



(11) EP 1 901 592 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.03.2008 Patentblatt 2008/12(51) Int Cl.:
H05B 41/392 (2006.01) **H05B 41/282** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 07113990.1

(22) Anmeldetag: 08.08.2007

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 14.09.2006 DE 102006043155

(71) Anmelder: TridonicAtco GmbH & Co. KG
6851 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:

- Zudrell-Koch, Stefan**
6845 Hohenems (AT)
- Mayrhofer, Markus**
6850 Dornbirn (AT)

(74) Vertreter: Rupp, Christian et al

Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)

(54) Elektronisches Vorschaltgerät mit asymmetrischer Wechselrichter-Ansteuerung

(57) Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein EVG zum Wechselstrombetrieb wenigstens einer Entladungslampe (LA), die zur Regelung der von der Lampe aufgenommenen Leistung dient, um ein Walmen der Lampe zu kompensieren und so einen möglichst flackerfreien Brenn- und Dimmbetrieb bei näherungsweise sinusförmiger, blindleistungskompensierter Stromversorgung der Lampe zu gewährleisten.

Darüber hinaus bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Entladungslampe (LA), deren effektive Wirkleistungsaufnahme durch Pulsbreitenmodulation zweier mit Tastverhältnissen (d_1 und d_2) generierter digitaler Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) einer vorgebbaren

Taktfrequenz einstellbar ist, die zur Ansteuerung zweier zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter HalbleiterLeistungsschalter (T_1 und T_2) eines zur Versorgung der Lampe (LA) mit Wechselstrom dienenden Wechselrichters (DC/AC) verwendet werden. Die asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) sind dabei erfindungsgemäß zeitvariant ausgeführt und können entweder in einem regelmäßigen Taktzyklus auf Werte eines Datensatzes in periodischer Folge wiederkehrender Werte eingestellt werden oder über zwei von einander getrennte, geschlossene Regelkreise (LRK₁ und LRK₂) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Lampenbetriebs adaptiv verändert werden.

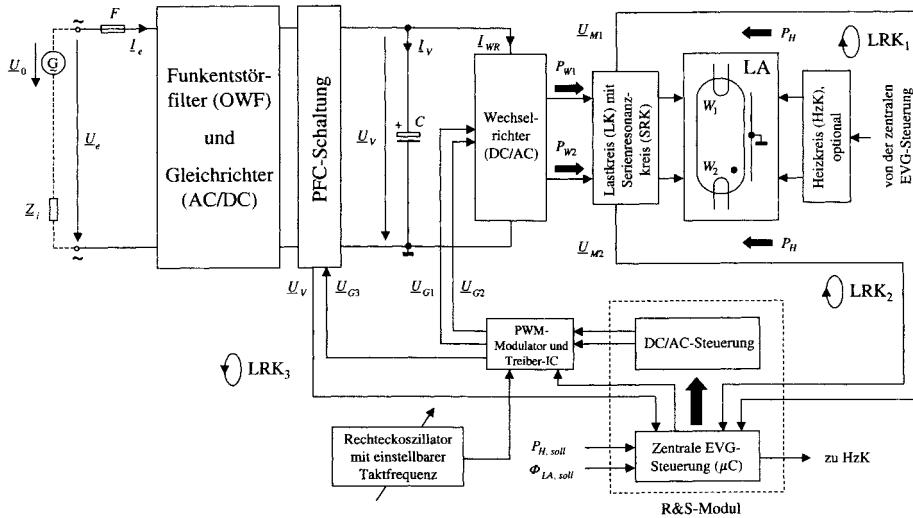


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein elektronisches Lampenvorschaltgeräts (EVG) zum Wechselstrombetrieb wenigstens einer Entladungslampe.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass eine asymmetrische Ansteuerung der beiden üblicherweise symmetrisch (d.h. mit einem Rechtecksignal mit einem Tastverhältnis von 50 %) angesteuerten, zur Umpolung des Lampenstroms benötigten Leistungstransistoren der Wechselrichterhalbbrücke eines zum Wechselstrombetrieb dienenden elektronischen Lampenvorschaltgeräts dazu beiträgt, das Auftreten laufender Schichten im Füllgas und damit ein Flackern der Lampe zu verhindern. Zu diesem Zweck werden Steuersignale mit asymmetrischen, d.h. von dem Wert 50% abweichenden Tastverhältnissen in einem Wertebereich zwischen 0% und 100% angelegt.

[0003] Dies hat jedoch die Nachteile, dass Gleichspannungsanteile an der Lampe anliegen, die zu Störungen des Betriebsablaufs führen, wie beispielsweise infolge einer Migration ionisierter Metall- bzw. Gasatome in Richtung einer der beiden Elektroden.

[0004] EP 1 269 801 B1 bezieht sich auf ein Vorschaltgerät und ein zugehöriges Verfahren zum Dimmen einer mit einer Leuchtstofflampe versehenen Leuchte, wobei das Vorschaltgerät durch Erfassung der Lampenbrennspannung bestimmte Lampentypen automatisch erkennt und diejenigen Betriebsdaten einstellt, die dem momentan in der Leuchte befindlichen Lampentyp gemäß einem Betriebsdatenregister zugeordnet sind.

[0005] In EP 1 095 543 B1 ist ein elektronisches Lampenvorschaltgerät für mindestens eine Gasentladungslampe mit einer von einer Gleichspannungsquelle gespeisten, aus zwei zueinander in Serie geschalteten Leistungstransistoren bestehenden Wechselrichterhalbbrücke offenbart. Dabei ist eine vom jeweils eingestellten Dimmlevel abhängige asymmetrische Betriebsart vorgesehen, bei der die Tastverhältnisse der Steuersignale für den ersten und zweiten Leistungsschalter der Wechselrichterhalbbrücke über eine Steuerungsschaltung in periodischer Folge variiert und dabei auf von 50% abweichende Werte eines Wertebereichs zwischen 0% und 100% eingestellt werden.

[0006] WO 99/34650 beschreibt ein elektronisches Vorschaltgerät zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Gasentladungslampe, welche über eine mit einer gleichgerichteten Versorgungsspannung betriebene Wechselrichterhalbbrücke sowie über eine Steuerungsschaltung zum Steuern des Betriebs der Gasentladungslampe verfügt. Die beiden Halbleiter-Leistungsschalter der Wechselrichterhalbbrücke werden dabei von der Steuerungsschaltung so angesteuert, dass von der Wechselrichterhalbbrücke ausgangsseitig eine Wechselspannung variabler Frequenz erzeugt wird.

[0007] EP 0 390 285 B1 offenbart ein dimmbares elektronisches Vorschaltgerät zum Wechselstrombetrieb ei-

ner Quecksilberdampf-Entladungslampe, das über eine integrierte regelbare Gleichspannungsquelle zur Stabilisierung des Walmverhaltens der Lampe, insbesondere bei niedrigen Dimmleveln, verfügt. Die Gleichspannungsquelle liefert dabei einen der Versorgungswechselspannung der Lampe überlagerten Gleichspannungs-Offset, dessen Spannungspegel so geregelt wird, dass der von der Lampe während des Dimmbetriebs erzeugte Lichtstrom konstant bleibt.

[0008] In US 4,251,752 ist ein elektronisches Vorschaltgerät zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Leuchtstofflampe beschrieben, welches eine aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung in Form eines als Oberwellenfilter wirkenden Gleichspannungs-Hochsetzstellers zur Minimierung störender Netzoberwellen sowie zur Anhebung des Leistungsfaktors durch Kompensation der von der Lampe aufgenommenen Blindleistung aufweist.

20 AUFGABE DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0009] Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik, ist die vorliegende Erfindung der Aufgabe gewidmet, die Ansteuerung einer Lampe flexibler zu gestalten, um sie besser an aktuelle Betriebsbedingungen anzupassen.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsbeispiele, die den Gedanken der Erfindung weiterbilden, sind in den abhängigen Patentansprüchen definiert.

ZUSAMMENFASENDE DARSTELLUNG DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0011] Die vorliegende Erfindung offenbart ein elektronisches Lampenvorschaltgerät zum Wechselstrombetrieb wenigstens einer Lampe. Die beiden Halbleiter-Leistungsschalter der Wechselrichterhalbbrücke werden über Steuersignale angesteuert, deren Tastverhältnisse zeitvariant einstellbar und beispielsweise in Abhängigkeit von erfassten Betriebsparametern der Lampe einstellbar sind. Die beiden Wechselrichterschalter werden dabei asymmetrisch angesteuert, wobei die Asymmetrie der Ansteuerung durch Vorgabe eines Steuersignals mit einem zeitlich veränderlichen Tastverhältnis aus einem Wertebereich zwischen 0% und 100% festlegbar ist.

[0012] Darüber hinaus bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Lampe, wobei asymmetrische Tastverhältnisse von Steuersignalen einer vorgebbaren Taktfrequenz einstellbar ist, welche zur Ansteuerung zweier zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter, getrennt voneinander steuerbarer Halbleiter-Leistungsschalter eines zur Versorgung der Lampe mit Wechselstrom verwendeten Wechselrichters dienen. Dabei sind die asymmetrischen Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale erfindungsgemäß insbesondere hinsichtlich ihrer

Asymmetrie zeitvariant einstellbar oder abhängig von wenigsten einem Rückföhrrsignal regelbar.

[0013] Die asymmetrischen Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale können dabei in einem regelmäßigen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale variiert werden.

[0014] Alternativ dazu können die asymmetrischen Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale in Abhängigkeit von erfassten Betriebsparametern (bspw. Lampenstrom, Lampenspannung bzw. jeweils die DC-Anteil davon, Lampenwiderstand,...), dem Lampenbetriebszustand (bspw. vor/nach Zündung) oder Umgebungsparametern (Temperatur etc.) des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale adaptiv verändert werden.

[0015] Im letzteren Fall werden zunächst Werte zweier asymmetrischer Tastverhältnisse vorgegeben und die Pulsbreiten der beiden zur Ansteuerung des Wechselrichters dienenden Steuersignale gemäß den für die beiden Tastverhältnisse vorgegebenen Werten eingestellt. Im Anschluss daran wird ein durch die vorgenommenen Pulsbreiten-Festlegungen verursachter Gleichsignalanteil eines die effektive Wirkleistungsaufnahme der Lampe repräsentierenden Betriebsparameters erfasst. Der betreffende Betriebsparameter wird dann an ein Regelungs- und Steuerungsmodul weitergeleitet, woraufhin die für die beiden Tastverhältnisse vorgegebenen Werte abhängig von dem erfassten Betriebsparameter neu eingestellt werden, so dass der vorgenannte Gleichsignalanteil, gemittelt über die Anzahl der vorgenannten Taktzyklen, im Wesentlichen gleich Null ist.

[0016] Bei den als Regelgröße in Betracht kommenden Betriebsparametern kann es sich erfindungsgemäß um Lampen- und/oder Umgebungsparameter handeln, beispielsweise um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil der Lampenbrennspannung U_{LA} bzw. um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil des durch die Lampe fließenden Stroms I_{LA} , um die der Lampe im Brenn- bzw. Dimmbetrieb zugeführte effektive Wirkleistung $P_{W,eff}$ um die errechnete Lampenimpedanz Z_{LA} bei positiver bzw. negativer Halbwelle des Lampenstroms oder um ein Detektorausgangssignal zur Erfassung eines Flackerns der Lampe, eines unangemessen hohen Temperaturanstiegs oder einer die Stabilität der Regelung beeinträchtigenden Störgröße (z.B. einer infolge einer Überlast aufgetretenen Störspannungsspitze). Die erfindungsgemäße Regelung des Tastverhältnisses kann dabei auch abhängig von der Betriebsart der Energieversorgung (Normalbetrieb oder Notstrombetrieb) erfolgen. Darüber hinaus kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass zur Regelung der von der Lampe aufgenommenen effektiven Wirkleistung der exakte Signalverlauf des Lampenstroms I_{LA} erfasst, abgetastet, quantisiert und in digitalisierter Form ausgewertet wird, da dieser auf das Betriebsverhalten der Lampe sowohl im Brennals auch im Dimmbetrieb einen entscheidenden Einfluss hat.

[0017] Nach einer Variante der vorliegenden Erfindung kann die Regelung der von der Lampe aufgenommenen effektiven Wirkleistung so erfolgen, dass bei einer Beaufschlagung des Lampenstroms mit einem Gleichstromanteil Letzterer, gemittelt über eine vorgebbare Zeitdauer, im Wesentlichen gleich Null ist. Die Generierung dieses Gleichstromanteils erfolgt dabei mit Hilfe einer asymmetrischen Halbbrückeansteuerung über ein digitales Steuersignal einer vorzugsweise hohen Taktrate und einem dementsprechend kleinen Abtastintervall,

5 um den Gleichstromanteil entsprechend niedrig zu halten, da bei manchen Lampentypen schon ein verhältnismäßig geringer Gleichstromanteil in Bezug auf das Walmverhalten der Lampe kritisch ist.

[0018] Die Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale können erfindungsgemäß entweder einem durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale jeweils vorgegebenen, von der Zeit abhängigen Funktionsverlauf folgen oder kurzzeitig Zufalls-

20 werte aus einem den Wert 50 % ausschließenden Wertebereich zwischen 0 % und 100 % annehmen. Eine durch diese zufälligen Tastverhältnisse kurzzeitig verursachte Änderung der von der Lampe aufgenommenen effektiven Wirkleistung wird dann nach Verstreichen einer vorgebbaren Anzahl von Taktzyklen wieder ausgeglichen, indem entsprechend abgeänderte Tastverhältnisse eingestellt werden.

[0019] Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale entweder voneinander unabhängig eingestellt werden oder zueinander korreliert sind, also über einen funktionalen Zusammenhang voneinander abhängen.

[0020] Die Tastverhältnisse können abhängig von einem Dimmlevel der Lampe eingestellt werden.

[0021] Außerdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Steuerungsmodul zur Implementierung des vorstehend beschriebenen Verfahrens.

[0022] Die vorliegende Erfindung bezieht sich darüber hinaus auf ein elektronisches Vorschaltgerät zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Entladungslampe, welches einen mit einer Gleichspannung gespeisten, zur Versorgung der Lampe mit Wechselstrom dienenden Wechselrichter in Form zweier zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter, getrennt voneinander steuerbarer Halbleiter-Leistungsschalter aufweist sowie ein Steuerungsmodul zur getrennten Ansteuerung der beiden Halbleiter-Leistungsschalter mit zwei digitalen Wechselrichter-Steuersignalen einer vorgebbaren Taktfrequenz,

45 wobei die Tastverhältnisse dieser Wechselrichter-Steuersignale asymmetrische Werte aufweisen. Um die von der Entladungslampe aufgenommene effektive Wirkleistung steuern zu können, sind die asymmetrischen Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale erfindungsgemäß zeitvariant einstellbar.

[0023] Das vorgenannte elektronische Vorschaltgerät kann dabei über eine der Wechselrichterhalbbrücke vorgeschaltete, an deren Versorgungsspannungseingang

angeschlossene Leistungsfaktorkorrekturschaltung mit einem integrierten, über ein pulsbreitenmoduliertes Leistungsfaktor-Steuersignal angesteuerten Halbleiter-Leistungsschalter zur Kompensation der von der Entladungslampe im Brenn- bzw. Dimmbetrieb aufgenommenen Blindleistung verfügen. Um den Leistungsfaktor der von der Lampe aufgenommenen Leistung steuern zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Leistungsfaktor-Steuersignal in Abhängigkeit von erfassten Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation adaptiv veränderbar ist.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nummehr, Bezug nehmend auf die begleitenden Zeichnungen und anhand einer detaillierten Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung, erläutert.

- Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines elektronischen Lampenvorschaltgeräts (EVG),
- Fig. 2 zeigt eine schaltungstechnische Realisierung des in Fig. 1 dargestellten elektronischen Lampenvorschaltgeräts (EVG) mit einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach dem Stand der Technik,
- Fig. 3a+b zeigen zwei Spannungs-Zeit-Diagramme, in denen die zeitlichen Verläufe zweier während zwei aufeinanderfolgender Taktzyklen erzeugter pulsbreitenmodulierter Steuersignale zur Ansteuerung der beiden Leistungstransistoren einer Wechselrichterhalbbrücke dargestellt sind,
- Fig. 3c zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der zeitliche Verlauf eines während der zwei aufeinanderfolgenden Taktzyklen erzeugten pulsbreitenmodulierten Steuersignals dargestellt ist, welches zur Ansteuerung des Leistungsschalters in der aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung verwendet wird,
- Fig. 3d zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der näherungsweise sinusförmige, entlang der Zeitachse verschobene Verlauf der Lampenbrennspannung bei Variation der Tastverhältnisse der beiden pulsbreitenmodulierten Steuersignale zur Steuerung der beiden zum Betrieb der Wechselrichterhalbbrücke benötigten Leistungstransistoren dargestellt ist, und,
- Fig. 4 zeigt ein Beispiel für eine zeitliche Änderung des Tastverhältnisses ("Duty Cycle")

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0025] In den folgenden Abschnitten werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen im Detail beschrieben.

[0026] In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild eines elektronischen Lampenvorschaltgeräts (EVG) gemäß vorliegender Erfindung abgebildet, welches zur Regelung des Betriebs einer über das EVG angesteuerten wechselstrombetriebenen Entladungslampe dient.

[0027] Ein als "PWM-Modul" bezeichneter Pulsbreitenmodulator mit nachgeschaltetem Treiber dient dabei zur Ansteuerung eines zur Wechselstromversorgung der Lampe LA dienenden, mit einer Gleichspannung U_V gespeisten Wechselrichters DC/AC. Mit Hilfe des Pulsbreitenmodulators PWM werden die Pulsbreiten t_{ein1} bzw. t_{ein2} und damit die Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 zweier Steuerspannungen U_{G1} und U_{G2} für die Steueranschlüsse der beiden Schalter des Halbbrücken-Wechselrichters variiert. Die Ansteuerung des Pulsbreitenmodulators PWM erfolgt dabei in Abhängigkeit von zwei digitalen Stellgrößen, die von zwei Datenausgängen einer als "R&S-Modul" bezeichneten digitalen Regelungs- und Steuerungseinrichtung geliefert werden. Dieser werden Messsignale betreffend abgeriffener Betriebsparameter als Regelgrößen zugeführt.

[0028] Bei diesen Messsignalen kann es sich zum Beispiel um zwei Messspannungen U_{M1} und U_{M2} handeln, die zu jeweils einem der durch die beiden Lampenelektroden (W_1 bzw. W_2) fließenden Wendelströme I_{W1} bzw. I_{W2} proportional sind.

[0029] Die Regelungs- und Steuerungseinrichtung regelt die beiden vorgenannten Stellgrößen dabei abhängig von dem an den erfassten Messsignalen sowie abhängig von einer über einen Sollwerteingang vorgebbaren Führungsgröße für die im Brenn- bzw. Dimmbetrieb von der Entladungslampe LA zu erzeugende Strahlungsleistung.

[0030] Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen einer über den Lastkreis LK des elektronischen Lampenvorschaltgeräts abgegriffenen Messspannung U_{M1} bzw. U_{M2} und einer den vorgenannten Sollwert $\Phi_{LA, soll}$ repräsentierenden Referenzspannung U_{ref} verändert die Regelungs- und Steuerungseinrichtung die Frequenz und/oder die Tastverhältnisse d_1 bzw. d_2 der zur Ansteuerung der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC benötigten Steuerspannungen U_{G1} und U_{G2} so, dass dieser Sollwert zumindest näherungsweise erreicht wird.

[0031] Zur Stabilisierung des von der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC zwecks Reduzierung der von der Lampe im Brenn- bzw. Dimmbetrieb aufgenommenen Blindleistung auf einen Wert nahe Eins erhöhten Leistungsfaktors der Gesamtschaltung dient erfindungsgemäß ein als "Leistungsfaktorregelungsschaltung" bezeichneter weiterer Leistungsregelkreis LRK₃, dessen Regelstrecke durch die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC gebildet wird. Dabei wird ein in die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC integrierter Halbleiter-Lei-

stungsschalter mit einer pulsbreitenmodulierten Steuerspannung U_{G3} angesteuert, welche ebenfalls von dem vorgenannten Pulsbreitenmodulator mit nachgeschaltetem Treiber-IC geliefert wird. Der Pulsbreitenmodulator PWM sorgt dabei für eine Variation der Pulsbreite t_{ein3} und damit des Tastverhältnisses d_3 der zur Ansteuerung dieses Halbleiter-Leistungsschalters benötigten, von dem Treiber-IC generierten Steuerspannung U_{G3} . Die Ansteuerung des Pulsbreitenmodulators PWM erfolgt erfundungsgemäß in Abhängigkeit von einer digitalen Stellgröße, die von einem zusätzlichen Datenausgang der digitalen Regelungs- und Steuerungseinrichtung geliefert wird.

[0032] Die Regelungs- und Steuerungseinrichtung regelt die vorgenannte Stellgröße dabei abhängig von einer Regelgröße, bei der es sich zum Beispiel um die am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC bereitgestellte Versorgungsspannung U_V des Wechselrichters DC/AC oder um den Ausgangstrom der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC handeln kann, sowie abhängig von der an dem vorgenannten Sollwerteingang vorliegenden Führungsgröße $\Phi_{LA, soll}$ für die im Brenn- bzw. Dimmbetrieb von der Entladungslampe LA zu erzeugende Strahlungsleistung Φ_{LA} .

[0033] Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen der über den Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC abgegriffenen Regelgröße und der die vorgenannte Führungsgröße $\Phi_{LA, soll}$ repräsentierenden Referenzspannung U_{ref} ändert die Regelungs- und Steuerungseinrichtung das Tastverhältnis d_3 der zur Ansteuerung des in die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC integrierten Halbleiter-Leistungsschalters benötigten Steuerspannungen U_{G3} so, dass dieser Sollwert zumindest näherungsweise erreicht wird.

[0034] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist das erfundungsgemäß EVG über ein zur Funkentstörung und Filterung von Netzoberwellen dienendes Schaltnetzteil OWF an ein Wechselstromnetz angeschlossen. Das gefilterte Ausgangssignal des Oberwellenfilters OWF wird einer Gleichrichterschaltung AC/DC zugeführt, die die Netzwechselspannung in eine gleichgerichtete Zwischenkreisspannung umwandelt und diese über die vorgenannte Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC, welche zur Oberwellenfilterung und Glättung der von der Gleichrichterschaltung AC/DC gelieferten Spannung sowie zur Kompensation der von der Lampe im Brenn- bzw. Dimmbetrieb aufgenommenen Blindleistung dient, der Wechselrichterschaltung DC/AC als Versorgungsspannung U_V zuführt. Die Wechselrichterschaltung DC/AC dient dabei als steuerbare Wechselspannungsquelle, welche die gleichgerichtete und mit Hilfe eines Ladekondensators C geglättete Zwischenkreisspannung in eine hochfrequente Wechselspannung einstellbarer Frequenz umwandelt, die zum Betrieb der Entladungslampe LA verwendet wird.

[0035] Der Ausgang des Wechselrichters DC/AC ist mit einem Lastkreis LK verbunden, über den die von dem EVG betriebene Entladungslampe LA angesteuert wird.

Der Lastkreis LK umfasst dabei einen Resonanzkreis SRK, über den die hochfrequente Wechselspannung am Ausgang der Wechselrichterschaltung DC/AC der Entladungslampe LA zugeführt wird.

5 **[0036]** Um die Lebensdauer der Lampe zu verlängern, kann das erfundungsgemäß EVG optional auch über einen zum Vorheizen der beiden Lampenelektroden W_1 bzw. W_2 dienenden Heizkreis HzK verfügen. Dieser kann beispielsweise einen aus einer Primärwicklung und zwei 10 getrennten Sekundärwicklungen bestehenden Heiztransformator HzTr umfassen, dessen Sekundärwicklungen L_{s1} und L_{s2} , wie in Fig. 2 dargestellt, beispielsweise zu den als Wendeln ausgebildeten Lampenelektroden W_1 bzw. W_2 der Entladungslampe LA in Serie geschaltet sind.

15 **[0037]** Das elektronische Vorschaltgerät verfügt über ein Steuerungsmodul μC , welches verschiedene Betriebsparameter des elektronischen Vorschaltgerätes überwacht und ein Steuersignal für den Wechselrichter DC/AC erzeugt, um die Frequenz der von diesem erzeugten Wechselspannung bzw. die Pulsbreite seiner Steuersignale einzustellen.

20 **[0038]** So kann das Steuerungsmodul μC beispielsweise die Lampenbrennspannung U_{LA} , die Vorheizspannung U_H , den Lampenbetriebsstrom I_{LA} , die Impedanz Z_{LK} des Lastkreises LK und/oder die von der Gleichrichterschaltung AC/DC bereitgestellte gleichgerichtete Zwischenkreisspannung U_V überwachen und die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters bzw. die Pulsbreiten 25 seiner Steuersignale derart einstellen, dass die jeweils erfassten Betriebsparameter einen vorgegebenen Grenzwert nicht über- bzw. unterschreiten, dass die dem Gleichrichter AC/DC entnommene Leistung möglichst konstant ist und dass durch die Entladungslampe LA ein möglichst konstanter Lampenstrom I_{LA} fließt bzw. an der Lampe LA eine möglichst konstante Lampenbrennspannung U_{LA} anliegt.

30 **[0039]** Das elektronische Vorschaltgerät kann dabei eine Reihe von Fehlerdetektoren aufweisen, die bestimmte Betriebsparameter des EVGs, insbesondere des Lastkreises LK, überwachen und bei Erfassen eines bestimmten Fehlerzustands eine entsprechende Ansteuerung des Wechselrichters DC/AC herbeiführen, z.B. um das Auftreten einer Überspannung an der Entladungslampe LA zu verhindern.

35 **[0040]** Das Steuerungsmodul μC des elektronischen Vorschaltgerätes dient dabei zur Ansteuerung eines Pulsbreitenmodulators mit nachgeschaltetem Treiber-IC, welcher die Steuersignale für die beiden eingangs beschriebenen Wechselrichterschalter T_1 und T_2 erzeugt, wobei die Tastverhältnisse der Steuersignale und insbesondere deren Asymmetrie zeitvariant eingestellt werden kann.

40 **[0041]** Die Änderung der Tastverhältnisse erfolgt langsam im Vergleich zu der Frequenz des Wechselrichters.

[0042] Die zeitliche Veränderung kann sprunghaft ("harte Kommutierung") oder graduell, d.h. in der Art einer Rampe erfolgen ("weiche Kommutierung").

[0043] So werden die Steuersignale für die beiden Wechselrichterschalter im Brenn- und Dimmbetrieb der Entladungslampe LA vorzugsweise mit einem asymmetrischen Tastverhältnis ausgegeben, wodurch ein insbesondere bei niedrigen Dimmleveln zu beobachtendes Walmen der Lampe LA reduziert wird, während im Vorheiz- und Zündbetrieb der Lampe LA vorzugsweise mit symmetrischen Steuersignalen gearbeitet wird.

[0044] Eine mögliche schaltungstechnische Realisierung des in Fig. 1 skizzierten elektronischen Lampenvorschaltgeräts mit einer in Form einer Halbbrückenschaltung gegebenen, aus zwei zueinander in Serie geschalteten steuerbaren Halbleiter-Leistungsschaltern bestehenden Wechselrichterschaltung DC/AC, deren Leistungsschalter T_1 bzw. T_2 mit zwei pulsbreitenmodulierten Steuersignalen U_{G1} bzw. U_{G2} über einen als "Treiber-IC" bezeichneten Brückentreibers angesteuert werden, ist in Fig. 2 dargestellt. Die Serienschaltung der beiden Wechselrichterschalter T_1 und T_2 ist dabei zwischen die spannungsführende Ausgangsleitung der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC und den Masseknoten des EVGs geschaltet. Als Versorgungsspannung U_v wird der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC über den Ladekondensator C eine geglättete, gleichgerichtete Netzwechselspannung U_{e1} zugeführt.

[0045] Das aus dem Verbindungsknoten zwischen den beiden steuerbaren Halbleiter-Leistungsschaltern T_1 bzw. T_2 und dem Masseknoten gebildete Ausgangstor der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC ist bei diesem Ausführungsbeispiel über einen in den Lastkreis LK integrierten, aus einer Resonanzinduktivität L_{res} und einer dazu in Serie geschalteten Resonanzkapazität C_{res} bestehenden Serienresonanzkreis mit einer (W_2) der beiden als Wendeln ausgeführten Lampenelektroden W_1 und W_2 verbunden. Die andere Lampenelektrode (W_1) ist über einen Koppelkondensator C_K mit dem dem Ausgang der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC abgewandten Ende der Resonanzinduktivität L_{res} verbunden, wobei die Serienschaltung aus dem Koppelkondensator C_K und der aus der Entladungslampe LA bestehenden Lastimpedanz Z_{LA} zur Resonanzkapazität C_{res} des Serienresonanzkreises SRK parallel geschaltet ist.

[0046] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Versorgungsspannung U_v der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC durch ein in periodischer Folge alternierend durchgeführtes Ein- und Ausschalten der beiden elektronisch steuerbaren Leistungsschalter T_1 und T_2 in eine hochfrequente Wechselspannung umgewandelt, die vom Wechselrichter DC/AC an den Serienresonanzkreis SRK abgegeben wird. Dessen Resonanzkapazität C_{res} hat dabei die Funktion eines Zündkondensators. Zum Zünden der Lampe LA wird die Frequenz der vom Wechselrichter DC/AC gelieferten Wechselspannung in die Nähe der Resonanzfrequenz $f_0 = (2\pi)^{-1} \cdot (L_{res} C_{res})^{-1/2}$ des Serienresonanzkreises SRK verschoben. Hierbei tritt in der am Zündkondensator C_{res} anliegenden Spannung eine Spannungsüberhöhung auf, durch die die Entladungslampe LA gezündet wird.

[0047] Darüber hinaus ist die zur Verhinderung einer Belastung des Energieversorgungsnetzes mit Blindleistung dienende Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC bei dem in Fig. 2 skizzierten Ausführungsbeispiel des

5 erfindungsgemäßen EVGs als eine durch einen Gleichspannungs-Hochsetzsteller (engl.: "Boost-Converter" bzw. "Step-Up-Converter") gebildete aktive Leistungsfaktorkorrekturschaltung nach dem Stand der Technik realisiert. Der Gleichspannungs-Hochsetzsteller besteht 10 dabei aus einem Netzgleichrichter AC/DC, einer mit dessen spannungsführendem Ausgang verbundenen, als strombegrenzende Speicherdrossel wirkenden Induktivität L , einer in Serie zu dieser Induktivität L geschalteten Diode D sowie einem ausgangsseitigen, zu der Diode D 15 in Serie geschalteten Ladekondensator C zur Aufstokkung der erhaltenen Ausgangsspannung U_{aus} . Die Induktivität L ist dabei durch einen zu der Serienschaltung aus Diode D und Ladekondensator C parallel geschalteten, über den vorgenannten Pulsbreitenmodulator PWM 20 mit nachgeschaltetem Treiber-IC angesteuerten Halbleiter-Leistungsschalter, welcher z.B. als Gate Turn Off-Thyristor oder, wie in Fig. 2 skizziert, als selbstsperrender n-Kanal-MOS-Feldeffekttransistor T_3 realisiert sein kann, gegen Masse geschaltet.

25 **[0048]** Bei einem erstmaligem Anliegen einer Eingangsgleichspannung U_{ein} wird der Ladekondensator C über die Diode D auf die Spannung U_c aufgeladen, bei der es sich um die Ausgangsspannung U_{aus} der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC handelt. Im stationären Betrieb wird der Halbleiter-Leistungsschalter S_3 dann für die Dauer einer Einschaltzeit $t_{ein3} = d_3/f_{a3} = d_3 \cdot T_3$, die über ein von einem Pulsbreitenmodulator PWM eingestelltes Tastverhältnis d_3 und die Taktrate $f_{a3} = 1/T_3$ eines zur Ansteuerung des Halbleiter-Leistungsschalter 30 S_3 verwendeten Steuersignals vorgebar ist, auf Durchlassbetrieb geschaltet, so dass der aus der Diode D und der dazu in Serie geschalteten Parallelschaltung aus Ladekondensator C und Lastimpedanz Z_L bestehende Lastkreis LK für die Dauer von t_{ein3} kurzgeschlossen 35 wird. Dabei fällt an der Induktivität L die gleichgerichtete Eingangsspannung U_{ein} ab, und der durch die Induktivität L fließende Eingangsstrom $I_{ein} = I_L = (1/j\omega L) \cdot U_L$ und somit die in der Induktivität L gespeicherte magnetische Energie $W_L = \frac{1}{2} L \cdot |I_L|^2$ steigen an. An der Diode D liegt 40 während dieser Zeitdauer die Sperrspannung $U_D = -U_L$ an.

45 **[0049]** Bei Erreichen eines vorgegebenen Stromhöchstwerts wird der Halbleiter-Leistungsschalter S_3 für die Dauer einer durch den Ausdruck $t_{aus3} = T_3 - t_{ein3} = T_3 \cdot (1 - d_3)$ gegebenen Ausschaltzeit t_{aus3} auf Sperrbetrieb geschaltet, so dass die auf Masse bezogene Spannung am Verbindungsknoten K von Induktivität L und Diode D schnell ansteigt, bis sie die im Ladekondensator C gespeicherte Spannung U_C übersteigt und dabei die Diode D öffnet. Der Spulenstrom I_L kommutiert dann auf 50 die Diode D und fließt über den Lastkreis weiter, wobei das Magnetfeld der Induktivität L zusammenbricht und der Ladekondensator C weiter aufgeladen wird. Dabei 55

ist $U_D = 0$, und die Ausgangsspannung U_{aus} wird durch Nachladung des Ladekondensators C kurzzeitig auf den Wert $U_{aus} = U_{ein} - j\omega L \cdot I_{ein} > U_{ein}$ erhöht, wodurch der Ausgangstrom I_{aus} auf $I_{aus} = I_{ein} = (U_{ein} - U_{aus})/j\omega L$ verringert wird. Der zeitliche Mittelwert des Spannungsabfalls $U_L = j\omega L \cdot I_L$ an der Induktivität L ist dabei Null. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC liefert somit an ihrem Ausgangstor eine definierte Gleichspannung U_{aus} , deren Betrag größer ist als der betragsmäßige Spitzenwert der momentanen Wechselspannung U_{ein} am Eingangstor des Gleichrichters AC/DC. Da die Schaltung in sich weder kurzschluss- noch leerlauffest ist, muss sie entweder genau an die Lastimpedanz Z_L des Lastkreises LK angepasst werden, oder der Halbleiter-Leistungsschalter T_3 muss, wie vorliegend der Fall, über einen Regelkreis angesteuert werden, um eine Überspannung oder einen Überstrom am Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC zu verhindern.

[0050] In Fig. 3a und 3b sind zwei Spannungs-Zeit-Diagramme dargestellt, in denen die zeitlichen Verläufe der beiden während zwei aufeinanderfolgender Taktzyklen erzeugten, an die Steuerelektroden der beiden Wechselrichter-Leistungsschalter T_1 und T_2 angelegten pulsbreitenmodulierten Steuerspannungen U_{G1} und U_{G2} beispielhaft in Form zweier getakteter Rechteckspannungen abgebildet sind. "High"- und "Low"-Pegel dieser beiden digitalen Steuerspannungen wechseln dabei in regelmäßiger, durch die Taktfrequenz des Wechselrichters vorgegebenen Folge alternierend ab, wobei die Spannung U_{G1} innerhalb der Ausschaltzeit von U_{G2} ihren "High"-Pegel und die Spannung U_{G2} innerhalb der Ausschaltzeit von U_{G1} ihren "High"-Pegel annimmt. Auf diese Weise werden die beiden Leistungstransistoren T_1 und T_2 der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC so gesteuert, dass T_1 sperrt, während T_2 gerade leitet und umgekehrt.

[0051] Wie anhand der in diese beide Diagramme fett eingezeichneten bidirektionalen Pfeile zu erkennen ist, können sowohl die fallenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung U_{G1} als auch die steigenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung U_{G2} innerhalb der durch den jeweiligen Taktzyklus dieser Signale vorgegebenen Taktdauern T_1 bzw. T_2 in beiden Richtungen entlang der Zeitachse verschoben werden, so dass die durch die jeweiligen Einschaltzeiten t_{ein1} bzw. t_{ein2} und die Taktdauern $T_1 = t_{ein1} + t_{aus1}$ und $T_2 = t_{ein2} + t_{aus2}$ der beiden Steuerspannungen U_{G1} und U_{G2} gegebenen Tastverhältnisse $d_1 = t_{ein1}/T_1 = 1 - t_{aus1}/T_1$ bzw. $d_2 = t_{ein2}/T_2 = 1 - t_{aus2}/T_2$ in jedem Taktzyklus andere Werte innerhalb eines den Wert 50 % ausschließenden Wertebereichs zwischen 0 % und 100 % annehmen können.

[0052] Dabei kann erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, die steigenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung U_{G1} als auch die fallenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung U_{G2} oder sowohl die steigenden als auch die fallenden Taktflanken beider Steuerspannungen innerhalb der durch den jeweiligen Taktzyklus dieser Signale vorgegebenen Takt-

dauern T_1 bzw. T_2 entlang der Zeitachse zu verschieben, so dass d_1 und d_2 Werte aus dem vorgenannten Wertebereich annehmen. Die in jedem Takt oder nach einer vorgebbaren Anzahl von Takten neu durchzuführende Einstellung der Tastverhältnisse von U_{G1} und U_{G2} kann dabei unabhängig voneinander oder aneinander gekoppelt erfolgen, wobei im letzteren Fall d_2 als Funktion von d_1 oder auf den gleichen Wert wie d_1 eingestellt werden kann.

[0053] Betrag und Richtung der Änderungen von d_1 und d_2 werden dabei erfindungsgemäß so gesteuert, dass ein durch die asymmetrische Halbbrückensteuerung generierter Gleichstromanteil des Lampenstroms I_{LA} , gemittelt über eine vorgebbare Anzahl von Taktzyklen, im Wesentlichen gleich Null ist.

[0054] Fig. 3c zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der zeitliche Verlauf einer während dieser zwei aufeinanderfolgenden Taktzyklen erzeugten pulsbreitenmodulierten Steuerspannung U_{G3} dargestellt ist, die zur Ansteuerung der Steuerelektrode des integrierten Halbleiter-Leistungsschalters T_3 in der als Gleichspannungs-Hochsetzsteller realisierten aktiven Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC verwendet wird. In Fig. 3c ist diese Steuerspannung als Rechteckspannung mit einem Tastverhältnis von 50 % dargestellt. Allerdings kann auch hier erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die fallenden und/oder steigenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung U_{G3} innerhalb der durch den jeweiligen Taktzyklus dieses Signals vorgegebenen Taktdauer T_3 entlang der Zeitachse verschoben werden können, so dass das durch die Einschaltzeit t_{ein3} und die Taktdauer $T_3 = t_{ein3} + t_{aus3}$ der Steuerspannung U_{G3} gegebene Tastverhältnis $d_3 = t_{ein3}/T_3 = 1 - t_{aus3}/T_3$ in jedem Taktzyklus oder nach einer vorgebbaren Anzahl von Takten andere Werte innerhalb eines den Wert 50 % ausschließenden Wertebereichs zwischen 0 % und 100 % annehmen kann.

[0055] Fig. 3d zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der näherungsweise sinusförmige, entlang der Zeitachse verschobene Verlauf der Lampenbrennspannung U_{LA} bei Variation der Tastverhältnisse d_1 und/oder d_2 der beiden pulsbreitenmodulierten Steuersignale U_{G1} und U_{G2} zur Steuerung der beiden zum Betrieb der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC benötigten Halbleiter-Leistungsschalter T_1 und T_2 dargestellt ist. Wie aus Fig. 3d zu erkennen ist, ist die Größe der Verschiebung von U_{LA} entlang der Zeitachse proportional zur Summe $|d_1| + |d_2|$ der in dem unmittelbar vorhergehenden Taktzyklus vorgenommenen Änderungen der beiden Tastverhältnisse d_1 und d_2 .

[0056] Wie in Figur 4 ersichtlich ist das Tastverhältnis im zeitlichen Mittel gesehen vorzugsweise 50%. Zwischen einem ersten, nahezu stationären Tastverhältnis von mehr als 50% kann das Tastverhältnis dann sprunghaft oder - wie dargestellt - graduell in Form einer Rampe auf unter 50% absinken, um ausgehend von diesem quasi-stationären Wert wieder auf über 50% anzusteigen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb mindestens einer Lampe (LA), deren Leistungsaufnahme durch Vorgabe der Tastverhältnisse (d_1 und d_2) zweier digitaler Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) einstellbar ist, welche zur Ansteuerung zweier zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter, getrennt voneinander steuerbarer Halbleiter-Leistungsschalter (T_1 und T_2) eines zur Versorgung der Lampe (LA) mit Wechselstrom verwendeten Wechselrichters (DC/AC) dienen,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) zeitvariant einstellbar sind.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) in einem regelmäßigen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) verändert werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) auf Werte eines Datensatzes, bestehend aus einer Anzahl in periodischer Folge wiederkehrender Werte aus einem den Wert 50 % ausschließenden Wertebereich zwischen 0 % und 100 %, eingestellt werden.
4. Verfahren gemäß Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) adaptiv verändert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
bei dem die Tastverhältnisse über wenigstens einen Regelkreis (LRK₁ und LRK₂) adaptiv verändert werden.
6. Verfahren nach Anspruch 4,
bei dem die Tastverhältnisse über wenigstens eine Regelschleife und Setzen einer Totzeit in einer Treiberschaltung des Wechselrichters verändert werden.
7. Verfahren gemäß Anspruch 4,
gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:
- Vorgabe von Werten zweier asymmetrischer Tastverhältnisse (d_1 und d_2) und Festlegung der Pulsbreiten der beiden zur Ansteuerung des Wechselrichters (DC/AC) dienenden Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}), und
- Erfassung eines **durch** die vorgenommenen Pulsbreiten-Festlegungen verursachten Gleichsignalanteils eines Betriebsparameters,
- wobei die Asymmetrie der beiden Tastverhältnisse (d_1 und d_2) abhängig von dem erfassten Betriebsparameter derart eingestellt wird, dass der vorgenannte Gleichsignalanteil im zeitlichen Mittel im Wesentlichen gleich Null ist.
- 15 8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei den Betriebsparametern des Lampenbetriebs um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil der Lampenbrennspannung (\underline{U}_{LA}) bzw. um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil des durch die Lampe (LA) fließenden Stroms (\underline{I}_{LA}), um die der Lampe (LA) im Brenn- bzw. Dimmbetrieb zugeführte effektive Wirkleistung ($P_{w,eff}$), um die Impedanz (Z_{LA}) der Lampe bei positiver bzw. negativer Halbwelle des Lampenstroms (\underline{I}_{LA}) und/oder um ein Detektorausgangssignal zur Erfassung eines Flackerns der Lampe (LA), eines unangemessen hohen Temperaturanstiegs oder einer die Stabilität der Regelung beeinträchtigenden Überlastspannung handelt.
- 20 9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Regelung der von der Lampe (LA) aufgenommenen effektiven Wirkleistung ($P_{w,eff}$) so erfolgt, dass der Gleichstromanteil (I_{DC}) im zeitlichen Mittel im Wesentlichen gleich Null ist.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) einem durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) jeweils vorgegebenen, von der Zeit abhängigen Funktionsverlauf folgen.
- 30 11. Verfahren nach Anspruch 10,
bei dem ein gradueller Funktionsverlauf für den Übergang von einem ersten bspw. stationären Tastverhältnis zu einem zweiten bspw. stationären Tastverhältnis vorgegeben wird.
- 35 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wech-

- selrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) kurzzeitig Zufallswerte aus einem den Wert 50 % ausschließenden Wertebereich zwischen 0 % und 100 % annehmen und eine durch diese zufälligen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) kurzzeitig verursachte Änderung der von der Lampe (LA) aufgenommenen effektiven Wirkleistung ($P_{w,eff}$) nach Verstreichen einer vorgebaren Anzahl von Taktzyklen wieder ausgeglichen wird, indem entsprechend abgeänderte Tastverhältnisse (d_1 und d_2) eingestellt werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) voneinander unabhängig eingestellt werden.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) über einen funktionalen Zusammenhang voneinander abhängig sind.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) abhängig vom Dimmlevel der Lampe einstellbar sind.
16. Steuerungsmodul zur Implementierung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
17. Elektronisches Vorschaltgerät für eine Entladungslampe (LA), aufweisend
- einen zur Versorgung der Lampe (LA) mit Wechselstrom dienenden Wechselrichter (DC/AC) in Form zweier zu einer Halbbrücke in Serie geschalteter Schalter (T_1 und T_2) und
 - ein Steuerungsmodul (μ C) zur Ansteuerung der beiden Schalter (T_1 und T_2) mit zwei pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignalen (U_{G1} und U_{G2}), wobei die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) dieser Wechselrichter-Steuersignale vorzugsweise asymmetrische Werte aufweisen,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) zeitvariant einstellbar sind.
18. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) in einem regelmäßigen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) veränderbar sind.
19. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass**
die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) auf Werte eines abgespeicherten Datensatzes, bestehend aus einer Anzahl in periodischer Folge wiederkehrender Werte aus einem den Wert 50 % ausschließenden Wertebereich zwischen 0 % und 100 %, einstellbar sind.
20. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) über zwei getrennte, geschlossene Regelkreise (LRK₁ und LRK₂) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) adaptiv veränderbar sind.
21. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß einem der Ansprüche 17 bis 20, aufweisend eine der Wechselrichterhalbbrücke (DC/AC) vorgesetzte, an deren Versorgungsspannungseingang angeschlossene Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC) mit einem integrierten, über ein pulsbreitenmoduliertes Leistungsfaktor-Steuersignal (U_{G3}) angesteuerten Halbleiter-Leistungsschalter (T_3) zur Kompensation der von der Entladungslampe (LA) im Brenn- bzw. Dimmbetrieb aufgenommenen Blindleistung (P_b),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Leistungsfaktor-Steuersignal (U_{G3}) in Abhängigkeit von erfassten Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation adaptiv veränderbar ist.
22. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß einem der Ansprüche 20 oder 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
es sich bei den Betriebsparametern des Lampenbetriebs um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil der Lampenbrennspannung (U_{LA}) bzw. um den Effektiv- oder Gleichrichtwert, den Gleich- und/oder Wechselsignalanteil des durch die Lampe (LA) fließenden Stroms (I_{LA}), um die der Lampe (LA) im Brenn- bzw. Dimmbetrieb zugeführte effektive Wirkleistung ($P_{w,eff}$), um die Impedanz (Z_{LA}) der Lampe bei po-

sitiver bzw. negativer Halbwelle des Lampenstroms (I_{LA}) oder um ein Detektorausgangssignal zur Erfassung eines Flackerns der Lampe (LA), eines unangemessen hohen Temperaturanstiegs oder einer die Stabilität der Regelung beeinträchtigenden Überlastspannung handelt.

23. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 17 bis 21,
bei dem das Steuermodul die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (U_{G1} und U_{G2}) abhängig vom Dimmlevel der Lampe einstellt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

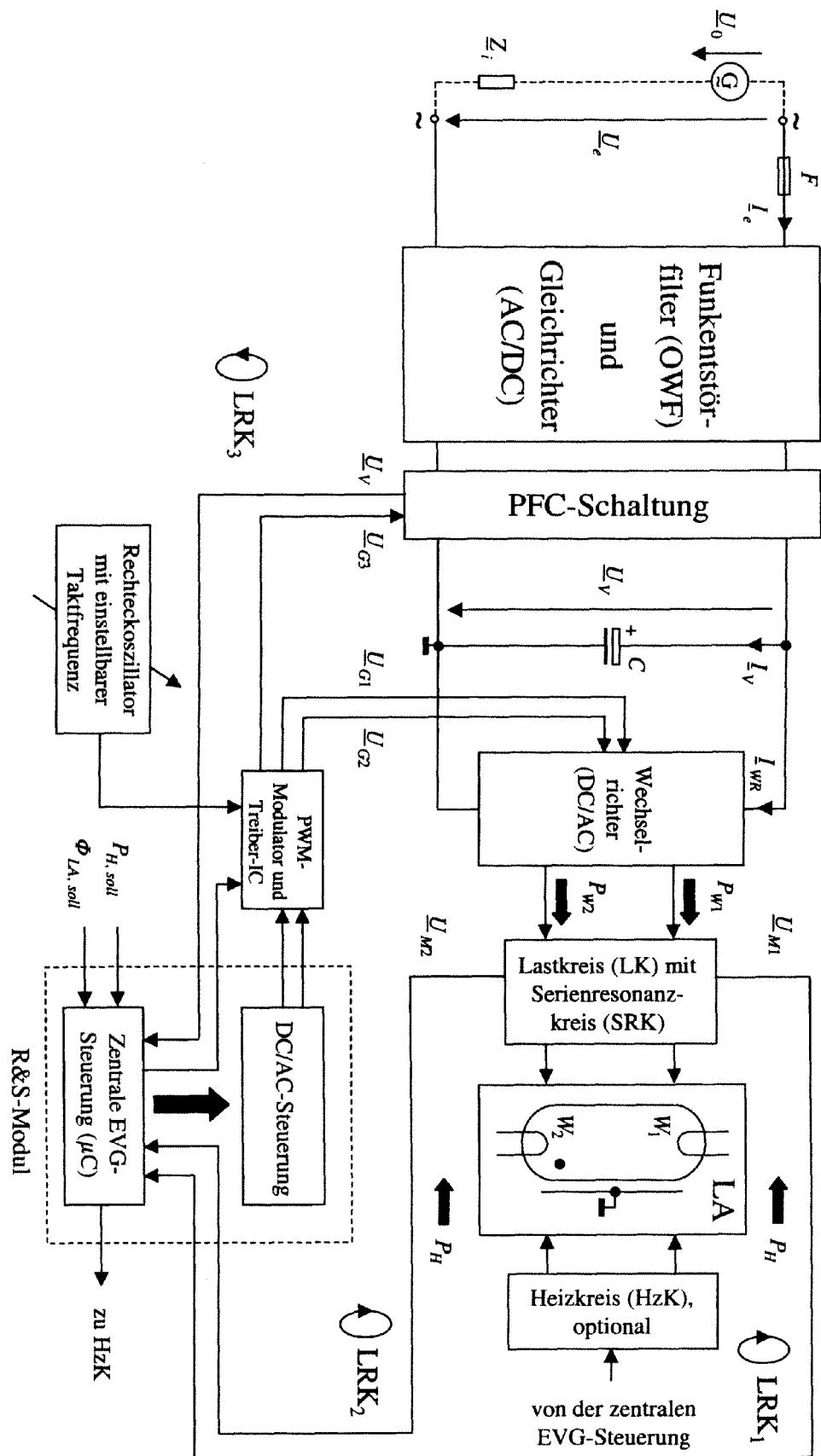


Fig. 1

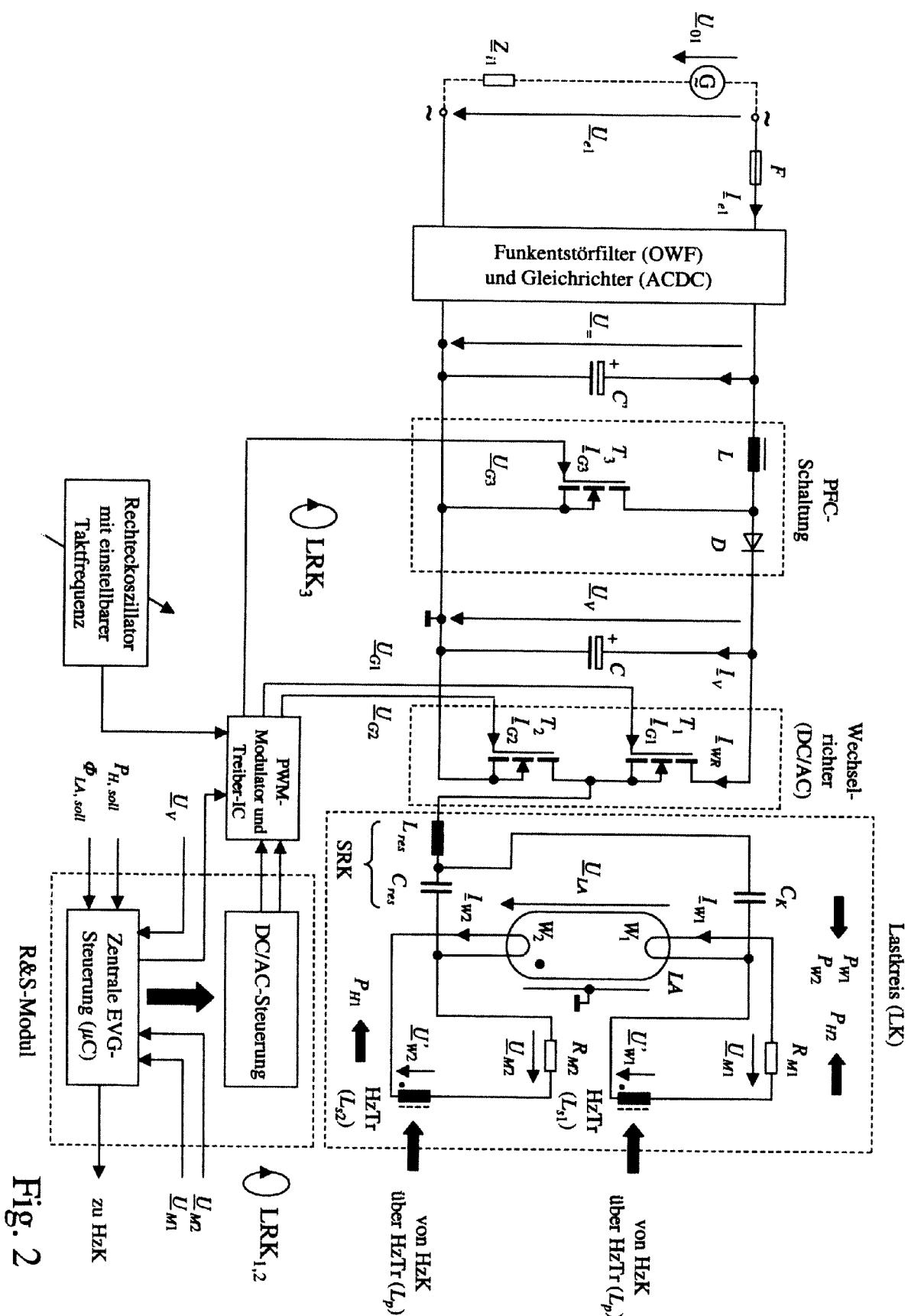


Fig. 2

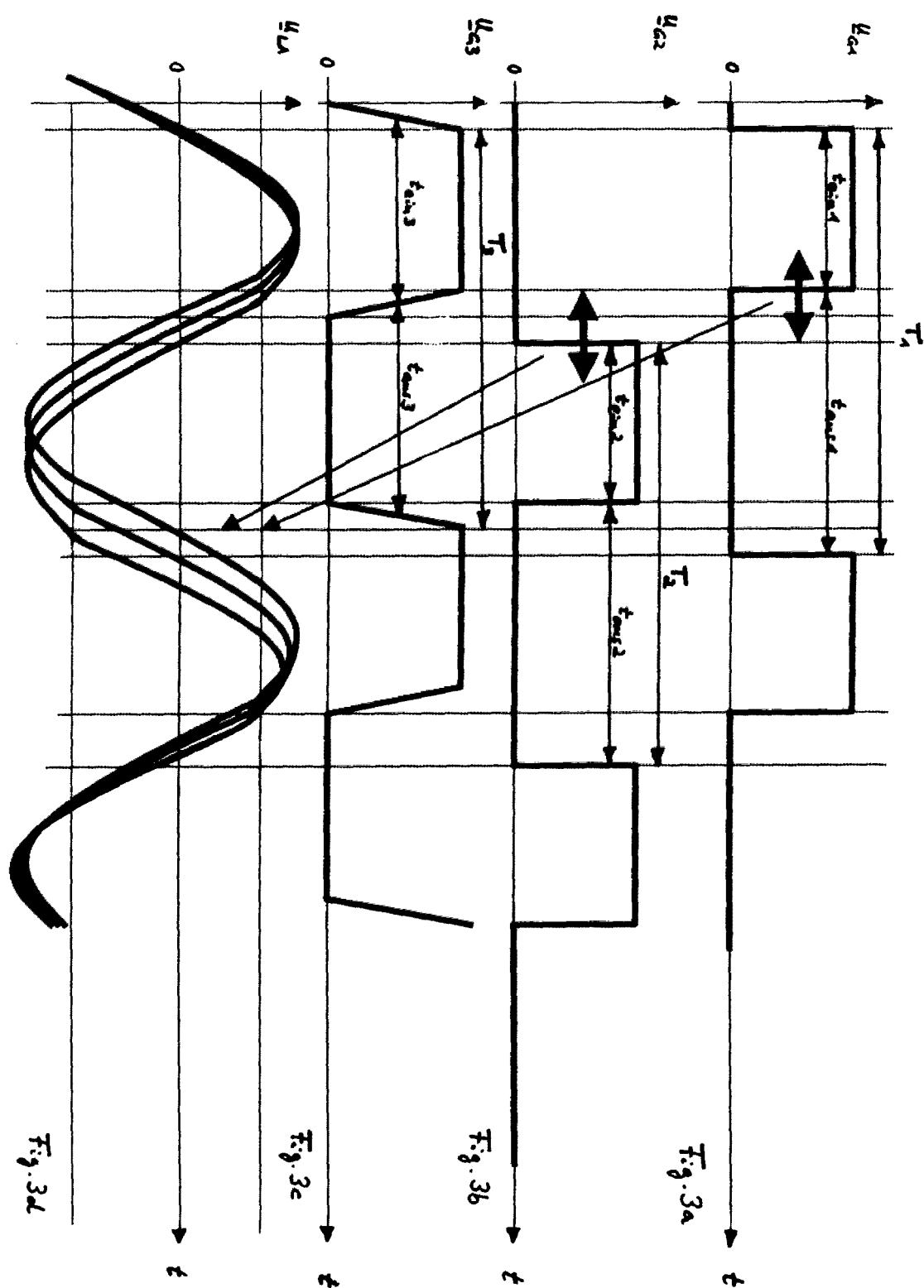


Fig. 3d

Fig. 3e

Fig. 3b

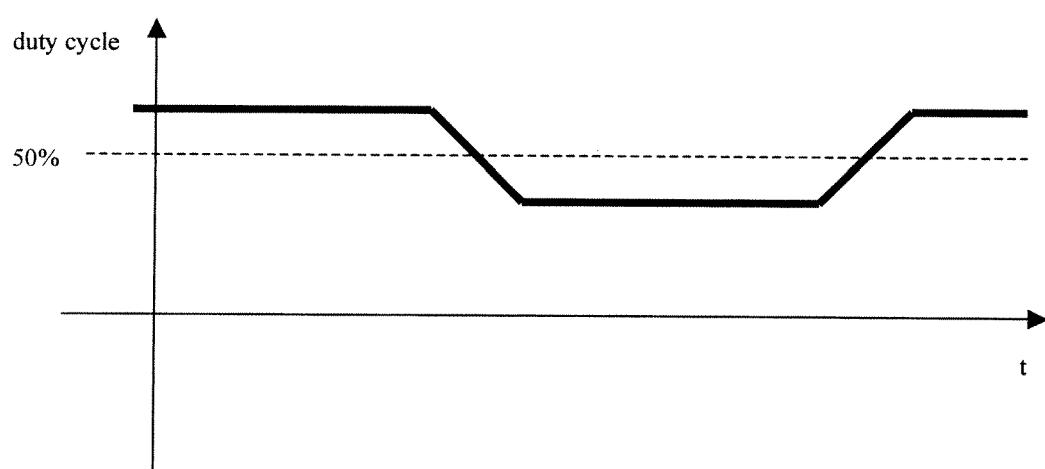


Fig. 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 11 3990

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 99/01013 A2 (EVERBRITE INC [US]) 7. Januar 1999 (1999-01-07) * Seite 2, Zeilen 27-32 * * Seite 4, Zeile 26 - Seite 5, Zeile 13; Abbildungen 1,1C,3A-7B * * Seite 24, Zeile 25 - Seite 61, Zeile 16 *	1-14, 16-22	INV. H05B41/392 H05B41/282
X	US 5 583 402 A (MOISIN MIHAEL S [US] ET AL) 10. Dezember 1996 (1996-12-10) * Spalte 1, Zeilen 40-43; Abbildungen 1-7 * * Spalte 7, Zeilen 28-40 * * Spalte 11, Zeilen 11-14 *	1,2,4-6, 10,13, 15-17, 19,23	
X	US 2002/074953 A1 (LOVELL WALTER C [US] ET AL) 20. Juni 2002 (2002-06-20) * Seite 19, Absätze 203,204; Ansprüche 6,14,15; Abbildungen 17,37,39 *	1,16,17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	GODOY SIMOES M ET AL: "A RISC-microcontroller based photovoltaic system for illumination applications" 6. Februar 2000 (2000-02-06), APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 2000. APEC 2000. FIFTEENTH ANNUAL IEEE NEW ORLEANS, LA, USA 6-10 FEB. 2000, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, PAGE(S) 1151-1156 , XP010371658 ISBN: 0-7803-5864-3 * Seite 1153, linke Spalte - rechte Spalte; Abbildungen 3,4 *	1,16	H05B H01J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 20. September 2007	Prüfer Brosa, Anna-Maria
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE <p> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur </p> <p> T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument </p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 11 3990

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-09-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9901013	A2	07-01-1999	AU US	8275098 A 5949197 A	19-01-1999 07-09-1999	
US 5583402	A	10-12-1996		KEINE		
US 2002074953	A1	20-06-2002		KEINE		

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1269801 B1 [0004]
- EP 1095543 B1 [0005]
- WO 9934650 A [0006]
- EP 0390285 B1 [0007]
- US 4251752 A [0008]