



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 33 828 T2 2005.10.27**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 850 504 B1**

(51) Int Cl.⁷: **H02H 9/02**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 33 828.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/14550**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 930 814.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/010636**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.09.1996**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **20.03.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.07.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **10.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.10.2005**

(30) Unionspriorität:

3733 **14.09.1995** **US**

564465 **29.11.1995** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, IE, IT, LI, NL, SE

(73) Patentinhaber:

Tyco Electronics Corp., Middletown, Pa., US

(72) Erfinder:

DUFFY, Hugh, Cupertino, US; CHIANG, Justin, Newark, US; MIDGLEY, John, San Carlos, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **ÜBERSTROMSCHUTZSCHALTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft den Überstromschutz für elektrische Schaltungen. Mechanische Schalter werden in einer weit verbreiteten Weise verwendet, um den Fluss des Stroms in elektrischen Schaltungen zu steuern. Der Ausdruck „mechanischer Schalter“ wird hier verwendet, um einen elektrischen Schalter zu bezeichnen, der mechanische Kontakte umfasst, die sich im Ansprechen auf eine mechanische (einschließlich einer manuellen), elektrischen, thermischen oder anderer Form von Aktivierung öffnen oder schließen. Derartige Einrichtungen umfassen einfache manuelle Schalter, Schaltungsunterbrecher, Massefehler-Unterbrechungen (Ground Fault Interrupts; GFIs), Relais und Bimetall-Einrichtungen (die auch als elektrothermische Relais, thermisch aktivierte Schalter und elektrothermische Einrichtungen bezeichnet werden). GFIs vergleichen den Strom, der an zwei unterschiedlichen Stellen in einer Schaltung fließt, und unterbrechen die Schaltung, wenn sich die Ströme um mehr als einen vorgegebenen Betrag unterscheiden, z. B. als Folge eines Massefehlers zwischen den Stellen. Sie schützen jedoch nicht gegen Fehler, die nicht zu einem derartigen Stromungleichgewicht führen, z. B. einem Überstrom, der sich aus einem Kurzschluss innerhalb der Last ergibt, der nicht nach Masse geht.

[0002] Wenn ein mechanischer Schalter betätigt wird, um einen Stromfluss durch ihn zu unterbrechen, tritt fast immer zwischen den Kontakten, wenn sie sich trennen, eine Bogen- bzw. Funkenbildung auf, und zwar sogar bei normalen Betriebsbedingungen, und Strom (in der Form eines Bogens) fließt weiter durch den Schalter, bis der Bogen ausgelöscht wird. Der Bogen wird die Kontakte zu einem Ausmaß beschädigen, das von dem Strom, der Spannung, ob der Strom Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC) ist, der Geschwindigkeit, mit der die Kontakte betrieben werden, und dem Material, aus dem die Kontakte gemacht sind, abhängt. Ein mechanischer Schalter wird gewöhnlicherweise in Übereinstimmung mit dem maximalen Strom bewertet, den er sicher bei einer angegebenen AC oder DC Spannung und für eine angegebene Anzahl von Betriebsvorgängen sicher unterbrechen kann.

[0003] Eine Bogenbildung über Kontakten, die sich bei Hochstrombedingungen öffnen, kann bewirken, dass derartige Kontakte verbrannt werden, und kann zu einem katastrophalen Ausfall der mechanischen Einrichtung führen. Angesichts derartiger Beschränkungen sind Anstrengungen durchgeführt worden, um Schaltungskonfigurationen zu erdenken, die den Stromfluss durch die mechanischen Kontakte beschränken oder die Spannung über den mechanischen Kontakten beschränken oder sowohl den Strom als auch die Spannung beschränken, wenn sich die mechanischen Kontakte öffnen, um die

Schaltungsschutzschalter zu schützen und dadurch die elektrischen Schaltungen zu schützen.

[0004] PTC Schaltungsschutzeinrichtungen sind altbekannt. Die Einrichtung wird in Reihe zu einer Last platziert und ist bei normalen Betriebsbedingungen in einem Zustand niedriger Temperatur und niedrigem Widerstand. Wenn jedoch der Strom durch die PTC Einrichtung übermäßig ansteigt und/oder die Umgebungstemperatur um die PTC Einrichtung herum übermäßig ansteigt und/oder der normale Betriebsstrom für länger als die normale Betriebszeit aufrecht erhalten wird, dann wird die PTC Einrichtung „ausgelöst“ werden, d. h. auf einen Zustand mit hoher Temperatur und hohem Widerstand umgewandelt, sodass der Strom wesentlich verringert wird. Im Allgemeinen wird die PTC Einrichtung in einem ausgelösten Zustand bleiben, sogar wenn der Strom und/oder die Temperatur auf ihren normalen Pegel zurückkehren, bis die PTC Einrichtung von der Energiequelle getrennt worden ist und es ihr ermöglicht wird, abzukühlen. Besonders nützliche PTC Einrichtungen enthalten ein PTC Element, das auf einem PTC leitenden Polymer gebildet ist, d. h. einer Zusammensetzung, die (1) einen organischen Polymer, und (2) dispergiert, oder ansonsten verteilt, in dem Polymer, einen leitenden Partikelfüllstoff vorzugsweise Ruß, umfasst. PTC leitende Polymere und Einrichtungen, die sie enthalten, werden zum Beispiel in dem U.S. Patent mit den Nummern 4237441, 4238812, 4315273, 4317027, 4426633, 4545926, 4689475, 4724417, 4774024, 4780598, 4800253, 4845838, 4857880, 4859836, 4907340, 4924074, 4935156, 4967176, 5049850, 5089801 und 5378407 beschrieben.

[0005] In einer Charge von PTC Einrichtungen, die durch den gleichen Herstellungsprozess hergestellt werden, können nicht kontrollierbare Veränderungen in dem Prozess eine wesentliche Veränderung in den Bedingungen verursachen, die irgendeine einzelne Einrichtung auslösen werden. Der größte Beharrungszustands-Strom, der nicht bewirken wird, dass irgendeine der Einrichtungen in der Charge ausgelöst wird, wird hier als der „Durchlass-Strom“ (I_{PASS}) oder „Haltestrom“ bezeichnet, und der kleinste Beharrungszustands-Strom, der bewirken wird, dass alle Einrichtungen ausgelöst werden, wird als der „Auslösestrom“ (I_{TRIP}) bezeichnet. Im Allgemeinen nimmt die Differenz zwischen I_{PASS} und I_{TRIP} langsam ab, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt. In Abhängigkeit von dem bestimmten Typ von Einrichtungen, kann I_{TRIP} zum Beispiel 1,5 bis 2,5 mal I_{PASS} bei 20°C sein. Für eine einzelne Einrichtung sind der Durchlassstrom und der Auslösestrom die gleichen. Jedoch wird in dieser Spezifikation bezug genommen auf eine PTC Einrichtung mit einem I_{PASS} und einem unterschiedlichen I_{TRIP} , weil als praktische Maßnahme der Hersteller eines elektrischen Schalters PTC Einrichtungen verwenden muss, die aus einer Char-

ge von derartigen Einrichtungen genommen werden. Im Allgemeinen gilt: Je höher die Umgebungstemperatur ist, desto niedriger ist der Durchlassstrom und der Auslösestrom. Dieses Phänomen wird als ein „thermisches Entwerten“ bezeichnet und der Ausdruck „Entwertekurve“ wird verwendet, um einen Graph der Temperatur über dem Durchlassstrom zu bezeichnen.

[0006] Es ist hier entdeckt worden, in Übereinstimmung mit dieser Erfindung, dass sehr nützliche elektrische Schutzsysteme dadurch hergestellt werden können, dass ein PTC Element in Reihe zu einem mechanischen Schalter oder einem anderen Schaltungsunterbrechungselement geschaltet wird, und indem ein Überbrückungselement parallel zu dem PTC Element und dem Schaltungsunterbrechungselement geschaltet wird. Wenn ein Überstrom durch ein derartiges System geht, dann steigt das PTC Element im Widerstand an, und in Folge dessen geht ein erhöhter Strom durch das Umgehungselement (Bypasselement). Das Umgehungselement (Überbrückungselement) ist funktional mit dem Schaltungsunterbrechungselement verknüpft, sodass der erhöhte Strom durch das Umgehungselement das Schaltungsunterbrechungselement in seinen Fehlerzustand umwandelt.

[0007] Somit stellt die Erfindung ein elektrisches Schutzsystem bereit, welches in Reihe zwischen einer elektrischen Energieversorgung und einer elektrischen Last geschaltet werden kann, um eine Betriebsschaltung zu bilden, und die dann, wenn sie so verschaltet ist, die Schaltung vor Überströmen schützt, wobei das System umfasst:

- a. Ein Steuerelement, das
 - (1) einen relativ geringen Widerstand R_{LOW} aufweist, wenn ein relativ geringer Strom I_{NORMAL} durch ihn fließt; und
 - (2) auf einen relativ hohen Widerstand R_{FAULT} umgewandelt wird, wenn der Strom durch ihn I_{NORMAL} auf einen relativ hohen Strom I_{FAULT} ansteigt;
- b. ein Schaltungsunterbrechungselement, umfassend einen Schaltungsschalter und das
 - (1) zu dem Steuerelement in Reihe geschaltet ist,
 - (2) einen normalen Zustand aufweist, wenn der Strom I_{NORMAL} durch das Steuerelement fließt, wobei der normale Zustand dem Strom I_{NORMAL} erlaubt, durch das System zu fließen, und
 - (3) einen Fehlerzustand aufweist, der den Fluss von maximal einem verringerten Strom, wesentlich kleiner als I_{NORMAL} erlaubt; und
- c. ein Überbrückungselement, das umfasst:
 - a. einen Überbrückungs-PTC-Widerstand, der
 - (1) zu einer Relaispule und einem Überbrückungswiderstand in Reihe geschaltet ist und
 - (2) einen Auslösestrom aufweist, der kleiner als der Strom ist, der, wenn er durch die Relaispule fließt, den Schaltungsschalter veranlassen wird, sich von seinem normalen Zustand auf seinen

- Fehlerzustand zu ändern; und
- b. einen Überbrückungsschalter, der
 - (1) in Reihe zu der Relaispule und parallel zu dem Überbrückungswiderstand geschaltet ist, und
 - (2) geschlossen wird, wenn der Schaltungsschalter geöffnet wird und offen ist, wenn der Schaltungsschalter offen ist;
 wobei das Überbrückungselement
 - (1) parallel zu der Reihenkombination des Steuerelements und des Schaltungsunterbrechungselements ist, und
 - (2) funktional mit dem Schaltungsunterbrechungselement so verbunden ist, dass ein Anstieg im Strom, der durch das Überbrückungselement fließt, das Schaltungsunterbrechungselement in den Fehlerzustand umwandeln kann; wobei, wenn der Strom durch das System von I_{NORMAL} auf I_{FAULT} ansteigt,
 - (i) der Widerstand des Steuerelements von R_{LOW} auf R_{FAULT} ansteigt,
 - (ii) ein erhöhter Strom durch das Überbrückungselement fließt, und
 - (iii) das Schaltungsunterbrechungselement in den Fehlerzustand umgewandelt wird.

[0008] Das Steuerelement kann eine PTC Einrichtung und eine Spannungsklemmeinrichtung, die parallel zu der PTC Einrichtung geschaltet ist, umfassen.

[0009] Die PTC Einrichtung begrenzt die Größe des Fehlerstroms, der an die Schaltung geht. Eine Begrenzung des Stroms in dieser Weise ist ein sehr wünschenswertes Merkmal und wird in der Industrie als „Fehlerstrombegrenzung“ bezeichnet. Das Fehlerstrombegrenzungs-Verhalten von PTC Einrichtungen ist bislang nicht berichtet worden.

[0010] Zusätzlich zu Anwendungen für einen Überstromschutz erlaubt die Erfindung ferner die Verwendung von mechanischen Schaltern und PTC Einrichtungen, um Spannungen und Ströme bei normalen Schaltungsbetrieben zu schalten, wobei die Spannungs- und/oder Strom-Nennwerte der mechanischen Schalter und PTC Einrichtungen viel kleiner als die normalen Betriebsspannungen und Ströme der Schaltungen sind. Dieses Merkmal erlaubt die Verwendung von kleineren und kostengünstigeren mechanischen Schaltern und PTC Einrichtungen für einen normalen Betrieb, als ansonsten in derartigen Schaltungen erforderlich sein würden.

[0011] Funktionen, die zum Bereitstellen eines Überstromschutzes an einer elektrischen Schaltung ausgeführt werden, umfassen: 1) Erfassen des Stroms; 2) Unterbrechen der Schaltung; 3) Begrenzen der Energie, die an die Schaltung transferiert wird; und 4) Isolieren der Schaltung von der Energiequelle. In den Schaltungsanordnungen dieser Erfindung werden mechanische Schalter und polymerische

PTC Einrichtungen so kombiniert, dass jede Komponente die Funktion oder Funktionen ausführt, die sie relativ gut tut. Polymerische PTC Einrichtungen erfassen den Überstrom und begrenzen die Energie, die an die geschützte Schaltung transferiert wird. Polymerische PTC Einrichtungen und mechanische Schalter arbeiten beide zum Unterbrechen der Schaltung und, wo anwendbar, stellen mechanische Schalter eine Schaltungsisolierung in Übereinstimmung mit Industriestandards bereit.

[0012] Die [Fig. 1a](#), [Fig. 1b](#) und [Fig. 1c](#) zeigen Reihen-, Parallel- und Reihen/Parallelkombination von PTC Einrichtungen und mechanischen Schaltern, die in den Überstrom-Schutzschaltungen dieser Erfindung verwendet werden. Wie nachstehend gezeigt werden wird, werden andere Komponenten mit den PTC Einrichtungen und Schaltern in Schaltungsanordnungen dieser Erfindung kombiniert, um eine Funktionalität zu unterstützen. Wie hier verwendet bezieht sich der Ausdruck „maximaler Überstrom“ auf einen maximalen Strom, der sich in einer Schaltung aus einer Überlast- oder Fehlerbedingung ergeben würde, wenn die Schaltungsschutzeinrichtungen in der Schaltung zum Begrenzen des Stroms nicht vorhanden wären. In Übereinstimmung mit den Prinzipien dieser Erfindung erlauben die Anordnungen der Komponenten in den Überstromschutzschaltungen die Auswahl von PTC Einrichtungen und Schaltern mit den folgenden Eigenschaften:

(1) In der in [Fig. 1a](#) gezeigten Anordnung ist eine PTC Einrichtung **2** in Reihe zu einem mechanischen Schalter **4**, wobei beide einen Durchlassstrom von wenigstens so hoch wie der normale Schaltungsstrom aufweisen. Die PTC Einrichtung **2** weist eine Spannungsbewertung auf, die signifikant unter der normalen Spannung der Schaltung liegt. Der Schalter **4** kann einen niedrigen Strom bei der normalen Schaltungsspannung unterbrechen, kann aber den maximalen Überstrom bei der normalen Spannung nicht unterbrechen. Wenn ein Überstrom auftritt erhöht sich die PTC Einrichtung **2** im Widerstand und verringert den Strom bis auf einen Punkt, wo der Strom unter dem Unterbrechungsstrom des Schalters **4** ist. Der Schalter **4** öffnet sich, um den Strom zu unterbrechen, und stützt die PTC Einrichtung **2** vor einer übermäßigen Spannung.

(2) Bei der in [Fig. 1b](#) gezeigten Anordnung ist eine PTC Einrichtung **2** parallel zu einem Schalter **6**, wobei beide eine Spannungsbewertung von wenigstens so hoch wie die Schaltungsspannung aufweisen. Die PTC Einrichtung **2** weist eine Durchlassstrombewertung signifikant unter dem normalen Schaltungsstrom bei der normalen Spannung auf. Der Schalter **6** kann den maximalen Überstrom bei einer niedrigen Spannung unterbrechen, kann aber den maximalen Überstrom bei einer normalen Spannung nicht unterbrechen. Wenn ein Überstrom auftritt unterbricht der Schal-

ter **6** den Strom auf der niedrigen Spannung durch Bereitstellen eines Nebenschlusses für den Strom in die PTC Einrichtung **2** hinein. Die PTC Einrichtung **2** erhöht sich im Widerstand und verringert den Strom auf einen niedrigen Wert.

(3) In der in [Fig. 1c](#) gezeigten Anordnung sind eine Parallelkombination einer PTC Einrichtung **2** und eines ersten Schalters **6**, wie in (2) oben beschrieben, in Reihe zu einem zweiten Schalter **4**. In diesem Fall weist die Parallelkombination der PTC Einrichtung **2** und des ersten Schalters **6** eine Spannungsbewertung (nominelle Spannung) signifikant unter der normalen Spannung der Schaltung auf. Der zweite Schalter **4** kann einen niedrigen Strom bei der normalen Spannung unterbrechen, kann aber den maximalen Überstrom bei einer normalen Spannung nicht unterbrechen. Wenn ein Überstrom auftritt, öffnet der erste Schalter **6** den Nebenschluss des Stroms zu der parallelen PTC Einrichtung **2**. Die PTC Einrichtung **2** erhöht sich im Widerstand, wodurch der Strom verringert wird und dem zweiten Schalter **4** erlaubt wird, sich zu öffnen. Bei dieser Anordnung schaltet die PTC Einrichtung auf ihren Zustand mit hohem Widerstand ausreichend schnell zum Verringern des Stroms, um den Reihenschalter davor zu schützen, dass er beschädigt wird. Während das Verzögern der Öffnung des zweiten Schalters **4** in einigen Umständen nützlich sein kann, ist diese Anordnung auch effektiv, wenn sich beide Schalter **4** **6** im Wesentlichen gleichzeitig öffnen.

[0013] In der Reihenkombination, die in [Fig. 1a](#) gezeigt ist, wird der Reihenschalter **4** der PTC Einrichtung **2** in der Schaltung folgend, gezeigt. In der Reihen/Parallelkombination, die in [Fig. 1c](#) gezeigt ist, ist der erste Reihenschalter **4** nach der Parallelkombination der PTC Einrichtung **2** und dem parallelen zweiten Schalter **6** in der Schaltung gezeigt. Obwohl die elektrischen Eigenschaften der Überstromschutzschaltungen nicht von einer derartigen Reihenfolge abhängen, können andere Erwägungen die Platzierung von Reihenschaltern diktieren. Zum Beispiel hat die in [Fig. 1c](#) gezeigte Reihenfolge den zusätzlichen Vorteil, dass für den Fall eines Überstroms, der erste Reihenschalter **4** dazu dienen könnte zusätzliche Komponenten in der Überstromschutzschaltung, zusätzlich zur Isolation der Last, von der Energiequelle zu isolieren. Dies ist besonders erforderlich, wenn diese Komponenten für Menschen zugänglich sind und dazu neigen von Menschen berührt zu werden.

[0014] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm, welches Betriebselemente einer Überstromschutzschaltung **120** darstellt, die die Funktionen zum Erfassen des Stroms, zum Unterbrechen des Stroms, zum Begrenzen der Energie, die an die Schaltung transferiert wird, und in einigen Anordnungen zum Isolieren der Schaltung von der Energiequelle ausführen. Das Blockdiagramm entspricht der Reihenanzordnung ei-

ner PTC Einrichtung **2** und einem Schalter **4**, gezeigt in [Fig. 1a](#), wobei das Steuerelement **104** die PTC Einrichtung **2** umfasst, das Unterbrechungselement **108** den Reihenschalter **6** umfasst, und das Überbrückungselement **106** die zusätzlichen Schaltungskomponenten umfasst.

[0015] Wie aus der voranstehenden Diskussion ersichtlich, obwohl die in den Schaltungsanordnungen dieser Erfindung verwendeten PTC Einrichtungen normalerweise die Funktionen zum Erfassen des Stroms und zum Begrenzen des Fehlerstroms bereitstellen, können die PTC Einrichtungen, in Abhängigkeit von der besonderen Anordnung der Komponenten in den verschiedenen Ausführungsformen der mehreren Aspekte dieser Erfindung, diese Funktionen als Glieder von verschiedenen Betriebselementen, z. B. dem Steuerelement **104** und dem Überbrückungselement **106**, ausführen.

[0016] Die drei Funktionen zum Erfassen des Stroms, zum Unterbrechen des Stroms, und zum Begrenzen der Energie, die an die Schaltung transferiert wird, werden durch Komponenten ausgeführt, die so angesehen werden können dass sie in drei Betriebselemente gruppiert sind, einem Steuerelement **104**, einem Überbrückungselement **106** und einem Unterbrechungselement **108**. Die Elemente der Quelle **102** und der Last **112** sind zwei Betriebselemente, die man normalerweise in sämtlichen elektrischen Schaltungen findet.

[0017] Die Quelle **102** stellt die elektrische Leistung an der Schaltung bereit, und die Last **112** führt den beabsichtigten Zweck der Schaltung aus. Die Elemente der Steuerung **104**, der Überbrückung **106** und der Unterbrechung **108** arbeiten zusammen, um den Überstromschutz bereitzustellen. Das Steuerelement **104** führt die zwei Funktionen zum Erfassen des Stroms und zum Begrenzen der Energie, die an die Schaltung für den Fall eines Überstroms transferiert wird, aus. Das Unterbrechungselement **108** führt die Funktion zum Unterbrechen des Schaltungsstroms aus. Das Überbrückungselement **106** wird verwendet, um einen gewissen Teil des Laststroms oder den gesamten Laststrom umzuleiten, um den Strom in dem Unterbrechungselement **108** oder die Spannung über dem Unterbrechungselement **108** oder sowohl den Strom als auch die Spannung zu minimieren, sodass das Unterbrechungselement **108** den Schaltungsstrom sicher unterbrechen kann.

[0018] Das Steuerelement **104** erfasst den Strom und bestimmt, ob der an die Last **112** gelieferte Strom innerhalb eines normalen akzeptablen Bereichs ist. Wenn das Steuerelement **104** bestimmt, dass der an die Last **112** gelieferte Strom übermäßig ist, arbeitet das Steuerelement **104** mit dem Überbrückungselement **106**, um Strom an das Überbrückungselement **106** umzuleiten. Wenn der an das Überbrückungse-

lement **106** umgeleitete Strom eine eingerichtete Schwelle erreicht, dann kommuniziert das Überbrückungselement **106** mit dem Unterbrechungselement **108**, wobei das Unterbrechungselement **108** veranlasst wird den Fluss von Strom, der an die Last **112** geliefert wird, zu verringern oder zu stoppen. Das Steuerelement **104** begrenzt die an die Schaltung in einer Überstrombedingung transferierte Energie durch schnelles Arbeiten, um einen Überstrom zu erfassen und Strom an das Überbrückungselement **106** umzuleiten, wodurch dem Unterbrechungselement **108** erlaubt wird den Strom, der an die Last **112** geliefert wird, sicher zu unterbrechen.

[0019] Eine Ausführungsform einer Überstromschutzschaltung, die eine bestimmte Anordnung einer PTC Einrichtung, eines Vollwellen-Brückengleichrichters, eines Relais und von Widerständen in einer AC Anwendung in Übereinstimmung mit den Prinzipien dieser Erfindung verwendet, ist in [Fig. 3a](#) gezeigt. Die Überstromschutzschaltung **10** stellt einen Schutz für den Fall einer Überstrombedingung bereit. In dieser ersten Ausführungsform ist eine PTC Einrichtung **12** zu der Last **24** in Reihe geschaltet. Die AC Energiequelle **28** liefert Energie bei einer Betriebsspannung an die Last **24**. Wenn die Energiequelle **28** auf der Betriebsspannung ist, der an die PTC Einrichtung **12** und die Last **24** geführte Strom unterhalb des Auslösestroms der PTC Einrichtung ist, ist der Widerstand der PTC Einrichtung **12** sehr gering und der sich ergebende Spannungsabfall über der PTC Einrichtung **12** ist sehr gering. Das Relais **14** ist abgeschaltet und der erste Kontakt **16** und der zweite Kontakt **18** des Relais sind beide in der geschlossenen Position. Wenn die Energiequelle **28** auf der Betriebsspannung ist und der Widerstand der PTC Einrichtung **12** sehr gering ist, ist die Spannung, die der Brückengleichrichterschaltung **26** eingegeben wird, gleich zu der Spannung über der PTC Einrichtung **12** und ist vernachlässigbar. Die sich ergebende Ausgangsspannung von der Brückengleichrichterschaltung **26** ist deshalb unterhalb der Spannung, die zum Erregen des Relais **14** notwendig ist.

[0020] Für den Fall eines Fehlers, der den Strom in der PTC Einrichtung **12** veranlasst über die Strombewertung der PTC Einrichtung **12** anzusteigen, steigt der Widerstand der PTC Einrichtung **12** stark an. Der Spannungsabfall über der PTC Einrichtung **12** ist dann ausreichend, um die von der Brückengleichrichterschaltung **26** ausgegebene Spannung zu veranlassen das Relais **14** zu erregen.

[0021] Wenn das Relais **14** erregt wird, öffnen sich der erste Kontakt **16** und der zweite Kontakt **18**, wodurch der Überbrückungswiderstand **22** in Reihe zu der Last **24** gebracht wird und dadurch der Strom in der Last **24** auf einen sicheren Wert begrenzt wird. Wenn die Spannung der Energiequelle **28** auf der Betriebsspannung ist, würde das Relais **14** durch den

Erhaltungsstrom in der Relaispule **14** und der Last **24** erregt bleiben.

[0022] Wenn das Relais **14** erregt ist, wird die PTC Einrichtung **12** von der Lastschaltung **24** getrennt. Wenn kein Strom in der PTC Einrichtung **12** fließt, dann kühlt sich die PTC Einrichtung **12** ab und der Widerstand der PTC Einrichtung **12** kehrt auf einen sehr geringen Wert zurück.

[0023] Die Überstromschutzschaltung **10** wird durch Verringern der Spannung der Energiequelle **28** zurückgesetzt, wodurch die Spannung über dem Relais **14** unter die Haltespannung des Relais **14** verkleinert wird, wodurch der erste Kontakt **16** und der zweite Kontakt **18** geschlossen werden.

[0024] [Fig. 3b](#) zeigt die Überstromschutzschaltung **10** der [Fig. 3a](#) mit gestrichelten Linien, die die Schaltungskomponenten der Überstromschutzschaltung **10** umgeben, um den fünf Elementen zu entsprechen, die in [Fig. 2b](#) gezeigt sind, d. h. den Elementen der Quelle **102**, der Steuerung **104**, der Überbrückung **106**, der Unterbrechung **108** und der Last **112**.

[0025] [Fig. 3c](#) zeigt die Schaltungsanordnung der [Fig. 3a](#), ergänzt mit einem Varistor **32**, der parallel zu der PTC Einrichtung **12** geschaltet ist. Der Varistor **32** wirkt als eine Spannungsklemmeinrichtung, um die Spannung zu begrenzen, die ansonsten über dem PTC **12** im Ansprechen auf einen anfänglichen Stellenanstieg des Widerstands der PTC Einrichtung **12** hervorgerufen (induziert) werden könnte. Dies tritt möglicherweise im Ansprechen auf einen stark ansteigenden Überstrom auf, der die PTC Einrichtung **12** veranlasst auf ihren Zustand mit hohem Widerstand schnell umzuschalten. Die induzierte Spannung über dem PTC **12** kann als Folge der Schaltungsinduktivität groß sein, wenn der Strom auf einen niedrigen Wert durch das schnelle Erhöhen des Widerstands der PTC **12** verringert wird. Andere Spannungsklemmeinrichtungen wie umgekehrt verschaltete Zener-Dioden, Anordnung von Dioden, und andere Einrichtungen können anstelle des Varistors verwendet werden.

[0026] [Fig. 3d](#) zeigt die Überstromschutzschaltungs-Anordnung der [Fig. 3a](#), vereinfacht zur Verwendung in DC Anwendungen. Die in [Fig. 3a](#) gezeigte Brückengleichrichterschaltung **26** fehlt in [Fig. 3d](#), wobei die Relaispule **14** über die PTC **12** geschaltet ist. Die Energiequelle **34** in der Schaltung der [Fig. 3d](#) ist eine DC Energiequelle. Das Verhalten der übrigen Schaltungskomponenten in der [Fig. 3d](#) ist ähnlich zu denjenigen, das für die Komponenten in der [Fig. 3a](#) beschrieben wurde.

[0027] [Fig. 3e](#) zeigt die Schaltungsanordnung der [Fig. 3d](#), ergänzt mit einem Varistor **32**, der parallel zu der PTC **12** geschaltet ist. Der Varistor **32** wirkt als

eine Spannungsklemmeinrichtung in der gleichen Weise in [Fig. 3e](#) wie der Varistor **32** in [Fig. 3c](#). Andere Spannungsklemmeinrichtungen, wie umgekehrt verschaltete Zener-Dioden, Anordnungen von Dioden, und andere Einrichtungen können anstelle des Varistors **32** verwendet werden.

[0028] Eine zweite Ausführungsform **30** ist in [Fig. 3f](#) gezeigt. In dieser Ausführungsform mit der Energiequelle **28**, die eine Betriebsspannung zuführt, wird das Relais **14** mit dem ersten Kontakt **16** geschlossen und dem zweiten Kontakt **18** geschlossen, wobei die Schaltung mit der Last **24** hergestellt wird, abgeschaltet. In dem Fall eines Überstroms steigt die Temperatur der PTC Einrichtung **12** schnell an und der Widerstand der PTC Einrichtung **12** steigt an. Die Spannung, die von der Gleichrichterbrückenschaltung **26** ausgegeben wird, erregt das Relais **14**. Der erste Kontakt **16** öffnet sich, wobei die PTC **12** von der Schaltung entfernt wird, und der zweite Kontakt **18** öffnet die Schaltung mit der Last **24** und schließt die Schaltung mit dem Abfallwiderstand **36**, sodass das Relais **14** erregt gehalten wird. Wenn der erste Kontakt **16** offen ist, gibt es keinen Strom in dem Pfad der PTC Einrichtung **12**. Die PTC Einrichtung **12** kühlt sich ab und der Widerstand der PTC Einrichtung **12** kehrt auf einen sehr geringen Wert zurück. Der zweite Kontakt **18** entfernt die Last von der Energiequelle **28** sicher.

[0029] Die Überstromschutzschaltung **30** wird durch Verringern der Versorgungsspannung an der Energiequelle **28** zurückgesetzt. Wenn die Spannung der Energiequelle **28** verringert wird, wird das Relais **14** abgeschaltet, der erste Kontakt **16** schließt die Platzierung der PTC **12** in der Schaltung, und der zweite Kontakt **18** schließt die Schaltung mit der Last **24**.

[0030] Eine dritte Ausführungsform **40** ist in [Fig. 3g](#) gezeigt. Diese dritte Ausführungsform stellt den Überstromschutz bereit, der durch die erste **10** und zweite **30** Ausführungsform, jeweils in den [Fig. 3a](#) und [Fig. 3f](#) gezeigt, bereit und wird zusätzlich automatisch die Last **24** nach einer spezifizierten Zeitverzögerung neu verbinden, wenn die Ursache der Überlast entfernt worden ist. Diese dritte Ausführungsform **40** umfasst eine Überbrückungs-PTC **38** und verwendet nur einen ersten Kontakt **16** des Relais **14**. Die Überbrückungs-PTC **38** ist konstruiert, um von ihrem niedrigen Widerstand auf ihren hohen Widerstand bei einem niedrigeren Strom als denjenigen, bei dem die PTC **12** umschaltet, umzuschalten. In dieser dritten Ausführungsform, bei der die Energiequelle **28** eine Betriebsspannung zuführt, wird das Relais **14** abgeschaltet, wobei der erste Kontakt **16** die Schaltung mit der Last **24** schließt. Für den Fall einer Überstrombedingung veranlasst der hohe Strom in der PTC **12** den Widerstand der PTC **12** anzusteigen. Die sich ergebende Spannungsausgabeerhöhung von der Gleichrichterbrückenschaltung

26 erregt das Relais **14**, wobei der erste Kontakt **16** geöffnet wird. Das Relais **14** wird in dem erregten Zustand durch den Stromfluss in der Überbrückungs-PTC **38** und der Last **24** gehalten. Nach einer Zeitverzögerung, die durch den Wert des Überbrückungswiderstands **42** bestimmt wird, der in Reihe zu der Spule des Relais **14** gebracht wird, wird der Widerstand der Überbrückungs-PTC **38** sehr hoch, wobei das Relais **14** veranlasst wird abgeschaltet zu werden, wodurch der erste Kontakt **16** geschlossen wird. Wenn die Ursache des Fehlers während der Zeitverzögerung entfernt worden ist, setzt die neu verbundene Schaltung **40** ihren normalen Betrieb fort. Wenn die Ursache des Fehlers anhält, geht die PTC **12** sofort erneut ihren Zustand mit hohem Widerstand, bevor die Überbrückungs-PTC **38** sich abgekühlt hat, wodurch verhindert wird, dass das Relais **14** erneut erregt wird. Wenn die Ursache des Fehlers noch nicht entfernt worden ist, bleiben sowohl die PTC **12** als auch die Überbrückungs-PTC **38** in einem Zustand mit hohem Widerstand, bis entweder die Versorgungsspannung der Energiequelle **28** entfernt wird oder die Last **24** entfernt wird. Wenn die Energieversorgung **28** oder die Last **24** entfernt ist, kühlen sich sowohl die PTC **12** als auch die Überbrückungs-PTC **38** ab und deren jeweilige Widerstände kehren auf niedrige Werte zurück, wodurch ein normaler Schaltungsbetrieb ermöglicht wird.

[0031] Bezugnehmend wiederum auf die [Fig. 3f](#) und [Fig. 3g](#) kann eine Spannungsklemmeinrichtung, wie ein in [Fig. 3c](#) gezeigter Varistor **32**, parallel zu der PTC **12** geschaltet werden, um Spannungen zu begrenzen, die durch den schnellen Abfall im Schaltungsstrom induziert (hervorgerufen) werden. Andere Spannungsklemmeinrichtungen, wie beispielsweise umgekehrt verschaltete Zener-Dioden, Anordnungen von Dioden oder andere Einrichtungen, können ebenfalls anstelle des Varistors **32** verwendet werden.

[0032] Obwohl in keiner der Figuren dargestellt, können AC Relais anstelle der DC Relais für AC Anwendungen verwendet werden, wobei in diesem Fall die Vollwellen-Brückengleichrichterschaltungen **26** nicht verwendet werden würden. Obwohl zur Verwendung in AC Anwendungen beschrieben, können die in den [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#), [Fig. 3c](#), [Fig. 3f](#) und [Fig. 3g](#) gezeigten Schaltungen genauso auch in DC Anwendungen verwendet werden, obwohl die Brückengleichrichterschaltungen **26** überflüssig sein würden. Ein System, das in den [Fig. 3f](#) und [Fig. 3g](#) gezeigt ist, könnte auch für DC Anwendungen modifiziert werden, indem die Brückengleichrichterschaltung **26** entfernt wird, und zwar in einer Weise ähnlich zu derjenigen, die in [Fig. 3d](#) und [Fig. 3e](#) gezeigt ist.

[0033] Die elektrischen Komponenten in jeder der Schaltungen, die in den [Fig. 3c](#) bis [Fig. 3g](#) gezeigt sind, können in einer ähnlichen Weise zu derjenigen,

die in der [Fig. 3b](#) für die Schaltung der [Fig. 3a](#) gezeigt ist, gruppiert werden, wobei die Gruppierungen der elektrischen Komponenten durch die in [Fig. 2b](#) gezeigten Betriebselemente dargestellt werden.

[0034] In den Anordnungen und Ausführungsformen von mehreren Aspekten der voranstehend beschriebenen Erfindung arbeiten die Schaltungskomponenten zusammen, um einen Überstromschutz bereitzustellen durch Erzielen der Funktionen zum Erfassen des Stroms, zum Unterbrechen des Stroms, zum Begrenzen der an die Schaltung transferierten Energie, und in einigen Anordnungen, zum Isolieren der Schaltung von der Energiequelle. Die Kombination der PTC Einrichtungen und der mechanischen Schalter kann genauso aus Schaltungsunterbrecher und Schalter im Allgemeinen, und in einer sehr viel einfacheren Weise angewendet werden. Es sei zum Beispiel die Schaltung der [Fig. 1c](#) mit Komponenten, die die voranstehend beschriebenen Spannungs- und Strombewertungen aufweisen, betrachtet. In einem herkömmlichen Schaltungsunterbrecher ist das Signal zum Öffnen normalerweise unabhängig von der Schaltung, die gerade geöffnet wird, und ist bei einer hohen Spannung gewöhnlicherweise über ein Schutzrelais, welches sich bei niedriger Spannung öffnet, von einem Potenzialtransformator (PT) oder einem Stromtransformator (CT). In einem Schaltungsunterbrecher, der die in [Fig. 1c](#) gezeigte Anordnung verwendet, werden beide mechanische Schalter **4 6** gleichzeitig geöffnet, wobei der zweite Schalter **6** die PTC Einrichtung **2** in Reihe zu dem ersten Schalter **4** schaltet.

[0035] Während des ersten Halbzyklus tritt ein Bogen bei dem ersten Schalter **4** bis zu dem Nulldurchgang des Stromzyklus auf. Während dieser Zeit nimmt die PTC Einrichtung im Widerstand zu und begrenzt den Strom auf einen Wert, den der zweite Schalter **6** unterbrechen kann. Die Vorteile dieser Kombination sind, dass die PTC Einrichtung **2** in der Schaltung für einen Halbzyklus ist, und somit nicht eine große Spannung für eine lange Zeitperiode aushalten muss; die PTC Einrichtung **2** löst die Schaltung tatsächlich nicht aus und somit ist ein Betrieb des Schaltungsunterbrechers nicht abhängig von der Temperatur der PTC Einrichtung **2**, die genau bekannt oder aufrecht erhalten wird; der Widerstand der PTC Einrichtung **2** in ihrem Zustand mit niedrigem Widerstand ist nicht kritisch, da die PTC Einrichtung **2** nicht in der Schaltung während des normalen Betriebs ist; die PTC Einrichtung **2** muss sich nur im Widerstand erhöhen, beispielsweise um 2 bis 3 Dekaden, um den Fehlerstrom um 2 bis 3 Dekaden zu beschränken; und die Fehlerstrom-Unterbrechungsanforderungen der mechanischen Kontakte **4 6** werden um 2 bis 3 Dekaden verringert. Während diese Anordnung zwei mechanische Kontakte **4 6** anstelle von einem erfordert, ist der Preis von zwei Kontakten für einen niedrigen Fehlerstrom ein kleiner Bruchteil von

einem Kontakt für einen hohen Fehlerstrom. Die Schaltung der [Fig. 1c](#) ist bei einer Anwendung zur Verwendung als ein Schaltungsunterbrecher, der einen Fehlerstrom unterbricht, beschrieben worden. Die gleiche Anordnung kann vorteilhaft als ein einfacher Schalter verwendet werden, um normale Ströme zu schalten, wodurch die Verwendung von mechanischen Schaltern mit geringeren Strombewertungen, als ansonsten benötigt werden würde, erlaubt wird. Der Betrieb eines derartigen Schalters würde wie für denjenigen eines Schaltungsunterbrechers beschrieben sein, mit Ausnahme davon, dass die Öffnung der mechanischen Kontakte **4 6** durch eine manuelle Aktivierung, sowie durch eine elektromechanische oder eine andere automatische Einrichtung, sein könnte.

Patentansprüche

1. Elektrisches Schutzsystem, welches zwischen eine elektrische Energieversorgung und eine elektrische Last in Reihe geschaltet werden kann, um eine Betriebsschaltung zu bilden, und die, wenn sie so verschaltet ist, die Schaltung vor Überströmen schützt, wobei das System umfasst:

a. ein Steuerelement, das

(1) einen relativ geringen Widerstand R_{LOW} aufweist, wenn ein relativ geringer Strom I_{NORMAL} durch ihn fließt, und

(2) auf einen relativ hohen Widerstand R_{FAULT} umgewandelt wird, wenn der Strom durch ihn von I_{NORMAL} auf einen relativ hohen Strom I_{FAULT} ansteigt;

b. ein Schaltungsunterbrechungselement, umfassend einen Schaltungsschalter und das

(1) zu dem Steuerelement in Reihe geschaltet ist,

(2) einen normalen Zustand aufweist, wenn der Strom I_{NORMAL} durch das Steuerelement fließt, wobei der normale Zustand dem Strom I_{NORMAL} erlaubt, durch das System zu fließen, und

(3) einen Fehlerzustand aufweist, der den Fluss von maximal einem verringerten Strom, wesentlich kleiner als I_{NORMAL} , erlaubt; und

c. ein Überbrückungselement, das umfasst:

a. einen Überbrückungs-PTC-Widerstand, der

(1) zu einer Relaispule und einem Überbrückungswiderstand in Reihe geschaltet ist, und

(2) einen Auslösestrom aufweist, der kleiner als der Strom ist, der, wenn er durch die Relaispule fließt, den Schaltungsschalter veranlassen wird, sich von seinem normalen Zustand auf seinen Fehlerzustand zu ändern; und

b. einen Überbrückungsschalter, der

(1) zu der Relaispule in Reihe und zu dem Überbrückungswiderstand parallel geschaltet ist, und

(2) geschlossen ist, wenn der Schaltungsschalter geschlossen ist, und offen ist, wenn der Schaltungsschalter offen ist;

wobei das Überbrückungselement

(1) parallel zu der Reihenkombination des Steuerelements und des Schaltungsunterbrechungselements

geschaltet ist, und

(2) funktional mit dem Schaltungsunterbrechungselement so verbunden ist, dass ein Anstieg im Strom, der durch das Überbrückungselement fließt, das Schaltungsunterbrechungselement in den Fehlerzustand umwandeln kann;

wobei, wenn der Strom durch das System von I_{NORMAL} auf I_{FAULT} ansteigt,

(i) der Widerstand des Steuerelements von R_{LOW} auf R_{FAULT} ansteigt,

(ii) ein erhöhter Strom durch das Überbrückungselement fließt, und

(iii) das Schaltungsunterbrechungselement in den Fehlerzustand umgewandelt wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei das Steuerelement eine PTC-Einrichtung und eine Spannungsklemmeinrichtung, die parallel zu der PTC-Einrichtung geschaltet ist, umfasst.

3. System nach Anspruch 1, wobei das System einen zusätzlichen zweipoligen Schaltungsschalter und einen zusätzlichen Widerstand aufweist,

a. wobei der zusätzliche zweipolige Schaltungsschalter

(1) wenn der Schaltungsschalter geschlossen ist, die Last mit der elektrischen Energieversorgung verbindet, und

(2) wenn der Schaltungsschalter offen ist, die Last von der elektrischen Energieversorgung trennt und den zusätzlichen Widerstand mit der elektrischen Energieversorgung verbindet; und

b. der zusätzliche Widerstand einen Widerstandswert aufweist, der klein genug ist, um zu ermöglichen, dass ein ausreichender Strom in die Überbrückungselement-Relaispule fließt, um den Schaltungsschalter in seinem Fehlerzustand zu halten.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

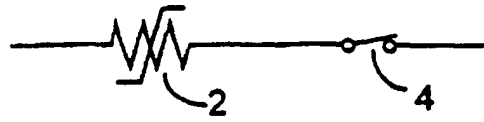


FIG. 1a

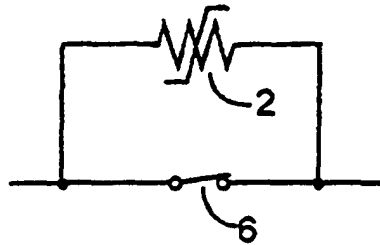


FIG. 1b

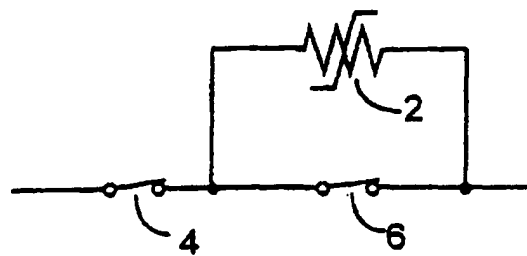


FIG. 1c

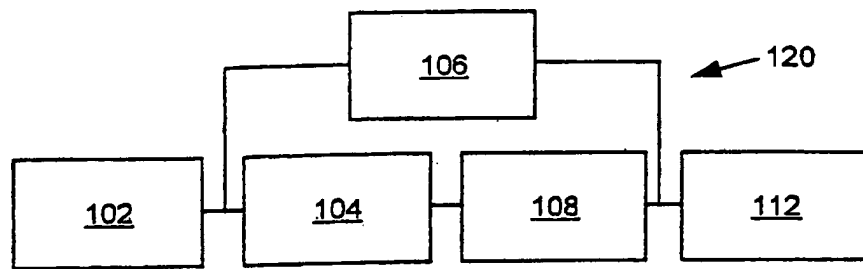


FIG. 2

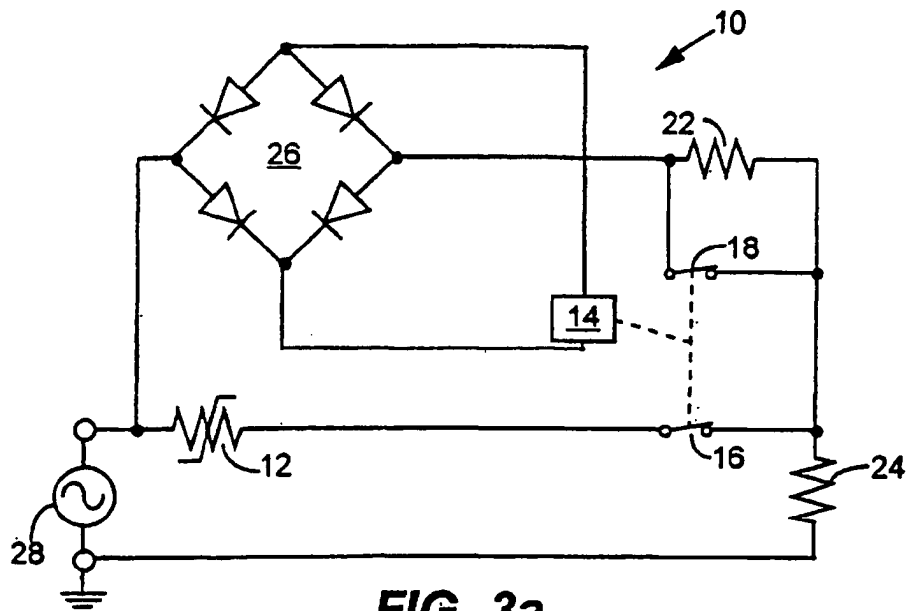


FIG. 3a

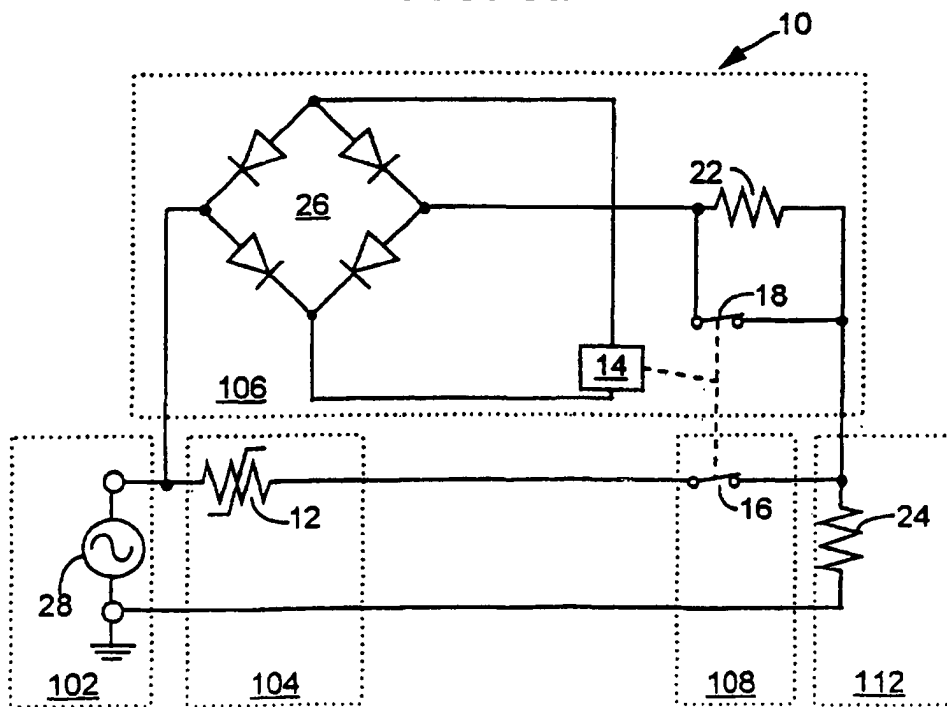


FIG. 3b

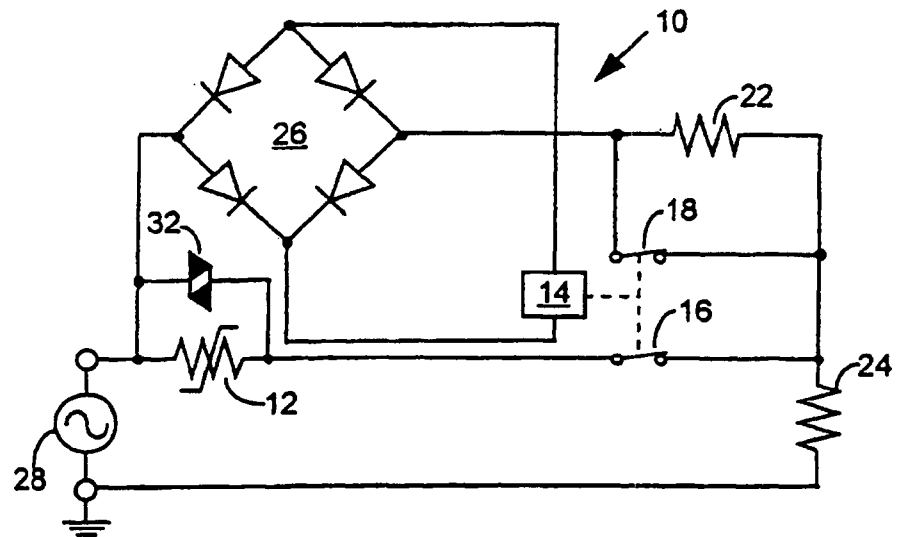


FIG. 3c

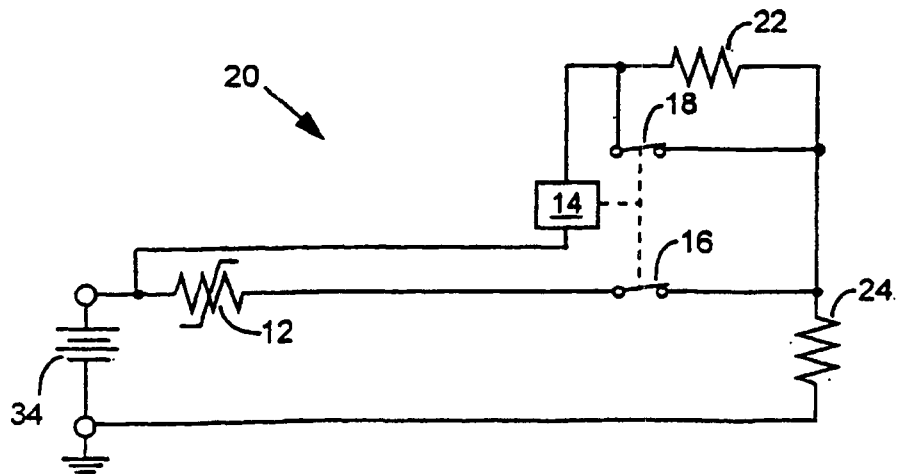


FIG. 3d

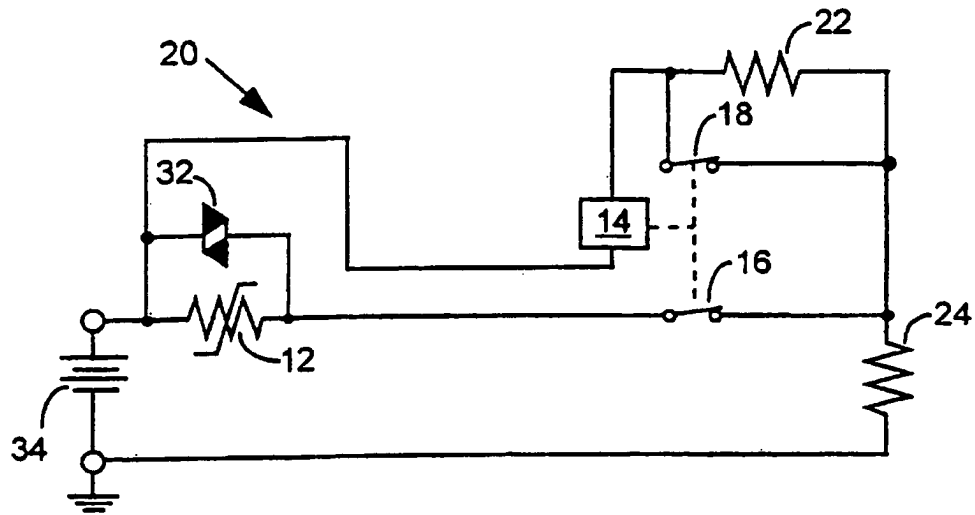


FIG. 3e

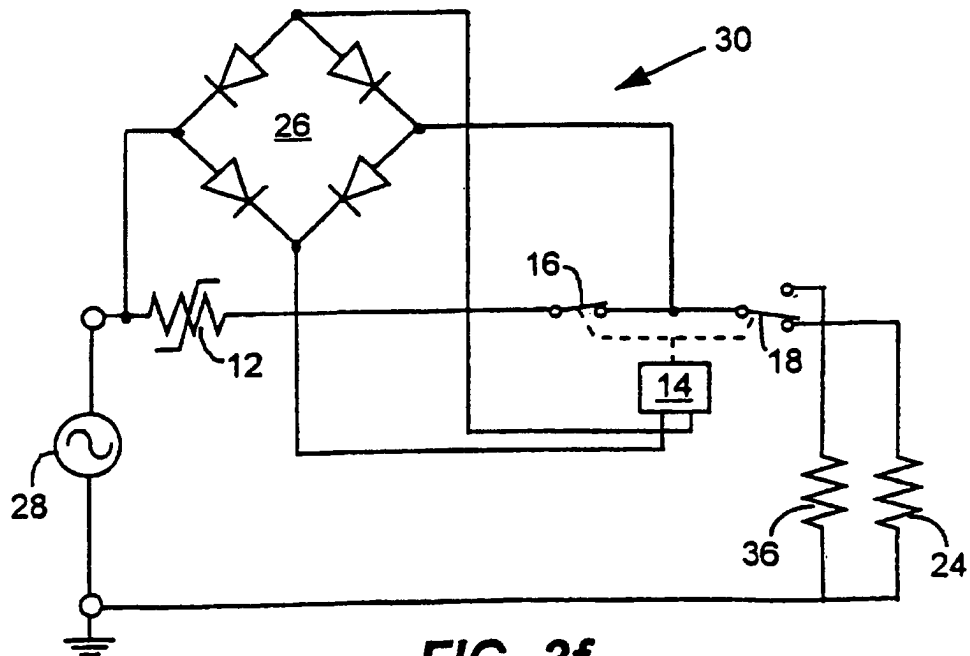


FIG. 3f

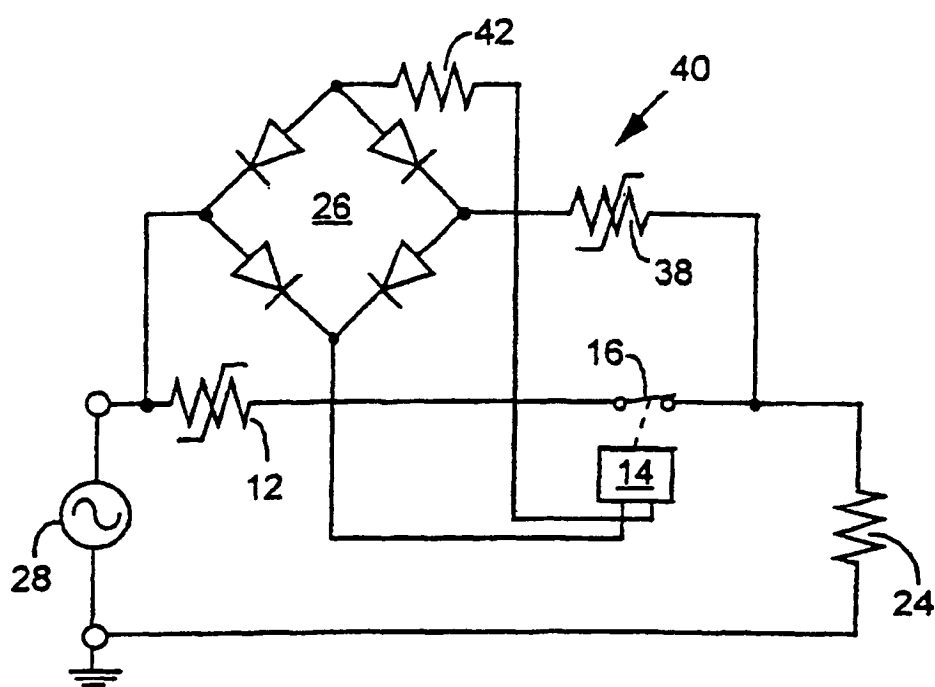


FIG. 3g