



(11) **EP 2 107 859 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**23.03.2011 Patentblatt 2011/12**

(51) Int Cl.:  
**H05B 33/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09405060.6**

(22) Anmeldetag: **01.04.2009**

(54) **Schaltung und Verfahren zur Speisung einer LED-Leuchte**

Switch and method for exciting an LED light

Commutation et procédé d'alimentation d'une lampe DEL

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **03.04.2008 CH 5112008**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.10.2009 Patentblatt 2009/41**

(73) Patentinhaber: **Sander Elektronik AG  
5314 Kleindöttingen (CH)**

(72) Erfinder: **Noe, Michel  
6314 Unterägeri (CH)**

(74) Vertreter: **Müller, Markus Andreas  
Frei Patentanwaltsbüro  
Postfach 1771  
8032 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**US-A- 5 517 397            US-A1- 2002 176 262  
US-A1- 2007 153 520**

**EP 2 107 859 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der elektronischen Schaltungstechnik, und insbesondere auf eine Schaltung und ein Verfahren zur Speisung einer Leuchte, bei welcher Leuchtdioden (LED) als Leuchtmittel verwendet sind, gemäss dem Oberbegriff der entsprechenden unabhängigen Patentansprüche.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** In einer so genannten LED-Leuchte (d.h. einer Leuchte, bei welcher Leuchtdioden als Leuchtmittel verwendet sind) wird der Konverter gewöhnlich als Eintakt-Sperrwandler (Flyback converter) gebaut, da die Lichtleistung der LED-Leuchte meistens unter 24W liegt.

**[0003]** Für solche Leistungen werden heutzutage Eintakt-Sperrwandler mit gewöhnlichen integrierten Schaltungen und Hochspannung-MOSFET-Transistoren günstig entwickelt und produziert. In solchen Wandlern wird die Wechselspannung des Versorgungsnetzes zuerst gleichgerichtet. Die dadurch entstehende Gleichspannung wird in eine vom Netz getrennte niedrigere Gleichspannung umgewandelt. Die Leuchtdioden werden direkt von dieser niedrigeren Gleichspannung oder indirekt über einen zusätzlichen Wandler versorgt.

**[0004]** Problematik: Das erste Problem liegt bei der Wahl des Kondensators, welcher bei der Filterung der gleichgerichteten Versorgungsnetz-Spannung verwendet wird. Es ist schwierig, einen guten Kompromiss zu finden, bei welchem alle folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Der Wert dieses Kondensators ist begrenzt durch die technischen Norm, deren Anforderungen die Leuchten erfüllen müssen. Bei kleinen Leistungen sind zwar keine so genannten PFC-Konverter (power factor correction converter) nötig, jedoch werden die Oberwellen des Netzstromes begrenzt. Der maximale Kondensator-Wert beträgt dadurch ca. 3 Microfarad.
- Bei der Gleichrichtung einer 50Hz-Versorgungsnetz-Wechselspannung entsteht eine 100Hz-Oberwelle. Der minimale Wert der gleichgerichteten Spannung hängt somit vom Kondensatorwert ab. Bei den gewöhnlichen integrierten Schaltungen funktioniert der Eintakt-Sperrwandler schlecht oder gar nicht mehr, sobald die gleichgerichtete Spannung unter einem bestimmten Wert liegt. Dadurch gibt es einen minimalen Wert für den Kondensator, welcher gegeben für einen einwandfreien Betrieb des Eintakt-Sperrwandlers erforderlich ist. Meistens ist der oben angegebene Wert von 3 Microfarad zu gering.
- Bei der Wahl des Kondensators ist auch zu beachten, dass elektrolytische Kondensatoren (so ge-

nannte Elkos) relativ kurzlebig sind, weil sie abtrocknen. Um eine Lebenserwartung von ca. acht Jahren zu erreichen, müssen hochqualitative Elkos mit einem Wert von mindestens 10 Microfarad verwendet werden. Andere Technologien wie Folien-Kondensatoren sind viel teurer.

**[0005]** Aus diesen Gründen sind die meisten elektronischen Steuerungen für LED-Leuchten mit zu grossen Elkos bestückt und dadurch nicht Normkonform.

**[0006]** Ein zweites Problem liegt bei der Erfüllung der Norm, welche die elektromagnetische Kompatibilität der elektronischen Steuerung definiert. Mit herkömmlichen integrierten Schaltungen bleibt die Taktfrequenz konstant. Somit sind die Störungen bei der Taktfrequenz und deren harmonischen Oberwellen einen hoch. Dementsprechend ist deren Filterung aufwendig bzw. teuer zu implementieren.

**[0007]** Mit einem freischwingenden Eintakt-Sperrwandler sind beide Probleme einfacher zu lösen.

**[0008]** Solche Wandler können mit sehr niedrigen Spannungen arbeiten. Dadurch ist es nicht nötig, einen Kondensator mit hohem Wert zu verwenden. Solche Kondensatoren sind auch als Folien-Kondensatoren günstig erhältlich. Demzufolge ist auch die Norm, welche den Oberwellen-Inhalt des Netzstromes begrenzt, einfach zu erfüllen.

**[0009]** Gerade weil solche Wandler freischwingen können bzw. müssen, ist es schwierig, solche freischwingenden Eintakt-Sperrwandler zu steuern. Die folgenden Funktionen müssen implementiert werden:

- Transistorstrom-Begrenzung.
- Leuchtdiode-Durchlass-Strom-Regelung
- Ausgangsspannungsbegrenzung (im Fall eines Leuchtdioden-Ausfalls)

**[0010]** WO 99/07188 und WO 01/05193 zeigen Eintakt-Sperrwandler zur Speisung von LED-Leuchten. Darin sind jedoch keine rein freischwingenden Eintakt-Sperrwandler beschrieben. Zudem liegt keine Ausgangsspannungsbegrenzung (im Fall eines Leuchtdioden-Ausfalls).

## DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0011]** Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Schaltung und ein Verfahren zur Speisung einer LED-Leuchte der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile behebt.

**[0012]** Diese Aufgabe lösen eine Schaltung und ein Verfahren zur Speisung einer LED-Leuchte, mit den Merkmalen der entsprechenden unabhängigen Patentansprüche.

**[0013]** Die elektronische Schaltung zur Speisung einer mit Leuchtdioden als Leuchtmittel gebauten Leuchte, weist also einen freischwingenden Eintakt-Sperrwandler zur Speisung der Leuchtmittel anhand einer Gleichspan-

nung. Der Eintakt-Sperrwandler weist dabei die folgenden Elemente auf:

- einen Transformator mit einer Hauptwicklung und einer Sekundär-Wicklung, welche mit der Hauptwicklung magnetisch gekoppelt ist; und
- ein Schaltelement zur Steuerung eines Stromflusses durch die Hauptwicklung.

Dabei weist die Schaltung einen Regelkreis zur Regelung eines Stromflusses durch das Leuchtmittel auf, wobei diese Stromregelung

- zum Erfassen des Stromflusses durch das Leuchtmittel; und
- zur Modulation des Stromflusses durch die Hauptwicklung, auch Kollektorstrom genannt, mittels des Schaltelements; und
- zur Regelung des Stromflusses durch das Leuchtmittel auf einen vorgegebenen Sollwert

ausgebildet ist. Zur Begrenzung der Ausgangsspannung

- weist der Transformator eine Hilfs-Wicklung auf, welche mit der Hauptwicklung magnetisch gekoppelt ist;
- ist diese Hilfs-Wicklung zum Erzeugen einer Hilfsspannung, welche parallel zur Ausgangsspannung verläuft, angeordnet; und
- ist die Schaltung zur Begrenzung der Hilfsspannung durch Reduktion des Kollektorstroms und dadurch auch zur Begrenzung der Ausgangsspannung ausgebildet.

**[0014]** Es wird also in vorteilhafter Weise ein freischwingender Eintakt-Sperrwandler für die Steuerung einer LED-Leuchte verwendet. Dabei wird der Leuchtdioden-Durchlass-Strom durch Modulation des Stromes in der Haupt- oder Primärwicklung geregelt, wobei in dieser Schaltung in einfacher Weise auch Sicherheitsfunktionen wie eine Kollektorstrom-Begrenzung und eine Begrenzung der Ausgangsspannung implementiert werden können.

**[0015]** Die Begrenzung der Ausgangsspannung (auf der Sekundärseite) erfolgt dank der Hilfswicklung durch eine Schaltung, welche mit der der Primärseite galvanisch gekoppelt, aber von der Sekundärseite galvanisch getrennt ist. Die Begrenzung der Hilfsspannung durch den Spannungsbegrenzer fährt automatisch auch zur Begrenzung der Sekundärspannung. Falls die Leuchtmittel nicht oder fehlerhaft angeschlossen sind, könnten sonst die Sekundärspannung respektive die Ausgangsspannung auf zu hohe Werte ansteigen. Die Hilfsspannung ist vorzugsweise durch eine Zener-Diode begrenzt, welche parallel zu bzw. unabhängig von einer Verstärkerschaltung zur Stromregelung geschaltet ist.

**[0016]** Mindestens ein Anteil des Steuerstroms (also ein Anteil des Steuerstroms oder der gesamte Steuer-

strom) wird vorzugsweise erzeugt, wenn die Hilfsspannung einen vorgegebenen Wert überschreitet. Mindestens ein weiterer Anteil des Steuerstroms wird entsprechend der Regelabweichung des Sekundärstroms durch die Leuchtmittel von einem vorgegebenen Sollwert erzeugt.

**[0017]** Der Sperrwandler wird im Folgenden als durch eine Gleichspannung gespeist beschrieben, wobei sich aber versteht, dass diese Gleichspannung ja nach Güte allfälliger Eingangsfilter eine gewisse Welligkeit aufweisen kann.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Regelkreis

- zum Erzeugen eines Steuerstromes nach Massgabe des Stromflusses durch das Leuchtmittel;
- und zum Überlagern des Steuerstromes mit dem durch das Schaltelement fließenden Kollektorstrom zu einem Summenstrom; und
- zum Ausschalten des Schaltelementes nach Massgabe dieses Summenstromes

ausgebildet. Damit realisiert die Schaltung auch die genannte Kollektorstrom-Begrenzung.

**[0019]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung fließt beim Überlagern des Steuerstromes mit dem Kollektorstrom der Summenstrom durch einen Shuntwiderstand und erzeugt so eine Spannung über dem Shuntwiderstand. Eine Ausschalt-Schaltung schaltet das Schaltelement aus, wenn diese Spannung einen vorgegebenen Wert erreicht. Dies geschieht beispielsweise, indem beim Erreichen dieses vorgegebenen Wertes der Summenstrom zumindest teilweise über eine Zenerdiode abfließt und dadurch das Ausschalten des Schaltelementes auslöst.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Schaltung zum Erzeugen eines Steuerstromes zur Modulation des Stromflusses durch die Hauptwicklung mittels

- einer Verstärkerschaltung, welche den Stromfluss durch das Leuchtmittel erfasst und eine Regelabweichung vom vorgegebenen Sollwert bildet; und
- eines Optokopplers, welcher den Steuerstrom entsprechend der Regelabweichung steuert

ausgebildet. Vorzugsweise ist dabei der Steuerstrom durch eine Hilfsspannung einer Hilfsquelle gespeist, und ist die Hilfsquelle wiederum durch eine Hilfswicklung des Transformators gespeist.

**[0021]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Schaltung dazu ausgebildet, an einem Steuerknoten eine Schaltspannung zum Ausschalten des Schaltelements nach Massgabe des Kollektorstroms und des Steuerstromes zu erzeugen. Der Steuerknoten ist über ein Referenzspannungselement mit der Basis eines Steuertransistors verbunden, wobei dieser Steuertransistor im eingeschalteten Zustand das

Schaltelement ausschaltet. Das Referenzspannungselement stabilisiert insbesondere die Temperaturabhängigkeit der Basis-Emitterspannung des Steuertransistors. Das Referenzspannungselement kann eine einzelne Zenerdiode oder ein anderes Element oder eine Referenzspannungsschaltung sein, wichtig ist lediglich die Eigenschaft, dass unabhängig vom Stromfluss durch das Element eine vorgegebene Spannung am Element abfällt, und dass die Temperaturdrift der Basis-Emitterspannung des Steuertransistors möglichst kompensiert wird.

**[0022]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen gehen aus den abhängigen Patentansprüchen hervor. Dabei sind Merkmale der Verfahrensansprüche sinngemäss mit den Vorrichtungsansprüchen kombinierbar und umgekehrt.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0023]** Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

- Figur 1 eine zusammengefasste Darstellung einer Schaltung gemäss der Erfindung; und  
 Figur 2 eine Schaltung gemäss der Erfindung.

#### WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0024]** **Figur 1** zeigt eine zusammengefasste Darstellung einer Schaltung gemäss der Erfindung. Eine Gruppe von LED's ist zusammengefasst als Leuchtmittel 1 dargestellt und wird von einer Sekundärspannung 16 einer Sekundär-Wicklung 7C eines Sperrwandler-Transformators 7 gespeist. Eine Primärwicklung oder Hauptwicklung 7A des Transformators 7 wird durch eine optionale Gleichrichter- und/oder Eingangsfiler-Schaltung 4 aus einer Spannungsquelle 9 gespeist. Ein Strom  $I_c$  durch die Hauptwicklung 7A ist durch ein Schaltelement 8 steuerbar. Dieser Strom  $I_c$  fliesst auch durch einen Shuntwiderstand 15, wodurch eine entsprechende Spannung entsteht, mittels welcher das Schaltelement 8 zur Regelung des Sperrwandlers ansteuerbar ist. Eine Nullspannung der Primärseite ist mit 0VP bezeichnet, eine Nullspannung der galvanisch getrennten Sekundärseite ist OVS.

**[0025]** Eine Startschaltung 5 dient in bekannter Weise zum Starten der Schaltung, und kann auch zur Netzüberwachung und als Über- resp. Unterspannungsschutz ausgebildet sein. Eine Nachfolgeschaltung 3, gespeist durch eine Spannung 18 einer Steuerwicklung 7B, dient ebenfalls in bekannter Weise als Basisschaltung. Die Basisschaltung ist je nach Typ eines als Schaltelement 8 verwendeten Transistors anzupassen. Eine Hilfsschaltung 6 kann, ebenfalls in Abhängigkeit des Typs des Schaltelementes 8, in bekannter Weise zur Kommutierung des Transistors vorgesehen sein.

**[0026]** Eine Hilfs-Wicklung 7D des Transformators 7 ist zur Speisung einer Hilfsspannungsquelle und zur Erzeugung einer Hilfsspannung 17 zur Versorgung der Stromregelung angeordnet. Die Hilfs-Wicklung 7D ist gleichsinnig zur Sekundär-Wicklung 7C orientiert, so dass also die Hilfsspannung 17 parallel, d.h. proportional zur Sekundärspannung 16 verläuft. Ein Steuerstrom  $I_s$  aus der Hilfsspannungsquelle fliesst durch eine Diode 22, einen Optokoppler 13, welcher den Steuerstrom  $I_s$  steuert, und einen Widerstand 12 zu einer Steuerschaltung 10, 11, 15, 23, 24 zur Ansteuerung des Schalttransistors 8. Ein Eingang des Optokopplers 13 wird über einen Widerstand 21 mit einer Steuerspannung 20 einer Verstärkerschaltung 2 gespeist. Die Verstärkerschaltung 2 erzeugt die Steuerspannung 20 nach Massgabe eines Sollwertes 19 und eines Istwertes des LED-Stromes  $I_{LED}$ , entsprechend einer an einem Messwiderstand 18 gemessenen Spannung. Ein Spannungsbegrenzer 14 begrenzt die Hilfsspannung 17, beispielsweise, indem er parallel zum Ausgang des Optokopplers 13 geschaltet ist. Die Spannungsbegrenzung geschieht, indem der Spannungsbegrenzer 14 bei einem vorgegebenen Wert der Hilfsspannung 17 leitend wird und dadurch zum Ausschalten des Schalttransistors 8 führt. Dadurch steigt die Hilfsspannung 17 nicht mehr an, und folglich auch nicht die gleichsinnig verlaufende Sekundärspannung 16. Da die Hilfsspannung 17 durch eine eigene Wicklung 7D am Transformator 7 erzeugt wird, kann diese Spannungsbegrenzung galvanisch mit der primärseitigen Steuerschaltung des Schalttransistors 8 verbunden sein, und gleichwohl von der Sekundärseite galvanisch getrennt sein.

**[0027]** **Figur 2** zeigt eine detaillierte Schaltung gemäss der Erfindung. Nach einem Eingangsfiler HF-F wird eine Versorgungsspannung  $V_{ac}$  über die Dioden D1 bis D4 gleichgerichtet und mit dem Kondensator C1 geglättet. Damit wird eine Gleichspannung HV gebildet. Diese Spannung kann einen sehr grossen Oberwellen-Anteil (z.B. 100Hz bei einer Eingangsfrequenz von 50Hz) beinhalten. Natürlich ist es auch möglich, den anschließenden Wandler direkt mit Gleichspannung aus z.B. einer Batterie zu versorgen.

**[0028]** Mit der Steuerung wird eine beliebige LED-Anordnung (in Reihe oder parallel geschaltet, oder eine Kombination von beiden) mit Gleichstrom versorgt. Auf der Skizze sind die Leuchtdioden LED1 bis LEDX als Reihenschaltung abgebildet. Der Leuchtdiodenstrom  $I_{LED}$ , welcher geregelt werden muss, ist von den Leuchtdioden-Typen bzw. deren Anordnung abhängig. Die Spannung  $V_N$ , welche über der LED-Anordnung entsteht, ist nicht geregelt. Ihr Wert ergibt sich in Abhängigkeit der LED-Anordnung.

**[0029]** Die Isolation zwischen der Versorgungsspannung und der LED-Spannung sollte die Anforderungen der zuständigen Sicherheitsnorm erfüllen. D.h. dass die Primär-Seite (mit der Null-Spannung 0VP) von der Sekundär-Seite (mit der Null-Spannung 0VS) getrennt ist. Wenn diese Anforderung nicht nötig ist, kann natürlich

die Schaltung ohne Isolation implementiert sein, z.B. ohne den weiter unten beschriebenen Optokoppler.

### Beschreibung des freischwingenden Eintakt-Sperrwandlers:

**[0030]** Ein Takt-Transistor T1 ist als Bipolar-Transistor abgebildet. Natürlich ist es auch möglich, MOSFET- bzw. IGBT-Transistoren zu verwenden. Mit dem Widerstand R2 fließt ein Strom in die Basis von T1. Sobald T1 einschaltet, fließt sein Kollektor-Strom in die W1-Wicklung des Transformators des Sperrwandlers. Durch magnetische Kopplung fließt auch ein Strom in der W2-Wicklung. Über diese Wicklung wird der Basis-Strom erzeugt. (Ein Strom, welcher über R2 fließt, dient nur zum Starten). Solange der Basis-Strom in den Transistor fließt, bleibt T1 eingeschaltet.

**[0031]** Da die Wicklungen W3 und W4 negativ gekoppelt sind, verhindern die Dioden D6 und D7 den Stromfluss in diese Wicklungen. Somit fließt der Hauptstrom (T1 Kollektor-Strom) in die Wicklung W1 bzw. in deren Induktivität. Die Energie ist somit in dieser Induktivität gespeichert.

**[0032]** Der Transistor T1 schaltet erst dann ab, wenn die magnetische Kopplung zwischen W1 und W2 nicht mehr vorhanden ist (d.h. bei der Sättigung der magnetischen Schaltung) oder aber wenn der Transistor T2 einschaltet bzw. wenn dieser Transistor T2 die Basis des Transistors T1 kurzschließt. Der Transistor T2 schaltet ein, sobald die auf dem Shuntwiderstand R6 entstehende Spannung (welche den Kollektor-Strom abbildet) größer wird als die Summe der Zener-Spannung der Zener-Diode DZ2 und der Basis-Spannung des Transistors T2. Dadurch wird also der in den Schalttransistor fließenden Strom begrenzt und somit auch die Ausgangsleistung des Eintakt-Sperrwandlers kontrolliert.

**[0033]** Mit den Widerständen R6 und R4, der Zener-Diode DZ2 und dem Transistor T2 kann der Kollektor-Strom zusätzlich begrenzt bzw. die Ausgangsleistung kontrolliert werden, da die in der W1-Induktivität gespeicherte Energie vom maximalen Wert des Kollektor-Stromes abhängig ist.

**[0034]** Es ist auch möglich, eine Schaltung (abgebildet als CP1) zu verwenden, um den Betrieb des Transistors T1 zu optimieren bzw. um den Transistor T1 zu schützen und die Kommutierung zu unterstützen. Solche herkömmliche Schaltungen werden als Kombinationen von Dioden, Kondensatoren und Widerständen gebaut und können mit der Spannung HV und der Spannung OVP verbunden sein. Durch eine Verbindung (mit dem Widerstand R3) zum Basis vom Transistor T2 ist es auch möglich, die Abschaltung zu beschleunigen.

**[0035]** Sobald der Transistor T1 abschaltet, wird die in der magnetischen Schaltung (des Transformators W) gespeicherte Energie durch die Diode D6 auf die Sekundär-Seite übertragen. Der Kondensator C3 wird somit geladen bzw. die Sekundär-Spannung VN erzeugt. Dieses herkömmliche Verfahren ist bei allen Typen von Eintakt-

Sperrwandlern gleich.

### Beschreibung der Stromregelung:

5 **[0036]** Der in die Leuchtdioden-Anordnung LED1 ... LEDX fließende Strom  $I_{LED}$  soll einen bestimmten Wert betragen, welcher von der Anordnung und den verwendeten Leuchtdioden abhängig ist.

10 **[0037]** Der Strom  $I_{LED}$  wird gemessen. Abgebildet ist eine Messung durch einen Shuntwiderstand R14. Andere Messverfahren sind natürlich auch möglich. Die Spannung auf R14 spiegelt den Strom  $I_{LED}$  wider. Diese Spannung kann durch den Verstärker A2 mit den Belastungswiderständen R12 und R11 verstärkt werden.

15 **[0038]** Die verstärkte Spannung, welche den Strom  $I_{LED}$  repräsentiert, wird mit einer Referenz-Spannung (VREF auf der Abbildung) verglichen. Im Regelkreis wirkt die Referenz-Spannung VREF als Sollwert und die Ausgangsspannung des Verstärkers A2 als Istwert entsprechend dem LED-Strom  $I_{LED}$ . Der Vergleich zwischen dem Soll- und dem Istwert wird mit dem integrierenden Verstärker A1 implementiert. Entsprechend den Komponenten R10 und C5 wird der Unterschied zwischen Soll- und Istwert mit dem Verstärker A1 integriert. Somit ist ein Regelkreis mit I-Regelung abgebildet. Andere Typen von Regelung so wie P-, PI- oder PID-Regelung sind natürlich möglich.

20 **[0039]** Über die Ausgangsspannung des Verstärker A1 und den Widerstand R9 wird der Diodenstrom eines Optokopplers OC1 geregelt, und dadurch dessen Ausgangsstrom, welcher in den Widerstand R7 fließt.

25 **[0040]** Die Wicklung W4 des Transformators W ist ähnlich wie die Wicklung W3 zur Wicklung W1 magnetisch gekoppelt und speist eine Hilfsquelle. Eine Hilfsspannung VAUX, welche auf einem Kondensator C4 der Hilfsquelle entsteht, verändert sich wie die Spannung VN auf dem Kondensator C3 (unter Vernachlässigung der ohmschen Spannungsabfälle in den Wicklungen W3 und W4).

30 **[0041]** Aus dem Kondensator C4 kann ein Strom durch R7 fließen. Wie oben erklärt, wird dieser Strom vom Verstärker A1 gesteuert. Dieser Strom fließt weiter in den Widerstand R6 (durch R4) und/oder in die Zener-Diode DZ2. Somit summiert sich dieser Strom mit dem Kollektor-Strom des Transistors T1, d.h. mit dem Hauptstrom des Eintakt-Sperrwandlers. Da die Eintakt-Sperrwandler-Leistung von diesem Strom (Hauptstrom + Strom in R7) bzw. dessen Scheitel-Wert abhängig ist, ist es möglich, die Leistung des Wandlers durch den Strom in R7 zu steuern. Je größer der in den Widerstand R7 fließende Strom ist, desto kleiner ist der Scheitel-Wert des T1-Kollektor-Stroms und damit auch die Ausgangsleistung des Wandlers. Insgesamt verändert also diese Regelung die Leistung des Eintakt-Sperrwandlers, bis der in die Leuchtdiode-Anordnung fließende Strom den gewünschten Sollwert nach Massgabe von VREF erreicht hat.

35 **[0042]** Natürlich können die Diode D8, welche den Stromfluss in den Kondensator C4 beim Starten verhin-

dert, sowie der Optokoppler OC1, die Zenerdiode DZ1, und der Widerstand R7, in einer anderen Reihenfolge verbunden sein.

#### Beschreibung der Ausgangsspannungsbegrenzung:

**[0043]** Wenn die Leuchtdioden fehlerhaft wären oder nicht angeschlossen würden, würde der Regelkreis durch den Verstärker A1 die maximale Leistung verlangen, da kein Strom durch den Optokoppler OC1 fließen würde. In diesem Fall könnten die Spannungen VN bzw. VAUX zu hoch werden.

**[0044]** Mit der Zener-Diode DZ1, welche parallel zum Ausgangstransistor des Optokopplers OC1 geschaltet ist, lässt sich die Spannung VAUX begrenzen. Durch DZ1 kann bei einem zu hohen VAUX der Strom in den Widerstand R7 fließen, auch wenn kein Strom durch den Optokoppler OC1 Ausgangstransistor fließt. Somit kann die Ausgangsleistung gesteuert werden.

**[0045]** Da beide Spannungen VN und VAUX parallel zueinander verlaufen, wird durch die Begrenzung von VAUX auch VN begrenzt, und damit die Schaltung geschützt.

#### Patentansprüche

1. Elektronische Schaltung zur Speisung einer mit Leuchtdioden als Leuchtmittel (1; LED) gebauten Leuchte, aufweisend einen Eintakt-Sperrwandler zur Speisung der Leuchtmittel (1; LED) mit einer Ausgangsspannung (16; VN); wobei der Eintakt-Sperrwandler aufweist:

- einen Transformator (7; W) mit einer Hauptwicklung (7A; W1) und einer Sekundär-Wicklung (7C; W3), welche mit der Hauptwicklung (7A; W1) magnetisch gekoppelt ist;

- ein Schaltelement (8; T1) zur Steuerung eines Stromflusses durch die Hauptwicklung (7A; W1);

wobei

die Schaltung einen Regelkreis zur Regelung eines Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) aufweist, und diese Stromregelung

- zum Erfassen des Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED); und

- zur Modulation des Stromflusses durch die Hauptwicklung (7A; W1), auch Kollektorstrom ( $I_C$ ) genannt, mittels des Schaltelements (8; T1); und **dadurch**

- zur Regelung des Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) auf einen vorgegebenen Sollwert

ausgebildet ist, und zur Begrenzung der Ausgangsspannung (16; VN);

- der Transformator (7; W) eine Hilfs-Wicklung

(7D; W4) aufweist, welche mit der Hauptwicklung (7A; W1) magnetisch gekoppelt ist;

- diese Hilfs-Wicklung (7D; W4) zum Erzeugen einer Hilfsspannung (17; VAUX), welche parallel zur Ausgangsspannung (16; VN) verläuft, angeordnet ist; **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der Eintakt-Sperrwandler freischwingend ist
- die Schaltung zur Begrenzung der Hilfsspannung (17; VAUX) durch Reduktion des Kollektorstroms ( $I_C$ ) und **dadurch** auch zur Begrenzung der Ausgangsspannung (16; VN) ausgebildet ist.

2. Elektronische Schaltung gemäss Anspruch 1, wobei die Hilfsspannung (17; VAUX) einen Steuerstrom ( $I_S$ ) treibt, und der Regelkreis

- zum Überlagern des Steuerstromes ( $I_S$ ) mit dem durch das Schaltelement (8; T1) fließenden Kollektorstrom ( $I_C$ ) zu einem Summenstrom; und

- zum Ausschalten des Schaltelements (8; T1) nach Massgabe dieses Summenstromes

ausgebildet ist.

3. Elektronische Schaltung gemäss Anspruch 2, wobei beim Überlagern des Steuerstromes ( $I_S$ ) mit dem Kollektorstrom ( $I_C$ ) der Summenstrom durch einen Shuntwiderstand (15; R6) fließt und so eine Spannung über dem Shuntwiderstand (15; R6) erzeugt wird, und eine Ausschalt-Schaltung (10, 11, 23; T2, DZ2, R8) das Schaltelement (8; T1) ausschaltet, wenn diese Spannung einen vorgegebenen Wert erreicht.

4. Elektronische Schaltung gemäss Anspruch 2 oder 3, wobei die Schaltung dazu ausgebildet ist, zumindest einen Anteil des Steuerstroms ( $I_S$ ) zu erzeugen, wenn die Hilfsspannung (17; VAUX) einen vorgegebenen Wert überschreitet.

5. Elektronische Schaltung gemäss Anspruch 4, aufweisend eine Zenerdiode (14; DZ1), welche zum Erzeugen des Anteils des Steuerstroms ( $I_S$ ) durch Ableiten der Hilfsspannung (17; VAUX) angeordnet ist.

6. Elektronische Schaltung gemäss einem der bisherigen Ansprüche, wobei die Schaltung zum Erzeugen eines Steuerstromes ( $I_S$ ) zur Modulation des Stromflusses durch die Hauptwicklung (7A; W1) mittels

- einer Verstärkerschaltung (2; A1, A2, R10, R12, R13, R14, C5), welche den Stromfluss ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) erfasst und eine Regelabweichung (20) vom vorgegebenen Sollwert bildet; und

- eines Optokopplers (13; OC1), welcher den

Steuerstrom ( $I_s$ ) entsprechend der Regelabweichung steuert

ausgebildet ist.

7. Elektronische Schaltung gemäss einem der bisherigen Ansprüche, wobei die Schaltung dazu ausgebildet ist, an einem Steuerknoten (25) eine Schaltspannung ( $U_s$ ) zum Ausschalten des Schaltelements (8; T1) nach Massgabe des Kollektorstroms ( $I_c$ ) und des Steuerstromes ( $I_s$ ) zu erzeugen, und der Steuerknoten (25) über ein Referenzspannungselement (11; DZ2) mit der Basis eines Steuertransistors (10; T2) verbunden ist, und dieser Steuertransistor (10; T2) im eingeschalteten Zustand das Schaltelement (8; T1) ausschaltet.

8. Verfahren zur Speisung einer mit Leuchtdioden als Leuchtmittel (1; LED) gebauten Leuchte, in welchem ein Eintakt-Sperrwandler die Leuchtmittel (1) anhand einer Ausgangsspannung (16; VN) speist, indem

- ein Transformator (7; W) mit einer Hauptwicklung (7A; W1) und einer Sekundär-Wicklung (7C; W3), welche mit der Hauptwicklung (7A; W1) magnetisch gekoppelt ist, aus der Versorgungsspannung eine Sekundärspannung (16; VN) zur Speisung der Leuchtmittel (1; LED) erzeugt; und
- ein Schaltelement (8; T1) einen Stromfluss durch die Hauptwicklung (7A; W1) steuert; wobei eine Regelung eines Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED)
- den Stromfluss ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) erfasst; und
- den Stromfluss durch die Hauptwicklung (7A; W1), auch Kollektorstrom ( $I_c$ ) genannt, mittels des Schaltelements (8; T1) und nach Massgabe des erfassten Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) moduliert; und **dadurch**
- den Stromfluss ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) auf einen vorgegebenen Sollwert regelt;

und, zur Begrenzung der Ausgangsspannung (16; VN),

- der Transformator (7; W) mittels einer Hilfs-Wicklung (7D; W4), welche mit der Hauptwicklung (7A; W1) magnetisch gekoppelt ist,
  - eine Hilfsspannung (17; VAUX), welche parallel zur Ausgangsspannung (16; VN) verläuft, erzeugt,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Eintakt-Sperrwandler freischwingend ist,
  - die Hilfsspannung (17; VAUX) durch Reduktion des Kollektorstroms ( $I_c$ ) begrenzt wird und **da-**

**durch** auch die Ausgangsspannung (16; VN) begrenzt wird.

9. Verfahren gemäss Anspruch 8, wobei die Hilfsspannung (17; VAUX) einen Steuerstrom ( $I_s$ ) treibt, und die Regelung

- das Schaltelement (8; T1) nach Massgabe der Summe des Steuerstroms ( $I_s$ ) und des durch das Schaltelement (8; T1) fliessenden Kollektorstroms ( $I_c$ ) ansteuert.

10. Verfahren gemäss Anspruch 9, wobei ein erster Anteil des Steuerstroms ( $I_s$ ) nach Massgabe des Stromflusses ( $I_{LED}$ ) durch das Leuchtmittel (1; LED) erzeugt wird; und ein zweiter Anteil des Steuerstroms ( $I_s$ ) erzeugt wird, wenn die Hilfsspannung (17; VAUX) einen vorgegebenen Wert überschreitet.

11. Verfahren gemäss Anspruch 9 oder 10, wobei die Regelung die Summe des Steuerstroms ( $I_s$ ) und des durch das Schaltelement (8; T1) fliessenden Kollektorstroms ( $I_c$ ) in einem Shuntwiderstand (15; R6) bildet und das Schaltelement (8; T1) ausschaltet, wenn die Spannung über dem Shuntwiderstand (15; R6) einen vorgegebenen Wert überschreitet.

12. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei nach Massgabe des Kollektorstroms ( $I_c$ ) und des Steuerstromes ( $I_s$ ) eine Schaltspannung ( $U_s$ ) an einem Steuerknoten (25) erzeugt wird, und aus dieser Schaltspannung ( $U_s$ ) über ein Referenzspannungselement (11; DZ2) an der Basis eines Steuertransistors (10; T2) eine Basisspannung erzeugt wird, wobei dieser Steuertransistor (10; T2) im eingeschalteten Zustand das Schaltelement (8; T1) ausschaltet.

#### 40 Claims

1. Electronic circuit for supplying a light equipped with light emitting diodes as lighting means (1; LED) comprising a single phase blocking oscillator converter for supplying the lighting means (1; LED) with an output voltage (16; VN), wherein the single phase blocking oscillator converter comprises:

- a transformer (7; W) with a main winding (7A; W1) and a secondary winding (7C; W3), which is magnetically coupled with the main winding (7A; W1);
- a switching element (8; T1) for controlling a current flow through the main winding (7A; W1); wherein the circuit comprises a control circuit for controlling a current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED) and this current control

- is designed
- for recording the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED)
  - and
  - for the modulation of the current flow through the main winding (7A; W1), also known as the collector current ( $I_c$ ), by means of the switching element (8; T1);
  - and with this
  - for controlling the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED) to a predefined set-point value,
  - and for limiting the output voltage (16; VN)
  - the transformer (7; W) comprises an auxiliary winding (7D; W4), which is magnetically coupled with the main winding (7A; W1);
  - this auxiliary winding (7D; W4) is arranged for producing an auxiliary voltage (VAUX), which extends parallel to the output voltage (16; VN)
- characterised in that**
- the single phase blocking oscillator converter is freely oscillating
  - the circuit is designed for limiting the auxiliary voltage (17; VAUX) by the reduction of the collector current ( $I_c$ ) and thereby also for limiting the output voltage (16; VN).
2. Electronic circuit in accordance with claim 1, wherein the auxiliary voltage (17; VAUX) drives a control current ( $I_s$ ), and the control circuit is designed
- for superimposing the control current ( $I_s$ ) with the collector current ( $I_c$ ) flowing through the switching element (8; T1) to a total current; and
  - for switching-off the switching element (8; T1) in accordance with this total current.
3. Electronic circuit in accordance with claim 2, wherein during the superimposing of the control current ( $I_s$ ) with the collector current ( $I_c$ ) the total current flows through a shunt resistor (15; R6) and thus a voltage is produced over the shunt resistor (15; R6), and a switching-off circuit (10, 11, 23; T2, DZ2, R8) switches-off the switching element (8; T1), when this voltage reaches a predefined value.
4. Electronic circuit in accordance with claim 2 or 3, wherein the circuit is designed to produce at least a proportion of the control current ( $I_s$ ), when the auxiliary voltage (17; VAUX) exceeds a predefined value.
5. Electronic circuit in accordance with claim 4, comprising a Zener (breakdown) diode (14; DZ1), which is arranged to produce the proportion off the control current ( $I_s$ ) by diverting the auxiliary current (17; VAUX).
6. Electronic circuit in accordance with one of the preceding claims, wherein the circuit is designed to produce a control current ( $I_s$ ) for modulating the current flow through the main winding (7A; W1) by means of
- an amplifier circuit (2; A1, A2, R19, R13, R14, C5), which records the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED) and forms a control deviation (20) from the predefined set-point-value; and
  - an opto-electronic coupler (13; OC1), which controls the control current according to the control deviation.
7. Electronic circuit in accordance with one of the preceding claims, wherein the circuit is designed to produce at a control node (25) a switching voltage ( $U_s$ ) for switching-off the switching element (8; T1) according to the collector current ( $I_c$ ) and the control current ( $I_s$ ), and the control node (25) is connected with the basis of the control transistor (10; T2), and this control transistor (10; T2) in the switched-on condition switches-off the switching element (8; T1).
8. Method for supplying a light constructed with light emitting diodes (LEDs) as lighting means (1; LED), in which a single phase blocking oscillator converter supplies the lighting means (1) on the basis of an output voltage (16; VN), in that
- a transformer (7; W) with a main winding (7A; W1) and a secondary winding (7C; W3), which is magnetically coupled with the main winding (7A; W1), out of the supply voltage produces a secondary voltage (16; VN) for supplying the lighting means (1; LED);
  - a switching element (8; T1) controls a current flow through the main winding (7A; W1); wherein a controller of a current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED)
  - detects the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED); and
  - modulates the current flow through the main winding (7A; W1), also called collector current ( $I_c$ ), by means of the switching element (8; T1) and according to the recorded current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means;
  - and
  - by this controls the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED) to a predefined set-point value);
  - and, for limiting the output voltage (16; VN)
  - the transformer (7; W) by means of an auxiliary winding (7D; W4), which is magnetically coupled with the main winding (7A; W1),
  - produces an auxiliary voltage (17; VAUX), which extends parallel to the output voltage,

**characterised in that**

- the single-phase blocking converter is freely oscillating,
- the auxiliary voltage (17; VAUX) is limited by the reduction of the collector current ( $I_c$ ) and by this also the output voltage (16; VN) is limited.

9. Method in accordance with claim 9, wherein the auxiliary voltage (17; VAUX) drives a control current ( $I_s$ ) and the control system

- drives the switching element (8; T1) according to the sum of the control current ( $I_s$ ) and the collector current ( $I_c$ ) flowing through the switching element (8; T1).

10. Method in accordance with claim 9, wherein a first proportion of the control current ( $I_s$ ) is produced according to the current flow ( $I_{LED}$ ) through the lighting means (1; LED); and a second proportion of the control current ( $I_s$ ) is produced, when the auxiliary voltage (17; VAUX) exceeds a predefined value.

11. Method in accordance with claim 9 or 10, wherein the control system forms the sum of the control current ( $I_s$ ) and the collector current ( $I_c$ ) flowing through the switching element (8; T1) in a shunt resistor (15; R6) and the switching element (8; T1) is switched-off, when the voltage across the shunt resistor (15; R6) exceeds a predefined value.

12. Method in accordance with one of the claims 8 to 11, wherein according to the collector current ( $I_c$ ) and the control current ( $I_s$ ) a switching voltage ( $U_s$ ) is produced at a control node (25); and out of this switching voltage ( $U_s$ ) across a reference voltage element (11; DZ2) on the basis of a control transistor (10; T2) a basic voltage is produced, wherein this control transistor (10; T2) in the switched-on condition switches-off the switching element (8; T1).

**Revendications**

1. Circuit électronique d'alimentation d'un luminaire qui présente des diodes lumineuses comme moyens d'éclairage (1; LED), le circuit présentant :

un convertisseur de blocage à cadence unique qui alimente les moyens d'éclairage (1; LED) en une tension de sortie (16; VN),  
le convertisseur de blocage à cadence unique présentant :

- un transformateur (7; W) doté d'un enroulement principal (7A; W1) et d'un enroulement secondaire (7C; W3) couplé magnétiquement à l'enroulement principal (7A;

W1),

- un élément de commutation (8; T1) qui commande le courant qui traverse l'enroulement principal (7A; W1),

le circuit présentant un circuit de régulation qui régule l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED), cette régulation du courant étant configurée :

- pour détecter l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED),
- pour moduler l'intensité du courant qui traverse l'enroulement principal (7A; W1), également appelé courant de collecteur ( $I_c$ ), au moyen de l'élément de commutation (8; T1) et
- pour ainsi réguler l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED) à une valeur de consigne prédéterminée,

tandis que pour limiter la tension de sortie (16; VN) :

- le transformateur (7; W) présente un enroulement auxiliaire (7D; W4) couplé magnétiquement à l'enroulement principal (7A; W1),
- cet enroulement auxiliaire (7D; W4) est disposé de manière à former une tension auxiliaire (17; VAUX) qui s'étend parallèlement à la tension de sortie (16; VN), **caractérisé en ce que**
- le convertisseur de blocage à cadence unique oscille librement et
- **en ce que** le circuit est configuré pour limiter la tension auxiliaire (17; VAUX) par la réduction du courant de collecteur ( $I_c$ ), en suite limitant aussi la tension de sortie (16; VN).

2. Circuit électronique selon la revendication 1, dans lequel la tension auxiliaire (17; VAUX) pilote un courant de commande ( $I_s$ ), le circuit de régulation étant configuré :

- pour superposer le courant de commande ( $I_s$ ) au courant de collecteur ( $I_c$ ) qui traverse l'élément de commutation (8; T1) de manière à former un courant de somme et
- pour débrancher l'élément de commutation (8; T1) en fonction de ce courant de somme.

3. Circuit électronique selon la revendication 2, dans lequel, lors de la superposition du courant de commande ( $I_s$ ) au courant de collecteur ( $I_c$ ), le courant de somme traverse une résistance de pontage (15;

- R6) et forme ainsi une tension aux bornes de la résistance de pontage (15; R6), un circuit de débranchement (10, 11, 23, T2, DZ2, R8) débranchant l'élément de commutation (8; T1) lorsque cette tension atteint une valeur prédéterminée.
4. Circuit électronique selon les revendications 2 ou 3, le circuit étant configuré pour produire au moins une partie du courant de commande ( $I_s$ ) lorsque la tension auxiliaire (17; VAUX) dépasse une valeur prédéterminée.
5. Circuit électronique selon la revendication 4, présentant une diode Zener (14; DZ1) disposée de manière à former la partie du courant de commande ( $I_s$ ) par prélèvement de la tension auxiliaire (17; VAUX).
6. Circuit électronique selon l'une des revendications précédentes, le circuit étant configuré pour former un courant de commande ( $I_s$ ) qui module l'intensité du courant qui traverse l'enroulement principal (7A; W1) :
- au moyen d'un circuit amplificateur (2; A1, A2, R10, R12, R13, R14, C5) qui détecte l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED) et qui forme un écart de réglage (20) par rapport à la valeur de consigne prédéterminée et
  - au moyen d'un opto-coupleur (13; OC1) qui commande le courant de commande ( $I_s$ ) en accord avec l'écart de réglage.
7. Circuit électronique selon l'une des revendications précédentes, le circuit étant configuré pour former sur un noeud de commande (25) une tension de commutation ( $U_s$ ) qui débranche l'élément de commutation (8; T1) en fonction du courant de collecteur ( $I_c$ ) et du courant de commande ( $I_s$ ), le noeud de commande (25) étant relié par un élément (11, DZ2) à tension de référence à la base d'un transistor de commande (10; T2), ce transistor de commande (10; T2) débranchant l'élément de commutation (8; T1) lorsqu'il est à l'état passant.
8. Procédé d'alimentation d'un luminaire qui présente des diodes lumineuses comme moyens d'éclairage (1; LED) et dans lequel
- un convertisseur de blocage à cadence unique alimente les moyens d'éclairage (1) à l'aide d'une tension de sortie (16; VN) grâce au fait que :
  - un transformateur (7; W) doté d'un enroulement principal (7A; W1) et d'un enroulement secondaire (7C; W3) couplé magnétiquement à l'enroulement principal (7A; W1) forme à partir de la tension d'alimentation une tension secondaire (16; VN) qui alimente les moyens d'éclairage (1; LED) et
  - un élément de commutation (8; T1) commande l'intensité du courant qui traverse l'enroulement principal (7A; W1),
  - une régulation de l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED)
  - détectant l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED),
  - modulant l'intensité du courant qui traverse l'enroulement principal (7A; W1), également appelé courant de collecteur ( $I_c$ ), au moyen de l'élément de commutation (8; T1) et en fonction de l'intensité détectée du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED) et ainsi
  - réglant à une valeur de consigne prédéterminée l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED),
- tandis que pour limiter la tension de sortie (16; VN),
- le transformateur (7; W) délivre au moyen d'un enroulement auxiliaire (7D; W4) couplé magnétiquement à l'enroulement principal (7A; W1) une tension auxiliaire (17; VAUX) qui s'étend parallèlement à la tension de sortie (16; VN),
- caractérisé en ce que**
- le convertisseur de blocage à cadence unique oscille librement et
- **en ce que** la tension auxiliaire (17; VAUX) est limitée par réduction du courant de collecteur ( $I_c$ ), ce qui limite également la tension de sortie (16; VN).
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la tension auxiliaire (17; VAUX) pilote un courant de commande ( $I_s$ ) et la régulation commande l'élément de commutation (8; T1) en fonction de la somme du courant de commande ( $I_s$ ) et du courant de collecteur ( $I_c$ ) qui traverse l'élément de commutation (8; T1) .
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel une première partie du courant de commande ( $I_s$ ) est formée en fonction de l'intensité du courant ( $I_{LED}$ ) qui traverse le moyen d'éclairage (1; LED) et dans lequel une deuxième partie du courant de commande ( $I_s$ ) est formée lorsque la tension auxiliaire (17; VAUX) dépasse une valeur prédéterminée.
11. Procédé selon les revendications 9 ou 10, dans lequel la régulation forme dans une résistance de pontage (15; R6) la somme du courant de commande ( $I_s$ ) et du courant de collecteur ( $I_c$ ) qui traverse l'élément de commutation (8; T1) et débranche l'élément de commutation (8; T1) lorsque la tension aux bornes de la résistance de pontage (15; R6) dépasse une valeur prédéterminée.
12. Procédé selon l'une des revendications 8 à 11, dans

lequel une tension de commutation ( $U_s$ ) est formée en un noeud de commande (25) en fonction du courant de collecteur ( $I_c$ ) et du courant de commande ( $I_s$ ) et une tension de base est appliquée par l'intermédiaire d'un élément (11; DZ2) à tension de référence sur la base d'un transistor de commande (10; T2) à partir de cette tension de commutation ( $U_s$ ), ce transistor de commande (10; T2) débranchant l'élément de commutation (8; T1) lorsqu'il est à l'état passant.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

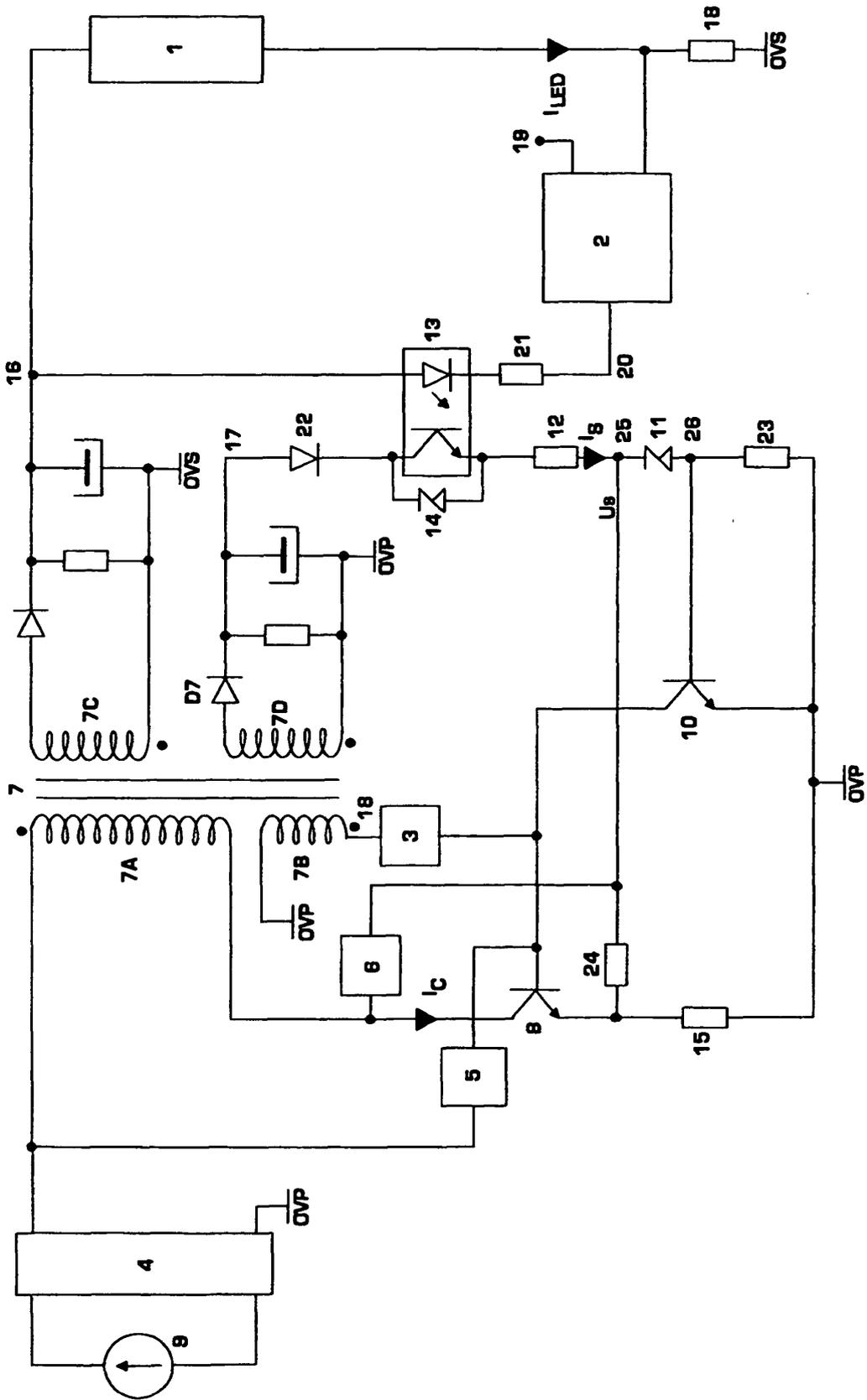


Fig. 1



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- WO 9907188 A [0010]
- WO 0105193 A [0010]