.

Die Erfindung findet Anwendung bei isoliert gegen ein neutrales Potential betriebenen Wechselstrom- oder Gleichstromkreisen zur Überwachung von Isolationsfehlern bzw. Potentialverschleppungen. Unter neutralem Potential sollen alle jene Punkte in der Umgebung des zu überwachenden Stromkreises verstanden werden, die aufgrund konstruktiver (Isolation) oder elektrischer Maßnahmen keine elektrisch leitende Verbindung zu mindestens einem Punkt des zu überwachenden Stromkreises haben sollen. Die Erfindung ist besonders für den Einsatz in isoliert gegen Erde betriebenen WS- oder GS-Netzen geeignet, deren Netzpunkte örtlich voneinander getrennt und unabhängig voneinander geschaltet werden können, galvanisch aber miteinander verbunden sind, um Erdschlußfehler zu erkennen.

Spezielle Anwendungsbeispiele können dabei Trolleybusnetze, Elektroenergieversorgungssysteme für technologische Anlagen, deren Apparaturen, z.B. Elektrolyseebäder, Antriebsmaschinen aus o.g. Netzen gespeist werden oder auch zu überwachende Kabel und Leitungen sein.

Durch die Erfindung wurde ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Betriebssicherheit geleistet, indem alle gefährlichen Isolationsfehler erkannt werden und daher zielgerichtet Maßnahmen ergriffen werden können, um die erforderliche Personensicherheit zu gewährleisten und um die Verfügbarkeit der Anlagen weitestgehend aufrecht zu erhalten. Gefährdungen für den Menschen oder für Nutztiere werden abgebaut. Mit der Anwendung der Erfindung besteht erstmals die Möglichkeit, fehlerbehaftete Netzabschnitte zu erkennen und selektiv abzuschalten, da durch Anwendung von dem Stand der Technik entsprechenden Schaltungsmaßnahmen innerhalb des zu überwachenden Netzes in Verbindung mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung Fehlerart und Fehlerort lokal bestimmt werden können. Die Erfindung ermöglicht eine eindeutige Erfassung der Art und der Größe des Isolationsfehlers. So kann zwischen Einfach- und Doppelschluß, hoch- oder niederohmig und symmetrisch oder asymmetrisch unterschieden werden. Die Erfassung der Isolationsfehler ist unabhängig vom Betriebszustand des Netzes, da die Möglichkeit des Prüfens mit einer separaten Hilfsspannung besteht. Die Meßwerte sind unabhängig von Spannungstoleranzen der Hauptspannung bzw. Hilfsspannung. Die Erfindung ist besonders geeignet für Netze, bei denen eine Überwachung und Steuerung mittels Mikrorechnern erfolgt.

2569285

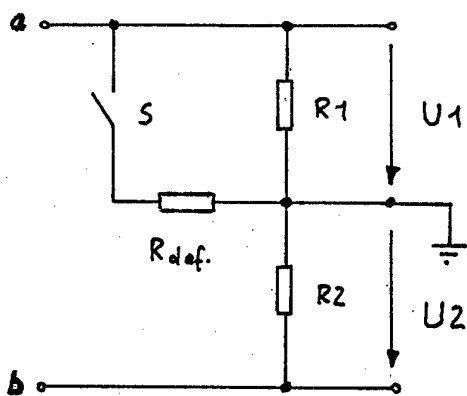


Fig. 1

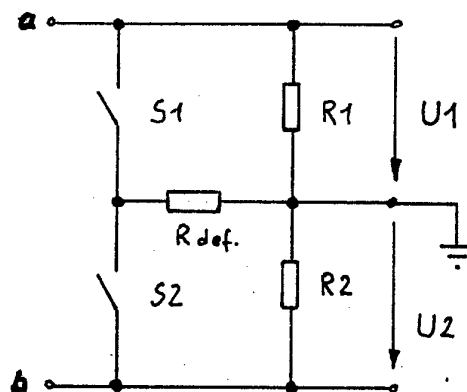


Fig. 2

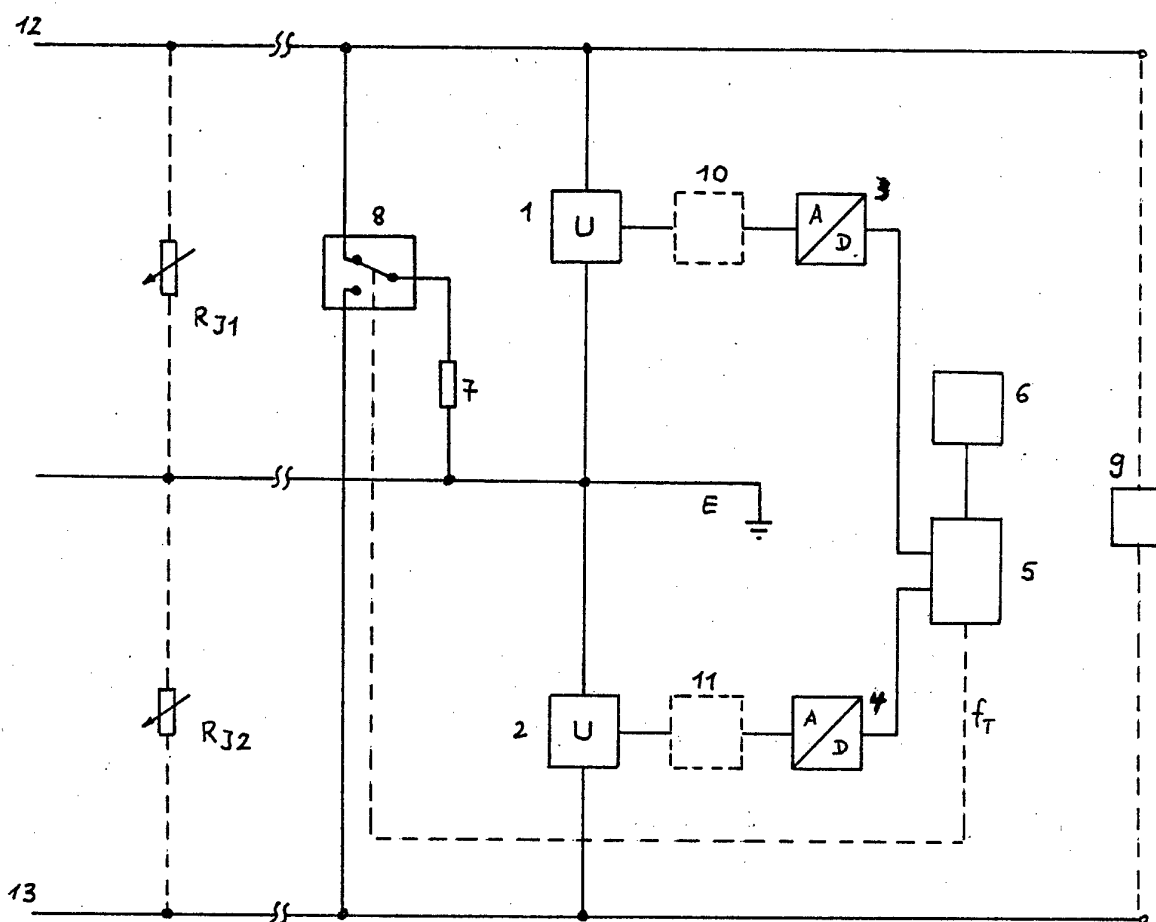


Fig. 3

21007 1020*898983