



(10) **DE 10 2008 018 642 B4** 2017.02.23

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 018 642.2**  
 (22) Anmeldetag: **11.04.2008**  
 (43) Offenlegungstag: **15.10.2009**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **23.02.2017**

(51) Int Cl.: **G01R 19/165 (2006.01)**  
**G01R 15/04 (2006.01)**  
**G01R 35/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Eaton Industries GmbH, 53115 Bonn, DE**

(74) Vertreter:  
**Jostarndt Patentanwalts-AG, 52068 Aachen, DE**

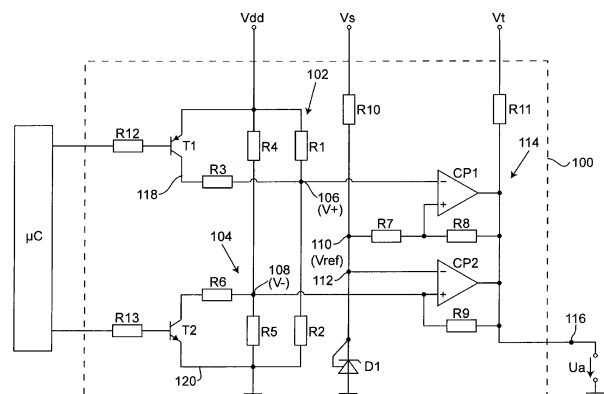
(72) Erfinder:  
**Culca, Horea-Stefan, Dipl.-Ing., 53797 Lohmar, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>101 27 054</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>101 42 011</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>199 27 389</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Überwachungsschaltung und Verfahren zum Prüfen der Schaltung**

(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung zum Überwachen einer Spannung (Vdd), umfassend eine Komparator-schaltung (CP1, CP2), mit der zwei von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleitete Potenziale (V+; V-) mit einem Referenzpotenzial (Vref) vergleichbar sind, um zu überwachen, ob die Spannung (Vdd) zwischen zwei Grenzwerten (Vdd,L; Vdd,H) liegt und eine Fehlspannung festzustellen, dadurch gekennzeichnet, dass die von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleiteten Potenziale (V+; V-) jeweils an einem Spannungsteiler (102; 104) abgegriffen werden, der eine Reihenschaltung aus wenigstens zwei Widerständen (R1, R2; R4, R5) umfasst, wobei ein Widerstand innerhalb wenigstens eines Spannungsteilers (102; 104) derart veränderbar ist, dass eine Fehlspannung simuliert werden kann.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf die Überwachung einer Spannung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Schaltungsanordnung zum Überwachen einer Spannung sowie ein Verfahren zum Überprüfen einer Schaltungsanordnung.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Die Versorgungsspannung bestimmter elektronischer Geräte, wie beispielsweise Mikrocontroller, darf nur eine relativ geringe Abweichung von einem Sollwert aufweisen, um die korrekte Funktion der Geräte sicherzustellen. Daher werden oftmals Überwachungsschaltungen eingesetzt, die überprüfen, ob die Spannung in einem vorgegebenen Intervall um den Sollwert liegt. Bei einer Unter- oder Überspannung werden die Geräte mittels der Überwachungsschaltung in einen sicheren Zustand versetzt. In der Regel bedeutet dies, dass die Geräte beziehungsweise von den Geräten gesteuerte Ausgänge abgeschaltet werden.

**[0003]** Eine Überwachungsschaltung ist in der Regel ein zentraler Bestandteil der Beschaltung von Steuerungseinrichtungen mit sicherheitskritischen Steuerungsaufgaben. Sie dient beispielsweise dazu, Schäden zu vermeiden, die durch eine fehlerhafte Steuerung aufgrund einer zu geringen oder zu hohen Versorgungsspannung verursacht werden könnten. Um eine zuverlässige Spannungsüberwachung zu gewährleisten, muss sichergestellt werden, dass die Überwachungsschaltung selbst störungsfrei arbeitet.

**[0004]** Aus der EP 1 042 679 A1 geht eine Überwachungsschaltung für eine elektrische Spannung hervor, bei der Störungen der Überwachungsschaltung in einem Eigentestmodus erfasst werden. Die Schaltung umfasst zwei Komparatoren, die jeweils ein unteres und ein oberes mittels eines Spannungsteilers aus der zu überwachenden Spannung abgeleitetes Potenzial mit einem Referenzpotenzial vergleichen. Eine Unterspannung wird festgestellt, wenn das untere Potenzial das Referenzpotenzial unterschreitet, und eine Überspannung wird festgestellt, wenn das obere Potenzial das Referenzpotenzial überschreitet. Im Eigentestmodus wird an einen Komparator anstelle des oberen Potenzials eine über einem Grenzwert liegende Speisespannung angelegt, um eine Überspannung zu simulieren. Zudem wird der andere Komparator anstelle des unteren Potenzials mit Massepotenzial verbunden, um eine Unterspannung zu simulieren.

**[0005]** Bei der Überwachungsschaltung wird eine Unterspannung unter Verwendung des Massepotenzials simuliert, was in der Regel einer sehr großen

Abweichung vom unteren Spannungsgrenzwert entspricht. Sehr große Abweichungen kommen jedoch selten vor. Häufig sind es wesentlich geringere Unterspannungen, bei denen der Fehlerfall ausgelöst werden muss. Bei der Simulation der Überspannung besteht das Problem, dass die Speisespannung entweder sehr groß gewählt werden muss, um eine Überspannung zuverlässig zu simulieren, so dass nur der Fall einer sehr hohen Überspannung getestet wird, oder dass die Speisespannung relativ genau auf einen geringeren Wert eingestellt werden muss, was mit einem hohen zusätzlichen Aufwand verbunden ist. Ferner besteht das Problem, dass die Eingangsstufe der Überwachungsschaltung, an der die zu überwachende Spannung anliegt, im Eigentestmodus umgangen wird und daher nicht auf Fehler getestet werden kann.

**[0006]** Die DE 101 27 054 A1 beschreibt eine Spannungsüberwachung, bei der eine Versorgungsspannung mit einem oberen und einem unteren Grenzwert verglichen wird. Hierzu wird eine Komparatorschaltung verwendet, der Spannungen zugeführt werden, die mittels eines Spannungsteilers aus der Versorgungsspannung abgeleitet werden. Diese Spannungen werden von der Komparatorschaltung jeweils mit einer Referenzspannung verglichen. Um die Spannungsüberwachung zu testen, werden die Grenzwerte verzogen, so dass ein Fehler angezeigt wird.

**[0007]** Aus der DE 101 42 011 A1 geht eine Komparatorschaltung zum Überwachen einer Versorgungsspannung auf eine untere und eine obere Grenze hervor. Durch einen Spannungsteiler werden aus der Versorgungsspannung Teilspannungen gewonnen, die mit einer Referenzspannung verglichen werden. Eine Veränderung der Grenzwerte kann durch Integration von Widerständen in dem Spannungsteiler vorgenommen werden.

**[0008]** Die DE 199 27 389 A1 beschreibt eine Schaltung zum Detektieren eines unzulässig hohen Stroms in einer Brückenschaltung mit zwei Transistoren. Hierzu wird die am Verbindungspunkt der Transistoren auftretende Spannung mit einer Vergleichsspannung verglichen. Diese wird an einem Spannungsteiler abgegriffen und kann dadurch verändert werden, dass ein Widerstand innerhalb des Spannungsteilers zugeschaltet wird.

## Zusammenfassung der Erfindung

**[0009]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine realistischere Simulation einer Fehlspannung bei einer Schaltung zum Überwachen einer Spannung zu ermöglichen.

**[0010]** Die Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des

Patentanspruchs 12 gelöst. Ausführungsformen der Schaltungsanordnung und des Verfahrens sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0011]** Nach einem ersten Aspekt der Erfindung ist eine Schaltungsanordnung zum Überwachen einer Spannung vorgesehen. Die Schaltungsanordnung umfasst eine Komparatorschaltung, mit der wenigstens ein von der zu überwachenden Spannung abgeleitetes Potenzial mit einem Referenzpotenzial vergleichbar ist, um eine Fehlspannung festzustellen, wobei eines der Potenziale an einem Spannungsteiler abgegriffen wird, der eine Reihenschaltung aus wenigstens zwei Widerständen umfasst. Die Schaltungsanordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Widerstand innerhalb des Spannungsteilers derart veränderbar ist, dass eine Fehlspannung simuliert werden kann.

**[0012]** Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Überprüfen einer Schaltungsanordnung mit einer Komparatorschaltung vorgeschlagen, mit der wenigstens ein von einer zu überwachenden Spannung abgeleitetes Potenzial mit einem Referenzpotenzial verglichen wird, um eine Fehlspannung festzustellen, wobei eines der Potenziale an einem wenigstens zwei Widerstände umfassenden Spannungsteiler abgegriffen wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Widerstand innerhalb des Spannungsteilers derart verändert wird, dass eine Fehlspannung simuliert wird.

**[0013]** Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass eine Fehlspannung, d. h. eine Überspannung, bei der die zu überwachende Spannung über einem Grenzwert hegt, oder eine Unterspannung, bei der die zu überwachende Spannung unter einem Grenzwert liegt, durch die Veränderung eines Widerstandes innerhalb des Spannungsteilers simuliert werden kann. Insbesondere wird das mit dem Referenzpotenzial zu vergleichende, aus der zu überwachenden Spannung abgeleitete Potenzial oder das Referenzpotenzial derart verändert, dass eine Über- bzw. Unterspannung detektiert wird, wenn die Schaltungsanordnung störungsfrei arbeitet. Dabei ist zur Simulation von Fehlspannungen insbesondere keine Zuschaltung einer weiteren Spannungsquelle erforderlich. Hierdurch wird die Simulation realistischer und kann einfacher durchgeführt werden.

**[0014]** Ferner ermöglicht es die Erfindung, durch eine geeignet gewählte Veränderung des Widerstands innerhalb des Spannungsteilers auch geringe Fehlspannungen zu simulieren. Hierdurch kann geprüft werden, ob bereits eine geringe Fehlspannung gemeldet wird, was zu einer größeren Sicherheit bei der Spannungsüberwachung und zu einer noch realistischeren Simulation einer Fehlspannung führt.

**[0015]** In einer Ausgestaltung der Schaltungsanordnungen und des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers dadurch veränderbar ist, dass ein elektrisch parallel zu einem Widerstand des Spannungsteilers geschalteter Strompfad, der einen weiteren Widerstand umfasst, durch ein Schaltelement geschlossen wird.

**[0016]** Ein Vorteil dieser Ausgestaltung besteht darin, dass der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers besonders einfach verändert werden kann, da lediglich ein Strompfad mit einem Schaltelement und einem Widerstand benötigt wird. Hierbei handelt es sich zudem um unproblematische Bauteile, so dass die Schaltung mit hoher Zuverlässigkeit arbeitet und einfach realisiert werden kann.

**[0017]** Ferner genügt jeweils ein einziges Schaltelement zur Simulation einer Unter- bzw. Überspannung, wodurch Schaltelemente gegenüber der eingangs beschriebenen Schaltungsanordnung eingespart werden können.

**[0018]** In einer alternativen Ausgestaltung der Schaltungsanordnungen und des Verfahrens umfasst der Spannungsteiler wenigstens drei in Reihe geschaltete Widerstände, und der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers ist dadurch veränderbar, dass wenigstens ein Widerstand des Spannungsteilers mittels eines Schaltelements überbrückt wird.

**[0019]** Diese Ausgestaltung weist ebenfalls die zuvor genannten Vorteile auf. Die Überbrückung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein parallel zu dem Widerstand geschalteter Strompfad mittels des Schaltelements geschlossen wird.

**[0020]** Die vorgeschlagene Schaltungsanordnung eignet sich zum Überwachen, ob die Spannung zwischen zwei vorgegebenen Grenzwerten, d. h., in einem vorgegeben Intervall, liegt.

**[0021]** Eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung und des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass mit der Komparatorschaltung zwei von der zu überwachenden Spannung abgeleitete Potenziale mit einem Referenzpotenzial vergleichbar sind, um zu Überwachen, ob die Spannung zwischen zwei Grenzwerten liegt, wobei die von der zu überwachenden Spannung abgeleiteten Potenziale jeweils an einem Spannungsteiler abgegriffen werden, der eine Reihenschaltung aus wenigstens zwei Widerständen umfasst, und wobei innerhalb wenigstens eines Spannungsteilers ein Widerstand derart veränderbar ist, dass eine Fehlspannung simuliert werden kann.

**[0022]** Eine derartige Konfiguration der Schaltungsanordnung erlaubt eine besonders einfache Überprüfung, ob die zu überwachende Spannung zwi-

schen zwei Grenzwerten, insbesondere zwischen einem unteren und einem oberen Grenzwert liegt.

**[0023]** Eine Ausführungsform der Schaltungsanordnung und des Verfahrens beinhaltet, dass ein unteres von der zu überwachenden Spannung abgeleitetes Potenzial an einem ersten Spannungsteiler abgreifbar ist und mit dem Referenzpotenzial vergleichbar ist, um zu prüfen, ob eine Unterspannung vorliegt, bei der das untere Potenzial kleiner als das Referenzpotenzial ist.

**[0024]** Bei einer verbundenen Ausführungsform der Schaltungsanordnung und des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Widerstand des ersten Spannungsteilers derart veränderbar ist, dass das untere Potenzial auch dann kleiner als das Referenzpotenzial ist, wenn die zu überwachende Spannung zwischen den Grenzwerten liegt.

**[0025]** Die zuvor genannten Ausführungsformen haben den Vorteil, dass eine Unterspannung als Unterfall einer Fehlspannung gezielt festgestellt und simuliert werden kann.

**[0026]** Bei der Simulation einer Unterspannung wird das untere Potenzial durch eine geeignete Veränderung des Widerstands des ersten Spannungsteilers so eingestellt, dass es auch dann kleiner als das Referenzpotenzial ist, wenn die zu überwachende Spannung zwischen den Grenzwerten liegt. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine Unterspannung unabhängig von dem vorliegenden Wert der zu überwachenden Spannung simuliert werden kann.

**[0027]** Eine weitere Ausgestaltung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass ein oberes von der zu überwachenden Spannung abgeleitetes Potenzial an einem zweiten Spannungsteiler abgreifbar ist und mit dem Referenzpotenzial vergleichbar ist, um zu prüfen, ob eine Überspannung vorliegt, bei der das obere Potenzial größer als das Referenzpotenzial ist.

**[0028]** Eine verbundene Ausgestaltung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstand des zweiten Spannungsteilers derart veränderbar ist, dass das obere Potenzial auch dann kleiner als das Referenzpotenzial ist, wenn die zu überwachende Spannung zwischen den Grenzwerten liegt.

**[0029]** Die zuvor genannten Ausführungsformen haben den Vorteil, dass eine Überspannung als ein weiterer Unterfall einer Fehlspannung gezielt festgestellt und simuliert werden kann.

**[0030]** Bei der Simulation einer Überspannung wird das untere Potenzial durch eine geeignete Veränderung des Widerstands des ersten Spannungsteilers

so eingestellt, dass es auch dann größer als das Referenzpotenzial ist, wenn die zu überwachende Spannung zwischen den Grenzwerten liegt. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine Überspannung unabhängig von dem vorliegenden Wert der zu überwachenden Spannung simuliert werden kann.

**[0031]** Bei einer Weiterbildung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens ist vorgesehen, dass im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang der Komparatorschaltung ein erstes Steuerschaltenelement in einem Steuerstromkreis ansteuerbar ist, mit dem eine Energieversorgung zum Steuern eines Ausgangs eines Steuergeräts unterbrochen werden kann, und wobei ein Abgriff ist, an dem eine Unterbrechung der Energieversorgung bei Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

**[0032]** Diese Weiterbildung weist die Besonderheit auf, dass bei der Simulation einer Fehlspannung eine Energieversorgung für ein Steuerschaltenelement zum Schalten eines Ausgangs eines Steuergeräts erfassbar ist, die im Falle einer Fehlspannung beeinflusst werden soll. Insbesondere ist die Energieversorgung im Falle einer Fehlspannung abschaltbar, so dass der Ausgang des Steuergeräts ebenfalls abgeschaltet und damit in einen sicheren Zustand gebracht wird. Bei dieser Weiterbildung besteht der Vorteil, dass bei der Simulation der Fehlspannung nicht nur die Überwachungs- beziehungsweise Komparatorschaltung allein getestet wird, sondern auch die korrekte Funktion nachgeschalteter Elemente.

**[0033]** Eine weitere Ausgestaltung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang der Komparatorschaltung ein erstes Steuerschaltenelement in einem Steuerstromkreis eines Relais abschaltbar ist, wobei mit dem Relais ein erster Ausgang eines Steuergeräts schaltbar ist, und dass der Steuerstromkreis mit einer Messeinrichtung verbunden ist, mit der ein Steuerstrom des Relais bei Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

**[0034]** Bei dieser Ausgestaltung ist bei der Simulation einer Fehlspannung der Steuerstrom des Relais erfassbar ist, der im Falle einer Fehlspannung beeinflusst werden soll. Insbesondere ist der Steuerstrom des Relais bei einer Fehlspannung abschaltbar, so dass der von dem Relais geschaltete Ausgang des Steuergeräts ebenfalls abgeschaltet und damit in einen sicheren Zustand gebracht wird.

**[0035]** Zudem ist bei einer Ausgestaltung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens vorgesehen, dass im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang der Komparatorschaltung ein zweites Steuerschaltenelement zur Ansteuerung eines Halbleiterschalters abschaltbar ist, mit dem eine Versorgungsspannung zur Steuerung eines zweiten Ausgangs

des Steuergeräts steuerbar ist, und dass ein Abgriff vorgesehen ist, an dem die Steuerspannung bei der Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

**[0036]** Bei dieser Ausgestaltung ist ein Halbleiterschalter, beispielsweise ein Transistor, vorgesehen, um eine Spannung zur Steuerung eines Ausgangs des Steuergeräts zu steuern. Bei einer Fehlspannung wird die Spannungsversorgung zur Steuerung des Ausgangs insbesondere abgeschaltet, so dass der Ausgang abgeschaltet und damit in einen sicheren Zustand gebracht wird. Bei der Simulation einer Fehlspannung wird in der zuvor genannten Ausführungsform die Steuerspannung des Ausgangs erfasst. Hierdurch kann gleichfalls sichergestellt werden, dass über die Überwachungs- beziehungsweise Komparatorschaltung hinaus weitere Bauteile geprüft werden können.

**[0037]** Der Steuerstrom des Relais beziehungsweise die Steuerspannung des Ausgangs wird beispielsweise mittels eines Mikrocontrollers des Steuergeräts ausgewertet, um zu prüfen, ob das Relais beziehungsweise der Ausgang bei der Simulation einer Fehlspannung in einen sicheren Zustand geschaltet wird. Ist dies nicht der Fall, wird eine Störung der Schaltungsanordnung festgestellt.

**[0038]** Eine weitere Ausgestaltung der Schaltungsanordnung und des Verfahrens beinhaltet, dass die Komparatorschaltung zwei Komparatoren umfasst, welche Open-Collector-Ausgänge aufweisen, welche in einer Open-Collector-Schaltung verknüpft sind, die eine Ausgangsspannung der Komparatorschaltung erzeugt.

**[0039]** Anhand der Open-Collector-Schaltung ist eine besonders einfache Verknüpfung der Komparatorausgänge möglich. Innerhalb der Open-Collector-Schaltung sind die Open-Collector-Ausgänge der Komparatoren mit einem Ausgang der Komparatorschaltung sowie über einen Widerstand mit einem Potenzial verbunden.

**[0040]** Die zuvor genannten und weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung werden auch anhand der Ausführungsbeispiele deutlich, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben werden.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0041]** Von den Figuren zeigt:

**[0042]** Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer Überwachungsschaltung nach der Erfindung und

**[0043]** Fig. 2 ein schematisches Schaltbild zur Veranschaulichung eines Einsatzes der in Fig. 1 darge-

stellten Überwachungsschaltung in einem Steuergerät.

Ausführliche Darstellung von Ausführungsbeispielen

**[0044]** In Fig. 1 ist eine Überwachungsschaltung **100** zum Überwachen einer Spannung Vdd mittels einer Komparatorschaltung dargestellt.

**[0045]** Die Spannung Vdd liegt über einem ersten Spannungsteiler **102** an, der durch eine Reihenschaltung der Widerstände R1 und R2 gebildet wird, und wird an dem Spannungsteiler **102** derart geteilt, dass an einem Abgriff **106** zwischen den beiden Widerständen R1, R2 das elektrische Potenzial V+ vorliegt.

**[0046]** Elektrisch parallel zu dem ersten Spannungsteiler **102** ist ein zweiter Spannungsteiler **104** geschaltet, der eine Reihenschaltung der Widerstände R4 und R5 umfasst. An dem Spannungsteiler **104** wird die Spannung Vdd so geteilt, dass an einem Abgriff **108** zwischen den Widerständen R4, R5 das elektrische Potenzial den Wert V- annimmt.

**[0047]** Die Komparatorschaltung umfasst zwei Komparatoren CP1 und CP2, deren Ausgänge die Zustände "high" und "low" annehmen können und die nach Art eines Fensterkomparators geschaltet sind. Dabei ist der invertierende Eingang des Komparators CP1 mit dem Abgriff **106** des Spannungsteilers **102** verbunden, so dass dort das elektrische Potenzial V+ anliegt. Der nicht-invertierende Eingang ist über einen Widerstand R7 mit dem Punkt **110** verbunden, an dem ein Referenzpotenzial Vref vorliegt.

**[0048]** Ferner ist der Ausgang des Komparators CP1 über einen Widerstand R8 auf den nicht-invertierenden Eingang rückgekoppelt. Hierdurch wird eine Mitkopplung erreicht, die zu einer Schalthysterese führt. Die Schalthysterese wird durch die Widerstände R7 und R8 bestimmt und verhindert ein fortwährendes Umschwingen des Komparators CP1, wenn das Potenzial V+ mit geringen Ausschlägen um den Wert des Referenzpotenzials Vref pendelt.

**[0049]** Der invertierende Eingang des zweiten Komparators CP2 ist mit dem Punkt **112** verbunden, an dem gleichfalls das Referenzpotenzial Vref vorliegt. Der nicht-invertierende Eingang ist mit dem Abgriff **108** des Spannungsteilers **104** verbunden, an dem das elektrische Potenzial V- vorliegt.

**[0050]** Eine Mitkopplung wird dadurch erreicht, dass der Ausgang des Komparators CP2 über einen Widerstand R9 auf den nicht-invertierenden Eingang rückgekoppelt ist. Hierdurch ergibt sich auch bei dem Komparator CP2 eine Schalthysterese, die durch den Widerstand R9 bestimmt wird. Die Schalthysterese verhindert, dass der Komparatoren CP2 fortwährend umschwingt, wenn das Potenzial V- mit geringen

Ausschlägen um den Wert des Referenzpotenzials  $V_{ref}$  pendelt.

**[0051]** Grundsätzlich kann auf die Schalthysterese bei dem Komparator CP1 und/oder bei dem Komparator CP2 verzichtet werden, ohne das Funktionsprinzip der Überwachungsschaltung **100** als solches zu beeinträchtigen. Bei dem Komparator CP1 fällt der Rückkopplungszweig mit dem Widerstand R8 weg, wenn auf die Hysterese verzichtet wird. Zudem kann auf den Widerstand R7 verzichtet und eine direkte Verbindung zwischen dem nicht-invertierenden Eingang des Komparators CP1 und dem Punkt **110** vorgesehen werden. Bei dem Komparator CP2 fällt der Rückkopplungszweig mit dem Widerstand R9 weg, wenn keine Hysterese gewünscht ist.

**[0052]** Das Referenzpotenzial  $V_{ref}$  wird in der dargestellten Ausführungsform der Überwachungsschaltung **100** mittels einer möglichst genauen Zenerdiode D1 aus einer Versorgungsspannung  $V_s$  abgeleitet. In einfacher Weise wird hierdurch sichergestellt, dass das Referenzpotenzial  $V_{ref}$  auch bei schwankender Versorgungsspannung  $V_s$  mit hoher Genauigkeit auf einen vorgegebenen Wert eingestellt werden kann. Das bedeutet, dass die Versorgungsspannung  $V_s$  Schwankungen unterworfen sein kann, ohne die Funktionen oder Zuverlässigkeit der Überwachungsschaltung **100** zu beeinträchtigen.

**[0053]** Die Versorgungsspannung  $V_s$  liegt über einer Reihenschaltung aus der Zenerdiode D1 und einem Widerstand R10 an, wobei die Zenerdiode D1 zwischen den Widerstand R10 und Massepotenzial geschaltet ist. Das an den Punkten **110** und **112** zwischen der Zenerdiode D1 und dem Widerstand R10 vorliegende Referenzpotenzial  $V_{ref}$  entspricht somit der über der Zenerdiode D1 abfallenden Spannung.

**[0054]** Ohne Berücksichtigung der Schalthysterese ist der Ausgang des Komparators CP1 auf "high" geschaltet, solange das Potenzial  $V_+$  kleiner als das Referenzpotenzial  $V_{ref}$  ist. Der Komparator CP1 schaltet den Ausgang auf "low", wenn das Potenzial  $V_+$  den Wert des Referenzpotenzials  $V_{ref}$  überschreitet. Dies ist der Fall, wenn die zu überwachende Spannung  $V_{dd}$  den Wert

$$V_{dd,H} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot V_{ref} \quad (1)$$

überschreitet. Berücksichtigt man die Hysterese, dann ergibt sich ein abweichender, höherer Wert, der auch von den Widerständen R7 und R8 abhängt. Die Abweichung und damit auch die Schalthysterese ist desto geringer, je kleiner das Verhältnis  $R_7/R_8$  der Widerstand R7 und R8 ist.

**[0055]** Am Ausgang des Komparators CP2 liegt ohne Berücksichtigung der Schalthysterese der Zustand "high" vor, solange das Potenzial  $V_-$  größer

als das Referenzpotenzial  $V_{ref}$  ist. Der Ausgang des Komparators CP2 schaltet in den Zustand "low" um, wenn das Potenzial  $V_-$  den Wert des Referenzpotenzials  $V_{ref}$  unterschreitet. Man berechnet, dass dies der Fall ist, wenn die zu überwachende Spannung  $V_{dd}$  den Wert

$$V_{dd,L} = \left(1 + \frac{R_4}{R_5}\right) \cdot V_{ref} \quad (2)$$

unterschreitet. Berücksichtigt man die Hysterese, ist der zu unterschreitende Wert geringer und hängt zusätzlich von dem Widerstand R9 ab. Je größer der Widerstand R9 ist, desto geringer ist dabei die Abweichung von dem in Gleichung (2) angegebenen Wert  $V_{dd,L}$  und damit auch die Schalthysterese.

**[0056]** Bei der dargestellten Schaltung sind die Ausgänge der beiden Komparatoren CP1, CP2 auf "high" geschaltet, solange die zu überwachende Spannung  $V_{dd}$  zwischen den Werten  $V_{dd,L}$  und  $V_{dd,H}$  liegt. Diese entsprechen den vorgesehenen Grenzwerten der Spannung  $V_{dd}$  und werden durch eine geeignete Wahl der Widerstände R1, R2, R4, R5 sowie des Referenzpotenzials  $V_{ref}$  eingestellt.  $V_{dd,L}$  ist dabei der untere Grenzwert und  $V_{dd,H}$  der obere. Liegt eine Fehlspannung vor, dann schaltet einer der Komparatoren CP1, CP2 den Ausgang auf "low". Im Falle einer Überspannung ist dies der Komparator CP1 und bei Unterspannung der Komparator CP2.

**[0057]** Werden die Ausgänge der Komparatoren CP1, CP2 durch eine ODER-Schaltung miteinander verknüpft, dann kann am Ausgang dieser Schaltung eine Fehlspannung festgestellt werden.

**[0058]** Bei der in **Fig. 1** dargestellten Schaltung ist hierzu eine Open-Collector-Schaltung **114** vorgesehen, in der so genannte Open-Collector-Ausgänge der Komparatoren CP1, CP2 genutzt werden. Im Zustand "low" sind diese Ausgänge mit Massepotenzial verbunden, im Zustand "high" ist die Verbindung zum Massepotenzial unterbrochen. In der Open-Collector-Schaltung sind die Ausgänge der Komparatoren CP1, CP2 über einen Pull-Up-Widerstand mit einem Potenzial  $V_t$  verbunden. Dieses ist vorzugsweise positiv und kann beispielsweise der zu überwachenden Spannung  $V_{dd}$  oder der Versorgungsspannung  $V_s$  entsprechen, so dass keine weitere Spannung erzeugt werden muss. Gleichfalls könnte hier jedoch auch ein anderes Potenzial vorgesehen sein. Ferner sind die Ausgänge der Komparatoren CP1, CP2 mit dem Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** verbunden. Zwischen dem Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** und Massepotenzial kann eine Ausgangsspannung  $U_a$  der Überwachungsschaltung **100** erfasst werden.

**[0059]** Wenn die zu überwachende Spannung  $V_{dd}$  zwischen den Grenzwerten  $V_{dd,L}$  und  $V_{dd,H}$  liegt, dann ist die Ausgangsspannung  $U_a$  von null verschie-

den. Insbesondere ist die Ausgangsspannung  $U_a$  im Zustand "high", in dem am Ausgang der Überwachungsschaltung **100** ein positives elektrisches Potenzial vorliegt. Sobald eine Fehlspannung vorliegt und einer der Komparatoren CP1, CP2 den Ausgang **109**, **113** auf "low" schaltet, nimmt die Ausgangsspannung  $U_a$  Zustand "low" an, in dem der Ausgang **116** der Überwachungsschaltung in der dargestellten Ausgestaltung auf Massepotenzial liegt. Durch die Ausgangsspannung  $U_a$  kann daher beispielsweise ein Sicherheitsmechanismus gesteuert werden, der im Falle einer Fehlspannung eingreift.

**[0060]** Die dargestellte Überwachungsschaltung **100** kann in einem Testmodus betrieben werden, um Störungen festzustellen. Im Testmodus kann ein Widerstand des Spannungsteilers **102** derart verändert werden, dass sich ein veränderter oberer Grenzwert  $V_{dd,Htest}$  ergibt, den die Spannung  $V_{dd}$  auch dann überschreitet, wenn keine Überspannung vorliegt. Hierzu wird zweckmäßigerweise ein mit hohem elektrischen Potenzial verbundener Widerstand des Spannungsteilers **102**, der im normalen Betrieb der Überwachungsschaltung **100** durch den Widerstand  $R_1$  gebildet wird, vergrößert. Hierdurch wird erreicht, dass sich das Potenzial  $V_+$  am Punkt **106** vergrößert.

**[0061]** Gleichermaßen kann ein Widerstand des Spannungsteilers **104** so verändert werden, dass sich ein veränderter unterer Grenzwert  $V_{dd,Ltest}$  ergibt, den die Spannung  $V_{dd}$  auch dann unterschreitet, wenn keine Unterspannung vorliegt. Hierzu wird zweckmäßigerweise ein mit niedrigem elektrischen Potenzial verbundener Widerstand des Spannungsteilers **104**, der im normalen Betrieb der Überwachungsschaltung **100** durch den Widerstand  $R_5$  gebildet wird, vergrößert. Hierdurch wird erreicht, dass sich das Potenzial  $V_-$  am Punkt **108** verringert.

**[0062]** Mit den veränderten Grenzwerten  $V_{dd,Htest}$  und  $V_{dd,Ltest}$  werden Fehlspannungen simuliert, um zu prüfen, ob diese von der Schaltung gemeldet werden. Ist dies jeweils der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass die Schaltung einwandfrei funktioniert.

**[0063]** Zur Veränderung eines Widerstandes des Spannungsteilers **102** ist ein Strompfad **118** parallel zu dem Widerstand  $R_1$  geschaltet. Der Strompfad **118** umfasst die Reihenschaltung eines Widerstands  $R_3$  und eines steuerbaren Schaltelements  $T_1$ , mit dem der Strompfad **118** geschlossen werden kann. Das Schaltelement  $T_1$  wird von einem Mikrocontroller  $\mu C$  gesteuert. In der dargestellten Ausführungsform handelt es sich bei dem Schaltelement  $T_1$  um einen Transistor, dessen Steueranschluss dem Basisanschluss entspricht, der über einen Vorwiderstand  $R_{12}$  angesteuert wird. Alternativ können jedoch auch andere dem Fachmann bekannte steuerbare Schaltelemente eingesetzt werden.

**[0064]** Zur Simulation einer Überspannung schließt der Mikrocontroller  $\mu C$  den Strompfad **118** mittels des Schaltelements  $T_1$ , wodurch sich das elektrische Potenzial  $V_+$  an dem Punkt **106** verändert. Ohne Berücksichtigung der Schalthysterese des Komparators CP1 und bei Vernachlässigung des Spannungsabfalls über dem Schaltelement  $T_1$  ergibt sich hierdurch der veränderte obere Grenzwert

$$V_{dd,Htest} = 1 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2 \cdot (R_1 + R_3)} \cdot V_{ref} = V_{dd,H} - \frac{R_1^2}{R_2 \cdot (R_1 + R_3)} \cdot V_{ref} \quad (3)$$

der kleiner als  $V_{dd,H}$  ist und im Folgenden auch als obere Testschwelle bezeichnet wird. Der Widerstand  $R_3$  wird so dimensioniert, dass die Spannung  $V_{dd}$  die obere Testschwelle  $V_{dd,Htest}$  auch dann überschreitet, wenn sie sich innerhalb des erlaubten Bereichs, d. h. zwischen dem oberen Grenzwert  $V_{dd,H}$  und dem unteren Grenzwert  $V_{dd,L}$ , befindet.

**[0065]** Parallel zu dem Widerstand  $R_5$  des Spannungsteilers **104** ist ein Strompfad **120** geschaltet, der eine Reihenschaltung eines Widerstands  $R_6$  und eines steuerbaren Schaltelements  $T_2$  umfasst. Das Schaltelement  $T_2$  wird ebenfalls von dem Mikrocontroller  $\mu C$  gesteuert und ist in der dargestellten Ausführungsform als Transistor mit einem als Basis ausgestalteten Steueranschluss dargestellt. Die Ansteuerung erfolgt bei der dargestellten Ausgestaltung über einen Vorwiderstand  $R_{13}$ . Selbstverständlich können jedoch anstelle eines Transistors auch andere dem Fachmann bekannte Schaltelemente verwendet werden.

**[0066]** Zur Simulation einer Unterspannung wird das Schaltelement  $T_2$  von dem Mikrocontroller  $\mu C$  geschlossen, so dass der Widerstand  $R_6$  parallel zu dem Widerstand  $R_5$  des Spannungsteilers **104** geschaltet wird und sich das elektrische Potenzial  $V_-$  am Punkt **108** verändert. Ohne Berücksichtigung der Schalthysterese des Komparators CP2 und bei Vernachlässigung des Spannungsabfalls über dem Schaltelement  $T_2$  ergibt sich hierdurch der veränderte untere Grenzwert

$$V_{dd,Ltest} = \left(1 + \frac{R_4}{R_5} + \frac{R_4}{R_6}\right) \cdot V_{ref} = V_{dd,L} + \frac{R_4}{R_6} \cdot V_{ref} \quad (4)$$

der größer als  $V_{dd,L}$  ist und im Folgenden auch als untere Testschwelle bezeichnet wird. Der Widerstand  $R_6$  wird dabei so dimensioniert, dass die Spannung  $V_{dd}$  die untere Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$  auch dann unterschreitet, wenn sie sich innerhalb des erlaubten Bereichs befinden.

**[0067]** In der dargestellten Ausgestaltung werden somit die Widerstände in den Spannungsteilern **102** und **104** durch die Parallelschaltung von Strompfaden **118** und **120** zu Widerständen  $R_1$  und  $R_5$  verändert, um Fehlspannungen zu simulieren. In einer nicht

dargestellten Ausführungsform kann es gleichfalls vorgesehen sein, dass die Spannungsteiler **102**, **104** jeweils wenigstens drei Widerstände umfassen, wobei wenigstens ein Widerstand mittels eines Schaltelements überbrückt werden kann. Hierdurch wird der entsprechende Widerstand verringert und der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers mithin geändert.

**[0068]** Überspannung und Unterspannung werden in einer Ausführungsform nacheinander simuliert. Ausgehend vom normalen Betrieb der Schaltung wird dabei zunächst eine Art der Fehlspannung simuliert und nachfolgend die andere, wobei jeweils geprüft wird, ob die Schaltung eine Fehlspannung meldet.

**[0069]** Hierbei wird die obere Testschwelle  $V_{dd,Htest}$  durch eine geeignete Dimensionierung des Widerstands  $R_3$  vorzugsweise so eingestellt, dass sie in etwa den Wert des unteren Grenzwerts  $V_{dd,L}$  hat. Insbesondere kann die obere Testschwelle  $V_{dd,Htest}$  so eingestellt werden, dass sie nicht größer als der untere Grenzwert  $V_{dd,L}$  ist und vorzugsweise knapp unter dem unteren Grenzwert  $V_{dd,L}$  liegt. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Ausgang des für die Überwachung des oberen Grenzwerts vorgesehenen Komparators CP1 auf "low" schaltet, wenn vor der Simulation keine Fehlspannung gemeldet wurde. In diesem Fall ist die Spannung  $V_{dd}$  nämlich größer als der untere Grenzwert  $V_{dd,L}$ , sofern die Schaltung störungsfrei arbeitet.

**[0070]** Analog wird die untere Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$  durch eine geeignete Dimensionierung des Widerstands  $R_6$  so eingestellt, dass sie in etwa dem oberen Grenzwert  $V_{dd,H}$  entspricht. Insbesondere kann die untere Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$  so eingestellt werden, dass sie nicht kleiner als der obere Grenzwert  $V_{dd,H}$  ist und vorzugsweise knapp über dem oberen Grenzwert  $V_{dd,H}$  liegt. Bei einer derartigen Wahl der Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$  wird gewährleistet, dass der Ausgang des für die Überwachung des unteren Grenzwerts vorgesehenen Komparators CP2 auf "low" schaltet, wenn vor der Simulation keine Fehlspannung detektiert worden ist. Sofern die Schaltung keine Störung aufweist, ist die Spannung  $V_{dd}$  in diesem Fall nämlich kleiner als der oberer Grenzwert  $V_{dd,H}$ .

**[0071]** Gleichfalls kann es vorgesehen sein, den Fehlerfall dadurch zu simulieren, dass gleichzeitig beide Schaltelemente T1 und T2 geschlossen werden. Dies entspricht einer zeitgleichen Simulation einer Über- und Unterspannung. Die Testschwellen  $V_{dd,Htest}$  und  $V_{dd,Ltest}$  können in diesem Fall in etwa den gleichen Wert aufweisen, wobei die obere Testschwelle  $V_{dd,Htest}$  nicht größer sein sollte als die untere Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$ , so dass sichergestellt ist, dass die Spannung  $V_{dd}$  entweder größer als die obere Testschwelle  $V_{dd,Htest}$  oder kleiner als die

untere Testschwelle  $V_{dd,Ltest}$  ist und der Ausgang eines der Komparatoren CP1, CP2 auf "low" schaltet, sofern die Schaltung nicht gestört ist. Insbesondere kann eine gleichzeitige Simulation einer Über- und Unterspannung dann vorgenommen werden, wenn die Ausgänge der Komparatoren CP1, CP2 unabhängig voneinander überwacht werden, was in einer alternativen Ausgestaltung der Schaltungsanordnung, die in den Figuren nicht dargestellt ist, ebenfalls möglich ist.

**[0072]** Fig. 2 veranschaulicht den Einsatz der zuvor beschriebenen Überwachungsschaltung **100** in einem Steuergerät mit sicheren Ausgängen QR und QS und zur Steuerung von Anlagen oder Geräten, wie beispielsweise Motoren. Die Ausgänge werden von einem oder mehreren Mikrocontrollern gesteuert, um Steuerungsaufgaben auszuführen. Bei einem der Mikrocontroller kann es sich um den für die Simulation von Fehlspannungen vorgesehenen Mikrocontroller  $\mu C$  handeln. Zusätzlich können weitere Mikrocontroller vorgesehen sein, die in der Figur nicht dargestellt sind. Bei der zu überwachenden Spannung  $V_{dd}$  kann es sich beispielsweise um die Versorgungsspannung der in dem Steuergerät enthaltenen Mikrocontroller handeln. Üblicherweise muss diese bei Mikrocontrollern z. B. zwischen 4,5 V und 5,5 V liegen, um eine einwandfreie Funktion der Mikrocontroller zu gewährleisten.

**[0073]** Die Anschlüsse **126a** und **126b** des Ausgangs QR können an einen Lastkreis angeschlossen werden, der mittels eines Relais S gesteuert, insbesondere ein- und abgeschaltet werden kann. Das Relais S wird durch ein steuerbares Schaltelement T3 gesteuert, das innerhalb eines Steuerstromkreises **130** in Reihe mit dem Relais S geschaltet ist, wobei über der Reihenschaltung die Versorgungsspannung  $V_s$  des Steuergeräts anliegt. Bei dem Schaltelement T3 handelt es sich in der dargestellten Ausgestaltung wiederum um einen Transistor. Andere dem Fachmann bekannte steuerbare Schaltelemente können jedoch gleichfalls eingesetzt werden.

**[0074]** Solange das Schaltelement T3 eingeschaltet ist, fließt ein Strom durch das Relais S, so dass der Lastkreis am Ausgang QR geschlossen ist. Beim Abschalten des Schaltelements T3 wird der durch das Relais S fließende Steuerstrom unterbrochen, so dass das Relais S abgeschaltet wird. Hierdurch wird der Ausgang QR abgeschaltet, das heißt, der Lastkreis unterbrochen. Das Schaltelement T3 kann über einen Vorwiderstand  $R_{15}$  mit einem Steuersignal beaufschlagt werden, das über einen Anschluss **122** bereitgestellt wird. Dieser ist mit den Mikrocontrollern des Steuergeräts verbunden, um die vorgesehenen Steuerungsaufgaben durchzuführen.

**[0075]** Der Ausgang QS wird mittels eines Ausgangstreibers **132** gesteuert, der in der dargestell-



ten Ausgestaltung zwei Ausgangsanschlüsse **128a**, **128b** aufweist. Im allgemeinen kann eine beliebige Anzahl von Ausgangsanschlüssen vorgesehen werden; üblich sind insbesondere vier Ausgangsanschlüsse. Der Ausgangstreiber **132** wird über Steueranschlüsse **129a**, **b** von den Mikrocontrollern des Steuergeräts gesteuert, um die vorgesehenen Steuerungsaufgaben auszuführen. Die Energieversorgung des Ausgangstreibers **132** wird über den Versorgungskreis **142** bereitgestellt wird. Der Versorgungskreis **142** umfasst einen Versorgungstransistor T, bei dem es sich beispielsweise um einen MOSFET handelt. Über den Versorgungstransistor T wird dem Ausgangstreiber **132** eine Versorgungsspannung zugeführt, bei der es sich ebenfalls um die Versorgungsspannung  $V_s$  des Steuergeräts handeln kann. Wenn der Versorgungstransistor T abgeschaltet wird, dann wird die Spannungsversorgung des Ausgangstreibers **132** unterbrochen und der Ausgang QS abgeschaltet. Der Versorgungstransistor T wird durch ein Schaltelement T4 gesteuert, wobei der Anschluss des Versorgungstransistors T, das heißt, bei Verwendung eines MOSFETS dessen Gateanschluss, über einen Widerstand R14 mit der Versorgungsspannung  $V_s$  und über das Schaltelement T4 mit Massepotenzial verbunden ist. Das Schaltelement T4 ist in der dargestellten Ausgestaltung wiederum als Transistor ausgeführt; andere dem Fachmann bekannte steuerbare Schaltelemente können jedoch gleichermaßen verwendet werden.

**[0076]** Bei dem Versorgungstransistor T handelt es sich in der dargestellten Ausgestaltung um einen p-Kanal-MOSFET. Solange das Schaltelement T4 eingeschaltet ist, besteht eine Spannung zwischen dem Gateanschluss und dem Sourcekontakt, so dass der Versorgungstransistor T eingeschaltet ist. Im eingeschalteten Zustand wird der Ausgangstreiber **132** über den Versorgungstransistor T mit Energie versorgt. Sobald das Schaltelement T4 ausgeschaltet wird, sinkt die Spannung zwischen dem Gateanschluss und dem Sourcekontakt, und der Versorgungstransistor T geht in den Sperrzustand über. Hierdurch wird die Spannungsversorgung des Ausgangstreibers **132** unterbrochen, so dass der Ausgang QS bzw. die Ausgangsanschlüsse **128a**, **b** abgeschaltet werden. Wie das Schaltelement T3 kann das Schaltelement T4 über einen Vorwiderstand R16 mit einem Steuersignal beaufschlagt werden, das über einen Anschluss **136** bereitgestellt wird, der mit den Mikrocontrollern des Steuergeräts verbunden ist, um den Ausgang QS zu schalten.

**[0077]** Überschreitet die zu überwachende Spannung  $V_{dd}$  den vorgegebenen oberen Grenzwert oder unterschreitet sie den vorgegebenen unteren Grenzwert, dann werden die Ausgänge QR und QS abgeschaltet. Um dies zu erreichen, sind die Steueranschlüsse der Schaltelemente T3 und T4 über eine Ausgangsstufe mit dem Ausgang **116** der in **Fig. 1**

dargestellten Überwachungsschaltung **100** verbunden. Über die Ausgangsstufe werden die Schaltelemente T3 und T4 abgeschaltet, wenn eine Fehlspannung vorliegt, das heißt, wenn der Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** auf "low" geschaltet ist. Wenn der Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** auf "high" geschaltet ist, dann erfolgt keine Beeinflussung der Ansteuerung der Schaltelemente T3 und T4.

**[0078]** Beispielhaft ist in **Fig. 2** eine Ausgangsstufe dargestellt, welche Dioden D2 und D3 umfasst, über die die Steueranschlüsse der Schaltelemente T3 und T4 mit dem Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** verbunden sind. Durch eine geeignete Polung der Dioden D2, D3 wird dabei erreicht, dass die Dioden D2, D3 in den leitenden Zustand übergehen, wenn am Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** der Zustand "low" vorliegt, und dass sich die Dioden D2, D3 im Sperrzustand befinden, wenn am Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** der Zustand "high" vorliegt. Ist der Ausgang **116** der Überwachungsschaltung **100** auf "low" geschaltet, werden die Steueranschlüsse der Schaltelemente T3 und T4 somit auf ein niedriges Potenzial, insbesondere auf Massepotenzial, gelegt, so dass die Schaltelemente T3 und T4 abgeschaltet werden. Vorzugsweise sind die Diodenvorwärtsspannungen dabei klein genug, so dass die Schaltelemente T3 und T4 sicher abgeschaltet werden können.

**[0079]** Alternativ zu der dargestellten Ausführungsform kann die Ausgangsstufe auch in anderer Weise, insbesondere mithilfe von Transistoren, aufgebaut werden, um die zuvor beschriebene Funktion auszuführen.

**[0080]** Zwischen dem Versorgungstransistor T und dem Ausgangstreiber **132** ist ein Abgriff **134** zum Erfassen der Steuerspannung des Ausgangstreibers **132** vorgesehen. Über einen Anschluss **144** ist der Mikrocontroller  $\mu C$  mit dem Abgriff **134** verbunden und misst während der Simulation eines Fehlers der zu überwachenden Spannung  $V_{dd}$  die Steuerspannung des Ausgangstreibers **132**. Dabei prüft der Mikrocontroller  $\mu C$ , ob die Spannungsversorgung des Ausgangstreibers **132** während der Simulation einer Überspannung und während der Simulation einer Unterspannung unterbrochen wird. Ist dies der Fall, dann arbeitet die Überwachungsschaltung **100** einwandfrei. Wird die Spannungsversorgung des Ausgangstreibers **132** jedoch nicht unterbrochen, dann stellt der Mikrocontroller  $\mu C$  eine Störung der Überwachungsschaltung **100** fest.

**[0081]** Der Ausgangstreiber **132** schaltet den Ausgang QS während der Simulation einer Fehlspannung ab. Alternativ oder zusätzlich kann es daher auch vorgesehen sein, dass während der Simulation einer Fehlspannung von dem Mikrocontroller  $\mu C$  ge-

prüft wird, ob der Lastkreis am Ausgang QS unterbrochen wird. Eine Störung der Überwachungsschaltung **100** wird bei dieser Ausgestaltung festgestellt, wenn während der Simulation einer Fehlspannung keine Unterbrechung des Lastkreises erkannt wird.

**[0082]** Darüber hinaus ist mittels des Mikrocontrollers  $\mu\text{C}$  der Steuerstrom durch das Relais S während einer Simulation eines Fehlers der zu überwachenden Spannung Vdd erfassbar. Wird dieser während der Simulation einer Fehlspannung unterbrochen, dann arbeitet die Überwachungsschaltung **100** störungsfrei. Wird jedoch keine Unterbrechung des Steuerstroms festgestellt, dann erkennt der Mikrocontroller  $\mu\text{C}$  eine Störung der Überwachungsschaltung **100**. Die Erfassung des Steuerstroms des Relais erfolgt mittels einer Strommessschaltung, die in **Fig. 2** anhand des Abgriffs **140** und des Anschlusses **138** schematisch veranschaulicht ist. Die tatsächliche Strommessschaltung kann in einer dem Fachmann bekannten Weise realisiert werden.

**[0083]** In einer alternativen Ausgestaltung kann anstelle einer Strommessung auch eine Spannungsmessung vorgesehen sein, um eine Unterbrechung der Energieversorgung des Relais zu ermitteln. Gleichfalls kann in einer in den Figuren nicht dargestellten Ausgestaltung auch bei dem Relaisausgang QR vorgesehen sein, dass ein Versorgungstransistor zum Zwecke der Spannungsunterbrechung verwendet wird. In diesem Fall kann die Unterbrechung des Steuerstroms analog wie bei dem Transistorausgang QS ermittelt werden.

**[0084]** Die Simulation einer Fehlspannung wird vorzugsweise periodisch vorgenommen, um die korrekte Funktion der Überwachungsschaltung **100** fortwährend zu überwachen. Die Dauer der Simulation ist vorgegeben und wird vorzugsweise nicht größer als 1 ms gewählt.

**[0085]** Aufgrund der kurzen Dauer führt die Abschaltung des Ausgangs QS während der Simulation nicht zur Unterbrechung von Geräten in dem entsprechenden Lastkreis. Das Relais S folgt der kurzen Unterbrechung des Steuerstroms während der Simulation aufgrund seines langsameren Ansprechverhaltens nicht, so dass der Lastkreis am Ausgang QR nicht unterbrochen wird.

**[0086]** Obwohl die Erfindung in den Zeichnungen und der vorausgegangenen Darstellung im Detail beschrieben wurde, sind die Darstellungen illustrativ bzw. beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen; insbesondere ist die Erfindung nicht auf die erläuterten Ausführungsbeispiele beschränkt.

**[0087]** Weitere Varianten der Erfindung und ihre Ausführung ergeben sich für den Fachmann aus der vorangegangenen Offenbarung, den Figuren und

den Patentansprüchen. In den Patentansprüchen verwendete Begriffe wie "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und dergleichen schließen weitere Elemente oder Schritte nicht aus. Die Verwendung des unbestimmten Artikels schließt eine Mehrzahl nicht aus. Eine einzelne Einrichtung kann die Funktionen mehrerer in den Patentansprüchen genannten Einheiten beziehungsweise Einrichtungen ausführen.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Überwachen einer Spannung (Vdd), umfassend eine Komparatorschaltung (CP1, CP2), mit der zwei von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleitete Potentiale (V+; V-) mit einem Referenzpotential (Vref) vergleichbar sind, um zu überwachen, ob die Spannung (Vdd) zwischen zwei Grenzwerten (Vdd,L; Vdd,H) liegt und eine Fehlspannung festzustellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleiteten Potentiale (V+; V-) jeweils an einem Spannungsteiler (**102**; **104**) abgegriffen werden, der eine Reihenschaltung aus wenigstens zwei Widerständen (R1, R2; R4, R5) umfasst, wobei ein Widerstand innerhalb wenigstens eines Spannungsteilers (**102**; **104**) derart veränderbar ist, dass eine Fehlspannung simuliert werden kann.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers (**102**; **104**) dadurch veränderbar ist, dass ein elektrisch parallel zu einem Widerstand (R1; R5) des Spannungsteilers (**102**; **104**) geschalteter Strompfad (**118**; **120**), der einen weiteren Widerstand (R3; R6) umfasst, durch ein Schaltelement (T1; T2) geschlossen wird.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Spannungsteiler (**102**; **104**) wenigstens drei in Reihe geschaltete Widerstände umfasst und der Widerstand innerhalb des Spannungsteilers (**102**; **104**) dadurch veränderbar ist, dass wenigstens ein Widerstand des Spannungsteilers (**102**; **104**) mittels eines Schaltelements überbrückt wird.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei ein unteres von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleitetes Potential (V-) an einem ersten Spannungsteiler (**104**) abgreifbar ist und mit dem Referenzpotential (Vref) vergleichbar ist, um zu prüfen, ob eine Unterspannung vorliegt, bei der das untere Potential (V-) kleiner als das Referenzpotential (Vref) ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, wobei der Widerstand des ersten Spannungsteilers (**104**) derart veränderbar ist, dass das untere Potential (V-) auch dann kleiner als das Referenzpotential (Vref) ist, wenn die zu überwachende Spannung (Vdd) zwischen den Grenzwerten (Vdd,L; Vdd,H) liegt.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei ein oberes von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleitetes Potenzial (V+) an einem zweiten Spannungsteiler (**102**) abgreifbar ist und mit dem Referenzpotenzial (Vref) vergleichbar ist, um zu prüfen, ob eine Überspannung vorliegt, bei der das obere Potenzial (V+) größer als das Referenzpotenzial (Vref) ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, wobei der Widerstand des zweiten Spannungsteilers (**102**) derart veränderbar ist, dass das obere Potenzial (V+) auch dann kleiner als das Referenzpotenzial (Vref) ist, wenn die zu überwachende Spannung (Vdd) zwischen den Grenzwerten (Vdd,L; Vdd,H) liegt.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang (**116**) der Komparatorschaltung ein Steuerschaltelement (T3; T4) ansteuerbar ist, mit dem eine Energieversorgung zum Steuern eines Ausgangs (QR; QS) eines Steuergeräts unterbrochen werden kann, und wobei ein Abgriff (**140**; **134**) vorgesehen ist, an dem eine Unterbrechung der Energieversorgung bei Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, wobei im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang (**116**) der Komparatorschaltung ein erstes Steuerschaltelement (T3) in einem Steuerstromkreis (**130**) eines Relais (S) abschaltbar ist, wobei mit dem Relais (S) ein erster Ausgang (QR) eines Steuergeräts schaltbar ist, und wobei der Steuerstromkreis (**130**) mit einer Messeinrichtung (**138**, **140**,  $\mu\text{C}$ ) verbunden ist, mit der ein Steuerstrom des Relais (S) bei Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 8 und 9, wobei im Falle einer Fehlspannung über einen Ausgang (**116**) der Komparatorschaltung ein zweites Steuerschaltelement (T4) zur Ansteuerung eines Halbleiterschalters (T) abschaltbar ist, mit dem eine Versorgungsspannung zur Steuerung eines zweiten Ausgangs (QS) des Steuergeräts steuerbar ist, und wobei ein Abgriff (**134**) vorgesehen ist, an dem die Versorgungsspannung bei der Simulation einer Fehlspannung erfassbar ist.

11. Schaltungsanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Komparatorschaltung zwei Komparatoren (CP1; CP2) umfasst, welche Open-Collector-Ausgänge aufweisen, welche in einer Open-Collector-Schaltung verknüpft sind, die eine Ausgangsspannung (Ua) der Komparatorschaltung erzeugt.

12. Verfahren zum Überprüfen einer Schaltungsanordnung mit einer Komparatorschaltung (CP1, CP2), mit der zwei von der zu überwachenden Span-

nung (Vdd) abgeleitete Potenziale (V+; V-) mit einem Referenzpotenzial (Vref) verglichen werden, um zu überwachen, ob die Spannung (Vdd) zwischen zwei Grenzwerten (Vdd,L; Vdd,H) liegt und eine Fehlspannung festzustellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von der zu überwachenden Spannung (Vdd) abgeleiteten Potenziale (V+; V-) jeweils an einem Spannungsteiler (**102**; **104**) abgegriffen werden, der eine Reihenschaltung aus wenigstens zwei Widerständen (R1, R2; R4, R5) umfasst, und dass ein Widerstand innerhalb wenigstens eines Spannungsteilers (**102**; **104**) derart verändert wird, dass eine Fehlspannung simuliert wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

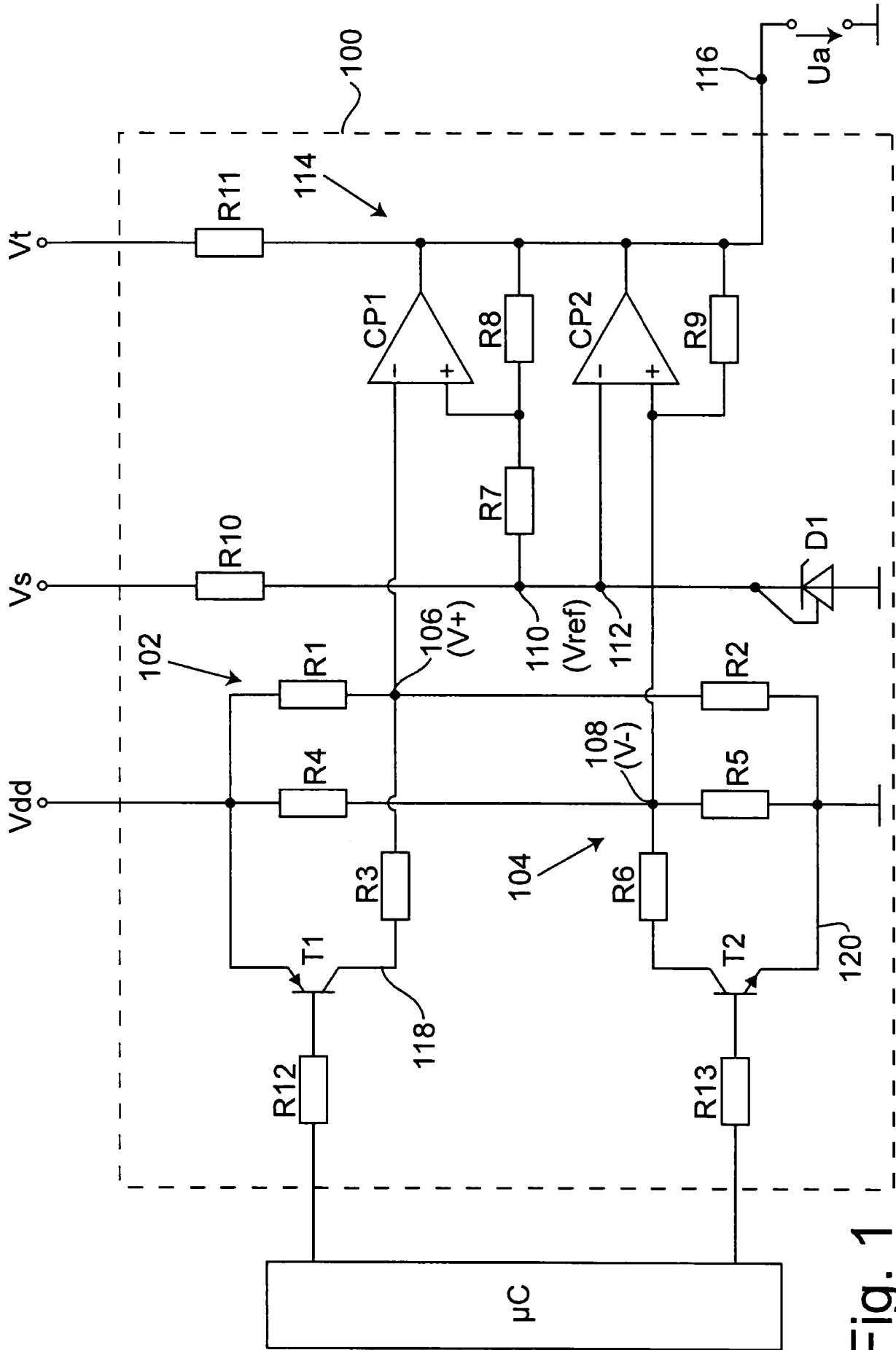


Fig. 1

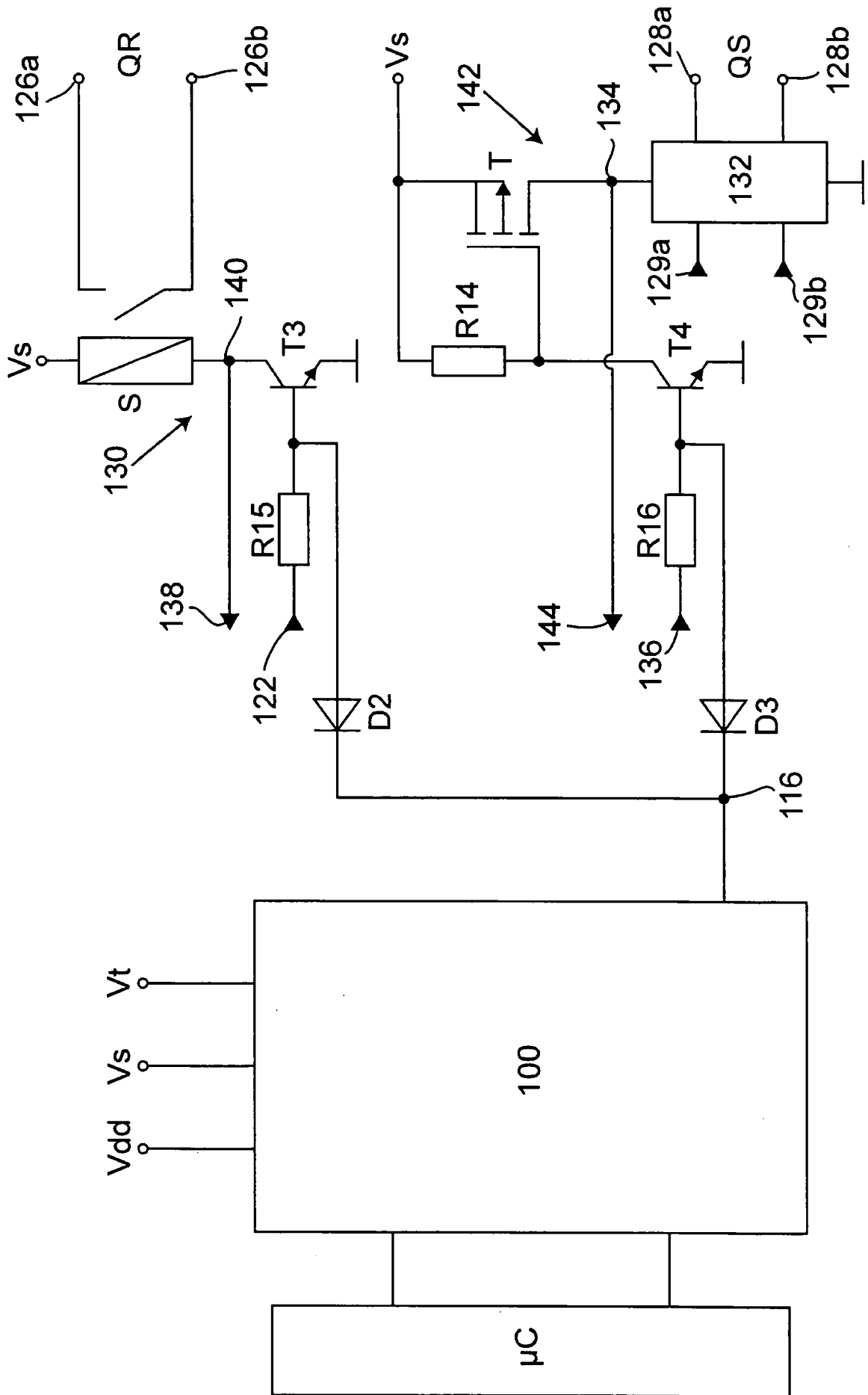


Fig. 2