



(12) **Geänderte Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 055 325.7**
(22) Anmeldetag: **11.11.2005**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.04.2007**
(45) Veröffentlichungstag
der geänderten Patentschrift: **08.08.2013**

(51) Int Cl.: **G05B 9/02 (2006.01)**
F16P 7/00 (2006.01)

Patent nach Einspruchsverfahren beschränkt aufrechterhalten

(73) Patentinhaber:
Pilz GmbH & Co. KG, 73760, Ostfildern, DE

(74) Vertreter:
Witte, Weller & Partner, 70173, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Bauer, Ralf, 70327, Stuttgart, DE; Hornung,
Günter, 70771, Leinfelden-Echterdingen, DE;
Nitsche, Thomas, 73732, Esslingen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

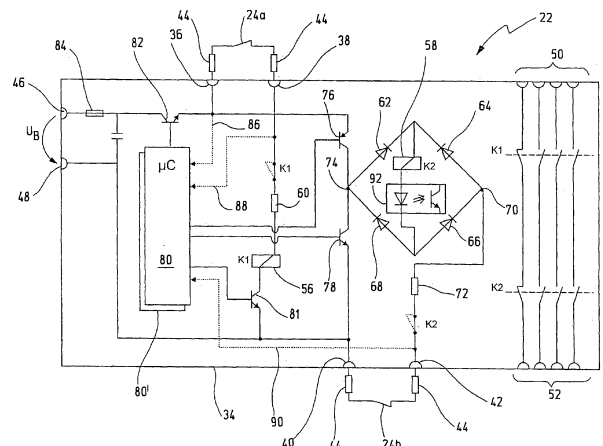
DE	44 23 704	C1
DE	197 02 009	C2
DE	197 58 332	B4
DE	100 33 073	A1
DE	198 05 722	A1
US	2001 / 0 027 352	A1

**Betriebsanleitung 19238-01, PNOZ X2, Fa. Pilz
GmbH, 11.04**

(54) Bezeichnung: **Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers**

(57) Hauptanspruch: Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers (26, 28), insbesondere in einer automatisiert betriebenen Anlage (10), mit einer ersten und einer zweiten Anschlussklemme (36, 38) zum Anschließen eines ersten Meldeschalters (24a), mit einer dritten und einer vierten Anschlussklemme (40, 42) zum Anschließen eines zweiten Meldeschalters (24b), und mit zumindest einem ersten und einem zweiten Schaltelement (56, 58), die dazu ausgebildet sind, ein redundantes Ausgangsschaltsignal zum Abschalten des Verbrauchers (26, 28) zu erzeugen, wobei die erste Anschlussklemme (36) mit einem ersten statischen Potential (U_B) belegt ist, und wobei die dritte Anschlussklemme (40) mit einem unterschiedlichen zweiten statischen Potential belegt ist, wobei die zweite Anschlussklemme (38) mit dem ersten Schaltelement (56) derart gekoppelt ist, dass das erste Schaltelement (56) über den ersten Meldeschalter (24a) mit dem ersten statischen Potential (U_B) verbindbar ist, und wobei die vierte Anschlussklemme (42) mit dem zweiten Schaltelement (58) derart gekoppelt ist, dass das zweite Schaltelement (58) über den zweiten Meldeschalter (24b) mit dem zweiten statischen Potential verbindbar ist, ferner mit einer Schaltungsanordnung (80, 86, 88, 90; 80, 92) zum Bestimmen von zumindest einem weiteren statischen Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme (38, 42), wobei die Schaltungsanordnung (80, 86, 88, 90; 80, 92) dazu ausgebildet ist, das redundante Ausgangsschaltsignal in Abhängigkeit von dem weiteren statischen Potential zu steuern, und wobei die Schaltungsanordnung (80, 92) eine Umschalteneinheit (62, 64, 66, 68; 76, 78) beinhaltet, die dazu ausgebildet ist,

das zweite Schaltelement (58) kurzzeitig parallel zu dem zweiten Meldeschalter (24b) zu schalten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers, insbesondere in einer automatisiert betriebenen Anlage, mit einer ersten und einer zweiten Anschlussklemme zum Anschließen eines ersten Meldeschalters, mit einer dritten und einer vierten Anschlussklemme zum Anschließen eines zweiten Meldeschalters, und mit zumindest einem ersten und einem zweiten Schaltelement, die dazu ausgebildet sind, ein redundantes Ausgangsschaltsignal zum Abschalten des Verbrauchers zu erzeugen, wobei die erste Anschlussklemme mit einem ersten statischen Potential belegt ist, wobei die dritte Anschlussklemme mit einem unterschiedlichen zweiten statischen Potential belegt ist, wobei die zweite Anschlussklemme mit dem ersten Schaltelement derart gekoppelt ist, dass das erste Schaltelement über den ersten Meldeschalter mit dem ersten statischen Potential verbindbar ist, und wobei die vierte Anschlussklemme mit dem zweiten Schaltelement derart gekoppelt ist, dass das zweite Schaltelement über den zweiten Meldeschalter mit dem zweiten statischen Potential verbindbar ist.

Stand der Technik

[0002] Eine solche Sicherheitsschaltvorrichtung ist aus einer Betriebsanleitung mit der Nummer 19 238-01 der hiesigen Anmelderin für das Sicherheitsschaltgerät PNOZ[®] X2 bekannt.

[0003] Sicherheitsschaltvorrichtungen im Sinne der vorliegenden Erfindung dienen dazu, eine gefahrbringende Maschine oder Anlage fehlersicher abzuschalten, wenn dies zum Schutz von Personen erforderlich ist. Die Sicherheitsschaltvorrichtungen überwachen typischerweise die Meldesignale von Not-Aus-Tastern, Schutztürschaltern, Lichtschranken, Lichtgittern und anderen sicherheitsgerichteten Meldegeräten, und sie sind in der Lage, in Abhängigkeit von diesen Meldesignalen einen Stromversorgungspfad zu der überwachten Maschine oder Anlage zu unterbrechen. Wie leicht einzusehen ist, ist es von großer Bedeutung, dass die Sicherheitsfunktion stets gewährleistet ist und dass Fehler im Bereich der Sicherheitsschaltvorrichtung entweder abgefangen und/oder frühzeitig erkannt werden. Typischerweise sind Sicherheitsschaltvorrichtungen daher redundant und/oder mit Selbsttestfunktionen aufgebaut. Zumindest bei hohen Sicherheitsanforderungen werden auch die Meldesignale zu der Sicherheitsschaltvorrichtung redundant ausgeführt.

[0004] Die durch die Redundanz erreichbare Fehlersicherheit geht allerdings verloren, wenn ein Querschluss in den Verbindungsleitungen zwischen den Meldegeräten und der Sicherheitsschaltvorrichtung auftritt. Eine Sicherheitsschaltvorrichtung für die hö-

heren Sicherheitskategorien der europäischen Norm EN 954-1 (oder für vergleichbare Anforderungen) benötigt daher eine Querschlusserkennung. Bei der eingangs genannten Sicherheitsschaltvorrichtung ist diese dadurch realisiert, dass ein zweikanaliges Meldegerät, beispielsweise ein Not-Aus-Taster mit zwei redundanten Öffnerkontakten, mit getrennten Leitungen an die Anschlussklemmen angeschlossen wird, wobei ein erster Öffnerkontakt des Not-Aus-Tasters mit dem ersten Potential belegt ist, während der zweite Öffnerkontakt mit einem zweiten Potential belegt ist. Typischerweise wird als erstes Potential die Betriebsspannung von beispielsweise 24 V verwendet, während das zweite Potential ein Gegenpotential dazu ist, insbesondere Masse. Die Sicherheitsschaltvorrichtung ist intern so ausgebildet, dass ein Querschluss zwischen den Anschlussleitungen des Meldegerätes, beispielsweise aufgrund einer Kabelquetschung, zu einem elektrischen Kurzschluss in der Sicherheitsschaltvorrichtung führt, und der Kurzschluss einen starken Anstieg des in die Sicherheitsschaltvorrichtung fließenden Stroms zur Folge hat. Der erhöhte Strom löst eine Sicherung aus, die im Eingangskreis der Sicherheitsschaltvorrichtung angeordnet ist. Als Folge davon werden die Ausgangsschaltelemente abgeschaltet. Diese bekannte Vorgehensweise besitzt allerdings den Nachteil, dass der Auslösepunkt der Sicherung (als einem Überstromerkennungselement) temperaturabhängig und damit ungenau ist.

[0005] Aus DE 44 23 704 C1 ist eine andere Vorgehensweise zur Erkennung von Querschlüssen bei Sicherheitsschaltvorrichtungen bekannt. In diesem Fall liegen die ausgangsseitigen Schaltelemente mit jeweils einem ihrer Anschlüsse an einem gemeinsamen Massepotential, während die jeweils anderen Anschlüsse auf unterschiedlichem positiven und negativem Potential liegen. Diese Vorgehensweise setzt allerdings voraus, dass die Sicherheitsschaltvorrichtung mit einer Wechselspannung versorgt wird, aus der das positive und negative Potential erzeugt werden. Daher ist diese bekannte Vorgehensweise nicht ohne weiteres auf Sicherheitsschaltvorrichtungen übertragbar, die mit einer Gleichspannung versorgt werden.

[0006] Aus DE 197 58 332 B4 ist eine andere Sicherheitsschaltvorrichtung bekannt, bei der im Eingangskreis ein Überstromerkennungselement in Form einer elektronischen Sicherung verwendet wird. Um ein automatisches Wiedereinschalten einer überwachten Maschine oder Anlage nach Beseitigung eines Querschlusses zu verhindern, ist hier ein Optokoppler parallel zu der Sicherung angeordnet. Wenn die Sicherung anspricht, schließt der Optokoppler den Eingangskreis der Sicherheitsschaltvorrichtung kurz und geht in Selbsthaltung. Diese bekannte Sicherheitsschaltvorrichtung besitzt jedoch den schon erwähnten Nachteil, dass der Auslösepunkt der Sicherung temperaturabhängig und damit ungenau ist.

[0007] Neben den bislang beschriebenen Verfahren mit statischen Potentialen auf den Meldeleitungen gibt es dynamische Verfahren, um Querschlüsse zu erkennen. Beispielhaft sei hier auf DE 100 33 073 A1, DE 197 02 009 C2 und DE 198 05 722 A1 verwiesen. Die dynamischen Verfahren verwenden unterschiedlich getaktete Signale auf den Verbindungsleitungen zu den Meldegeräten. Dadurch lassen sich die Signale auf den getrennten Meldeleitungen voneinander unterscheiden, und ein Querschluss kann erkannt werden. Die dynamischen Verfahren besitzen den Nachteil, dass zumindest zwei unterschiedliche Taktsignale bereitgestellt werden müssen, was mit Aufwand verbunden ist und die Geräte entsprechend teuer macht.

Aufgabenstellung

[0008] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfache und kostengünstige Sicherheitsschaltvorrichtung anzugeben, mit der sich Fehler in der äußeren Beschaltung zuverlässig und möglichst frühzeitig erkennen lassen.

[0009] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Sicherheitsschaltvorrichtung der eingangs genannten Art gelöst, mit einer Schaltungsanordnung zum Bestimmen von zumindest einem weiteren statischen Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme, wobei die Schaltungsanordnung ferner dazu ausgebildet ist, das redundante Ausgangsschaltsignal in Abhängigkeit von dem weiteren statischen Potential zu steuern.

[0010] Die neue Sicherheitsschaltvorrichtung basiert auf dem statischen Ansatz und kommt daher ohne Taktsignale und Taktgeneratoren aus. Sie verwendet zwei voneinander verschiedene statische Potentiale auf den Verbindungsleitungen zu dem Meldegerät, um Querschlüsse zu erkennen, und zwar bevorzugt ohne ergänzende, beispielsweise aufmodulierte Takte. Dazu wird das (zwangsläufig ebenfalls statische) Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme gemessen und mit dem dort erwarteten Potential verglichen. Dieser Vergleich ermöglicht eine zuverlässige Querschlusserkennung ohne dynamische Taktsignale. Daher lässt sich die neue Sicherheitsschaltvorrichtung ähnlich kostengünstig realisieren wie mit den bislang praktizierten statischen Verfahren. Bei der bevorzugten, geräteinternen Bereitstellung der Potentiale kann nicht nur auf Taktgeneratoren, sondern auch auf Anschlussklemmen zum Herausführen der Taktsignale verzichtet werden, was eine besonders kleinbauende Realisierung mit einer hohen Sicherheitskategorie ermöglicht.

[0011] Darüber hinaus kann die neue Sicherheitsschaltvorrichtung unabhängig von der Art der verwendeten Stromversorgung realisiert werden, d. h.

sie ist sowohl mit einer Gleichspannungsversorgung als auch mit einer Wechselspannungsversorgung realisierbar. Dies ermöglicht erhöhte Stückzahlen und trägt weiter zu einer kostengünstigen Realisierung bei.

[0012] Das weitere statische Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme kann in Form eines Messwertes erfasst werden, der mit dem bekannten ersten und zweiten Potential quantitativ verglichen wird. Alternativ oder ergänzend hierzu kann das weitere Potential auch mit Hilfe eines Schwellenwertvergleichs qualitativ bestimmt werden. In diesem Fall wird "nur" geprüft, ob das weitere Potential größer oder kleiner ist als ein definierter Schwellenwert. Diese Realisierung ist besonders kostengünstig und für die sicherheitstechnische Anwendung ausreichend, da es hier allein darauf ankommt zu erkennen, ob ein Querschluss vorliegt. In besonders bevorzugten Ausführungsbeispielen wird nicht auf etwaige Unterschiede der Potentiale an den Anschlussklemmen geguckt, sondern es wird überwacht, ob die Potentiale an diesen Klemmen den Verhältnissen entsprechen, die sich aus dem Schaltungsaufbau bei fehlerfreier Beschaltung ergeben. Gerade dies ermöglicht einen Verzicht auf die Erzeugung und Einprägung von unterscheidbaren, dynamischen Signalen.

[0013] Vorteilhafterweise kann mit der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung auch erkannt werden, ob der ohmsche Leitungswiderstand der Anschlussleitungen in einem zulässigen Bereich liegt. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die neue Sicherheitsschaltvorrichtung ein (an sich schon bekanntes) Überstromerkennungselement im Eingangskreis verwendet, da in diesen Fällen bislang mit Hilfe einer Installationsvorschrift der zulässige Leitungswiderstand in den Anschlussleitungen zu den Meldegeräten begrenzt werden musste, um ein sicheres Ansprechen zu gewährleisten. Mit der vorliegenden Erfindung ist eine frühzeitige und automatische Abschaltung möglich, wenn der Leitungswiderstand einen unzulässig hohen Wert erreicht.

[0014] Schließlich besitzt die neue Sicherheitsschaltvorrichtung den Vorteil, dass die Querschlusserkennung – im Gegensatz zu den bisherigen statischen Verfahren – schon vor dem Schließen der Schaltelemente und damit vor dem Einschalten der Maschine oder Anlage möglich ist. Bei den bisherigen Sicherheitsschaltvorrichtungen mit statischer Querschlusserkennung konnte das Überstromerkennungselement bei einem Querschluss erst dann ansprechen, wenn die ausgangsseitigen Schaltelemente geschlossen waren.

[0015] Insgesamt ermöglicht die neue Sicherheitsschaltvorrichtung eine frühzeitige und zuverlässige Erkennung von Querschlüssen mit statischen Signalen auf den Verbindungsleitungen zum Meldegerät.

Die oben genannte Aufgabe ist damit vollständig gelöst.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Schaltungsanordnung dazu ausgebildet, das weitere Potential relativ zu dem ersten Potential zu überwachen.

[0017] Bevorzugt setzt die Schaltungsanordnung dieser Ausgestaltung das weitere Potential in ein Verhältnis zu dem ersten oder zweiten Potential und überwacht, ob das Verhältnis, beispielsweise in Form eines Quotienten, einen definierten Wertebereich einhält. Alternativ oder ergänzend hierzu könnte die Schaltungsanordnung das weitere Potential auch als absoluten Messwert mit einem Schwellenwert, dem ersten und/oder dem zweiten Potential vergleichen. In der bevorzugten Ausgestaltung ist die Schaltungsanordnung jedoch unabhängig von der absoluten Höhe des ersten und zweiten Potentials. Daher kann diese Ausgestaltung ohne Anpassungen mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen betrieben werden.

[0018] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist das erste Potential ein betragsmäßig hohes Potential und das zweite Potential ist ein betragsmäßig niedriges Potential und die Schaltungsanordnung ist dazu ausgebildet, zumindest eines der Schaltelemente zu öffnen, wenn das weitere Potential betragsmäßig kleiner ist als ein definierter Schwellenwert.

[0019] Nicht jeder Querschluss in den Verbindungsleitungen zu den Meldeschaltern ist für den Betrieb der Sicherheitsschaltvorrichtung gleichermaßen gefährlich. Gefährlich sind vor allem Querschlüsse, die unmittelbar dazu führen, dass eine Betätigung der Meldeschalter nicht mehr erkannt werden kann und/oder die ausgangsseitigen Schaltelemente nicht mehr öffnen können. Mit der vorliegenden Ausgestaltung wird auf sehr einfache und kostengünstige Weise erreicht, dass diese gefährlichen Querschlüsse sofort erkannt werden, da ein betragsmäßig niedriges Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme die Folge eines solchen gefährlichen Querschlusses ist, wie weiter unten in den Ausführungsbeispielen dargestellt ist.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet das zumindest eine weitere Potential ein drittes Potential an der zweiten Anschlussklemme und ein viertes Potential an der vierten Anschlussklemme.

[0021] Diese Ausgestaltung ermöglicht eine doppelte Kontrolle auf den „gefährlichsten“ Querschluss, nämlich eine Verbindung zwischen der zweiten und vierten Anschlussklemme. Daher führt diese Ausgestaltung auf sehr kostengünstige Weise zu einer erhöhten Sicherheit.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Schaltungsanordnung dazu ausgebildet, das erste Potential zu bestimmen. In weiteren bevorzugten Ausgestaltungen kann die Schaltungsanordnung außerdem dazu ausgebildet sein, auch das zweite Potential zu bestimmen.

[0023] Im Regelfall sind das erste und das zweite Potential bei einer Sicherheitsschaltvorrichtung aufgrund der Versorgungsspannung bekannt. Eine messtechnische Bestimmung dieser Potentiale ermöglicht jedoch eine noch genauere Überwachung unter Berücksichtigung von Potentialschwankungen. Außerdem kann sich die Sicherheitsschaltvorrichtung in dieser Ausgestaltung automatisch an unterschiedliche Versorgungsspannungen anpassen.

[0024] In einer weiteren Ausgestaltung ist die Schaltungsanordnung redundant ausgebildet.

[0025] Diese Ausgestaltung ermöglicht eine fehlersichere Überwachung der äußeren Beschaltung allein mit Hilfe der neuen Vorgehensweise.

[0026] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Schaltungsanordnung zumindest einen integrierten Schaltkreis, insbesondere einen Mikrocontroller, der mit der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme verbunden ist.

[0027] Die Verbindung des integrierten Schaltkreises mit der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme kann zwischengeschaltete Bauelemente beinhalten, sofern der Schaltkreis in der Lage ist, das weitere Potential messtechnisch zu erfassen. Die Ausgestaltung ist von Vorteil, da die neue Sicherheitsschaltvorrichtung auf diese Weise mit wenigen Bauelementen sehr kostengünstig realisiert werden kann.

[0028] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Schaltungsanordnung eine Umschalteinheit, die dazu ausgebildet ist, das zweite Schaltelement kurzzeitig parallel zu dem zweiten Meldeschalter zu schalten.

[0029] Mit anderen Worten ist die Umschalteinheit dieser Ausgestaltung dazu ausgebildet, das zweite Schaltelement über den Meldeschalter kurzzuschließen. Wenn kein Querschluss in der äußeren Beschaltung vorliegt, muss das zweite Schaltelement während dieser Umschaltzeit spannungsfrei sein, was sich mit Hilfe des weiteren Potentials einfach überprüfen lässt. Diese Ausgestaltung ist besonders vorteilhaft in Ergänzung zu einer direkten messtechnischen Bestimmung des weiteren Potentials, weil sich damit auf kostengünstige Weise eine diversitäre Redundanz realisieren lässt.

[0030] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Umschalteinheit eine Diodenbrücke, in der das zweite Schaltelement angeordnet ist.

[0031] Diese Ausgestaltung ermöglicht eine sehr kostengünstige Realisierung in denjenigen Fällen, in denen das zweite Schaltelement mit gepolten Bauelementen, insbesondere mit Elektrolytkondensatoren, ergänzt wird, was bei Sicherheitsschaltvorrichtungen dieser Art häufig von Vorteil ist.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Schaltungsanordnung einen Schwellenwertsensor, insbesondere Optokoppler, der dazu ausgebildet ist, das weitere Potential zu bestimmen.

[0033] In dieser Ausgestaltung wird das weitere Potential nicht in Form eines Messwertes bestimmt, sondern es wird "lediglich" festgestellt, ob das weitere Potential einen Schwellenwert überschreitet oder unterschreitet. Da es für die Querschlusserkennung im Wesentlichen darauf ankommt festzustellen, ob ein Querschluss vorliegt oder nicht, ist eine derartige qualitative Auswertung ausreichend. Sie ist zudem sehr kostengünstig möglich und besonders vorteilhaft in Kombination mit einer Umschalteinheit, wie sie weiter oben beschrieben ist.

[0034] In einer weiteren Ausgestaltung beinhaltet die Sicherheitsschaltvorrichtung ein Überstromerkennungselement, insbesondere in Form eines PTC-Widerstandes, das dazu ausgebildet ist, zumindest eines der Schaltelemente bei einem Überstrom zu öffnen.

[0035] Diese Ausgestaltung kombiniert die neue Vorgehensweise mit dem bekannten statischen Verfahren zum Schutz vor Querschlüssen. Diese Kombination ist besonders vorteilhaft, weil die neue Potentialbestimmung auch eine Überprüfung der (an sich intakten) Verbindungsleitungen in Bezug auf deren Leitungswiderstand ermöglicht. Damit kann die bislang allein durch Montagevorschriften erreichte Sicherheit weiter erhöht werden. Andererseits ist die Verwendung eines Überstromerkennungselements in Form einer Sicherung, wie etwa einem PTC-Widerstand, eine sehr zuverlässige, kostengünstige und bewährte Methode, um die überwachte Maschine bei einem Querschluss schnell und sicher abzuschalten.

[0036] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ausführungsbeispiel

[0037] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0038] **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer automatisiert arbeitenden Anlage, in der Ausführungsbeispiele der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung zum Einsatz kommen,

[0039] **Fig. 2** eine vereinfachte Darstellung eines Ausführungsbeispiels der neuen Sicherheitsschaltvorrichtung in Form eines Ersatzschaltbildes, das den eingeschalteten Zustand zeigt,

[0040] **Fig. 3** ein Ersatzschaltbild der Sicherheitsschaltvorrichtung aus **Fig. 2** mit möglichen Querschlüssen, und

[0041] **Fig. 4** das Ersatzschaltbild aus **Fig. 3** mit einem weiteren möglichen Querschluss.

[0042] In **Fig. 1** ist eine Anlage, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung zum Einsatz kommen, in ihrer Gesamtheit mit der Bezugsziffer **10** bezeichnet.

[0043] Die Anlage **10** beinhaltet einen Roboter **12**, dessen Arbeitsraum mit einer Schutztür **14** abgesichert ist. An der Schutztür **14** ist ein Betätiger **16** angeordnet, der mit einem Schutztürschalter **18** zusammenwirkt. Der Schutztürschalter **18** sitzt an einem Rahmen, an dem die bewegliche Schutztür **14** im geschlossenen Zustand anliegt. Der Betätiger **16** kann beispielsweise ein Transponder sein, der mit dem Schutztürschalter **18** nur im geschlossenen Zustand der Schutztür **14** kommunizieren kann.

[0044] Der Schutztürschalter **18** ist mit einem Sicherheitsschaltgerät **20** verbunden, das die Meldesignale des Schutztürschalters **18** verarbeitet. In Reihe zu dem Sicherheitsschaltgerät **20** befindet sich ein zweites Sicherheitsschaltgerät **22**, an dem ein Not-Aus-Taster **24** als Meldegerät angeschlossen ist. Die Sicherheitsschaltgeräte **20**, **22** sind kompakte Sicherheitsschaltvorrichtungen im Sinne der vorliegenden Erfindung, die einen herstellereitig festgelegten Funktionsumfang haben.

[0045] Mit den Bezugsziffern **26**, **28** sind zwei Schütze bezeichnet, deren Arbeitskontakte im Stromversorgungspfad zu dem Roboter **12** liegen. Die Schütze **26**, **28** werden über die Sicherheitsschaltgeräte **20**, **22** mit Strom versorgt, so dass jedes der Sicherheitsschaltgeräte **20**, **22** in der Lage ist, den Roboter **12** über die Schütze **26**, **28** abzuschalten. Eine Betriebssteuerung, die den normalen Betriebsablauf des Roboters **12** steuert, ist der Einfachheit halber nicht dargestellt.

[0046] In [Fig. 2](#) ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand des Sicherheitsschaltgerätes **22** dargestellt. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dieselben Elemente wie zuvor.

[0047] Das Sicherheitsschaltgerät **22** besitzt ein Gerätegehäuse **34**, mit einer Vielzahl von Anschlussklemmen zum Anschließen des Not-Aus-Tasters **24**, der Schütze **26, 28** und von möglichen weiteren Meldegeräten und Aktoren (hier nicht dargestellt). Mit den Bezugszeichen **36** und **38** sind eine erste und eine zweite Anschlussklemme bezeichnet, an die ein erster Öffnerkontakt **24a** des Not-Aus-Tasters **24** angeschlossen ist. Mit den Bezugsziffern **40, 42** sind eine dritte und eine vierte Anschlussklemme bezeichnet, an die ein zweiter Öffnerkontakt **24b** des Not-Aus-Tasters **24** angeschlossen ist. Mit der Bezugsziffer **44** ist der Leitungswiderstand R_L der Verbindungsleitungen bezeichnet, über die die Öffnerkontakte **24a, 24b** mit den Anschlussklemmen **36–42** verbunden sind.

[0048] Zwei weitere Anschlussklemmen **46, 48** dienen dazu, das Sicherheitsschaltgerät **22** mit einer Betriebsspannung U_B von beispielsweise 24 V zu versorgen. Weitere Anschlussklemmen **50, 52** sind dazu vorgesehen, die Schütze **26, 28** und mögliche weitere Verbraucher anzuschließen.

[0049] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist das Sicherheitsschaltgerät **22** potentialfreie Ausgänge in Form von Relaiskontakten K1, K2 auf, die zwischen den Anschlussklemmen **50, 52** in Reihe zueinander liegen. In einem solchen Fall wird an die Anschlussklemmen **50** ein positives Potential von beispielsweise 24 V angeschlossen, und die Schütze **26, 28** werden an die Anschlussklemmen **52** angeschlossen. Über die Relaiskontakte K1, K2 können die Schütze **26, 28** bestromt werden, oder der Stromfluss kann unterbrochen werden. Alternativ zu diesem bevorzugten Anwendungsfall kann die vorliegende Erfindung jedoch grundsätzlich auch bei Sicherheitsschaltvorrichtungen eingesetzt werden, die potentialbezogene Halbleiterausgänge aufweisen.

[0050] Die Erregerspulen der Relais K1, K2 sind in [Fig. 2](#) mit den Bezugsziffern **56, 58** bezeichnet. Wie in [Fig. 2](#) dargestellt ist, liegt die Erregerspule **56** des Relais K1 (nachfolgend Relais **56**) mit einem Anschluss an Masse. Mit seinem anderen Anschluss ist das Relais **56** geräteintern mit der Anschlussklemme **38** verbunden. Der Vollständigkeit halber ist in dieser Verbindung noch ein Schließerkontakt des Relais **56** (für die Selbsthaltung) sowie ein Widerstand **60** dargestellt, der als Ersatzwiderstand für weitere, hier nicht dargestellte Bauelemente zu verstehen ist.

[0051] Die Anschlussklemme **36** ist geräteintern mit einem ersten statischen Potential, nämlich der Betriebsspannung U_B , verbunden. Dieses Potential ist

über den Öffnerkontakt **24a** des Not-Aus-Tasters **24** zu dem Relais **56** geführt.

[0052] Das Relais **58** liegt in einer Diodenbrücke bestehend aus vier Dioden **62, 64, 66, 68**. Ein erster Anschluss **70** ist über einen Ersatzwiderstand **72** und einen Schließerkontakt des Relais **58** zu der Anschlussklemme **42** geführt. Die Anschlussklemme **40** ist mit dem Massepotential (zweites Potential im Sinne der Erfindung) verbunden. Dementsprechend ist das Relais **58** über den zweiten Öffnerkontakt **24b** des Not-Aus-Tasters **24** mit dem Massepotential verbunden.

[0053] Ein zweiter Anschluss **74** des Diodennetzwerks ist mit zwei Transistoren **76, 78** verbunden. Über den Transistor **76** kann der zweite Anschluss **74** des Diodennetzwerks mit dem ersten Potential (Betriebsspannung U_B) verbunden werden. Über den zweiten Transistor **78** kann der Anschluss **74** alternativ hierzu mit dem zweiten Potential (Masse) verbunden werden.

[0054] Mit der Bezugsziffer **80** ist ein Mikrocontroller bezeichnet, der unter anderem dazu ausgebildet ist, die Transistoren **76, 78** wechselseitig zueinander anzusteuern, um den Anschluss **74** entweder mit dem ersten Potential U_B oder dem zweiten Potential (Masse) zu verbinden. Darüber hinaus ist der Mikrocontroller **80** mit weiteren Transistoren **81** und **82** verbunden. Transistor **81** liegt seriell zu der Erregerspule des Relais K1. Transistor **82** liegt als Längstransistor in der Zuführung der Versorgungsspannung U_B . Mit Hilfe des Transistors **82** kann der Mikrocontroller **80** sämtliche zuvor genannten Bauelemente von der Versorgungsspannung U_B trennen, was unter anderem zur Folge hat, dass die Relaiskontakte K1, K2 abfallen. Alternativ oder ergänzend kann der Mikrocontroller **80** die Relais K1 und K2 auch über die Transistoren **76** und **81** abschalten.

[0055] Mit der Bezugsziffer **84** ist ein PTC-Widerstand bezeichnet, der als reversible Sicherung arbeitet.

[0056] Der Mikrocontroller **80** ist über Messleitungen **86, 88, 90** mit Knotenpunkten verbunden, an denen er das erste Potential sowie ein drittes und ein viertes Potential an den Anschlussklemmen **38** und **42** bestimmen kann. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel besitzt der Mikrocontroller **80** mehrere integrierte A/D-Wandler, mit deren Hilfe er die analogen Potentiale messtechnisch erfassen kann. Schließlich ist in [Fig. 2](#) noch ein Optokoppler **92** dargestellt, dessen eingangsseitiges Leuchtelement seriell zu dem Relais **58** in dem Diodennetzwerk liegt. Der Optokoppler **92** erzeugt ein Ausgangssignal, wenn das Relais **58** von Strom durchflossen ist, und dieses Ausgangssignal ist ebenfalls dem Mikrocontroller

80 zugeführt (hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt).

[0057] Die Funktionsweise des Sicherheitsschaltgerätes **22** ist wie folgt: Im eingeschalteten und betriebsbereiten Zustand fließt ein Strom über den Öffnerkontakt **24a** zu dem Relais **56**. Außerdem fließt ein Strom über den Transistor **76** und das Diodennetzwerk **62–68** zu dem Relais **58**. Beide Relais **56, 58** sind angezogen, d. h. die entsprechenden Schließkontakte K1, K2 sind geschlossen (hier am Ausgang nicht dargestellt). Die Relais **56, 58** befinden sich in Selbsthaltung, wie dies den einschlägigen Fachleuten hinreichend bekannt ist. Ein noch weiter vereinfachtes Ersatzschaltbild für diesen Betriebszustand ist in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellt. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei die selben Elemente wie zuvor. Der Übersichtlichkeit halber sind die Leitungswiderstände **44** in jeweils einem Ersatzwiderstand $2R_L$ dargestellt.

[0058] **Fig. 3** zeigt drei mögliche Querschlüsse **96, 98, 100** zwischen den Anschlussklemmen **36–42**. Ein weiterer Querschluss **102** ist in **Fig. 4** dargestellt. Von diesen Querschlüssen ist der Querschluss **102** in **Fig. 4** am gefährlichsten, da er zur Folge haben kann, dass ein Strom über die Relais **56, 58** fließt, auch wenn die Öffnerkontakte **24a, 24b** beide geöffnet sind. Das Sicherheitsschaltgerät **22** würde daher trotz geöffneter Meldeschalter nicht reagieren können. Der Roboter **12** würde weiterarbeiten, obwohl der Not-Aus-Taster **24** betätigt wurde. Demgegenüber wird bei den Querschlüssen **96, 98, 100** in **Fig. 3** stets zumindest eines der Relais **56, 58** stromlos, wenn die Öffnerkontakte **24a, 24b** des Not-Aus-Tasters **24** geöffnet werden. Im Fall des Querschlusses **98** wird zudem die Sicherung **84** sofort ansprechen, da die Betriebsspannung U_B unmittelbar kurzgeschlossen wird.

[0059] Der "gefährliche" Querschluss **102** wird gemäß **Fig. 4** erkannt, indem man das Potential an den Anschlussklemmen **38** und/oder **42** bestimmt und mit dem gemessenen oder bekannten Potential an der Anschlussklemme **36** vergleicht. Im Fall des Querschlusses **102** ist das Potential an der Anschlussklemme **38** aufgrund des Querpfades über den Öffnerkontakt **24b** deutlich niedriger als ohne Querschluss **102**. Diese Potentialdifferenz kann mit Hilfe des Mikrocontrollers **80** einfach erkannt werden. Vorzugsweise bildet und überwacht der Mikrocontroller **80** einen Quotienten aus dem dritten Potential an der Anschlussklemme **38** und dem ersten Potential an der Anschlussklemme **36**. In einem Ausführungsbeispiel überprüft der Mikrocontroller **80**, ob dieser Quotient größer als 0,75 (75%) ist. Ist dies der Fall, kann man davon ausgehen, dass kein Querschluss **102** vorliegt. Außerdem ist das Potential an der Anschlussklemme **42** im Fall des Querschlusses **102** et-

wa gleich dem Potential an der Anschlussklemme **38**, was der Mikrocontroller **80** ebenfalls überwacht.

[0060] In ähnlicher Weise kann durch einen Plausibilitätsvergleich der Potentiale an den Anschlussklemmen **36, 38** und **42** ein Querschluss **96** oder **100** (**Fig. 3**), ein Erdschluss oder ein Kurzschluss zur Betriebsspannung U_B erkannt werden. Sobald einer dieser Fälle auftritt, schaltet der Mikrocontroller **80** die Relais **56, 58** über die Transistoren **76, 81** und/oder über den Transistor **82** ab. In anderen Ausführungsbeispielen kann der Transistor **82** entfallen.

[0061] Die Überwachung der äußeren Beschaltung des Sicherheitsschaltgerätes **22** auf Querschlüsse kann zweikanalig nach dem beschriebenen Verfahren erfolgen. Dies ist in **Fig. 2** anhand eines redundanten Mikrocontrollers **80'** dargestellt. Bevorzugt ist es jedoch, das Relais **58** mit Hilfe der Transistoren **76, 78** kurzzeitig parallel zu dem Öffnerkontakt **24b** zu schalten, indem der Transistor **76** geöffnet und der Transistor **78** geschlossen wird. Ohne Querschluss dürfte in diesem Fall kein Strom mehr über das Relais **58** fließen, da an beiden Anschlüssen **70, 74** des Diodennetzwerkes **62–68** dasselbe Potential anliegt, nämlich Masse. Sollte jedoch an einem der Anschlüsse **40, 42** aufgrund eines Querschlusses ein anderes Potential anliegen, käme es zu einem Stromfluss, der mit Hilfe des Optokopplers **92** erkannt und an den Mikrocontroller **80** gemeldet wird. Auch in diesem Fall schaltet der Mikrocontroller **80** die Relais **56, 58** mit Hilfe des Transistors **82** ab. Ebenso ist es möglich, die Potentiale an den Anschlussklemmen **36, 38** mit Hilfe eines Diodennetzwerkes (hier nicht dargestellt) an dem Relais **56** zu vergleichen.

Patentansprüche

1. Sicherheitsschaltvorrichtung zum fehlersicheren Abschalten eines elektrischen Verbrauchers (**26, 28**), insbesondere in einer automatisiert betriebenen Anlage (**10**), mit einer ersten und einer zweiten Anschlussklemme (**36, 38**) zum Anschließen eines ersten Meldeschalters (**24a**), mit einer dritten und einer vierten Anschlussklemme (**40, 42**) zum Anschließen eines zweiten Meldeschalters (**24b**), und mit zumindest einem ersten und einem zweiten Schaltelement (**56, 58**), die dazu ausgebildet sind, ein redundantes Ausgangsschaltsignal zum Abschalten des Verbrauchers (**26, 28**) zu erzeugen, wobei die erste Anschlussklemme (**36**) mit einem ersten statischen Potential (U_B) belegt ist, und wobei die dritte Anschlussklemme (**40**) mit einem unterschiedlichen zweiten statischen Potential belegt ist, wobei die zweite Anschlussklemme (**38**) mit dem ersten Schaltelement (**56**) derart gekoppelt ist, dass das erste Schaltelement (**56**) über den ersten Meldeschalter (**24a**) mit dem ersten statischen Potential (U_B) verbindbar ist, und wobei die vierte Anschlussklemme (**42**) mit dem zweiten Schaltelement (**58**) derart gekoppelt ist, dass

das zweite Schaltelement (**58**) über den zweiten Meldeschalter (**24b**) mit dem zweiten statischen Potential verbindbar ist, ferner mit einer Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90; 80, 92**) zum Bestimmen von zumindest einem weiteren statischen Potential an der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme (**38, 42**), wobei die Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90; 80, 92**) dazu ausgebildet ist, das redundante Ausgangsschaltensignal in Abhängigkeit von dem weiteren statischen Potential zu steuern, und wobei die Schaltungsanordnung (**80, 92**) eine Umschalteinheit (**62, 64, 66, 68; 76, 78**) beinhaltet, die dazu ausgebildet ist, das zweite Schaltelement (**58**) kurzzeitig parallel zu dem zweiten Meldeschalter (**24b**) zu schalten.

2. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90**) dazu ausgebildet ist, das weitere statische Potential relativ zu dem ersten Potential (U_B) zu überwachen.

3. Sicherheitsschaltvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Potential ein betragsmäßig hohes Potential und das zweite Potential ein betragsmäßig niedriges Potential ist, und dass die Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90**) dazu ausgebildet ist, zumindest eines der Schaltelemente (**56, 58**) zu öffnen, wenn das weitere statische Potential betragsmäßig kleiner ist als ein definierter Schwellenwert.

4. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine weitere Potential ein drittes statisches Potential an der zweiten Anschlussklemme (**38**) und ein viertes statisches Potential an der vierten Anschlussklemme (**42**) beinhaltet.

5. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90**) ferner dazu ausgebildet ist, das erste Potential (U_B) zu bestimmen.

6. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (**80, 80'**) redundant ausgebildet ist.

7. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (**80, 86, 88, 90; 80 92**) zumindest einen integrierten Schaltkreis, insbesondere einen Mikrocontroller (**80**), beinhaltet, der mit der zweiten und/oder vierten Anschlussklemme (**38, 42**) verbunden ist.

8. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschalteinheit (**62, 64, 66, 68; 76, 78**) eine Dioden-

brücke (**62–68**) beinhaltet, in der das zweite Schaltelement (**58**) angeordnet ist.

9. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (**80, 92**) einen Schwellensensor (**92**), insbesondere einen Optokoppler beinhaltet, der dazu ausgebildet ist, das weitere statische Potential zu bestimmen.

10. Sicherheitsschaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch ein Überstromerkennungselement (**84**), insbesondere einen PTC-Widerstand, das dazu ausgebildet ist, zumindest eines der Schaltelemente (**56, 58**) bei einem Überstrom zu öffnen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

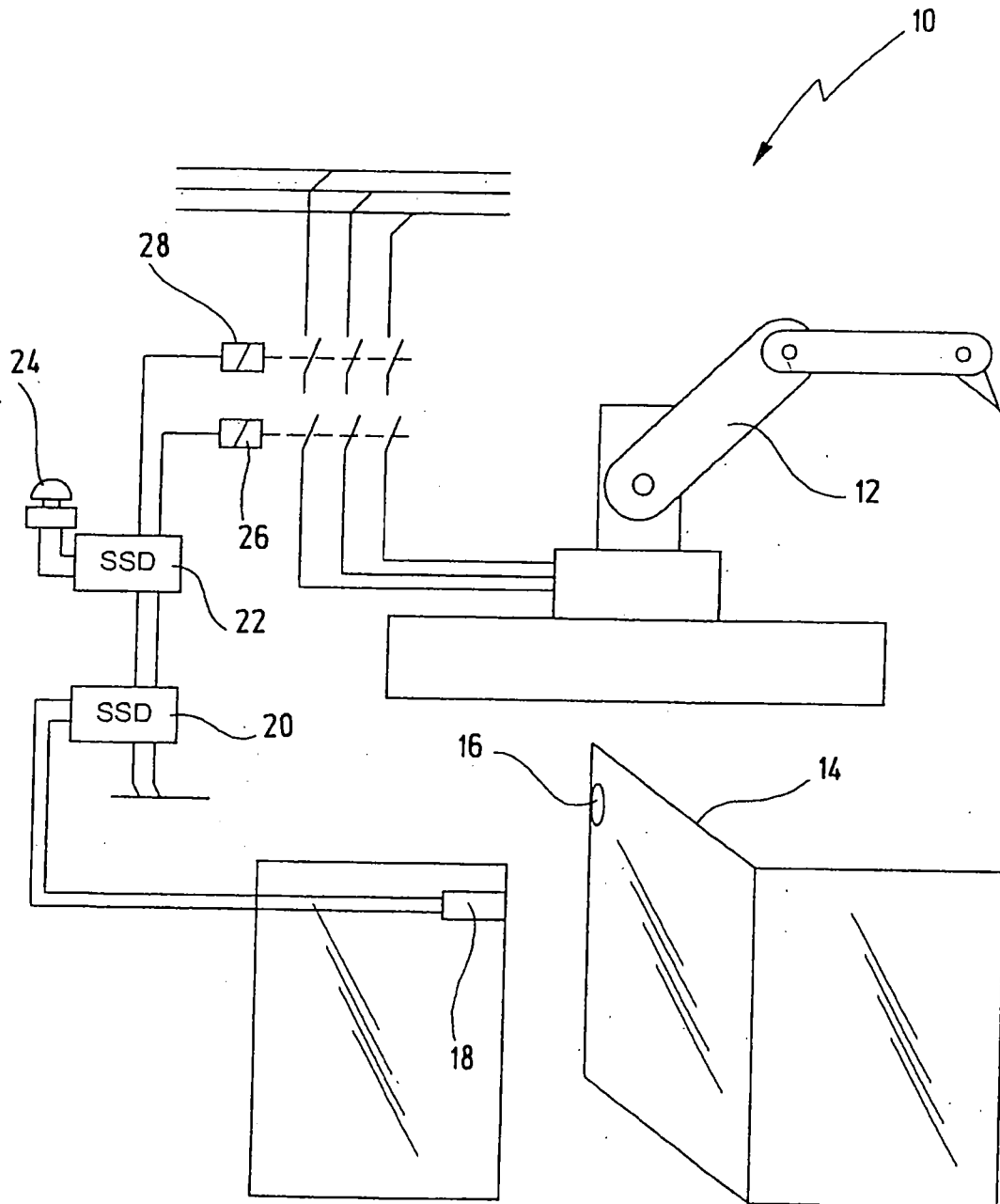


Fig.1

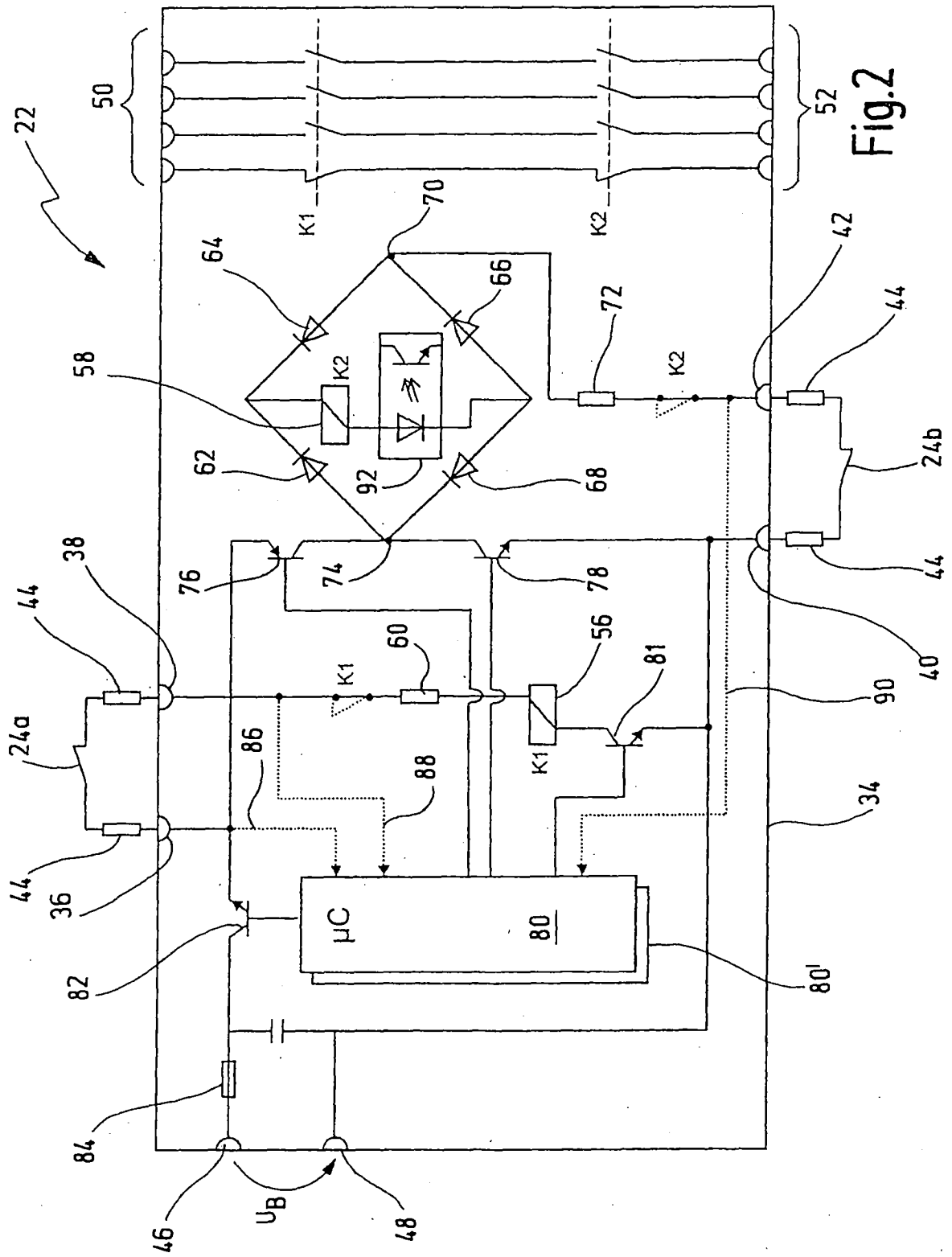


Fig. 2

