(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Mai 2014 (22.05.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/075116 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2013/000189

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2013 (14.11.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 220 779.1
14. November 2012 (14.11.2012) DE
10 2013 207 038.1
18. April 2013 (18.04.2013) DE

(71) Anmelder: **TRIDONIC GMBH & CO. KG** [AT/AT]; Färbergasse 15, A-6851 Dornbirn (AT).

(72) Erfinder: **JERMYN, Philip**; 18 Kirkwood Drive, Durham DH1 4FF (GB).

(74) Anwalt: **BARTH, Alexander**; Tridonic GmbH & Co. KG, Färbergasse 15, A-6851 Dornbirn (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: CONVERTER MODULE FOR THE PHASE DIMMING OF LEDS

(54) **Bezeichnung** : KONVERTER-MODUL FÜR EIN PHASENDIMMEN VON LEDS

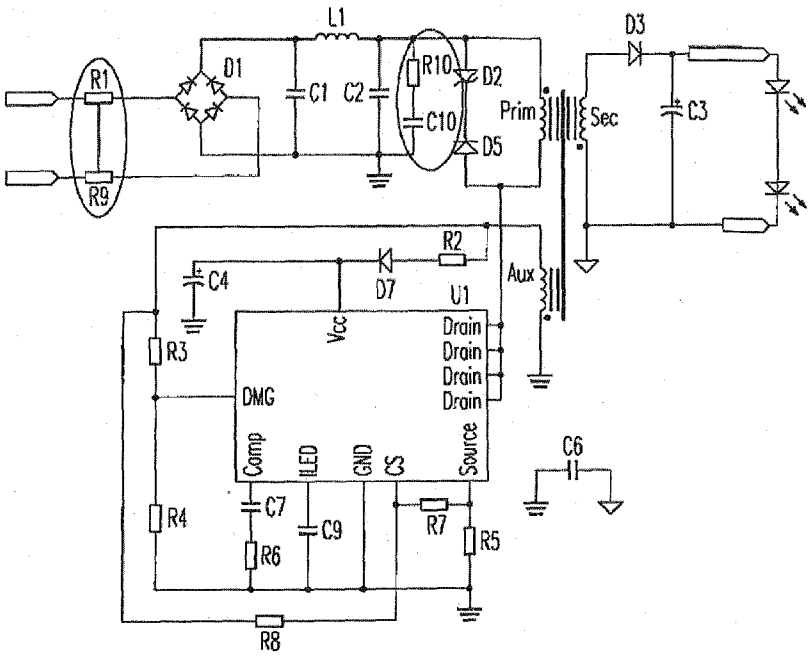


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a converter module for dimming at least one LED, said module comprising a switched/clocked converter which supplies energy to the at least one LED. The converter is actuated in borderline mode, has a passive bleed circuit connected on the input side, in order to generate a holding current for a dimmer and the converter module is designed to be controlled by a phase-controlled/Triac dimmer.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung stellt ein Konverter-Modul zum Dimmen von mindestens einer LED bereit, mit einem geschalteten/getakteten Konverter, der der mindestens einen LED Energie zuführt, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, wobei der Konverter auf seiner Eingangsseite eine passive Bleed-Schaltung angeschlossen hat, um einen Haltestrom für einen Dimmer zu erzeugen, und wobei das Konverter-Modul so ausgeführt ist, dass es von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuert wird.

WO 2014/075116 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Konverter-Modul für ein Phasendimmen von LEDs

Die Erfindung betrifft Konverter-Module, die einen dimmbare Betrieb von LEDs ermöglichen, welche durch einen Phasendimmer (Triac) dimmbar sind. Triacs werden nach wie vor weithin als Infrastruktur zum Dimmen von Glühlampen verwendet.

Es ist bekannt, dass Glühlampen den voreilenden Phasenwinkel direkt in eine entsprechende Lichtkraft umwandeln. Der Betrieb eines dimmbaren Konverter-Moduls ist anders, da der voreilende Phasenwinkel nicht direkt in eine entsprechende variable Lichtkraft in einer normalen LED Betätigungsvorrichtung umgewandelt werden kann.

Das Konverter-Modul kann zum Betrieb von mindestens einer LED Glühlampe, z.B. einer LED Nachrüstlampe, ausgeführt sein, die eine begrenzte Dimmfunktion aufweisen kann. Alternativ oder zusätzlich kann das Konverter-Modul auch Teil einer LED Glühlampe oder LED Nachrüstlampe sein, beispielsweise als ein in die Glühlampe/Lampe integriertes Modul.

Das erfindungsgemäße Konverter-Modul weist eine Steuereinheit/einen Konvertertreiber auf, der entweder einen Sperrwandler mit einer galvanisch getrennten Primär- und Sekundärseite, die beispielsweise im Grenzbetrieb betätigt wird, oder einen Abwärtswandler steuert. Es können auch andere Konverterstrukturen in den dargestellten Erfindungskonzepten verwendet werden.

Die Einschaltzeit (T_{on}) eines Schalters des Sperrwandlers kann während eines Halbzyklus/einer Halbperiode der dem Konverter-Modul zugeführten Versorgungsspannung auf einem konstanten Niveau gehalten werden. Die Abschaltzeit (T_{off}) kann daraufhin aus dem aktuellen Wert des Versorgungsstroms/der Versorgungsspannung bestimmt werden oder resultiert aus diesem. Normalerweise ist der Versorgungsstrom/die Versorgungsspannung ein Netzstrom/eine Netzspannung, es kann aber auch eine andere Eingangsspannung sein.

Im Betrieb kann eine Änderung oder Schwankung der Versorgungsstromspannung, die beispielsweise aus einem Phasenanschnittsdimmvorgang resultiert, zu einer Änderung oder Schwankung der LED Eingangsspannung führen.

Stromsteuerungsverfahren und -vorrichtungen, bei welchen ein Schaltnetzteil eine Leistungsfaktorkorrektur und eine Ausgangsspannung zu einer Last über die Steuerung eines einzigen Schalters bereitstellt, ohne dass eine der Last zugeordnete Rückkopplungsinformation erforderlich ist, sind aus der WO200/8137460 A2 bekannt. In dieser Schrift kann ein einziger Schalter angesteuert werden, ohne entweder die Ausgangsspannung an der Last oder einen von der Last aufgenommenen Strom zu überwachen und ohne entweder die Ausgangsspannung an der Last oder den von der Last aufgenommenen Strom zu regeln. Der Effektivwert einer Eingangswechselspannung zu dem Schaltnetzteil kann über einen herkömmlichen Wechselstrom-Dimmer verändert werden, um daraufhin die Ausgangsspannung zu steuern. Die Schaltleistung umfasst eine Sperrwandleranordnung, eine Abwärtswandleranordnung oder eine Aufwärtswandleranordnung, und die Last kann eine Lichtquelle auf LED Basis umfassen.

Es sind auch dimmbare Steuereinheiten bekannt, die verschiedene Lösungsansätze für das Problem der Steuerung des Triac-Verhaltens/Phasenregelungsdimmens und der Umwandlung des Phasenwinkels in einen LED Strom darstellen. Ein Nachteil dieser Ansätze liegt darin, dass sie eine große Materialaufstellung (BOM) benötigen und beispielsweise doppelseitige, gedruckte Schaltungen (PCB) benötigen.

Daher liegt ein Ziel der Erfindung darin, eine LED Betätigungsvorrichtung bereitzustellen, die das Dimmen von mit dieser verbundenen LED ermöglicht, welche durch Phasenregelungs-/ Phasenanschnitts-Vorderflanken-/Triac-Dimmer dimmbar sind, wobei die Zusatzkosten so gering wie möglich gehalten werden.

Dieses Problem wird mit einer Vorrichtung, einem Verfahren und einem System gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Aspekte der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen behandelt.

Unter einem ersten Aspekt stellt die Erfindung ein Konverter-Modul zum Dimmen von mindestens einer LED bereit, mit einem geschalteten/getakteten Konverter, der die mindestens eine LED mit Strom versorgt, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, und wobei der Konverter auf seiner Eingangsseite eine passive, so genannte Bleed-Schaltung angeschlossen hat, um einen Haltestrom für einen Dimmer zu erzeugen, und wobei das Konverter-Modul zur Steuerung durch einen phasengeregelten/Triac Dimmer ausgeführt ist.

Unter einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Konverter-Modul zum Dimmen von mindestens einer LED bereit, mit einem geschalteten/getakteten Konverter, der die mindestens eine LED mit Strom versorgt, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, einer Erfassungseinrichtung zum Erfassen eines Strom-/Spannungseingangs in den Konverter, insbesondere auf dessen Primärseite, und einer Steuereinheit, die eine Abschaltschwelle des Konverterschalters in Abhängigkeit des/der an der Erfassungseinrichtung erfassten Stroms/Spannung verändern kann.

Die passive Bleed-Schaltung kann aus einem Kondensator (C10) und/oder einem in Reihe geschalteten Widerstand (R10) bestehen. Dämpfungswiderstände (R1, R9) können leitend in Eingangsstrom-/Eingangsspannungspfaden des Konverters angeschlossen sein, z.B. einem stromführenden Draht bzw. einem Null-Leiter. Die Dämpfungswiderstände und/oder die Bleed-Schaltung können derart ausgeführt sein, dass ein Klingeln einer Funkentstörungsdrossel des Dimmers gedämpft wird.

Der Konverter kann ein Sperrwandler sein. Der Konverter kann von einer Steuereinheit gesteuert werden. Im Grenzbetrieb kann der Konverterschalter eingeschaltet sein, wenn der Eingangsstrom einen vorgegebenen Schwellenwert, z.B. 0 Ampere, erreicht.

Es kann eine Erfassungseinrichtung vorgesehen sein, um den Konverterschalter in Abhängigkeit des Eingangsstroms/der Eingangsspannung des Konverters zu schalten.

Die Erfassungseinrichtung kann aus einer Hilfswicklung bestehen, besonders galvanisch von einer Konverterwicklung

getrennt und insbesondere auf der Primärseite des Konverters angeordnet sein. Die Erfassungseinrichtung kann einen den Eingangsstrom/die Eingangsspannung des Konverters indirekt oder direkt angebenden Parameter rückkoppeln.

Die Steuereinheit kann aus einem PFC (Power Factor Correction) Festregler und/oder einem PFC Festausgangsregler bestehen.

Die Steuereinheit kann einen Gleichstromsammelschienen-Kondensator und/oder eine Korrekturschaltung aufweisen, der/die eine(n) Eingangsstrom/Eingangsspannung von einer Netzspannungsquelle während eines Halbzyklus steuern kann.

Eine PFC, insbesondere eine passive PFC Schaltung, kann sich in der Steuereinheit und/oder in dem Konverter-Modul befinden. Die Steuereinheit kann einen Schalter des Sperrwandlers aufweisen.

Es kann ein Rückkopplungssignal von der Erfassungseinrichtung an die Steuereinheit geliefert werden.

Die Erfassungseinrichtung kann auf der Primärseite eines Sperrwandlers vorgesehen sein und koppelt vorzugsweise direkt oder indirekt einen den Strom/die Spannung durch die Primärseite des Sperrwandlers angebenden Parameter an die Steuereinheit zurück.

Die Erfassungseinrichtung kann eine(n) Strom/Spannung in Abhängigkeit des/der Eingangsstroms/Eingangsspannung an das Modul als negativen Strom/negative Spannung an die Steuereinheit rückkoppeln, wobei der/die rückgekoppelte

Strom/Spannung den/die Strom/Spannung durch einen Nebenschlusswiderstand angibt, der in Reihe mit dem Sperrwandlerschalter, beispielsweise in die Steuereinheit eingebaut, angeordnet ist.

Die Steuereinheit kann Strom/Spannung erzeugen, wobei die Steuereinheit in der Lage sein kann, den dem Konverter zugeführten Eingangsstrom/die Eingangsspannung insbesondere auf der Primärseite des Konverters vorzugsweise als Funktion des/der erzeugten Stroms/Spannung zu verändern.

Die Steuereinheit kann den dem Konverter zugeführten Eingangsstrom/die Eingangsspannung als Funktion eines Phasenanschnitts durch Verändern des Spitzenstroms beeinflussen, d.h. des sich bei Abschalten des Sperrwandlers ändernden Stroms/der Spannung, und insbesondere durch Verändern des Spitzenstroms/der Spitzenspannung, so dass Letztere im Wesentlichen proportional zu der momentan anliegenden Amplitude des Eingangsstroms/der Eingangsspannung sind.

Es ist ein Energiespeicher vorgesehen, der sich insbesondere auf der Primärseite des Sperrwandlers befinden kann.

Insbesondere auf der Sekundärseite des Sperrwandlers kann ein Speicherkondensator vorgesehen sein, der so dimensioniert ist, dass er eine Welligkeit auf dem dem Konverter-Modul zugeführten Eingangsstrom/der Eingangsspannung kompensiert.

Die Abschaltschwelle der Steuereinheit und/oder des Sperrschalters kann adaptiv als Funktion des

Eingangstroms/der Eingangsspannung des Konverters eingestellt werden, um die PFC Funktion zu vereinfachen.

In dem Rückkopplungsweg von der Erfassungseinrichtung zur Steuereinheit kann eine Zener Diode angeschlossen sein, um den zur Steuereinheit rückgekoppelten negativen Strom/die negative Spannung auf einen Höchstwert zu klemmen. Das Klemmen kann zusätzlich oder alternativ in der Steuereinheit oder durch eine Software der Steuereinheit erfolgen.

Der Konverter kann ein Abwärtskonverter sein. Die Hilfswicklung kann nur ein paar Wicklungen aufweisen, z.B. 1 bis 7, insbesondere mindestens zwei Wicklungen, die den der Steuereinheit zugeführten Strom/die Spannung reduzieren und/oder den Leistungsverlust an der Steuereinheit verringern können.

Der Steuereinheit kann ein Eingangssignal über einen ersten Widerstand zugeführt werden, der mittels einer Selektionsschaltung, die wenigstens zwei Zustände einnehmen kann, in einem ersten Zustand der Selektionsschaltung selektiv mit einem weiteren Widerstand zu einem Spannungsteiler verschaltet werden kann. Das Eingangssignal kann von dem Spannungsteiler der Steuereinheit zugeführt werden.

Das Eingangssignal kann den Verlauf der Versorgungsspannung widergeben. Die Versorgungsspannung kann dabei die Netzspannung sein oder eine davon abgeleitete Spannung.

Die Selektionsschaltung kann abhängig davon den ersten oder einen zweiten Zustand einnehmen, ob ein vorbestimmter

Schwellenwert durch eine von der Versorgungspannung abgeleitete Größe über-/unterschritten wird.

Die von der Versorgungspannung abgeleitete Größe kann der Selektionsschaltung über einen Spannungsteiler zugeführt sein.

Das Eingangssignal kann ein Referenzwert sein. Der Referenzwert kann reduziert sein, wenn sich die Selektionsschaltung in dem ersten Zustand befindet.

Die Steuereinheit kann in einem Betriebsmodus mit höherer Leistung betrieben werden, wenn sich die Selektionsschaltung in dem ersten Zustand befindet und/oder der Referenzwert reduziert ist.

Die Steuereinheit kann in einem Modus mit geringerer Leistung betrieben werden, wenn sich die Selektionsschaltung in dem zweiten Zustand befindet und/oder der Referenzwert nicht reduziert ist.

Unter einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Dimmen von mindestens einer LED bereitgestellt, mit den Schritten des Versorgens eines Konverter-Moduls mit einem von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuerten Eingangsstrom/einer Eingangsspannung, des Versorgens der mindestens eine LED mit Strom durch einen geschalteten/getakteten Konverter, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, und des Erzeugens eines Haltestroms für den phasengeregelten/Triac Dimmer durch eine passive Bleed-Schaltung.

Unter wiederum einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zum Dimmen von mindestens einer LED bereitgestellt, mit den Schritten des Versorgens eines Konverter-Moduls mit

einem von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuerten Eingangsstrom/einer Eingangsspannung, des Versorgens der mindestens eine LED mit Strom durch einen geschalteten/getakteten Konverter, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, und des Erfassens durch eine Erfassungseinrichtung eines in den Konverter eingegebenen Stroms/einer Spannung, insbesondere auf dessen Primärseite, wobei eine Abschaltschwelle des Konverterschalters in Abhängigkeit des/der von der Erfassungseinrichtung erfassten Stroms/Spannung über die Steuereinheit verändert wird.

Unter wiederum einem weiteren Aspekt ist ein System mit einem phasengeregelten/Triac Dimmer sowie einem Konverter-Modul wie vorstehend beschrieben vorgesehen.

Weitere Aspekte der Erfindung werden nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnungen erläutert. Diese zeigen insbesondere in:

Fig. 1 einen beispielhaften Dimmertreiber auf der Grundlage einer PFC Steuerung mit fester Ausgangsleistung;
Fig. 2 eine beispielhafte Eingangsstromwellenform;
Fig. 3 einen beispielhaften Leistungsfaktor korrigierten Abwärtswandler;
Fig. 4 ein bestehendes PFC Modell;
Fig. 5 zeigt einen beispielhaften Treiber mit fester Ausgangsleistung mit PFC;
Fig. 6 zeigt beispielhaft primäre Spitzenströme des Konverters ohne Klemmen;
Fig. 7 zeigt beispielhaft primäre Spitzenströme des Konverters mit Klemmen;
Fig. 8 zeigt beispielhaft Eingangsnetzströme des Konverters ohne Klemmen;

Fig. 9 zeigt beispielhaft Eingangsnetzströme des Konverters mit Klemmen.
Fig. 10 zeigt beispielhaft eine Abwandlung der Schaltung aus Fig. 5 mit einem verbesserten Dimmverhalten.

Einstufige Sperrtreiber-Steuereinheiten (IC) mit fester Ausgangsleistung mit eingebauter Leistungsfaktorkorrektur sind bekannt, es zeigt sich allerdings, dass diese Art von Steuereinheit für eine einfache und elegante Dimmerlösung mit sehr guter Leistung eingesetzt werden kann, wie nachstehend beschrieben.

Im Allgemeinen ist die Erfindung darauf ausgerichtet, ein glattes und flackerfreies Dimmen vorzusehen, das in Verbindung mit den meisten Dimmern erzielt werden kann, wobei die Menge an Teilen und Materiallisten verringert werden kann, und das gleichzeitig mit unterschiedlichen IC funktionieren kann. Außerdem muss kein Hochspannungs-Elektrolytkondensator vorliegen.

Hierzu kann die in dem Konverter-Modul zur Steuerung der mindestens einen LED vorliegende Schaltung eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC) Funktion vorsehen, z.B. eine „echte" PFC Schaltung, einen Sperrwandler mit PFC Funktion etc. Insbesondere nutzt die Erfindung den hohen Leistungsfaktor einer PFC Schaltung. Wenn ein Sperrwandler eingesetzt wird, spiegelt der Strom/die Spannung auf der Sekundärseite des Sperrwandlers, der die mindestens eine LED antreibt, das über Phasenanschnitt oder Phasenabschnitt am Eingang der Primärseite des Konverters durchgeführte Dimmen wider.

Dabei besteht das Problem, dass die PFC Schaltung bisweilen nicht genügend Strom aufnimmt, den der zum

Phasenanschnitts- oder Phasenabschnittsdimmen eingesetzte (Triac) Dimmer als Haltestrom benötigt. Es sind Bleed-Schaltungen bekannt, um dieses Symptom zu beheben und den erforderlichen Haltestrom durch deren Leistungsverlust sicherzustellen. Normalerweise sind diese Bleed-Schaltungen als Leiterbahnen ausgebildet, die wahlweise betätigt oder unterbrochen werden können.

Die Erfindung löst das Problem jedoch dadurch, dass nur passive Bauteile zur Herstellung der Bleed-Schaltungen verwendet werden, und insbesondere ein Ohmscher Widerstand R10 sowie ein Kondensator C10, wie in der in Fig. 1 dargestellten, beispielhaften LED Betätigungsvorrichtungsschaltung gezeigt.

Weiterhin sind zwei zusätzliche Ohmsche Widerstände R1, R9 an die Eingangsleitungen der Schaltung angeschlossen, die als stromführender/Phasendraht und Null-Leitung in Fig. 1 bezeichnet sind, was zur Dämpfung des Klingelns von Vorteil ist, das am Eingang der Schaltung durch eine Wechselwirkung des Phasenregelungs-/Triac Dimmers mit induktiver Kennung und einer PFC Schaltung mit kapazitivem Schalter erzeugt wird.

Fig. 1 zeigt eine Anordnung mit zusätzlichen passiven Bauteilen zum Dämpfen eines Klingelns R1, R9 der Funkentstörungsdrossel (RFI) des Dimmers mit Schaltkapazität. Dies sorgt wiederum für gleichmäßiges, flackerfreies Dimmen. Somit zeigt die Fig. 1 eine Schaltung für ein Konverter-Modul mit einer PFC Steuerung mit fester Ausgangsleistung. Die Schaltung mit PFC Funktion wird durch die Verwendung einer in die Steuereinheit integrierten Schaltung, z.B. den

Sperrwandlertreiber, mit einem integrierten Schalter realisiert.

Die in Fig. 1 eingekreisten Bauteile stellen die Zusatzbauteile zum Dämpfen des Klingelns R1, R9 sowie zur Herstellung des passiven Bleeding R10, C10 dar. Die Schaltung zeigt jedoch eine sehr geringe Komplexität des Konverters selbst unter Verwendung der neuesten Steuereinheiten mit fester Ausgangsleistung.

Weiterhin ist eine Hilfswicklung vorgesehen, welche induktiv mit dem Konverter gekoppelt ist und in welcher Strom/Spannung in Abhängigkeit der Netzspannung der LED Betätigungsvorrichtung erzeugt wird. Diese erzeugte Spannung wird der Steuereinheit als negative(r) Strom/Spannung zugeführt. Die erzeugte Spannung zeigt außerdem den Strom/die Spannung durch einen Nebenschlusswiderstand an, der in Reihe mit einem in die Steuereinheit eingebauten Schalter geschaltet ist. Die Abschaltschwelle wird von der Steuereinheit adaptiv geändert, d.h. je nach aktuellem Zustand der Netzspannung, wodurch sich die PFC Funktion ergibt.

Zur Vereinfachung von Dimmerbetätigungen in Abhängigkeit eines voreilenden Phasenwinkels der Netzspannung wird ein Rückkopplungssignal von einer Erfassungseinrichtung, beispielsweise einer Hilfswicklung AUX des Konverters, an die Steuereinheit rückgekoppelt. Insbesondere wird der Strom durch die Erfassungseinrichtung gemessen, um den Strom im Konverter zu bestimmen, vorzugsweise den Strom durch die Primärseite eines Sperrwandlers. Hierdurch bestimmt die Steuereinheit direkt oder indirekt den Strom/die Spannung beispielsweise durch die Primärseite des Sperrwandlers. Diese(r) bestimmte Strom/Spannung

stellt das an die Steuereinheit rückgekoppelte Signal dar. Die Steuereinheit kann ein IC, ASIC oder ein Mikrocontroller sein.

Wenn der Konverter beispielsweise als Sperrwandler ausgeführt ist, kann die Schaltung des Konverter-Moduls einen Energiespeicher (Kondensator) auf der Sekundärseite des Konverters vorsehen, wobei der Sperrwandler eine induktive Trennung zwischen auf dessen Primärseite angeordneten Bauteilen und auf dessen Sekundärseite angeordneten Bauteilen vorsieht. Die Hilfswicklung wie beispielsweise in Fig. 5 dargestellt kann sich auch auf der Sekundärseite befinden.

Ein Sperrwandler mit konstanter Einschaltzeit (T_{on}) könnte die PFC Funktion auch ohne eine dem Treiber-IC von der Hilfswicklung zugeführte Rückkopplung verwirklichen. Allerdings wäre der Leistungsfaktor nicht so gut. Ein Beispiel für eine verwendete Steuereinheit stellt die HVLED805 von ST Microelectronics dar.

Eine einstufige, Leistungsfaktor korrigierte Steuereinheit kann außerdem einen kleinen Gleichstromsammelschienen-Kondensator im Bereich von ca. 100nF aufweisen. Daher empfängt ein Sperrwandler als dessen Eingang nicht geglättete, gleichgerichtete Netz-Halbzyklen, die bis auf 0V abfallen können.

Die Anwendung einer derartigen integrierten Treiberschaltung (IC) ermöglicht eine ausgezeichnete Dimmleistung mit den meisten, so genannten leading oder trailing edge (ansteigenden oder abfallenden) Dimmern. Die Schaltung passt normalerweise auf eine einseitige Leiterplatte und, da das Verfahren mit nahezu jeder festen

PFC Steuerung funktioniert, können die Ausführungen einfach an Anwendungen angepasst werden, welche die neuesten, kostengünstigen IC verwenden.

Während in Fig. 1 eine mögliche Ausgangswelligkeit nur durch einen Ausgangskondensator gesteuert wird, lässt der einfache Aufbau der Schaltkreise auch Raum für einen großen Kondensator, mit welchem die Welligkeit unter 40% bis 60%, insbesondere 50%, gehalten werden kann.

Als Steuerfaktor erzeugt die Steuereinheit Strom/Spannung, der/die zur Änderung des Stroms des Sperrwandlers auf dessen primärer Eingangsseite verwendet wird. Insbesondere hängt eine Dimmbetätigung von dem Phasenanschnitt ab, wenn der Spitzenstrom, nämlich der Strom an der Sperrwandlerabschaltung geändert wird, und der Spitzenstrom wird so gesteuert, dass er prinzipiell proportional zur Amplitude der momentan vorliegenden Eingangsspannung ist.

Folglich könnte je nach Phasenanschnitt eine Stromkennlinie erzeugt werden, wie sie beispielhaft in Fig. 2 dargestellt ist.

Es ist festzustellen, dass die Konverter-Modulschaltung auch mit anderen Konvertern eingesetzt werden kann, wie z.B. Abwärtswandler-Strukturen. Außerdem kann die Steuereinheit eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC) aufweisen, dies ist jedoch nicht zwingend notwendig. Eine Verbesserung des Leistungsfaktors der Konverter-Modulschaltung ist jedoch wünschenswert und daher wird nachfolgend ein Verfahren zur Anbringung einer Leistungsfaktorkorrektur in jeder beliebigen Steuereinheit

beschrieben, insbesondere für Steuereinheiten mit einem externen Spitzenstrom-Messwiderstand.

Insbesondere, wenn eine Steuereinheit nur mit Quelleneingang verwendet wird (z.B. NXP SSL21083, die gegenüber beispielsweise der HVLED815 nur einen Quelleneingang aufweist), um einen Strom/eine Spannung an dem Nebenschlusswiderstand zu bestimmen, kann ein anderer Ansatz verwendet werden. In Fig. 3 wird eine derartige Steuereinheit in einem Aufbau mit einem Abwärtswandler dargestellt.

An den Quelleneingang der in Fig. 3 dargestellten Steuereinheit ist eine relativ niedrige Impedanz von z.B. ca. 1 bis 5 Ω, vorzugsweise 2,7 Ω, angeschlossen. Falls an diesem Eingang ein relativ hoher negativer Strom/negative Spannung von der Erfassungseinrichtung erfasst würde, wäre der Leistungsverlust unangemessen hoch.

Somit wird der Leistungsverlust dadurch begrenzt, dass die Spannung an der Erfassungseinrichtung deutlich verringert wird. Dies erreicht man, indem die Windungen beispielsweise der Hilfswicklung auf nur ein paar Windungen, beispielsweise 1 bis 5 Windungen, insbesondere ca. zwei Windungen, verringert werden. In der Folge kann der Strom/die Spannung an der Erfassungseinrichtung verringert werden und auch bei einer geringeren Impedanz kann der Leistungsverlust reduziert werden.

Im Einzelnen enthält die Steuereinheit ein Steuersystem, das zur Messung einer Spitzendrosselstroms in der Zeit, wenn der Hauptschalter eingeschaltet ist, einen Strommesswiderstand aufweist.

In einer Vorrichtung ohne PFC wird der Schalter im Allgemeinen abgeschaltet, wenn der Spannungsabfall an dem Spannungsmesswiderstand einen vorgegebenen Wert erreicht. Der durch die Drossel fließende Spitzenstrom stellt eine bekannte Energiemenge dar, und dies bildet in Verbindung mit einer bekannten Schaltfrequenz die Grundlage für die Steuerung der Leistungsabgabe oder die Stromsteuerung.

Der einem derartigen Modell zugeordnete Leistungsfaktor ist tendenziell schlecht, auch wenn ein Massenspeicherkondensator klein ist. Dies liegt daran, dass die Einschaltzeit relativ lang sein kann, wenn die Netzspannung niedrig ist (während der Netzstromwerte). Der Grund hierfür ist, dass der Induktorstrom länger braucht, um den erforderlichen Spitzenwert zu erreichen. Folglich ist der durchschnittliche Eingangsstrom während dieser Zeiten hoch und während der Netzspannungsspitzen niedrig. Dies ist genau umgekehrt zu der für einen hohen Leistungsfaktor benötigten Stromwellenform.

Um dies zu korrigieren, kann die Erfassungseinrichtung zu der Drossel hinzugefügt werden. Damit soll ein negativer Strom/eine negative Spannung bereitgestellt werden, während der Hauptschalter eingeschaltet ist. Diese(r) Strom/Spannung wird dann an den CS Eingang des Stromfühlers der Steuereinheit über einen zweiten Widerstand angelegt. In Fig. 3 ist ein Beispiel dargestellt, in dem das Verfahren auf einen kostengünstigen Abwärtswandler angewandt worden ist. Somit zeigt Fig. 3 einen Leistungsfaktor korrigierten Abwärtswandler.

Der von der Hilfswicklung bereitgestellte, negative Strom/die negative Spannung variiert in Abhängigkeit von

der momentanen Netzspannung. Wenn der Hauptschalter eingeschaltet ist, fließt ein Strom durch den Widerstand R3 und aufgrund des sich ändernden, negativen Stroms/der negativen Spannung, wird der Strom/die Spannung erhöht, wenn der Eingangsstrom/die Eingangsspannung seine/ihre Spitze erreicht hat, und wird in Netzspannungstälern stark reduziert. Die Ströme durch den Widerstand R3 leiten den Strom weg von dem Messwiderstand R4 und erhöhen somit den endgültigen Spitzenstrom um einen Betrag, der von der Eingangsspannung zu diesem Zeitpunkt abhängt. Die Folge ist ein Eingangsstrom, der ist über den Großteil jedes Halbzyklus der Netzspannung weitgehend konstant ist und somit einen stark verbesserten Leistungsfaktor liefert.

Wiederum ist die resultierende typische Stromwellenform in Fig. 2 dargestellt, in diesem Fall eine typische Eingangsstromwellenform mit Leistungsfaktorkorrektur.

Bestehende Anwendungen erfordern jedoch, dass der Strommesseingang der Steuereinheit von dem den tatsächlichen Strom tragenden Anschluss getrennt ist, wie in Fig. 4 dargestellt, welche ein typisches Beispiel für ein bestehendes PFC Modell darstellt.

In Fig. 1 ist der Messwiderstand R5 nicht direkt mit dem CS Eingang der Strommessung der Steuereinheit verbunden. Stattdessen ist der Drahtwiderstand R7 angeschlossen. Damit wird die Impedanz ausreichend erhöht, so dass das Verfahren unter Verwendung der normalen Hilfswicklung arbeiten kann, die in einem typischen Sperrwandler vorliegt.

Durch das Vorsehen einer separaten Wicklung, wie in Fig. 3 dargestellt, mit einer kleinen Anzahl an Windungen kann

das Verfahren so verallgemeinert werden, dass es mit jedem beliebigen Treiber IC funktioniert, der einen externen Strommesswiderstand aufweist.

Diese Lösung ist besonders geeignet für Anwendungen mit Abwärtswandlern, da die Windungen der Hilfswicklung einfach um einen normalen Trommelinduktor gewickelt werden können. Zusammenfassend zeigt der in Fig. 3 dargestellte Aufbau ein sehr kostengünstiges und in großem Umfang anwendbares Verfahren zur Leistungsfaktorkorrektur, das Leistungsfaktoren von 80% bis 90%, insbesondere ca. 85%, liefert, sowie eine Gesamt-Oberschwingungsverzerrung (Total Harmonic Distortion THD) von ca. 25-45%, insbesondere 30% bis 40%. Dieser Aufbau kann auch problemlos an Steuereinheiten angepasst werden und kann ebenfalls mit dem Aufbau aus Fig. 1 kombiniert werden.

Ein weiteres Beispiel für eine erfinderische Schaltung ist in Fig. 5 dargestellt, welche ein Schaltbild für ein abgewandeltes PFC Modell zeigt. Während eine Leistungsfaktorkorrektur auf mehrere Arten erzielt werden kann, besteht ein gemeinsames Verfahren darin, der Spitzenstromerfassungsschaltung der Steuereinheit einen Beitrag von einer Erfassungseinrichtung über einen externen Widerstand zuzuführen, wie vorstehend aufgezeigt.

Während der Schalttransistor des Konverters eingeschaltet ist, ist der Ausgang aus der Erfassungseinrichtung negativ und proportional zu der Netzeingangsspannung zu diesem Zeitpunkt. Die Zufuhr von der Erfassungseinrichtung bewirkt, dass der durch die Primärwicklung erreichte Spitzenstrom um einen Betrag proportional zu der momentanen Netzspannung erhöht wird. Der Beitrag zu dem Spitzenstrom dominiert tatsächlich mit der Folge, dass der

von dem Konverter aufgenommene Strom annähernd sinusförmig wird und einen hohen Leistungsfaktor liefert.

Zusammenfassend wird die Verdrahtung zur Steuereinheit verändert, um Veränderungen oder Schwankungen in der Netzspannung auszugleichen, die zu Veränderungen der von der mindestens einen LED emittierten Lichtausgabe führen.

Aus diesem Grund wird in dem Rückkopplungsweg von der Erfassungseinrichtung an dem Konverter zur Steuereinheit eine in Fig. 5 dargestellte Zener Diode vorgesehen, um den zur Steuereinheit rückgekoppelten, negativen Strom/die negative Spannung auf einen maximalen und/oder vorgegebenen Wert zu klemmen. Über diesem Wert bleibt die Spannung abgeklemmt und somit konstant und Änderungen oder Schwankungen außerhalb des Klemmbereichs bleiben unberücksichtigt. Anstatt einer Zener Diode kann das Klemmen auch durch eingebaute Einrichtungen der Steuereinheit und/oder der Software der Steuereinheit vereinfacht werden.

Dies verbessert die Regelungseigenschaften in Bezug auf Stabilität des Ausgangsstroms/der Ausgangsspannung des Konverters, wobei ein leichter Abfall des Leistungsfaktors wie nachstehend beschrieben in Betracht gezogen wird.

Ein Nachteil des beschriebenen Verfahrens kann darin gesehen werden, dass der Konverterausgang von der Netzstromspannung abhängig wird. Die Ausgangsregelung ist in Bezug auf die Schwankungen der Eingangsspannung schlecht. Dies kann jedoch durch eine Regelung mit nur minimaler Verschlechterung des Leistungsfaktors wie nachstehend dargelegt verbessert werden.

Wie in Fig. 5 dargestellt wurde der ursprüngliche PFC durch den Widerstand R8 erzielt, der direkt zwischen der Hilfswicklung und dem Strommesseingang der Steuereinheit und der Hochspannungsseite des Widerstands R7 angeschlossen wurde. Fig. 5 zeigt nun einige zusätzliche Bauteile in dem dargestellten Kästchen. Insbesondere klemmt eine Nebenschlussreferenz U2 der Steuereinheit (z.B. 2,5 V) die Spannung auf der Niederspannungsseite des Widerstandes R8 auf eine maximale Größe einer negativen Spannung, z.B. 1 bis 5 V, insbesondere 2,5 V negativ. Diese Spannung wird dann an den Strommesseingang des Treiber-ICs über den Widerstand R27 angelegt.

Die Leistungsfaktorkorrektur liegt noch vor, aber der Höchstbetrag ist durch die beanspruchte Spannung begrenzt. Somit können Erhöhungen der Netzspannung den maximalen Spitzenstrom nicht weiter erhöhen.

Die Figuren 6 und 7 zeigen Hüllkurven-Wellenformen der Spitzenströme mit und ohne Veränderung. Die positive Hüllkurve zeigt die Spitzenstromvariation. Insbesondere zeigt Fig. 6 die Spitzenstrom-Hüllkurve ohne Klemmen, während in Fig. 7 die Spitzenstrom-Hüllkurvenbucht mit Klemmen dargestellt ist.

In diesem Beispiel ist die Ausgangsregelung hinsichtlich der Eingangsspannung durch einen Faktor von ca. 3 verbessert, während der Leistungsfaktor leicht um ca. 1% bis 4% abnimmt, beispielsweise von 88% auf beispielsweise 84%.

Weiterhin zeigen die Figuren 8 und 9 Eingangsstrom-Wellenformen mit und ohne Veränderung. Wie aus den Figuren 8 und 9 ersichtlich, gibt es nur einen sehr geringen

Unterschied in den Netzeingangsströmen des Konverters. Insbesondere zeigt Fig. 8 beispielhaft die Netzeingangsströme des Konverters ohne Klemmen und einen Leistungsfaktor von beispielsweise 88%, während Fig. 9 beispielhaft Netzströme des Konverters mit Klemmen und einen Leistungsfaktor von beispielsweise 84% zeigt.

Somit wird die Regelung auf mehr als ca. +/- 5% in dem Netzspannungsbereich verbessert, während das Verfahren einfach an unterschiedliche Steuereinheiten angepasst werden kann.

Weiter kann das Verfahren und System, wie es oben beschrieben ist, durch eine im foldenden geschilderte Modifikation des Schaltungsaufbaus verbessert werden. Der geänderte Schaltungsaufbau ist in Fig. 10 gezeigt, wobei die wichtigsten Änderungen durch einen Rahmen gekennzeichnet sind. Der geänderte Schaltungsaufbau geht dabei von der in Fig. 5 gezeigten Schaltung aus. Insbesondere ist in dem Rahmen eine Selektionsschaltung gezeigt.

Ziel der Änderung ist es, einen Eingangswert der Steuereinheit so zu variieren, dass geringe Dimmwertänderungen zu einem erhöhten Dimmeffekt an der Lichtquelle führen. Durch diese Änderung des Eingangswertes kann auch das oben beschriebene Phasenanschnitts-Dimmverfahren weiter verbessert werden.

Die Änderung ist auch deshalb vorteilhaft, da es oft wünschenswert ist, eine variable Last an dem Konverter-Modul, insbesondere einem LED-Treibermodul, betreiben zu können, bspw. verschiedene LED-Typen anschließen zu

können, aber auch, um Vorwärtsspannungstoleranzen ausgleichen zu können.

Dies ist insbesondere für LED-Retrofit-Treibermodule wichtig, wie bspw. Treibermodule für MR16 LED-Retrofit-Lampen. Bspw. kann es durch einen Nutzer gewünscht sein, eine variable Anzahl von LED-Lampen mit dem Konverter-Modul zu betreiben, wobei durch den Benutzer Lampen hinzugefügt oder entfernt werden können. Diese Lampen können dabei verschiedene Nennleistungen aufweisen. Da die Lampen durch den Benutzer frei aus ihren Sockeln entfernt bzw. in die Sockel eingebracht werden können, ist es wichtig, dass selbst bei einer sich verändernden Last die übrigen Lampen normal weiterbetrieben werden können. D.h., dass sich insbesondere das Dimmverhalten der übrigen Lampen für den Benutzer nicht ändert.

Jedoch stellt eine variable Last in vielen Dimmanwendungen ein Problem dar, insbesondere für günstige Dimmlösungen mit der oben beschriebenen Phasenanschnittdimmung. Dieses Problem resultiert daraus, dass bekannte Dimmtechniken den primärseitigen Spitzenstrom reduzieren, um ein Dimmen der Leuchtquelle zu erreichen, also die von der Lichtquelle abgegebene Lichtleistung zu reduzieren.

Der resultierende Effekt ist jedoch, dass die von dem Konverter-Modul ausgegebene Leistung anstelle des Stromes reduziert wird, wenn herunter gedimmt wird. Ist daher die Last geringer als die maximale Last, wird die Last in jedem Fall mit reduzierter Leistung betrieben, da die Vorwärtsspannung geringer ist. So muss am Dimmer selbst zunächst ein Dimmvorgang um einen bestimmten Grad erfolgen, bevor die Ausgabe des Konverter-Moduls

tatsächlich soweit abfällt, dass ein Dimmen der nicht maximalen Last erfolgt.

Andererseits liegt der zu erreichende minimale Dimmwert über dem, der bei Anliegen der maximalen Last erreicht werden könnte. Das heißt, dass bei reduzierter Last nicht soweit herunter gedimmt werden kann, wie es bei maximaler Last möglich wäre. Hieraus ergibt sich dann ein unerwünschter reduzierter Dimmbereich, da die untere Grenze für den einstellbaren Dimmwert angehoben wird..

Im Folgenden wird daher anhand der geänderten Schaltung aus Fig. 10 eine einfache Methode beschrieben, die graduell zwischen mehreren Betriebsmodi wechselt, bspw. zwischen zwei Betriebsmodi, d.h. einem Betriebsmodus mit höherer Leistung und einem Betriebsmodus mit geringerer Leistung während einer Reduzierung des Dimmwerts unter Verwendung einer pulsweiten Steuerung.

Die Schaltung in Fig. 10 beinhaltet wiederum eine Steuereinheit, bspw. einen LED-Treiber HV LED 815 von ST Microelectronics als Steuer IC, der als dimmbarer Treiber für LED-Retrofit-Lampen ausgelegt ist. Die Wahl des Betriebsmodus erfolgt dabei durch die Selektionsschaltung, die in Fig. 10 umrandet dargestellt ist.

Zu diesem Zweck weist die Selektionsschaltung einen ersten Spannungsteiler auf, der durch einen ersten Widerstand R3 und einen zweiten Widerstand R9 gebildet ist. Dieser erste Spannungsteiler dient dazu, eine Replik des Versorgungsspannungs-/-stromverlaufs bei geringerer Spannung zu erzeugen. Dieser replizierte Verlauf wird dann als Eingabesignal einem Regler U2 (bspw. einem veränderbaren Zener-Shunt-Regler wie dem LM431 von Texas

Instruments) zugeführt. Insbesondere kann das Eingabesignal an den Regler U2 ein Spannungs-/Stromreferenzsignal sein.

Der Regler U2 schaltet basierend darauf, ob der Eingabewert über oder unter einem bestimmten Schwellenwert liegt, bspw. 2,5 Volt, ein oder aus, d.h. ein Pfad über einen weiteren Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen R4 und R5 wird leitend oder nicht.

Durch das Schalten des Reglers U2 wird weiter der Transistor Q2 an- oder ausgeschaltet, dessen Basis mit einem Mittenpunkt des weiteren Spannungsteilers verbunden ist. Beim schalten des Transistors Q2 wird wiederum ein mit dem Kollektor des Transistors Q2 verbundenes Gate eines FET-Transistors Q3 (z.B. ein MOSFET) angesteuert. Somit wird abhängig vom Schalten des Transistors Q2 der Weg zwischen Drain und Source des FET-Transistors Q3 leitend oder nicht-leitend geschaltet.

Wenn der FET-Transistor Q3 sich in einem ersten Zustand, beispielsweise einem „An"-Zustand befindet (d.h. wenn der FET-Transistor beispielsweise leitend geschaltet ist), wird ein Strompfad über einen dritten Widerstand R10 geschaltet, der dann mit einem vierten Widerstand R11 einen Spannungsteiler bildet, wobei ein Mittenpunkt des Spannungsteilers mit einem Eingang der Steuereinheit verbunden ist. Über diesen Eingang wird das Eingangssignal der Steuereinheit zugeführt. Insbesondere ist der dritte Widerstand R10 und der vierte Widerstand R11 mit einem Strommesseingang (current sense input) der Steuereinheit verbunden. Dadurch wird ein durch die Steuereinheit als Eingangssignal erfasster Wert, z.B. eine Strommess-Spannung (current sense voltage) reduziert, was dazu

führt, dass die Steuereinheit in den Betriebsmodus mit höherer Leistung wechselt.

Wenn der FET-Transistor Q3 sich in einem zweiten Zustand, beispielsweise einem „Aus"-Zustand befindet (d.h. wenn der Transistor nicht-leitend ist), erfasst die Steuereinheit das Eingangssignal unverändert, z.B. also die volle Strommess-Spannung, als Eingangssignal über den vierten Widerstand R11. Das führt dazu, dass die Steuereinheit in dem Betriebsmodus mit geringerer Leistung arbeitet.

Es ist dabei zu verstehen, dass die dargestellte Schaltung auch so modifiziert werden kann, dass das nicht-reduzierte Eingangssignal in dem ersten Zustand des FET-Transistors Q3 der Steuereinheit zugeführt wird, während das reduzierte, bzw. gedämpfte, Eingangssignal der Steuereinheit zugeführt wird, wenn sich der FET-Transistor Q3 in dem zweiten Zustand befindet.

Wenn nun der Dimmwert an dem Dimmer reduziert wird und sich der Phasenwinkel reduziert schaltet der FET-Transistor Q3 während jeder Halbwelle der Versorgungsspannung/des Verrsorgungsstroms für immer längere Zeit in den zweiten Zustand. Dies führt dazu, dass die Steuereinheit für eine längere Zeit in dem Betriebsmodus mit höherer Leistung bei geringen Dimmwerten arbeitet. Wird der Dimmwert in Richtung des minimalen Dimmwertes verändert, ist der FET-Transistor Q3 meistens oder immer in dem zweiten Zustand.

Zusammenfassend ermöglicht es die dargestellte Lösung zuzusichern, dass bei einem maximalen Dimmwert, d.h. bei 100% Lichtleistung, die Steuereinheit in dem Betriebsmodus mit höherer Leistung betrieben wird. Die Ausgabe des

Konverter-Moduls ist daher an oder nahe der maximalen Ausgabeleistung. Jede Last wird zwischen ihrer Minimal- und ihrer Maximalleistung betrieben.

Bei niedrigen Dimmwerten, wenn beispielsweise die Last mit minimaler Helligkeit betrieben werden soll, schaltet die Steuereinheit in den Betriebsmodus mit geringerer Leistung. Dies erlaubt es jede Last soweit herunterzudimmen wie möglich. Zwischen dem maximalen Dimmwert und dem minimalen Dimmwert wechselt die Steuereinheit graduell zwischen den wenigstens zwei Modi.

Daher ermöglicht die dargestellte Lösung ein verbessertes Dimmen zu niedrigen Kosten. Die dargestellte Lösung kann selbstverständlich auch mit anderen Steuereinheiten verwendet werden.

Die dargestellte Lösung vermeidet auch das Risiko, den falschen Betriebsmodus für eine Last im Grenzbereich (borderline loads) zu wählen, insbesondere wenn ein großer Versorgungsspannungsbereich für die Last abgedeckt werden soll. Die Lösung wählt einen Betriebsmodus mit hoher Leistung für eine Last bei einem Dimmwert von 100% und einen Betriebsmodus mit geringerer Leistung für eine Last, wenn der Dimmwert nahe dem Minimum liegt. Die dargestellte Schaltung erlaubt es also automatisch zwischen den zwei Betriebsmodi (hohe Leistung, geringere Leistung) zu wählen, um den Bereich zu vergrößern in dem die Last betrieben werden kann.

Dabei macht die Lösung sich den Verlauf der Spannung des Phasenanschnittsdimmers zu Nutze, um eine Pulsweitensteuerung auf Basis eines Referenzwertes (z.B. Spannungs-/Stromreferenzwert) bereitzustellen. Das

Pulsweitensteuersignal wird dazu verwendet, zwischen dem Betriebsmodus mit höherer Leistung und dem Betriebsmodus mit geringerer Leistung während jeder Halbwelle der Versorgungsspannung/des Versogungsstroms zu wechseln. Die zeitliche Aufteilung hängt dabei von dem Dimmwert ab.

Die Erfindung erlaubt es also durch das Konverter-Modul eine variable Anzahl von Lampen, insbesondere Retrofit-Lampen, zu betreiben, wobei der volle Dimmbereich in jeder Konfiguration zur Verfügung steht. Daher kann bei Einsatz der Lösung die Anzahl der benötigten Konverter-Modulvarianten reduziert werden, da mit dem erfindungsgemäßen Konvertermodul ein größerer Leistungsbereich abgedeckt werden kann.

Ansprüche

1. Konverter-Modul, das für einendimmbarten Betrieb von mindestens einer LED ausgelegt ist, mit
   - Einem durch eine Steuerschaltung primärseitig getakteten Konverter, von dessen Sekundärseite aus die mindestens eine LED mit Strom versorgbar ist, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betrieben wird,
   - Wobei der Konverter auf seiner Eingangsseite eine passive Bleed-Schaltung angeschlossen hat, um einen Haltestrom für einen Dimmer zu erzeugen, und wobei
   - Das Konverter-Modul so ausgeführt ist, dass es von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuert wird.

2. Konverter-Modul zum Dimmen von mindestens einer LED, mit
   - einem geschalteten/getakteten Konverter, der die mindestens eine LED mit Strom versorgt, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird,
   - einer Erfassungseinrichtung zur Erfassung einer Strom-/Spannungseingabe in den Konverter, insbesondere auf dessen Primärseite, sowie
   - einer Steuereinheit, die zur Änderung einer Abschaltschwelle des Konverter-Schalters in Abhängigkeit des Stroms/der Spannung geeignet ist, der/die an der Erfassungseinrichtung erfasst wird.

3. Konverter-Modul gemäß Anspruch 1, wobei die passive Bleed-Schaltung aus einem Kondensator (C10) und/oder einem in Reihe geschalteten Widerstand (R10) besteht, und wobei Dämpfungswiderstände (R1, R9) leitend in Eingangsstrom-/-spannungspfaden des Konverters angeschlossen sind, z.B. ein stromführender Draht bzw. eine Null-Leitung, wobei die Dämpfungswiderstände und/oder die Bleed-Schaltung so ausgeführt sind, dass sie ein Klingeln einer Funkentstörungsdrossel des Dimmers dämpfen.

4. Konverter-Modul gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Konverter ein Sperrwandler ist.

5. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Konverter von einer Steuereinheit gesteuert wird.

6. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Grenzbetrieb der Konverterschalter eingeschaltet wird, wenn der Eingangsstrom ein vorgegebenes Schwellenniveau, z.B. 0 Ampere erreicht.

7. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Erfassungseinrichtung vorgesehen ist, um den Konverterschalter in Abhängigkeit des Eingabestroms/der Eingabespannung des Konverters zu schalten.

8. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Erfassungseinrichtung eine Hilfswicklung darstellt, die insbesondere galvanisch von einer Konverterwicklung getrennt ist,

insbesondere auf der Primärseite des Konverters angeordnet ist, und wobei die Erfassungseinrichtung einen den Eingangsstrom/die Eingangsspannung des Konverters indirekt oder direkt angebenden Parameter rückkoppelt.

9. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit ein PFC Festregler und/oder ein PFC Festausgangsregler ist.

10. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit einen Gleichstromsammelschienen-Kondensator und/oder eine Korrekturschaltung umfasst, die zur Regelung eines aus einer Netzspannungsquelle während eines Halbzyklus aufgenommenen Eingangsstroms/einer Eingangsspannung geeignet ist.

11. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine PFC, insbesondere eine passive PFC Schaltung, in der Steuereinheit aufgenommen ist und wobei die Steuereinheit einen Schalter des Sperrwandlers umfasst.

12. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Rückkopplungssignal von der Erfassungseinrichtung an die Steuereinheit geliefert wird.

13. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Erfassungseinrichtung auf der Primärseite eines Sperrwandlers vorgesehen ist und vorzugsweise direkt oder indirekt einen Parameter an die Steuereinheit rückkoppelt, der den Strom/die

Spannung durch die Primärseite des Sperrwandlers angibt.

14. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Erfassungseinrichtung einen Strom/eine Spannung in Abhängigkeit von dem Netzstrom-/-spannungseingang an das Modul als einen negative Strom/eine negative Spannung zu der Steuereinheit rückkoppelt, wobei der zugeführte Rückstrom/die Rückspannung den Strom/die Spannung durch einen Nebenschlusswiderstand angibt, der in Reihe mit dem Sperrwandlerschalter angeordnet ist, z.B. in die Steuereinheit eingebaut ist.

15. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit einen Strom/eine Spannung erzeugt, und wobei die Steuereinheit den dem Konverter zugeführten Eingangsstrom/die Eingangsspannung ändern kann, insbesondere auf der Primärseite des Konverters, vorzugsweise als Funktion des erzeugten Stroms/der erzeugten Spannung.

16. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit den dem Konverter zugeführten Eingangsstrom/die Eingangsspannung als Funktion eines Phasenanschnittes durch Änderung des Spitzenstroms beeinflusst, d.h. des Stroms/der Spannung, die sich bei Abschalten des Sperrwandlers verändert, und insbesondere durch Änderung des Spitzenstroms/der Spitzenspannung, so dass diese(r) im Wesentlichen proportional zu der derzeit angelegten Amplitude des Eingangsstroms/der Eingangsspannung ist.

17. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Energiespeicher vorgesehen ist, insbesondere auf der Primärseite des Sperrwandlers.

18. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei insbesondere auf der Sekundärseite des Sperrwandlers ein Speicherkondensator vorgesehen ist, der derart bemessen ist, dass er eine Welligkeit auf dem dem Konverter-Modul zugeführten Eingangsstrom/der Eingangsspannung ausgleicht.

19. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Abschaltschwelle der Steuereinheit und/oder des Sperrschalters adaptiv als eine Funktion des Eingangsstroms/der Eingangsspannung eingestellt wird, um die PFC Funktion zu vereinfachen.

20. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Rückkopplungsweg von der Erfassungseinrichtung zur Steuereinheit eine Zener Diode angeschlossen ist, um den an die Steuereinheit rückgekoppelten negativen Strom/die negative Spannung auf einen Höchstwert zu klemmen und/oder wobei das Klemmen innerhalb der Steuereinheit und/oder durch Software der Steuereinheit erfolgt.

21. Konverter-Modul gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Konverter ein Abwärtswandler ist und wobei die Hilfswicklung nur wenige Wicklungen aufweist, z.B. 1 bis 7, insbesondere mindestens zwei Wicklungen, die zur Reduzierung des der Steuereinheit zugeführten Stroms/der Spannung und/oder zur

Reduzierung des Leistungsverlustes an der Steuereinheit geeignet sind.

22. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei der Steuereinheit ein Eingangssignal über einen ersten Widerstand zugeführt ist, der mittels einer Selektionsschaltung, die wenigstens zwei Zustände einnehmen kann, in einem ersten Zustand der Selektionsschaltung selektiv mit einem weiteren Widerstand zu einem Spannungsteiler verschaltet ist und das Eingangssignal von dem Spannungsteiler der Steuereinheit zugeführt ist.

23. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei das Eingangssignal den Verlauf der Versorgungsspannung widergibt.

24. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Selektionsschaltung abhängig davon den ersten oder einen zweiten Zustand einnimmt, ob ein vorbestimmter Schwellenwert durch eine von der Versorgungspannung abgeleitete Größe über-/unterschritten wird.

25. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die von der Versorgungspannung abgeleitete Größe der Selektionsschaltung über einen Spannungsteiler zugeführt wird.

26. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei das Eingangssignal ein Referenzwert ist, und wobei der der Referenzwert reduziert ist, wenn sich die Selektionsschaltung in dem ersten Zustand befindet.

27. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit in einem Betriebsmodus mit höherer Leistung betrieben wird, wenn sich die Selektionsschaltung in dem ersten Zustand befindet und/oder der Referenzwert reduziert ist.

28. Konverter-Modul nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei die Steuereinheit in einem Modus mit reduzierter Leistung geringerer wird, wenn sich die Selektionsschaltung in dem zweiten Zustand befindet und/oder der Referenzwert nicht reduziert ist.

29. Verfahren zum Dimmen von mindestens einer LED, mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Konverter-Moduls gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einem von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuerten Eingangsstrom/einer Eingangsspannung,
- Zuführen von Energie zu der mindestens einen LED durch einen geschalteten/getakteten Konverter, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird, und
- Erzeugen eines Haltestroms für den phasengeregelten/Triac Dimmer durch eine passive Bleed-Schaltung.

30. Verfahren zum Dimmen von mindestens einer LED, mit den folgenden Schritten:

- Bereitstellen eines Konverter-Moduls gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer von einem phasengeregelten/Triac Dimmer gesteuerten Eingangsstrom/einer Eingangsspannung,

- Zuführen von Energie zu mindestens einer LED durch einen geschalteten/getakteten Konverter, wobei der Konverter in einem Grenzbetrieb betätigt wird,
- durch eine Erfassungseinrichtung Erfassen eines Strom-/Spannungseingangs an den Konverter, insbesondere auf dessen Primärseite,
- Ändern einer Abschaltschwelle des Konverterschalters in Abhängigkeit des von einer Erfassungseinrichtung durch die Steuereinheit erfassten Stroms/der Spannung.

31. System mit einem phasengeregelten/Triac Dimmer und einem Konverter-Modul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 28.

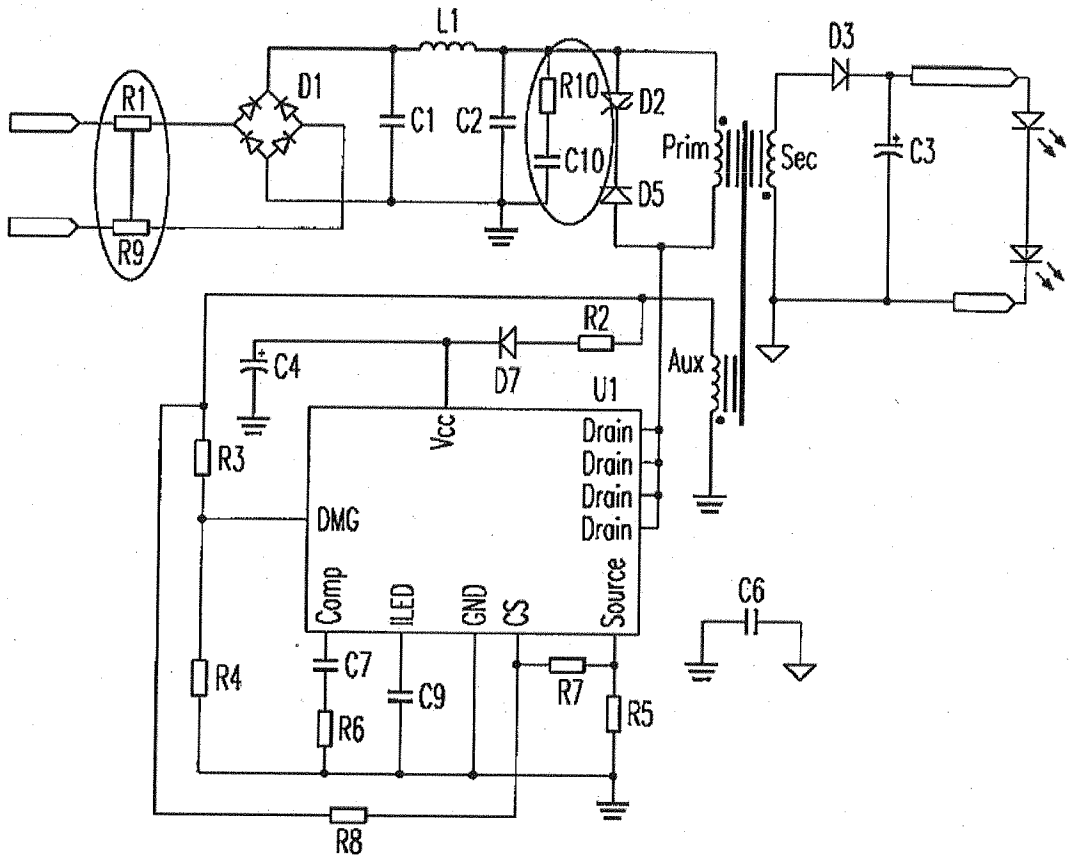

L1
D3
R1
D1
C1
C2
R10
D2
C10
D5
Prim
Sec
C3
R9
R2
C4
D7
U1
Aux
Vcc
Drain
Drain
Drain
Drain
R3
DMG
Comp
ILED
GND
CS
Source
C6
C7
C9
R7
R5
R4
R6
R8

Fig. 1

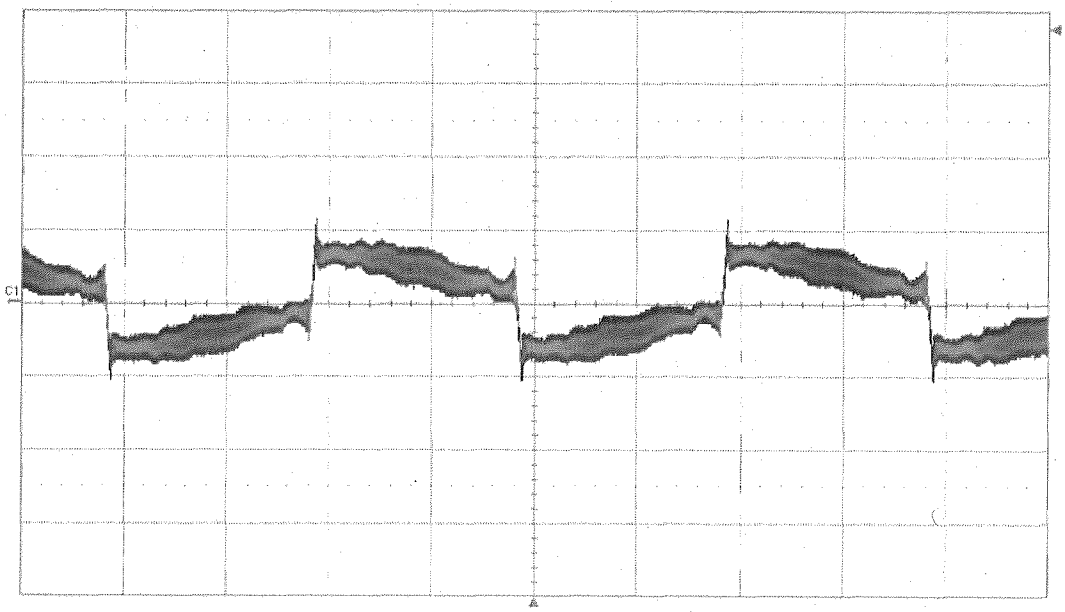


Fig. 2

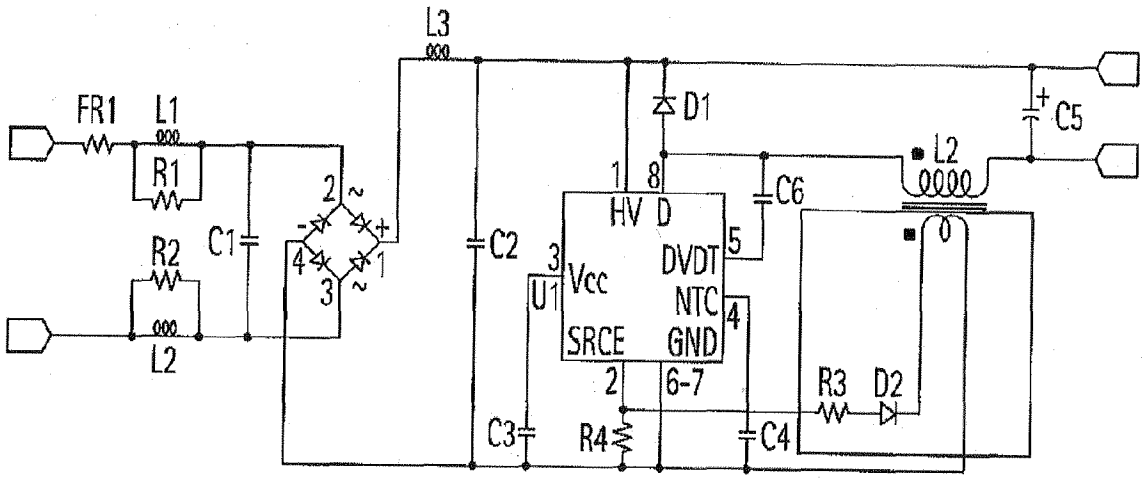

L3
FR1
L1
R1
R2
L2
C1
C2
C3
C4
C5
C6
D1
D2
R3
R4
U1
HV
D
Vcc
SRCE
DVDT
NTC
GND
6-7
1
2
3
4
5
8
L2

Fig. 3

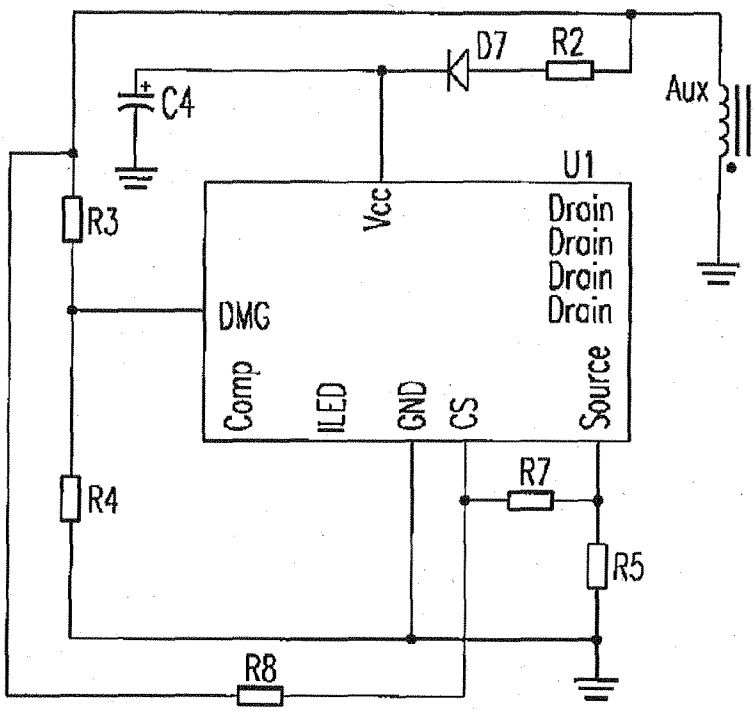

D7
R2
C4
Aux
U1
R3
Vcc
Drain
Drain
Drain
Drain
DMG
Comp
ILED
GND
CS
Source
R7
R4
R5
R8

Fig. 4

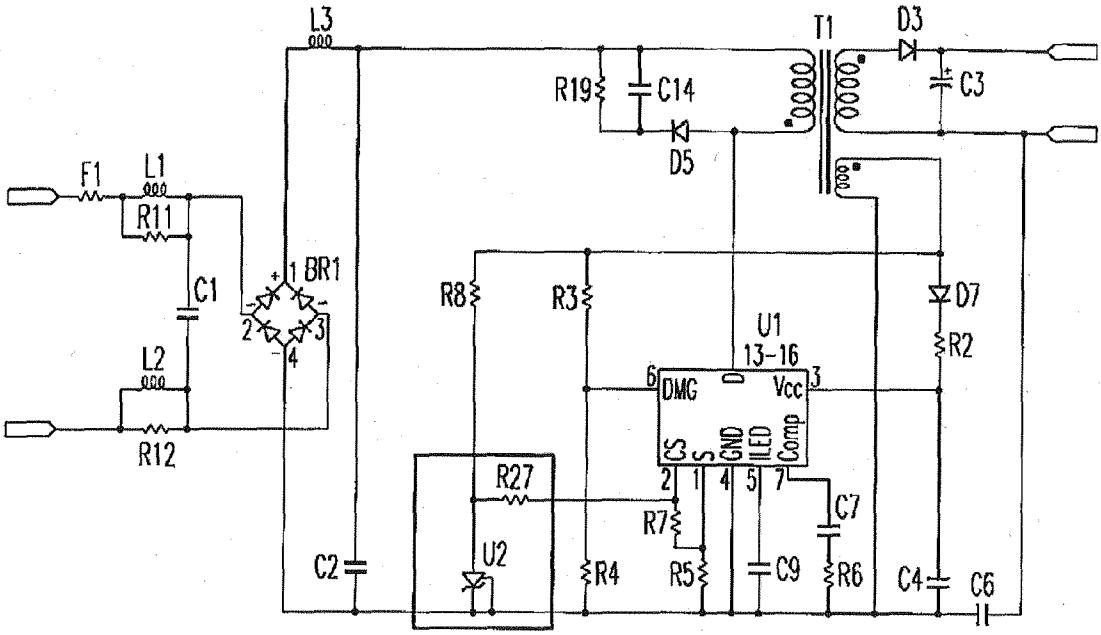

L3
T1
D3
R19
C14
C3
D5
F1
L1
R11
C1
BR1
L2
R12
R8
R3
D7
R2
U1
13-16
DMG
Vcc
CS
GND
ILED
Comp
R27
R7
C7
U2
C2
R4
R5
C9
R6
C4
C6

Fig. 5

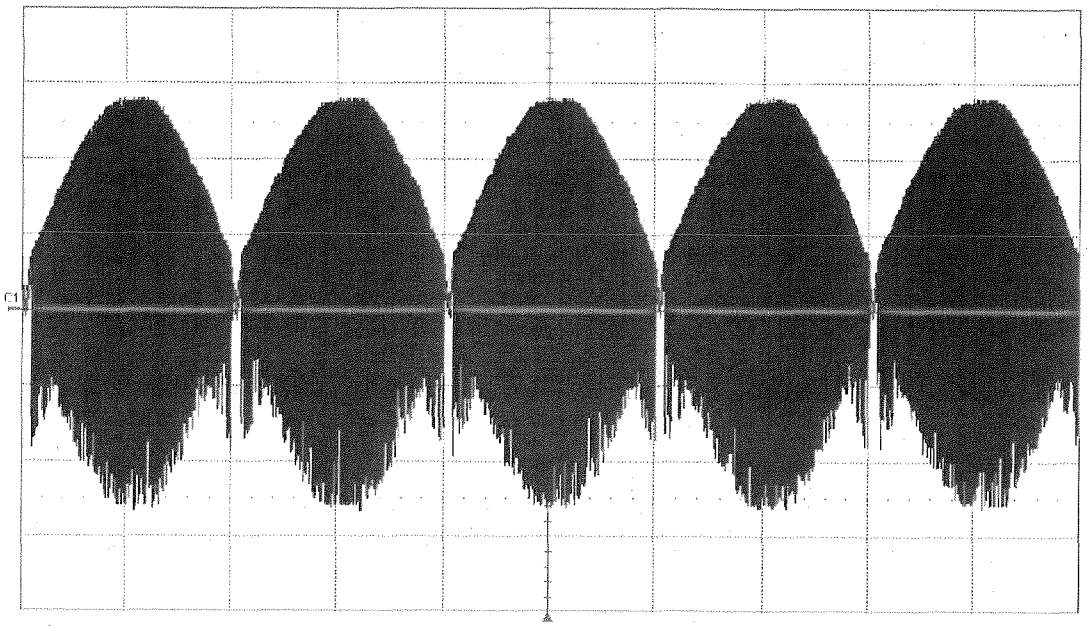


Fig. 6

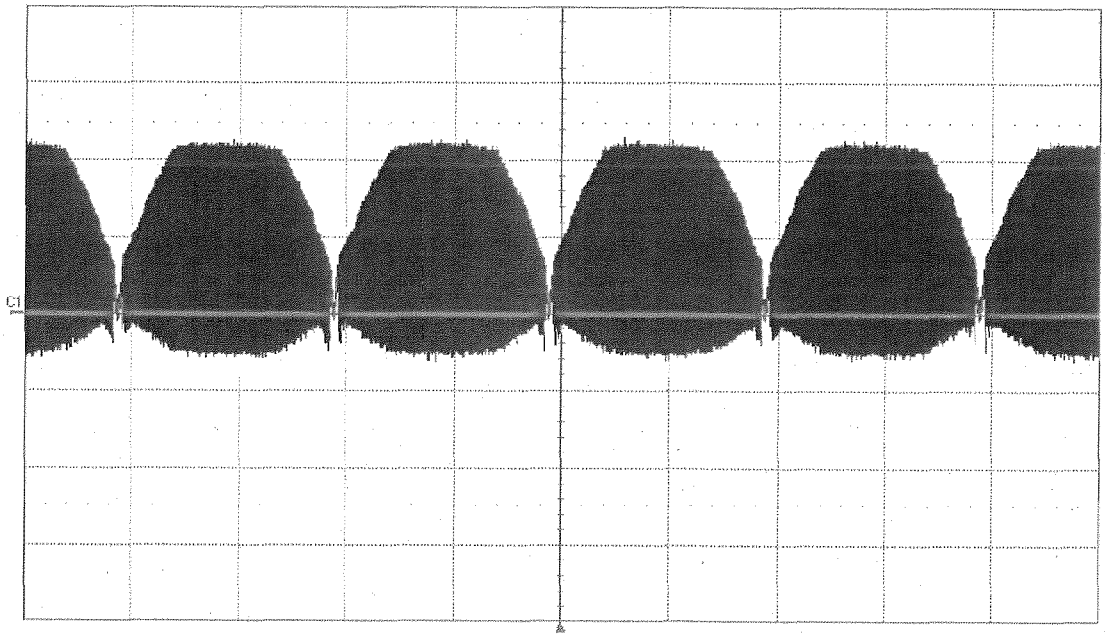


Fig. 7

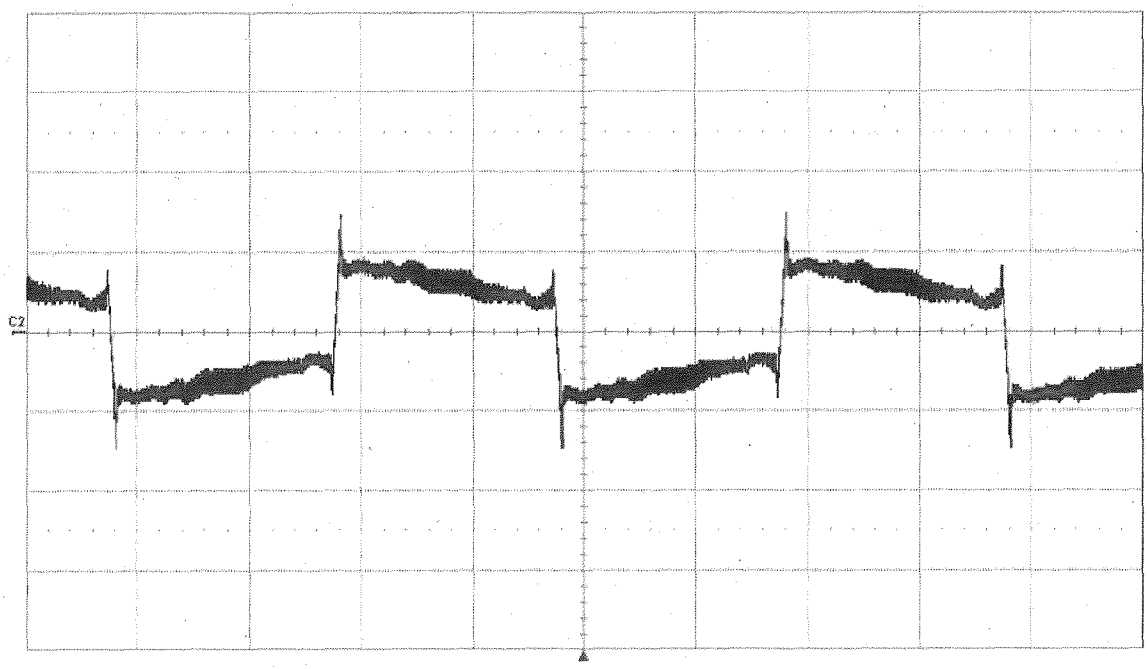


Fig. 8

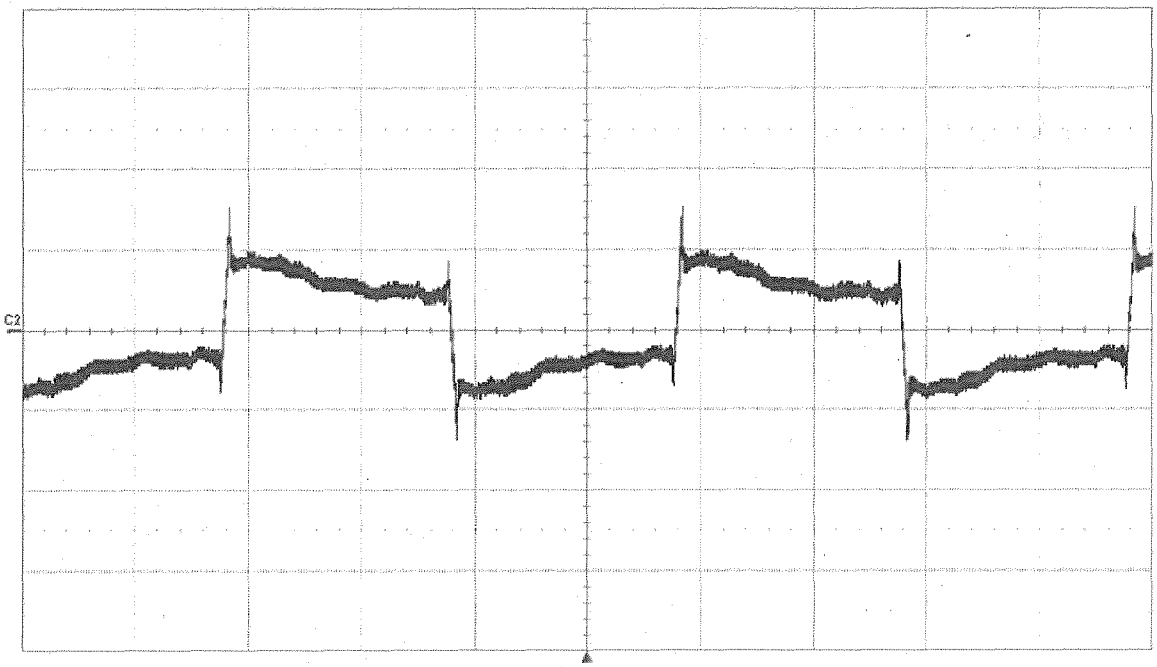


Fig. 9