



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.08.2002 Patentblatt 2002/35**

(51) Int Cl.7: **H05B 33/08**

(21) Anmeldenummer: **02002848.6**

(22) Anmeldetag: **08.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU**  
**MC NL PT SE TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Hella KG Hueck & Co.**  
**59552 Lippstadt (DE)**

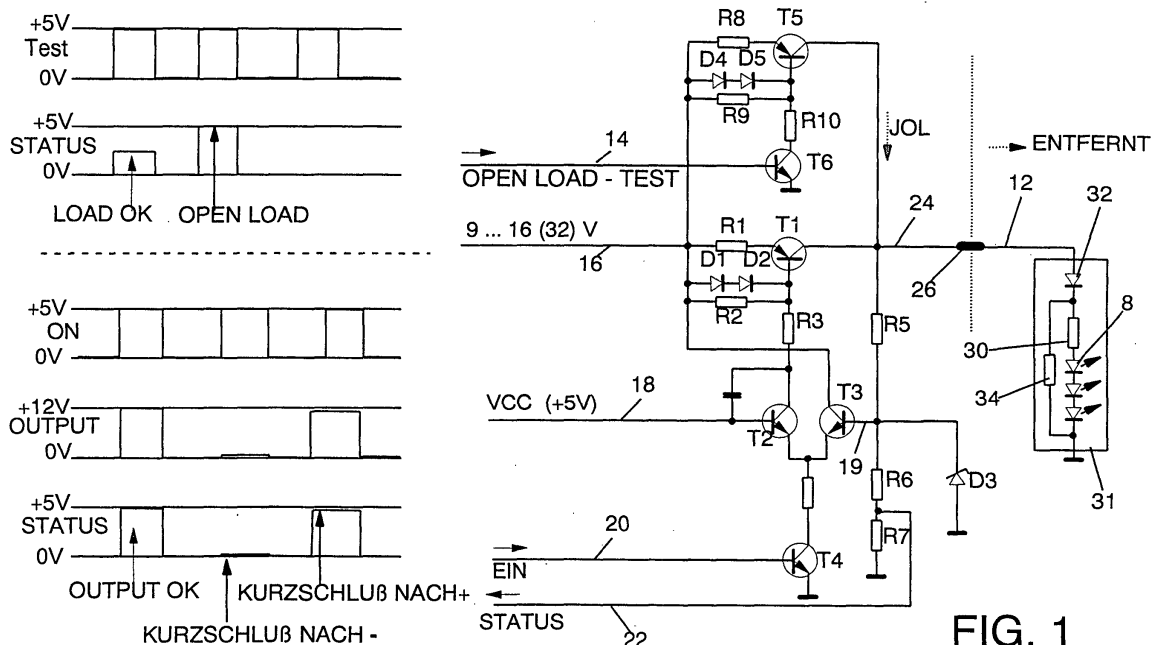
(72) Erfinder: **Bode, Hans-Alfred**  
**33619 Bielefeld (DE)**

(30) Priorität: **21.02.2001 DE 10108132**

(54) **Treiber für LED-Leuchten im Kfz**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Treiberschaltung zum Treiben eines spannungsempfindlichen Verbrauchers (8,31) von einem entfernt liegenden Steuergerät aus. Um kostengünstig zu sein und gleichzeitig Statussignale auswerten zu können wird vorgeschlagen, die Treiberschaltung selbst zur Aufrechterhaltung

eines sicheren Betriebszustands des Verbrauchers vorzusehen. Dies wird realisiert durch eine steuerbare Stromquelle (T1), ein die Stromquelle ansteuerndes Regелеlement (T2, T3) mit einem ersten Eingang (18) von einer vorgegebenen Referenzspannung (VCC) und einen zweiten Eingang (19) zur Zuführung der Regelspannung für den Verbraucher (8,31).



**FIG. 1**

## Beschreibung

### STAND DER TECHNIK

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Treiberschaltung zum Treiben eines Verbrauchers von einem Steuergerät aus, wobei der Verbraucher entfernt vom Steuergerät liegend nur innerhalb eines vorgegebenen Betriebsspannungsintervalls betreibbar ist.

**[0002]** Die eingangs genannten Treiberschaltungen finden im Stand der Technik vorzugsweise bei Heckleuchten Anwendung, bei denen als elektrische Verbraucher Leuchtdioden (LEDs) eingesetzt werden. Leuchtdioden haben eine Strom-Spannungskennlinie ähnlich wie Zenerdioden. Bis zu einer bestimmten Spannung fließt kein Strom und es gibt folglich auch keine Lichtaussendung. Wird diese Spannung dann überschritten, steigt der Strom stark an und die LED beginnt zu leuchten. In den meisten Fällen werden LEDs mit einem Vorwiderstand betrieben, der den Strom durch die LEDs für eine bestimmte Versorgungsspannung bestimmt.

**[0003]** Solange diese Versorgungsspannung konstant bleibt, ist auch der Strom durch die LEDs konstant. Die Helligkeit der LED-Leuchte entspricht dann den gesetzlichen Anforderungen. Im Kraftfahrzeug-Bordnetz schwankt die Versorgungsspannung allerdings zwischen 9 und 16 Volt und kann - in Ausnahmefällen bei denen ein Kraftfahrzeug von einem externen Netzgerät aus gestartet wird (Jump-Start) - sogar 32 Volt erreichen. Solange daher nur ein Vorwiderstand vor die LEDs geschaltet wird, würde eine solche Schaltung nicht hinnehmbare Helligkeitsschwankungen bei solchen Schwankungen der Versorgungsspannung ergeben. Dies kann dann auch leicht die Zerstörung der LEDs zur Folge haben, die aus Effektivitätsgründen bei Normalspannung von 12 Volt bereits nahe ihrer Belastungsgrenze betrieben werden.

**[0004]** Ein im Stand der Technik vorhandener Ansatz, die vorgenannten Probleme hinsichtlich einer Stromüberlastung und einer oft damit verbundenen Temperaturüberlastung der LEDs zu lösen, ist in DE 19734750 offenbart.

**[0005]** Dort wird eine Schutzschaltung vorgeschlagen, die der Heckleuchte zugeordnet ist und die Versorgungsspannung für alle drei Funktionen Schlußlicht, Bremslicht und Blinklicht regelt, sowie für alle Funktionen auf einen konstanten Strom regelt, wobei diese bei der Kombinationsleuchte für das Schluß- und Bremslicht auf zwei verschieden einstellbaren Pegeln liegt.

**[0006]** Des weiteren ist in dieser Schutzschaltung eine LED-Ausfall-Erkennungsschaltung vorgesehen. Von dieser Schaltung gibt es eine Verbindung zur Fahrzeug-Schnittstelle, die über mindestens 5 getrennte Leitungen verfügt. Eine zur Lieferung der Versorgungsspannung, eine Rückleitung zur Signalisierung eines LED-Leuchten-Gesamtausfalls, eine Rückleitung zur Signalisierung von Einzelausfällen von LEDs, eine

Überspannungsschutzleitung sowie wenigstens eine Steuerleitung zum Ansteuern der Konstantstromregler.

**[0007]** Diese Schaltung sorgt zwar für Betriebssicherheit der Heckleuchte, auch wenn die Bordnetzschwankung in weiten Bereichen steigt und fällt, sie weist jedoch den Nachteil auf, daß dafür sehr viele einzelne Leitungen zwischen einem zentralen Steuergerät für die Heckleuchte und der Schutzschaltung notwendig sind. Da die dort offenbarte Schutzschaltung in der Heckleuchte selbst oder zumindest in unmittelbarer Nähe derselben angeordnet sein muß, um die LED-Ausfallsignale zuverlässig erzeugen zu können, und da das Steuergerät bei Kraftfahrzeugen vielfach nur an zentraler Stelle, beispielsweise im Motorraum des Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist, ergeben sich zwangsläufig durch die große Anzahl der erforderlichen Leitungen, der gegebenenfalls notwendigen Kurzschluß-Schmelzsicherungen sowie durch die großen Leitungslängen zwangsläufig ein hohes Gewicht und hohe Kosten.

**[0008]** Um diese technische Sackgasse zu vermeiden, wird im Stand der Technik auch der Weg beschritten, an zentraler Stelle für jede Leuchte einen Treiber vorzusehen, der unmittelbar mit dem immer vorhandenen, digitalen Steuergerät verbunden ist, und der die einzelnen Leuchten, also Blinkleuchte, Schluß- und Bremsleuchte versorgt. Dies vermeidet dann unnötig viele einzelne Kabel zwischen Steuergerät und den einzelnen Leuchten.

**[0009]** Um jedoch die eingangs genannten Versorgungsspannungs-Probleme zu meistern und dadurch die Betriebssicherheit der LED-Leuchten auch nach den gesetzlich vorgesehenen, erhöhten Sicherheitsanforderungen zu erfüllen, sind im Stand der Technik bekannte zentrale Treiberschaltungen nur insoweit an die oben geschilderte Problematik angepaßt, als daß sie das Treibersignal logisch führen, jedoch nicht strom- oder spannungsbegrenzt.

**[0010]** Daher werden in die LED-Leuchten selbst diverse Schutzbeschaltungen eingebaut, die in der LED-Leuchte nachteilhafter Weise zusätzliche Wärme produzieren, die der Leuchtkraft der LEDs abträglich ist. Des weiteren ist es auch hier notwendig, über eine separate Leitung Diagnoseinformation bezüglich eines eventuellen LED-Ausfalls oder Feedback-Information im Falle des getakteten Blinkersignals zur Ansteuerung des Innenraumblinkers zurück an das Steuergerät zu liefern.

**[0011]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine kostengünstig realisierbare Treiberschaltung für die eingangs genannten Anwendungen, insbesondere für LED-Leuchten im Kraftfahrzeug zu schaffen, die wenig zusätzlich Wärme im Leuchtenraum produziert und von der Konzeption her mit möglichst wenigen Leitungen auskommt.

### VORTEILE DER ERFINDUNG

**[0012]** Ein erfindungsgemäßer Gegenstand mit den

Merkmale des Anspruchs 1 löst die vorgenannte Aufgabe.

**[0013]** Auf die Ansprüche soll im folgenden Bezug genommen werden.

**[0014]** Gemäß dem allgemeinsten Aspekt der Erfindung wird eine Treiberschaltung zum Treiben eines Verbrauchers, insbesondere zum Treiben von LED-Leuchten von einem Steuergerät offenbart, bei der der Verbraucher entfernt von Treiberschaltung und Steuergerät liegend nur innerhalb eines vorgegebenen Betriebsspannungsintervall betreibbar ist.

**[0015]** Die Erfindung ist nun dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung selbst zur Aufrechterhaltung eines sicheren Betriebszustands des Verbrauchers eine steuerbare Stromquelle, ein die Stromquelle ansteuerndes Regelement mit einem ersten Eingang von einer vorgegebenen Referenzspannung (VCC) und einen zweiten Eingang zur Zuführung der Regelspannung für den Verbraucher aufweist.

**[0016]** Damit ist eine Lösung geschaffen, eine weit entfernt von Treiber und Steuergerät angeordnete LED-Leuchte, im allgemeinen ein bestimmter Verbraucher, von weiter Entfernung aus über ein einziges Kabel zu treiben, wobei diverse unterschiedliche Betriebsmodi vorsehbar sind und die Betriebsspannung in einem erlaubten Spannungsband für den Verbraucher darstellbar ist.

**[0017]** Daraus ergibt sich der zentrale Vorteil gegenüber dem vorgenannten Treiber aus dem Stand der Technik, daß aufgrund der Sicherheitsmaßnahmen im Leuchtentreiber selbst der Verbraucher, insbesondere die LED-Leuchten vor Überspannungen geschützt sind, wodurch eine Schutzbeschaltung im eigentlichen Sinne nahe beim Verbraucher, beispielsweise innerhalb einer LED-Heckleuchte eines Kraftfahrzeugs wegfallen kann. Es reicht aus, in der Heckleuchte selbst lediglich eine Sperrdiode und einen Vorwiderstand zu schalten, um einen Verpolungsschutz zu gewährleisten. Damit ist ein Kernmerkmal für das erfinderische Konzept offenbart, das es überdies erlaubt, den Treiber mit nur einer einzigen Leitungszuführung zur LED-Leuchte zu verbinden. Dadurch werden die oben erwähnten Nachteile des Standes der Technik - großes Gewicht durch viele Kabel, unnötig hohe Kosten - vermieden.

**[0018]** Des weiteren legt dieses Kernmerkmal den Grundstein für eine Erweiterung der Treiberschaltung dahingehend, einen ganzen Katalog an generellen Anforderungen für LED-Brems-/Rückleuchte inklusive Treiber zu erfüllen. Dieser Anforderungskatalog ist spezifisch für die Anwendung der Erfindung für Kraftfahrzeug-LED-Leuchten. Die generellen Anforderungen sind dort die folgenden:

1. Die Lichtwerte müssen bei 13,5 Volt Bordnetzspannung erreicht werden.
2. Die bestimmungsgemäße Funktion der LED-Leuchten muss in einem Spannungsbereich

zwischen 9 und 16 Volt erfüllt werden, wobei kurzzeitige Spannungsspitzen bis 32 Volt keine Zerstörung von Schaltelementen verursachen dürfen.

3. Das Vorhandensein der LED-Leuchte soll erkennbar sein, woraus eine Überprüfbarkeit der Leitungsverbindung zwischen Treiber und Leuchte folgt.

4. Der LED-Treiber darf bei Kurzschluß nicht geschädigt werden.

5. Es muß eine Ansteuerung über Pulsweitenmodulation möglich sein, um mit 100 % der vorgegebenen Leistung ein Bremslicht und mit 5 % der Leistung das Schlußlicht zu realisieren.

**[0019]** Des weiteren sei an dieser Stelle angemerkt, daß das oben beschriebene Kernmerkmal auch dazu verwendet werden kann, einen Treiber für eine LED-Blinkleuchte im Kraftfahrzeug zu realisieren. Allgemein gesprochen, ist das erfinderische Konzept brauchbar dafür, um über die oben angesprochene, einzige Verbindungsleitung zwischen Treiber und Leuchte auch zeitgesteuerte Stromsignale zu führen.

**[0020]** In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Gegenstandes der Erfindung. Darauf soll im folgenden Bezug genommen werden:

Wenn das Regelement einen Steuerstrom für die Stromquelle ausgibt, der die Regelspannung sinken läßt, wenn diese infolge zu niedrigen Widerstands der Stromquelle für den Verbraucher zu hoch ist, und der die Regelspannung steigen läßt, wenn diese infolge zu großen Widerstands die Stromquelle zu niedrig ist, so ist ein vorteilhaftes, allgemein anwendbares Spannungsreglerkonzept offenbart.

Wenn die Stromquelle einen Leistungstransistor als Stromquelle für den Verbraucher enthält, an dessen Ausgang die Versorgungsspannung für den Verbraucher anliegt, und das Regelement ein Differenzverstärker ist, dessen einer Eingang mit einer Referenzspannung und dessen anderer Eingang mit der Regelspannung verbunden ist, so ist vorteilhaft anwendbares Spannungsregelprinzip offenbart, das einfach implementierbar ist.

Wenn des weiteren die Referenzspannung der Basis eines ersten Transistors (T2) und die Regelspannung der Basis eines zweiten Transistors (T3) des Differenzverstärkers zugeführt ist, so ist zusätzlich eine preisgünstig herstellbare Reglerschaltung offenbart, die ausgehend von der im Steuergerät vorhandenen Spannung für die Prozessorversorgung die Ausgangsspannung für den Verbrau-

cher auf einen vorgegebenen Wert begrenzt.

Wenn zusätzlich dem Leistungstransistor ein Vorwiderstand vorgeschaltet ist, und eine Mehrzahl an hintereinander geschalteten Dioden, bevorzugt zwei Dioden parallel zum Leistungstransistor geschaltet sind, so ergibt sich zusätzlich eine Strombegrenzung für den Leistungstransistor als Stromquelle, die den Kurzschlussstrom begrenzt und damit den Leistungstransistor T1 als primäre Stromquelle für den Verbraucher schützt.

Wenn eine Einschalt-Signalleitung zumindest einen der beiden Transistoren über einen Widerstand vorgegebener Größe mit Massepotential mit einem Schaltelement verbindet, das dadurch bei Ansteuerung an der Basis auf Durchlaß schaltbar ist, so ist die erfinderische Schaltung einschaltbar und ausschaltbar, wodurch es ggf. als Blinklichtschaltung, oder ähnliche Einsatzbereiche geeignet ist.

Wenn eine Konstantstromquelle mit dem Verbrauchereingang verbunden ist, die dazu eingerichtet ist, einen Meßstrom durch einen zum Verbraucher parallel geschalteten Widerstand zu treiben, dessen Größe zur Auswertung in der Treiberschaltung selbst dient, dann kann in vorteilhafter Weise eine Meßgröße, insbesondere ein Spannungsabfall zur Ermittlung eines 'open-load' Status bei ausgeschalteter Leuchte mit einem in den Verbraucher, insbesondere die Leuchte eingebautem Widerstand durch Detektion auf der Statusleitung in der Treiberschaltung selbst ausgewertet werden. Damit ergibt sich eine zuverlässige Ausfallerkennung selbst wenn die Leuchte ausgeschaltet ist, die ebenfalls 'fernabfragbar' ist und mit denselben Kostenvorteilen wie oben angesprochen verbunden ist.

Wenn die oben erwähnte Konstantstromquelle mit einem Eingangstransistor ein- und ausschaltbar ist, der bei Durchgang einen Meßstromtransistor (T5) als Stromquelle für den Meßstrom auf Durchgang schaltet, dann ist in vorteilhafter Weise ein Kurzschluß nach + und nach - erkennbar.

Wenn dem Meßstromtransistor ein Vorwiderstand vorgeschaltet ist, und zwei hintereinander geschaltete Dioden zu ihm parallel geschaltet sind, dann wird analog zum Leistungstransistor der Meßstromtransistor gegen Kurzschluß abgesichert.

**[0021]** Alternativ zu oben kann jedoch in weiterer, vorteilhafter Form eine Auswertung einer Meßgröße zur Ermittlung des LED- Betriebsfähigkeitsstatus ohne einen separaten, parallel zum Verbraucher, insbesondere zur Leuchte eingebauten Widerstand erfolgen, indem ein zwischen der positiven Versorgungsspannung in Reihe mit dem Verbraucher arbeitender Ohm'scher Test-Wi-

derstand vorgesehen ist, dessen Spannungsabfall zwischen einem höheren Spannungswert und einem niedrigeren Spannungswert zum Zwecke der Feststellung der Betriebsfähigkeit des Verbrauchers einer Auswerteschaltung entfernt vom Verbraucher zugeführt wird.

**[0022]** Das Meßprinzip zur Erkennung des Status im eingeschalteten Verbraucherzustand ist wie folgt:

Der Betriebsstrom muss durch einen sehr geringen, (etwa 1 Ohm) Testwiderstand fließen, der einen sehr geringen Spannungsabfall von hohem Potential (Highside) weggehend, erzeugt.

**[0023]** Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Treiberschaltung so vorgesehen, daß ein Treiber eine LED-Leuchtenanordnung treibt. Es ist dabei in bevorzugter Weise eine einzige Verbindungsleitung zwischen Treiber und Leuchte vorgesehen, die auch noch gleichzeitig zur Statusüberwachung des Verbrauchers auswertbar ist.

**[0024]** Eine Auswertung dieses Spannungsabfalls ist mit einem üblichen Verstärker vom Stand der Technik nicht möglich, da es sich um einen sehr geringen Spannungsabfall nahe der positiven Versorgungsspannung handelt. Erfindungsgemäß wird nun ein rail-to-rail-input-Operationsverstärker verwendet, der die Spannungsdifferenz verstärkt, einen Strom erzeugt, der im wesentlichen proportional ist zur Steuerspannung wobei dieser vom Operationsverstärker erzeugte Strom seinerseits einen Spannungsabfall an einer vorbestimmten Stelle erzeugt, der dann über eine Sense-Leitung in verstärkter Form gesenst werden kann.

**[0025]** Fließt also ein Betriebsstrom durch den Testwiderstand, so stellt sich eine Spannungsdifferenz in einem vorgegebenen Bereich fest. Fließt kein Strom, weil der Verbraucher, insbesondere die LED Leuchte defekt ist, so wird die Spannungsdifferenz gleich Null sein. Damit ist eine Diagnose in der Treiberschaltung selbst möglich, entfernt vom Verbraucher, bei nur geringem Messstromverlust.

Die Auswerteschaltung enthält in bevorzugter Weise einen rail-to-rail Differenzverstärker, um den Testspannungsabfall zu verstärken.

**[0026]** Wenn der Differenzverstärker eine zu seiner Eingangsspannungsdifferenz proportionale Spannung am Emitter-Widerstand eines Umsetztransistors erzeugt, wobei auch in dem Sense-Widerstand am Kollektor des Umsetztransistors ein der Eingangsspannungsdifferenz proportionaler Strom eingepreßt wird, so daß eine Spannung als Sense-Spannung abgreifbar ist, die zum Spannungsabfall an dem Testwiderstand proportional ist, so ist für eine sichere und kostengünstige Realisierung des Meßprinzips gesorgt.

**[0027]** Wenn zum Differenzverstärker eine Zenerdiode parallel geschaltet ist, ist der Operationsverstärker in vorteilhafter Weise gegen hohe Spannungen geschützt.

**[0028]** Wenn des weiteren die Versorgungsspannung

des Differenzverstärkers über ein Schaltelement, insbesondere einen Transistor ein- und ausschaltbar ist, dann kann der Ruhestrom der Gesamtschaltung vorteilhaft sehr gering gehalten werden.

**[0029]** Wenn zwischen Versorgungspotential (9.. 16V) und erstem Eingang des Differenzverstärkers ein erster Widerstand vorgegebener Größe geschaltet ist, und ein zweiter Widerstand vorgegebener Größe zwischen dem ersten und einem dritten Widerstand vorgegebener Größe geschaltet ist, wobei der dritte Widerstand auf Versorgungspotential liegt, dann ist die erfindungsgemäße Schaltung kostengünstig und zuverlässig herstellbar.

**[0030]** Wenn die Elemente der erfindungsgemäßen Treiberschaltung bis auf die Leistungsbauteile als integrierter Schaltkreis (IC) ausgeführt ist, können weitere Kosten gespart werden, da die Schaltung äußerst universell einsetzbar ist und daher im Bereich des Massenmarktes der Kfz- LED-Heckleuchten in grossen Stückzahlen vorteilhaft einsetzbar ist.

## ZEICHNUNGEN

**[0031]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0032]** Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltschema der erfindungsgemäßen Treiberschaltung gemäß ihrem ersten Aspekt (rechts) mit zugehörigen, typischen Spannungsverläufen auf den unterschiedlichen Eingangsleitungen des Treibers (links),

Fig. 2 ein Schaltschema der erfindungsgemäßen Treiberschaltung gemäß einem zweiten Aspekt, und

Fig. 3 eine Sense-Spannungskennlinie in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom, mit hoher Linearität, die Universalität der Schaltung zeigend.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

**[0033]** Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung zeigt die Anwendung einer erfindungsgemäßen Treiberschaltung für eine LED-Heckleuchte im Kraftfahrzeugbereich.

**[0034]** In der rechten Hälfte der Darstellung ist das Schaltschema gezeigt, während in der linken Hälfte typische Signalverläufe der jeweils am nächsten stehenden Signalleitungen in der Reihenfolge von oben nach unten übereinstimmend dargestellt sind.

**[0035]** Der rechte Teil der Zeichnung zerfällt sichtbar in zwei Bereiche: Der linke Bereich ist die eigentliche Treiberschaltung, wogegen der rechte Bereich die eigentliche LED-Leuchtenanordnung darstellt. Beide Bereiche sind durch eine gestrichelte Linie 10 voneinander

getrennt. Die LED-Leuchtenanordnung, die als Ganzes mit Bezugszeichen 8 versehen ist, ist mit der erfindungsgemäßen Treiberschaltung in vorteilhafter Weise nur durch ein einziges Zuleitungskabel 12 verbunden.

Die Treiberschaltung selbst ist in einem prozessorbetriebenen Steuergerät vorhanden und besitzt zu diesem hin die fünf Verbindungsleitungen 14, 16, 18, 20 und 22.

**[0036]** Die Versorgungsleitung der Treiberschaltung 24 kommt aus dem Ausgang 24 der Treiberschaltung und ist mit einem Leitungsverbinde 26 mit der über eine beträchtliche Länge gehenden Zuleitung 12 zur LED-Leuchtenanordnung 8 verbunden.

**[0037]** Zunächst werden die Verbindungsleitungen zum Steuergerät, das selbst nicht dargestellt ist, kurz erklärt: Leitung 14 ist eine Steuerleitung, über die das Ein- und Ausschalten des sogenannten open-load-Tests gesteuert werden kann. Dies wird weiter unten näher erläutert.

**[0038]** Leitung 16 ist die Batteriespannungs-Versorgungsleitung. Leitung 18 ist eine Steuerleitung, die mit einer Referenzspannung VCC von +5 Volt belegt ist. Leitung 20 kann zum Ein- und Ausschalten der gesamten Treiberschaltung, sowie für eine Pulsweitenmodulations-Ansteuerung bis in den Kilohertzbereich verwendet werden. Leitung 22 ist eine Statusleitung, über deren aktuellen Pegel der Zustand der Versorgungsspannung sowie verschiedene Kurzschlußsituationen abgefragt werden können, was weiter unten näher erläutert wird.

**[0039]** Mit den Transistoren T1, T2 und T3 ist ein Spannungsregler mit den zwei Eingängen 18 und 19 aufgebaut, der ausgehend von der im Steuergerät vorhandenen Spannung für die Prozessorversorgung die Ausgangsspannung für die LED-Leuchte 8 auf einen vorgegebenen Wert begrenzt. Transistor T1 ist ein Leistungstransistor, der als steuerbare Stromquelle den Leistungsstrompfad des Treibers darstellt. Emitterseitig ist er über einen Vorwiderstand R1 an die Versorgungsspannung angeschlossen, die im Betriebszustand zwischen 9 und 32 Volt schwanken kann. In regelmäßiger Weise wird die Betriebsspannung jedoch nur zwischen 9 und 16 Volt schwanken. Der Kollektor von T1 ist mit dem Ausgang des Treibers und der Versorgungsleitung für die LED-Leuchte 8 verbunden. Die Basis des Transistors T2 ist mit einer Referenzspannung von 5 Volt verbunden, wogegen die Basis des Transistors T3 über eine Zenerdiode mit Masse verbunden ist. Der Kollektor von Transistor T2 ist über einen Vorwiderstand R3 mit der Basis des Leistungstransistors T1 verbunden. Die beiden Emitter von T2 und T3 sind miteinander verbunden und bilden zwischen sich einen Knotenpunkt, an dem im eingeschalteten Zustand ein relativ niedriges Potential anliegt, dessen Größe durch die Größe des Widerstandes R4 im wesentlichen bestimmt ist. R4 liegt über die Emitter-Kollektor-Strecke des Transistors T4 direkt an Masse.

**[0040]** Der mit den Transistoren T1, T2 und T3 aufgebaute Spannungsregler begrenzt die Ausgangsspan-

nung in Richtung LED-Leuchtenanordnung abhängig von der im Steuergerät vorhandenen Spannung VCC. Die Transistoren T2 und T3 stellen einen Differenzverstärker dar, der die Referenzspannung VCC mit der über die Widerstände R5 und R6+R7 heruntergeteilten Ausgangsspannung des Transistors T1 vergleicht und die Ansteuerung des Transistors T1 durch den Transistor T2 verhindert, indem der parallel zum Transistor T2 liegende Transistor T3 den Strom übernimmt und damit den Transistor T2 sperrt.

**[0041]** Über die Dioden D1 und D2, die hintereinander geschaltet einen parallelen Zweig zu R1 und T1 bilden, sowie über den zu den Dioden parallel geschalteten Ohm'schen Widerstand R1 ist zusätzlich noch eine Strombegrenzung eingebaut, die einen eventuell auftretenden Kurzschlußstrom begrenzt und damit den Transistor T1 schützt.

**[0042]** In der LED-Leuchtenanordnung 8 sind aus Übersichtlichkeitsgründen nur 3 LEDs eingezeichnet, die über einen Vorwiderstand und eine Sperrdiode abgesichert sind. Des weiteren liegt ein Ohm'scher Widerstand parallel zu den LEDs. Dieser dient als Meßwiderstand, worauf weiter unten noch eingegangen wird.

**[0043]** Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Treiberschaltung können nun in vorteilhafter Weise verschiedene Ausfallsituationen an oder um die LED-Leuchtenanordnung herum erkannt werden. Beispielsweise kann ein Kurzschluß nach Plus durch ein positives Signal auf der Statusleitung für einen Betriebszustand erkannt werden, indem der Transistorschalter T4 nicht angesteuert ist, daß heißt im ausgeschalteten Zustand des Treibers. Die Kurzschlußsituation nach Plus ist durch einen positiven Pegel auf der Statusleitung erkennbar, der kurz unterhalb der Referenzspannung liegt, im Beispiel kurz unterhalb von 5 Volt, siehe auch den linken Bereich von Fig. 1, unterste Zeile. Des weiteren kann ein Kurzschluß nach Minus durch einen sehr niedrigen Pegel in der Nähe von Null auf der Statusleitung erkannt werden, in einem Betriebszustand, in dem der Schalter auf 'Ein' steht, also der Transistor T4 auf Durchgang geschaltet hat. Der reguläre, fehlerfreie Betriebszustand ist durch den linken Puls bei einem Pegel von 5 Volt zu erkennen.

**[0044]** Des weiteren ist in vorteilhafter Weise im oberen Bereich der Abbildung von Fig. 1 ein sogenannter open-load-Testkreis abgebildet, der im wesentlichen durch eine schaltbare Konstantstromquelle aus den Transistoren T5 und T6, den Dioden D4, D5 sowie den Widerständen R8, R9 und R10, sowie die Widerstände R5, R6 und R7 auf der Statusleitung gebildet ist.

**[0045]** Aufgabe der Konstantstromquelle ist es, wenn sie durch Einschalten auf der Testleitung 14 über den Transistorschalter T6 und den Widerstand R10 auf Durchgang geschaltet ist, einen Meßstrom geringer Größe im ausgeschalteten Zustand des Hauptschalters T4 an die LED-Leuchte 8 zu bringen, der die LEDs noch nicht zum Glimmen bringt, wohl aber an dem parallel zu den LEDs 31 geschalteten Ohmschen Widerstand 34

einen so deutlichen Spannungsabfall hervorruft, daß dieser auf der Statusleitung 22 detektiert und ausgewertet werden kann. In der open-load-Ausfallsituation kann kein Strom mehr durch die LEDs fließen. Als direkte Folge fließt ein wesentlich geringerer Strom durch die Zuleitung 12 und den Widerstand 34, wodurch das Potential am Ausgang des Transistors T1 angehoben wird. Daher ergibt sich der Fehlerpuls der openload-Ausfallsituation, in der Nähe der Referenzspannung von 5 Volt, wie es in der zweiten Zeile im linken Bereich von Fig. 1 dargestellt ist. Bei intakter Last stellt sich ein mittlerer Pegel ein. Wie aus der darüberliegenden Zeile erkennbar ist, ist das Testsignal am Testeingang 14 ein einfaches Rechtecksignal zwischen 0 Volt und 5 Volt.

**[0046]** Es sei noch angemerkt, daß der Widerstand R8 zusammen mit dem Diodenpärchen D4, D5 die Aufgabe hat, den Meßtransistor T5 vor zu großen Strömen zu schützen, in analoger Form, wie es für den Leistungstransistor T1 weiter oben bereits beschrieben wurde.

**[0047]** Wie es für den Fachmann aus der obigen Beschreibung und der beiliegenden Fig. 1 erkennbar ist, können nun durch die erfindungsgemäße Spannungsbegrenzung auf etwa 12 Volt alle im Stand der Technik vorgesehenen Maßnahmen in der Leuchte selbst gegen hohe Spannungen wie etwa 16 Volt oder über 30 Volt bei einem Jumpstart entfallen.

**[0048]** Des weiteren ergibt sich eine Diagnosemöglichkeit von open-load, Kurzschluß nach Masse oder Plus ohne eine zusätzliche Signalleitung von der Leuchte hin zum Steuergerät. Die dargestellte und beschriebene Treiberschaltung kann in vorteilhafter Weise mit einem Steuergerät kombiniert werden, indem ein Festspannungsregler mit einer Genauigkeit von 2 % verwendet wird, so daß die oben erwähnte 12 Volt-Begrenzung mit einer Genauigkeit von etwa 5 % für die Praxis hinreichend genau ist. Schließlich sei noch angemerkt, daß der Ausgangstransistor T1 so ausgebildet sein sollte, daß er für ca. 100 Millisekunden kurzschlußfest ist, damit Zeit genug für den Prozessor des Steuergeräts bleibt, um ihn rechtzeitig abzuschalten.

**[0049]** Eine weitere, vorteilhafte Ausgestaltung eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Treiberschaltung ist in Fig. 2 in einer schematischen Schaltskizze dargestellt. Die dort gezeigte Treiberschaltung hat den Vorteil, daß der Strom durch die LED-Leuchtenanordnung 8 auch ohne den in Fig. 1 dargestellten Parallelwiderstand 34 im eingeschalteten Zustand gemessen werden kann.

**[0050]** Der rechte Teil von Fig. 2 entspricht im wesentlichen dem rechten unteren Teil von Fig. 1, insbesondere hinsichtlich dem Leistungstransistor T1, der ebenfalls strombegrenzt ist und mit T2 und T3 ebenso einen Spannungsregler bildet. Insoweit wird auf die vorangegangene Beschreibung verwiesen.

**[0051]** Erfindungsgemäß wird nun ein Spannungsabfall an dem dem Leistungstransistor T1 vorgeschalteten Shuntwiderstand, der der Strombegrenzung der Treiberschaltung dient, ausgewertet, um den Strom durch

die Leuchte im eingeschalteten Zustand messen und auswerten zu können.

**[0052]** Eine solche Auswertung ist mit einem herkömmlichen Verstärkerbaustein nicht möglich, da es sich um kleine Spannungsabfälle nahe der positiven Spannungsversorgung handelt, da der eigentliche Spannungsabfall ja erst in der LED-Leuchtenanordnung erzeugt wird. Um solche besondere Spannungsschwankungen für eine Auswertung auflösen zu können, die nicht in der Nähe des Null-Pegels liegen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, einen rail-to-rail-input-Operationsverstärker 60 zu verwenden, der über einen nachgeschalteten Transistor 70 dafür sorgt, daß die an dem Shunt-Widerstand R1 gemessene Spannung sich ebenfalls am Emitter-Widerstand 72 des nachgeschalteten Transistors 70 einstellt. Der daraus resultierende Strom setzt sich zusammen aus dem Strom durch die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors 70 plus dem Strom durch die Basis-Emitter-Strecke. Da der letztere weniger als 1 % des Kollektorstroms beträgt, ist dieser Anteil vernachlässigbar.

**[0053]** Im stationären Zustand ist der Kollektorstrom der Meßschaltung am linken Rand von Fig. 2 dem Ausgangsstrom des Treibers proportional. Daher erzeugt der Kollektorstrom an dem Kollektorwiderstand 74 eine Sense-Spannung, die ihrerseits dem Ausgangsstrom des LED-Treibers proportional ist und über einen Analogeingang des Steuergeräteprozessors (nicht abgebildet) gemessen werden kann. Der rail-to-rail-input-Operationsverstärker ist für Versorgungsspannungen bis circa 16 Volt ausgelegt, hat jedoch eine geringe Stromaufnahme. Um ihn gegen hohe Spannungen zu schützen, ist ihm eine entsprechende Zenerdiode 64 parallel geschaltet. Seine Spannungsversorgung wird über einen Vorwiderstand 66 geführt. Um den Ruhestrom der Schaltung niedrig zu halten, ist dieser Schaltungsteil durch einen Transistor 62 ein- und ausschaltbar (s. oben).

**[0054]** Die gezeigte Treiberschaltung gestattet die Strommessung von einigen Milliampere bis zur Strombegrenzung des Treibers selbst. Dadurch können Pegel für open-load und overload während der Fertigung oder später bei einem gegebenen Austausch einer Leuchte mit möglicherweise anderen Betriebsparametern in einer Kfz-Fachwerkstatt im Speicher des Steuergeräteprozessors abgelegt werden. Die gezeigte Schaltung ist damit weitgehend universell. Als Eckdaten sind lediglich die Ausgangsspannung und die Strombegrenzung festgelegt, die aber mit 500 mA allen bisherigen LED-Leuchten genügt. Das Konzept ist offen für zukünftige LED-Leuchtenanordnungen, die weniger Strom bei gleicher Lichtaussendung verbrauchen. Dies wird auch durch Fig. veranschaulicht.

**[0055]** Fig. 3 zeigt eine Sense-Spannungskennlinie in Abhängigkeit vom Ausgangsstrom, mit hoher Linearität. Es wurden dabei drei verschiedene Operationsverstärker mit jeweils unterschiedlich großen Fehlern in ihrem Offset eingesetzt, die zu den drei verschiedenen, abge-

bildeten Kennlinien führen.

**[0056]** Über einen großen Bereich von 0 bis 900 mA Ausgangsstrom ergibt sich eine Sense-Spannung proportional zum Strom.

**[0057]** Festgelegt sind lediglich die Ausgangsspannung und die Strombegrenzung, die aber mit 500 mA allen bisherigen LED-Leuchten genügt. Sie ist daher auch für zukünftige LED-Leuchten dimensionierbar, die mit geringeren Strömen bei gleicher Lichtaussendung auskommen.

**[0058]** Damit sind umfassend folgende Merkmale erfindungsgemäß realisierbar:

1. Eine LED-Leuchte kann mit konstanter Spannung betrieben werden. Bei dieser Spannung werden auch die erforderlichen Lichtwerte einer LED-Leuchte erreicht.

2. Das Diagnostizieren einer 'open-load'-Situation bereits im ausgeschalteten Zustand, ohne ein Aufblitzen von LEDs über die Messung der Ausgangsspannung des Treibers. Im Stand der Technik verfügbare, sogenannte High-side-Treiber verwenden für eine solche open-load-Erkennung im ausgeschalteten Zustand zu kleine Ströme, die im Mikroampere-Bereich liegen. Diese sind zu klein, um eine sichere Aussage zu liefern, da die kleinen Ströme durch zusätzliche Kriechströme, beispielsweise bei Steckerkontakten zu sehr verfälscht werden.

3. Das Diagnostizieren von Kurzschluß nach Plus oder Masse wird durch die Messung der Ausgangsspannung des Treibers ermöglicht.

4. Es wird gleichzeitig für eine Strombegrenzung gesorgt, um die Treiberschaltung zu schützen und bei Kurzschluß sicher abschalten zu können. Es werden auch Stromspitzen im Steuergerät vermieden, wodurch keinerlei Sicherungen erforderlich sind.

5. Die erfindungsgemäße Treiberschaltung ist ein- und ausschaltbar und kann durch Pulsweitenmodulation der Treiberschaltung für die Helligkeitssteuerung bis in den Kilohertzbereich eingesetzt werden. So kann ein Bremslicht mit 100 % Lichtleistung und ein Rücklicht mit etwa 5 % der Lichtleistung betrieben werden. Im Stand der Technik verfügbare High-side-Treiber werden im Gegensatz dazu mit N-Kanal-MOSFET-Transistoren mit Ladepumpe betrieben, wodurch sie langsam sind und für Pulsweitenmodulation nicht gut geeignet sind.

**[0059]** Des weiteren gestattet die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Treiberschaltung mit open-load-Erkennung im eingeschalteten Zustand und ohne einen zum Verbraucher parallel geschalteten Widerstand eine Strommessung von einigen Milliampere bis zur Strom-

begrenzung des Treibers selbst.

**[0060]** Es können Pegel für open-load und overload während der Fertigung oder später beim Austausch einer LED-Leuchte mit möglicherweise zukünftig anderen Werten in einer Werkstatt im Speicher des Steuergerä-

**[0061]** Obwohl die vorliegende Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

**[0062]** Schließlich können die Merkmale der Unteransprüche im wesentlichen frei miteinander und nicht durch die in den Ansprüchen vorliegende Reihenfolge miteinander kombiniert werden, sofern sie unabhängig voneinander sind.

### Patentansprüche

1. Treiberschaltung zum Treiben eines Verbrauchers (8,31) von einem Steuergerät aus, wobei der Verbraucher entfernt von Treiberschaltung und Steuergerät liegend nur innerhalb eines vorgegebenen Betriebsspannungsintervall betreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Treiberschaltung selbst zwecks Schutzbeschaltung zur Aufrechterhaltung eines sicheren Betriebszustands des Verbrauchers eine steuerbare Stromquelle (T1), ein die Stromquelle ansteuerndes Regelement (T2,T3) mit einem ersten Eingang (18) von einer vorgegebenen Referenzspannung (VCC) und einen zweiten Eingang (19) zur Zuführung der Regelspannung für den Verbraucher (8,31) aufweist.
2. Treiberschaltung nach Anspruch 1, mit nur einer einzigen Verbindungsleitung zwischen Treiber und Leuchte, wobei das auf der Verbindungsleitung laufende Signal zur Statusüberwachung des Verbrauchers ausgewertet wird.
3. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei das Regelement (T2,T3) einen Steuerstrom für die Stromquelle (T1) ausgibt, der die Regelspannung sinken läßt, wenn diese infolge zu niedrigen Widerstands der Stromquelle für den Verbraucher zu hoch ist, und der die Regelspannung steigen läßt, wenn diese infolge zu großen Widerstands der Stromquelle zu niedrig ist.
4. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei die Stromquelle einen Leistungstransistor (T1) als Stromquelle für den Verbraucher enthält, an dessen Ausgang die Versorgungsspannung für den Verbraucher anliegt, und wobei das Regelement ein Differenzverstärker (T2,T3,R5,R6,R7) ist, dessen einer Eingang mit einer Referenzspannung und dessen anderer Eingang mit der Regelspannung

verbunden ist.

5. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei die Referenzspannung der Basis eines ersten Transistors (T2) und die Regelspannung der Basis eines zweiten Transistors (T3) des Differenzverstärkers zugeführt ist.
6. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei dem Leistungstransistor (T1) ein Vorwiderstand (R1) vorgeschaltet ist, und eine Mehrzahl an hintereinander geschalteten Dioden, bevorzugt zwei Dioden (D1,D2) parallel zum Leistungstransistor geschaltet sind.
7. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei eine Einschalt-Signalleitung (20) zumindest einen der beiden Transistoren (T2,T3) über einen Widerstand (R4) vorgegebener Größe mit Massepotential mit einem Schaltelement (T4) verbindet, das dadurch bei Ansteuerung an der Basis auf Durchlaß schaltbar ist.
8. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei eine Konstantstromquelle (T5,T6,D4,D5,R8,R9,R10) mit dem Verbrauchereingang (12) verbunden ist, die dazu eingerichtet ist, einen Meßstrom durch einen zum Verbraucher (8,31) parallel geschalteten Widerstand (34) zu treiben, dessen Größe zur Auswertung in der Treiberschaltung selbst dient.
9. Treiberschaltung nach Anspruch 1, wobei die Konstantstromquelle (T5,T6,D4,D5,R8,R9,R10) mit einem Eingangstransistor (T6) ein- und ausschaltbar ist, der bei Durchgang einen Meßstromtransistor (T5) als Stromquelle für den Meßstrom auf Durchgang schaltet.
10. Treiberschaltung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei dem Meßstromtransistor (T5) ein Vorwiderstand (R8) vorgeschaltet ist, und zwei hintereinander geschaltete Dioden (D4,D5) zu ihm parallel geschaltet sind.
11. Treiberschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein zwischen der positiven Versorgungsspannung in Reihe mit dem Verbraucher (8,31) arbeitender Ohm'scher Test-Widerstand (R1) vorgesehen ist, dessen Spannungsabfall zum Zwecke der Feststellung der Betriebsfähigkeit des Verbrauchers (30) einer Auswerteschaltung entfernt vom Verbraucher (30) zugeführt ist.
12. Treiberschaltung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die Auswerteschaltung einen rail-to-rail Differenzverstärker (70) enthält.
13. Treiberschaltung nach dem vorstehenden An-

spruch, dafür eingerichtet, dass der Differenzverstärker (70) eine zu seiner Eingangsspannungsdifferenz proportionale Spannung an einem Emitter-Widerstand (72) eines Umsetztransistors (70) erzeugt, wobei in einem Sense-Widerstand (74) am Kollektor des Umsetztransistors ein der Eingangsspannungsdifferenz proportionaler Strom einprägbare ist, so daß eine Spannung als Sense-Spannung abgreifbar ist, die zum Spannungsabfall an dem Testwiderstand proportional ist.

14. Treiberschaltung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei zum Differenzverstärker (70) eine Zenerdiode (74) zwecks Absicherung parallel geschaltet ist.
15. Treiberschaltung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei die Versorgungsspannung des Differenzverstärkers (70) über ein Schaltelement (T20) ein- und ausschaltbar ist.
16. Treiberschaltung nach dem vorstehenden Anspruch, wobei zwischen Versorgungspotential (9.. 16V) und erstem Eingang des Differenzverstärkers (70) ein erster Widerstand (R8) vorgegebener Größe geschaltet ist, und ein zweiter Widerstand (R9) vorgegebener Größe zwischen dem ersten und einem dritten Widerstand (72) vorgegebener Größe geschaltet ist, wobei der dritte Widerstand (72) auf Versorgungspotential liegt.
17. Treiberschaltung nach einem der vorstehenden Ansprüche, deren Elemente bis auf die Leistungsbau- teile (T1, R1) als integrierter Schaltkreis (IC) ausgeführt ist.

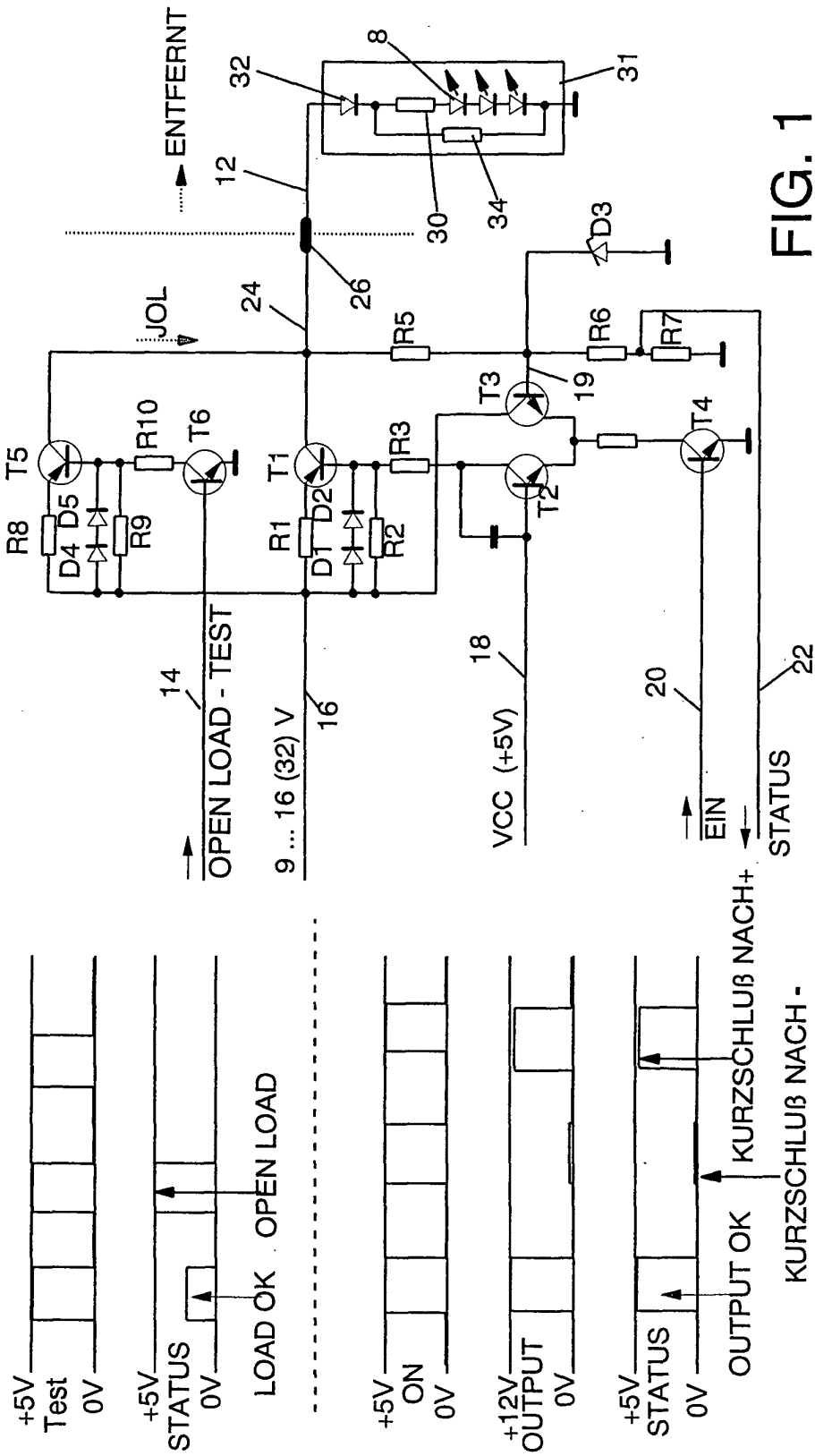
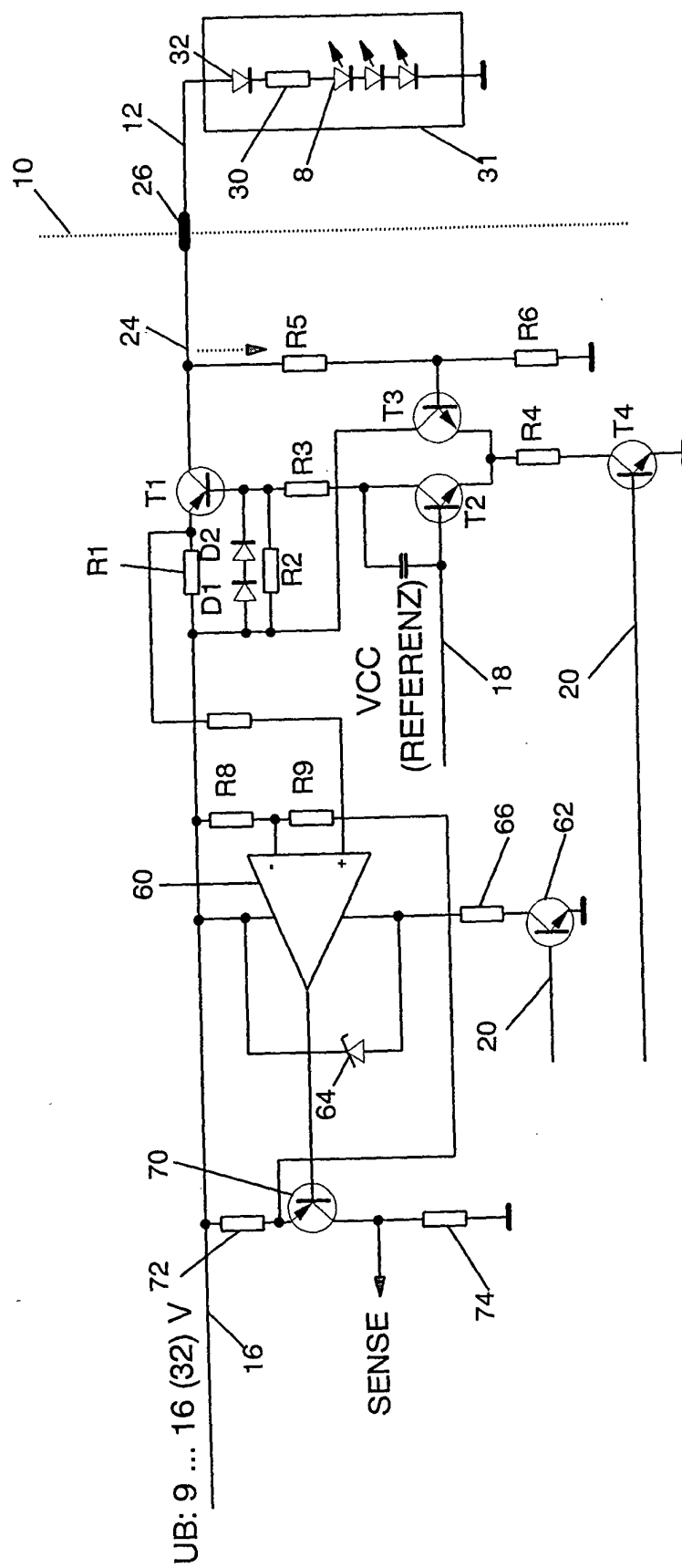


FIG. 1



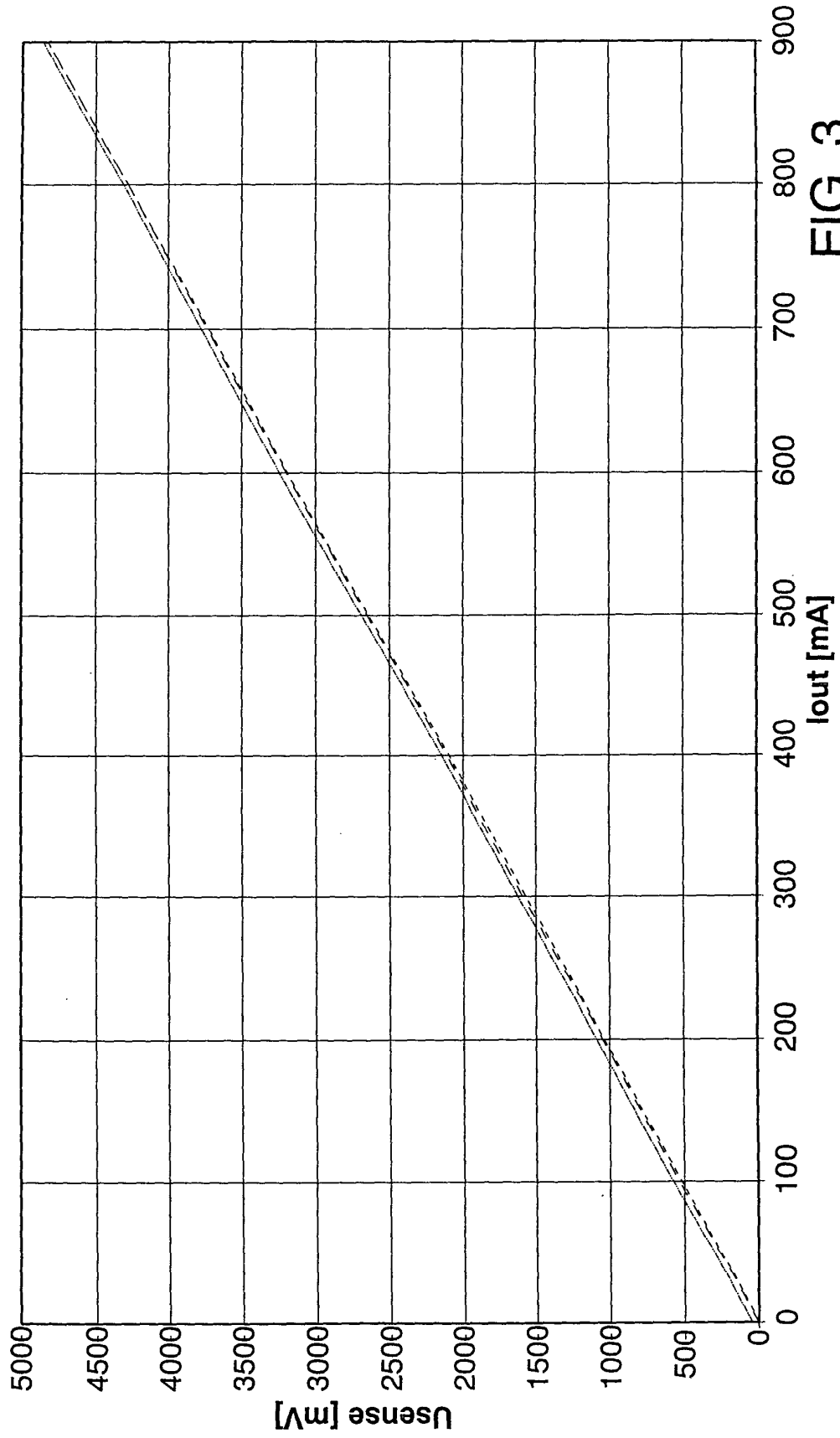


FIG. 3