(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 16546 U1 2020-01-15**

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 32/2015
(22) Anmeldetag: 02.02.2015
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.01.2020
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2020

(51) Int. Cl.: ***H05B 37/02*** (2006.01)
H05B 33/08 (2006.01)
F21V 23/00 (2015.01)
G05F 1/70 (2006.01)

(30) Priorität:
23.10.2014 DE 102014221554.4 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
US 2013082621 A1
US 2014139131 A1
DE 102010031239 A1

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

(72) Erfinder:
Auer Hans
6850 Dornbirn (AT)

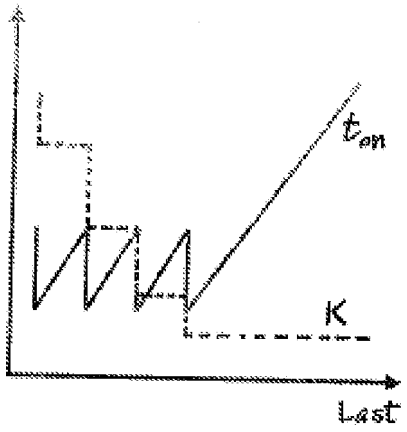
(74) Vertreter:
Barth Alexander Dipl.Ing. (FH)
6850 Dornbirn (AT)

AT 16546 U1 2020-01-15

(54) **Pulsweitenmodulierte Ansteuerung einer getakteten Schaltung mit einstellbarer Leistungsübertragung**

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf die Verbesserung der Regel- und Steuerung dimmbarer Leuchtmittel bei Niedriglast. Dabei bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Betriebsgerät (1) für Leuchtmittel, insbesondere Konverter für wenigstens eine LED,
aufweisend eine Steuereinheit (14), die dazu ausgelegt ist, eine getaktete Schaltung (20), wie bspw. eine PFC-Schaltung, mittels eines gepulsten Signals (52) anzusteuern:
- das sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert, und
- das sich in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse stufenweise erhöht und in den Bereichen konstanter Ausschaltzeitdauer die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich ändert und in den Bereich der Sprünge der Stufen der Ausschaltzeitdauer t_{off} die Einschaltzeitdauer t_{on} sprungweise erhöht.

FIG 8



Beschreibung

PULSWEITENMODULIERTE ANSTEUERUNG EINER GETAKTETEN SCHALTUNG MIT EINSTELLBARER LEISTUNGSÜBERTRAGUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Betriebsgerät für Leuchtmittel zur Durchführung des Verfahrens zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer getakteten Schaltung, insbesondere einer Leistungsfaktorkorrektur-Schaltung (PFC-Schaltung) im Einsatz bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel, also beispielsweise zur direkten oder indirekten Ansteuerung einer LED-Strecke.

[0002] Pulsweitenmodulierte (PWM) Ansteuerungen basieren auf einer Modulationsart, bei der eine technische Größe (z. B. elektrische Spannung) zwischen zwei Werten wechselt. Dabei wird bei konstanter Frequenz das Tastverhältnis (Impulsdauer zu Periodendauer) eines Rechteckpulses moduliert, also die Breite des ihn bildenden Impulses. Allerdings sind auch PWM-Ansteuerungen bekannt, bei denen sich die Frequenz der Impulse ändern kann. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird diese weitere Definition von PWM verwendet.

[0003] Ein reines pulsbreitenmoduliertes Signal wird beispielsweise erzeugt, indem ein linear an- oder absteigendes Signal (Dreieck- oder Sägezahnspannung) mit dem analogen Eingangssignal verglichen wird, das je nach seinem Wert eine kurze oder eine lange Zeit über diesem liegt. An den Schnittpunkten wird das Ausgangssignal zwischen zwei Logikpegeln umgeschaltet. Es hat damit wie ein Digitalsignal den Vorteil, dass es nur - hier: zwei - diskrete Werte annehmen kann, ist aber in seinem Tastverhältnis stufenlos veränderbar.

[0004] Wenn also im Betrieb einer dimmbaren Beleuchtung durch eine Dimmwertvorgabe oder anderweitige Lastvorgabe eine geringere Lichtleistung vorgegeben wird, so wird gemäß dem Stand der Technik das Tastverhältnis der Pulsweitenmodulation (im weiteren als PWM-Modulation oder als PWM-Regelung bezeichnet) vorzugsweise bei konstanter Frequenz verringert, bis ein vorgegebener Minimalwert für die Zeit erreicht wird, bei der sich der erste Logikpegel eingestellt hat. Diese Zeit wird im Folgenden t_{on}-Zeit genannt, da bis zu diesem Zeitpunkt typischerweise der (Last-) Schalter (z.B. ein FET) einer getakteten Schaltung (z.B. einer PFC-Schaltung) eingeschaltet ist. Der Minimalwert für t_{on} alleine kann nicht unterschritten werden, da dieser durch physikalische Randbedingungen festgelegt ist (z.B. durch Auflösungs- und Regelungsgrenzen der zugeordneten Regelschaltung sowie durch die Zeitkonstanten von AD-Wandlern usw.).

[0005] Wenn also nach Erreichen des Minimalwertes der t_{on}-Zeit eine weitere Lastverringerung erreicht werden soll, erfolgt dies nach derzeitigem Stand der Technik dadurch, dass die restliche Zeit der Periode, also bis zum Beginn des darauffolgenden Impulses, verlängert wird. Diese Zeit wird im Folgenden t_{off}- Zeit genannt, da bis zu diesem Zeitpunkt der (Last-)Schalter ausgeschaltet ist. Durch Verlängerung der t_{off}-Zeit ergibt sich ein Anstieg des sog. K-Faktors, welcher das Verhältnis der „Nicht-Stromflusszeit" geteilt durch „Stromflusszeit" angibt.

[0006] In der PFC-Schaltungstechnik ("Power Factor Correction", PFC) wird als Stromflusszeit diejenige Zeit bezeichnet, in der durch die eingangsseitige Induktivität Strom fließt (Lade- und Entladestrom I_L). Als Nicht-Stromflusszeit wird diejenige Zeit bezeichnet, in der keinerlei Strom fließt.

[0007] Während die PWM-Regelung in einem Bereich hoher Last ausschließlich eine t_{on}-Zeit-Regelung zu bewältigen hat, muss in einem Bereich niedriger Last die t_{on}-Zeit-Regelung auf dem t_{on} - Minimalwert "eingefroren" werden und auf eine Regelung durch Veränderung der Ausschaltzeitdauer t_{off} gewechselt werden. Letzteres stellt sehr hohe Ansprüche an die Schaltungstechnik und ist ohne stetig wiederkehrender Fehler im Betriebsablauf nicht zu bewerkstelligen.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und ein Betriebsgerät zur pulsweitenmodulierten Ansteuerung einer getakteten Schaltung, insbesondere einer Leistungs-

faktorkorrektur-Schaltung (PFC-Schaltung) anzugeben, die ein problem- und störungsfreies Dimmen im Bereich niedriger bzw. sehr niedriger Last beliebiger Leucht-Strecken ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Durch die abhängigen Ansprüche wird der zentrale Gedanke der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weitergebildet.

[0010] Erfindungsgemäß wird ein Betriebsgerät für Leuchtmittel beansprucht, insbesondere ein Konverter für wenigstens eine LED, welcher eine Steuereinheit aufweist, die dazu ausgelegt ist, eine getaktete Schaltung, wie bspw. eine PFC-Schaltung, mittels eines gepulstes Signal anzusteuern. Erfindungsgemäß verändert sich das Signal in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert, und in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse stufenweise erhöht und in den Bereichen konstanter Ausschaltzeitdauer die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich ändert und in den Bereich der Sprünge der Stufen der Ausschaltzeitdauer t_{off} die Einschaltzeitdauer Ton sprungweise erhöht.

[0011] Alternativ dazu wird ein Betriebsgerät für Leuchtmittel beansprucht, insbesondere ein Konverter für wenigstens eine LED, welcher eine Steuereinheit aufweist, die dazu ausgelegt ist, einen dimmbaren Betrieb der Leuchtmittel anzusteuern, wobei die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, ein gepulstes Signal auszugeben. Dieses Signal verändert sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch, dass bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert wird. Ferner verändert sich das Signal in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch, dass in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse zumindest teilweise kontinuierlich erhöht und die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich verringert wird.

[0012] Die Steuereinheit eines solchen Betriebsgerätes kann erfindungsgemäß einen PWM-Modulator aufweisen, dem ein Vorgabesignal für die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse von einem Controller zugeführt wird, wobei der PWM-Modulator die Einschaltzeitdauer t_{on} abhängig von einem Rückführsignal regelt, das einen Parameter des Betriebs der Leuchtmittel direkt oder indirekt wiedergibt.

[0013] Erfindungsgemäß weist der Controller eines solchen Betriebsgerätes eine Schnittstelle zur Entgegennahme eines Dimmsignals auf.

[0014] Ferner wird erfindungsgemäß ein Verfahren beansprucht, zum Betrieb einer PFC-Schaltung für den Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere wenigstens einer LED, wobei der Schalter der PFC-Schaltung durch ein Signal getaktet wird. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts das Signal dadurch verändert, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert.

[0015] Weiterhin kann sich das getaktete Signal in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändern, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse stufenweise erhöht, in den Bereichen konstanter Ausschaltzeitdauer sich die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich ändert und in dem Bereich der Sprünge der Stufen der Ausschaltzeitdauer t_{off} die Einschaltzeitdauer t_{on} sprungweise erhöht.

[0016] Weitere Vorteile, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen bezugnehmend auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert.

[0017] Figur 1 zeigt ein Beleuchtungssystem mit einer aktiv getakteten Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) nach einem möglichen Ausführungsbeispiel,

[0018] Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer aktiv getakteten Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem möglichen Ausführungsbeispiel,

[0019] Figur 3 zeigt Ströme und Spannungen zur Erläuterung der Funktionsweise der aktiv getakteten Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach dem Ausführungsbeispiel von Figur 2 in einem möglichen Betriebsmodus,

[0020] Figur 4 zeigt das Prinzip der einfachsten Ausführungsform einer Rückkopplungsbasierten PFC-Schaltung nach dem Stand der Technik,

[0021] Figur 5 zeigt das Prinzip einer K-Faktor-basierten Rückkopplung einer PFC-Schaltung nach dem Stand der Technik,

[0022] Figur 6 zeigt den Puls-Verlauf einer K-Faktor-basierten PFC-Schaltung nach dem Stand der Technik,

[0023] Figur 7 zeigt die Abhängigkeit von t_{on} bzw. des K-Faktors von der Last bei einer PFC-Schaltung nach dem Stand der Technik,

[0024] Figur 8 zeigt das Prinzip einer externen K-Faktor-basierten Rückkopplung einer erfindungsgemäßen PFC-Schaltung,

[0025] Figur 9 zeigt die Abhängigkeit von t_{on} bzw. des K-Faktors von der Last bei einer PFC-Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0026] Ein Anwendungsgebiet der Erfindung sind Betriebsgeräte mit Leistungsfaktorkorrektur. Eine Leistungsfaktorkorrektur (PFC, Power Factor Correction) wird eingesetzt, um Oberwellenströme in einem Eingangsstrom zu beseitigen bzw. zumindest zu verringern. Oberwellenströme können insbesondere bei nicht- linearen Verbrauchern, wie es beispielsweise Gleichrichter mit nachfolgender Glättung in Netzteilen sind, auftreten, da bei derartigen Verbrauchern der Eingangsstrom trotz der sinusförmigen Eingangsspannung in seiner Phase verschoben und nichtsinusförmig verzerrt wird. Den dabei auftretenden höherfrequenten Oberschwingungen kann durch eine dem jeweiligen Gerät vorgeschaltete aktive oder getaktete Leistungsfaktorkorrekturschaltung entgegengewirkt werden.

[0027] Für Leistungsfaktorkorrekturschaltungen wird häufig eine Schaltungstopologie verwendet, die auf einem auch als Hochsetzsteller oder Aufwärtswandler bezeichneten Boost-Konverter beruht. Dabei wird eine mit einer gleichgerichteten Wechselspannung versorgte Induktivität oder Spule durch Einschalten/Ausschalten eines steuerbaren Schalters mit einem Eingangsstrom geladen bzw. entladen. Der Entladestrom der Induktivität fließt über eine Diode zu dem mit einer Ausgangskapazität gekoppelten Ausgang des Konverters, so dass am Ausgang eine gegenüber der Eingangsspannung erhöhte Gleichspannung abgegriffen werden kann. Andere Konverterarten können ebenfalls verwendet werden. Leistungsfaktorkorrekturschaltungen können in verschiedenen Betriebsmodi betrieben werden. Insbesondere ist ein Betrieb mit einem kontinuierlichen Strom durch die zuvor erwähnte Induktivität (so genannter "Continuous Conducton Mode". CCM), ein Betrieb mit einem diskontinuierlichen Induktivitäts- oder Spulenstrom ("Discontinuous Conduction Mode", DCM) oder ein Betrieb im Grenzbereich zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Strom durch die Induktivität ("Borderline Conduction Mode" oder "Boundary Conduction Mode", BCM) bekannt. Beim BCM-Betrieb kann ein Abfallen des Spulenstroms auf Null während der Entladephase der Spule als Anlass dafür genommen, einen neuen Schaltzyklus zu starten und den Schalter wieder einzuschalten, um die Spule erneut zu laden. Über die Dauer der Zeit, während der der Schalter jeweils eingeschaltet ist, kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung gesteuert oder geregelt werden. Im DCM-Betrieb wird hingegen nach einem Nulldurchgang des Spulenstroms während der Entladephase zunächst eine vorgegeben zusätzliche Wartezeit abgewartet werden, bis der Schalter erneut geschlossen wird.

[0028] Die DE 10 2004 025 597 A1 beschreibt eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung, bei der während der Ausschalt-Zeitdauer des Schalters eine Ausgangs-Gleichspannung hergeleitet wird.

[0029] Bei einem Betrieb einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung im DCM-Modus kann die Wartezeit vor einem erneuten Einschalten des Wandlers abhängig von einer Last, d.h. abhän-

gig von einer Ausgangsleistung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung, gewählt werden, um eine vorgegebene Busspannung zu halten. Wird der Schalter unmittelbar nach Ablauf dieser Zeit wieder eingeschaltet, kann dies zu Irregularitäten im Spulenstrom führen. Wird der Einschaltzeitpunkt nur abhängig von der vorgegebenen Wartezeit und unabhängig vom Verhalten der Leistungsfaktorkorrekturschaltung gewählt, kann auch eine erhöhte Dissipation und somit ein Erwärmen des Schaltmittels auftreten. Aufgabe ist, Verfahren und Vorrichtungen anzugeben, die Verbesserungen im Hinblick auf die genannten Probleme bieten. Aufgabe ist, Verfahren und Vorrichtungen zur Leistungsfaktorkorrektur anzugeben, bei denen ein Betrieb über einen grösseren Bereich von Lasten möglich ist. Aufgabe ist auch, Verfahren und Vorrichtungen anzugeben, bei denen das dynamische Verhalten der Leistungsfaktorkorrekturschaltung während des Zeitraums, in dem der Schalter im Aus-Zustand ist, bei der Bestimmung des Einschaltzeitpunkts berücksichtigt werden kann.

[0030] Bei Verfahren und Vorrichtungen nach Ausführungsbeispielen kann eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung für ein Leuchtmittel in mehreren Betriebsmodi betrieben werden. Abhängig von einer Last, die beispielsweise über die Ausgangsleistung detektiert werden kann, kann ein Betriebsmodus aus mehreren Betriebsmodi ausgewählt werden. In einem ersten Betriebsmodus, der ein DCM-Betriebsmodus sein kann, wird eine Mindestwartezeit zwischen dem Ausschalten des Schaltmittels und einem erneuten Einschalten des Schaltmittels bestimmt. Ein Einschaltzeitpunkt für das Schaltmittel wird nicht nur abhängig von der Mindestwartezeit, sondern auch abhängig von einer über das Schaltmittel abfallenden Spannung festgelegt. Dies erlaubt eine Berücksichtigung des dynamischen Verhaltens der Leistungsfaktorkorrekturschaltung während des Aus-Zustands des Schaltmittels zur Bestimmung des Einschaltzeitpunkts. Bei einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach einem Ausführungsbeispiel ist eine Steuereinrichtung ausgestaltet, um das entsprechende Verfahren auszuführen.

[0031] Das Schaltmittel kann ein Leistungsschalter, insbesondere ein FET oder MOSFET sein, und die über das Schaltmittel abfallende Spannung kann die Drain-Source-Spannung des Leistungsschalters sein, während der Leistungs- Schalter in den Aus-Zustand geschaltet ist.

[0032] Die Steuereinrichtung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann den Einschaltzeitpunkt abhängig von dem zeitabhängigen Verhalten der über die Drain-Source-Strecke des Leistungsschalters abfallenden Spannung festlegen. Die Steuereinrichtung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann Zeitfenster definieren, die zulässigen Einschaltzeiten entsprechen und die jeweils bei den Zeiten liegen, an denen die über die Drain-Source-Strecke des Leistungsschalters abfallenden Spannung sich einem lokalen Minimum nähert oder dieses durchläuft. D.h., der Schalter wird nur eingeschaltet, wenn nicht nur die Mindestwartezeit abgelaufen ist, sondern sich die Spannung am Schaltmittel in einem "Tal" befindet. Eine solche Vorgehensweise wird auch als "Valley Switching" bezeichnet. Die Steuereinrichtung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann Informationen über die Spannung an der Drain-Source-Strecke des Schaltmittels bzw. dessen Veränderung auf verschiedene Weise erhalten. Bei einer Ausgestaltung kann der durch die Induktivität der Leistungsfaktorkorrekturschaltung fließende Strom erfasst und der Zeitpunkt, an dem die Spannung an der Drain-Source- Strecke des Schaltmittels ein Extremum aufwiest, abhängig von einem Vergleich des Stroms durch die Spule mit einem Referenzwert bestimmt werden. Der Steuereinrichtung kann ein entsprechendes Messsignal zugeführt werden, das den Strom in der Spule bzw. dessen Nulldurchgänge anzeigt. Das Messsignal kann so erzeugt werden, dass es Nulldurchgänge des Spulenstroms und deren Richtung anzeigt. Ein lokales Minimum bzw. Tal der Spannung am Schaltmittel kann abhängig von einem Nulldurchgang des Spulenstroms in einer bestimmten Richtung erkannt werden.

[0033] Zur Detektion des Nulldurchgangs des Stroms kann eine entsprechende Erfassungsschaltung vorgesehen sein, mit der beispielsweise über eine Windung der Spulenstroms erfasst und mit einem Referenzwert verglichen wird.

[0034] Die Steuereinrichtung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann abhängig von der Last bzw. Ausgangsleistung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung einen Übergang zwischen dem ersten Betriebsmodus und einem zweiten Betriebsmodus vornehmen. Der zweite Betriebsmo-

dus kann ein CCM-Betrieb oder BCM-Betrieb sein. Im zweiten Betriebsmodus kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung durch Einstellen der Ein-Zeit, während der das Schaltmittel jeweils eingeschaltet wird, gesteuert oder geregelt werden. Im ersten Betriebsmodus kann die Leistungsfaktorkorrekturschaltung durch Einstellen der Mindestwartezeit gesteuert oder geregelt werden. Im ersten Betriebsmodus kann die Ein-Zeit, während der das Schaltmittel jeweils eingeschaltet wird, gleich Wert gewählt werden, der dem Minimalwert der in dem zweiten Betriebsmodus zulässigen Ein-Zeiten entspricht. Die Mindestwartezeit kann nur im ersten Betriebsmodus für die Steuerung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung definiert und verwendet werden.

[0035] Wenn die Steuereinrichtung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung erkennt, dass die Last bzw. Ausgangsleistung unter einen Schwellenwert abfällt, kann die Steuereinrichtung automatisch vom zweiten Betriebsmodus in den ersten Betriebsmodus wechseln.

[0036] Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Ausführungsbeispielen kann insbesondere zur Leistungsfaktorkorrektur für einen Wechselspannung/Gleichspannung-Wandler verwendet werden, so dass es sich in diesem Fall bei der Eingangsspannung um eine gleichgerichtete Wechselspannung und bei der Ausgangsspannung um eine Gleichspannung handelt. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach Ausführungsbeispielen kann gemäß der Topologie eines Boost-Konverters aufgebaut sein, so dass der Entladestrom der Induktivität über eine Diode dem mit einer Ausgangskapazität gekoppelten Ausgangsanschluss zugeführt wird. Die beschriebenen Verfahren und Ausgestaltungen sind auch auf andere Konverter-Topologien anwendbar. Bei jedem der Ausführungsbeispiele kann im ersten Betriebsmodus, beispielsweise im DCM-Betriebsmodus, ein Einschaltzeitpunkt so gewählt werden, dass kumulativ die folgenden drei Bedingungen erfüllt sind: die Mindestwartezeit ist abgelaufen; der Strom durch die Induktivität ist an einem Nulldurchgang; und die Drain-Source-Spannung des Schaltmittels ist auf ein lokales Minimum abgefallen.

[0037] Die Steuereinrichtung kann in Form einer integrierten Schaltung, insbesondere einer anwendungsspezifischen Spezialschaltung (ASIC, "Application Specific Integrated Circuit"), ausgestaltet sein. Die Steuereinrichtung kann einen gemeinsamen Messeingang zum Erfassen einer dem Spulenstrom bzw. einem Nulldurchgang dieses Stroms entsprechenden Messgröße aufweisen, die auch zur Bestimmung der Zeitfenster verwendet wird, die einem lokalen Minimum bzw. der über das Schaltmittel abfallenden Spannung entsprechen.

[0038] Verfahren und Leistungsfaktorkorrekturschaltung können bei einem Betriebsgerät für ein Leuchtmittel, beispielsweise für ein elektronisches Vorschaltgerät für Fluoreszenzleuchtmittel oder für einen LED-Konverter verwendet werden. Bei diesem Anwendungsfall ermöglichen Ausführungsbeispiele der Erfindung, dass eine Anpassung über einen weiten Bereich unterschiedlicher Leistungsniveaus oder Komponenten des jeweils verwendeten Betriebsgerät möglich ist und dabei energieeffizientes Schalten auch in einem DCM-Betriebsmodus erreicht wird.

[0039] FIG. 1 zeigt eine Blockdiagrammdarstellung eines Beleuchtungssystems 1, das ein Betriebsgerät 2 und ein von diesem betriebenes Leuchtmittel 3, beispielsweise eine oder mehrere LEDs oder OLEDs aufweist. Das Betriebsgerät 2 kann mit einem Bus 4 oder einem Drahtloskommunikationssystem verbunden sein, um Dimmbefehle zu empfangen und/oder Statusmeldungen auszugeben.

[0040] Das Betriebsgerät 2 kann beispielsweise als elektronisches Vorschaltgerät (EVG) für eine Gasentladungslampe, Leuchtstofflampe oder ein anderes Fluoreszenzleuchtmittel oder als LED-Konverter ausgestaltet sein. Das Betriebsgerät 2 weist einen Gleichrichter 10 zum Gleichrichten einer Versorgungsspannung, beispielsweise der Netzspannung auf. Das Betriebsgerät 2 weist eine Schaltung 1 zur Leistungsfaktorkorrektur mit zugeordneter Steuereinrichtung 14 auf.

[0041] Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung stellt eine Ausgangsspannung für nachgeschaltete Komponenten des Betriebsgeräts 2 bereit, die auch als Busspannung Vbus bezeichnet wird. Eine weitere Spannungsumsetzung und/oder Dimmfunktionen können beispielsweise über einen DC/DC-Wandler 12, der als LLC-Resonanzwandler ausgestaltet sein kann, und/oder

einen Ausgangstreiber 13 erreicht werden.

[0042] Die Funktionsweise der Leistungsfaktorkorrekturschaltung und ihrer Steuereinrichtung 14 wird unter Bezugnahme auf FIG. 2 und 3 ausführlicher beschrieben.

[0043] Allgemein kann die Steuereinrichtung 14 die Leistungsfaktorkorrekturschaltung in mehrere Betriebsmodi steuern, die wenigstens einen DCM ("Discontinuous Conduction Mode")-Betriebsmodus als ersten Betriebsmodus und einen zweiten Betriebsmodus umfassen. Der zweite Betriebsmodus kann ausgewählt sein aus einem CCM ("Continuous Conduction Mode")-Betriebsmodus und einem BCM ("Borderline Conduction Mode" oder "Boundary Conduction Mode")- Betriebsmodus. Im ersten Betriebsmodus kann eine Anpassung an unterschiedliche Last bzw. unterschiedliche Ausgangsleistung dadurch erreicht werden, dass eine Mindestwartezeit eingestellt wird, die zwischen dem Ausschalten eines Schaltmittels und dem erneuten Einschalten vergehen muss. Die Steuereinrichtung 14 steuert dabei das Schaltmittel so, dass nicht nur der Ablauf der Mindestwartezeit in das Kriterium zum Einschalten des Schaltmittels eingeht, sondern zusätzlich das zeitabhängige Verhalten der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung berücksichtigt wird. Das Schaltmittel kann abhängig davon wieder eingeschaltet werden, ob die Mindestwartezeit abgelaufen und eine Drain-Source-Spannung des Schaltmittels ein bestimmtes Kriterium erfüllt. Das Kriterium kann beinhalten, dass die Drain-Source-Spannung des Schaltmittels einen lokalen Minimalwert als Funktion der Zeit erreicht. Dieses Kriterium kann überprüft werden, indem der Steuereinrichtung 14 eine Größe zugeführt wird, die Informationen über Nulldurchgänge des Stroms in einer Spule der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung beinhaltet.

[0044] FIG. 2 ist ein Schaltbild der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 nach einem Ausführungsbeispiel. Eine Versorgungs-Wechselspannung, beispielsweise die Netzspannung, wird von einem (in FIG. 2 nicht dargestellten) Gleichrichter in eine gleichgerichtete Wechselspannung umgesetzt, die als Eingangs- Wechselspannung Vin zwischen einem Eingangsanschluss der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 und Masse anliegt. Die Eingangs-Wechselspannung Vin wird einer Induktivität oder Spule 21 zugeführt. Die Induktivität 21 ist mit einer Diode 22 zwischen den Eingangsanschluss und einen Ausgangsanschluss 27 der Leistungsfaktor-Korrekturschaltung 20 in Serie geschaltet. An dem mit einem Ladekondensator 23 gekoppelten Ausgangsanschluss 27 wird eine Ausgangs-Gleichspannung Vout bereitgestellt. Zwischen die Induktivität 21 und Masse kann ein weiterer Kondensator 25 geschaltet sein, der parallel zu einer Serienschaltung aus Schalter 24 und Widerstand 26 geschaltet ist. Der Kondensator 25 kann mit demselben Anschluss der Diode 22 verbunden sein, mit dem auch die Induktivität 21 verbunden ist.

[0045] Die Ausgangs-Gleichspannung Vout dient zur Versorgung einer Last, der die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 vorgeschaltet ist. Bei der Last kann es sich beispielsweise um Komponenten eines Betriebsgeräts für ein Leuchtmittel wie beispielsweise eine Leuchtstofflampe, eine Halogen-Lampe, eine Leuchtdiodenanordnung etc. handeln. Die Last kann einen LLC-Resonanzwandler mit Potentialtrennung umfassen.

[0046] An die Verbindung zwischen der Induktivität 21 und der Diode 22 ist ein steuerbarer elektronischer Schalter 24 angeschlossen, der ein Leistungsschalter ist und der beispielsweise als Feldeffekttransistor (FET), insbesondere als MOSFET, ausgebildet sein kann. Der Schalter 24 kann über einen Widerstand 26 mit Masse verbunden sein, wobei der Widerstand 26 als Shunt-Widerstand dienen kann. Der Schalter 24 wird von der Steuereinrichtung 14 der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 mittels eines gepulsten Signals in den Ein-Zustand und den Aus-Zustand geschaltet. Die Steuereinrichtung 14 weist einen entsprechenden Ausgang 41 zum Aussteuern eines Steuersignals auf, mit dem beispielsweise die Gatespannung des Schalters 24 direkt oder indirekt (bspw. über eine Treiberschaltung) kontrolliert werden kann.

[0047] Im eingeschalteten Zustand des Schalters 24 ist die Induktivität 21 über den Schalter 24 mit Masse verbunden, wobei die Diode 8 sperrt, so dass die Induktivität 21 aufgeladen und Energie in der Induktivität 21 gespeichert wird. Ist hingegen der Schalter 24 ausgeschaltet, d.h. offen, ist die Diode 22 leitend, so dass sich die Induktivität 21 über die Diode 22 in den Lade-

kondensator 23 entladen kann und die in der Induktivität 21 gespeicherte Energie in den Ladekondensator 23 übertragen wird.

[0048] Der Schalter 24 wird von einer Steuereinrichtung 14 angesteuert, die in Form einer integrierten Schaltung, insbesondere als ASIC, ausgestaltet sein kann. Die Leistungsfaktorkorrektur wird durch wiederholtes Ein- und Ausschalten des Schalters 24 erzielt, wobei die Schaltfrequenz für den Schalter 24 viel grösser als die Frequenz der gleichgerichteten Eingangs-Wechselspannung Vin ist. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 kann als Boost-Konverter arbeiten. Der Steuereinrichtung 14 können verschiedene Messgrößen zugeführt werden, die zur Steuerung oder Regelung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 oder anderer Komponenten des Betriebsgeräts ausgewertet werden können. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 14 über einen Spannungsteiler mit Widerständen 36, 37 die Ausgangsspannung erfassen.

[0049] Der Steuereinrichtung 14 kann auch eine Messgröße zugeführt werden, die anzeigt, wann ein Strom I_L in der Induktivität 21 einen Nulldurchgang aufweist bzw. mit welchem Vorzeichen der Nulldurchgang erfolgt. Die entsprechende Erfassungsschaltung kann eine Windung 31 oder kleine Spule 31, die induktiv mit der Induktivität 21 gekoppelt ist, aufweisen. Die Windung 31 ist über eine Diode 32 und einen Widerstand 33 mit einem Knoten verbunden, der über einen weiteren Widerstand 34 mit einem Knoten zwischen dem Schalter 24 und dem Widerstand 26 verbunden ist. Das Signal am Eingang 42 der Steuereinrichtung 14 zeigt Nulldurchgänge des Stroms I_L in der Induktivität 21 insbesondere in den Zeitperioden, in denen der Schalter 24 in den Aus-Zustand geschaltet ist, an.

[0050] Die Steuereinrichtung 14 erzeugt das gepulste Steuersignal, um zyklisch den Schalter 24 in den Ein-Zustand (leitenden Zustand) bzw. den Aus-Zustand (nichtleitenden Zustand) zu schalten. Dies kann auf unterschiedliche Weise geschehen, insbesondere abhängig von einer Last bzw. Ausgangsleistung. Bei höheren Lasten bzw. Ausgangsleistungen wird ein zweiter Betriebsmodus verwendet, der ein BCM-Betrieb oder CCM-Betrieb sein kann. Die Zeitdauer, während der der Schalter 24 jeweils eingeschaltet wird, kann dabei eingestellt werden, um die Ausgangsspannung auf einem Sollwert zu halten. Die Zeitdauer, während der der Schalter 24 jeweils eingeschaltet wird, kann abhängig von einer Last bzw. Ausgangsleistung am Ausgang 27 gewählt werden. Solange die Last bzw. Ausgangsleistung grösser als ein Schwellenwert ist, kann durch Erniedrigung der Ein- Zeit, d.h. Zeitdauer, während der der Schalter 24 jeweils eingeschaltet wird, eine Anpassung des Betriebs vorgenommen werden. Wenn die Last bzw. Ausgangsleistung den Schwellenwert erreicht, kann ein erster Betriebsmodus aktiviert werden, der ein DCM-Betrieb ist. Dabei wird nach dem Schalten des Schalters 24 in den Aus-Zustand nicht unmittelbar der Schalter 24 wieder eingeschaltet, wenn der Strom I_L in der Induktivität 21 auf Null abgefallen ist, sondern es ist eine bestimmte Mindestwartezeit vorgesehen. Die Ein-Zeit kann im DCM-Betrieb auf einem vorgegebenen festen Wert gehalten werden, der der kleinste im BCM-Betrieb für die Ein-Zeit wählbare Wert sein kann. Eine Anpassung an unterschiedliche Lasten bzw. Ausgangsleistungen kann im ersten Betriebsmodus, d.h. im DCM- Betrieb, durch Anpassung der Mindestwartezeit erfolgen.

[0051] Nebenbei bemerkt wird im ersten Betriebsmodus, d.h. im DCM- Betrieb, ein Einschaltzeitpunkt für den Schalter nicht nur entsprechend der Mindestwartezeit festgelegt, sondern auch abhängig von dem zeitabhängigen Verhalten des Stroms I_L durch die Induktivität 21 und abhängig von dem zeitabhängigen Verhalten der Spannung, die zwischen Drain-Anschluss und Source-Anschluss des Schalters 24 abfällt.

[0052] FIG. 3 illustriert die Steuerung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 20 durch die Steuereinrichtung 14 in dem zweiten Betriebsmodus, der beispielhaft als BCM-Betrieb dargestellt ist. Durch die Gatespannung Vg am Schalter 24 wird der Schalter in den Ein- Zustand und in den Aus-Zustand geschaltet. Wenn der Schalter in den Aus-Zustand geschaltet wird, entlädt sich die Induktivität 21 und der Spulenstrom I_L 51 nimmt ab. Im BCM- Betrieb kann ein neuer Einschaltvorgang dadurch ausgelöst werden, dass der Strom I_L 51 bei 54 auf Null abfällt oder einen Nulldurchgang aufweist. Durch das entsprechende Steuersignal 52 wird der Schalter 24 dann wieder eingeschaltet, um die Induktivität 21 erneut zu laden. Im BCM-Betrieb kann die Ein- Zeit

55 angepasst werden, um die Busspannung für unterschiedliche Lasten und/oder Ausgangsleistungen stabil zu halten. Ebenfalls in FIG. 3 dargestellt ist die Spannung 53, die zwischen Drain- Anschluss und Source-Anschluss des Schalters 24 im BCM-Betrieb abfällt. Während in FIG. 3 beispielhaft ein BCM-Betrieb illustriert ist, kann der zweite Betriebsmodus, der bei größeren Lasten und/oder größeren Ausgangsleistungen aktiviert werden kann, auch ein CCM-Betrieb sein. Im CCM-Betrieb kann das Einschalten des Schalters 24 ausgelöst werden, wenn der Strom I_L durch die Induktivität 21 einen von Null verschiedenen Referenzwert erreicht.

[0053] FIG. 4 illustriert das Prinzip der einfachsten Ausführungsform einer Rückkopplungsbasierten PFC-Schaltung nach dem Stand der Technik. Ein Controller vergleicht die Vbus-Spannung mit einem Referenzwert Ref und regelt den t_{on}-Wert durch An- und Ausschalten des Schalters 24 so, dass die Ausgangsspannung Vout für einen nahezu konstanten Dimmwert sorgt (Prinzip der PWM- Modulation). Der PWM-Modulator liefert somit ein getaktetes entsprechend moduliertes Signal.

[0054] Diese Art der Dimmwert-Regelung ist für den Bereich hoher Dimmwerte robust und wird im Stand der Technik derzeit nicht in Frage gestellt. Probleme ergeben sich - wie in der Beschreibungseinleitung bereits angedeutet - bei niedrigen Dimmwertvorgaben, da aus physikalischen Gründen der t_{on}-Wert nicht beliebig klein gewählt werden kann. Um dennoch einen entsprechend geringen Dimmwert - also eine entsprechend niedrige Ausgangsspannung Vout - zu erhalten, wird im Modulationssignal ein stromloser Zustand erzeugt, der durch den K-Faktor, die Dauer des nicht-stromlosen Zustandes t_{active} und die Einschaltdauer des Schalters 24 t_{on} durch folgende Gleichung charakterisiert ist - siehe auch Figur 6:

$$t_{off} = K \cdot t_{active} - t_{on}$$

[0055] Dieses Problem wird nach derzeitigem Stand der Technik dadurch gelöst (siehe Figur 7), dass ab dem Mindestwert für t_{on} bei abnehmender Last, der K-Faktor kontinuierlich erhöht wird (gestrichelte Linie), also bei eingefrorenem t_{on} (waagrechte durchgezogene Linie) bei der gewünschten niedrigen Last eine Regelung der Ausschaltzeitdauer t_{off} erfolgt, mit den damit verbundenen bereits in der Beschreibungseinleitung angeführten schaltungs- und regelungstechnischen Problemen.

[0056] Die Erfindung löst diese Probleme dahingehend, dass bei niedrigen Lastvorgaben (Dimmwertvorgaben) weiterhin eine Veränderung der t_{on}-Zeit erfolgt, ohne die minimale t_{on}-Zeit zu unterschreiten. Dies erfolgt dadurch, dass in Richtung geringerer Lastvorgabe die t_{on}-Zeit sägezahnförmig wenigstens einmal, vorzugsweise mehrfach, sprunghaft erhöht wird, um dann wieder vorzugsweise kontinuierlich abzufallen. Somit kann die minimale t_{on}-Zeit-Vorgabe eingehalten werden und dennoch über den gesamten Lastbereich die t_{on}-Zeit veränderbar gehalten werden.

[0057] Es wird also die minimale t_{on}-Zeit-Vorgabe eingehalten, ohne die t_{on}-Zeit im unteren Lastbereich einzufrieren.

[0058] Der Bereich des sägezahnförmigen Verlaufs der t_{on}-Zeit erfolgt vorzugsweise in einem unteren Lastbereich, nachdem (von der maximalen Last kommend in Richtung geringerer Last) die t_{on}- Zeit erstmalig die minimale t_{on}-Zeit erreicht hat.

[0059] Im Bereich des sägezahnförmigen Verlaufs der t_{on}-Zeit wird der k-Faktor wieder erhöht, was vorzugsweise in der Form einer stufenweise (diskret) K-Wertveränderung erfolgt.

[0060] Der erhöhende Sprung des K-Werts erfolgt dabei synchron zu einem Sprung, mit dem die t_{on}-Zeit erhöht wird. In den Bereichen konstanten K-Werts fällt wird dann die t_{on}-Zeit vorzugsweise kontinuierlich in Richtung niedrigerer Last verringert.

[0061] Abhängig von einer sich verringerten Lastwertvorgabe wird gemäß Figur 8 somit in Stufen die K-Wertvorgabe für die PWM-Regelung erhöht, sodass also stufenweise verlängerte t_{off} Zeiten eingestellt (feed forward) werden. Somit kann im Bereich der K-Wert-Stufen bei konstantem K-Wert eine kontinuierlich sich veränderte t_{on}-Zeit-Regelung abhängig von der Lastvorgabe in diesem Bereich erfolgen.

[0062] Der K-Wert kann der Steuereinheit, die das gepulste Signal mit veränderlicher t_{on}-Zeit ausgibt, von Außen vorgegeben werden, Es kann aber auch intern in dieser Steuereinheit erzeugt werden, bspw. mittels einer Look-Up-Tabelle unter Verwendung einer ermittelten (aufgrund eines zurückgeführten Messwerts) oder zugeführten Lastvorgabe.

[0063] Vorzugsweise wird gemäß Figur 9 eine Dimmwertvorgabe einem (Mikro-) Controller µC zugeführt, der dann abhängig von der Dimmwertvorgabe ein K-Wertvorgabesignal der Steuereinheit, die das gepulste Signal mit veränderlicher t_{on}-Zeit ausgibt.

[0064] Alternativ kann sich die K-Wertvorgabe im Bereich niedriger Lasten nicht stufenweise sondern auch kontinuierlich verändern. Dies hat den Vorteil, dass aufgrund zweiter variierbarer Parameter (t_{on}-Zeit und t_{off}-Zeit bzw. K-Wert) natürlich die sich ergebenden Änderungen weniger drastisch ausfallen im Vergleich zum stufenweisen einfrieren des K-Werts (K-Faktors).

[0065] Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei der vorliegenden Erfindung um ein PWM-Signal im weiteren Sinne handelt, da sich die Frequenz der Impulse (Modulations-Frequenz) regelungsabhängig jederzeit verändern kann.

[0066] Allerdings muss erfindungsgemäß in der Tat das Ausgabesignal in Form eines PWM-Signals mit variierender Frequenz zum Treiben des Schalters einer PFC-Schaltung verwendet werden, was bei der technischen Umsetzung dieser Regelung zu berücksichtigen ist.

Ansprüche

1. Betriebsgerät (1) für Leuchtmittel, insbesondere Konverter für wenigstens eine LED, aufweisend eine Steuereinheit (14), die dazu ausgelegt ist, eine getaktete Schaltung (20), wie bspw. eine PFC- Schaltung, mittels eines gepulsten Signals (52) anzusteuern, das direkt oder indirekt einem Schalter der getakteten Schaltung (20) als Ansteuersignal zugeführt ist,
   wobei die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, das gepulste Signal zu erzeugen:
   - das sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert, und
   - das sich in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse stufenweise erhöht und in den Bereichen konstanter Ausschaltzeitdauer die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich ändert und in den Bereich der Sprünge der Stufen der Ausschaltzeitdauer t_{off} die Einschaltzeitdauer t_{on} sprungweise erhöht.

2. Betriebsgerät (1) für Leuchtmittel, insbesondere Konverter für wenigstens eine LED, aufweisend eine Steuereinheit (14), die dazu ausgelegt ist, einen dimmbaren Betrieb der Leuchtmittel anzusteuern, das direkt oder indirekt einem Schalter der getakteten Schaltung (20) als Ansteuersignal zugeführt ist,
   wobei die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, das gepulste Signal zu erzeugen:
   - das sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse (52) die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert, und
   - das sich in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse zumindest teilweise kontinuierlich erhöht und die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich verringert wird.

3. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 1 oder 2,
   wobei die Steuereinheit (14) einen PWM-Modulator aufweist, dem ein Vorgabesignal (Ref) für die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse von einem Controller (µC) zugeführt wird, wobei der PWM-Modulator die Einschaltzeitdauer t_{on} abhängig von einem Rückführsignal regelt, das einen Parameter des Betriebs der Leuchtmittel direkt oder indirekt wiedergibt.

4. Betriebsgerät nach Anspruch 3,
   bei dem der Controller (µC) eine Schnittstelle zur Entgegennahme eines Dimmsignals aufweist.

5. Verfahren zum Betrieb einer PFC-Schaltung (20) zum Betrieb von Leuchtmitteln, insbesondere wenigstens einer LED, wobei der Schalter (24) der PFC-Schaltung (20) durch ein Signal (52) getaktet wird,
   - das sich in einem Dimmbereich oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich bei vorzugsweise fester Frequenz der Impulse die Einschaltzeitdauer t_{on} der Impulse verändert, und
   - das sich in einem Dimmbereich unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwerts dadurch verändert, dass sich in Richtung niedriger Dimmwerte die Ausschaltzeitdauer t_{off} der Impulse stufenweise erhöht und in den Bereichen konstanter Ausschaltzeitdauer die Einschaltzeitdauer t_{on} kontinuierlich ändert und in den Bereich der Sprünge der Stufen der Ausschaltzeitdauer t_{off} die Einschaltzeitdauer t_{on} sprungweise erhöht.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

FIG 1

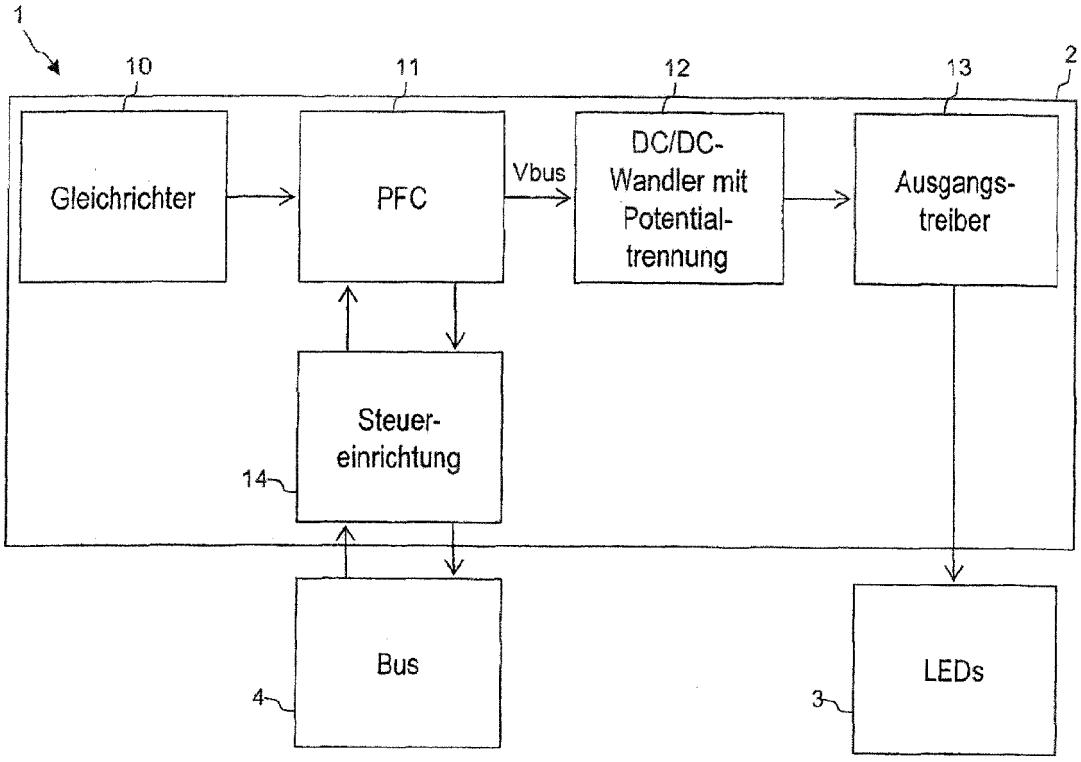

1
10
11
12
13
2
Gleichrichter
PFC
Vbus
DC/DC-
Wandler mit
Potential-
trennung
Ausgangs-
treiber
Steuer-
einrichtung
14
Bus
4
LEDs
3

FIG 2

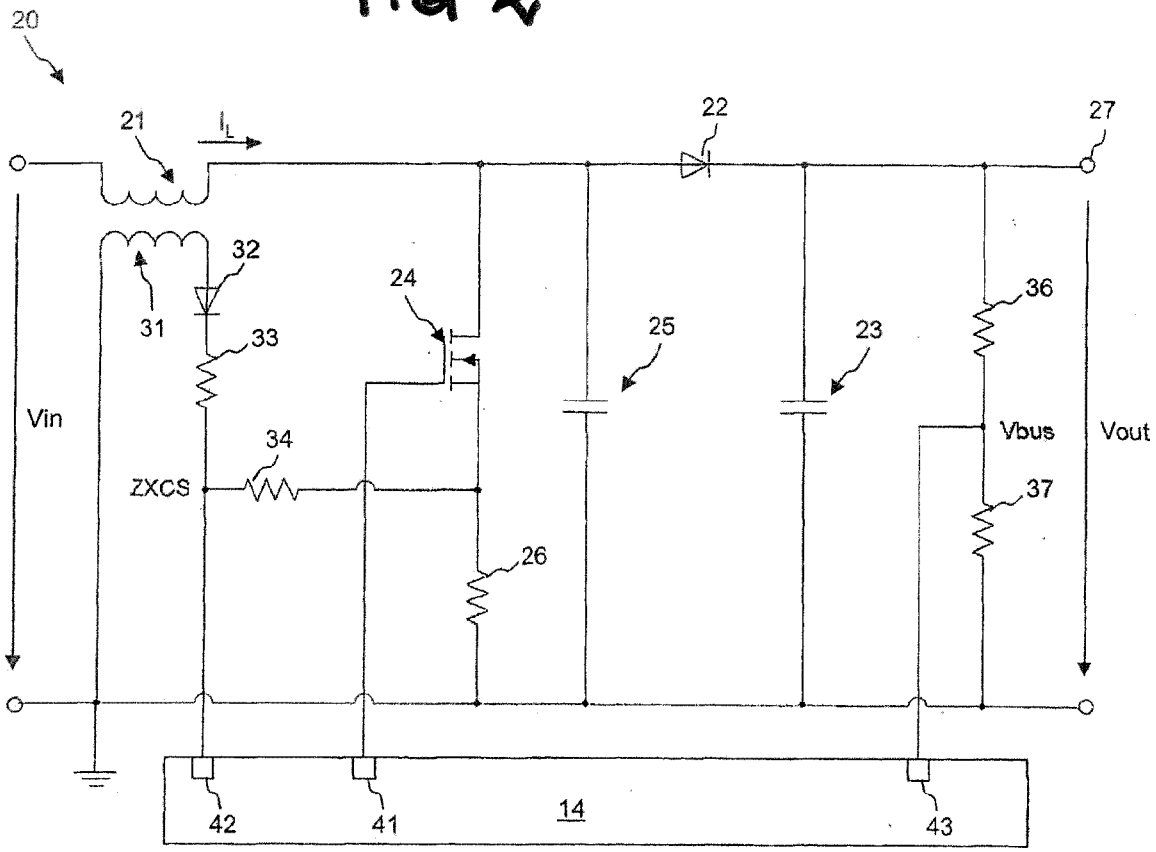

20
21
I_L
22
27
32
31
33
24
25
23
36
Vin
34
ZXCS
Vbus
Vout
37
26
42
41
14
43

FIG 3

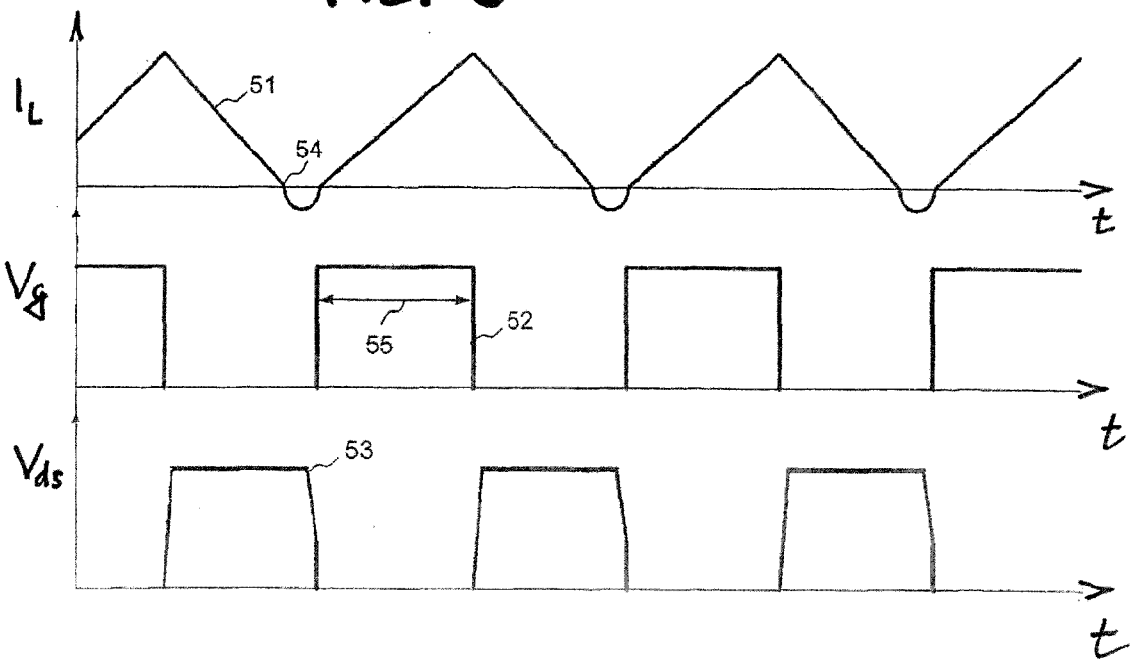

I_L
51
54
t
V_g
55
52
t
V_{ds}
53
t

FIG 4

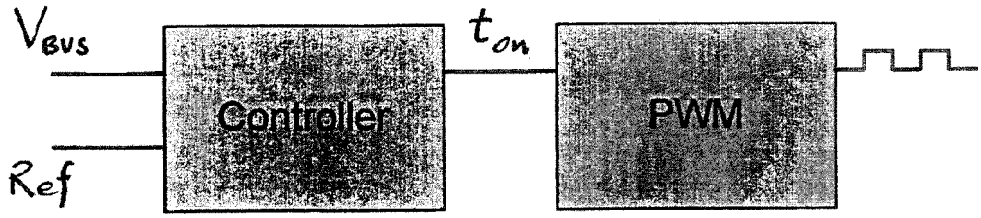


FIG 5

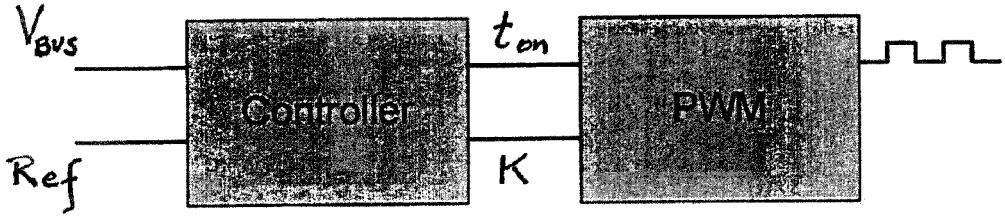
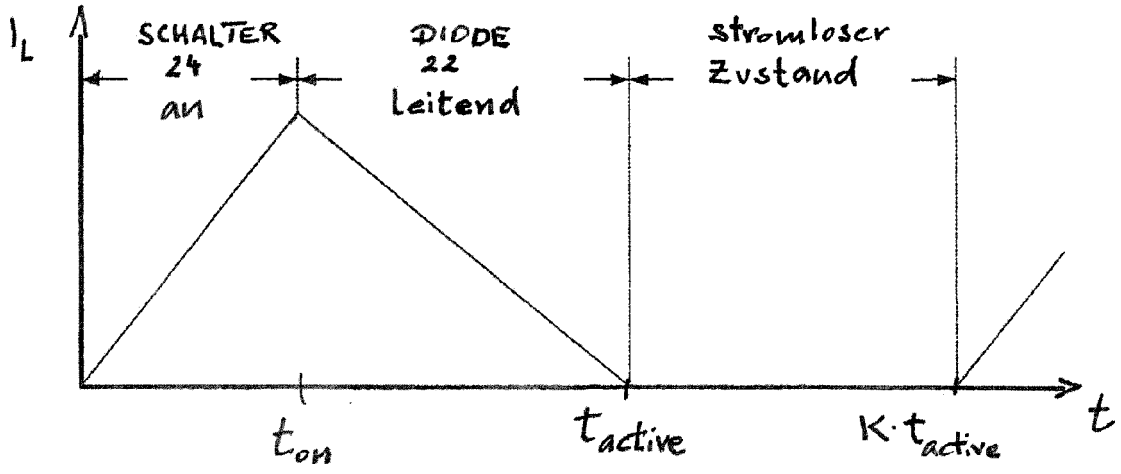


FIG 6



$$t_{off} = K \cdot t_{active} - t_{on}$$

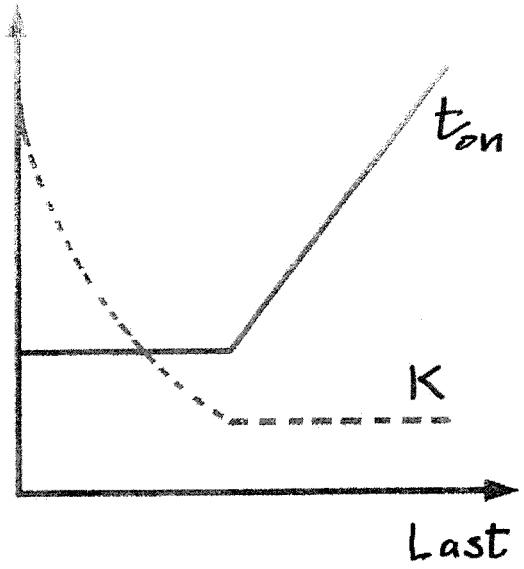
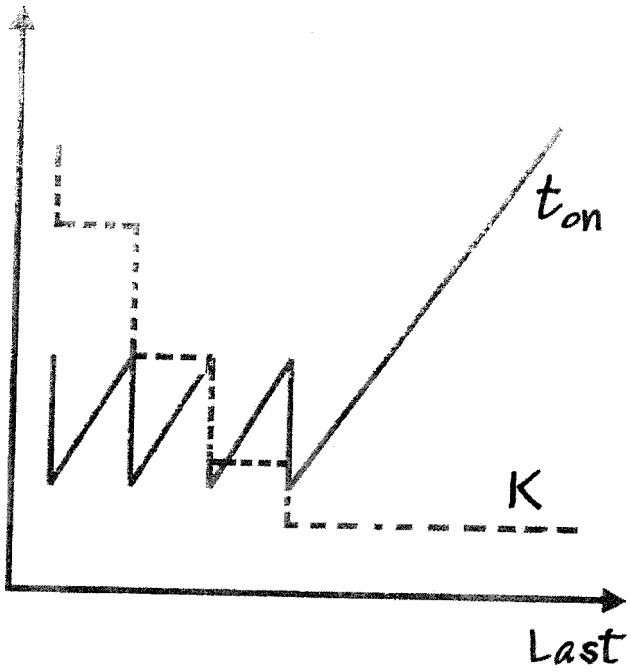


FIG 7

FIG 8



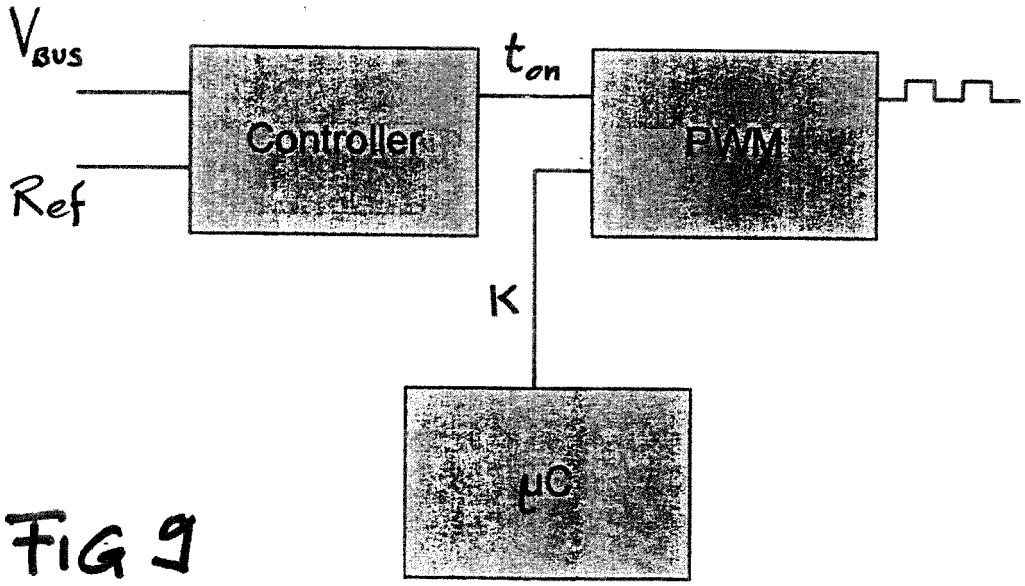


FIG 9

Recherchenbericht zu **GM 32/2015**

österreichisches patentamt

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H05B 37/02 (2006.01); ***H05B 33/08*** (2006.01); *F21V 23/00* (2015.01); *G05F 1/70* (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H05B 37/02 (2013.01); ***H05B 33/0815*** (2013.01); *F21V 23/00* (2017.02); *G05F 1/70* (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H05B, F21V, G05F

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **02.02.2015** eingereichten Ansprüchen **1-5** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	US 2013082621 A1 (KOTOWSKI JEFF, CAI CHARLES, GHOMAN RANAJIT) 04. April 2013 (04.04.2013) Absätze [0033-0035]; Fig. 2, 4, 5.	2-4
A		1, 5
Y	US 2014139131 A1 (PARK JUNG EUI, KONG SEUNG KON, KIM SEO HYUNG, HWANG BO HYUN, LEE JAE SHIN) 22. Mai 2014 (22.05.2014) Absätze[0030, 0044-0063]; Ansprüche 1, 13; Fig. 3.	2-4
A		1, 5
A	DE 102010031239 A1 (TRIDONIC AG) 22. September 2011 (22.09.2011) Absätze [0041-0046]; Fig. 1-3.	1-5

Datum der Beendigung der Recherche:	Seite 1 von 1	Prüfer(in):
13.05.2019		MEHLMAUER Adolf

*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.