



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(51) Int Cl.7: **H05B 37/02**

(21) Anmeldenummer: **03000960.9**

(22) Anmeldetag: **16.01.2003**

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

(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH**
81543 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Francescutti, Ugo**
31050 Ponzano Veneto (TV) (IT)
• **Scilla, Giovanni**
31057 Silea (TV) (IT)

(30) Priorität: **17.01.2002 DE 10201779**

(54) **Betriebsgerät für Leuchtdioden**

(57) Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden, die einen Betriebsstrom aufweisen, der im wesentlichen durch einen elektronischen Schalter fließt, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zum elektronischen Schalter eine Pulldown-Einrichtung geschaltet ist, deren Widerstand einen Wert aufweist, der so di-

mensioniert ist, dass das Verhältnis des Betriebsstroms bei geschlossenem elektronischen Schalter zum Betriebsstroms bei geöffnetem elektronischen Schalter durch einen Absenkfaktor beschrieben wird, der mindestens den Wert 10 annimmt. Damit können die elektromagnetischen Störungen der Schaltungsanordnung reduziert werden.

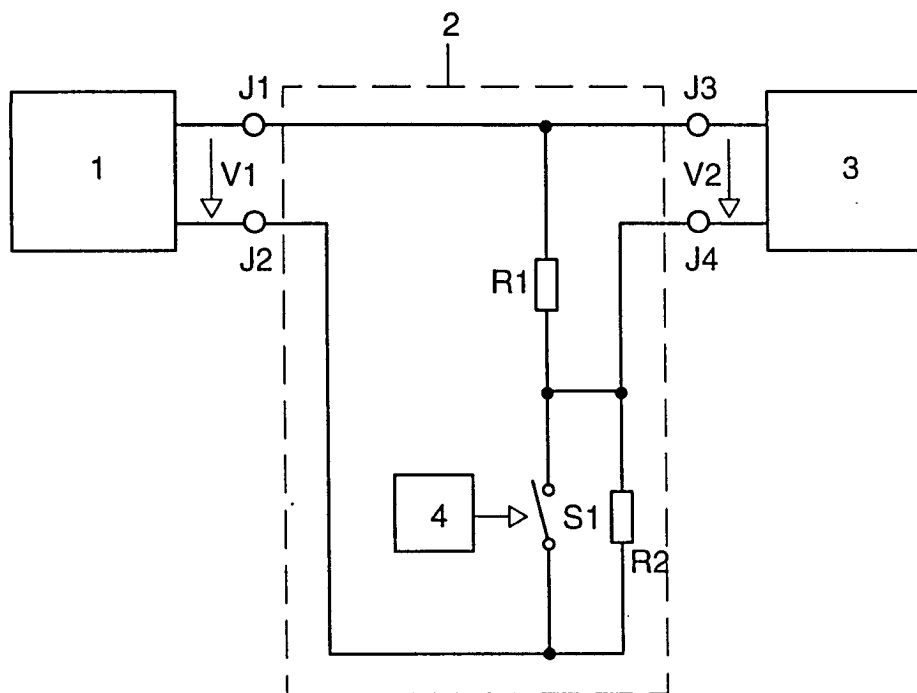


FIG. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es handelt sich dabei insbesondere um ein elektronisches Betriebsgerät zum Betrieb von Leuchtdioden das eine Einrichtung zum Einstellen des Effektivwerts des Betriebsstroms der Leuchtdioden enthält, wobei diese Einrichtung eine gepulste Arbeitsweise aufweist.

Stand der Technik

[0002] Zum Betrieb von Leuchtdioden, weiterhin mit LED abgekürzt, ist folgende Schaltungsanordnung verbreitet: Eine Energiequelle, z.B. ein öffentliches Versorgungsnetz oder eine Batterie, speist einen elektronischen Konverter, der eine Versorgungsspannung bereitstellt. Die LEDs sind in der Regel über zwei Anschlussleitungen mit der Versorgungsspannung verbunden. Es können eine oder mehrere LEDs an einer Versorgungsspannung betrieben werden. Mehrere LEDs werden in der Regel in Serie geschaltet und bilden einen sog. Strang. Mehrere Stränge können parallel geschaltet werden, wobei zwischen den Strängen auch Querverbindungen möglich sind. Werden mehrere LEDs an einer Versorgungsspannung angeschlossen, so sind sie meist zu sog. LED-Modulen zusammengefasst, die auch Strombegrenzungswiderstände enthalten können. Zusammen mit einer Spannungsregelung im elektronischen Konverter wird damit ein gewünschter Betriebsstrom für angeschlossene LEDs realisiert. Die in Rede stehenden Schaltungsanordnungen sind nicht nur zum Betrieb von LED geeignet. Es ist auch möglich, damit sog. Organic Light Emitting Devices (OLED) zu betreiben.

[0003] Oft besteht der Wunsch den Effektivwert des Betriebsstroms der LEDs einstellen zu können und zwar ohne in den elektronischen Konverter einzugreifen. Dies ermöglicht das Dimmen der angeschlossenen LEDs oder die Anschlussmöglichkeit verschiedener Typen oder einer unterschiedlichen Anzahl von LEDs an ein und derselben Versorgungsspannung. Die Einstellmöglichkeit des Effektivwerts des Betriebsstroms der LEDs wird durch Einfügen eines elektronischen Schalters in eine Anschlussleitung realisiert. In welche Anschlussleitung der elektronische Schalter eingefügt wird, ist prinzipiell beliebig. In der deutschen Patentanmeldung mit dem Anmeldeaktenzeichen 10136658.2 (Scilla) ist die besagte Einstellmöglichkeit des Effektivwerts des Betriebsstroms der LEDs beschrieben. Der elektronische Schalter kann kostengünstig als MOSFET ausgeführt sein. Durch Öffnen des Schalters wird der Betriebsstrom der LEDs unterbrochen. Durch periodisches Öffnen und Schließen des elektronischen Schalters wird eine gepulste Arbeitsweise für den Betrieb der LEDs realisiert. Das Verhältnis der Dauer des geschlossenen

Zustands des Schalters zur Dauer des geöffneten Zustands legt ein Tastverhältnis fest. Durch ein geeignetes Tastverhältnis kann ein gewünschter Effektivwert für den Betriebsstrom der Leuchtdioden eingestellt werden. Der Maximalwert des Betriebsstroms der LEDs, der sich bei eingeschaltetem elektronischen Schalter einstellt, wird von der Versorgungsspannung vorgegeben.

[0004] Der elektronische Schalter und eine dazugehörige Ansteuerschaltung kann zusammen mit dem elektronischen Konverter zu einer Einheit in einem Gehäuse zusammengefasst sein. Es ist aber auch möglich, den elektronischen Schalter und die Ansteuerschaltung als separate Dimmeinheit in einem separaten Gehäuse auszubilden. Diese Dimmeinheit kann dann, wenn eine Einstellmöglichkeit für den Effektivwert des Betriebsstroms der LEDs gewünscht wird, zwischen den elektronischen Konverter und die LEDs geschaltet werden.

[0005] Die Pulsfrequenz, mit der der elektronische Schalter geöffnet und geschlossen wird, liegt üblicherweise oberhalb einer Frequenz, bei der das menschliche Auge einzelne Lichtpulse voneinander zu unterscheiden vermag. In der Praxis kommen Frequenzen von 100Hz bis zu mehreren Kilohertz zur Anwendung. Die Anschlussleitung, in die kein elektronischer Schalter eingefügt ist, bildet einen Pol einer Ausgangsspannung. Den anderen Pol der Ausgangsspannung bildet der der Versorgungsspannung abgewandte Pol des elektronischen Schalters. Die Ausgangsspannung wird den LEDs bzw. LED-Modulen zugeführt. Sie hat einen rechteckförmigen Verlauf dessen Grundfrequenz gleich der o. g. Pulsfrequenz ist. Insbesondere bei langen Anschlussleitungen kann dies zu elektromagnetischen Unverträglichkeiten oder Funkstörungen führen. Um dies zu unterbinden und um einschlägige Vorschriften (z.B. CISPR 15) einzuhalten, ist oft ein hoher Aufwand in Form von Filtern und Abschirmungen nötig.

Darstellung der Erfindung

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schaltungsanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die eine gepulste Arbeitsweise der LEDs bewerkstelligt, jedoch gegenüber dem Stand der Technik geringere elektromagnetische Unverträglichkeiten oder Funkstörungen erzeugt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0008] Wie stark die von einer in Rede stehenden Schaltungsanordnung erzeugten elektromagnetischen Störungen sind, hängt in erster Linie von der Amplitude des Wechselanteils der o.g. Ausgangsspannung ab. Die Ausgangsspannung setzt sich aus einem Gleichan-

teil und einem Wechselanteil zusammen. Die Amplitude des Wechselanteils der Ausgangsspannung wird im folgenden kurz mit Amplitude der Ausgangsspannung bezeichnet. Der Maximalwert der Ausgangsspannung stellt sich bei geschlossenem elektronischen Schalter ein und ist durch den Wert der Versorgungsspannung vorgegeben. Die Amplitude der Ausgangsspannung ist definitionsgemäß die Hälfte der Differenz aus Maximalwert und Minimalwert der Ausgangsspannung. Bei gegebenem Maximalwert bestimmt also der Minimalwert die Amplitude der Ausgangsspannung und somit die Stärke der elektromagnetischen Störungen. Je kleiner der Minimalwert der Ausgangsspannung ist, um so stärker sind die elektromagnetischen Störungen.

[0009] Im Stand der Technik wird der Minimalwert der Ausgangsspannung im wesentlichen durch zwei Größen bestimmt: Eine Lastimpedanz bei ausgeschaltetem elektronischen Schalter und eine Off-Impedanz des elektronischen Schalters. Die Lastimpedanz bei ausgeschaltetem elektronischen Schalter setzt sich zusammen aus der Impedanz der Anschlussleitungen und der Impedanz der LEDs bei sehr kleinem Betriebsstrom. Unter der Off-Impedanz des elektronischen Schalters ist die Impedanz des elektronischen Schalters im geöffneten Zustand zu verstehen. Zuleitungsimpedanzen zum elektronischen Schalter können in der Off-Impedanz berücksichtigt werden, spielen aber im allgemeinen keine Rolle. Beide Größen, die Lastimpedanz bei ausgeschaltetem elektronischen Schalter und die Off-Impedanz unterliegen starken Variationen bedingt z.B. durch Exemplarstreuung, Temperatur, Alterung und Auswahl der LEDs so dass der Wert des Minimalwerts nicht genau bestimmt ist. Generell gilt jedoch, dass der Betrag der Off-Impedanz um Größenordnungen den Betrag der Lastimpedanz übertrifft. Auch kann angenommen werden, dass der Realteil der betreffenden Impedanzen im wesentlichen die Eigenschaften dieser Impedanzen bestimmt. Näherungsweise fällt somit die Ausgangsspannung bei geöffnetem elektronischen Schalter auf den Wert 0 ab. Es ergibt sich also, dass im Stand der Technik die Amplitude der Ausgangsspannung im wesentlichen gleich der Hälfte der Versorgungsspannung ist.

[0010] Erfindungsgemäß wird parallel zum elektronischen Schalter eine Pulldown-Einrichtung geschaltet. Der Wert des Widerstands der Pulldown-Einrichtung sollte so gewählt sein, dass in der Parallelschaltung aus Pulldown-Einrichtung und Off-Impedanz die Off-Impedanz vernachlässigt werden kann, damit Variationen der Offimpedanz keinen Einfluss auf die Ausgangsspannung haben. Durch die erfindungsgemäße Pulldown-Einrichtung kann der Minimalwert der Ausgangsspannung eingestellt werden. Der Minimalwert wird erfindungsgemäß deutlich von 0 abweichen und somit wesentlich größer sein als im Stand der Technik. Damit wird gegenüber dem Stand der Technik die Amplitude der Ausgangsspannung reduziert, was zu einer erfindungsgemäßen Reduzierung der elektromagnetischen

Störungen führt.

[0011] Der Wert des Widerstands der Pulldown-Einrichtung darf erfindungsgemäß nicht so klein sein, dass er in der Größenordnung des Widerstandes des elektronischen Schalters im geschlossenen Zustand liegt. In diesem Fall wäre die Wirkung des elektronischen Schalters und somit die Wirkung des gepulsten Betriebs eingeschränkt. Durch Öffnen des elektronischen Schalters wird der Betriebsstrom der LEDs abgesenkt. Durch das Verhältnis des Betriebsstroms bei geschlossenem elektronischen Schalter zum Betriebsstroms bei geöffnetem elektronischen Schalter wird ein Absenkfaktor beschrieben. Eine Einschränkung des gepulsten Betriebs ist erfindungsgemäß dann nicht gegeben, wenn der Wert des Absenkfaktors mindestens 10 ist. Wird der Absenkfaktor größer als 1000 so ist keine wirksame erfindungsgemäße Reduzierung der elektromagnetischen Unverträglichkeiten mehr gegeben.

[0012] Die erfindungsgemäß kostengünstigste Realisierung der Pulldown-Einrichtung ist ein Pulldown-Widerstand. Soll jedoch der Wert des Absenkfaktors konstant bleiben, auch wenn sich Betriebsparameter wie Lastimpedanz oder Versorgungsspannung ändern, so muss die Pulldown-Einrichtung erfindungsgemäß durch einen einstellbaren Pulldown-Widerstand realisiert werden. Dies kann in Form eines oder mehrerer Halbleiter, z.B. FETs geschehen, die als spannungsgesteuerte Widerstände betrieben werden. Auch ein nicht kontinuierlich veränderbarer Widerstand, z. B. in Form einer schaltbaren Widerstandskaskade, ist denkbar. Der einstellbare Pulldown-Widerstand wird von einer Regeleinrichtung gesteuert. Diese erfasst einen aktuellen Absenkfaktor und stellt den einstellbaren Pulldown-Widerstand so ein, dass ein vorgegebener Absenkfaktor eingehalten wird. Zur Erfassung des aktuellen Absenkfaktors wird der Regeleinrichtung der Betriebsstrom der LED oder der Strom durch den elektronischen Schalter und den einstellbaren Pulldown-Widerstand zugeführt. Da der Absenkfaktor durch den Betriebsstrom definiert ist, genügt die alleinige Erfassung des Betriebsstroms, um den Absenkfaktor zu ermitteln. Da der Betriebsstrom im wesentlichen die Summe des Stroms durch den elektronischen Schalter und des Stromes durch den einstellbaren Pulldown-Widerstand ist, genügt es auch diese beiden Ströme zu erfassen, um den Absenkfaktor zu ermitteln. Näherungsweise kann bei geschlossenem elektronischen Schalter der Strom durch den elektronischen Schalter gleich dem Betriebsstrom gesetzt werden. Um eine Aussage über den Absenkfaktor treffen zu können kann auch die Amplitude der Ausgangsspannung ausgewertet werden. Für den Fall, dass die Versorgungsspannung konstant ist, genügt es, die Spannung über dem elektronischen Schalter auszuwerten.

[0013] Durch die erfindungsgemäße Pulldown-Einrichtung sind die oben beschriebenen Variationen der Amplitude der Ausgangsspannung, die durch die Off-Impedanz des elektronischen Schalters bedingt sind, eliminiert. Was bleibt, sind Variationen, die durch die La-

stimpedanz verursacht werden. Diese können erfindungsgemäß durch eine Pullup-Einrichtung eliminiert werden, der an die Ausgangsspannung angeschlossen wird und damit parallel zu den LEDs geschaltet ist. Die oben ausgeführten Dimensionierungsregeln für die Pulldown-Einrichtung gelten auch bei Vorhandensein der Pullup-Einrichtung.

[0014] Erfindungsgemäß wird die Pullup-Einrichtung kostengünstig durch einen Pullup-Widerstand realisiert. Der Wert des Pullup-Widerstands muss zwischen den Werten liegen, die sich für den Betrag der Lastimpedanz bei geöffnetem und bei geschlossenem elektronischen Schalter ergeben. Bei geschlossenem elektronischen Schalter ist der Betriebsstrom durch die LEDs hoch und somit die Lastimpedanz niedrig. Vorteilhaft wird der Wert des Pullup-Widerstands größer gewählt als diese niedrige Lastimpedanz, damit der elektronische Konverter im wesentlichen Energie an die LEDs liefert und nicht an den Pullup-Widerstand. Bei geöffnetem elektronischen Schalter ist der Betriebsstrom durch die LEDs niedrig und somit, bedingt durch die nichtlinearen Eigenschaften der LEDs, die Lastimpedanz hoch. Der Wert des Pullup-Widerstands muss niedriger sein als diese hohe Lastimpedanz, damit sich erfindungsgemäß die Variationen der hohen Lastimpedanz nicht auf die Amplitude der Ausgangsspannung auswirken.

[0015] Sowohl Pullup- als auch Pulldown-Widerstand müssen nicht zwingend durch einen einzelnen Widerstand realisiert sein. Selbstverständlich ist auch die Realisierung durch Parallel- oder Serienschaltung von mehreren Widerständen möglich. Parallel zu den Widerständen können z. B. zur Reduzierung der Flankenteilheit der Ausgangsspannung auch Reaktanzen geschaltet sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0016] Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs,

Figur 2 den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung einer Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs nach dem Stand der Technik,

Figur 3 den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs,

Figur 4 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs mit einstellbarem geregelter Pull-down-Widcrstand.

[0017] Im folgenden werden Widerstände durch den Buchstaben R, Schalter durch den Buchstaben S, Spannungen durch den Buchstaben V, und Verbindungsstellen durch den Buchstaben J jeweils gefolgt von einer Zahl bezeichnet.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0018] In Figur 1 ist ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs dargestellt. Ein elektronischer Konverter 1 liefert an den Verbindungsstellen J1, J2 eine Versorgungsspannung V1 an ein Dimmmodul 2. Das Dimmmodul 2 liefert an den Verbindungsstellen J3, J4 eine Ausgangsspannung V2 an die LEDs 3. Ein Stück einer ersten Anschlussleitung vom elektronischen Konverter 1 zu den LEDs 3 wird durch eine Verbindung von der Verbindungsstelle J1 zur Verbindungsstelle J2 im Dimmmodul 2 gebildet. Ein Stück einer zweiten Anschlussleitung vom elektronischen Konverter 1 zu den LEDs 3 führt von der Verbindungsstelle J2 über einen elektronischen Schalter S 1 im Dimmmodul zur Verbindungsstelle J4. Eine Ansteuerschaltung 4 steuert den elektronischen Schalter S1 derart, dass die LEDs 3 in einer gepulsten Arbeitsweise betrieben werden. Erfindungsgemäß ist parallel zum elektronischen Schalter S1 ein Pulldown-Widerstand R2 geschaltet. Die Funktion und die Dimensionierungsregeln für R2 sind dem Abschnitt zur Darstellung der Erfindung zu entnehmen. Dies gilt gleichermaßen für einen erfindungsgemäßen Pullup-widerstand, der im Dimmmodul 2 zwischen J3 und J4 geschaltet ist.

[0019] Figur 2 zeigt den Verlauf der Ausgangsspannung V2 über der Zeit t einer Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs nach dem Stand der Technik (ohne R1 und R2). Der Verlauf ist im wesentlichen rechteckförmig. Der Maximalwert von V2 wird immer angenommen, wenn der elektronische Schalter S1 geschlossen ist, der Minimalwert von V2 wird immer angenommen wenn S1 geöffnet ist. Der Maximalwert von V2 entspricht im wesentlichen der Versorgungsspannung V1, die der elektronische Konverter 1 liefert. Der Minimalwert von V2 ist näherungsweise 0. Damit ergibt sich für die Amplitude von V2 nach dem Stand der Technik im wesentlichen der Wert

$$\frac{V_1}{2}$$

[0020] Figur 3 zeigt den Verlauf der Ausgangsspannung V2 über der Zeit t einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs (mit R1 und R2). Wie in Figur 2 ist der Verlauf im wesentlichen rechteckförmig. Der Maximalwert von V2 wird immer angenommen, wenn der elektronische Schalter S1 geschlossen ist, der Minimalwert von V2 wird immer angenommen wenn S1 geöffnet ist. Der Maximalwert von V2 entspricht im wesentlichen der Versorgungsspannung V1,

die der elektronische Konverter 1 liefert. Der Minimalwert ist V_3 , wobei bei Beachtung der o. g. Anmerkungen zur Dimensionierung von R_1 und R_2 im wesentlichen gilt:

$$V_3 = V_1 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

[0021] Damit ergibt sich für die Amplitude von V_2 im wesentlichen ein erfindungsgemäßer Wert von

$$\frac{V_1}{2} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

[0022] Insbesondere für den Fall, dass R_1 wesentlich größer ist als R_2 , ergibt sich erfindungsgemäß eine starke Reduzierung der Amplitude von V_2 gegenüber dem Stand der Technik.

[0023] In Figur 4 ist ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betrieb von LEDs mit einstellbarem geregelterm Pulldown-Widerstand dargestellt. Gegenüber Figur 1 ist in Figur 4 der Pulldown-Widerstand R_2 als einstellbarer Widerstand ausgeführt, der von einer Regeleinrichtung 5 gesteuert wird. Die Regeleinrichtung 5 stellt den Pulldown-Widerstand R_2 so ein, dass ein in der Regeleinrichtung abgelegter vorgegebener Absenkwert eingehalten wird. Durch eine Messeinrichtung 6 wird der Regeleinrichtung 5 ein Messwert für den Betriebsstrom der LEDs zugeführt. Die Amplitude des Wechselanteils des Betriebsstroms der LEDs ist ein Maß für den aktuellen Absenkwert. Der aktuelle Absenkwert kann damit in der Regeleinrichtung 5 ermittelt werden.

Pulldown-Widerstand realisiert ist.

4. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulldown-Einrichtung durch einen einstellbaren Pulldown-Widerstand realisiert ist, wobei eine Regeleinrichtung den Wert des Pulldown-Widerstands so einstellt, dass ein vorgegebener Absenkwert eingehalten wird.
5. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** der einstellbare Pulldown-Widerstand durch mindestens ein Halbleiterbauelement realisiert ist.
6. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** der einstellbare Pulldown-Widerstand durch mehrere schaltbare Widerstände realisiert ist.
7. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulldown-Einrichtung durch einen Pullup-Widerstand realisiert ist.
8. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektronische Schalter durch einen MOSFET realisiert ist.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden, die einen Betriebsstrom aufweisen, der im wesentlichen durch einen elektronischen Schalter fließt, **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zum elektronischen Schalter eine Pulldown-Einrichtung geschaltet ist, deren Widerstand einen Wert aufweist, der so dimensioniert ist, dass das Verhältnis des Betriebsstroms bei geschlossenem elektronischen Schalter zum Betriebsstroms bei geöffnetem elektronischen Schalter durch einen Absenkwert beschrieben wird, der mindestens den Wert 10 annimmt.
2. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Leuchtdioden eine Pullup-Einrichtung geschaltet ist.
3. Schaltungsanordnung zum Betrieb von Leuchtdioden gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulldown-Einrichtung durch einen

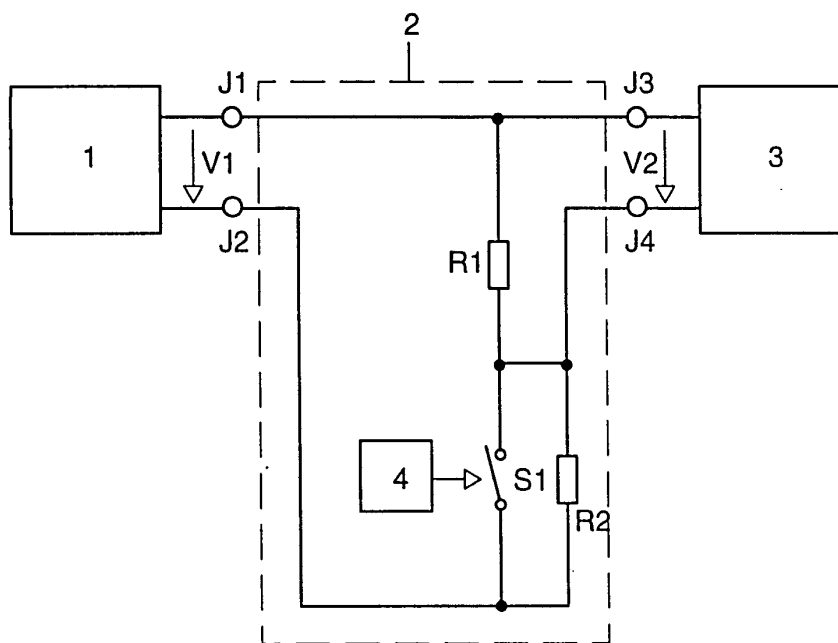


FIG. 1

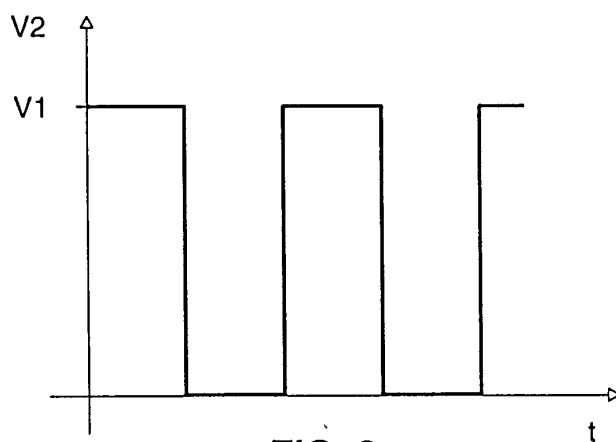


FIG. 2

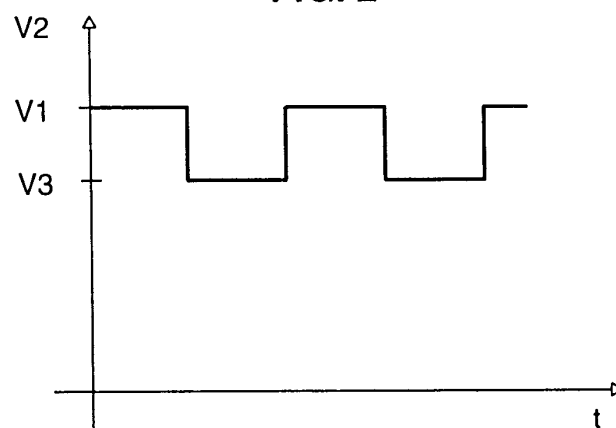


FIG. 3

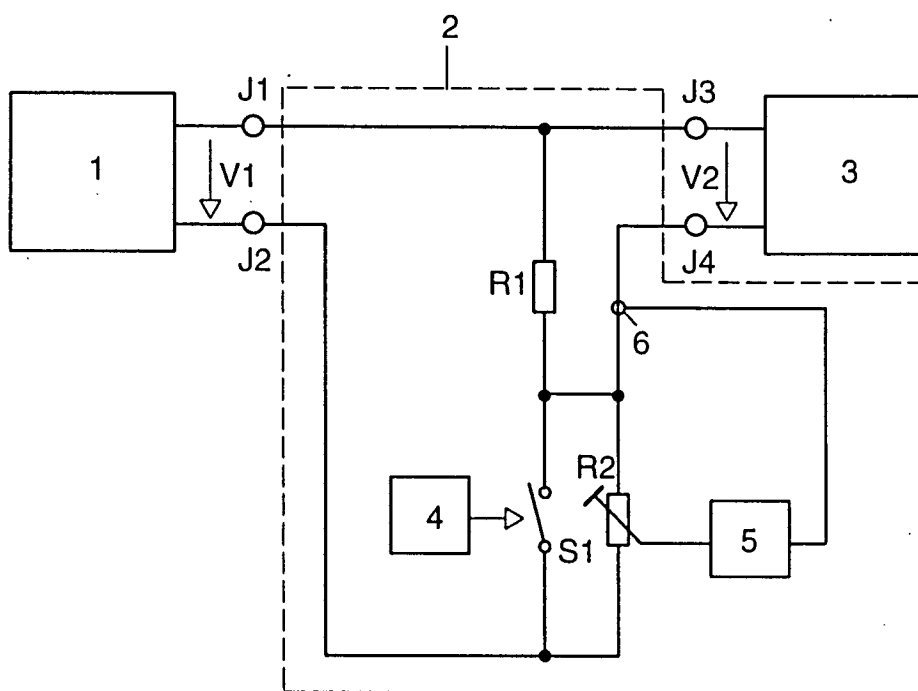


FIG. 4