



**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 5937/82

⑳ Anmeldungsdatum: 08.10.1982

⑳ Priorität(en): 13.10.1981 DE 3140682  
08.02.1982 DE 3204234

㉔ Patent erteilt: 15.04.1987

④ Patentschrift veröffentlicht: 15.04.1987

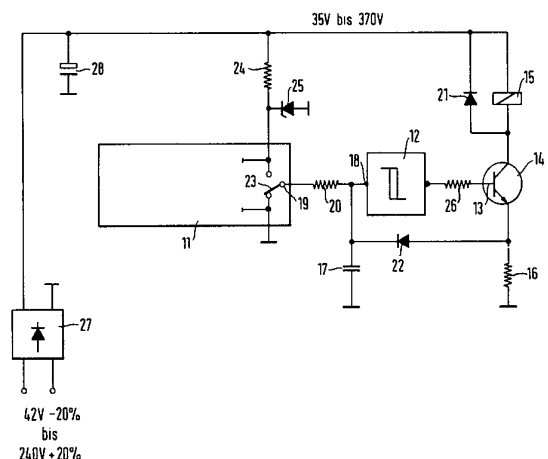
⑦ Inhaber:  
Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, Waldkirch (DE)

⑦ Erfinder:  
Erdmann, Jürgen, Waldkirch 3 (DE)  
Buchholz, Karl-Otto, Waldkirch (DE)  
Knappe, Hartmut, Emmendingen (DE)

⑦ Vertreter:  
Patentanwälte Schaad, Balass, Sandmeier, Alder, Zürich

⑤④ Einem Relais vorgeschaltete Schaltungsanordnung.

⑤⑦ Ein gesteuerter Schalter (11), z.B. Lichtschranke, hat die Erregung und die Entregung des Relais (15) zur Folge, wobei ein elektronischer Schwellenschalter (12) ein Halbleiterschaltenelement (14) angesteuert, über welches der Strom durch einen Erregerstromkreis schaltbar ist, der das Relais (15), einen Messwiderstand (16) und eine Freilaufdiode (21) umfasst. Der durch den gesteuerten Schalter (11) dem Erregerstromkreis (15, 16, 21) zugeführte Strom wird stets dann unterbrochen, wenn der über dem Messwiderstand (16) entstehende und dem Schwellenschalter (12) zugeführte Spannungsabfall einem vorgegebenen maximalen Erregerstrom entspricht, der jedoch wieder zugeschaltet wird, bevor das Relais (15) abfällt. Um bei geringstem Leistungsbedarf der Schaltungsanordnung auch bei starken Schwankungen der Speisespannung stets einen für die Eigenschaften des Relais (15) ausreichenden Erregerstrom zu liefern, sind das Relais (15) und die Freilaufdiode (21) parallel zueinander und ihrerseits in Serie mit dem Messwiderstand (16) geschaltet, wobei die am Messwiderstand (16) abgegriffene Spannung über eine Diode (22) dem Eingang (18) des Schwellenschalters (12) sowie einem auf Festpotential liegenden Zeitglied bestehend aus einem Kondensator (17) und einem dazu parallelen Widerstand (20) zugeführt ist. Dieses Zeitglied (17, 20) besitzt im wesentlichen dieselbe Zeitkonstante wie das Relais (15) und schaltet damit den Erregerstrom vor dem Abfallen des Relais (15) erneut zu.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Einem Relais vorgeschaltete Schaltungsanordnung, die zur Erregung und zur Entregung des Relais mit einem gesteuerten Schalter (11) versehen ist, mit einem von einem elektronischen Schwellenschalter (12) angesteuerten Halbleiterschaltetelement (14), über das der Strom in einem das Relais (15), einen Messwiderstand (16) und eine Freilaufdiode (21) umfassenden Erregerstromkreis schaltbar ist, wobei während einer Ansteuerung durch den gesteuerten Schalter der dem Erregerstromkreis (15, 16, 21) zugeführte Strom stets dann unterbrochen wird, wenn die am Messwiderstand (16) abfallende und dem Schwellenschalter (12) zugeführte Spannung einem vorgegebenen maximalen Erregerstrom entspricht und der Strom stets vor einem Abfallen des Relais (15) erneut zugeschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Relais (15) und die Freilaufdiode (21) parallel und der Messwiderstand (16) in Reihe mit dem durch die Freilaufdiode (21) und das Relais (15) gebildeten Parallelkreis geschaltet sind und die am Messwiderstand (16) abgegriffene und dem Eingang (18) des Schwellenschalters (12) über eine in Durchlassrichtung geschaltete Diode (22) zugeführte Spannung gleichzeitig einen einerseits am Eingang (18) des Schwellenschalters (12) und andererseits auf Festpotential liegenden Zeitkreis aus einem Kondensator (17) und einem dazu parallelen Widerstand (20) beaufschlagt, der zur erneuten Zuschaltung des Erregerstromes vor einem Abfallen des Relais im wesentlichen die gleiche Zeitkonstante wie das Relais besitzt.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellenschalter ein Schmitt-Trigger (12) ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleiterschaltetelement (14) im Erregerstromkreis zwischen den durch die Freilaufdiode (21) und das Relais (15) gebildeten Parallelkreis und den Messwiderstand (16) geschaltet ist.

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Steuerung eines Relais gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei einer in der DE-OS 24 20 262 beschriebenen Schaltungsanordnung dieser Art ist das Relais in Reihe mit dem Messwiderstand und die Freilaufdiode parallel zu dem aus dem Relais und dem Messwiderstand gebildeten Serienkreis geschaltet. Im diese Elemente aufweisenden Erregerstromkreis liegt ferner das vom elektronischen Schwellenschalter angesteuerte Halbleiterschaltetelement.

Eine sowohl hinsichtlich ihrer Funktion als auch hinsichtlich ihres grundlegenden Aufbaus vergleichbare Schaltungsanordnung ist auch aus der DE-OS 24 47 199 bekannt.

Bei diesen bekannten Schaltungsanordnungen erfolgt sowohl die Abschaltung des Erregerstromes als auch die erneute Zuschaltung dieses Stromes jeweils in Abhängigkeit von der am Messwiderstand abfallenden Messspannung. Durch den Strom-Messwiderstand fliesst im angezogenen Zustand des Relais, insbesondere auch während der Haltephase des Relais, stets ein Strom. Dieser wird zwischen dem Anzugsstrom und einem geringeren Wert, bei dem das Relais gerade noch angezogen bleibt, geschaltet. Sperrt nämlich das Halbleiterschaltetelement, so fliesst aufgrund der in der Relaiswicklung gespeicherten magnetischen Energie über die Freilaufdiode weiterhin ein Strom durch den Messwiderstand. Fällt die am Messwiderstand abgegriffene Spannung auf einen vorgegebenen, minimalen Wert ab, so wird das Halbleiterschaltetelement erneut angesteuert.

Nachteilig ist hierbei, dass der Messwiderstand einerseits in die Relaiszeitkonstante, mit der das Relais anzieht und abfällt, eingeht, und andererseits auch bei gesperrtem Halbleiterschaltetelement vom Relaiswicklungsstrom, nämlich dem über die Frei-

laufdiode fließenden Strom durchflossen wird und somit auch in dieser Haltephase einen Verlustwiderstand darstellt.

Um eine zuverlässige Ansteuerung des Schwellenschalters bei den beiden Schaltpunkten zu gewährleisten, darf der Messwiderstand hierbei nicht zu klein gewählt werden. Ein grösserer Messwiderstand führt nun jedoch wiederum zu einer Veränderung der Relaiszeitkonstanten, mit der der in der Relaiswicklung fließende Strom bei gesperrtem Halbleiterschaltetelement abnimmt. Da hierbei sowohl die Zuschaltung als auch die Abschaltung des Steuerstroms durch das Halbleiterschaltetelement stets über den in der Relaiswicklung fließenden Strom gesteuert wird, und der dazu verwendete Messwiderstand insbesondere auch die Abfallzeitkonstante des Relais mitbestimmt, ist die Dimensionierung der gesamten Schaltung relativ problematisch und führt zu einem relativ aufwendigen Schaltungsaufbau.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die bei äusserst geringer Leistungsaufnahme und einfachem Aufbau unter Aufrechterhaltung einer relativ grossen Versorgungs- spannungsvariabilität praktisch ohne Änderung der vorgegebenen Relaischalteeigenschaften eine zuverlässige Erregerstromsteuerung gewährleistet.

Die Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass die Schaltungsanordnung die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Aufgrund dieser Ausbildung wird eine völlige Entkopplung der Erregerstromabschaltung von der erneuten Erregerstromzuschaltung erreicht, indem die erneute Erregerstromzuschaltung vor dem Abfallen des Relais über den Zeitkreis gesteuert wird und der durch den Messwiderstand fließende, lediglich die Abschaltung des Erregerstromes steuernde Messstrom während der eigentlichen Haltephase des Relais unterbrochen ist. Durch den Messwiderstand fliesst nur bei angesteuertem Halbleiterschaltetelement ein Strom.

Die Zeitkonstante, mit der der durch die Wicklung des Relais und die Freilaufdiode fließende Strom bei gesperrtem Schaltetelement abnimmt, wird durch den Messwiderstand nicht beeinflusst. Die Zeitdauer, nach der der Erregerstrom erneut zugeschaltet wird, ist auf einfachste Weise durch die Zeitkonstante des Zeitgliedes festlegbar, wobei diese Zeitkonstante so gewählt ist, dass die erneute Stromzuschaltung stets vor einem jeweiligen Abfallen des Relais erfolgt. Hierzu muss lediglich die Zeitkonstante des Zeitgliedes im wesentlichen gleich der Zeitkonstante des Relais gewählt werden. Da der Kondensator stets nur bis zu der vorgegebenen, am Messwiderstand abfallenden Spannung, bei der das Halbleiterschaltetelement gesperrt wird, aufgeladen wird, ist unabhängig von der jeweils anliegenden Versorgungsspannung der betreffende Schaltzeitpunkt zur erneuten Zuschaltung des Erregerstromes exakt definiert.

Die Dimensionierung dieser Schaltung ist im Vergleich mit den bekannten Schaltungen äusserst einfach. So können beispielsweise zur Erhöhung der Betriebssicherheit die beiden Schaltpunkte des Schwellenschalters relativ weit auseinanderliegen und hierzu entsprechend der Messwiderstand relativ gross gewählt werden, da dieser Messwiderstand in keinem Falle in die Abfallzeitkonstante des Relais eingeht.

Der Schwellenschalter ist vorteilhafterweise ein Schmitt-Trigger.

Im Hinblick auf einen besonders einfachen Aufbau der Schaltung ist es zweckmässig, dass das Halbleiterschaltetelement im Erregerstromkreis zwischen den durch die Freilaufdiode und das Relais gebildeten Parallelkreis und dem Messwiderstand geschaltet ist.

Bei der erfindungsgemässen Schaltungsanordnung kann es sich z.B. um eine Kleinstlichtschranke handeln, welche je nachdem, ob der Lichtschrankenstrahl unterbrochen ist oder nicht, z.B. den gesteuerten Schalter in den einen oder den anderen Zustand versetzt, um damit das Überwachungsrelais anzusteuern.

Eine weitere wesentliche Vereinfachung des Schaltungsaufbaus ist hierbei dadurch erzielbar, dass der Widerstand des Zeitkreises über den gesteuerten Schalter bei unterbrochenem Lichtschrankenstrahl auf das dem Zeitkreis zugedachte Festpotential gelegt wird, während er bei nicht unterbrochenem Lichtschrankenstrahl ebenfalls über den gesteuerten Schalter an ein solches Potential angelegt wird, bei dem sich das Relais entregt. In diesem Falle genügt ein Eingang des Schwellenschalters, mit dem der Zeitkreis zu verbinden ist.

Es ist jedoch auch beispielsweise die Verwendung eines Schwellenschalters mit zwei negierten Eingängen in UND-Verknüpfung denkbar, bei dem ein Eingang mit dem in Abhängigkeit vom Zustand des Lichtschrankenstrahls gesteuerten Schalter und der andere Eingang mit dem Zeitkreis verbunden ist.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemässen elektronischen Gerätes und

Fig. 2 ein schematisches Schaltbild einer weiteren Ausführungsform.

Der nicht im einzelnen beschriebene Eingangsteil 11 des elektronischen Gerätes kann z.B. eine Lichtschranke sein. Der Eingangsteil 11 ist zweckmässigerweise in MOS-Technik ausgeführt, wodurch es möglich ist, wegen des geringen Leistungsbedarfs die hohe Versorgungsspannung mit Vorwiderständen herunterzuteilen.

Nach Fig. 1 stehen am Ausgang 19 des Eingangsteils entweder das Signal L oder O an, beispielsweise in Abhängigkeit davon, ob sich im Lichtschrankenstrahl ein Hindernis befindet oder nicht. Der Ausgang 19 ist als der eine Pol eines Schaltarms 23 dargestellt, welcher wahlweise — wie dargestellt — an Masse oder an der über einen Widerstand 24 und eine Zener-Diode 25 stabilisierten, von der Versorgungsspannung abgeleiteten Spannung anliegen kann.

An den Ausgang 19 ist über einen Widerstand 20 der Eingang 18 eines Schmitt-Triggers 12 angeschlossen; dessen Ausgang über einen weiteren Widerstand 26 die Basis 13 eines npn-Transistors 14 speist. Der Transistor ist in den Stromkreis eines Relais 15 eingeschaltet, welches einseitig an der Versorgungsspannung von 35 V bis 370 V liegt. Der andere Pol des Relais 15 ist an den Kollektor des Transistors 14 angeschlossen. Der Emitter des Transistors 14 ist über einen Messwiderstand 16 an Masse gelegt. Der Verbindungspunkt zwischen dem Emitter des Transistors 14 und dem Widerstand 16 liegt über eine in der dargestellten Weise gepolte Diode 22 an dem einen Pol eines mit dem anderen Pol geerdeten Kondensators 17 sowie am Eingang 18 des Schmitt-Triggers 12 an.

Die Versorgungsspannung von 35 V bis 370 V wird von einem Gleichrichter 27 geliefert, an dessen Eingang eine Wechselspannung von 42 V —20% bis 240V +20% angelegt werden kann. Die eine Ausgangsklemme des Gleichrichters 27 ist in der dargestellten Weise an Masse gelegt. Ein Kondensator 28 zwischen der Versorgungsspannung und Masse dient der Spannungsglättung.

Die Wirkungsweise der beschriebenen Schaltung nach Fig. 1 wie folgt:

Bei ununterbrochenem Lichtschrankenstrahl möge der Schaltarm 23 am Ausgang des Eingangsteils 11 in der oberen Schaltposition nach der Zeichnung liegen. In diesem Fall liegt über den Widerstand 20 eine positive Spannung am Eingang 18 des Schmitt-Triggers 12 an. Hierdurch möge sich der Schmitt-Trigger in seiner niedrigen Schaltposition befinden, so dass am Ausgang eine so niedrige Spannung anliegt, dass der Transistor 14 über die Basis 13 nichtleitend gemacht ist und das Relais 15 keinen Strom führt. Das Relais 15 befindet sich somit bei in der oberen Schaltposition befindlichen Schaltarm 23 des Eingangsteils 11 im abgefallenen Zustand.

Wird nun ein Hindernis in den Lichtschrankenstrahl ge-

bracht, so möge der Schaltarm 23 in die in der Zeichnung dargestellte untere Position umgeschaltet werden, so dass der Ausgang 19 des Eingangsteils 11 das Massepotential führt. Aufgrund des hierdurch am Eingang 18 des Schmitt-Triggers 12 auftretenden Spannungssprunges schaltet der Schmitt-Trigger 12 von seinem niedrigen in den hohen Spannungszustand, so dass über den Widerstand 26 der Basis 13 des Transistors 14 eine erhöhte Spannung zugeführt wird, die den Transistor 14 in den leitenden Zustand überführt. Durch den Transistor 14 und entsprechend das Relais 15 sowie den Widerstand 16 fliesst somit jetzt ein stetig ansteigender Strom.

Aufgrund des Stromflusses durch den Widerstand 16 entsteht an diesem ein zunehmender Spannungsabfall, welcher über die Diode 22 den Kondensator 17 auflädt. Hierdurch steigt die Spannung am Eingang 18 des Schmitt-Triggers 12 stetig so lange an, bis die Schaltschwelle des Schmitt-Triggers 12 überschritten wird. Nunmehr schaltet — obwohl der Schaltarm 23 in seiner an Masse liegenden Position verbleibt — der Ausgang des Schmitt-Triggers 12 von seinem hohen in den niedrigen Zustand. Der Transistor 14 sperrt nun wieder, und der durch das Relais 15 und den Widerstand 16 fliessende Strom wird unterbrochen. Jetzt entsteht jedoch in dem Relais 15 eine Gegen-EMK, die über eine Freilauf-Diode 21 das magnetische Feld für eine bestimmte Zeit aufrechterhält, so dass das Relais 15 angezogen bleibt.

Die Zeitkonstante des Widerstandes 20 und des Kondensators 17 ist nun so gewählt, dass nach der Unterbrechung des Stroms durch den Widerstand 16 die Spannung am Eingang 18 des Schmitt-Triggers 12 die Schaltschwelle dieses Triggers unterschreitet, bevor der vorgewählte Mittelwert des Stroms durch das Relais 15 unterschritten wird. Dadurch wird der Transistor 14 so rechtzeitig wieder leitend gemacht, dass das Relais 15 aufgrund eines erneuten Stromflusses angezogen bleibt.

Während der Unterbrechung des Stromflusses bei an Masse liegendem Schaltarm 23 entlädt sich also mit anderen Worten der Kondensator 17 über den Widerstand 20 gerade so schnell, dass ein Abfallen des Relais 15 verhindert wird.

Aufgrund der Selbstregelung des Stroms durch das Relais 15 in der Weise, dass einerseits das Relais nicht überlastet wird, andererseits aber auch kein Abfallen erfolgt, wenn der Schaltarm 23 sich an Masse befindet, kann das Gerät mit Spannungen betrieben werden, die sich im Bereich einer Zehnerpotenz, z.B. zwischen 35 V und 370 V bewegen. Auch bei erhöhter Versorgungsspannung schaltet diese Schaltungsanordnung das Relais 15 von der Versorgungsspannung automatisch immer dann ab, wenn der Stromfluss eine vorbestimmte Grösse erreicht hat. Die anschliessende Unterbrechung ist so kurz, dass das Relais 15 während dieser Zeit aufgrund der im magnetischen Feld gespeicherten Energie und der Trägheit des magnetischen Systems angezogen bleibt. Anschliessend wiederholt sich das beschriebene Arbeitsspiel.

Während der Schaltpausen wird also das Relais 15 aufgrund der während des Stromflusses gespeicherten magnetischen Energie in seiner angezogenen Position gehalten.

Die Einschaltdauer des Schalttransistors 14 hängt also u.a. von der Induktivität des Relais 15 und der momentan herrschenden Betriebsspannung ab. Die Stromflusspause wird durch eine konstant eingestellte Zeitkonstante des Kondensators 17 und des Widerstandes 20 bestimmt. Da der Relais-Scheitelstrom bei jeder möglichen Betriebsspannung genau so wie die Induktivität des Relais immer konstant bleibt, ist eine konstante Pausenzeit vorhanden.

Eine weitere Möglichkeit des Konstanthaltens des Relais-Effektiv-Betriebsstromes bei unterschiedlichen Betriebsspannungen zeigt Fig. 2, in der gleiche Bezugswerte entsprechende Teile wie in Fig. 1 bezeichnen.

Nach Fig. 2 ist die Schaltung durch einen pnp-Transistor 29 ergänzt, dessen Emitter mit der hohen Betriebsspannung verbunden ist. Das Relais 15 mit der parallel liegenden Freilauf-

Diode 21 ist vom Kollektor des Transistors 29 über den Widerstand 16 nach Masse gelegt. Der Schalttransistor 14 liegt mit seinem Kollektor über einen Spannungsteiler aus Widerständen 30, 31 an der hohen Spannung, mit seinem Emitter an Masse an. Der Verbindungspunkt der Widerstände 30, 31 ist mit der Basis des pnp-Transistors 29 verbunden.

Auf diese Weise kann am Messwiderstand 16 eine stetig ansteigende und abfallende Spannung entsprechend dem Tastverhältnis des Schalttransistors 14 festgestellt werden. Die ansteigende Spannung entspricht der Stromflussphase bei durchgeschaltetem Transistor 14, die abfallende Spannung entspricht der Sperrphase des Transistors 14. Der über die Freilaufdiode 21 fließende Strom ist hierfür massgebend.

Wird weiterhin der Trigger 12 durch einen solchen mit zwei negierten Eingängen in UND-Verknüpfung ersetzt und die Rückführspannung auf den einen Eingang des Triggers und die Schaltspannung über die Diode 22 auf den anderen Eingang des Triggers gebracht und weiterhin die Hysterese des Triggers so gewählt, dass beim Spannungsmaximum über dem Widerstand 16 der Trigger die Transistorkette ausschaltet und beim Spannungsminimum über dem Widerstand 16 die Transistorkette einschaltet, wird unabhängig von der Betriebsspannung der mittlere Strom durch das Relais konstant gehalten. Die Schaltfrequenz wird hierbei von der Induktivität des Relais 15 und der momentan herrschenden Betriebsspannung bestimmt. Das einzige Erfordernis ist der zusätzliche Transistor 29.

