



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **103 49 629.7**  
(22) Anmeldetag: **24.10.2003**  
(43) Offenlegungstag: **02.06.2005**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **03.09.2015**

(51) Int Cl.: **H02H 11/00** (2006.01)  
**H02H 9/04** (2006.01)  
**H02H 7/20** (2006.01)  
**H02H 3/18** (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:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

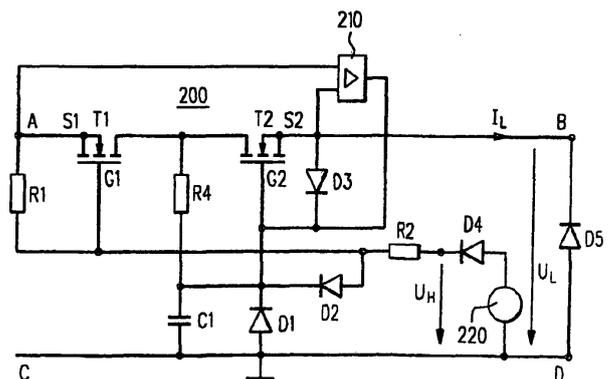
(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:  
**Hettrich, Frank, 71638 Ludwigsburg, DE**

<b>DE</b>	<b>38 35 662</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>198 48 159</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 410 441</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Elektronischer Schaltkreis**

(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (200), einer ersten Last (310) und einer zweiten Last (320) sowie einer Gleichspannungsquelle (100), wobei der elektronische Schaltkreis (200) zwischen die erste Last (310) und die Gleichspannungsquelle (100) geschaltet ist; und wobei die zweite Last (320) parallel zu der Gleichspannungsquelle (100) geschaltet ist; gekennzeichnet durch eine erste zu der Gleichspannungsquelle (100) parallel geschaltete Reihenschaltung, umfassend einen ersten Widerstand (R1), eine erste Diode (D2), welche mit ihrer Anode an dem ersten Widerstand (R1) angeschlossen ist, und eine erste Zenerdiode (D1), welche mit ihrer Kathode an die Kathode der ersten Diode (D2) und mit ihrer Anode nach Masse an die Gleichspannungsquelle (100) angeschlossen ist; einen ersten Feldeffekt-Transistor (T1), welcher mit seiner Source (S1) und seinem Gate (G1) parallel zu dem ersten Widerstand (R1) geschaltet ist, wobei seine Source (S1) an die Gleichspannungsquelle (100) angeschlossen ist; einen zweiten Feldeffekt-Transistor (T2), welcher mit seinem Gate (G2) an die Kathode der ersten Zenerdiode (D1) angeschlossen ist und welcher mit seiner Source (S2) an die erste Last (310) angeschlossen ist, so dass zwischen seiner Source (S2) und Masse die Lastspannung ( $U_L$ ) der an Masse angeschlossenen ersten Last (310) abfällt, und welcher mit seinem Drain-Anschluss an den Drain-Anschluss des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) angeschlossen ist; und eine Hilfsspannungsquelle (220) zum Bereitstellen einer Spannung ( $U_H$ ) gegen Masse am Gate (G1) des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) und für das Gate (G2) des zweiten Feldeffekt-Transistors (T2) an der Anode der ersten Diode (D2).



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektronischen Schaltkreis zum Bereitstellen einer geeigneten Lastspannung zur Versorgung einer ersten elektronischen Last selbst in vorbestimmten Störungsfällen. Bei der ersten elektronischen Last handelt es sich insbesondere um ein Steuergerät in einem Kraftfahrzeug Kfz.

**[0002]** Derartige Schaltkreise sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. Sie sind zum Beispiel in dem heutzutage sehr gebräuchlichen Steuergerät EDC7 C1 für Kfz von der Robert Bosch GmbH integriert. In bestimmten Störungsfällen, das heißt genauer gesagt bei Auftreten eines Lastabfalls oder wenn die Batterie des Kraftfahrzeugs mit falscher Polung an die Last angeschlossen wird, dienen diese bekannten Schaltkreise dazu, die Versorgungsspannung für die Last und damit auch den Laststrom zu begrenzen.

**[0003]** Genauer gesagt besteht der bekannte elektronische Schaltkreis in dem o. g. Steuergerät aus einer zu einem Spannungsgenerator, im Kfz üblicherweise die Lichtmaschine, parallel geschalteten Reihenschaltung umfassend eine elektrische Sicherung und eine Zenerdiode, welche mit ihrer Anode nach Masse geschaltet ist. Die Lastspannung zur Versorgung der ersten Last wird dabei über der Zenerdiode abgegriffen. Bei der ersten Last handelt es sich üblicherweise um ein Steuergerät des Kraftfahrzeugs. Typischerweise sind jedoch auch noch weitere Lasten parallel zu dem Spannungsgenerator geschaltet. Bei diesen weiteren Lasten kann es sich zum Beispiel um die Batterie des Kraftfahrzeugs handeln, welche bei Betrieb des Motors des Kraftfahrzeugs von der Lichtmaschine mit aufgeladen wird.

**[0004]** Der beschriebene bekannte Schaltkreis bietet zum einen Schutz gegen eine überhöhte Lastspannung für den Fall, dass die zweite Last, das heißt insbesondere die Batterie des Kraftfahrzeugs von dem Generator abfallen sollte. Dieser Fall kann zum Beispiel dann eintreten, wenn sich ein Anschluss der Batterie gelöst hat. Durch den Abfall der zweiten Last wird die Gesamtlast mit welcher der Spannungsgenerator insgesamt belastet wird wesentlich geringer; daraufhin steigt die von dem Generator bereitgestellte Generatorspannung stark an. Sie wird dann jedoch bei der bekannten Schaltung durch die erwähnt Zenerdiode auf deren Sperrspannung begrenzt. Weil die Lastspannung mit dem Spannungsabfall über der Zenerdiode identisch ist, wird auf diese Weise auch die Lastspannung im gewünschtem Maße begrenzt.

**[0005]** Weiterhin bietet die beschriebene Schaltung einen Verpolungsschutz. Für den Verpolungsschutz

kommt die erwähnte Sicherung zum Einsatz. Kommt es zu einer Verpolung der Batteriespannung am Eingang des beschriebenen elektronischen Schaltkreises so fließt ein Strom durch die Zenerdiode und die besagte Sicherung. Übersteigt dieser Strom einen durch die Sicherung repräsentierten Grenzwert, so brennt die Sicherung durch. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Batteriespannung mit der falschen Polung keinesfalls auf die erste Last übertragen wird.

**[0006]** Die Wirkung des Verpolungsschutzes hängt jedoch maßgeblich von der Konstitution der Batterie und der Art der ersten Last ab. So wird beispielsweise bei einer „schwachen“ Batterie oder einem langen Kabelbaum zwischen dem Ausgang des Schaltkreises und der ersten Last die besagte Sicherung im Falle eines Kurzschlusses nicht unbedingt ausgelöst. Die aufgrund ihrer Eigenschaften sehr teure Zenerdiode wird dann zerstört oder lötet sich aus.

**[0007]** Die DE 198 48 159 A1 zeigt z. B. eine Schaltungsanordnung mit einem ersten und einem zweiten Feldeffekt-Transistor, die in Reihe geschaltet sind und deren Gate-Anschlüsse gemeinsam angesteuert werden. Dabei ist am ersten Feldeffekt-Transistor und damit am Eingang der Schaltungsanordnung eine Spannungsquelle und am zweiten Feldeffekt-Transistor und damit am Ausgang der Schaltungsanordnung eine Last angeschlossen.

**[0008]** Die DE 38 35 662 A1 und die US 5,410,441 A zeigen darüber hinaus jeweils für sich Schaltungsanordnungen, bei denen die Ansteuerung der Gate-Anschlüsse im Verpolungsfall der Spannungsquelle über eine Verpolungsschutzdiode deaktiviert wird.

**[0009]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es deshalb die Aufgabe der Erfindung, einen elektronischen Schaltkreis bereitzustellen, der neben einem Schutz gegen einen Lastabfall einen Verpolungsschutz auch bei „ungünstigen“ Randbedingungen, wie zum Beispiel einer „schwachen“ Batterie oder einer langen Kabelverbindung zwischen dem Schaltkreis und der Last gewährleistet.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Demnach ist die Lösung für einen einleitend beschriebenen elektronischen Schaltkreis gekennzeichnet durch:

- eine erste zu der Gleichspannungsquelle parallel geschaltete Reihenschaltung, umfassend einen ersten Widerstand, eine erste Diode, welche mit ihrer Anode an dem ersten Widerstand angeschlossen ist, und eine erste Zenerdiode, welche mit ihrer Kathode an die Kathode der ersten Diode und mit ihrer Anode nach Masse an die Gleichspannungsquelle angeschlossen ist;
- einen ersten Feldeffekt-Transistor, welcher mit seiner Source und seinem Gate parallel zu

dem ersten Widerstand geschaltet ist, wobei seine Source an die Gleichspannungsquelle angeschlossen ist;

– einen zweiten Feldeffekt-Transistor, welcher mit seinem Gate an die Kathode der ersten Zenerdiode angeschlossen ist und welcher mit seiner Source an die erste Last angeschlossen ist, so dass zwischen seiner Source und Masse die Lastspannung der an Masse angeschlossenen ersten Last abfällt, und welcher mit seinem Drain-Anschluss an den Drain-Anschluss des ersten Feldeffekt-Transistors angeschlossen ist; und

– eine Hilfsspannungsquelle zum Bereitstellen einer Spannung gegen Masse am Gate des ersten Feldeffekt-Transistors und für das Gate des zweiten Feldeffekt-Transistors an der Anode der ersten Diode.

#### Vorteile der Erfindung

**[0011]** Die beanspruchte Schaltung realisiert vorteilhafterweise gleichermaßen einen Schutz der ersten Last gegenüber einer aus einem Abfall der zweiten Last von dem Spannungsgenerator resultierenden erhöhten Generatorspannung und einen Verpolungsschutz. Vorteilhafterweise werden diese beiden Funktionen durch den beanspruchten Schaltkreis auch ohne das Vorsehen einer lastabhängigen Sicherung realisiert. Damit ist der beanspruchte Schaltkreis unabhängiger von der spezifischen Ausgestaltung der jeweils an den Generator angehängenen ersten elektronischen Last und der Verbindungsleitungen. Weil eine elektronische Sicherung erst gar nicht vorhanden ist, kann diese nicht, auch nicht fälschlicherweise, ausgelöst werden und eine Zerstörung oder ein Sich-Auslöten der ersten Zenerdiode wird wirksam verhindert. Weiterhin ist zu erwähnen, dass der gesamte elektronische Schaltkreis sehr kostengünstig und mit nur sehr geringem Flächenbedarf realisiert werden kann. Anspruch 1 repräsentiert ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0012]** Gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist die beanspruchte Schaltung einen Kondensator auf, welcher parallel zu der ersten Zenerdiode geschaltet ist. Dieser Kondensator bewirkt vorteilhafterweise einen verlangsamten Anstieg der Lastspannung und des Laststroms selbst dann, wenn die erste Last unter Spannung angeschlossen wird. Eine Beschädigung der Last und hierbei insbesondere der Steckverbindungen aufgrund zu starker Änderungen des Laststroms oder der Lastspannung werden auf diese Weise verhindert.

**[0013]** Zur Begrenzung der Gate-Source-Spannung des zweiten Transistors weist der beanspruchte Schaltkreis zwischen beiden Anschlüssen vorzugsweise eine Zenerdiode auf.

**[0014]** Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die beiden Transistoren des elektronischen Schaltkreises als Metall Oxid Semiconductor Field Effect Transistors MOSFETs und insbesondere als „Trench-Gate“ – MOSFETs ausgebildet sind. Insbesondere letztere haben einen äußerst geringen Durchlasswiderstand und ermöglichen deswegen eine Minimierung der Verlustleistung des Schaltkreises.

**[0015]** Bei der zweiten Last handelt es sich typischerweise um die Batterie des Kraftfahrzeugs. Wenn diese abfällt, weil sich zum Beispiel eine Anschlussklemme der Batterie gelöst hat, dann bewirkt der beanspruchte elektronische Schaltkreis vorteilhafterweise eine Begrenzung der Lastspannung.

**[0016]** Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der elektronische Schaltkreis eine Strombegrenzungseinrichtung zum Begrenzen des Betrags des Laststroms durch die erste Last aufweist.

**[0017]** Schließlich ist es auch von Vorteil, dass der Schaltkreis zumindest teilweise auf einem Halbleiterchip integrierbar ist, wodurch sein Raumbedarf minimiert wird.

#### Zeichnungen

**[0018]** Der Beschreibung sind insgesamt 4 Figuren beigelegt, wobei

**[0019]** Fig. 1 eine der Erfindung zugrundeliegende Schaltungsanordnung;

**[0020]** Fig. 2 den Aufbau des erfindungsgemäßen elektronischen Schaltkreises;

**[0021]** Fig. 3 einen Strom-/Spannungsverlauf für den elektronischen Schaltkreis für den Fall einer ersten, in Form eines Abfalls der zweiten Last auftretenden Störung, und einer zweiten, in Form einer Verpolung der Spannungsquelle auftretenden Störung; und

**[0022]** Fig. 4 einen Strom-/Spannungsverlauf für den erfindungsgemäßen elektronischen Schaltkreis, für den Fall einer dritten möglichen auftretenden Störung, welche dann vorliegt, wenn die erste Last unter Spannung an den Schaltkreis angeschlossen wird; zeigt.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**[0023]** Die Erfindung wird nachfolgend in Form verschiedener Ausführungsbeispiele detailliert unter Bezugnahme auf die genannten Figuren beschrieben.

**[0024]** Fig. 1 zeigt ein Beispiel für eine der Erfindung zugrundeliegenden Schaltungsanordnung. Dargestellt ist eine Gleichspannungsquelle **100**, welche in einem Kraftfahrzeug typischerweise durch eine

Lichtmaschine mit einem nachgeschalteten Gleichrichter realisiert wird. Im Normalbetrieb, wenn der Motor und damit auch die Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs laufen, übernimmt die auf diese Weise realisierte Gleichspannungsquelle **100** die gesamte Spannungsversorgung für alle elektronischen Lasten in dem Kraftfahrzeug. Eine erste Last **310** kann zum Beispiel durch ein Steuergerät repräsentiert sein. Eine zweite Last **320** wird typischerweise von der Batterie des Kraftfahrzeugs realisiert, welche bei Betrieb der Gleichspannungsquelle **100** von dieser aufgeladen wird. Die Batterie wird während des beschriebenen Normalbetriebs der Lichtmaschine durch die zu ihr ebenfalls parallel geschalteten Lasten nicht belastet.

**[0025]** Wie in **Fig. 1** dargestellt ist zwischen die Gleichspannungsquelle **100** und die erste Last **310** eine Schutzschaltung in Form eines elektronischen Schaltkreises **200** geschaltet. Dieser Schaltkreis stellt eine für die erste Last **310** geeignete Lastspannung  $U_L$  selbst in vorbestimmten Störungsfällen zur Verfügung. So gewährleistet er, dass weder ein Anschließen der zweiten Last **320** mit falscher Polung, noch ein Abfall der zweiten Last **320**, noch ein Anstecken der ersten Last unter Spannung unerwünschte Auswirkungen auf die Lastspannung  $U_L$  oder den Laststrom  $I_L$  für die erste Last **310** haben. Die entsprechende Funktionsweise des erfindungsgemäßen elektronischen Schaltkreises **200** wird weiter unten näher erläutert.

**[0026]** Voraussetzung für das Verständnis der Funktionsweise des elektronischen Schaltkreises **200** ist jedoch zunächst die Kenntnis über seinen Schaltungsaufbau. Es wird deshalb zunächst dieser Schaltungsaufbau unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben, bevor dann nachfolgend die Funktionsweise des elektronischen Schaltkreises näher beschrieben wird.

**[0027]** Der Schaltungsaufbau gemäß **Fig. 2** zeigt einen ersten Transistor T1 und einen zweiten Transistor T2. Diese sind in **Fig. 2** als MOSFETs ausgebildet; sie könnten alternativ jedoch auch unter Inkaufnahme einer größeren Verlustleistung auch als bipolar Transistoren, insbesondere als Insulated Gate Bipolar Transistors IGBTs ausgebildet sein, wobei dies eine geringfügig abgeänderte Schaltungsmimik zur Folge hat.

**[0028]** In **Fig. 2** ist zu erkennen, dass der erfindungsgemäße elektronische Schaltkreis **200** eine erste Reihenschaltung aufweist, welche parallel zu der Gleichspannungsquelle **100** liegt. Diese Reihenschaltung umfasst einen ersten Widerstand R1, eine Diode D2 und eine erste Zenerdiode D1, welcher mit ihrer Anode nach Masse an die Gleichspannungsquelle **100** angeschlossen ist. Parallel zu der ersten Zenerdiode D1 ist der Kondensator C1 geschaltet. Ein zweiter

Transistor T2 ist mit seinem Gate G2 an die Kathode der ersten Zenerdiode D1 und mit seiner Drain an die Drain des ersten MOSFETs angeschlossen. Zwischen die Source S2 und das Gate G2 des zweiten Transistors T2 ist eine zweite Zenerdiode D3 geschaltet. Die zweite Zenerdiode liegt mit ihrer Anode an der Source S2. Die beiden Drain-Source-Strecken der beiden Transistoren T1 und T2 bilden zusammen den Laststrompfad, wobei die Source S1 von Transistor T1 mit dem ersten Widerstand R1 und der Gleichspannungsquelle **100** verbunden ist. In **Fig. 2** ist eine mögliche Strombegrenzungseinrichtung **210** aufgezeigt, welche die Stärke des Stromes durch den Laststrompfad durch Potentialabgriffe, z. B. an den beiden Sourcen der Transistoren T1 und T2, erfasst und erforderlichenfalls durch geeignete Variation des Potentials am Gate G2 von Transistor T2 begrenzt. Diese Strombegrenzungseinrichtung **210** sowie der Kondensator C1 sind optional.

**[0029]** Zwischen dem Gate G1 des ersten Transistors T1 und der Kathode der ersten Zenerdiode D1 ist eine Diode D2 geschaltet, wobei die Kathode der Diode D2 an der Kathode der ersten Zenerdiode D1 liegt. Schließlich umfasst der erfindungsgemäße elektronische Schaltkreis eine Hilfsspannungsquelle **220** zum Bereitstellen einer Steuerspannung  $U_H$  für das Gate G1 des ersten Transistors T1 und das Gate G2 des zweiten Transistors T2. Ein eventuell von der Hilfsspannungsquelle **220** fließender Steuerstrom wird durch einen Widerstand R2 erforderlichenfalls begrenzt.

**[0030]** Nachfolgend wird die Funktionsweise der soeben unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschriebenen elektronischen Schaltung unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** und **Fig. 4** näher beschrieben.

**[0031]** Wie bereits oben erwähnt gewährleistet der erfindungsgemäße elektronische Schaltkreis **200** zum einen einen Verpolschutz für ein Anschließen der zweiten Last **320** mit falscher Polung. In einem solchen ersten Störfall würde der Verpolschutz insbesondere durch das Zusammenwirken der ersten Zenerdiode D1, der Diode D2, des ersten Widerstands R1 und des ersten Transistors T1 bewerkstelligt werden. Bei Anliegen einer verpölgten Gleichspannung zwischen den Klemmen A und C kann über die parallel liegende Reihenschaltung, gebildet durch die Zenerdiode D1, die Diode D2 und den Widerstand R1, kein Strom fließen, da die Diode D2 in Sperrrichtung gepolt ist.

**[0032]** Infolge dessen bildet sich über R1 keine Spannung aus; die Potentialdifferenz zwischen Source S1 und dem Gate G1 des Transistors T1 ist 0 Volt; der Transistor T1 sperrt und „blockt“ die nachfolgenden Schaltungsteile von der Batteriespannung ab.

**[0033]** Zum Löschen kleiner schneller Spannungsspitzen in der Lastspannung  $U_L$  ist es vorteilhaft, wenn eine Diode D5 zum Ausgang des Schaltkreises **200** parallel geschaltet wird, wobei dann deren Anode nach Masse geschaltet ist.

**[0034]** Der beanspruchte elektronische Schaltkreis **200** ist weiterhin so ausgebildet, dass er auch im Falle eines Abfalls der in **Fig. 1** gezeigten zweiten Last **320** von dem Generator und einem dadurch bedingten starken Anstieg der Generatorspannung  $U_G$  eine Begrenzung der Lastspannung  $U_L$  auf seiner Ausgangsseite gewährleistet. Dieser sogenannte „Load-Dump-Schutz“ wird mit dem Widerstand R1 der Diode D2, der ersten Zenerdiode D1 und dem zweiten Transistor T2 realisiert. Übersteigt die Gleichspannung  $U_G$  am Eingang des elektronischen Schaltkreises **200** zwischen den Klemmen A und C die Zündspannung der Zenerdiode D1 zum Beispiel in Folge eines Abfalls der zweiten Last **320** von der Gleichspannungsquelle **100**, so wird der Spannungsabfall über der ersten Zenerdiode D1 von dieser konstant auf ihre Zündspannung begrenzt. Dies ist in **Fig. 3** veranschaulicht. Dort ist zu erkennen, dass der Betrag der Lastspannung  $U_L$  im Wesentlichen auf den Betrag der Zündspannung der ersten Zenerdiode D1, hier ca. 60 Volt begrenzt wird, auch wenn der Betrag der Generatorspannung  $U_G$  zumindest kurzzeitig auf ca. 80 Volt ansteigt. Die Lastspannung  $U_L$  bestimmt sich als Spannungsabfall über der ersten Zenerdiode, das heißt als deren Zündspannung, abzüglich der Gate-Source-Spannung des zweiten Transistors T2. Der Transistor T2 arbeitet im Regelbetrieb. Dies bedeutet, dass er den Widerstand seiner Drain-Source-Verbindung und damit den Spannungsabfall über dieser Verbindung im Ansprechen auf sein Gate-Potential und die Größe der Gleichspannung so regelt, dass sich die vorbestimmte Lastspannung  $U_L$  zwischen seiner Source S2 und Masse einstellt. In dieser Situation ist die Drain-Source-Strecke des ersten Transistors T1 gesperrt; ein Strom fließt allerdings durch die parasitäre Diode des ersten Transistors T1 und die grundsätzlich leitende Drain-Source-Verbindung des zweiten Transistors T2.

**[0035]** Im Hinblick auf die Eigenschaften der Hilfsspannung  $U_H$ , das heißt im Hinblick auf deren eventuelle ratiometrische Bindung an die Generatorspannung  $U_G$  oder deren Konstanz etc., im Hinblick auf die spezifischen Anforderungen an die Lastspannung  $U_L$ , das heißt insbesondere im Hinblick auf deren individuell geforderten maximalen Betrag, zum Beispiel maximal 12 Volt, 14 Volt, 24 Volt, 40 Volt etc. und letztendlich auch im Hinblick auf die Wahl der Transistoren T1 und T2 hinsichtlich ihrer Sperrspannung und/oder Leistungsaufnahme kann der Schaltkreis **200** durch Vorsehen weiterer Bauelemente optimiert werden. Bei diesen Bauelementen handelt es sich zum einen um die eventuell parallel zum Ausgang des Schaltkreises **200** geschaltete Diode D5, welche

mit ihrer Anode nach Masse geschaltet ist. Weiterhin kann zwischen dem Drain-Anschluss des Transistors T1 und dem Kondensator ein Widerstand R4 vorgesehen werden. Schließlich kann zwischen der Anode der Diode D2 und der Hilfsspannungsquelle **220** eine Reihenschaltung vorgesehen sein, welche einen Widerstand R2 zur Strombegrenzung und/oder eine Diode D4 aufweist, wobei die Diode D4 dann mit ihrer Anode an die Hilfsspannungsquelle **220** angeschlossen ist. Die Bauelemente R4, R2, D1 und D4 können in dem Schaltkreis **200** zum Zwecke von dessen Optimierung unabhängig voneinander vorgesehen oder weggelassen werden; in jedem Fall sind sie bei einer vorgesehenen Verwendung jedoch geeignet zu dimensionieren.

**[0036]** Schließlich verhindert der elektronische Schaltkreis **200**, dass die grundsätzlich bei einem Anschließen einer Last unter Spannung auftretenden Spannungs- und Stromspitzen beziehungsweise starken Änderungen der Spannung und des Stromes sich auf die erste Last **310** auswirken. Wird die Gleichspannung  $U_G$  erstmalig an den elektronischen Schaltkreis **200** mit nachgeschalteter erster Last **310** angeschlossen, so lädt sich der Kondensator C1 gemäß einer durch den ersten Widerstand R1 und den Kondensator C1 definierten Zeitkonstante auf. Die Spannung am Gate G2 des zweiten Transistors T2 steigt dann auch nur langsam an, weil diese Spannung zu dem Spannungsabfall über dem Kondensator C1 identisch ist. Aufgrund dieses langsamen Anstiegs der Gate-Spannung am Gate G2 des zweiten Transistors T2 wird der Widerstand von dessen Drain-Source-Strecke auch nur entsprechend langsam abgesenkt, was zur Folge hat, dass der Laststrom  $I_L$  und die Lastspannung ebenfalls nur verzögert ansteigen. Diese verzögerten Anstiege sind in **Fig. 4** beispielhaft veranschaulicht.

**[0037]** Schließlich sei ergänzend der normale Betrieb des elektronischen Schaltkreises **200** erläutert, bei dem keine Störungen auftreten. Auch in diesem Fall muss der elektronische Schaltkreis einen Betrieb der Last **310** an der Gleichspannungsquelle **100** ermöglichen. Im normalen Betrieb arbeiten beide Transistoren T1 und T2 als sogenannte High-Side-Schalter. Dies bedeutet, dass Sie auf Pluspotentialseite der Schaltung vorgesehen sind. Beide Gates G1 und G2 erhalten dann ihre Steuerspannungen über die Hilfsspannungsquelle **220**. Der Steuerstrom durch die Gates kann erforderlichenfalls durch den Widerstand R2 begrenzt werden. Die zweite Zenerdiode D3 begrenzt die Spannung zwischen dem Gate G2 und der Source S2 des zweiten Transistors T2. Dies ist notwendig bei niedrigen Versorgungsspannungen, das heißt wenn der Betrag der Steuerspannung  $U_H$  abzüglich der Lastspannung  $U_L$  über die zulässige Gate-Source-Spannung des zweiten Transistors T2 ansteigen sollte. Beim Hochfahren der ersten Last **310** ergibt sich ein Spannungsabfall von einigen Volt

über den Drain-Source-Strecken der beiden Transistoren T1 und T2. Nach Bereitstellung der Hilfsspannung  $U_H$  durch die Hilfsspannungsquelle **220**, einige Millisekunden nach dem Hochfahren der ersten Last, schalten die beiden Transistoren T1 und T2 vollständig durch. Durch diese Maßnahme wird die von den beiden Transistoren im Normalbetrieb generierte Verlustleistung minimiert, weil beim Durchschalten die Impedanz der Drain-Source-Strecken der Transistoren minimiert wird. Diese Impedanz ist vorteilhafterweise wesentlich geringer als die Impedanz des Stromflusses durch die parasitären Dioden der beiden Transistoren, wobei ohnehin nur die parasitäre Diode des ersten Transistors T1 in Durchlassrichtung geschaltet wäre.

### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**), einer ersten Last (**310**) und einer zweiten Last (**320**) sowie einer Gleichspannungsquelle (**100**), wobei der elektronische Schaltkreis (**200**) zwischen die erste Last (**310**) und die Gleichspannungsquelle (**100**) geschaltet ist; und wobei die zweite Last (**320**) parallel zu der Gleichspannungsquelle (**100**) geschaltet ist;

gekennzeichnet durch

eine erste zu der Gleichspannungsquelle (**100**) parallel geschaltete Reihenschaltung, umfassend einen ersten Widerstand (R1), eine erste Diode (D2), welche mit ihrer Anode an dem ersten Widerstand (R1) angeschlossen ist, und eine erste Zenerdiode (D1), welche mit ihrer Kathode an die Kathode der ersten Diode (D2) und mit ihrer Anode nach Masse an die Gleichspannungsquelle (**100**) angeschlossen ist;

einen ersten Feldeffekt-Transistor (T1), welcher mit seiner Source (S1) und seinem Gate (G1) parallel zu dem ersten Widerstand (R1) geschaltet ist, wobei seine Source (S1) an die Gleichspannungsquelle (**100**) angeschlossen ist;

einen zweiten Feldeffekt-Transistor (T2), welcher mit seinem Gate (G2) an die Kathode der ersten Zenerdiode (D1) angeschlossen ist und welcher mit seiner Source (S2) an die erste Last (**310**) angeschlossen ist, so dass zwischen seiner Source (S2) und Masse die Lastspannung ( $U_L$ ) der an Masse angeschlossenen ersten Last (**310**) abfällt, und welcher mit seinem Drain-Anschluss an den Drain-Anschluss des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) angeschlossen ist; und eine Hilfsspannungsquelle (**220**) zum Bereitstellen einer Spannung ( $U_H$ ) gegen Masse am Gate (G1) des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) und für das Gate (G2) des zweiten Feldeffekt-Transistors (T2) an der Anode der ersten Diode (D2).

2. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Kondensator (C1), welcher parallel zu der ersten Zenerdiode (D1) geschaltet ist.

3. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine zweite Zenerdiode (D3), welche mit ihrer Anode an die Source (S2) und mit ihrer Kathode an das Gate (G2) des zweiten Feldeffekt-Transistors (T2) angeschlossen ist.

4. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zur ersten Last (**310**) eine Diode (D5) mit ihrer Anode nach Masse geschaltet ist.

5. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der Ansprüche 2 bis 4 gekennzeichnet durch:

einen zwischen den Drain-Anschluss des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) und der Kathode der ersten Zenerdiode (D1) geschalteten zweiten Widerstand (R4); und/oder

eine zwischen die Anode der ersten Diode (D2) und die Hilfsspannungsquelle ( $U_H$ ) geschaltete weitere Reihenschaltung, umfassend einen dritten Widerstand (R2) und eine dritte Diode (D4), welche mit ihrer Anode an die Hilfsspannungsquelle (**220**) angeschlossen ist; oder

einen zwischen die Anode der ersten Diode (D2) und die Hilfsspannungsquelle ( $U_H$ ) geschalteten dritten Widerstand (R2); oder

eine zwischen die Anode der ersten Diode (D2) und die Hilfsspannungsquelle ( $U_H$ ) geschalteten dritte Diode (D4), welche mit ihrer Anode an die Hilfsspannungsquelle (**220**) angeschlossen ist.

6. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feldeffekt-Transistoren (T1, T2) als MOSFETs ausgebildet sind.

7. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei der zweiten Last (**320**) um einen Blei-Akkumulator handelt.

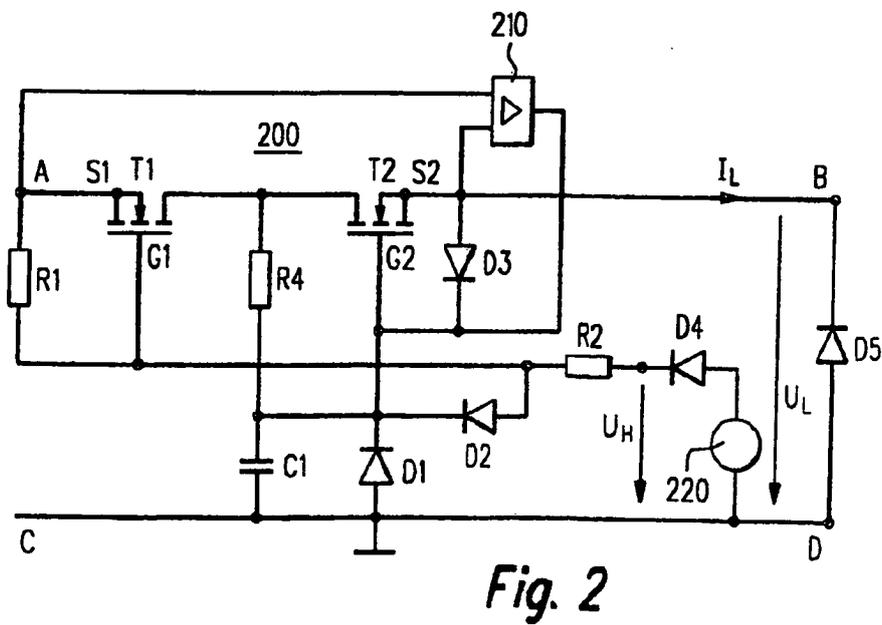
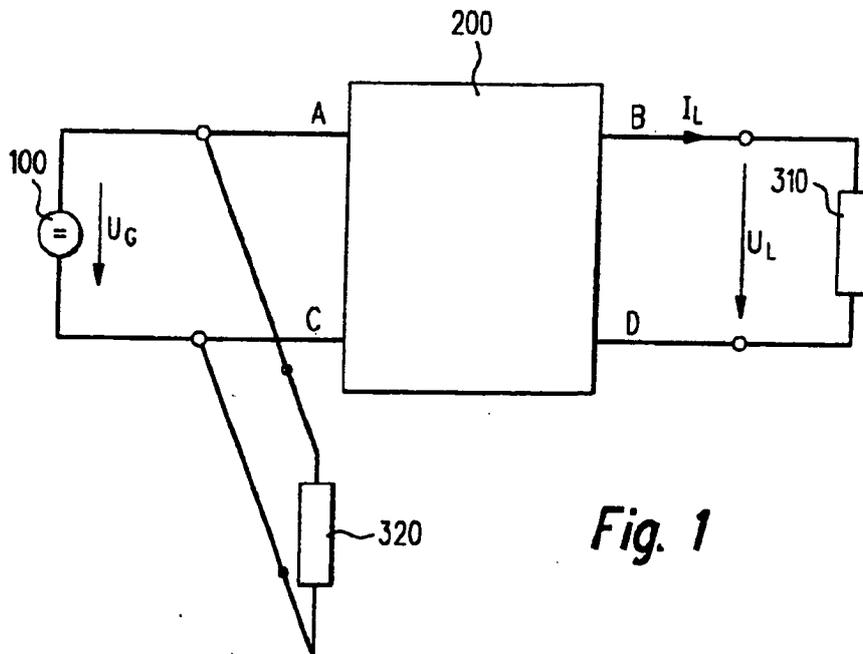
8. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Strombegrenzungseinrichtung (**210**) zum Begrenzen des Betrages des Stromes ( $I_L$ ) durch die erste Last (**310**), wobei die Strombegrenzungseinrichtung (**210**) an die Source (S1) des ersten Feldeffekt-Transistors (T1) sowie die Source (S2) und das Gate (G2) des zweiten Feldeffekt-Transistors (T2) angeschlossen ist.

9. Schaltungsanordnung mit einem elektronischen Schaltkreis (**200**) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Schaltkreis (**200**) zumindest teilweise auf einem Halbleiterchip integriert ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



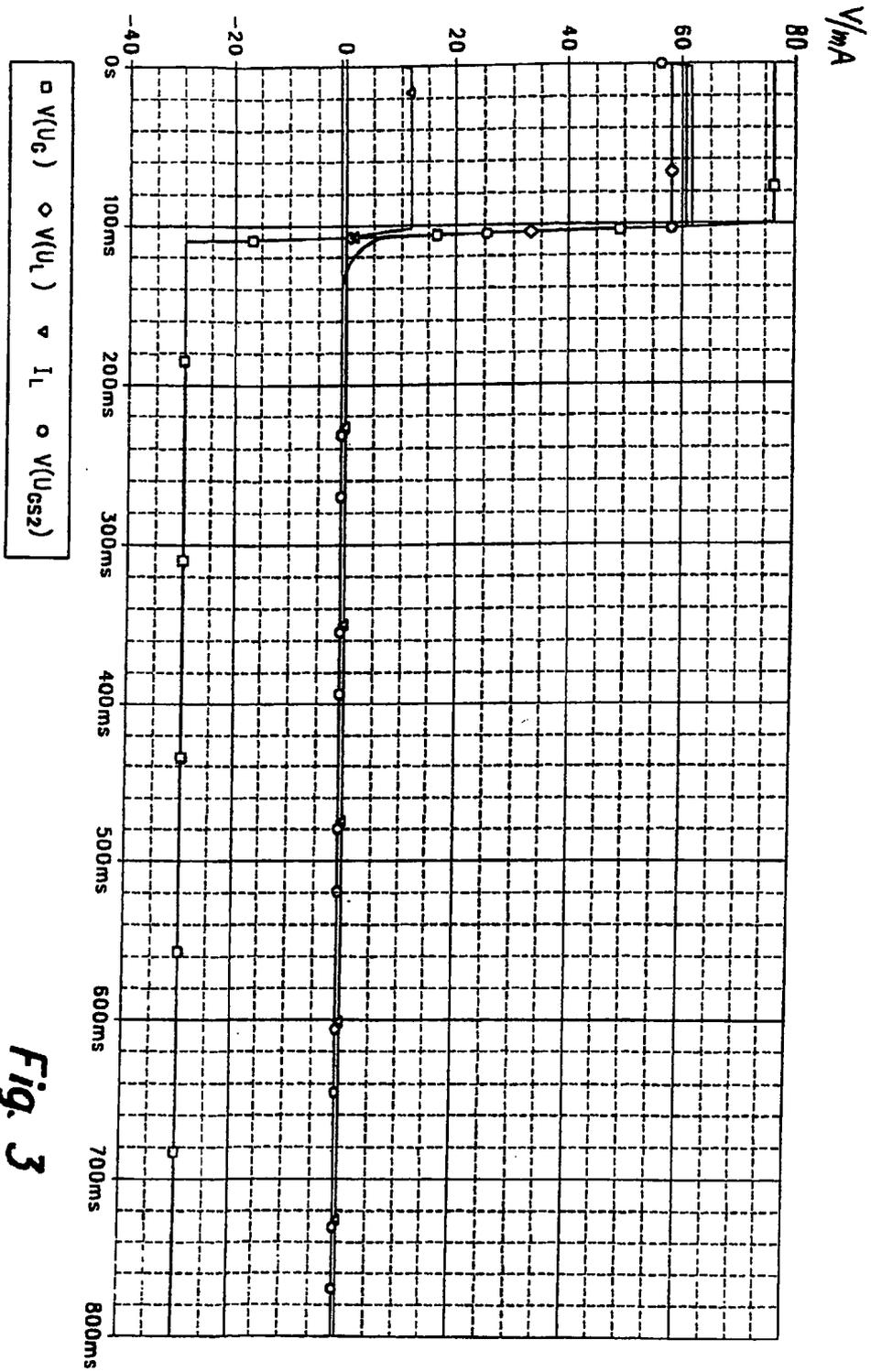


Fig. 3

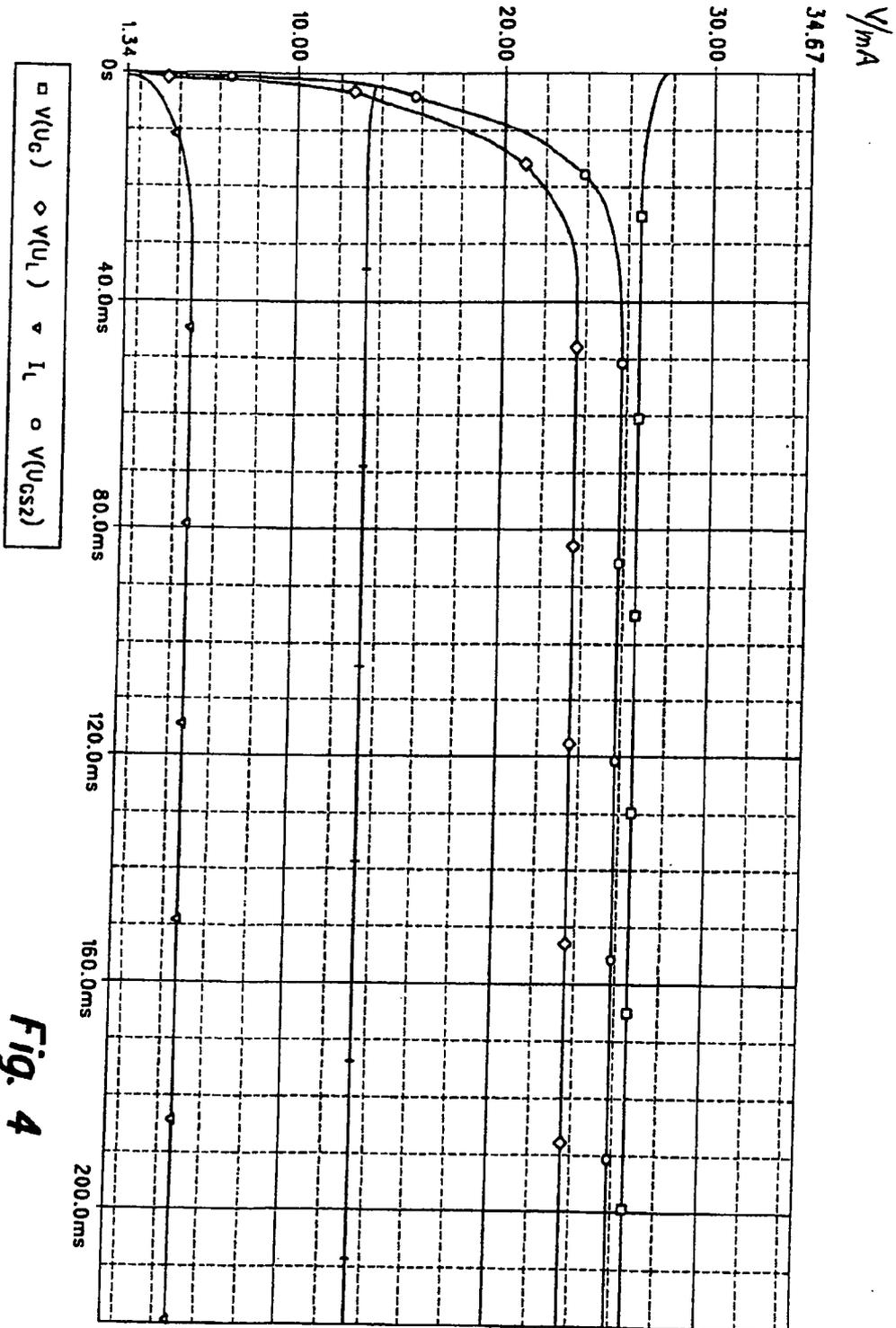


Fig. 4