

①



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 664 240 A5

⑤ Int. Cl.⁴: H 02 H 3/16
H 01 H 83/02
H 01 H 71/74

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

② PATENTSCHRIFT A5

②① Gesuchsnummer: 2544/82

②② Anmeldungsdatum: 26.04.1982

③③ Priorität(en): 27.04.1981 US 258106

②④ Patent erteilt: 15.02.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1988

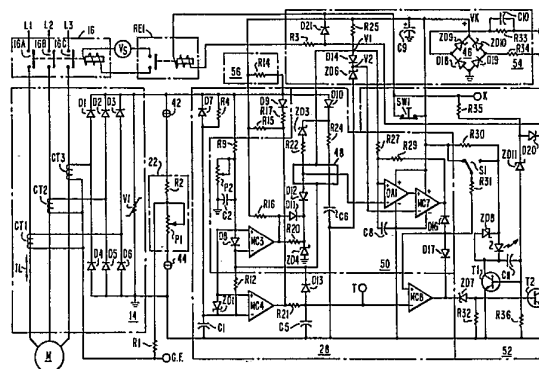
⑦③ Inhaber:
Westinghouse Electric Corporation,
Pittsburgh/PA (US)

⑦② Erfinder:
Gary, Wardell, Oak Park/MI (US)
Conroy, Ernest Francis, jun., Monroeville/PA
(US)

⑦④ Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑤④ Ueberlastschutzeinrichtung für einen elektrischen Schaltkreis.

⑤⑦ Eine als Festkörperschaltung ausgeführte Überlastschutzeinrichtung dient zur Überwachung des einer Last (M) zugeführten Stroms und ermöglicht die Feststellung von Erdungsfehlern. Eine Stromabfühlvorrichtung (14) erzeugt einen Ausgangsstrom, der proportional zum Strom im elektrischen Schaltkreis ist. An die Stromabfühlvorrichtung ist eine widerstandsbehaftete Last (22) angeschlossen, die den dort erzeugten Strom in eine Spannung umsetzt. Zwischen den beiden Widerständen der widerstandsbehafteten Last ist ein Widerstand für Erdungsfehler (R1) angeschlossen, dessen anderes Ende mit dem neutralen Ast der Stromtransformatoren (z.B. CT1) in der Stromabfühlvorrichtung verbunden ist. Die Abfühlvorrichtung für Erdungsfehler überwacht die Spannung an den Widerständen und den Strom im neutralen Ast. Ein Erdungsfehler wird durch einen Strom im neutralen Ast angezeigt, der zu ungleichen Spannungsabfällen in den beiden Lastwiderständen führt. Wenn diese Bedingung vorliegt und einen vorbestimmten Wert während einer vorbestimmten Zeitdauer überschreitet, wird ein Auslösesignal an den Ausgangsschaltkreis (52) abgegeben, der das Einschalten einer Licht emittierenden Diode (LED1) bewirkt, mit der ein Erdungsfehler angezeigt wird. Nach Empfang des Auslösesignals schaltet der Ausgangsschaltkreis eine zweite Licht emittierende Diode (LED2) ein und deaktiviert einen Schaltschutz (16), über den eine Stromquelle mit der Last verbunden ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Überlastschutzeinrichtung für einen elektrischen Schaltkreis, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:

eine Strom-Abfühlvorrichtung (14), die einen Nullstromleiter und ein Paar von Ausgangsklemmen (42, 44) aufweist, an denen ein Ausgangssignal abgenommen werden kann, das mit dem Strom im elektrischen Schaltkreis (M) in Beziehung steht; ein erster und zweiter zwischen die Ausgangsklemmen in Reihe geschaltete Widerstände (R2, P1);

ein dritter Widerstand (R1), dessen eines Ende zwischen den ersten und den zweiten Widerstand, und dessen anderes Ende an den Nullstromleiter angeschlossen ist;

eine Fehlerstrom-Abfühlvorrichtung (24), die an die Ausgangsklemmen (42, 44) und an den Nullstromleiter angeschlossen ist, um bei einem Stromfluss im dritten Widerstand (R1) ein Auslösesignal zu erzeugen und

eine Auslösevorrichtung (F14), die mit der Fehlerstrom-Abfühlvorrichtung (24) und mit dem elektrischen Schaltkreis verbunden ist, um diesen zu unterbrechen, wenn ein Auslösesignal erzeugt wird.

2. Überlastschutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strom-Abfühlvorrichtung (14) Stromtransformatoren (CT1, CT2, CT3) enthält.

3. Überlastschutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein in einer Spannungsrichtung wirksames Element (z.B. D1) vorgesehen ist, das in die Strom-Abfühlvorrichtung angeschlossen ist, um eine in einer Richtung orientierte Spannung zu erzeugen, die mit dem Strom im elektrischen Schaltkreis in Beziehung steht.

4. Überlastschutzeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das in einer Richtung aktive Spannungselement eine Diode ist.

5. Überlastschutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schaltschütz (16) mit trennbaren Kontakten vorgesehen ist, der in Reihe mit dem elektrischen Schaltkreis geschaltet ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Überlastschutzeinrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und erlaubt die Feststellung von Erdungsfehlern.

Es ist bekannt, dass einige Überlastschutzsysteme für elektrische Schaltkreise verschiedene Schutzfunktionen aufweisen, wie beispielsweise gegen Stromüberlast, gegen Phasenverlust und die Feststellung von Erdungsfehlern. Diese Funktionen stellen im allgemeinen eine Abschalt- oder Auslösezeit für einen Schaltkreisunterbrecher und die zugehörige Last zur Verfügung, die umgekehrt proportional zum Quadrat des Stromes ist, der in der zu schützenden Last fließt. Mit anderen Worten, es wird im allgemeinen eine zur Zeit umgekehrt proportionale (inverse) Beziehung verwendet, die sich auf die Zeit zwischen der Feststellung eines Fehlers und dem Abschalten (Auslösen) bezieht, so dass ein starker Überlaststrom zu einer sehr kurzen Abschaltzeit des Gerätes führt, während ein relativ geringer Überlaststrom erst nach einer beträchtlich längeren Zeit abgeschaltet wird. Geräte, die nach diesem Prinzip arbeiten, sind beispielsweise in den folgenden US-Patentschriften beschrieben:

US-PS 4 021 703 «Phase Imbalance Detection Circuit» vom 3. Mai 1977

US-PS 3 996 499 «Zener Diode Effect on Long Acceleration Module» vom 7. Dezember 1976

US-PS 3 818 275 «Circuit Interrupter Including Improved Trip Circuit Using Current Transformers» vom 18. Juni 1974 und

US-PS 3 602 783 «Circuit Breaker Device Including Improved Overcurrent Protective Device» vom 31. August 1971.

Die in den oben erwähnten Patentschriften beschriebenen Geräte enthalten im allgemeinen keine als Teil der Überlastschutzeinrichtung ausgebildete Vorrichtung zur Feststellung von Erdungsfehlern und erfordern beispielsweise den Einsatz eines zusätzlichen Stromtransformators.

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, eine Überlastschutzeinrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, die auch mit einer Vorrichtung zur Abfühlung von Erdungsfehlern ausgestattet werden kann und die einfach zu benutzen ist; ausserdem soll es bei dieser Abfühlvorrichtung nicht erforderlich sein, wesentlich mehr Komponenten vorzusehen, sie fest in die Überlastschutzeinrichtung einzubauen, oder die Überlastschutzeinrichtung ganz oder teilweise auszubauen.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichnete Erfindung gelöst; Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der als Festkörperschaltkreis ausgeführten Überlastschutzeinrichtung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung mit einem Teil des externen elektrischen Systems oder Schaltkreises;

Fig. 1A eine schematische Darstellung eines Abfühl Schaltkreises für Erdungsfehler;

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Schaltschützes für Drehstrom mit der als Festkörperschaltkreis ausgeführten Überlastschutzeinrichtung;

Fig. 2A ein Blockschaltbild eines Schaltschützes für einen Einzeleiter mit der als Festkörperschaltkreis ausgeführten Überlastschutzeinrichtung;

Fig. 3 ein funktionelles Blockschaltbild der als Festkörperschaltkreis ausgeführten Überlastschutzeinrichtung mit den Signalfaden für die verschiedenen Fehlerbedingungen;

Fig. 4 eine graphische Darstellung der in Prozentwerten ausgedrückten Überlastströme als Funktion der Zeit, die notwendig ist, um das Abschalten des elektrischen Systems oder des Schaltkreises herbeizuführen; und

Fig. 5 eine beispielhafte Darstellung des physikalischen Verbindungsplans für das in den Fig. 1, 1A, 2 und 2A dargestellte Gerät.

In der ganzen folgenden Darstellung werden gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen. Modifizierte Komponenten, deren strukturelle Betriebsweise ähnlich der von früher beschriebenen Komponenten ist, die sich aber in ihrer Verwendung unterscheiden, werden mit den früher zugeordneten Bezugszeichen versehen, denen noch ein Apostroph (') zugefügt wird.

In Fig. 2 ist ein Schutzsystem 12 für einen Schaltkreis dargestellt. Das Schutzsystem 12 umfasst in dieser Ausführungsform der Erfindung eine Drehstromleitung mit den Leiterzügen L1, L2 und L3, die auf der rechten Seite mit einer Drehstromlast und auf der linken Seite mit einer Drehstromquelle verbunden sind. Zwischen der Last und der Stromquelle ist ein Stromfühler 14 und ein in Reihe geschalteter Unterbrecher oder Motorschalterschütz 16 geschaltet. In der Ausführungsform von Fig. 2 ist ein Einzelstrom IL dargestellt, der in der Leitung L1 fließt. Es versteht sich von selbst, dass andere Ströme in den anderen Leitungen L2 und L3 fließen können und auch normalerweise fließen, wobei die weiteren Ströme mit dem Strom IL in bestimmter Beziehung stehen können. Die Wahl des Stroms IL wurde hier nur getroffen, um die Darstellung möglichst einfach zu machen.

Für den Stromfühler 14 sind zwei Ausgangsklemmen vorgesehen, die mit 18 und 20 bezeichnet sind. Mit den Klemmen 18 und 20 ist ein Lastwiderstandsmodul 22 verbunden. Der Lastwiderstands-Modul 22 enthält ein widerstandbehaftetes Element, das zwischen die Klemmen 18 und 20 geschaltet werden kann, um den Strom IL in eine Spannung V umzusetzen, die von den

weiteren Vorrichtungen zum Schaltkreisschutz im Gerät von Fig. 2 verwendet werden kann. Parallel zum Lastwiderstandsmodul 22 können weitere Module geschaltet werden, z.B. ein Erdungsfehler-Modul 24, eine Logikschaltung 26 für die inverse Zeit, eine Abfühleinrichtung 28 für Phasenverlust und ein Hilfsmodul 30, in dem Dinge wie eine Schalttafel für eine Feldprüfung, ein Indikator für eine Überlastbedingung, oder lange Beschleunigungsmodule enthalten sind, die genau im US-Patent Nr. 3 996 499 beschrieben sind. Die übrigen Elemente werden dann beispielsweise an die Klemmen 32 und 34 angeschlossen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Module 24 und 30 entfernt oder ersetzt werden können und dass andere Module hinzugefügt werden können, vorausgesetzt, die Parallelschaltung mit dem Lastwiderstandsmodul 22 wird beibehalten. Jeder der im vorstehenden beschriebenen Schaltkreise 24, 26, 28 und 30 beispielsweise besitzt eine Ausgangsklemme, die mit einer Leitung 36 verbunden werden kann, die ihrerseits mit einem Ausgangsschalter 38 verbunden ist, der seinerseits mit dem früher beschriebenen Unterbrecher oder Motorschalterschütz 16 in Verbindung steht. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Spannung V an den Ausgangsklemmen 18 und 20 proportional zum Strom IL. Wenn der erwartete Anstieg des Stroms IL eine beträchtliche Grösse erreicht, kann ein verschiedener Lastwiderstand zwischen den Klemmen 18 und 20 eingebracht werden, um ungefähr dieselbe Spannung zwischen diesen Klemmen zu erhalten, selbst wenn der Strom IL beträchtlich grösser ist. Dieselbe Kompensation durch Substitution eines geeigneten Widerstands kann angewandt werden, wenn der zu messende Strombereich beträchtlich kleiner ist. Dies hat zur Folge, dass die Elemente 24 bis 30 nicht geändert werden müssen, da sie nur auf die Spannung V ansprechen. Dies bedeutet weiterhin, dass der Ausgangsschalter 38 nicht geändert werden muss. Der Widerstandswert des Lastwiderstands 22 wird daher so geändert, dass die Spannung V zwischen den Klemmen 18 und 20 unabhängig von den IL-Charakteristiken der Last immer ungefähr denselben Wert aufweist, wenn die Last mit 100% Nennwert betrieben wird. Die Logikschaltung 26 für die inverse Zeit liefert ein Ausgangssignal das üblicherweise als I^2T bezeichnet wird und im Stand der Technik allgemein bekannt ist. Kurz gesagt liefert die Logikschaltung 26 für die inverse Zeit ein Ausgangssignal mit einer Zeitperiode, die sich mit dem Wert der Spannung V an ihrem Eingang ändert.

In Fig. 2A ist ein weiteres Schutzsystem 12 für Geräte dargestellt, das eingesetzt wird, wenn eine einzelne Phase oder eine Gleichstromlast und Quelle vorliegt. In diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung liefert eine einzelne Phase oder eine Gleichstromleitung L1' Energie von einer auf der linken Seite dargestellten Gleichstromquelle an eine Gleichstromlast auf der rechten Seite. Weiter ist ein Schaltkreisunterbrecher mit einem einzelnen Kontakt oder ein Motorschütz 16' vorgesehen, in dem ein Kontakt S zur Unterbrechung des Stromes IL' angebracht ist. Für Anwendung mit Wechselstrom kann der Stromfühler 14' gleich dem in Fig. 2 dargestellten sein. Das Lastwiderstandsmodul 22' unterscheidet sich von dem Lastwiderstandsmodul 22 in Fig. 2 nur darin, dass die Gesamtströme IL' sich deutlich vom Bereich des Stromes IL in Fig. 2 unterscheiden können und daher einen höheren Widerstandswert aufweisen, so dass die Spannung V ungefähr die gleichen Werte wie im Gerät von Fig. 2 hat. Die Logikschaltung 26' für die inverse Zeit und das Hilfsmodul 30' können jedoch genau dieselben sein wie ihre entsprechenden Module von Fig. 2. Die vielseitige Verwendung der Schutzvorrichtung für Schaltkreise wird hiermit deutlich. Es ist festzustellen, dass bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung keine Abfühlvorrichtung für Phasenverlust vorhanden ist, da diese Funktionen typisch für Mehrphasenwechselstromgeräte sind. Weiter ist festzustellen, dass die Ausgangssignale der Module 26' und 30' beispielsweise mit der Leitung 36' verbunden sind, die ihrerseits einen Eingang für

den Ausgangsschalter 38' darstellt, der wiederum Leitung 40 steuert, mit der der Unterbrecher für den Schaltkreis oder der Motorschütz 16 betätigt wird. In ähnlicher Weise steuert in Fig. 2 der Ausgangsschalter 38 Leitung 40, mit der der Unterbrecher oder der Motorschütz 16 betätigt wird.

In Fig. 5 ist der physikalische Verbindungsplan für das in den Fig. 1, 1A, 2 und 2A dargestellte Gerät gezeigt. Das Gehäuse 58 für das Schutzsystem enthält die in Fig. 1 bezeichneten elektronischen Schaltungen mit Ausnahme des Unterbrechers oder Motorschütz 16, der Last M und dem Lastwiderstandsmodul 22. Die Energie für die Schaltung wird über Klemmen A und B an der Oberseite des Gehäuses 58 zugeführt; der Knopf für das Zurücksetzen und der Auslöse-Indikator LED 2 liegen benachbart dazu. Die Kontakte für das Relais RE1 sind ebenfalls auf der Oberseite des Gehäuses 58 angebracht. Die Leiter L1, L2 und L3 laufen durch Stromtransformatoren, die im Gehäuse 58 enthalten sind und ermöglichen es, die Überlastschutzeinrichtung seriell in den elektrischen Schaltkreis einzubauen. Die Module 60, wie das in Fig. 6 dargestellte, weisen Modulkontaktstifte 62 auf, deren Anordnung so gewählt ist, dass sie mit den Steckklemmen 66 des Schutzsystems übereinstimmen. Die Steckklemmen 66 des Schutzsystems sind so angeordnet, dass der Modul 60 nur in einer einzigen möglichen Weise eingeführt werden kann.

Die Steckklemmen 66 des Schutzsystems werden von den Modulen 60 verwendet, um Funktionen auszuführen, die über die des Schutzsystems für den Schaltkreis hinausgehen. Auf der Rückseite des Moduls 60 sind durch das Modul hindurchgehende Kontaktstifte 64 vorgesehen, mit denen ähnliche Module 60 aufgesteckt werden können, so dass eine Vielzahl von Modulen 60 verwendet werden können. Die Steckklemmen 66 des Schutzsystems sind redundant angebracht, mit Ausnahme der Klemme GF für Erdungsfehler, so dass Modul 60 in den linken oder rechten Satz von Steckklemmen 66 des Schutzsystems eingeführt werden kann. Das Gehäuse 58 des Schutzsystems kann mit Hilfe der Montageklammern 68 auf eine beliebige geeignete Oberfläche montiert werden, so dass eine enge Nachbarschaft zu dem zu schützenden Gerät ermöglicht wird.

Aufbau des Schutzsystems

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung für eine Drehstromleitung mit einer Drehstromquelle, die einen Motor M steuert, der eine Drehstromlast darstellt. In diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung umfassen die elektrischen und elektronischen Elemente eine Abfühlschaltung 14 für den Strom, ein Lastwiderstandsmodul 22, eine Logikschaltung 50 für die inverse Zeit, einen Ausgang 52, einen Motorschütz 16, eine Logik 28 für Phasenverlust, ein Netzgerät 54 und eine Prüfschaltung 56, die in schematischer Form dargestellt sind. In diesem Fall wird ein durch die Leitung L1 fließender Strom IL durch einen Stromtransformator CT1 in der Stromabfühlschaltung 14 abgefühlt. Der Widerstand R2, der in Serie mit dem Potentiometer P1 im Lastwiderstandsmodul 22 geschaltet ist, stellt das früher beschriebene Lastwiderstandsmodul 22 dar, über dem die Ausgangsspannung V erscheint. Es ist darauf hinzuweisen, dass das Potentiometer P1 ein fester Widerstand sein kann, wenn ein bestimmter Lastnennwert bekannt ist. In ähnlicher Weise erzeugt der Strom IL, der in den Leitern L2 und L3 durch den Stromfühler 14 fließt, durch die dort vorhandenen Stromtransformatoren CT2 und CT3 eine Spannung über dem Lastwiderstandsmodul 22. Der in den Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 induzierte Strom wird in einer Drehstrombrücke gleichgerichtet, die aus den Dioden D1, D2, D3, D4, D5 und D6 besteht. Ein Varistor V1 ist mit den Ausgangsklemmen der Drehstrombrücke verbunden.

Die neutralen Anschlüsse der Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 sind mit einem Ende eines Widerstands R1 und

einer Klemme GF für Erdungsfehler verbunden. Das andere Ende des Widerstands R1 ist zwischen dem Widerstand R2 und dem Potentiometer P1 angeschlossen. Der Ausgang der Stromabfühlschaltung 14 erzeugt im wesentlichen eine Gleichspannung, so dass die Verbindung zum Widerstand R2 als + Klemme 42 und die Verbindung zum Potentiometer P1 als – Klemme 44 bezeichnet ist und den Ausgangsklemmen 18 bzw. 20 der Stromabfühlschaltung 14 entspricht. Es ist darauf hinzuweisen, dass die – Klemme 44 und der Massepunkt des Schaltkreises (als Erdung bezeichnet) auf dem gleichen Potential liegen. Die + Klemme 42 ist mit der Katode von Diode D7, einem Ende der Widerstände R4, R9 und R14 sowie mit den Anoden der Dioden D9 und D10 verbunden. Die negative Klemme 44 ist mit einem Ende der Kapazität C1, C5 und C6 verbunden, sowie mit der Anode der Zener-Diode ZD6, einem Ende der Kapazität C8, den negativen Eingängen des Operationsverstärkers OA1 und einem Vergleichsschaltkreis MC7, mit einem Ende der Widerstände R32 und R36 und schliesslich mit den Emittern der Transistoren T1 und T2 verbunden. Die Anode der Diode D7 ist mit dem anderen Ende der Kapazität C1 verbunden sowie mit dem verbleibenden Ende des Widerstands R4. Ebenso mit der Anode der Diode D7 ist die Katode der Zener-Diode ZD1 verbunden, ein Ende des Widerstands R12 und der Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC4. Mit dem anderen Ende des Widerstands R9 ist der verschiebbare Kontakt und ein Anschluss des Potentiometers P2 verbunden, ein Anschluss des Kondensators C2, die Anode der Zener-Diode ZD1, der Anschluss für das positive Eingangssignal der Vergleichsschaltungen MC4 und MC3, sowie die Anode der Diode D8. Die Katode von D8 ist mit dem Anschluss für das negative Eingangssignal des Komparators MC3 verbunden, mit dem anderen Ende von Widerstand R12 und einem Ende der Widerstände R25 und R27, der Anode von Diode D14 und der Katode von Diode D13. Der verbleibende Anschluss der Kapazität C2 ist mit dem verbleibenden Anschluss von Potentiometer P2 und mit Masse verbunden. Mit der Katode von Diode D9 ist ein Ende von Widerstand R17 verbunden. Die Katode von Diode D10 ist mit der Katode der Zener-Diode ZD3 und einem Ende des Widerstands R24 verbunden. Mit dem anderen Ende von Widerstand R17 ist ein Ende von Widerstand R15 verbunden, ein Ende von Widerstand R21 und der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC4. Mit dem anderen Ende von Widerstand R14 ist das verbleibende Ende der Widerstände R15 und R25 verbunden, ein Ende von Widerstand R16 und der Kapazität C9, die positiven Eingänge für den Operationsverstärker OA1 und den Vergleichsschaltkreis MC7, ein Ende des im Normalfall geschlossenen Schalters SW1, ein Ende des Widerstands R30, der Kontakt für den automatischen Betrieb im Schalter S1 und schliesslich die Katoden der Zener-Dioden ZD9 und ZD10, die einen Teil der Brückenschaltung 46 im Netzgerät bilden. Das andere Ende von Widerstand R16 ist mit dem Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC3, der Anode von Diode D11 und einem Ende von Widerstand R20. Die Katode der Diode D11 und das andere Ende von Widerstand R20 sind mit der Katode von Diode D12 und der Katode der Zener-Diode ZD4 verbunden. Die Anode der Diode D12 ist mit einem Ende von Widerstand R22 verbunden, dem anderen Ende von Widerstand R24, dem Anschluss für das negative Eingangssignal, des Operationsverstärkers OA1 und dem verbleibenden Anschluss der Kapazität C6. Die Anode der Diode D13 ist mit dem verbleibenden Ende von Widerstand R21 und Kapazität C5 verbunden sowie mit dem Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8. Der Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 ist mit der Auslöseklemme «T» verbunden. Mit der Katode von Diode D14 ist die Katode der Zener-Diode ZD6 und die Klemme für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC7 verbunden.

Mit der Anode der Zener-Diode ZD3 ist das andere Ende von Widerstand R22 verbunden.

Die Anschlussstellen, an denen die Widerstände R22 und R24, die Kapazität C6, die Klemme für das negative Eingangssignal des Operationsverstärkers OA1 und die Anode der Diode D12 zusammentreffen, ist von einem Schutzband umringt. Das Schutzband ist eine elektrisch leitfähige Bahn, die die genannten Verbindungen auf beiden Seiten einer Platte mit gedruckten Schaltungen umringt, die die bevorzugte Realisierung der vorliegenden Ausführungsform darstellt, wobei das Schutzband elektrisch mit der Katode von D13 verbunden ist. Der Zweck des Schutzbandes besteht darin, die kritischen Signalpfade ringförmig zu umgeben, die durch Impedanzen beeinflusst werden können, die sich schädlich auf die Wirkungsweise des Schaltkreises auswirken können. Diese Impedanzen werden beispielsweise durch die Konstruktion der Schaltkreiskarte, die Sauberkeit und die Feuchtigkeit bestimmt. Die Verwendung eines Schutzbandes reduziert die Möglichkeit von Schaltkartenimpedanzen zwischen Masse oder Versorgungsspannungen, die falsche Signale in dem Schaltkreis hervorrufen.

In Fig. 1A ist ein Schaltkreis für Erdungsfehler dargestellt, der zum Anschluss an die in Fig. 1 gezeigte Schaltung dient. Der Anschluss erfolgt, indem die Klemmen GF, –, +, T und K der Schaltung 24 für Erdungsfehler mit den Klemmen GF, –, +, T und K der in Fig. 1 gezeigten schematischen Darstellung verbunden werden.

Mit der GF-Klemme der Schaltung 24 für Erdungsfehler ist ein Anschluss von Widerstand R8 verbunden, während der andere Anschluss von Widerstand R8 mit den Anschlüssen für die positiven und negativen Eingangssignale der Vergleichsschaltkreise MC1 bzw. MC2 verbunden ist. Mit der Minus (–) -Klemme ist ein Ende des Widerstands R5 verbunden, die Anode der Zener-Diode ZD2, ein Anschluss der Kondensatoren C4 und C7, die Eingangsklemme für die negative Spannungsversorgung für Vergleichsschaltkreis MC6, ein Anschluss des Widerstands R26 und die Katode des gesteuerten Silizium-Gleichrichters SC1. Mit dem Plus (+) -Anschluss ist ein Anschluss der Widerstände R7 und R19 verbunden. Mit der Auslöseklemme (T) ist die Katode der Diode D15 verbunden.

Mit dem anderen Ende des Widerstands R5 ist der Eingangsanschluss für das negative Signal des Vergleichsschaltkreises MC1 verbunden und ein Anschluss des Widerstands R6. Mit dem anderen Ende des Widerstands R6 ist ein Anschluss des Potentiometers P3 verbunden, während der andere Anschluss von Potentiometer P3 mit dem verschiebbaren Kontakt des Potentiometers P3 verbunden ist, mit dem Eingang für das positive Signal des Vergleichsschaltkreises MC2 und mit dem verbleibenden Anschluss von R7. Der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC1 ist mit dem Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC2 und mit einem Anschluss der Widerstände R10 und R11 verbunden. Das andere Ende des Widerstands R10 ist mit dem Eingangsanschluss für das negative Signal des Vergleichsschaltkreises MC5 verbunden und mit einem Anschluss des Kondensators C3, während der andere Anschluss des Kondensators C3 mit Masse verbunden ist. Der andere Anschluss des Widerstands R11 ist mit einem Anschluss des Widerstands R13 verbunden, dem Anschluss für das positive Spannungssignal von MC6, einem Anschluss von Widerstand R23, der Anode der lichtemittierenden Diode LED1 und von dort zu Klemme K. Das andere Ende des Widerstands R13 ist mit dem Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC5 verbunden, dem Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC6 und der Katode der Zener-Diode ZD2. Der andere Anschluss des Widerstands R19 ist mit dem Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC5 verbunden und einem Anschluss des Widerstands R18. Der andere Anschluss von R18 ist mit dem Anschluss für das positive Eingangssignal

des Vergleichsschaltkreises MC6 und mit dem verbleibenden Anschluss von C4 verbunden. Der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC6 ist mit der Anode von Diode D15 und der Katode der Zener-Diode ZD5 und dem verbleibenden Anschluss von R23 verbunden. Die Anode der Zener-Diode ZD5 ist mit dem verbleibenden Anschluss von C7, R26 verbunden und von da mit dem Steueranschluss des gesteuerten Silizium-Gleichrichters SC1. Der positive Anschluss von SC1 ist mit einem Ende des Widerstands R28 verbunden, während das andere Ende mit der Katode der lichtemittierenden Diode LED1 verbunden ist.

Wieder zurück in Fig. 1 ist der verbleibende Anschluss des Kondensators C8 mit dem Anschluss für das positive Signal des Operationsverstärkers OA1 verbunden, dem verbleibenden Anschluss von Widerstand R27 und einem Anschluss von Widerstand R29. Der Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers OA1 ist mit dem Eingang für das positive Signal des Vergleichsschaltkreises MC7 verbunden. Der Ausgangsanschluss des Vergleichsschaltkreises MC7 ist mit dem verbleibenden Anschluss des Widerstands R29 und der Katode von Diode D16 verbunden. Der Eingang für das positive Signal des Vergleichsschaltkreises MC8 ist mit den Anoden der Dioden D16 und D17 verbunden und von da mit einem Anschluss des Widerstands R31. Der verbleibende Anschluss von Widerstand R31 ist mit dem Mittelanschluss von Schalter S1 verbunden. Der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 ist mit der Katode von Diode D17 verbunden und der Katode der Zener-Diode ZD7. Die Anode der Zener-Diode ZD7 ist mit dem verbleibenden Anschluss R32 verbunden und mit der Basis des NPN-Transistors T2. Der verbleibende Anschluss des Widerstands R36 ist mit der Basis des NPN-Transistors T1 verbunden, einem Anschluss des Kondensators C11 und der Anode der Zener-Diode ZD11. Der Kollektor des Transistors T1 ist mit dem verbleibenden Anschluss des Kondensators T11 verbunden, der Anode der Zener-Diode ZD8 und der Katode der lichtemittierenden Diode LED2. Die Anode der lichtemittierenden Diode LED2 und die Katode der Zener-Diode ZD8 sind mit dem verbleibenden Ende des Widerstands R30 und mit dem Kontakt «Handbetrieb» des Umschalters S1 verbunden. Die Katode der Zener-Diode ZD11 ist mit der Anode der Diode D20 und einem Anschluss des Widerstands R35 verbunden. Der verbleibende Anschluss des Widerstands R35 ist mit der Klemme verbunden. Die Katode der Diode D20 ist mit dem Kollektor von Transistor T2 verbunden, der Anode von Diode D21 und einem Anschluss von Widerstand R3. Der verbleibende Anschluss von Widerstand R3 ist mit einem der Spulenanschlüsse des Relais RE1 verbunden. Der verbleibende Spulenanschluss von Relais RE1 ist mit der Katode von Diode D21 verbunden, dem verbleibenden Kontakt des Tastschalters SW1 und von da mit der Klemme K. Der verbleibende Anschluss der Kapazität C9 ist mit Masse verbunden, ebenso wie der negative Anschluss der Brückenschaltung 46 im Netzgerät. Einer der Anschlüsse für den Wechselstromeingang der Brückenschaltung 46 im Netzgerät ist mit einem Anschluss des Widerstands R34 verbunden, während der andere Anschluss des Widerstands R34 an die Klemme B angeschlossen ist. Der verbleibende Wechselstromeingangsanschluss für die Brückenschaltung 46 im Netzgerät ist mit einem Anschluss des Widerstands R33 und der Kapazität C10 verbunden, während die verbleibenden Anschlüsse der Kapazität C10 und des Widerstands R33 zusammengeführt sind und an die Klemme A angeschlossen sind.

Die Kontakte des Relais RE1 (siehe Fig. 1) stellen einen im Normalfall offenen einpoligen Satz von Kontakten dar, von denen ein Anschluss mit einem Spulenanschluss eines Motorschützes 16 verbunden ist, während der verbleibende Spulenanschluss mit einem Anschluss einer Spannungsquelle V_s verbunden ist. Der verbleibende Anschluss der Spannungsquelle V_s ist mit dem verbleibenden Anschluss der im Relais RE1 enthaltenen Kon-

takte verbunden. Die im Motorschütz 16 enthaltenen Kontakte 16A, 16B und 16C stellen im Normalfall offene Kontakte dar und sind in Reihe mit den Leitern L1, L2 bzw. L3 geschaltet. Es ist festzustellen, dass der Motorschütz 16 eine Standard-Motor-Startereinrichtung verwenden kann mit Start- und Stop-Knöpfen für die Steuerung der Last.

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung sind die Vergleichsschaltkreise MC3, MC4, MC7 und MC8 Teil einer integrierten Schaltung, so dass jede der vier Vergleichsschaltungen ein Eingangssignal benötigt, aber nur eine Versorgungsspannungsquelle erforderlich ist (siehe Tabelle I).

Aufgrund des modularen Aufbaus der vorliegenden Erfindung sind verschiedene Verbindungspunkte bestimmt, so dass verschiedene Module verwendet werden können. Um somit den möglichen Austausch des Lastwiderstandsmoduls 22 zu erleichtern, wird eine + Klemme 42 und eine - Klemme 44 in der im vorstehenden beschriebenen Weise zur Verfügung gestellt, die den Klemmen 18 und 20 von Fig. 2 entsprechen. Zusätzlich wird eine mit «T» bezeichnete Auslöseklemme zur Verfügung gestellt, so dass ein Auslösesignal eingegeben werden kann, um das Schutzsystem zu veranlassen, die Last von der Quelle zu trennen. Weiterhin ist eine Klemme GF für Erdungsfehler vorgesehen, an die die neutralen Anschlüsse der Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 angeschlossen sind. In ähnlicher Weise liefert eine Versorgungsklemme K Spannung an jeden Schaltkreis, der für ein beliebiges Modul notwendig sein sollte.

Funktionsweise der Schutzeinrichtung

In Fig. 3 sind die hauptsächlichsten Funktionen der vorliegenden Erfindung in Konstruktionselemente aufgeteilt dargestellt. Diese Elemente beruhen auf Schaltkreisen in der Darstellung auf dem Niveau von Komponenten und stellen den prinzipiellen Signallaufplan dar.

Einfach ausgedrückt wird ein Netzgerät 54 zum Betrieb der meisten Komponenten der vorliegenden Erfindung verwendet. Das Netzgerät verwendet eine Steuer- und Eingangsspannung F5, die beispielsweise 115 oder 230 Volt bei 50 oder 60 Hertz betragen kann. Die Spannung wird auf eine Arbeitsspannung F6 reduziert und zu einer Gleichstromquelle (F7) gleichgerichtet, die dann mit den verschiedenen Komponenten der Funktionen für das Prüfen 56, Überlaststrom und Zeitsteuerung 50, Phasenverlust 28 und das Abfühlen 24 von Erdungsfehlern gegeben wird. Zusätzlich werden Bezugsspannungen F9 von der Gleichstromquelle abgeleitet sowie ein Pfad zum Zurücksetzen, der von der Ausgangsfunktion benutzt wird.

Eine Funktion 14 für das Abfühlen des Stroms wird benutzt, um den Strompegel abzufühlen, der von der Last verwendet wird. Der Stromabfühlschaltkreis F1 erzeugt ein Wechselspannungsausgangssignal, das anschliessend zu einem Gleichstrom F2 gleichgerichtet wird und von einer Stromquelle auf ein Spannungssignal F3 umgesetzt wird. Die von der Stromabföhl-funktion 14 erzeugte Spannung ist daher im wesentlichen proportional zu dem Wert des von der Last verwendeten Stroms. Die Spannung wird von der Funktion 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung verwendet, der Funktion 24 für das Abfühlen von Erdungsfehlern und der Funktion 28 für Phasenverlust, da der von der Last verwendete Strom eine bequem verwendbare Anzeige von Überlaststrom, Phasenverlust und Erdungsfehlern darstellt.

Die Logik 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung führt zahlreiche Funktionen durch. Der von der Last verwendete Strom wird abgefühlt F10 und stellt daher eine Anzeige für einen Überlaststrom dar. Das Ausgangssignal der Pegelabföhlung ändert sich mit dem von der Last verwendeten Strom, so dass im Fall einer Überlaststrombedingung ein Überlastzeit-schalter F12 gesetzt wird. Wenn der Strompegel in der Last einen vorher bestimmten Wert während einer vorher bestimmten Zeitdauer überschreitet, wird ein Auslöseschalter F14 akti-

viert. Ausserdem wird bei einem hohen Eingangsstrom in die Last automatisch ein Überlaststromzeitgeber F13 gestartet. In ähnlicher Weise wird bei einer Warmstartbedingung F11, wenn die Last entweder aufgrund ihres fortgesetzten Betriebs oder einer vorhergehenden Überhitzungsbedingung warm ist, der Pegel des Startstroms in der Last überwacht, so dass der Überlaststromzeitgeber F13 das Auslösen des Auslöseschalters F14 veranlasst, wenn — wie früher erwähnt — der Laststrom den vorherbestimmten Pegel überschreitet, aber nur für eine kürzere als die vorherbestimmte Zeitdauer.

Die Feldprüffunktion 56 erlaubt es, dem Gleichstrom F7 des Netzgeräts den Zeitschalter F12 für den Überlaststrom der Funktion 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung zu aktivieren und veranlasst dadurch das Auslösen des grundlegenden Auslöseschalters F14, wodurch eine Fehlerbedingung simuliert wird, mit der die als Festkörperschaltung ausgeführte Schutzeinrichtung der vorliegenden Erfindung geprüft werden kann (F4).

Die Funktion 24 für das Abfühlen von Erdungsfehlern verwendet die Spannung F3, die von der Stromabfühlfunktion 14 erzeugt wird, um festzustellen, ob ein Erdungsfehler tatsächlich existiert und veranlasst dabei, dass der Zeitgeber F20 für Erdungsfehler initialisiert wird. Nachdem festgestellt wurde, dass ein Erdungsfehler einen vorherbestimmten Pegel während einer vorherbestimmten Zeitdauer überschreitet, wird die Modulauslösung aktiviert und damit ein Indikator F22 für Erdungsfehler aktiviert.

Die Funktion 28 für Phasenverlust überwacht die von der Stromabfühlfunktion 14 erzeugte Spannung. Wenn festgestellt wurde, dass ein Phasenverlustfehler aufgetreten ist F15, wird ein Zeitschalter F16 für Phasenverlust initialisiert, der dann den zusätzlichen Auslöseschalter F18 veranlasst, nach einer vorher bestimmten Zeitdauer auszulösen F17.

Die Ausgangsfunktion 52 überwacht die Stellung des grundlegenden Auslöseschalters F14, der in der Logik 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung enthalten ist, sowie das Ausgangssignal des zusätzlichen Auslöseschalters F18, der in der Funktion 28 für Phasenverlust enthalten ist. Wenn ein Auslösesignal festgestellt wurde, schalten die Relais-Steuertransistoren F25 ein Steuerrelais F26 ab, das seinerseits einen Schütz F27 steuert, der die Spannungsquelle von der Last abtrennt. Zusätzlich veranlasst die Funktion F25 mit den Relais-Steuertransistoren, dass eine Anzeige F24 erzeugt wird, die ausserdem verriegelt wird F23 und eine Ausgangsbedingung darstellt, mit der das Steuerrelais den Schütz in einer offenen Stellung hält, bis ein Rücksetzsignal F8 empfangen wird.

NETZGERÄT 54

In Fig. 1 ist die Schaltung 54 für das Netzgerät so ausgelegt, dass sie kontinuierlich von einer Spannungsquelle arbeitet, die an die Klemmen «A» und «B» angeschlossen ist und — wie erwähnt — bei 115/230 Volt bei 50/60 Hertz arbeiten kann, abhängig davon, wie die Werte der ausgewählten Komponenten aussehen. Das Herabsetzen der verfügbaren Eingangsspannung erfolgt mit Hilfe des Kondensators C10 als Einrichtung mit einem Spannungsabfall. Der Wert des Widerstands R33 ist so gewählt, dass ein Entladepfad für die Kapazität C10 zur Verfügung gestellt wird, während Widerstand R34 als Strombegrenzer Verwendung findet. Der Brückenschaltkreis 46 des Netzgeräts mit den Dioden D18, D19, ZD9 und ZD10 wandelt die Eingangswechselspannung an den Klemmen «A» und «B» in Gleichstrom (DC) um. Die beiden Zener-Dioden ZD9 und ZD10 begrenzen die maximale Gleich-Versorgungsspannung. Die Wechselstromwelligkeit wird durch den Glättungskondensator C9 reduziert. Die Versorgungsspannung V_K versorgt direkt die Systemvergleichsschaltungen MC1, MC2, MC3, MC4, MC5, MC6, MC7 und MC8 sowie den Operationsverstärker OA-1. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Vergleichsschaltungen MC1 bis MC8 Teil von integrierten Schaltkreisen (IC) sind,

in denen — wie in Tabelle I angegeben — vier Vergleichsschaltungen pro integriertem Schaltkreis vorhanden sind.

Die Vergleichsschaltungen MC1 bis MC8 im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung sind so vorgeplant, dass beim Anlegen einer Spannung an den Anschluss für das positive Eingangssignal, die grösser ist als die Spannung am Anschluss für das negative Eingangssignal der Ausgangsanschluss einen Zustand hoher Impedanz aufweist und dadurch im wesentlichen vom restlichen Teil des Schaltkreises abgetrennt ist, während bei einer Spannung am Anschluss für das negative Eingangssignal, die grösser ist als die Spannung am Anschluss für das positive Eingangssignal, der Ausgang des Vergleichsschaltkreises elektronisch mit dem negativen Spannungsanschluss des zugehörigen integrierten Schaltkreises verbunden ist, der daher mit Masse verbunden ist, wie es die schematischen Darstellungen in den Fig. 1 und 1A zeigen.

TABELLE I

IC	Bezeichnung	Zweck
IC-2	MC1	Vergleichsschaltung für das Abfühlen von Erdungsfehlern
IC-2	MC2	Vergleichsschaltkreis für das Abfühlen von Erdungsfehlern
IC-1	MC3	Vergleichsschaltkreis für den Zeitschalter über Laststrom
IC-1	MC4	Vergleichsschaltkreis für den Zeitschalter Phasenverlust
IC-2	MC5	Vergleichsschaltkreis für Zeitsteuerung Erdungsfehler
IC-2	MC6	Vergleichsschaltkreis für Auslöser bei Erdungsfehler
IC-1	MC7	Vergleichsschaltkreis für Auslöser bei Überlaststrom
IC-1	MC8	Vergleichsschaltkreis für zusätzlichen Auslöseschalter
IC-3	OA-1	Puffer

Ebenfalls von der Versorgungsspannung V_K werden versorgt die Auslöse-Indikatoren, leuchtmitternde Dioden LED1 und LED2, der Ausgangsschaltkreis 250, der Prüfschaltkreis 56 und die Anschlüsse für die Bezugsspannung. Die Bezugsspannungen V_1 , V_2 werden von der Versorgungsspannung V_K mit Hilfe des Widerstands R25, der Diode D14 und der Zener-Diode ZD6 abgeleitet. Es werden also zwei Bezugsspannungen erzeugt, wobei die erste an der Anode von Diode D14 erzeugte Bezugsspannung V_1 die Zeitsteuerung für Überlastströme und die Auslösepunkte für das Umschalten der Vergleichsschaltungen MC3 und MC4 bestimmt (siehe Tabelle I). Die zweite an der Katode der Zener-Diode ZD6 erzeugte Bezugsspannung V_2 liefert das Bezugssignal für den Vergleichsschaltkreis MC7 für das Auslösen bei Überlaststrom, der zwischen dem Operationsverstärker OA-1 und dem Ausgangsschaltkreis 52 angeordnet ist. Zwei Bezugsspannungen sind notwendig, um den Betrieb auch bei herabgesetzten Eingangsspannungen an den Klemmen «A» und «B» sicherzustellen.

STROMABFÜHLSCHALTUNG 14

Eine Drehstromquelle mit drei Leitungen L1, L2 und L3 ist in Reihenschaltung mit den im Normalfall offenen Kontakten 16A, 16B bzw. 16C im Unterbrecher oder Motorschütz 16 mit einer Drehstromlast verbunden, beispielsweise einem Motor M.

Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 in einem Schutzgehäuse 58 (in Fig. 5 dargestellt) sind an den Leitungen L1, L2 bzw. L3 angebracht, um den von der Last M benötigten Strom abzufühlen. Die Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 können in Sternschaltung miteinander verbunden werden und erzeugen dann einen Wechselstrom, der proportional zum Primärstrom I_L ist, der von der Last M gebraucht wird. Der Wechselstrom wird dann mit Hilfe der Drehstrombrücke mit den Dioden D1, D2, D3, D4, D5 und D6 zu einem Gleichstrom gleichgerichtet. Ein Varistor V1 schützt gegen Stromspitzen, die von den Eingängen der Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 erzeugt werden können. Der Stromausgang der Dioden D1 bis D6 wird durch den Lastwiderstand 22 in eine Gleichspannung umgesetzt, die proportional zum Strom I_L durch die Last ist. Für einen vorgegebenen Strom ist der Betrag dieser Spannung bei 100% der Last M konstant und durch den Widerstandswert des Lastwiderstands 22 bestimmt, wodurch die Werte des Widerstands R2 und des Potentiometers P1 so eingestellt werden, dass sie zwischen den Klemmen «+» 42 und «-» 44 dieselbe Spannung liefern, unabhängig von der Grösse der Last M. Der Wert des Lastwiderstands 22 wird daher im wesentlichen so gewählt, dass er zu verschiedenen Lasten M passt und immer dieselbe Spannung zwischen den Klemmen abgibt. Es ist darauf hinzuweisen, dass der Ladewiderstand 22 fest in die zugehörige Überlastschutzeinrichtung eingebaut werden kann, im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung stellt er jedoch ein Modul 22, 22' dar, wie es in den Fig. 2 bzw. 2A dargestellt ist. Der Gleichstromausgang des Drehstrombrückengleichrichters D1 bis D6 ist proportional zur maximalen Differenz zwischen jeweils 2 der 3 Drehstromkomponenten. Wenn die Phasenströme des Motors also gleich sind, ist die minimale Gleichspannung der resultierenden Wellenform beispielsweise ungefähr $0,866 \times$ der maximalen Gleichspannung und die Frequenz der Welligkeit entspricht dem 6fachen der Netzfrequenz. Wenn die Last oder der Motor M einen Phasenverlust erfährt, ist die erzeugte Gleichspannung ein Gleichstromausgangssignal, das dem Ausgang eines Brückengleichrichters für eine einzelne Phase entspricht. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird daher das Lastwiderstandsmodul 22 einen Widerstandswert von beispielsweise 60 bis 600 Ohm aufweisen, um so einen Spannungsausgang an den Plus- und Minus-Klemmen 42 und 44 abzugeben, der beispielsweise einen Mittelwert von 10 Volt bei einem Strom I_L bei 100% Nennlast M darstellt.

ÜBERLASTSTROM und Zeitsteuerung 50

Die Funktion «Überlaststrom» (siehe auch Fig. 3) liefert ein Auslösesignal für Überlaststrom an einen Schaltschütz entsprechend der Strom-Zeit (I^2T) Beziehung, die im wesentlichen aus der Überhitzung innerhalb der Last M abgeleitet wird. Für Ströme I_L , die 115% des vollen Stroms der Last M überschreiten und beispielsweise 11,5 Volt an der Plus-Klemme 42 erzeugen, setzt die Schaltung 50 für Überlastströme eine Ausschal-Zeitfolge in Gang. Der Zeitablauf hängt vom Betrag des Überlaststroms ab (der den Wert der Spannung zwischen der Plus-Klemme 42 bzw. der Minus-Klemme 44 bestimmt) und in einem gewissen Masse von dem Strom, der vor der Überlaststrombedingung floss.

Im wesentlichen fühlt ein aus zwei Komponenten bestehender Widerstandsast die Spannung an der Plus-Klemme 42 ab, die proportional zum Strom in der Last M ist. Das Potentiometer P2 erlaubt das Kalibrieren des Auslösepunktes, während Kapazität C2 den Gleichspannungseingang glättet, der an die Vergleichsschaltung MC3 für den Überlaststrom-Zeitschalter gelegt wird. Sollte die Spannung am «+»-Eingang der Vergleichsschaltung MC3 für den Überlaststrom-Zeitschalter die Bezugsspannung V1 überschreiten, so schaltet der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC3 für den Überlaststromzeitschalter in

den «offenen» Zustand. Der Zweck der Diode D8 besteht darin, die positiven Eingänge des Vergleichsschaltkreises MC3 für Überlaststromzeitschalter vor übermässigen Eingangsspannungen zu schützen.

Die Werte des Widerstands R9 und des Potentiometers P2 sind so eingestellt, dass die Spannung am Anschluss des Vergleichsschaltkreises MC3 für das positive Eingangssignal grösser ist als die Spannung am negativen Anschluss und daher der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC3 in einem Zustand hoher Impedanz (offen) ist, wenn die Last M mehr als 115% beträgt. Bei einer Last M von weniger als 115% lädt sich daher die Kapazität C6 bis zu einer Anfangsspannung auf, die kleiner ist als die Spannung, die an der + Klemme 42 erscheint und beispielsweise nicht mehr als 5 V beträgt; in ähnlicher Weise ist bei einer Kaltstartbedingung, wenn die Last M nicht aktiviert ist, die Anfangsspannung am Kondensator C6 für die Zeitsteuerung Null. Wenn eine Überlaststrombedingung auftritt, wird die Spannung an der «+» Klemme 42 und damit auch der positive Signaleingang der Vergleichsschaltung MC3 grösser als die Bezugsspannung V1 und damit auch als der Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC3. Dadurch wird wiederum der Vergleichsschaltkreis MC3 in einen Zustand hoher Impedanz übergeführt. Die Kapazität C6 kann sich dann mit Strom aus der Diode D10 und über Widerstand R24 bis zu einer Spannung aufladen, die sich an die Spannung an der positiven Klemme 42 annähert. Der Kondensator C6 liefert also sowohl ein Mass für die Zeit, als auch eine Darstellung der thermischen Kapazität einer Last, wie beispielsweise die Temperatur einer Motorwicklung. Zusätzlich ist die Durchbruchspannung der Zener-Diode ZD3 so gewählt, dass bei einer Überlaststrombedingung von mehr als 140% der Nennlast die Zener-Diode ZD3 leitet und einen Stromfluss durch den Ast ZD3, R22 erlaubt. Damit wird eine in zwei Bereichen erfolgende exponentielle Näherung einer I^2T Zeitbeziehung erreicht und dadurch ein schnelleres Aufladen für die Kapazität C6. Die Werte der Komponente in der Schaltung für die Zeitsteuerung sind so ausgelegt, dass eine Auslösung von ungefähr 9 Sekunden bei 600% Voll-Laststrom in M erfolgt, ungefähr 1 Minute bei 200% Voll-Laststrom und ungefähr 3 Minuten bei 125% Voll-Laststrom. Dies ist graphisch in Fig. 4 dargestellt. Für eine gegebene Zeitkonstante sind die Widerstandswerte der Widerstände R22 und R24 so gewählt, dass sie im Verhältnis zum Wert der Kapazität von C6 sehr hoch sind. Zusätzlich wird der Wert des Kondensators C6 sehr klein gewählt, da die hauptsächlichste Überlegung bei der Auswahl des Kondensators C6 für die Zeitsteuerung ein geringes Verhältnis von Leckstrom zu Kapazität ist. Die Werte von R22 und R24 können daher beispielsweise 11 Megohm bzw. 22 Megohm sein, während der Wert der Kapazität C6 beispielsweise nur 6 Mikrofarad beträgt. Da jedoch sehr kleine Ladeströme, die in der Grössenordnung von Nanoampere liegen können, verwendet werden, müssen mögliche Leckpfade isoliert werden. Dies wird durch eine Anzahl von Komponenten, wie beispielsweise Widerstand R16, erreicht, der die Anforderungen für die Durchgangsleckströme am Ausgangsanschluss des Vergleichsschaltkreises MC3 für die Überlaststromzeitsteuerung erfüllt und die Wahl einer Diode D12 mit geringem Leckstrom, so dass diese Stromquelle von der Schaltung 50 für die Zeitsteuerung isoliert wird. Zusätzlich können Eingangsvorströme wie beispielsweise der des Vergleichsschaltkreises MC7 für die Überlaststromauslösung, die Zeitsteuerung beeinflussen, so dass auch der Vergleichsschaltkreis MC7 für die Überlaststromauslösung vom Rest der Schaltung für die Zeitsteuerung durch den Operationsverstärker OA1 isoliert ist.

Zusätzlich können unkontrollierte Impedanzen der gedruckten Schaltkarte die Wirkungsweise der Schaltung und die Zeitsteuerung beeinflussen, da diese Impedanzen beispielsweise im Bereich von 100 Megohm bis 1 Gigaohm liegen und als Ergebnis unkontrollierter Parameter auftreten, wie beispielsweise die

Herstellung der Schaltkarte, ihre Sauberkeit und Feuchtigkeit. Um die Auswirkungen dieser Impedanzen minimal zu halten, ist ein Schutzband 48 vorgesehen, das wie früher erwähnt, die kritischen Anschlüsse der Schaltung für die Zeitsteuerung von benachbarten Spannungen auf der Schaltkreiskarte isoliert. Das Schutzband 48 ist elektrisch mit dem neutralen Bezugsast V1 verbunden, so dass weder eine relativ geringe Impedanz zur Masse, noch eine relativ geringe Impedanz zu einer Hochspannung auftreten kann.

Wenn während einer Überlaststrombedingung die Spannung des Kondensators C6 die Bezugsspannung überschreitet, die am positiven Anschluss des Operationsverstärkers A1 verfügbar ist, schaltet der Vergleichsschaltkreis MC7 für die Überlaststromauslösung, der normalerweise in einem Zustand hoher Impedanz ist, in einen Zustand niedriger Impedanz um und verbindet daher den Ausgangsanschluss von MC7 mit Masse, so dass die Ausgangsfunktion 52 die Last M abschalten kann. Wenn der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC7 die niedere Impedanz aufweist, halbieren die Widerstände R27 und R29 die Spannung an dem Anschluss des Vergleichsschaltkreises für die positiven Eingangssignale. Dadurch wird das Signal aufrecht erhalten und die Auslösebedingung für den Ausgang 52 beibehalten, bis die Überlaststrombedingung beseitigt wurde, wobei die Kapazität C6 für die Zeitsteuerung auf eine Spannung entladen ist, die kleiner als die Spannung bei 100% Nennlast ist und im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung typischerweise 5 Volt beträgt. Das Zurücksetzen wird daher für einige Minuten verzögert und kann beispielsweise im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ungefähr $1\frac{1}{4}$ Minuten betragen. Die Diode D10 beschränkt einen möglichen Entladepfad und liefert so eine Kontrolle des Verzögerungsintervalls, während die Kapazität C8 eine relative Unempfindlichkeit gegenüber Störspannungsspitzen verleiht. Die Diode D11 und die Zener-Diode ZD4 sind so ausgelegt, dass die maximale Spannung beschränkt wird, die am Anschluss für das negative Eingangssignal des Operationsverstärkers A1 auftreten kann und die dort enthaltenen Komponenten möglicherweise gefährdet, wenn die Spannung an der Kapazität C6 den sicheren Pegel für den Operationsverstärker A1 überschreitet.

PHASENVERLUST 28

Wenn die Last M einen Phasenverlust erfährt, ähnelt die Spannungswellenform die an der «+» Klemme 42 erscheint, der Gleichspannung eines Brückengleichrichters für eine einzelne Phase. Der Vergleichsschaltkreis MC4 für die Zeitsteuerung bei Phasenverlust fühlt die geänderte Wellenform ab, indem die Spannung an den Kondensatoren C1 und C2 überwacht werden und leitet eine Zeitsequenz für Vergleichsschaltkreis MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter ein, der ebenfalls auf Auslösesignale von externen Modulen reagiert.

Unter normalen Drehstrombedingungen ist die am Anschluss für den negativen Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC4 für die Zeitsteuerung bei Phasenverlust erscheinende Spannung gleich der Spannung am Kondensator C1 und nähert sich der Spannung an der «+» Klemme 42, während die Spannung am Anschluss für den positiven Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC4 für die Zeitsteuerung bei Phasenverlust gleich der Spannung am Kondensator C2 ist. Da das Ausgangssignal der Stromtransformatoren CT1, CT2 und CT3 ein Wechselstrom ist, pflanzt sich eine Welligkeit durch die Dioden D1 bis D6 fort, so dass die Spannung an der «+» Klemme 42 eine gewisse Welligkeit aufweist und somit ein Maximum und ein Minimum hat. Die Spannung am Anschluss für den negativen Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC4 nähert sich nun gerade dieser maximalen Spannung bei 100% Nennlast in M an. Die Minimalspannung liegt nicht niedrig genug, um das Entladen der Kapazität C1 für das Abfühlen des Spitzenwerts durch die Diode D7 zu erlauben. Bei Phasenver-

lustbedingungen fällt jedoch die Minimalspannung auf Werte nahe des Massenpotentials und erlaubt es der Kapazität C1, sich schneller über die Diode D7 zu entladen als die Spannung am Kondensator C2 abfällt und liegt daher unter der Spannung, die von der Funktion 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung abgefühlt wird. Die Spannung, die am Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC4 für die Zeitsteuerung bei Phasenverlust erscheint, ist daher grösser als die Spannung am negativen Signal, die gleich ist der Spannung am Eingangsanschluss der Vergleichsschaltung MC4 und bewirkt daher, dass der Ausgang der Vergleichsschaltung MC4 in einen Zustand hoher Impedanz (offen) übergeht. Die Zener-Diode ZD1 schützt den Anschluss des Vergleichsschaltkreises MC4 für den negativen Signaleingang vor Überspannungen. Der Widerstand R12 legt an den Vergleichsschaltkreis MC4 bei fehlendem Strom eine Vorspannung an.

Wenn der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC4 für die Zeitsteuerung bei Phasenverlust offen ist, wird der Zeitsteuerelement Kondensator C5 durch die Spannung aufgeladen, die an der «K» Klemme erscheint. Die Zeit von der Feststellung eines Phasenverlustes bis zur tatsächlichen Auslösung am Ausgangsschaltkreis hängt in einem gewissen Masse von der Grösse des Stroms der verbleibenden Phase oder Phasen ab. Die Auslösezeit wird durch den Widerstand R15 bestimmt, der vom Netzgerät mit Spannung V_K beaufschlagt wird. Wenn der Phasenverlust-Strom ansteigen sollte, wird die Zeitsteuerung durch den Ladeast mit Widerstand R17-Diode D9 beschleunigt. Für Phasenverlust-Ströme von 50% der Nennlast M liegt die Auslösezeit beispielsweise typisch bei 30 Sekunden, während ein Phasenverlust von 100% der Nennlast M eine Auslösezeit von typischerweise 20 Sekunden hervorruft. Zusätzlich dient der Kondensator C5 als Auslösekondensator für externe Module, die an die T-Klemmen angeschlossen werden können, indem er augenblicklich auf eine Spannung über dem Wert aufgeladen wird, der an dem Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter liegt. Im normalen Betriebsfall ohne Auslösung ist die Spannung am Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter gleich den Spannungsabfällen von D17, ZD7 und der Basis-Emitter-Grenzschicht des Transistors T2. Wenn also die Spannung am Kondensator C5 und damit auch die Spannung am Anschluss für das negative Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter den Spannungsabfall an den Dioden D17, ZD7 und am Transistor T2 überschreitet, geht der Vergleichsschaltkreis MC8, der normalerweise in einem Zustand hoher Impedanz (offen) ist, in einen Zustand niedriger Impedanz über und legt damit den Ausgangsanschluss an Masse. Damit wird ein Auslösesignal an die Ausgangsstufe 52 abgegeben. Bei der Erzeugung des Auslösesignals wird die Spannung am Anschluss für den positiven Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC8 auf den Spannungsabfall der Diode D17 reduziert, der typischerweise 0,6 Volt beträgt. Diese Spannungsreduktion am positiven Anschluss des Vergleichsschaltkreises MC8 hält das Auslösesignal bei, bis die Auslösebedingung beseitigt wurde und der Kondensator C5 für die Zeitsteuerung sich auf einen Wert unter dem Spannungsabfall der Diode D17 entladen hat. Die Verzögerung des Spannungsabfalls wird auch durch den Wert des Widerstands R21 gesteuert, so dass mit höher werdendem Widerstandswert die Verzögerung länger wird; wenn R21 beispielsweise 910 Kilo-Ohm beträgt, ergibt sich somit eine Verzögerung von 1,25 Minuten, während beispielsweise bei einem geringeren Wert des Widerstands R21 von 15 Kilo-Ohm die Zurücksetzung überhaupt nicht verzögert wird, sondern augenblicklich erfolgt.

Es versteht sich von selbst, dass der Schutz vor Phasenverlust in einem Wechselstromsystem mit Einzelphase, wie beispielsweise in Fig. 2A, nicht notwendig ist.

ERDUNGSFEHLER 24

In Fig. 1A ist die schematische Darstellung der Funktion 24 für Erdungsfehler gezeigt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Funktion 24 für Erdungsfehler mit dem eigentlichen Schaltkreis für die Überlastschutzfunktion integriert werden kann. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird jedoch ein Modul 24, 24' verwendet, das in den Fig. 2 und 2A dargestellt ist und entsprechend Fig. 5 eingesetzt werden kann. Bei Abwesenheit eines Erdungsfehlers sind die Phasenströme in den Leitern L1, L2 und L3 in Fig. 1 betragsmässig gleich und 120° phasenversetzt. Der Gleichstromausgang des Stromabfühlschaltkreises 14 weist eine Welligkeit auf, deren Betrag ungefähr 14% beträgt und deren Frequenz ungefähr das 6fache der Netzfrequenz beträgt; im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist diese ungefähr 60 Hertz, so dass eine Frequenz der Welligkeit von 360 Hertz erzeugt wird. Ausserdem ist bei Abwesenheit eines Erdungsfehlers in der Last M die Vectorsumme der Phasenströme in der Last und damit auch die Vectorsumme der Sekundärströme der Transformatoren im neutralen Ast GF von Fig. 1 = Null. Es fliesst somit kein Strom durch den Widerstand R1 und die Spannungsabfälle an den Widerständen R2 und dem Potentiometer P1 können gleich gemacht werden (siehe Fig. 1). Wenn ein Erdungsfehler auftritt, ist die Vectorsumme der drei Phasenströme in der Last M nicht mehr Null. Als Folge ergibt sich ein Reststrom, der durch den Widerstand R1 von Fig. 1 in den neutralen Ast GF fliesst. Gleichzeitig mit dem Auftreten eines Stroms im Widerstand R1 erfolgt ein ungleicher Stromfluss durch den Widerstand R2 und das Potentiometer P1. Es ist zu erwähnen, dass der Widerstand R1 beispielsweise ein Kurzschluss sein kann, da sein Hauptzweck darin besteht, einen Strompfad im neutralen Ast während Erdungsfehlerbedingungen zur Verfügung zu stellen. Bei einer Erdungsfehlerbedingung fliesst ein Strom durch den Widerstand R1 und die Spannung an R2 unterscheidet sich von der Spannung am Potentiometer P1. Der Potentialwert an der Klemme GF entspricht daher nicht mehr ungefähr der Hälfte der Spannung an den «+» und «-» Klemmen 42, 44. Wenn der Potentialwert an der Klemme GF kleiner als die Hälfte der Spannung an den (+) Plus-Zeichen und (-) Minus-Zeichen-Klemmen 42 und 44 ist, wird die Spannung am Anschluss für den negativen Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC1 für das Abfühlen von Erdungsfehlern grösser als die Spannung am positiven Anschluss des Vergleichsschaltkreises MC1 mit der Folge, dass der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC1 auf Masse gelegt wird. Wenn der Potentialwert an der Klemme GF grösser als die Hälfte der Spannung an den Plus-Zeichen und Minus-Zeichen-Klemmen 42 und 44 ist, wird die Spannung am Anschluss für den negativen Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC2 grösser als die Spannung am Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC2 und der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC2 liegt auf Masse. Der auf Masse gelegte Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC1 oder MC2 bewirkt, dass der Kondensator C3, der normalerweise bis zu einer Spannung von im wesentlichen VK aufgeladen ist, sich auf Masse entlädt. Der Vergleichsschaltkreis MC5 für die Zeitsteuerung bei Erdungsfehlern empfängt daher eine Spannung am Anschluss für das positive Eingangssignal, die im wesentlichen gleich der Durchbruchspannung der Zener-Diode ZD2 ist und grösser als das Potential am Anschluss für das negative Eingangssignal. Der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC5 ist daher in einem Zustand hoher Impedanz oder offen. Das erlaubt dem Kondensator C4, sich auf einen Pegel aufzuladen, der über der Durchbruchspannung der Zener-Diode ZD2 liegt, so dass der Anschluss für den positiven Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC6 für die Zeitsteuerung bei Erdungsfehlern grösser ist als der Spannungspegel am Anschluss für den

negativen Signaleingang des Vergleichsschaltkreises MC6. Der Anschluss für das Ausgangssignal des Vergleichsschaltkreises MC6 ist daher in einem Zustand hoher Impedanz (offen). Die Spannung V_K an der Klemme K erlaubt damit einen Stromfluss durch die Diode D15 zur Auslöseklemme T, so dass der Schaltkreis MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter in Fig. 1 eine Auslösefolge einleitet und die Last M deaktiviert. Der Wert der Zener-Diode ZD5 ist so gewählt, dass die Einleitung der Auslösesequenz sichergestellt ist. Die Zener-Diode ZD5 muss eine Durchbruchspannung aufweisen, die grösser ist als die Spannung, die am Anschluss für das positive Eingangssignal des Vergleichsschaltkreises MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter liegt. Eine angelegte Spannung, die die Durchbruchspannung von ZD5 überschreitet, zündet das Gate des gesteuerten Silizium-Gleichrichters SC1 und erlaubt somit dort einen Stromfluss, mit dem die Licht ermittelnde Diode LED1 anzeigen kann, dass eine Auslösung wegen eines Erdungsfehlers aufgetreten ist. Das Zurücksetzen des Schutzsystems erfolgt in der im folgenden beschriebenen Weise und ist entweder automatisch oder manuell.

Während des normalen Betriebs ohne Erdungsfehler liegt der Ausgang des Vergleichsschaltkreises MC6 für die Zeitsteuerung bei Erdungsfehlern auf Masse und bildet somit im wesentlichen einen Kurzschluss für die Spannung V_K , die über den Widerstand R23 an Masse liegt und somit keinen Stromfluss durch die Diode D15 oder die Zener-Diode ZD5 erlaubt und damit das Gate von SC1 von Spannung abtrennt. Zusätzlich wird ein Zurücksetzen nach dem Öffnen des Kontakts im Tastschalter SW1 die Spannung von der Klemme K entfernt und damit der Stromfluss durch den gesteuerten Silizium-Gleichrichter SC1 unterbrochen und LED1 ausgeschaltet. Potentiometer P3 bestimmt, welcher Prozentsatz von Erdungsfehler-Strom erlaubt wird, bevor die Vergleichsschaltungen MC1 oder MC2 ihren Zustand ändern. Zusätzlich bestimmt die Zener-Diode ZD2 den Spannungspegel und damit den Prozentsatz der Motorlast IL, bei der der Vergleichsschaltkreis MC5 für die Zeitsteuerung bei Erdungsfehlern frei geschaltet wird.

PRÜFEINRICHTUNG 56

Die Prüffunktion 56 ermöglicht es, die Funktion 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung zu prüfen, ohne dass eine Last M vorhanden ist, die eine Überlaststrombedingung erfährt, oder dass externe Prüfvorrichtungen verwendet werden müssen.

Der Widerstand R14 ist so ausgelegt, dass im normalen Betriebsfall der Überwachung des Ruhestroms, wenn die Last M keine Überlastbedingung erfährt, die Hinzufügung des Widerstandswerts von R14 nur minimale Auswirkungen hat. Dies ist die Folge der geringen Impedanz des Lastwiderstands 22, der — wie früher erwähnt — in der Grössenordnung von 60 bis 600 Ohm liegt. Nach Entfernung des Messsteckers 22 und aller anderen Module, wie die in den Fig. 2 und 2A dargestellten, erhöht sich die Impedanz der Stromabfühlfunktion 14 auf ungefähr das 5,5fache des Widerstands R14. Da der Widerstand R14 von der Spannung V_K des Netzgeräts versorgt wird, übersteigt die Spannung an der «+» Klemme 42 die Spannung, die am Lastwiderstand 22 auftritt, wenn die Last M mit 100% Nennstrom betrieben wird. Dadurch wird eine Überlaststrombedingung simuliert, die bewirkt, dass die Funktion 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung eine Abschaltzeitsequenz einleitet. Diese Sequenz verläuft in gleicher Weise, wie früher erwähnt, bei einer tatsächlichen Überlaststrombedingung. Der Widerstand R14 ist so ausgelegt, dass er 125% des vollen Laststroms im Motor M simuliert, so dass die Last M von der Quelle in ungefähr 3 Minuten abgeschaltet wird, wie aus Fig. 4 hervorgeht. Das Wiedereinschalten der Last M erfolgt in der Ausgangsfunktion 52 und ruft erneut ein Abschalten hervor, so

dass die Last M deaktiviert wird, bis das Lastwiderstandsmodul 22 wieder in die Überlastschutzeinrichtung eingesetzt wird.

AUSGANG 52

Nach der Erzeugung eines Auslösesignals, entweder durch die Schaltung 50 für Überlaststrom und Zeitsteuerung, oder Phasenverlust 28 oder nach dem Erscheinen eines Auslösesignals an der Klemme T, beispielsweise von der Schaltung 24 für Erdungsfehler wird der Transistor T2 für die Relaissteuerung und damit das Ausgangsrelais RE1 deaktiviert, so dass auch die Last M deaktiviert wird. Zusammen mit der Deaktivierung des Relais RE1 werden der LED Indikator LED2 und der Transistor T1 des Verriegelungsschaltkreises aktiviert. Der Umschalter S1 bestimmt, ob das Zurücksetzen der Einrichtung automatisch erfolgt, oder eine manuelle Rücksetzung erfordert, da die Spannungsquelle für die Basis des Transistors T2 für die Relaissteuerung in Serie mit Schalter S1 geschaltet ist.

Im normalen aktivierten Zustand, wenn die Last M an das Netz angeschlossen ist, wird der Basisstrom für den Relais-Steuertransistor T2 vom Widerstand R31 und der Zener-Diode ZD7 geliefert. Bei eingeschaltetem Transistor T2 ist Steuerrelais RE1 aktiviert, so dass seine im Normalfall offenen Kontakte geschlossen gehalten werden. Bei in Sättigung betriebenen Transistor T2 ist der Basisanschluss des Verriegelungssteuertransistors T1 über Diode D20 zur Masse überbrückt und hält dadurch die Licht emittierende Diode LED2 ausgeschaltet. Der Basiswiderstand R36 des Transistors T1 stellt den Zustand von Transistor T1 sicher, wenn Transistor T2 leitet.

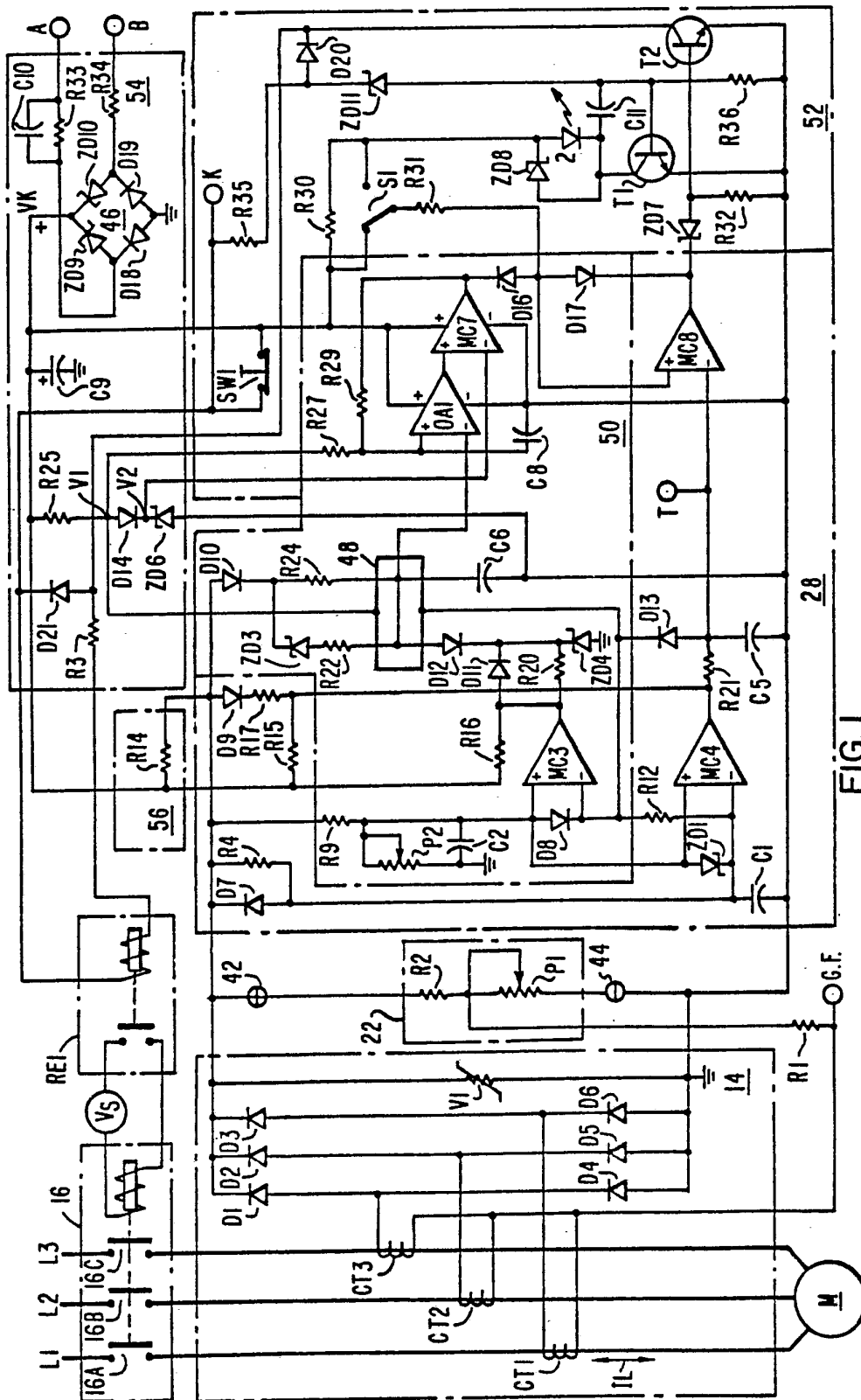
Wenn der Ausgangsanschluss des Vergleichsschaltkreises MC7 die Überlaststromauslösung oder des Vergleichsschaltkreises MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter ein negatives Potential annehmen, wird die Basisansteuerung des Relais-Steuertransistors T2 zur Masse kurzgeschlossen. Die Verwendung der Diode D16 stellt sicher, dass die zur Zustandsänderung des Operationsverstärkers OA1 und damit zur Änderung des Zustands der Vergleichsschaltung MC7 für die Überlaststromauslösung erforderliche Spannung unbeeinflusst bleibt von einer Zustandsänderung im Ausgangsschaltkreis 52. Dadurch wird Vergleichsschaltung MC7 oder MC8, die das Auslösen verursacht hat, die Dauer der Zeitverzögerung vor dem Zurücksetzen zu steuern. Schalter S1 für automatischen bzw. manuellen Betrieb kann entweder ein einpoliger Kippschalter sein, oder ein Punkt für die interne Leiterverbindung in der Darstellung von Fig. 1; im bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden interne Leiterverbindungen gewählt. Beim manuellen Betrieb kann die Zeit vor dem Zurücksetzen nach der der Aktivierung des Relais RE1 entweder sofort sein für Auslösebedingungen, die durch den Vergleichsschaltkreis MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter eingeleitet wurden, oder länger wie beispielsweise 1,25 Minuten für Auslösevorgänge, die von der Vergleichsschaltung MC7 für Überlaststromauslösungen eingeleitet wurden. Der Zweck der Verzögerung vor dem Zurücksetzen bei einer Auslösung infolge Überlaststrom besteht darin, eine Abkühlung der Last M zu ermöglichen, nachdem eine Überhitzung aufgetreten ist. Während des Betriebs von Relais RE1 verhindert die Diode D21 Halbleiterschäden in den zugehörigen Komponenten. Während der Zeit, in der der Relais-Steuertransistor T2 ausgeschaltet ist, wird der Basisstrom für den Verriegelungssteuertransistor T1 über Widerstand R35 geliefert, mit dem Transistor T1 und dem LED Indikator LED2 ermöglicht wird, leitend zu werden. Die Zener-Diode ZD8 stellt einen zweiten Leitungspfad zur Verfügung für

den Fall, dass Indikator LED2 ausfällt. Beim manuellen Betrieb erhält sich dieser Vorgang selbst aufrecht, so dass der Basisstrom für den Relais-Steuertransistor T2 durch den Spannungsabfall am Verbindungspunkt des Strombegrenzungswiderstands R30 und der Anode von LED2 geliefert wird. Die Zener-Diode ZD7 und der Basis-Widerstand R32 von T2 stellen sicher, dass der Auslösezustand so lange aufrecht erhalten wird, bis die Spannungsversorgung für den Ausgangsschaltkreis 52 mit Hilfe des Tastschalters SW1 unterbrochen wird. Wenn vor der Betätigung des Schalters SW1 sowohl der Vergleichsschaltkreis MC7 für die Überlaststromauslösung und MC8 für den zusätzlichen Auslöseschalter nicht die Auslösebedingung aufweisen, so wird beim Wiederanlegen der Spannung der Basisstrom für Transistor T2 wieder hergestellt und damit das Ausgangsrelais RE1 aktiviert, um seine Kontakte zu schliessen. Wenn sich eine der Vergleichsschaltungen MC7 oder MC8 im Auslösezustand befindet, wenn der Schalter SW1 gedrückt wird, erfolgt erneut eine Überbrückung des Basisstroms für Transistor T2 zur Masse, so dass das Ausgangsrelais RE1 deaktiviert bleibt und Transistor T1 sowie LED2 angesetzt bleiben. Die Zener-Diode ZD11 sperrt den LED-Indikator LED2 und den Verriegelungssteuertransistor T1, wenn die Versorgungsspannung V_K weniger als ungefähr 75% der Durchbruchspannung der Zener-Diode ZD9 oder ZD10 beträgt. Damit wird sichergestellt, dass beim Anlegen der Spannung die Einheit nicht in einen Auslösezustand gerät, wenn die notwendigen Verzögerungszeiten beim Zurücksetzen noch nicht abgelaufen sind. Der Kondensator C11 verringert die Anfälligkeit der Einheit gegenüber dem Rauschen.

Im automatischen Betrieb des Schalters (oder der Überbrückung) S1 wird der Basisstrom für den Relais-Steuertransistor T2 von der Spannung V_K des Netzgeräts geliefert. Wenn der Zustand einer der Auslösevergleichsschaltungen MC7 oder MC8 in den normalen ausgeschalteten Zustand zurückkehrt, wird der Basisstrom für den Transistor T2 ohne äussere Betätigung wieder hergestellt, auf diese Weise das Steuerrelais RE1 aktiviert und seine im Normalfall offenen Kontakte geschlossen und Transistor T1 und LED Indikator LED2 abgeschaltet.

Es versteht sich von selbst, dass die vorliegende Erfindung auch andere Lasten als Motoren steuern kann, wie beispielsweise Transformatoren oder Netzgeräte. Zusätzlich ist darauf hinzuweisen, dass ein Unterbrecher anstelle eines Schaltschützes verwendet werden kann, oder dass der Ausgang ein hörbares oder sichtbares Alarmsignal anstelle oder zusätzlich zum Schaltschütz betätigen kann. Die in den integrierten Schaltungen enthaltenen Vergleichsschaltkreise können in verschiedenen Kombinationen auf integrierte Schaltkreise verteilt werden, oder in einen grösseren integrierten Schaltkreis vereinigt oder als diskrete Elemente ausgebildet werden. Die Zeitdauer, in der eine Fehlerbedingung vor der Einleitung eines Auslösevorganges aufrecht erhalten wird, kann verlängert oder verkürzt werden. Andere als die hier ausdrücklich erwähnten Module können in die hier beschriebene Einrichtung eingesetzt werden, so z.B. lange Beschleunigungsmodule oder Module für Phaseneingleichgewicht, die die Anordnung von Steckstiften nach der vorliegenden Erfindung verwenden können.

Zusätzlich zu den oben erwähnten Vorteilen stellt die hier beschriebene Erfindung eine Überlastschutzeinrichtung zur Verfügung, die kompakt ist, modular wachsen kann und einen umfassenden und effektiven Überlastschutz liefert. Ausserdem wird der Überlastschutz sehr eng mit der Feststellung der Fehlerbedingungen verknüpft.



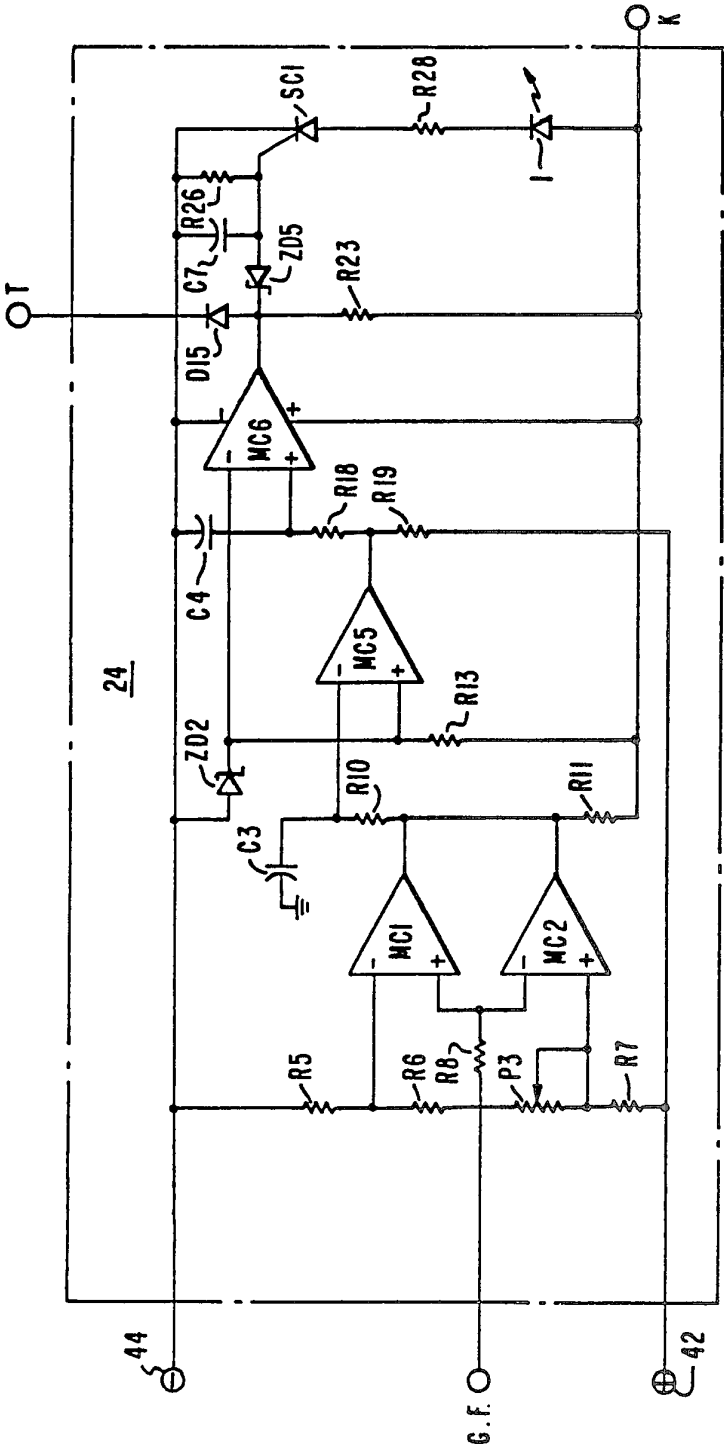
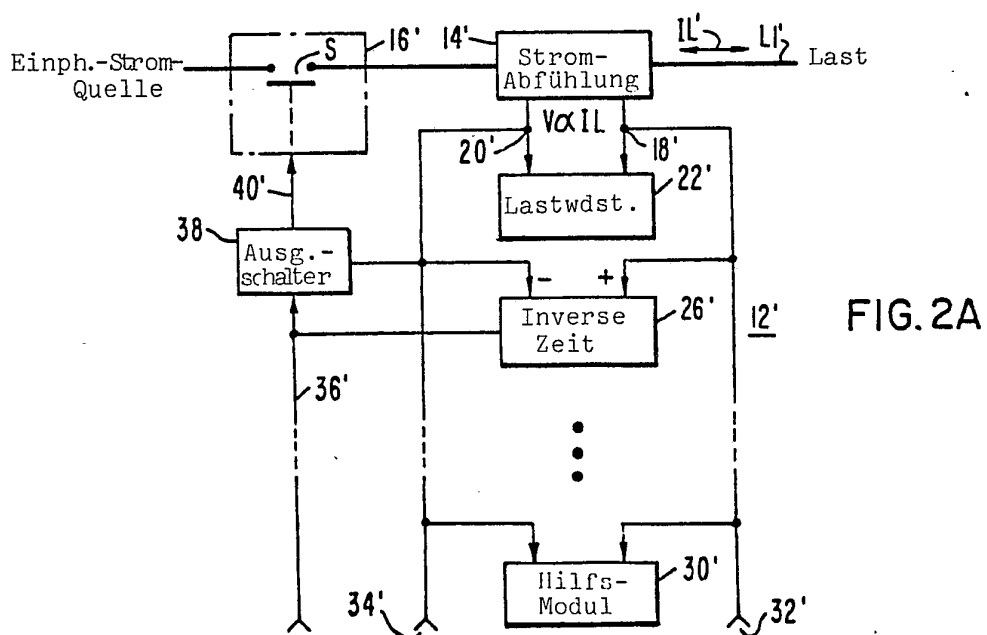
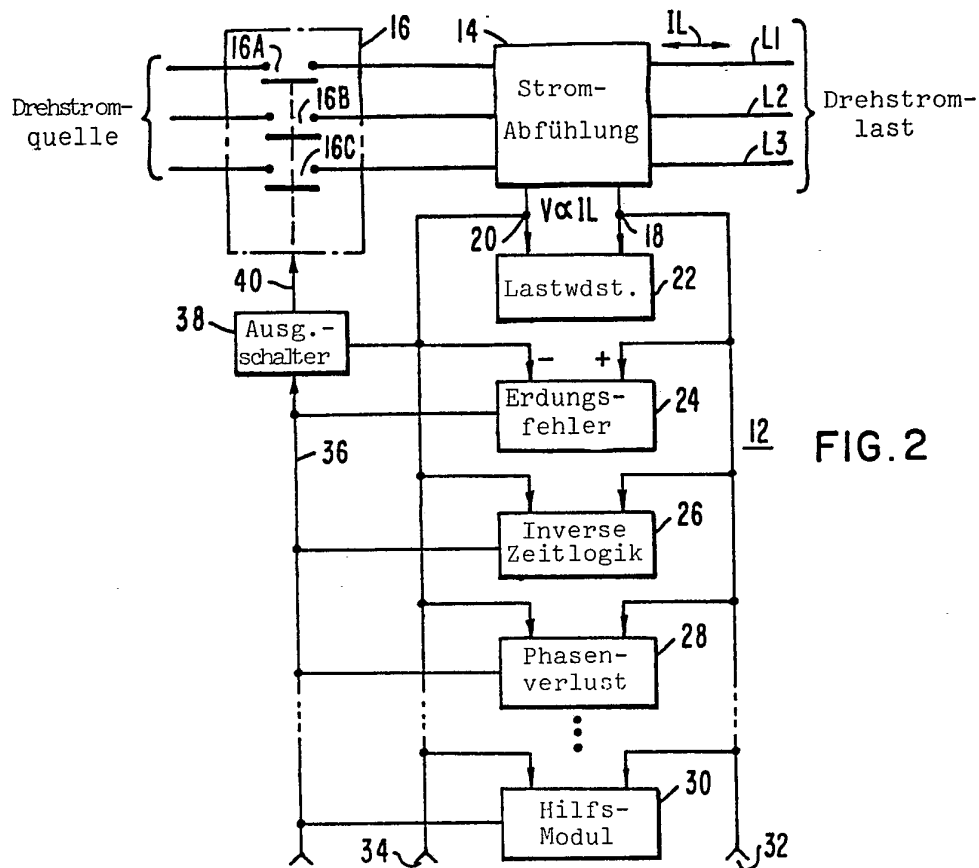


FIG. 1A



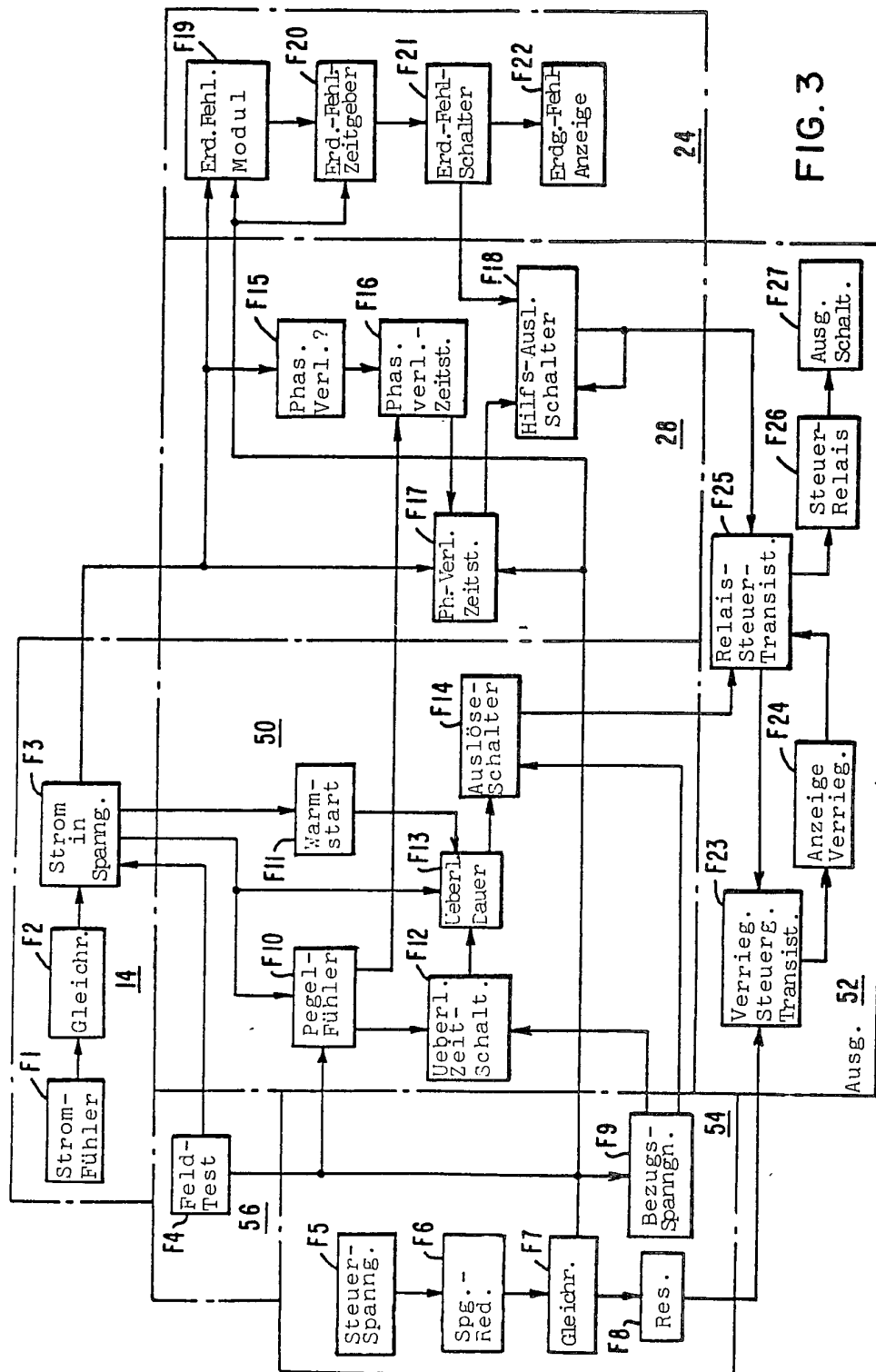
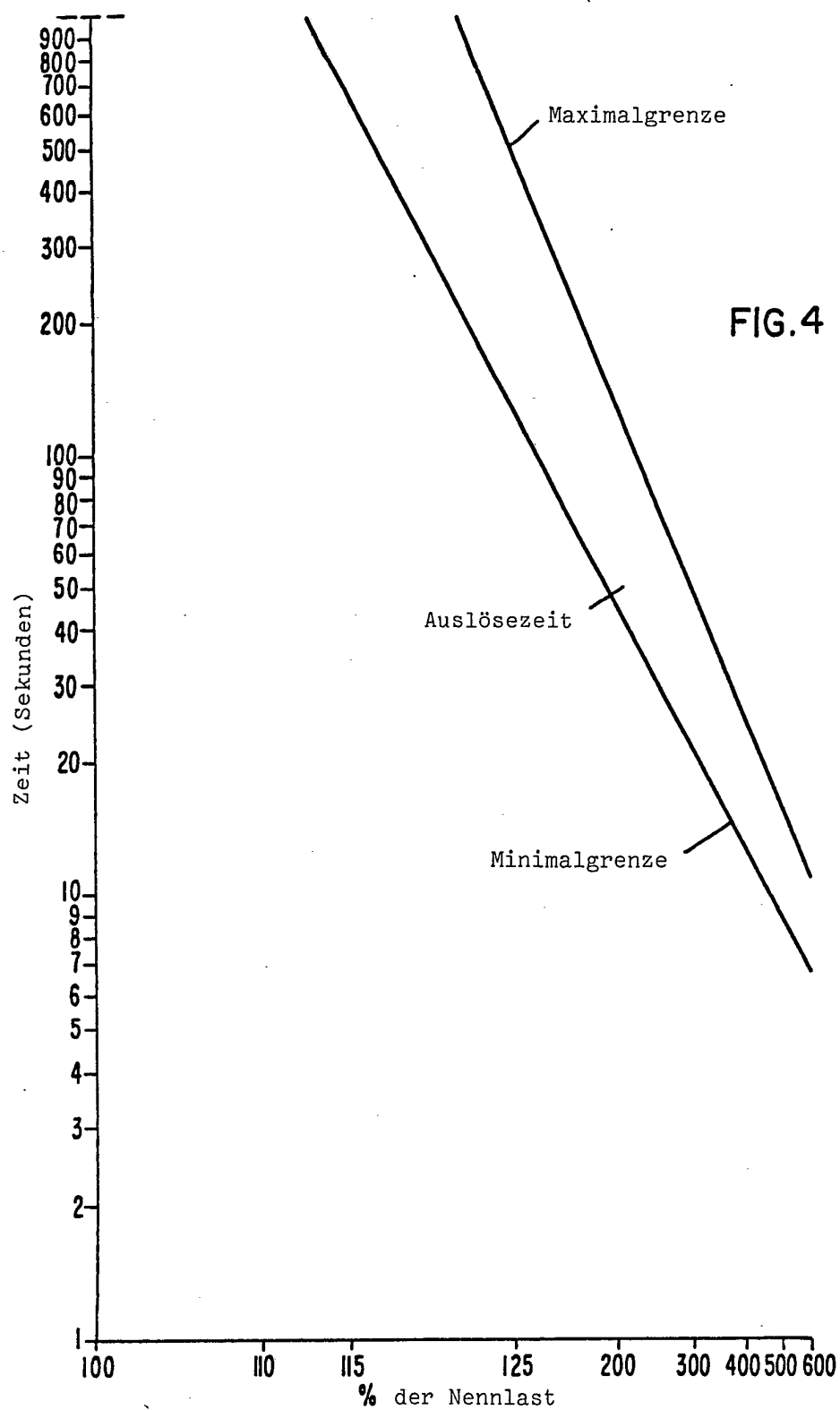


FIG. 3



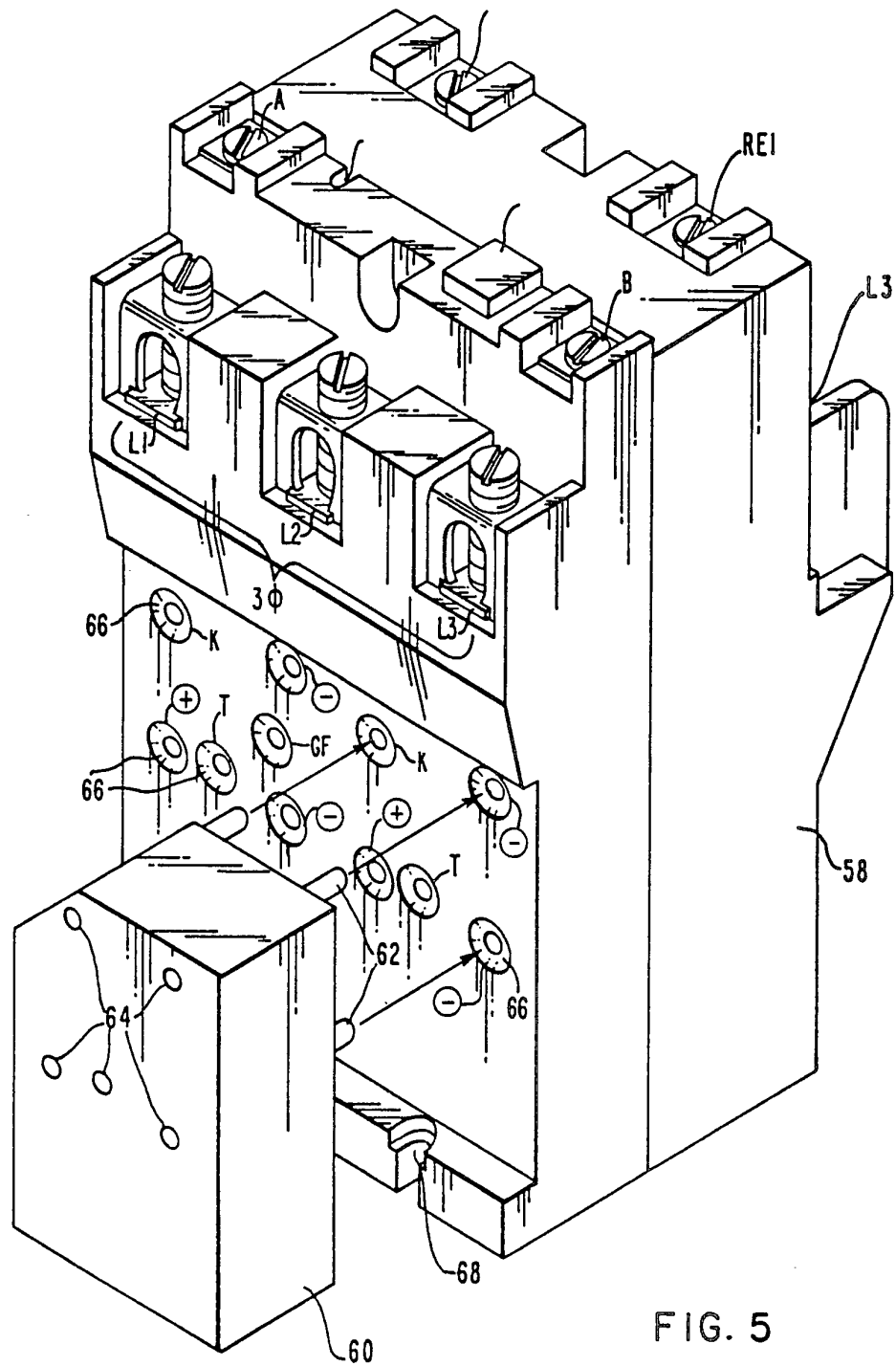


FIG. 5