

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer:	GM 218/2017	(51) Int. Cl.:	H05B 37/02	(2006.01)
(22) Anmeldetag:	29.09.2017		H05B 33/08	(2006.01)
(24) Beginn der Schutzdauer:	15.03.2019		H02M 3/156	(2006.01)
(45) Veröffentlicht am:	15.03.2019		H02M 3/335	(2006.01)
			H02M 3/04	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 8552893 B1
US 2015303796 A1
US 2012212276 A1
US 2016338158 A1
WO 2017074305 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Tridonic GmbH & Co KG
6850 Dornbirn (AT)

(74) Vertreter:
Barth Alexander Dipl.Ing. (FH)
6850 Dornbirn (AT)

(54) **Lampenbetriebsgerät**

(57) Die Erfindung betrifft ein Betriebsgerät zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln (1), insbesondere einer oder mehrere LED(s), aufweisend eine Steuerschaltung, die eine Konverterschaltung mit einem Energiespeicherelement (4) und wenigstens einem Schalter (2) aufweist, der ausgehend von der Steuerschaltung angesteuert ist.

Dabei ist die Steuerschaltung dazu ausgelegt, durch Ansteuerung des Schalters (2) die Konverterschaltung wahlweise wenigstens im kritischen Modus oder im Modus mit lückendem Strombetrieb zu betreiben. Im lückenden Betrieb wird der Wiedereinschaltzeitpunkt in diskreten Inkrementen in den Bereich eines steigenden Nulldurchgangs des Stroms durch das Speicherelements gesetzt.

Die Steuerschaltung ist dabei dazu ausgelegt, bei einer inkrementellen Veränderung des Wiedereinschaltzeitpunkts eine Regelung eines die Leuchtmittel-Leistung beeinflussenden Parameters durch direkte oder indirekte Veränderung der der Einschaltzeitdauer des Schalters (2) vorzunehmen.

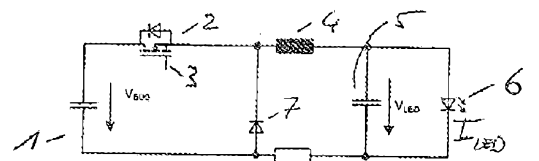


Fig. 1

Beschreibung

LAMPENBETRIEBSGERÄT

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Lampenbetriebsgerät, das insbesondere zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln, wie beispielsweise LEDs ausgelegt ist. Unter LEDs sind selbstverständlich auch organische LEDs (OLEDs) zu verstehen.

[0002] Die Erfindung trifft insbesondere die dimmbaren Betriebsgeräte für Leuchtmittel, die einen getakteten Konverter verwenden. Dabei steuert eine Steuerschaltung einen Schalter des getakteten Converters an, derart, dass im eingeschalteten (leitfähigen) Zustand des Schalters ein Energiespeicherelement (beispielsweise eine Induktivität) aufgeladen wird, welches Energiespeicherelement sich im ausgeschalteten Zustand des Schalters (nicht leitfähiger Zustand des Schalters) wieder über die Leuchtmittelstrecke entlädt oder einen Kondensator lädt, der wiederum die LED-Strecke speist. Somit kommt es letztendlich zu einem ansteigenden und abfallenden Stromverlauf durch die Leuchtmittelstrecke. Da dies typischerweise hochfrequent ausgeführt wird, nimmt das menschliche Auge nur den zeitlichen Mittelwert der dadurch entstehenden Leuchtmittellichtleistung wahr.

[0003] Wenn eine relativ hohe mittlere Lichtleistung gewünscht ist, wird natürlich das Abfallen des Stroms begrenzt, und der Schalter wird wieder leitfähig geschaltet, bevor der Strom auf Null abgesunken ist. Wenn indessen beispielsweise für ein Dimmen die Lichtleistung verringert werden soll, wird die Wiedereinschaltswelle (oder der entsprechende zeitliche Wiedereinschaltzeitpunkt) dementsprechend verringert (bzw. der Wiedereinschaltzeitpunkt verlängert), bis schließlich der Zustand erreicht wird, dass der Strom tatsächlich bis auf Null abfällt, bevor der Schalter wieder leitfähig geschaltet wird.

[0004] Diese Betriebsart wird typischerweise „kritischer Modus“ (engl. critical mode oder borderline mode) bezeichnet.

[0005] Wenn nunmehr ausgehend von diesem kritischen Modus (Wiedereinschalten des Schalters sobald der Strom den Nullpunkt erreicht hat) weiter verringert werden soll, muss natürlich eine Totzeit eingeführt werden zwischen dem Abfallen des Stroms auf Null und dem Wiedereinschalten des Schalters, was den Strom wieder zum Ansteigen veranlasst. Diese Betriebsart wird Modus mit lückendem Strom bezeichnet (engl. discontinuous mode).

[0006] Es ist indessen vorteilhaft, das Wiedereinschalten im Modus mit lückendem Strom nicht zu beliebigen Zeitpunkten auszuführen, sondern nur dann, wenn der nach dem ersten Nulldurchgang (aufgrund von Resonanzeffekten) nachschwingende Strom durch die Induktivität einen ansteigenden Nulldurchgang durchführt. Nur beim Wiedereinschalten des Schalters in diesen zeitlichen Bereichen mit positivem Nulldurchgang des Stroms kann ein spannungsloses Schalten des Schalters (zero voltage switching) erzielt werden.

[0007] Die zeitlichen Bereiche der positiven Nulldurchgänge können durch Messung erfasst sein, oder aufgrund der bekannten Resonanzfrequenz vorausberechnet sein.

[0008] Somit ergibt sich also das Problem, dass im lückenden Betrieb bzw. beim Übergang vom kritischen Modus in den lückenden Betrieb die Leuchtmittleistung nicht mehr durch kontinuierliche Veränderung des Wiedereinschaltzeitpunktes stetig verändert werden kann, sondern nur in Inkrementen („valley switching“), was zu Sprüngen in der Lichtleistung führen kann, die auch optisch als Flackern während einer Dimmrampe wahrgenommen werden können.

[0009] Die Erfindung setzt nunmehr an diesem Problem an und stellt eine Technik bereit, die bei einem Dimmen im lückenden Betrieb bzw. beim Übergang vom kritischen Modus in den lückenden Betrieb das Problem der Sprünge in der Lichtleistung verringert.

[0010] Als weiteren Aspekt soll dabei die Ausgestaltung derart sein, dass nicht unbedingt ein ASIC als Steuereinrichtung benötigt wird, sondern dass auch ein Mikrocontroller die entsprechende Ansteuerung des Schalters veranlassen kann.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in vorteilhafter Weise weiter.

[0012] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Betriebsgerät zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere einer oder mehrere LED(s). Es weist auf eine Steuerschaltung, die eine getaktete Konverterschaltung mit einem Energiespeicherelement und wenigstens einem Schalter aufweist, der ausgehend von der Steuerschaltung getaktet ist. Die Steuerschaltung ist dazu ausgelegt, durch Ansteuerung des Schalters die Konverterschaltung wahlweise wenigstens im kritischen Modus oder im Modus mit lückendem Strom zu betreiben. Die Steuerschaltung setzt im lückenden Betrieb den Wiedereinschaltzeitpunkt des Schalters in diskreten Inkrementen in einen der zeitlichen Bereiche nach dem ersten Nulldurchgang, in denen der Strom beim Entladen des Energiespeicherelements (4) einen steigenden Nulldurchgang vollführt. Die Steuerschaltung ist dabei dazu ausgelegt, bei einer inkrementellen Veränderung des Wiedereinschaltzeitpunkts eine die Leuchtmittel- Leistung beeinflussenden Rückführgröße durch direkte oder indirekte Veränderung der Einschaltzeitdauer des Schalters zu regeln.

[0013] Die Steuerschaltung kann dazu ausgelegt sein,

[0014] - bei einer inkrementellen Verlängerung des Wiedereinschaltzeitpunkts inkrementell die Einschaltzeitdauer zu verlängern und eine Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ durchzuführen und,

[0015] - bei einer inkrementellen Verringerung des Wiedereinschaltzeitpunkts inkrementell die Einschaltzeitdauer zu verkürzen und dann eine Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ durchzuführen.

[0016] Die Steuerschaltung kann dazu ausgelegt sein, eine inkrementelle Verlängerung des Wiedereinschaltzeitpunkts durchzuführen, wenn die Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ vorgegebene Mindest- oder Maximalwerte der Einschaltzeitdauer oder einer diese beeinflussenden Größe zur Folge hat.

[0017] Die Steuerschaltung kann dazu ausgelegt sein, die Veränderung der Einschaltzeitdauer des Schalters indirekt durch Vorgabe einer Abschaltchwelle für den Strom durch den Schalter oder direkt durch Vorgabe der Einschaltzeitdauer vorzugeben.

[0018] Die Steuerschaltung kann dazu ausgelegt sein, bei einem Übergang vom kritischen Modus in den Modus mit lückendem Strombetrieb den Wert für die Einschaltzeitdauer des Schalters sprunghaft zu verlängern.

[0019] Die Konverterschaltung kann bspw. ein Boost-, Buck- oder Flybackkonverter sein.

[0020] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere einer oder mehrere LED(s),

[0021] unter Verwendung einer Steuerschaltung, die eine Konverterschaltung mit einem Energiespeicherelement und wenigstens einem Schalter aufweist, der ausgehend von der Steuerschaltung angesteuert ist,

[0022] wobei die Konverterschaltung im Modus mit lückendem Strom betrieben wird wobei im lückenden Betrieb den Wiedereinschaltzeitpunkt in diskreten Inkrementen in den Bereich eines steigenden Nulldurchgangs des Stroms durch das Speicherelements liegt.

[0023] Zur Einstellung eines Dimmwerts wird

[0024] - eine zu dem einzustellenden Dimmwert vordefinierte Abschaltchwelle für den Strom durch den Schalter oder eine Einschaltzeitdauer des Schalters festgelegt,

[0025] - ein steigender Nulldurchgang als tatsächlichen Wiedereinschaltzeitpunkt eingestellt, der demjenigen theoretischen Wiedereinschaltzeitpunkt am nächsten kommt, der sich aus der Abschaltchwelle bzw. der Einschaltzeitdauer und dem einzustellenden Dimmwert ergibt, und

[0026] - die Abschaltschwelle oder die Einschaltzeitdauer abhängig von der Abweichung des tatsächlichen Wiedereinschaltzeitpunkts von dem theoretischen Wiedereinschaltzeitpunkt, verändert.

[0027] Die vordefinierte Abschaltschwelle für den Strom durch den Schalter oder eine Einschaltzeitdauer des Schalters kann dabei nicht nur von dem einzustellenden Dimmwert, sondern von wenigstens einem weiteren Parameter abhängen, wie bspw. der Spannung über den Leuchtmitteln.

[0028] Die Erfindung betrifft auch eine Steuerschaltung, bspw. ASIC oder Mikrokontroller, die für ein derartiges Verfahren ausgelegt ist.

[0029] Weitere Merkmale, Eigenschaften und Vorteile der Erfindung werden nunmehr anhand von Ausführungsbeispielen und den beiliegenden Figuren der Zeichnungen erläutert.

[0030] Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines bekannten Buck-Konverters zum Betrieb einer LED-Strecke.

[0031] Fig. 2 zeigt die Strom- und Spannungsverläufe in einem derartigen Konverter von Fig. 1.

[0032] Fig. 3 zeigt die Anwendung des sog. Valley Switch in einem ausgewählten Dimmbereich

[0033] Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild zur Ausführung der Erfindung

[0034] Fig. 5 zeigt Signalverläufe bei der Ausführung der Erfindung

[0035] In Fig. 1 ist schematisch ein an sich bekannter Buck-Konverter zum Betrieb einer Leuchtmittelstrecke 6 gezeigt.

[0036] Dabei wird ausgehen von einer DC-Busspannung 1, auch mit V_{Bus} bezeichnet, bei leitend Schalten eines Halbleiterschalters 2 eine Induktivität 4 aufgeladen, die sich bei dem ausgeschalteten Zustand des Schalters 2 über einen Kondensator 5 entlädt.

[0037] Ausgehend von dem Kondensator 5 wird also eine Betriebsspannung V_{LED} für eine Leuchtmittelstrecke 6 bereitgestellt. Im eingeschalteten Zustand des Schalters 2 steigt die Spannung V_{LED} , während sie im ausgeschalteten Zustand des Schalters 2 absinkt. Somit kommt es zu einem variierenden Verlauf des Stroms I_{LED} durch die Leuchtmittelstrecke 6, wobei das menschliche Auge bei entsprechender hochfrequenter Ansteuerung des Schalters 2 nur den zeitlichen Mittelwert wahrnimmt.

[0038] Der Schalter 2 wird durch eine in Fig. 1 nicht dargestellte Steuerschaltung über einen Signaleingang 3 angesteuert. Die Steuerschaltung kann ein ASIC oder bevorzugt ein Mikrokontroller sein.

[0039] In Fig. 2 sind entsprechende Signal-, Spannungs- und Stromverläufe zu sehen.

[0040] Das Signal HS ist der Pegel an dem Steuereingang 3 des Schalters 2. Während einer Zeitdauer T_{on} ist dieser Schalter leitend geschaltet, während er in den Zeitdauern t_{off} und t_{dead} nicht leitend geschaltet ist.

[0041] In der Zeitdauer T_{off} ist die Diode 7 in Fig. 1 leitend geschaltet.

[0042] Der unterste Kurvenverlauf in Fig. 2 schließlich ist der Stromverlauf durch die Induktivität 4. Während der Einschaltzeitdauer T_{on} des Schalters 2 steigt dieser Strom an, während er in der Ausschaltzeitdauer t_{off} absinkt, bis er einen ersten (fallenden) Nulldurchgang vollzieht. Aufgrund von Resonanzeffekten kommt es dann zu einem Schwingungsverlauf wie in der Zeitdauer t_{dead} . Ein Wiedereinschalten in dieser Stromlücke erfolgt erfindungsgemäß immer zu einem zeitlichen Bereich, in dem der Strom durch die Induktivität 4 einen ansteigenden Nulldurchgang vollzieht.

[0043] Die Einschaltzeitdauer T_{on} kann von einer Steuerschaltung entweder als zeitgesteuert ausgegeben werden. Die Einschaltzeitdauer T_{on} kann indessen auch die Folge einer Hysteres-Regelung sein, bei der der Schalter 2 nicht leitend geschaltet wird, sobald der ansteigende

Schalterstrom einen vorgegebenen oberen Abschaltwert I_{Peak} erreicht hat.

[0044] Wie bereits eingangs erwähnt, führt ein Wiedereinschalten nur in diskreten Inkrementen zu den positiven Nulldurchgangsbereichen des Stroms dazu, dass im lückenden Betrieb bzw. am Übergang vom kritischen Modus in den Modus mit lückendem Betrieb Sprünge in der Lichtleistung auftreten können, da eben keine kontinuierliche Veränderung des Wiedereinschaltzeitpunkts erfolgen soll.

[0045] Wenn beispielsweise im lückenden Betrieb die Leuchtmittelleistung verringert werden soll, muss ein zeitlich höherer Wiedereinschaltzeitpunkt für den Schalter sprunghaft angesteuert werden. Gemäß der Erfindung wird nunmehr der somit drohende Leistungssprung dadurch ausgeglichen, dass bei festgehaltener Ausschaltzeitdauer eine t_{on} -Zeitregelung aufrechterhalten wird. D.h., bei einer Wahl eines vom aktuellen Zustands abweichenden Inkrements der positiven Nulldurchgänge des LED-Stroms I_{LED} wird gleichzeitig durch die Steuerschaltung abgeschätzt, wie zum Beibehalten einer kontinuierlichen Leistungsverringering die t_{on} -Zeit verlängert werden muss (wie gesagt, entweder durch eine echte zeitliche Vorgabe oder durch Erhöhung der Abschaltsschwelle bei einer Hystereseregulierung), und es wird dann um diesen abgeschätzten Arbeitszeitpunkt herum eine t_{on} -Zeitregelung durchgeführt.

[0046] Im Gegensatz zum Stand der Technik wird also im lückenden Betrieb nicht die Totzeit t_{dead} nicht festgehalten, sondern adaptiv gestaltet und eine t_{on} -Zeit Regelung aufrecht erhalten.

[0047] Dies hat regelungstechnisch darüber hinaus den Vorteil, dass durchgehend eine T_{On} -Zeitregelung aufrechterhalten wird, also sowohl im lückenden Betrieb als auch im kritischen Modus beziehungsweise im kontinuierlichen Betriebsmodus.

[0048] Umgekehrt, wenn beispielsweise zum Ausführen eines Dimmens die Lichtleistung wieder erhöht werden soll, wird zuerst die Totzeit t_{dead} durch einen Sprung der Nulldurchgang-Inkmente nach unten verringert, und gleichzeitig auch sprunghaft die T_{On} -Zeit auf einen geschätzten Arbeitspunkt verringert, um Lichtleistungssprünge zu vermeiden, indem dann an diesem geschätzten Arbeitspunkt die t_{on} -Zeitregelung fortgeführt wird.

[0049] Wichtig ist dabei nochmals zu betonen, dass sich die Einschaltzeitdauer t_{on} des Schalters 2 entweder direkt aus einer t_{on} -Zeitregelung, aber auch indirekt, nämlich insbesondere durch Vorgabe einer Abschaltsschwelle I_{Peak} für den Schalterstrom vergeben kann.

[0050] Ein Sprung des Totzeit-Inkments, also des gewählten positiven Nulldurchgangs während der Zeit t_{dead} , kann auch dann ausgelöst werden, wenn die t_{on} -Zeitregelung beziehungsweise die Abschaltsschwellenregelung an einem oberen beziehungsweise unteren vorgegebenen Grenzwert für die t_{in} der t_{on} -Zeit beziehungsweise die Abschaltsschwelle I_{Peak} stößt.

[0051] Wenn beispielsweise bei Vorgabe eines neuen Dimmwerts entsprechend ein neuer zeitlicher Mittelwert für den LED-Strom angesteuert werden soll, ist der Ablauf dabei wie folgt:

[0052] - Nach Vorgabe einer Veränderung, insbesondere eines Sprunges für den Sollwert für den mittleren LED-Strom wird von der Steuereinheit zuerst berechnet, wie lange im lückenden Betrieb die Totzeit T_{Dead} sein müsste, um den zeitlich mittleren Strom bei gegebener Abschaltsschwelle I_{Peak} zu erzielen. Diese berechnete Totzeit t_{Dead} wird normalerweise nicht auf einen Nulldurchgang des Stromes mit positiven Gradienten fallen, so dass dann einerseits der nächstliegenden Nulldurchgang mit positiven Gradienten gewählt wird, gleichzeitig aber auch die Differenz zwischen der berechneten Totzeit und der sich durch den nächstliegenden Nulldurchgang bestimmt wird. Aufgrund dieser bekannten Differenz kann dann entsprechend der Arbeitspunkt der Abschaltsschwelle I_{Peak} beziehungsweise der t_{on} -Zeitregelung entsprechend eingestellt werden, worauf dann die t_{on} -Zeitregelung an diesem Arbeitspunkt fortgeführt wird.

[0053] Um ein unnötiges Springen zwischen unterschiedlichen Nulldurchgängen („Valleys“) zu verhindern, die gegebenenfalls als Sprung in der Leuchtmittel-Leistung sichtbar sein können, wird immer bei Vorgabe eines neuen Durchschnittstroms der vorherliegende Wert des Nulldurchgangs berücksichtigt, um ein Springen zwischen zwei un-

terschiedlichen Nulldurchgängen mit positiven Gradienten durch eine Art Hysterese-Regelung zu verhindern.

- [0054]** - Es wird somit bei Vorgabe eines neuen Durchschnittswerts für den Strom durch Berechnung oder durch Abgleich über eine Tabelle, etc., zuerst eine neue Abschalt-schwelle I_{Peak} definiert, worauf folgend dann die Totzeit im lückenden Betrieb berech-net wird.
- [0055]** - Die Umsetzung eines einzustellenden Durchschnittsstromwerts auf eine Abschalt-schwelle I_{Peak} kann multidimensional sein, derart, dass die Wahl der Abschalt-schwelle I_{Peak} (oder der direkten T_{On} -Zeit Vorgabe) unter Berücksichtigung weiterer Parameter erfolgt (über den einzustellenden Durchschnittsstromwert hinaus). Diese weiteren Pa-rameter können beispielsweise sein:
- [0056]** o Die LED-Spannung, da diese einen Einfluss darauf hat, wie sensitiv der Durch-schnittswert des Stroms auf die Veränderung der Abschalt-schwelle I_{Peak} reagiert.
- [0057]** o Ein weiterer Gesichtspunkt der Erfindung ist es, dass die Festlegung der Abschalt-schwelle abhängig von dem zu erzielenden Dimmwert (ausgedrückt durch den Durchschnittsstrom) auf die Frequenz des Auftretens der Einschaltvorgänge fest-legt. Vorzugsweise wird nunmehr bei einem Dimmsprung (also Sprung des Durch-schnittswerts des Stroms I_{LED}) die Abschalt-schwelle so gelegt, dass sich möglichst eine konstante Frequenz des Auftretens der Einschaltvorgänge ergibt, also mög-lichst die Totzeit t_{Dead} konstant gehalten wird.
- [0058]** - Indessen ist es möglich, dass für unterschiedliche Dimmbereiche unterschiedliche Vorgaben für die einzustellende Schaltfrequenz festgelegt sind, so dass also in unter-schiedlichen Dimmbereichen (also unterschiedliche Bereiche des Stroms I_{LED}) die konstant zu haltende Frequenz des Auftretens der Einschaltvorgänge des Schalters 2 unterschiedlich vorgegeben sein kann.
- [0059]** In Figur 3 ist zu sehen, dass das erfindungsgemäße „Valley Switching“, also das inkrementale Springen zwischen unterschiedlichen Inkrementen an positiven Null-durchgängen des Stroms durch das Energiespeicherelement (Induktivität 4) bevor-zugt nur in einem oberen Dimmbereich, anschließend an 100% Nominalleistung der LED-Strecke ausgeführt wird.
- [0060]** Bei einem Herabdimmern von beispielsweise unterhalb von 10% Dimmlevel wird die Totzeit im lückenden Betrieb derart groß, dass das Nachschwingen des Stroms durch die Induktivität 4 nicht mehr vorhanden ist bzw. keine Rolle mehr spielt. Somit kommt es zu einer Übergangszone, in der unterhalb des Dimmbereichs für das Valley Swit-ching die Wiedereinschaltzeitdauer des Schalters kontinuierlich verstellt werden kann.
- [0061]** Dieses kontinuierliche Erhöhen der Totzeit im lückenden Betrieb stößt indessen bei der weiteren Verringerung des Dimmpegels beispielsweise unterhalb von 1% Nomi-nalleistung auf Grenzen, da eine sehr lange Totzeit ggf. zu optisch sichtbaren Effek-ten führen kann. Daher ist eine maximale Totzeit $T_{deadmax}$ vorgesehen. Wenn diese er-reicht wird, wird die Totzeit festgehalten und eine weitere Verringerung der Lichtmit-telleistung kann dann beispielsweise nur durch andere Effekte, wie beispielsweise Verringerung erzielt werden.
- [0062]** Fig. 4 zeigt eine schematische Blockdarstellung zur Ausführung der Erfindung.
- [0063]** Ein Block A bezeichnet dabei einen Berechnungsblock zur Berechnung der nomina-len Totzeit $T_{deadnom}$ und der nominalen Abschalt-schwelle $I_{peaknom}$.
- [0064]** Dabei wird für diese Berechnung berücksichtigt, der vorgegebene Sollwert I_{nom} für den LED-Strom, die DC-Versorgungsspannung für den Konverter V_{bus} sowie die Leuchtmittelspannung V_{LED} .

- [0065] Aus diesen Eingangswerten berechnet der Block A in Fig. 4 anhand einer Funktion oder einer Abgleichstabelle die nominalen Werte für die Totzeit $T_{deadnom}$ sowie die Abschaltsschwelle $I_{peaknom}$ (oder die Einschaltzeitdauer T_{onnom}).
- [0066] Der Block B dient dann zur Umsetzung der Totzeitregelung ausgehend von diesen berechneten Nominalwerten.
- [0067] In einem ersten Block „select nearest neighbour“ wird dasjenige „valley“ (also der positive Nulldurchgang) gewählt, der der nominalen Totzeit $T_{deadnom}$ am nächsten kommt.
- [0068] In diesem Block B ist vorab abgelegt die zeitliche Lage der „valleys“, was in Fig. 4 mit „valley array“ bezeichnet ist.
- [0069] Das „valley“, das der $T_{deadnom}$ am nächsten kommt, wird als einzustellendes „valley“ genommen und entsprechend wird die Totzeit mit dem Wert „due T_{dead} “ eingestellt.
- [0070] Anmerkung: Alle Berechnungen im Block A sind außerhalb der eigentlichen Regelschleife und sind somit zeitunkritisch. Sie können somit leicht durch einen Mikrocontroller bewältigt werden.
- [0071] Der Block A berechnet im Übrigen auch den zeitlichen Durchschnittswert I_{AVG} .
- [0072] Im Block B ist die eigentliche Stromregelung „current regulator“ vorgesehen, der der Sollwert I_{nom} sowie der aktuell gemessene Istwert für den LED-Strom I_{MEAS} zugeführt wird.
- [0073] Weiterhin ist eine Totzeit-Kompensationseinheit vorgesehen „ $T_{deadcompensator}$ “, die als Eingangsinformation das ausgewählte Valley von dem Block „select nearest neighbour“, sowie den zeitlichen Mittelwert des Stroms durch die LED-Strecke I_{AVG} erhält.
- [0074] Um nunmehr die Abweichung und somit einen Sprung in der Leuchtmittleistung zu verhindern, der durch die Abweichung des Valleys von der berechneten Nominaltotzeit $T_{deadnom}$ entsteht, wird die Ausgangsgröße der Stromregelung „current regulator“ durch den Totzeit-Kompensator „ $T_{deadcompensator}$ “, zur Verschiebung des Arbeitspunkts verändert, so dass sich daraus eine neue Abschaltsschwelle für den Schalterstrom „new I_{peak} “ ergibt.
- [0075] Diese Abläufe sollen nochmals anhand der Signalverläufe von Fig. 5 gezeigt werden.
- [0076] Dabei wird das Szenario vorausgesetzt, dass zu einem Zeitpunkt T_1 ein Strom in der Sollwert-Vorgabe I_{nom} für den zeitlichen Mittelwert des Stromes eingeht. Nach Eingang eines derartigen Sollwert-Sprungs schließt sich eine Berechnungsphase an, die benötigt wird, um die Berechnung durchzuführen, die in Fig. 4 dargestellt wird.
- [0077] Wie in Fig. 5 zu sehen ist, erfolgt die Berechnung der für die Einstellung des neuen Sollwerts I_{nom} notwendigen nominalen Totzeit $T_{deadnom}$. Tatsächlich wird indessen das nächstliegende Valley „nearest neighbor“ zu der nominalen Totzeit $T_{deadnom}$ eingestellt.
- [0078] Durch diese Abweichung der nominalen Totzeit $T_{deadnom}$ von der zeitlichen Lage des nächsten Valleys ergibt sich ein Kompensationswert E_{PKCOMP} , der von dem Block „ $T_{deadcompensator}$ “ in Fig. 4 unmittelbar zur Veränderung des Arbeitspunkts der Stromregelung verwendet wird. Durch diese sprunghafte Verstellung des Arbeitspunkts werden also tatsächlich die Sprünge in der Leuchtmittleistung verhindert, da andererseits der Stromregler zwar auch diesen Regelfehler (Abweichung der tatsächlichen Totzeit von der nominalen Totzeit) ausregeln würde, die zeitliche Dauer des Ausregels indessen zu optisch sichtbaren Effekten führen könnte.

Ansprüche

1. Betriebsgerät zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln (1), insbesondere einer oder mehrere LED(s),
 - aufweisend eine Steuerschaltung, die eine getaktete Konverterschaltung mit einem Energiespeicherelement (4) und wenigstens einem Schalter (2) aufweist, der ausgehend von der Steuerschaltung getaktet ist,
 - wobei die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist, durch Ansteuerung des Schalters die Konverterschaltung wahlweise wenigstens im kritischen Modus oder im Modus mit lückendem Strom zu betreiben,
 - wobei die Steuerschaltung im lückenden Betrieb den Wiedereinschaltzeitpunkt des Schalters (2) in diskreten Inkrementen in einen der zeitlichen Bereiche nach dem ersten Nulldurchgang setzt, in denen der Strom durch das Energiespeicherelements (4) einen steigenden Nulldurchgang vollfährt,**dadurch gekennzeichnet,**

dass die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist, bei einer inkrementellen Veränderung des Wiedereinschaltzeitpunkts eine die Leuchtmittel-Leistung beeinflussenden Rückführgröße durch direkte oder indirekte Veränderung der Einschaltzeitdauer des Schalters (2) zu regeln.
2. Betriebsgerät nach Anspruch 1,
bei dem die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist,
 - bei einer inkrementellen Verlängerung des Wiedereinschaltzeitpunkts inkrementell die Einschaltzeitdauer zu verlängern und eine Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ durchzuführen und,
 - bei einer inkrementellen Verringerung des Wiedereinschaltzeitpunkts inkrementell die Einschaltzeitdauer zu verkürzen und dann eine Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ durchzuführen.
3. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist,
eine inkrementelle Verlängerung des Wiedereinschaltzeitpunkts durchzuführen, wenn die Regelung mit der Steuergröße „Einschaltzeitdauer“ vorgegebene Mindest- oder Maximalwerte der Einschaltdauer oder einer diese beeinflussenden Größe zur Folge hat.
4. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem das Steuergerät dazu ausgelegt ist,
die Veränderung der Einschaltzeitdauer des Schalters (2) indirekt durch Vorgabe einer Abschaltsschwelle für den Strom durch den Schalter (2) oder direkt durch Vorgabe der Einschaltzeitdauer vorzugeben.
5. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
bei dem die Steuerschaltung dazu ausgelegt ist, bei einem Übergang vom kritischen Modus in den Modus mit lückendem Strombetrieb den Wert für die Einschaltzeitdauer des Schalters sprunghaft zu verlängern.
6. Betriebsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Konverterschaltung ein Boost-, Buck- oder Flybackkonverter ist.
7. Verfahren zum dimmbaren Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere einer oder mehrere LED(s),
unter Verwendung einer Steuerschaltung, die eine Konverterschaltung mit einem Energiespeicherelement und wenigstens einem Schalter aufweist, der ausgehend von der Steuerschaltung angesteuert ist,
wobei die Konverterschaltung im Modus mit lückendem Strom betrieben wird wobei im lückenden Betrieb den Wiedereinschaltzeitpunkt in diskreten Inkrementen in den Bereich eines steigenden Nulldurchgangs des Stroms durch das Speicherelements liegt,
dadurch gekennzeichnet,

dass zur Einstellung eines Dimmwerts

- eine zu dem einzustellenden Dimmwert vordefinierte Abschaltswelle für den Strom durch den Schalter oder eine Einschaltzeitdauer des Schalters festgelegt wird,
- ein steigender Nulldurchgang als tatsächlichen Wiedereinschaltzeitpunkt eingestellt wird, der demjenigen theoretischen Wiedereinschaltzeitpunkt am nächsten kommt, der sich aus der Abschaltswelle bzw. der Einschaltzeitdauer und dem einzustellenden Dimmwert ergibt, und
- die Abschaltswelle oder die Einschaltzeitdauer abhängig von der Abweichung des tatsächlichen Wiedereinschaltzeitpunkts von dem theoretischen Wiedereinschaltzeitpunkt, verändert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
bei dem bei die vordefinierte Abschaltswelle für den Strom durch den Schalter oder eine Einschaltzeitdauer des Schalters nicht nur von dem einzustellenden Dimmwert, sondern von wenigstens einem weiteren Parameter abhängt, wie bspw. der Spannung über den Leuchtmitteln.
9. Steuerschaltung, bspw. ASIC oder vorzugsweise Mikrocontroller, die für ein Verfahren nach einem der Ansprüche ausgelegt ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

1/3

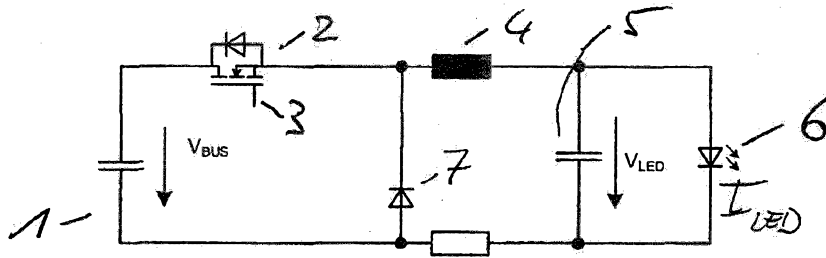
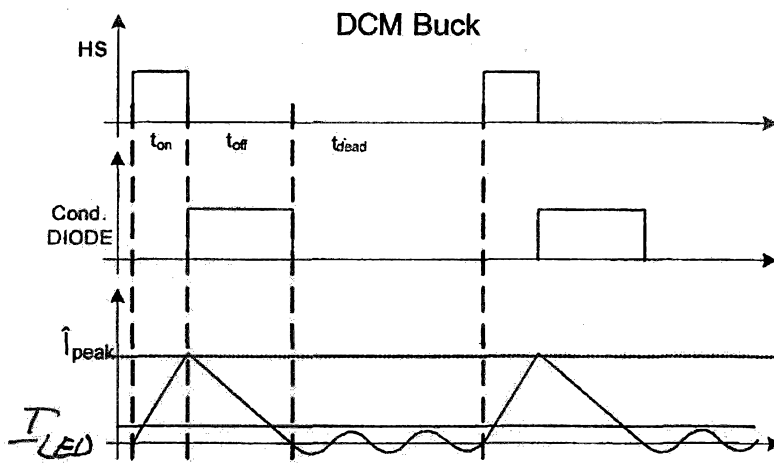


Fig. 1



$$I_{AVG} = \hat{I}_{peak} / 2 * (t_{on} + t_{off}) / (t_{on} + t_{off} + t_{dead})$$

Fig. 2

2/3

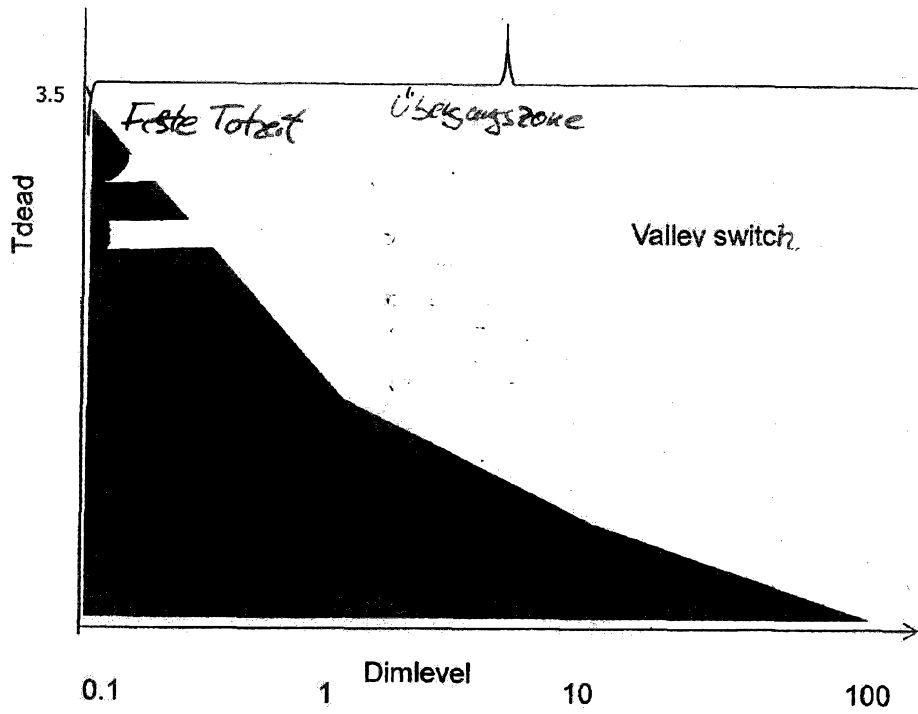


Fig. 3

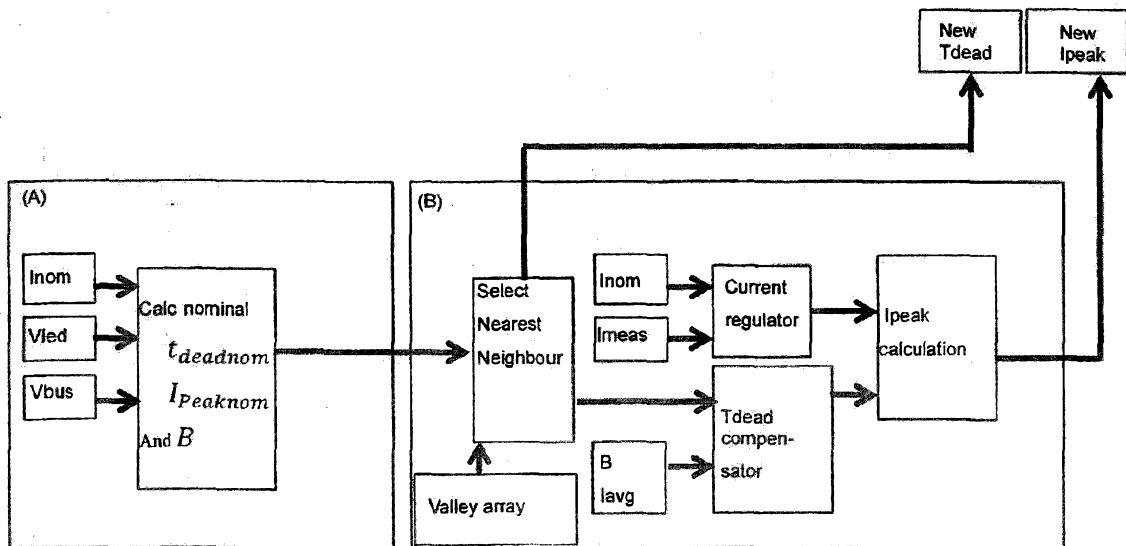


Fig. 4

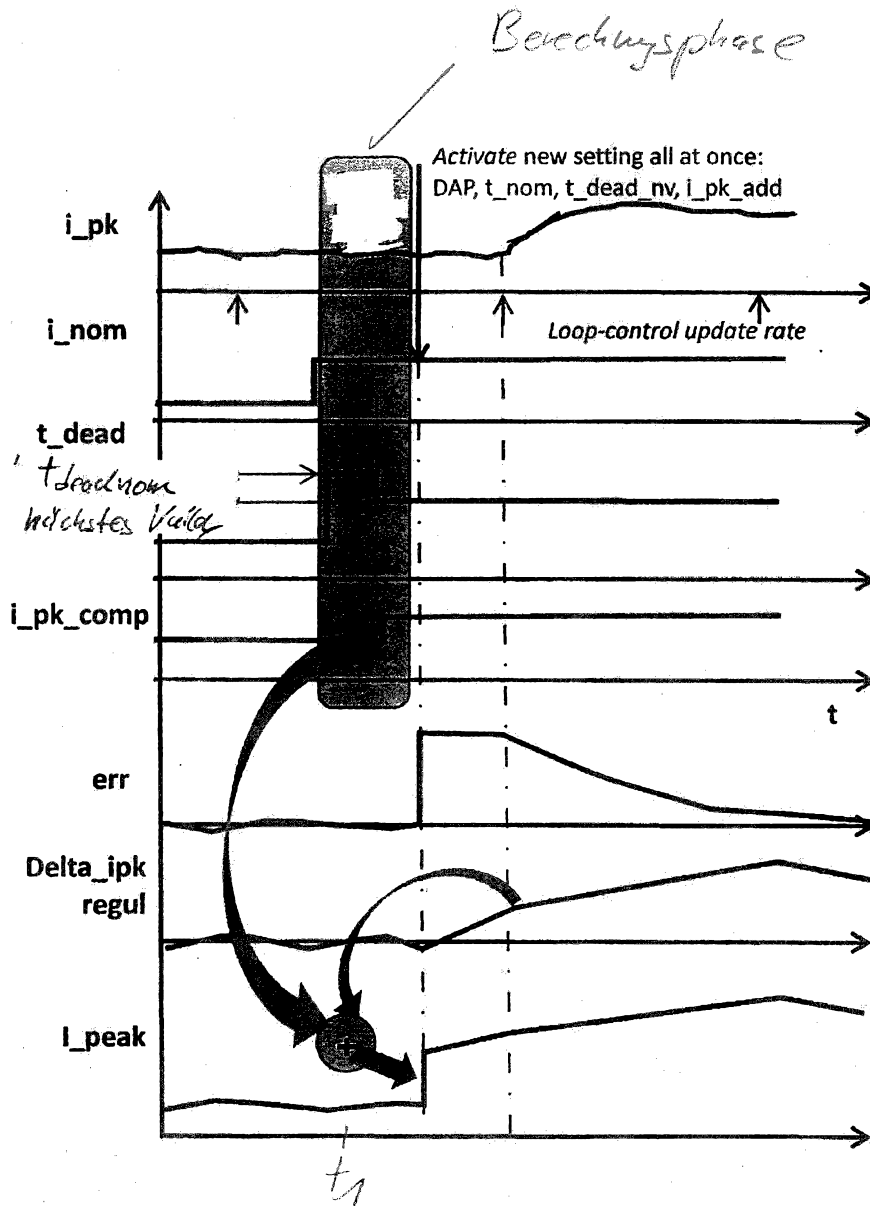


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H05B 37/02 (2006.01); **H05B 33/08** (2006.01); **H02M 3/156** (2006.01); **H02M 3/335** (2006.01); **H02M 3/04** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H05B 37/0209 (2013.01); **H05B 33/08** (2013.01); **H02M 3/156** (2013.01); **H02M 3/33507** (2013.01); **H02M 3/04** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
 H05B, H02M

Konsultierte Online-Datenbank:
 EPODOC, WPI, XFull, IEEE, INSPEC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **29.09.2017** eingereichten Ansprüchen **1-9** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 8552893 B1 (SOOD et al) 08. Oktober 2013 (08.10.2013) Abbildungen 4-6; Spalte 4, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 40.	1-9
Y	US 2015303796 A1 (MAZUMDAR et al) 22. Oktober 2015 (22.10.2015) Zusammenfassung; Abbildungen 6-8, 11; Absätze [0022]-[0028], [0056]-[0059].	1-9
Y	US 2012212276 A1 (ZIEGLER et al) 23. August 2012 (23.08.2012) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3; Absätze [0009]-[0011], [0023]-[0027].	1-9
A	US 2016338158 A1 (ZHOU et al) 17. November 2016 (17.11.2016) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 6; Absätze [0023]-[0038].	1-9
A	WO 2017074305 A1 (DIALOG SEMICONDUCTOR INC) 04. Mai 2017 (04.05.2017) Zusammenfassung; Absätze [0003]-[0006]	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:
 05.07.2018

Seite 1 von 1

Prüfer(in):
 TORRE Palmiro

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.