

(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
30. Oktober 2014 (30.10.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/172733 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2014/000091

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. April 2014 (25.04.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 007 278.6
26. April 2013 (26.04.2013) DE
10 2013 215 966.8
13. August 2013 (13.08.2013) DE

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

(72) Erfinder: SCHÖNBERGER, John; Obere Allmeind 18,
CH-8864 Reichenburg (CH).

(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: CIRCUIT ARRANGEMENT AND METHOD FOR OPERATING AN ILLUMINANT

(54) Bezeichnung : SCHALTUNGSANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES LEUCHTMITTELS

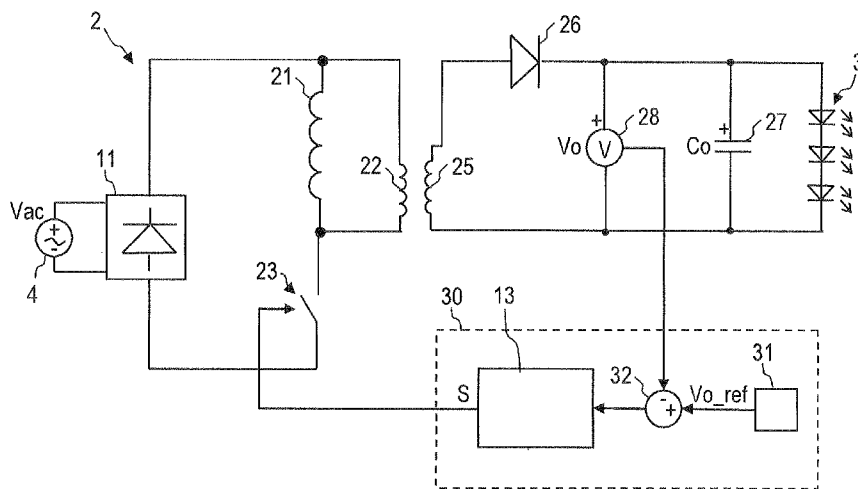


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a circuit arrangement for operating an illuminant (3), the circuit comprising an input and a converter with power factor correction. The converter comprises an inductor (21), a controllable switching means (23) connected in series to the inductor (21), and a regulator (13, 30). The regulator (13, 30) comprises a PI element. The regulator (13, 30) is configured to generate a phase shift for a signal component of an input signal for the regulator (13, 30), the frequency of which signal component is twice as large as a frequency of an input voltage.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2014/172733 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Leuchtmittels (3) umfasst einen Eingang und einen Wandler mit Leistungsfaktorkorrektur. Der Wandler weist eine Induktivität (21), ein steuerbares Schaltmittel (23), das mit der Induktivität (21) in Reihe geschaltet ist, und einen Regler (13, 30) auf. Der Regler (13, 30) umfasst ein PI-Glied. Der Regler (13, 30) ist eingerichtet, um eine Phasenverschiebung für eine Signalkomponente eines Eingangssignals des Reglers (13, 30) zu erzeugen, deren Frequenz doppelt so groß wie eine Frequenz einer Eingangsspannung ist.

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmittels

- 5 Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmittels. Die Erfindung betrifft insbesondere Schaltungsanordnungen, die einen Wandler umfassen, der so betrieben wird, dass er eine Leistungsfaktorkorrektur bereitstellt.
- 10 Mit zunehmender Verbreitung von Leuchtmitteln wie LEDs und LED-Modulen gewinnen Schaltungsanordnungen zum Betreiben derartiger Leuchtmittel weiter an Bedeutung. Eine Leistungsfaktorkorrektur wird bei Betriebsgeräten für derartige Leuchtmittel verwendet, um die unerwünschte Erzeugung von Oberwellenströmen im Versorgungsnetz zu verringern. Der Leistungsfaktor ist ein
- 15 Maß für Oberwellenströme, die von der Betriebsschaltung erzeugt werden.

Abhängig von der jeweiligen Anwendung der Betriebsschaltung können unterschiedliche Lösungen für die Leistungsfaktorkorrektur (PFC, „Power Factor Conversion“) gewählt werden. Beispielsweise kann eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung als Eingangsstufe zwischen einem Gleichrichter und einem Transformator vorgesehen sein. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung kann be-

20 spielsweise nach dem Prinzip eines Aufwärtswandlers arbeiten.

Es können auch so genannte einstufige PFC-Wandler eingesetzt werden, die

25 zusätzlich zu einer Transformation auch die Leistungsfaktorkorrektur durchführen. Ein Beispiel für einen einstufigen PFC-Wandler ist ein einstufiger PFC-Sperrwandler. Derartige Schaltungsanordnungen können insbesondere bei Anwendungen eingesetzt werden, die keine besonders großen Leistungen erfordern.

30

Bei Betriebsschaltungen mit Spannungsregelung können Spannungsrippel an der Ausgangsseite, die mit der doppelten Netzfrequenz oszillieren, die Leistungsfaktorkorrektur negativ beeinflussen. Beispielsweise kann der Versuch, Spannungsrippel an der Ausgangsseite auszuregeln, bei herkömmlichen Re-

gelkreisen dazu führen, dass Oberwellenströme nicht in dem gewünschten Maß reduziert werden. Ein Ansatz zur Lösung dieser Probleme kann darin bestehen, die Spannungsrippel an der Ausgangsseite zu unterdrücken. Dazu kann ein Ausgangskondensator mit großer Kapazität auf der Ausgangsseite
5 vorgesehen werden. Alternativ oder zusätzlich kann ein Regler mit kleiner Bandbreite verwendet werden. Derartige Lösungsansätze können jedoch verschiedene Nachteile mit sich bringen. Beispielsweise kann die Verwendung eines Kondensators mit großer Kapazität als Ausgangskondensator wegen der Größe des Bauteils und/oder wegen möglicher Kostennachteile unerwünscht
10 sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Vorrichtungen und Verfahren anzugeben, bei denen eine gute Leistungsfaktorkorrektur erreicht werden kann, ohne dass Spannungsrippel an der Ausgangsseite eines Wandlers durch einen
15 Ausgangskondensator mit großer Kapazität unterdrückt werden müssen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, derartige Vorrichtungen und Verfahren anzugeben, die bei PFC-Wandlern mit Spannungsregelung verwendet werden können.

20 Es werden eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Leuchtmittels und ein Verfahren mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmalen bereitgestellt. Die abhängigen Ansprüche definieren Ausführungsformen der Erfindung.

25 Nach Ausführungsbeispielen der Erfindung wird bei einer Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Leuchtmittels ein Regler verwendet, der ein PI (proportional-integral)-Glied umfasst und der eingerichtet ist, um einer Signalkomponente eines Eingangssignals des Reglers, die mit dem Doppelten einer Versorgungsspannungsfrequenz oszilliert, eine zusätzliche Phasenverschiebung aufzuprägen.
30 Es hat sich gezeigt, dass durch die Phasenverschiebung der Signalkomponente, die mit dem Doppelten einer Versorgungsspannungsfrequenz oszilliert, eine gute Leistungsfaktorkorrektur erreicht werden kann, selbst wenn diese Spannungsrippel auf der Ausgangsseite nicht stark unterdrückt werden.

Eine besonders gute Leistungskorrektur kann erreicht werden, wenn die Phasenverschiebung bei der Frequenz, die gleich dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz ist, in einem Intervall um -90° liegt und/oder näherungsweise -90° ist. Dies erlaubt die Verwendung eines kleineren Ausgangskondensators und/oder eines Reglers mit größerer Bandbreite als bei herkömmlichen Regelstrategien, die nicht gezielt eine zusätzliche Phasenverschiebung einführen.

Zum Erzeugen der entsprechenden Phasenverschiebung kann der Regler so ausgestaltet sein, dass eine Übertragungsfunktion des Reglers zwei Pole bei Frequenzen aufweist, die in einer Umgebung der Frequenz liegen, die gleich dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz ist.

Eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Leuchtmittels nach einem Ausführungsbeispiel umfasst einen Eingang zum Empfangen einer Wechselspannung mit einer ersten Frequenz. Die Schaltungsanordnung umfasst einen Wandler mit Leistungsfaktorkorrektur, der eine Induktivität, ein steuerbares Schaltmittel, das mit der Induktivität in Reihe geschaltet ist, und einen Regler aufweist. Der Regler weist ein PI-Glied auf und ist eingerichtet, um eine Phasenverschiebung für eine Signalkomponente zu erzeugen, die eine zweite Frequenz aufweist, die doppelt so groß wie die erste Frequenz ist.

Das PI-Glied weist das Verhalten eines herkömmlichen PI-Reglers auf, wird aber bei dem Regler um Komponenten zum Einführen einer zusätzlichen Phasenverschiebung ergänzt.

Der Regler kann das PI-Glied, einen ersten Pol und einen zweiten Pol umfassen.

Der erste Pol und der zweite Pol können bei einer Frequenz oder bei Frequenzen in einer Umgebung der zweiten Frequenz, d.h. nahe bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz, liegen. Der erste Pol und der zweite Pol können Doppelpole oder ein Pol zweiter Ordnung sein.

Die Frequenzen, bei denen die Pole liegen, können kleiner sein als eine Frequenz, mit der das steuerbare Schaltmittel getaktet geschaltet wird.

Der Regler kann eine galvanische Trennung umfassen.

5

Der Wandler kann eine Eingangsseite mit der Induktivität und eine davon galvanisch getrennte Ausgangsseite aufweisen. Das PI-Glied kann auf der Ausgangsseite des Wandlers vorgesehen sein. Ein Filter, dessen Übertragungsfunktion den ersten Pol und/oder den zweiten Pol aufweist, kann auf der Eingangsseite des Wandlers vorgesehen sein.

10

Der Regler kann so eingerichtet ist, dass die Phasenverschiebung für die Signalkomponente, die mit dem Doppelten der Frequenz der Versorgungsspannung oszilliert, in einem Intervall um eine Phasenverschiebung von -90° liegt.

15

Der Regler kann so eingerichtet sein, dass die Phasenverschiebung für die Signalkomponente die mit dem Doppelten der Frequenz der Versorgungsspannung oszilliert, um weniger als einen vorgegebenen Schwellenwert von -90° abweicht.

20

Der Regler kann so eingerichtet sein, dass die Phasenverschiebung für die Signalkomponente -90° ist.

Die Schaltungsanordnung kann eine integrierte Schaltung zum Ansteuern des steuerbaren Schaltmittels umfassen. Die integrierte Schaltung kann einen Eingang aufweisen, um ein Signal zu empfangen, das die von dem Regler phasenverschobene Signalkomponente enthält.

25

Die integrierte Schaltung kann eingerichtet sein, um das steuerbare Schaltmittel so zu steuern, dass eine Ein-Zeit und/oder eine Aus-Zeit des steuerbaren Schaltmittels von der jeweiligen Phase der phasenverschobenen Signalkomponente abhängen.

30

Die integrierte Schaltung kann eingerichtet sein, um das steuerbare Schaltmittel so zu steuern, dass eine Spannung an einem Ausgang der Schaltungsan-

ordnung auf einen Sollwert geregelt wird. Die Regelgröße kann eine auf der Ausgangsseite des Reglers erfasste Größe sein, beispielsweise die Ausgangsspannung selbst. Die Regelgröße kann auch eine auf der Eingangsseite, d.h. einer Primärseite des Wandlers erfasste Hilfsgröße sein. Die Hilfsgröße kann
5 geregelt werden, um die Ausgangsspannung auf einen gewünschten Wert einzustellen. Die Hilfsgröße kann beispielsweise mit einer Hilfswindung auf der Eingangsseite erfasst werden.

Der Wandler kann ein Sperrwandler sein, der über einen Gleichrichter mit dem
10 Eingang verbunden ist.

Die Wandler kann ein PFC-Sperrwandler sein.

Die Schaltungsanordnung kann eine Betriebschaltung für wenigstens eine
15 Leuchtdiode sein. Die Schaltungsanordnung kann einen LED-Konverter bilden oder von einem LED-Konverter umfasst sein.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein System angegeben, das die Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel und wenigstens eine
20 Leuchtdiode umfasst, die mit einem Ausgang des Wandlers verbunden ist. Die wenigstens eine Leuchtdiode kann wenigstens eine anorganische Leuchtdiode und/oder wenigstens eine organische Leuchtdiode umfassen. Die wenigstens eine Leuchtdiode kann über eine Konverterschaltung, die zwischen den Ausgang des Wandlers und die wenigstens eine Leuchtdiode geschaltet ist, mit
25 dem Ausgang des Wandlers verbunden sein.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel wird ein Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmittels mit einer Schaltungsanordnung angegeben, der eine Wechselspannung mit einer ersten Frequenz zugeführt wird und die einen
30 Wandler umfasst. Zum Betreiben des Leuchtmittels wird ein steuerbares Schaltmittel, das mit einer Induktivität des Wandlers in Reihe geschaltet ist, getaktet geschaltet. Das Verfahren umfasst eine Spannungsregelung mit einem Regler, der ein PI-Glied aufweist. Bei der Spannungsregelung erzeugt der Regler eine Phasenverschiebung für eine Signalkomponente, die eine zweite Fre-

quenz aufweist, die doppelt so groß wie die erste Frequenz ist.

Weitere Merkmale des Verfahrens nach Ausführungsbeispielen und die damit
erzielten Wirkungen entsprechen den weiteren Merkmalen der Schaltungsan-
5 ordnung nach Ausführungsbeispielen.

Das Verfahren kann mit der Schaltungsanordnung nach einem Ausführungs-
beispiel ausgeführt werden.

10 Die Schaltungsanordnung und das Verfahren nach Ausführungsbeispielen nut-
zen eine Regelstrategie, bei der der Regler gezielt eine bestimmte Phasenver-
schiebung zumindest für solche Signale und Signalkomponenten hervorruft,
deren Frequenz das Doppelte der Versorgungsspannungsfrequenz ist. Der
Regler kann zusätzlich zu dem PI-Glied wenigstens ein Filter umfassen, das
15 die entsprechende Phasenverschiebung für solche Signale und Signalkompo-
nenten hervorruft, die bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz
oszillieren. Das wenigstens eine Filter kann zwei Pole aufweisen. Die Pole
können näherungsweise bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfre-
quenz liegen.

20 Ein derartiger Regler kann auch als „PI + PP“ oder „PIPP“-Regler bezeichnet
werden, da er zusätzlich zu dem PI-Glied zwei Pole aufweist.

Diese Regelstrategie erlaubt eine gute Leistungsfaktorkorrektur, ohne dass
25 hierfür die Spannungsrippel, die mit dem Doppelten der Versorgungsspan-
nungsfrequenz oszillieren, auf der Ausgangsseite durch einen Ausgangskon-
densator mit großer Kapazität unterdrückt und/oder bei der Spannungsregelung
durch einen Regler mit kleiner Bandbreite entfernt werden müssen. Die Regel-
strategie kann insbesondere für PFC-Sperrwandler eingesetzt werden.

30 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren anhand be-
vorzogter Ausführungsformen erläutert. In den Figuren bezeichnen identische
Bezugszeichen identische Elemente.

Figur 1 zeigt ein System nach einem Ausführungsbeispiel.

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel.

5

Figur 3 ist eine Blockdiagrammdarstellung eines Reglers nach einem Ausführungsbeispiel.

Figur 4 ist eine Blockdiagrammdarstellung eines Reglers nach einem Ausführungsbeispiel.

10

Figur 5 zeigt Spannungsrippel eines Signals, das von dem Regler nach einem Ausführungsbeispiel erzeugt wird.

Figur 6 zeigt ein von dem Regler nach einem Ausführungsbeispiel erzeugtes Signal zusammen mit einem Eingangssignal des Reglers.

15

Figur 7 zeigt ein Bode-Diagramm für einen Regler einer Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel und für einen herkömmlichen Regler.

20

Figur 8 zeigt einen Eingangsstrom einer Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel.

Figur 9 zeigt einen Eingangsstrom einer herkömmlichen Schaltungsanordnung, bei der ein Ausgangskondensator mit größerer Kapazität als bei Figur 8 verwendet wird.

25

Figur 10 zeigt ein Schaltbild einer Implementierung eines Reglers nach einem Ausführungsbeispiel.

30

Figur 11 zeigt ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung nach einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Figur 1 zeigt eine Darstellung eines Systems 1, das ein Betriebsgerät mit einer

Schaltungsanordnung 2 zum Betreiben eines Leuchtmittels 3 umfasst. Das Leuchtmittel 3 kann wenigstens eine Leuchtdiode (LED) umfassen. Das Leuchtmittel 3 kann mehrere LEDs umfassen. Die LEDs können anorganische oder organische LEDs sein.

5

Die Schaltungsanordnung 2 weist einen Eingang 10 auf, an dem eine Versorgungsspannung zugeführt wird. Die Versorgungsspannung ist eine Wechselspannung, beispielsweise eine Netzspannung. Eine Frequenz der Versorgungsspannung am Eingang 10 wird hier auch als Versorgungsspannungsfrequenz oder als erste Frequenz bezeichnet. Das Doppelte der Versorgungsspannungsfrequenz wird als zweite Frequenz bezeichnet. Diese zweite Frequenz spielt für die Regelstrategie der Schaltungsanordnung 2 eine Rolle.

Die Schaltungsanordnung 2 umfasst einen Gleichrichter 11, der eine gleichgerichtet Wechselspannung an einen Wandler 12 bereitstellt. Der Wandler 12 kann als Leistungsfaktorkorrektur (PFC)-Wandler ausgestaltet sein, der so betrieben wird, dass er die Rücksendung von Oberwellenströmen in das Netz reduziert. Der Wandler 12 kann beispielsweise ein Sperrwandler sein. Andere Wandlertypen können verwendet werden. Ein Ausgang des Wandlers kann mit dem Leuchtmittel 3 verbunden sein. Das Leuchtmittel 3 kann mit einem Ausgangsanschluss 14 der Schaltungsanordnung 2 verbunden sein. Das Leuchtmittel 3 kann direkt mit einem Ausgangsanschluss 14 der Schaltungsanordnung 2 verbunden sein. Alternativ kann eine Konverterschaltung zwischen den Ausgangsanschluss 14 und das Leuchtmittel 3 geschaltet sein, die vorzugsweise den Strom oder die Leistung des Leuchtmittels 3 regelt. Diese Konverterschaltung kann beispielsweise durch einen Tiefsetzsteller (Buck-Konverter), Hochsetzsteller (Boost-Konverter) oder eine Inverterschaltung (Buck-Boost-Konverter) gebildet werden.

Der Wandler 12 weist einen Regler 13 auf. Der Regler 13 kann ein Spannungsregler sein. Die Regelgröße des Reglers 13 kann beispielsweise die Ausgangsspannung des Wandlers 12 oder eine Hilfsgröße sein, die mit der Ausgangsspannung des Wandlers 12 zusammenhängt.

30

Wie unter Bezugnahme auf Figur 3 bis Figur 11 detailliert beschrieben wird, weist der Regler 13 ein PI (proportional-integral)-Glied auf. Der Regler ist so eingerichtet, dass er für ein Eingangssignal, dessen Frequenz zwei Mal die Versorgungsspannungsfrequenz ist, eine bestimmte Phasenverschiebung hervorruft. Das aus dem Eingangssignal von dem Regler erzeugte Ausgangssignal kann beispielsweise eine Phasenverschiebung von -90° gegenüber dem Eingangssignal aufweisen, das mit der zweiten Frequenz, also dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz, oszilliert.

Die von dem Regler 13 für ein sinusförmiges Signal in Abhängigkeit von der Frequenz des Signals hervorgerufene Phasenverschiebung kann durch den Phasengang einer Übertragungsfunktion des Reglers 13 definiert werden. Die Übertragungsfunktion kann als Quotient der in den Frequenzbereich transformierten Ausgangsgröße des Reglers 13 zur in den Frequenzbereich transformierten Eingangsgröße des Reglers 13 definiert werden. Das komplexe Argument der Übertragungsfunktion, also die Phasenverschiebung, als Funktion der Frequenz definiert den Phasengang. Der Regler 13 kann so ausgestaltet sein, dass der Phasengang des Reglers 13 bei der zweiten Frequenz, die zwei Mal die Versorgungsspannungsfrequenz ist, einen Wert von -90° aufweist oder näherungsweise gleich -90° ist.

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung 2 nach einem Ausführungsbeispiel, bei der der Wandler als Sperrwandler ausgestaltet ist. Derartige Wandler werden auch als Flyback-Wandler oder Hoch-Tiefsetzsteller bezeichnet.

Der Wandler weist einen Übertrager auf, der eine primärseitige Induktivität 22 und eine sekundärseitigen Induktivität 25 umfassen kann. Eine Primärseite des Wandlers weist eine Hauptinduktivität 21 auf, in der Energie gespeichert werden kann. Die primärseitige Induktivität 22 und die Hauptinduktivität 21 sind in Figur 2 schematisch separat dargestellt, müssen aber keine separaten Komponenten sein. Beispielsweise kann nur eine einzige Spule vorgesehen sein, die die Funktion der Hauptinduktivität 21 und der primärseitigen Induktivität 22 des Transformators ausführt. Die primärseitige Induktivität 22 des Transformators

kann eine Streuinduktivität sein.

Der Wandler weist ein steuerbares Schaltmittel 23 auf, das mit der Hauptinduktivität 21 in Reihe geschaltet ist. Das steuerbare Schaltmittel 23 wird im Betrieb
5 des Wandlers geschaltet, um Energie von der Primärseite des Transformators, die die Eingangsseite des Wandlers ist, zur Sekundärseite, die die Ausgangsseite ist, zu übertragen. Im eingeschalteten Zustand des steuerbaren Schaltmittels 23 wird Energie in der Hauptinduktivität 21 gespeichert. Dieser Zustand wird auch als Leitphase oder Ladephase bezeichnet, in der die Hauptinduktivität 21 mit Energie geladen wird. Im ausgeschalteten Zustand des steuerbaren
10 Schaltmittels 23 wird die zwischengespeicherte Energie zur Sekundärseite übertragen. Diese Phase wird auch als Sperrphase bezeichnet.

Die Sekundärseite weist einen Gleichrichter auf, der eine Diode 26 oder mehrere Dioden umfassen kann. Ein Ausgangskondensator 27 auf der Sekundärseite
15 kann geladen werden, wenn Energie von der Primärseite zur Sekundärseite übertragen wird. Der Kondensator 27 wird auch als Ladekondensator bezeichnet.

Das steuerbare Schaltmittel 23 kann ein Transistor sein. Das steuerbare Schaltmittel 23 kann ein Leistungstransistor sein. Das steuerbare Schaltmittel 23 kann beispielsweise ein Bipolartransistor, ein Transistor mit isolierter Gateelektrode, ein Feldeffekttransistor oder ein anderer steuerbarer Schalter sein.
20

Die Schaltungsanordnung 2 weist eine Spannungsregelschleife 30 auf. Die Spannungsregelschleife 30 kann eine Spannung V_o der Ausgangsseite als Regelgröße verwenden. Die Spannung V_o der Ausgangsseite kann an einem Punkt 28, beispielsweise über einen Ohmschen Spannungsteiler, abgegriffen werden. Eine Referenzquelle 31 kann einen Sollwert V_{o_ref} vorgeben. Ein Differenzverstärker 32 oder Subtrahierer kann die Abweichung zwischen der
25 Spannung V_o der Ausgangsseite und dem Sollwert bestimmen. Der Regler 13 kann das steuerbare Schaltmittel 23 schalten. Abhängig von der Abweichung, die dem Regler 13 zugeführt wird, kann beispielsweise eine Ein-Zeit des steuerbaren Schaltmittels und/oder eine Aus-Zeit des steuerbaren Schaltmittels
30

verändert werden, um die Spannung V_o der Ausgangsseite in Richtung des Sollwerts zu regeln. Beispielsweise kann das Verhältnis von Ein-Zeit (t_{on}) zu Aus-Zeit (t_{off}) abhängig davon eingestellt werden, welches Steuersignal der Regler 13 aus dem ihm zugeführten Eingangssignal erzeugt.

5

Die Spannung V_o der Ausgangsseite kann Spannungsrippel mit der zweiten Frequenz aufweisen, die zwei Mal die Versorgungsspannungsfrequenz ist. Derartige Spannungsrippel werden durch die Gleichrichtung hervorgerufen, die eine gleichgerichtete Wechselfrequenz an den Wandler 12 bereitstellt.

10

Während herkömmliche Regelstrategien versuchen, die Amplitude dieser Spannungsrippel auf der Ausgangsseite klein zu halten und/oder eine Übertragung dieser Spannungsrippel durch den Regler 13 zu dämpfen, werden bei Ausführungsbeispielen der Erfindung diese Spannungsrippel mit einer Phasenverschiebung versehen und gezielt ausgenutzt, um die Leistungsfaktorkorrektur zu verbessern.

15

Figur 3 ist eine Blockdarstellung von Komponenten eines Reglers nach einem Ausführungsbeispiel. Der Regler weist ein PI-Glied 41 auf.

20

Der Regler weist wenigstens eine Komponente 42 zum Hervorrufen einer zusätzlichen Phasenverschiebung auf. Die wenigstens eine Komponente 42 kann ein Filter oder mehrere Filter umfassen.

25

Die wenigstens eine Komponente 42 bewirkt, dass ein Signal, das mit dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz oszilliert, mit einer zusätzlichen Phasenverschiebung versehen wird. Ein Ausgangssignal V_c der Kombination des PI-Glieds 41 und der wenigstens einer Komponente 42 zum Hervorrufen der zusätzlichen Phasenverschiebung weist eine bestimmte Phasenverschiebung gegenüber dem entsprechenden Eingangssignal auf. Diese Phasenverschiebung wird für die zweite Frequenz, d.h. die Frequenz der Spannungsrippel, so gewählt, dass durch die phasenverschobenen Spannungsrippel im Ausgangssignal V_c die gesamte harmonische Verzerrung (THD, „total harmonic distortion“) des Eingangsstroms und/oder der Eingangsspannung verringert

30

wird.

Die wenigstens eine Komponente 42 zum Hervorrufen der zusätzlichen Phasenverschiebung kann eine Übertragungsfunktion aufweisen, die zwei Pole hat.
5 Die zwei Pole können in einer Umgebung der zweiten Frequenz liegen, die zwei Mal die Versorgungsspannungsfrequenz ist.

Das Ausgangssignal V_c der Kombination aus dem PI-Glied 41 und der wenigstens einen Komponente 42 zum Hervorrufen der Phasenverschiebung kann
10 eine Schaltersteuerung 43 beeinflussen. Die Schaltersteuerung 43 kann das steuerbare Schaltmittel 13 getaktet schalten. Das Ein- und Ausschalten des steuerbaren Schaltmittels kann mit den phasenverschobenen Spannungsrippeln der Ausgangsseite zeitabhängig variieren. Diese phasenverschobenen Spannungsrippel sind in dem Ausgangssignal V_c enthalten, das die Kombination aus
15 dem PI-Glied 41 und der wenigstens einen Komponente 42 zum Hervorrufen der zusätzlichen Phasenverschiebung bereitstellt.

Die Schaltersteuerung 43 kann eine integrierte Schaltung sein. Die Schaltersteuerung 43 kann als ein Prozessor, ein Mikroprozessor, ein Controller, ein
20 Mikrocontroller oder eine anwendungsspezifische Spezialschaltung (ASIC, „Application Specific Integrated Circuit“) ausgestaltet sein.

Figur 4 zeigt eine Implementierung des Reglers für eine Steuervorrichtung nach einem Ausführungsbeispiel. Der Regler weist das PI-Glied und Komponenten
25 45, 46 auf. Die Komponenten 45, 46 können jeweils ein analoges Filter oder ein digitales Filter sein. Die Komponenten 45, 46 definieren jeweils einen Pol der Übertragungsfunktion. Beispielsweise kann das Filter 45 eine Übertragungsfunktion aufweisen, die einen ersten Pol hat. Das Filter 46 kann eine Übertragungsfunktion aufweisen, die einen zweiten Pol hat. Der erste Pol und der
30 zweite Pol können in einer Umgebung der zweiten Frequenz liegen, die gleich dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz ist. Der erste Pol und der zweite Pol können bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz liegen.

Eine Vielzahl weiterer Ausgestaltungen des Reglers kann bei Ausführungsbeispielen verwendet werden. Beispielsweise können zwei Pole der Übertragungsfunktion auch durch nur ein Filter bereitgestellt werden, das Doppelpole aufweist. Während in Figur 3 und Figur 4 funktionale Blöcke dargestellt sind, müssen die unterschiedlichen Komponenten keine separaten Elemente sein. Beispielsweise kann ein digitaler Prozessor sowohl die Funktion des PI-Reglers als auch die Erzeugung der zusätzlichen Phasenverschiebung übernehmen.

Die Verwendung der Filter oder anderer Komponenten, die den ersten Pol und den zweiten Pol bereitstellen, bewirkt eine Phasenverschiebung von näherungsweise -90° für Signale, deren Frequenz gleich dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz ist. Für die geschlossene Regelschleife ergibt sich eine gesamte Verschiebung von -180° .

Das PI-Glied und die die zusätzliche Phasenverschiebung hervorrufende Komponente des Reglers können durch analoge Schaltungselemente oder in Digitaltechnik implementiert sein. Die Reihenfolge der verschiedenen Komponenten kann vertauscht werden. Beispielsweise kann die zusätzliche Phasenverschiebung eingeführt werden, bevor ein Signal dem PI-Glied zugeführt wird. Ein Filter oder beide Filter, die die zwei Pole der Übertragungsfunktion bereitstellen, können vor dem PI-Glied angeordnet sein.

Der Regler kann auch eine galvanische Trennung umfassen. Dies erlaubt, dass einige der Komponenten des Reglers auf der Sekundärseite und andere der Komponenten des Reglers auf der Primärseite angeordnet sind.

Figur 5 zeigt ein Signal 51 am Ausgang der Komponenten 41, 42 von Figur 3 oder am Ausgang der Komponenten 41, 45, 46 in Figur 4, wenn ein Eingangssignal des Reglers Spannungsrippel aufweist, die mit dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz oszillieren. Dieses Signal 51 kann als Steuersignal verwendet werden, von dem das Schalten des steuerbaren Schaltmittels 23 abhängt.

Mit gestrichelter Linie dargestellt ist ein Signal 52 am Ausgang eines PI-Glieds

bei einem herkömmlichen Regler, wenn keine zusätzliche Phasenverschiebung eingeführt wird. Das Signal 51 weist eine Phasenverschiebung 53 auf, die durch die zwei Pole in der Übertragungsfunktion des Reglers bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz hervorgerufen werden.

5

Die Phasenverschiebung 53 zeigt die Änderung der Phasenlage eines Reglers, der bei Ausführungsbeispielen verwendet wird, im Vergleich zu einem herkömmlichen PI-Regler ohne zusätzliche Phasenverschiebung.

10 Figur 6 zeigt das Signal 51 am Ausgang der Komponenten 41, 42 von Figur 3 oder am Ausgang der Komponenten 41, 45, 46 in Figur 4 zusammen mit dem entsprechenden Eingangssignal 55 des Reglers. Das Eingangssignal 55 weist Spannungsrippel auf, die den Spannungsrippel an der Ausgangsseite des Wandlers entsprechen.

15

Das Signal 51 weist eine Phasenverschiebung 59 von näherungsweise -90° gegenüber dem Eingangssignal 55 auf. Die Phasenverschiebung 59 wird durch die zwei Pole in der Übertragungsfunktion des Reglers bei dem Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz hervorgerufen.

20

Figur 7 zeigt ein Bode-Diagramm für den Regler nach einem Ausführungsbeispiel, bei dem eine zusätzliche Phasenverschiebung eingeführt wird. Das Bode-Diagramm für den Regler nach einem Ausführungsbeispiel ist dabei in durchgezogenen Linien dargestellt. Das Bode-Diagramm für einen herkömmlichen PI-Regler ist zum Vergleich mit gestrichelten Linien dargestellt.

25

Ein Phasengang 61 eines Reglers nach einem Ausführungsbeispiel ist im unteren Teil des Bode-Diagramms dargestellt. Die zweite Frequenz 60 ist zwei Mal die Versorgungsspannungsfrequenz. Der absolute Wert dieser zweiten Frequenz hängt von der Versorgungsspannungsfrequenz ab, kann für unterschiedliche Versorgungsquellen unterschiedlich sein und ist für die nachfolgenden Erläuterungen nicht von Bedeutung. Der Phasengang 61 entspricht dem komplexen Argument der Übertragungsfunktion des Reglers nach einem Ausführungsbeispiel, bei dem eine zusätzliche Phasenverschiebung erzeugt wird.

30

Bei der zweiten Frequenz 60 weist der Phasengang 61 einen Funktionswert auf, der in einem Intervall 63 liegt. Das Intervall 63 definiert eine Umgebung einer Phasenverschiebung von -90° . Ein Absolutbetrag der Differenz zwischen den Intervallgrenzen des Intervalls 63 kann kleiner als 90° sein. Das Intervall 63 kann sich symmetrisch um den Wert von -90° erstrecken.

Bei einem geschlossenen Regelkreis führt dieses Verhalten bei der zweiten Frequenz 60 zu einer gesamten Phasenverschiebung von -180° . Spannungsrippel, die an der Ausgangsseite vorhanden sind, werden durch den PI-Regler mit der zusätzlichen Phasenverschiebung in eine Steuerspannung umgesetzt. Die Spannungsrippel in der Steuerspannung, die ein Schalten des steuerbaren Schaltmittels des Wandlers beeinflusst, können die gesamte harmonische Verzögerung verringern. Dies gilt zumindest, so lange die Amplitude der Spannungsrippel nicht zu groß wird.

Der Funktionswert des Phasengangs 61 bei der zweiten Frequenz 60 gibt die Phasenverschiebung an, die ein sinusförmiges Signal durch die Kombination des PI-Glieds mit der zusätzlichen Phasenverschiebung erfährt.

Der Phasengang 61 des Reglers, der bei Ausführungsbeispielen verwendet wird, kann bei der zweiten Frequenz 60 streng monoton fallend sein. Dies kann durch eine entsprechende Wahl der zusätzlichen Pole der Übertragungsfunktion, die zu der Phasenverschiebung führen, erreicht werden.

Der Phasengang 61 des Reglers, der bei Ausführungsbeispielen verwendet wird, kann ein lokales Maximum bei einer Frequenz aufweisen, die kleiner als die zweite Frequenz 60 ist. Dadurch kann erreicht werden, dass die Phasenverschiebung bei der zweiten Frequenz 60 im Intervall 63 um den Wert -90° liegt.

Ein Phasengang 62 eines herkömmlichen PI-Reglers ohne zusätzliche Phasenverschiebung ist zum Vergleich ebenfalls im unteren Teil des Bode-Diagramms dargestellt. Der Phasengang 62 unterscheidet sich deutlich von

dem Phasengang 61. Bei der zweiten Frequenz 60 weist der Phasengang 62 einen größeren (und betragsmäßig kleineren) Wert als der Phasengang 61 auf.

Der obere Teil des Bode-Diagramms zeigt die Verstärkung 64 des Reglers, der bei Ausführungsbeispielen verwendet wird, und die Verstärkung 65 eines herkömmlichen PI-Reglers ohne zusätzliche Phasenverschiebung.

Wie beschrieben wurde, bewirkt die zusätzliche Phasenverschiebung, mit der die Spannungsrippel durch den Regler versehen werden, dass die Spannungsrippel die gesamte harmonische Verzögerung sogar verringern können. Es ist nicht notwendig, durch Verwendung eines Ausgangskondensators mit großer Kapazität und/oder Verwendung eines Reglers mit kleiner Bandbreite Spannungsrippel in dem Steuersignal zu verringern, das der Regler erzeugt.

Figur 8 zeigt einen beispielhaften Zeitverlauf eines Eingangsstroms 71 für eine Schaltanordnung nach einem Ausführungsbeispiel. Figur 9 zeigt einen beispielhaften Zeitverlauf eines Eingangsstroms 72 für eine Schaltanordnung mit einem herkömmlichen PI-Regler, bei dem keine zusätzliche Phasenverschiebung erzeugt wird. Der Eingangsstrom 72 von Figur 9 (herkömmlicher PI-Regler) wurde für einen Wandler mit einem Ausgangskondensator bestimmt, dessen Kapazität mehr als doppelt so groß war wie die Kapazität des Ausgangskondensators bei der Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel, für die der in Figur 8 dargestellte Eingangsstrom 71 bestimmt wurde.

Trotz der deutlich kleineren Kapazität des Ausgangskondensators ist die gesamte harmonische Verzögerung für die Schaltung nach einem Ausführungsbeispiel (Eingangsstrom 71 von Figur 8) kleiner als bei dem herkömmlichen Wandler (Eingangsstrom 72 von Figur 9).

Figur 10 ist ein Schaltbild zur Veranschaulichung einer Implementierung eines Reglers bei Ausführungsbeispielen.

Der Regler weist ein PI-Glied 80, ein Filter 81 zum Definieren eines ersten Pols der Übertragungsfunktion und ein weiteres Filter 82 zum Definieren eines zwei-

ten Pols der Übertragungsfunktion auf. Die Pole in der Übertragungsfunktion, die durch die Filter 81, 82 eingeführt werden, liegen in einer Umgebung des Doppelten der Versorgungsspannungsfrequenz. Das PI-Glied kann beispielsweise eine Kapazität 83 in einer Reihenschaltung mit einem Widerstand 84 aufweisen. Das Filter 81 kann eine Kapazität 85 aufweisen. Das weitere Filter 82 kann eine weitere Kapazität 86 und einen weiteren Widerstand 87 aufweisen.

Der Regler weist eine galvanische Trennung auf. Beispielsweise kann ein Optokoppler 90 zwischen der Primärseite und der Sekundärseite des Wandlers vorgesehen sein. Andere Elemente zur galvanischen Trennung können verwendet werden. Bei der dargestellten Implementierung befindet sich das PI-Glied 80 und das Filter 81 auf der Sekundärseite. Das weitere Filter 82 ist auf der Primärseite angeordnet.

Der Optokoppler 90 kann über einen Widerstand 92 mit einer Spannungsquelle 91 verbunden sein. Ein Ausgang der Kombination des PI-Glieds 80 und des Filters 81 ist mit einer Eingangsseite des Optokopplers 90 verbunden. Ein Operationsverstärker 93 kann eine Spannungsreferenz definieren. Der Operationsverstärker 93 kann einen Strom am Ausgang des Optokopplers 90 konstant halten.

Eine an einer Photodiode des Optokopplers 90 anliegende Spannung wird durch eine Spannungsquelle 94 über einen Spannungsteiler mit Widerständen 95, 96 bereitgestellt. Ein durch die Photodiode fließender Strom wird über einen Widerstand 97 einem Eingang eines Operationsverstärkers 99 zugeführt. Eine Spannungsquelle 98 kann eine Referenzspannung an einen weiteren Eingang bereitstellen. Das weitere Filter 82 kann mit dem Eingang und dem Ausgang des Operationsverstärkers 99 verbunden sein.

Das am Ausgang des Operationsverstärkers bereitgestellte Signal V_c kann verwendet werden, um Schaltvorgänge des steuerbaren Schaltmittels eines Wandlers zu steuern. Beispielsweise kann das Verhältnis zwischen Ein-Zeit und Aus-Zeit abhängig von dem Signal V_c verändert werden. Spannungsrippel

in dem Signal V_o , das die Spannung auf der Ausgangsseite repräsentiert, sind mit einer entsprechenden Phasenverschiebung in dem Signal V_o vorhanden und beeinflussen das Schalten des steuerbaren Schaltmittels.

- 5 Zahlreiche weitere Implementierungen der verschiedenen Komponenten des Reglers können bei weiteren Ausführungsbeispielen verwendet werden. Andere Ausgestaltungen des PI-Glieds und der Filter 81, 82 können verwendet werden. Das PI-Glied 80 und das Filter 81 können auf der Primärseite angeordnet sein. Die Spannung V_o auf der Ausgangsseite kann über einen Optokoppler
10 oder eine andere galvanische Trennung zur Primärseite übertragen werden.

Bei weiteren Ausgestaltungen kann auch eine andere Regelgröße verwendet werden, um eine Spannungsregelung durchzuführen. Beispielsweise kann auf der Primärseite eine Spannung erfasst werden, die von der Spannung der Aus-
15 gangsseite abhängt. Durch eine Regelung der primärseitig erfassten Spannung kann die Spannung auf der Ausgangsseite indirekt geregelt werden.

Figur 11 ist ein Schaltbild einer Schaltungsanordnung nach einem Ausführungsbeispiel. Eine Hilfsinduktivität 101 kann induktiv mit der sekundärseitigen
20 Induktivität 25 gekoppelt sein. Eine Spannung an der Hilfsinduktivität 101 kann erfasst werden. Beispielsweise kann über einen Ohmschen Spannungsteiler 102 die entsprechende Spannung als Hilfssignal V_{aux} der Spannungregel-
schleife 30 zugeführt werden. Eine Referenzspannungsquelle 31 stellt ein Signal V_{aux_ref} bereit, das den Soll-Wert repräsentiert.

25 Der Regler 13 kann zusätzlich zu einem Eingang 105, an dem das Hilfssignal V_{aux} oder die Abweichung des Hilfssignals von dem Soll-Wert empfangen wird, weitere Eingänge aufweisen. Beispielsweise kann der Regler 13 einen Eingang 107 aufweisen, um zu erkennen, wann die Hauptinduktivität 21 de-
30 magnetisiert ist. Schaltvorgänge können abhängig davon ausgelöst werden, wann die Hauptinduktivität 21 demagnetisiert ist. Der Regler 13 steuert an einem Ausgang 106 ein Steuersignal aus, mit dem das steuerbare Schaltmittel 23 gesteuert wird.

Während Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben wurden, können Abwandlungen bei weiteren Ausführungsbeispielen realisiert werden. Beispielsweise kann der Regler, bei dem gezielt eine zusätzliche Phasenverschiebung für Spannungsrippel eingeführt wird, auch in Digitaltechnik implementiert werden. Eine entsprechende Regelung, bei der gezielt eine
5 zusätzliche Phasenverschiebung für Spannungsrippel eingeführt wird, kann bei unterschiedlichen Wandlertypen eingesetzt werden. Verfahren und Vorrichtungen nach Ausführungsbeispielen können bei Betriebsgeräten für Leuchtmittel, beispielsweise bei einem LED-Konverter, verwendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Leuchtmittels (3), umfassend:
einen Eingang (10) zum Empfangen einer Wechselspannung mit einer ersten Frequenz,
einen Wandler (12) mit Leistungsfaktorkorrektur, der eine Induktivität
10 (21), ein steuerbares Schaltmittel (23), das mit der Induktivität (21) in Reihe geschaltet ist, und einen Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) umfasst,
wobei der Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) ein PI-Glied (41; 80) umfasst und eingerichtet ist, um eine Phasenverschiebung (56) für eine Signalkomponente eines Eingangssignals des Reglers (13, 30; 41-43; 41, 43,
15 45, 46; 80-83) zu erzeugen, die eine zweite Frequenz (60) aufweist, die doppelt so groß wie die erste Frequenz ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,
wobei der Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) das PI-Glied (41;
20 80), einen ersten Pol und einen zweiten Pol umfasst.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2,
wobei der erste Pol und der zweite Pol in einer Umgebung der zweiten Frequenz (60) liegen.
25
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3,
wobei der Wandler (12) eine Eingangsseite mit der Induktivität (21) und eine davon galvanisch getrennte Ausgangsseite aufweist,
wobei das PI-Glied (41; 80) auf der Ausgangsseite des Wandlers (12)
30 vorgesehen ist und wobei ein Filter (82), dessen Übertragungsfunktion den zweiten Pol aufweist, auf der Eingangsseite des Wandlers (12) vorgesehen ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) so eingerichtet
35 ist, dass die Phasenverschiebung (56) für die Signalkomponente in einem In-

tervall (63) um einen Phasenverschiebungswert von -90° liegt.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) so eingerichtet ist, dass die Phasenverschiebung (56) für die Signalkomponente ungefähr gleich -90° ist.
7. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaltungsanordnung eine integrierte Schaltung (43) zum Ansteuern des steuerbaren Schaltmittels (23) umfasst, wobei die integrierte Schaltung einen Eingang aufweist, um die phasenverschobene Signalkomponente (51) zu empfangen.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, wobei die integrierte Schaltung (43) eingerichtet ist, um das steuerbare Schaltmittel (23) so zu steuern, dass eine Ein-Zeit und/oder eine Aus-Zeit des steuerbaren Schaltmittels (23) von einer Phase der phasenverschobenen Signalkomponente (55) abhängen.
9. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Wandler (12) ein Sperrwandler ist, der über einen Gleichrichter (11) mit dem Eingang (10) verbunden ist.
10. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaltungsanordnung (2) eine Betriebsschaltung für wenigstens eine Leuchtdiode (3) ist.
11. System, umfassend die Schaltungsanordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche und wenigstens eine Leuchtdiode (3), die mit einem Ausgang des Wandlers (12) verbunden ist.
12. Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmittels (3) mit einer Schaltungs-

anordnung (2), der eine Wechselspannung mit einer ersten Frequenz zugeführt wird und die einen Wandler (12) umfasst,

wobei ein steuerbares Schaltmittel (23), das mit einer Induktivität (21) des Wandlers (12) in Reihe geschaltet ist, getaktet geschaltet wird, und

5 wobei das Verfahren eine Spannungsregelung mit einem Regler (13, 30; 41-43; 41, 43, 45, 46; 80-83) umfasst, der ein PI-Glied (41; 80) aufweist, und wobei die Spannungsregelung ein Erzeugen einer Phasenverschiebung (56) für eine Signalkomponente (51) umfasst, die eine zweiten Frequenz (60) aufweist, die doppelt so groß wie die erste Frequenz ist.

10

13. Verfahren nach Anspruch 12, das mit der Schaltungsanordnung (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 ausgeführt wird.

15

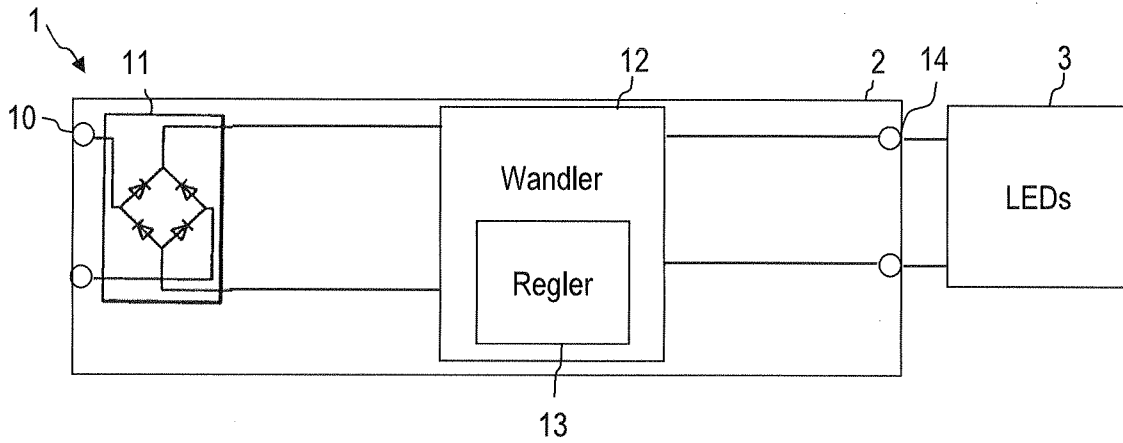


FIG. 1

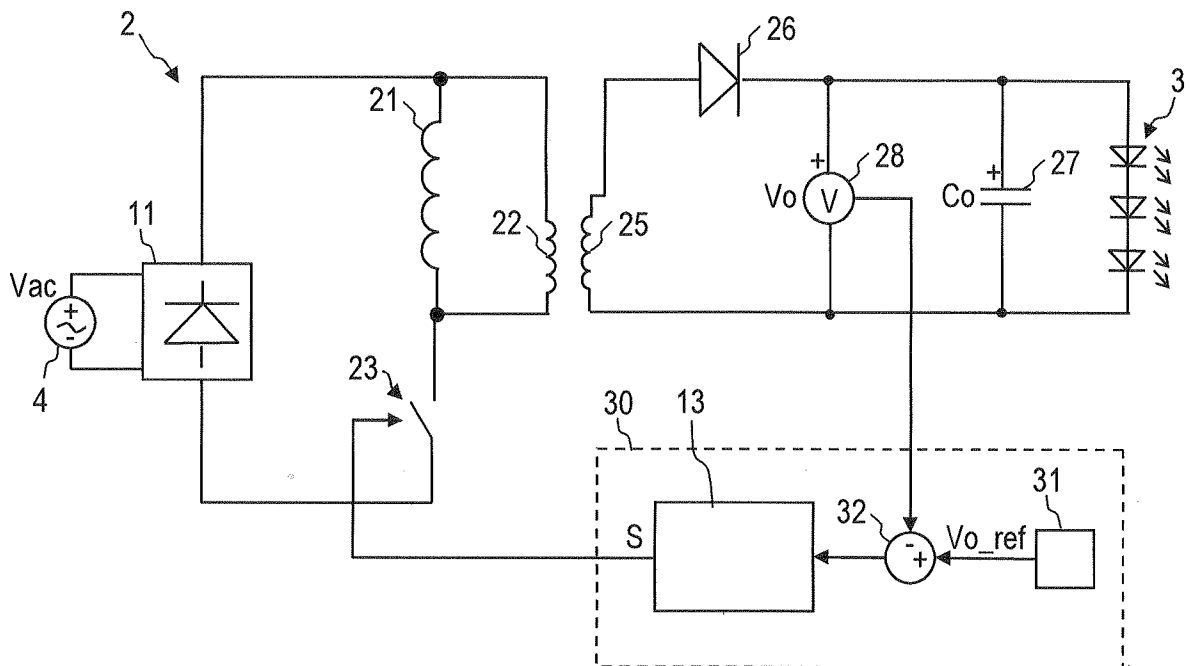


FIG. 2

2/5

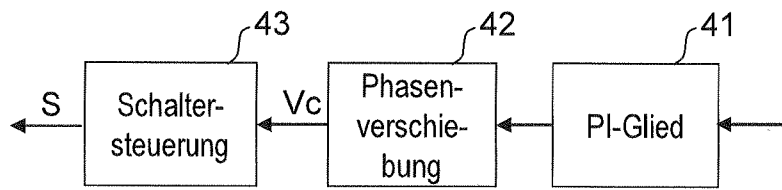


FIG. 3

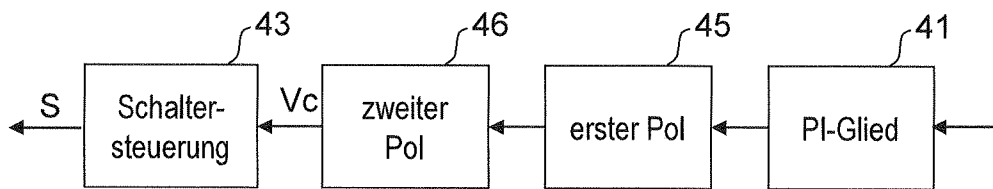


FIG. 4

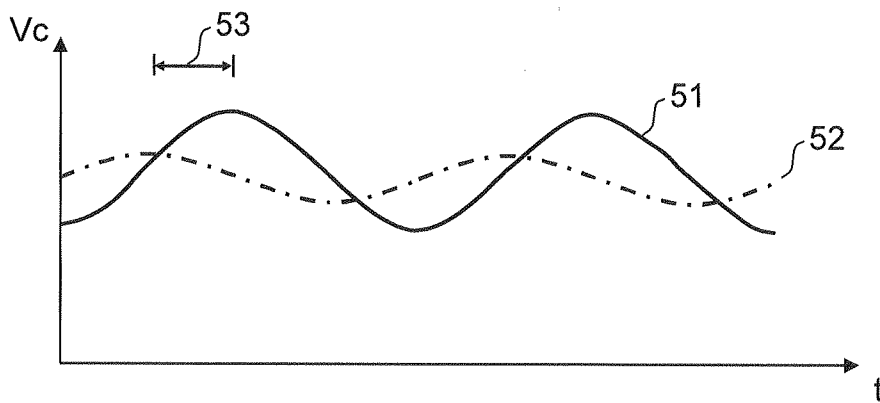


FIG. 5

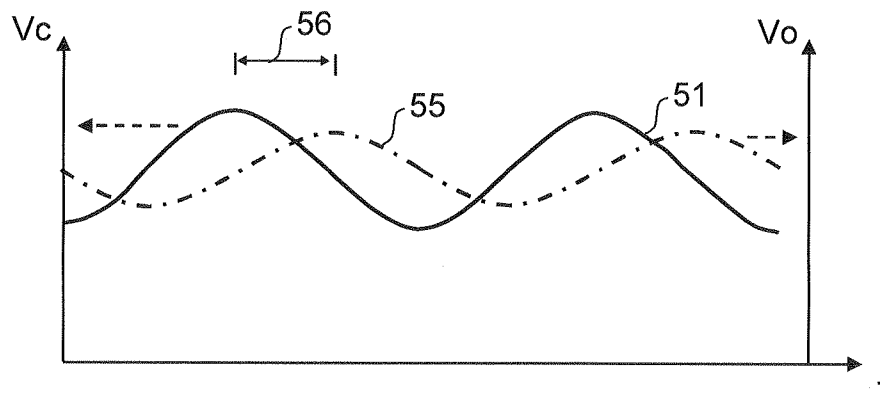


FIG. 6

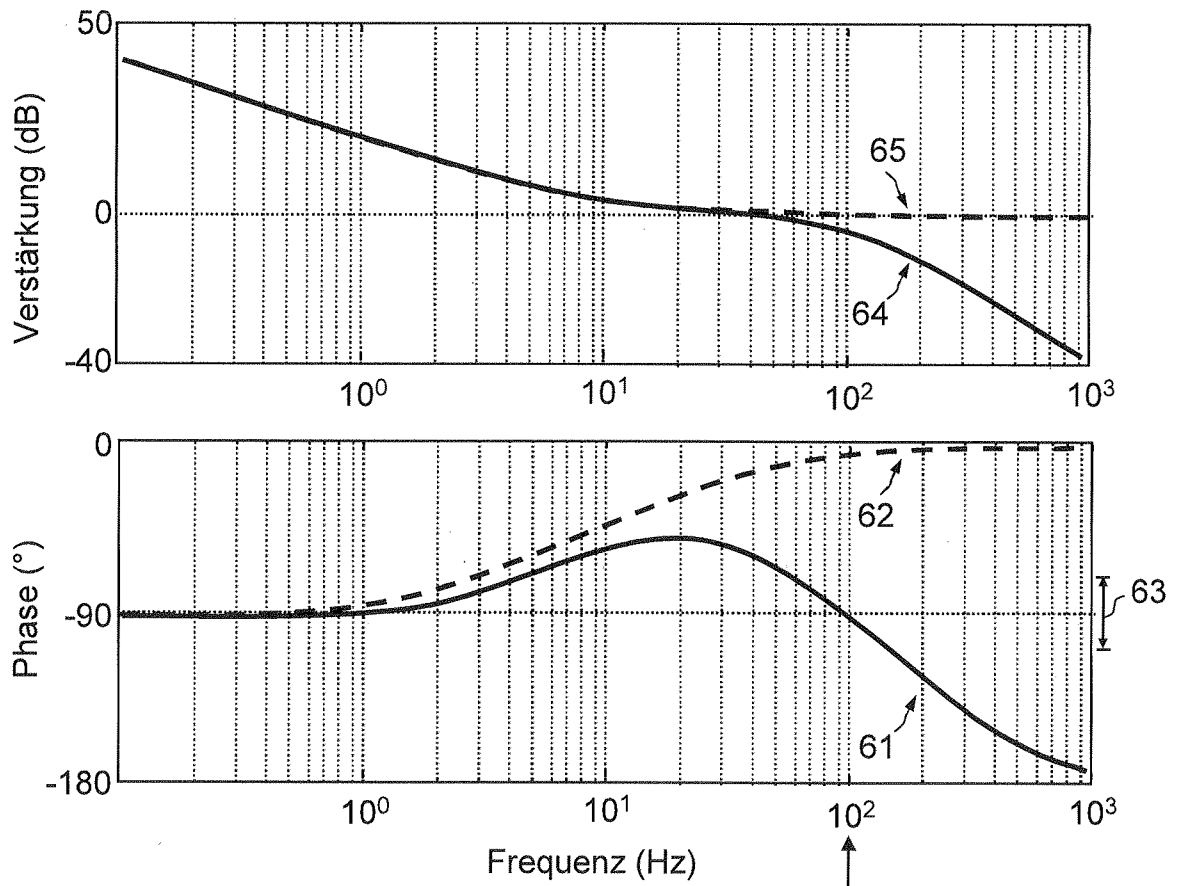


FIG. 7

4/5

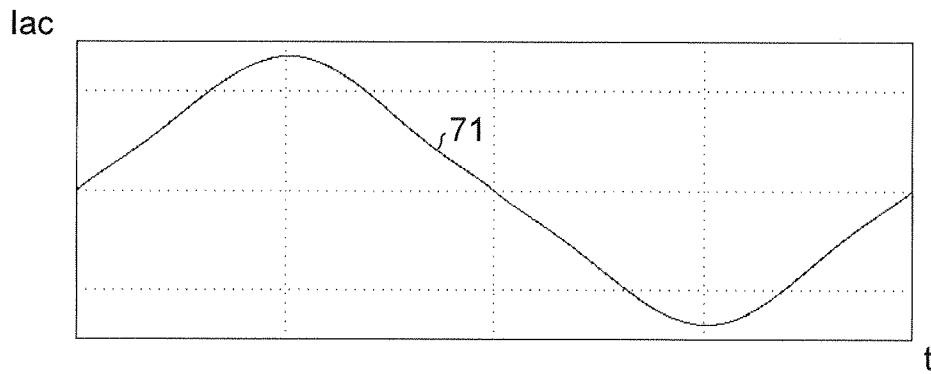


FIG. 8

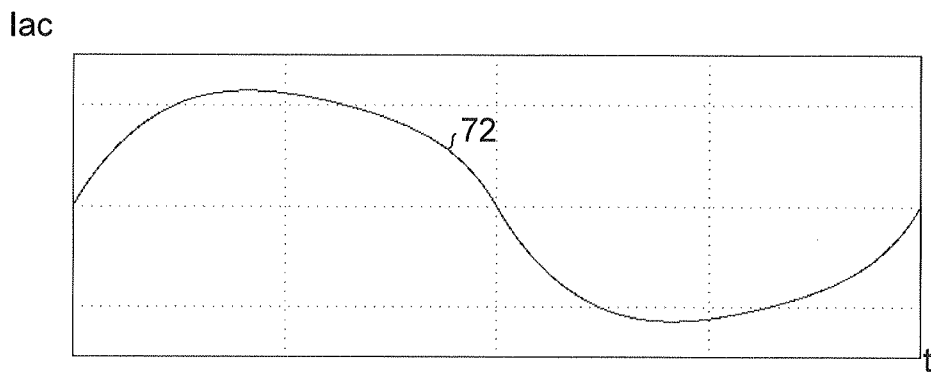


FIG. 9

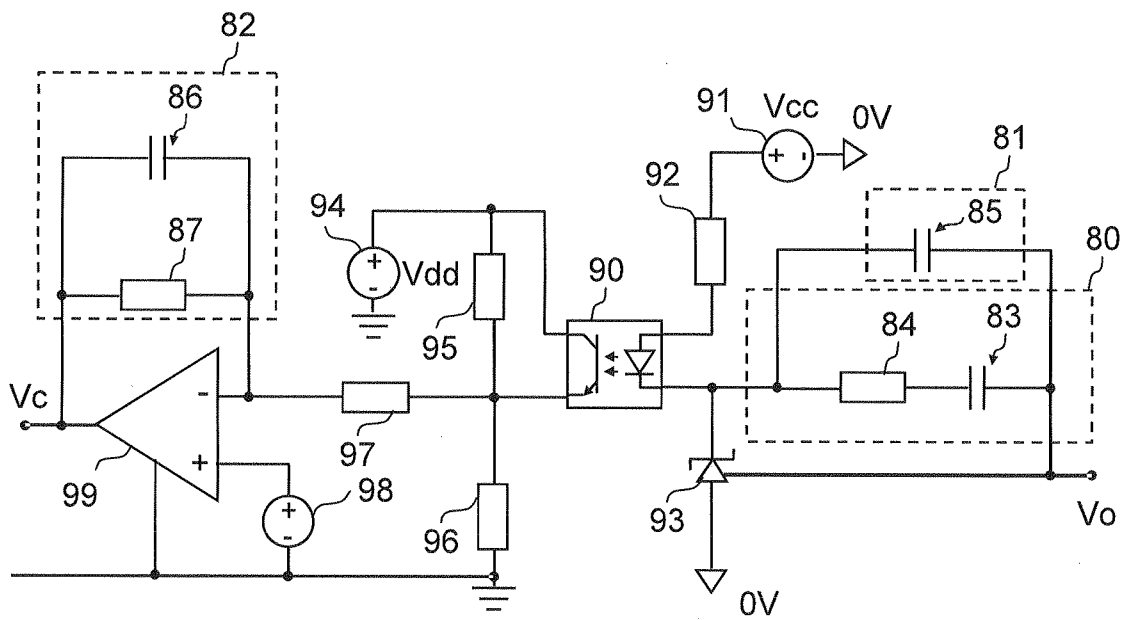


FIG. 10

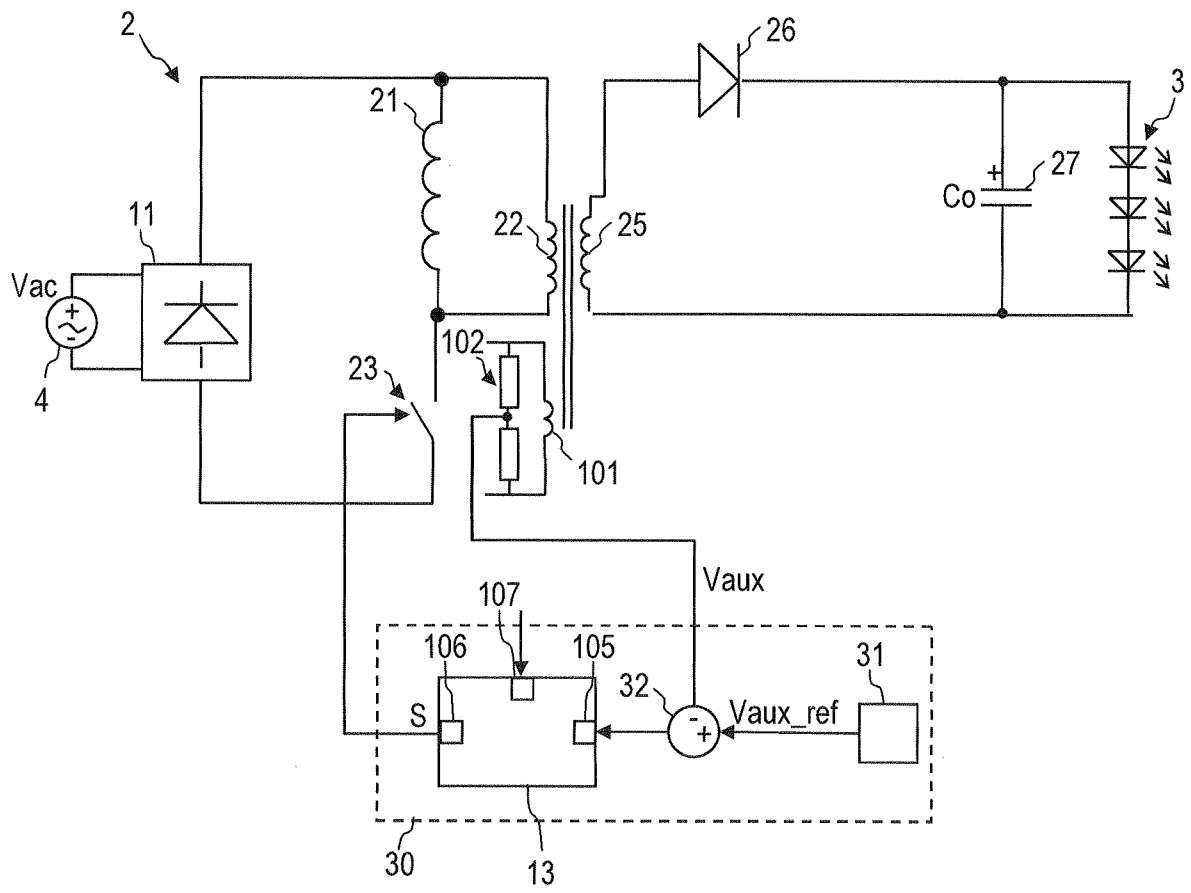


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2014/000091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05B33/08
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/085882 A1 (LED ROADWAY LIGHTING LTD [CA]; JOSEFOWICK JACK YITZHAK [CA]; WINTERS A) 5 August 2010 (2010-08-05)	1,7-9, 11-13
Y	paragraphs [0029], [0036]; claim 15; figures 1,4	2-6
Y	----- WO 2013/044685 A1 (INVENTRONICS HANGZHOU INC [CN]; GE LIANG AN [CN]; YAO XIAOLI [CN]) 4 April 2013 (2013-04-04)	1-13
E	the whole document & US 2014/225527 A1 (GE LIANG AN [CN] ET AL) 14 August 2014 (2014-08-14)	1-13
Y	the whole document ----- WO 2013/056356 A1 (UNIV KINGSTON [CA]; LIU YAN-FEI [CA]) 25 April 2013 (2013-04-25)	1-13
	figures 1-23 ----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 2014

Date of mailing of the international search report

24/09/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Müller, Uta

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2014/000091

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009/146575 A1 (CHU YI-SHAN [TW] ET AL) 11 June 2009 (2009-06-11) paragraph [0016]; figure 3 -----	1-13
Y	US 2011/080110 A1 (NUHFER MATTHEW W [US] ET AL) 7 April 2011 (2011-04-07) figures 3,8 -----	1-13
Y	SONGRONG WU ET AL: "Boost PFC converter with a new sinusoidal reference current algorithm", COMMUNICATIONS, CIRCUITS AND SYSTEMS, 2009. ICCAS 2009. INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 23 July 2009 (2009-07-23), pages 711-715, XP031528823, DOI: 10.1109/ICCCAS.2009.5250414 ISBN: 978-1-4244-4886-9 figure 3 -----	1-13
A	DE 10 2011 109333 A1 (DIEHL AEROSPACE GMBH [DE]) 7 February 2013 (2013-02-07) figure 1 -----	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/AT2014/000091

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010085882	A1	05-08-2010	AU 2010207860 A1 18-08-2011
			CA 2750560 A1 05-08-2010
			CN 102362553 A 22-02-2012
			EP 2392193 A1 07-12-2011
			US 2012001566 A1 05-01-2012
			WO 2010085882 A1 05-08-2010

WO 2013044685	A1	04-04-2013	CN 103023300 A 03-04-2013
			US 2014225527 A1 14-08-2014
			WO 2013044685 A1 04-04-2013

WO 2013056356	A1	25-04-2013	CA 2852646 A1 25-04-2013
			CN 104054226 A 17-09-2014
			US 2014252973 A1 11-09-2014
			WO 2013056356 A1 25-04-2013

US 2009146575	A1	11-06-2009	NONE

US 2011080110	A1	07-04-2011	CA 2776292 A1 14-04-2011
			CN 102668702 A 12-09-2012
			EP 2486772 A1 15-08-2012
			US 2011080110 A1 07-04-2011
			US 2011080111 A1 07-04-2011
			US 2011080112 A1 07-04-2011
			US 2013018522 A1 17-01-2013
			US 2013020964 A1 24-01-2013
			US 2014125244 A1 08-05-2014
			WO 2011044040 A1 14-04-2011
			WO 2011044083 A1 14-04-2011
			WO 2011044085 A1 14-04-2011

DE 102011109333	A1	07-02-2013	CN 103718442 A 09-04-2014
			DE 102011109333 A1 07-02-2013
			EP 2740203 A2 11-06-2014
			US 2014185342 A1 03-07-2014
			WO 2013017253 A2 07-02-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H05B33/08
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/085882 A1 (LED ROADWAY LIGHTING LTD [CA]; JOSEFOWICK JACK YITZHAK [CA]; WINTERS A) 5. August 2010 (2010-08-05)	1,7-9, 11-13
Y	Absätze [0029], [0036]; Anspruch 15; Abbildungen 1,4	2-6
Y	----- WO 2013/044685 A1 (INVENTRONICS HANGZHOU INC [CN]; GE LIANG AN [CN]; YAO XIAOLI [CN]) 4. April 2013 (2013-04-04) das ganze Dokument	1-13
E	& US 2014/225527 A1 (GE LIANG AN [CN] ET AL) 14. August 2014 (2014-08-14) das ganze Dokument	1-13
Y	----- WO 2013/056356 A1 (UNIV KINGSTON [CA]; LIU YAN-FEI [CA]) 25. April 2013 (2013-04-25) Abbildungen 1-23	1-13
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. September 2014

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

24/09/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Müller, Uta

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2009/146575 A1 (CHU YI-SHAN [TW] ET AL) 11. Juni 2009 (2009-06-11) Absatz [0016]; Abbildung 3 -----	1-13
Y	US 2011/080110 A1 (NUHFER MATTHEW W [US] ET AL) 7. April 2011 (2011-04-07) Abbildungen 3,8 -----	1-13
Y	SONGRONG WU ET AL: "Boost PFC converter with a new sinusoidal reference current algorithm", COMMUNICATIONS, CIRCUITS AND SYSTEMS, 2009. ICCAS 2009. INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 23. Juli 2009 (2009-07-23), Seiten 711-715, XP031528823, DOI: 10.1109/ICCCAS.2009.5250414 ISBN: 978-1-4244-4886-9 Abbildung 3 -----	1-13
A	DE 10 2011 109333 A1 (DIEHL AEROSPACE GMBH [DE]) 7. Februar 2013 (2013-02-07) Abbildung 1 -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2014/000091

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010085882 A1	05-08-2010	AU 2010207860 A1	18-08-2011
		CA 2750560 A1	05-08-2010
		CN 102362553 A	22-02-2012
		EP 2392193 A1	07-12-2011
		US 2012001566 A1	05-01-2012
		WO 2010085882 A1	05-08-2010
WO 2013044685 A1	04-04-2013	CN 103023300 A	03-04-2013
		US 2014225527 A1	14-08-2014
		WO 2013044685 A1	04-04-2013
WO 2013056356 A1	25-04-2013	CA 2852646 A1	25-04-2013
		CN 104054226 A	17-09-2014
		US 2014252973 A1	11-09-2014
		WO 2013056356 A1	25-04-2013
US 2009146575 A1	11-06-2009	KEINE	
US 2011080110 A1	07-04-2011	CA 2776292 A1	14-04-2011
		CN 102668702 A	12-09-2012
		EP 2486772 A1	15-08-2012
		US 2011080110 A1	07-04-2011
		US 2011080111 A1	07-04-2011
		US 2011080112 A1	07-04-2011
		US 2013018522 A1	17-01-2013
		US 2013020964 A1	24-01-2013
		US 2014125244 A1	08-05-2014
		WO 2011044040 A1	14-04-2011
		WO 2011044083 A1	14-04-2011
		WO 2011044085 A1	14-04-2011
DE 102011109333 A1	07-02-2013	CN 103718442 A	09-04-2014
		DE 102011109333 A1	07-02-2013
		EP 2740203 A2	11-06-2014
		US 2014185342 A1	03-07-2014
		WO 2013017253 A2	07-02-2013