



(11) **EP 1 901 592 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
15.12.2010 Patentblatt 2010/50

(51) Int Cl.:
H05B 41/392^(2006.01) H05B 41/282^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07113990.1**

(22) Anmeldetag: **08.08.2007**

(54) **Elektronisches Vorschaltgerät mit asymmetrischer Wechselrichter-Ansteuerung**

Electronic ballast with asymmetrical inverter actuation

Ballast électronique doté d'une commande à onduleur asymétrique

(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

(30) Priorität: **14.09.2006 DE 102006043155**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.2008 Patentblatt 2008/12

(73) Patentinhaber: **Tridonic 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)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A2-99/01013 US-A- 5 583 402
US-A1- 2002 074 953

- **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 ***
- **GUAN-CHYUN HSIEH ET AL: "Group-asymmetrical PWM controller for dimmable fluorescent lamp ballast without striation and thermostat effect" INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, 2005. IECON 2005. 31ST ANNUAL CONFERENCE OF IEEE, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA LNKD- DOI:10.1109/IECON.2005.1569005, 6 November 2005 (2005-11-06), pages 792-797, XP010876042 ISBN: 978-0-7803-9252-6**

EP 1 901 592 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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.

[0011] Das Dokument G.-C. Hsieh, J.-F. Yan, "Group-Asymmetrical PWM Controller for Dimmable Fluorescent Lamp Ballast without Striation and Thermostat Effect", 32nd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2005. Raleigh, NC, USA, 6-10 November 2005; pp. 792-797, offenbart den Betrieb mindestens einer Lampe gemäß der Präambel der unabhängigen Ansprüche.

40 ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0012] 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.

[0013] Darüber hinaus bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zum Wechselstrombetrieb mindestens einer Lampe, wobei asymmetrische Tastver-

hältnisse 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 wenigstens einem Rückführsignal regelbar.

[0014] Die asymmetrischen Tastverhältnisse der beiden Wechselrichter-Steuersignale können dabei in einem regelmäßigen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale variiert werden.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] 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 \underline{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 \underline{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 Notstrombe-

trieb) 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.

[0018] 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 Halbbrückensteuerung über ein digitales Steuersignal einer vorzugsweise hohen Taktrate und einem dementsprechend kleinen Abtastintervall, 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.

[0019] 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 Zufallswerte 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.

[0020] 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.

[0021] Die Tastverhältnisse können abhängig von einem Dimmlevel der Lampe eingestellt werden.

[0022] Außerdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Steuerungsmodul zur Implementierung des vorstehend beschriebenen Verfahrens.

[0023] 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, wobei die Tastverhältnisse dieser Wechselrichter-Steu-

ersignale 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.

[0024] 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

[0025] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nunmehr, 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")

10 DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0026] In den folgenden Abschnitten werden die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen im Detail beschrieben.

15 **[0027]** 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.

20 **[0028]** Ein als "PWM-Modul" bezeichneter Pulsbreitenmodulator mit nachgeschaltetem Treiber dient dabei zur Ansteuerung einer zur Wechselstromversorgung der Lampe LA dienenden, mit einer Gleichspannung \underline{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 \underline{U}_{G1} und \underline{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 abgegriffener Betriebsparameter als Regelgrößen zugeführt.

30 **[0029]** Bei diesen Messsignalen kann es sich zum Beispiel um zwei Messspannungen \underline{U}_{M1} und \underline{U}_{M2} handeln, die zu jeweils einem der durch die beiden Lampenelektroden (W_1 bzw. W_2) fließenden Wendelströme \underline{I}_{W1} bzw. \underline{I}_{W2} proportional sind.

40 **[0030]** 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.

45 **[0031]** Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen einer über den Lastkreis LK des elektronischen Lampenvorschaltgeräts abgegriffenen Messspannung \underline{U}_{M1} bzw. \underline{U}_{M2} und einer den vorgenannten Sollwert $\Phi_{LA, soll}$ repräsentierenden Referenzspannung \underline{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 \underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2} so, dass dieser Sollwert zumindest näherungsweise erreicht wird.

[0032] Zur Stabilisierung des von der Leistungsfaktor-

korrekturschaltung 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-Leistungsschalter mit einer pulsbreitenmodulierten Steuerungsspannung \underline{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 Steuerungsspannung \underline{U}_{G3} . Die Ansteuerung des Pulsbreitenmodulators PWM erfolgt erfindungsgemäß in Abhängigkeit von einer digitalen Stellgröße, die von einem zusätzlichen Datenausgang der digitalen Regelungs- und Steuerungseinrichtung geliefert wird.

[0033] 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 \underline{U}_V des Wechselrichters DC/AC oder um den Ausgangsstrom der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC handeln kann, sowie abhängig von der an dem vorgenannten Sollwerteingang vorgebbaren Führungsgröße $\Phi_{LA, soll}$ für die im Brenn- bzw. Dimmbetrieb von der Entladungslampe LA zu erzeugende Strahlungsleistung Φ_{LA} .

[0034] Bei Feststellung einer Regelabweichung zwischen der über den Ausgang der Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC abgegriffenen Regelgröße und der die vorgenannte Führungsgröße $\Phi_{LA, soll}$ repräsentierenden Referenzspannung \underline{U}_{ref} ändert die Regelungs- und Steuerungseinrichtung das Tastverhältnis d_3 der zur Ansteuerung des in die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC integrierten Halbleiter-Leistungsschalters benötigten Steuerungsspannungen \underline{U}_{G3} so, dass dieser Sollwert zumindest näherungsweise erreicht wird.

[0035] Wie in Fig. 1 dargestellt, ist das erfindungsgemäße EVG über ein zur Funkentstörung und Filterung von Netzerberwellen 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 \underline{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.

[0036] 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.

[0037] Um die Lebensdauer der Lampe zu verlängern, kann das erfindungsgemäße 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 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.

[0038] 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.

[0039] So kann das Steuerungsmodul μC beispielsweise die Lampenbrennspannung \underline{U}_{LA} , die Vorheizspannung \underline{U}_H , den Lampenbetriebsstrom \underline{I}_{LA} , die Impedanz Z_{LK} des Lastkreises LK und/oder die von der Gleichrichterschaltung AC/DC bereitgestellte gleichgerichtete Zwischenkreisspannung \underline{U}_V überwachen und die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters bzw. die Pulsbreiten 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 \underline{I}_{LA} fließt bzw. an der Lampe LA eine möglichst konstante Lampenbrennspannung \underline{U}_{LA} anliegt.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] Die Änderung der Tastverhältnisse erfolgt langsam im Vergleich zu der Frequenz des Wechselrichters.

[0043] Die zeitliche Veränderung kann sprunghaft ("harte Kommutierung") oder graduell, d.h. in der Art einer Rampe erfolgen ("weiche Kommutierung").

[0044] 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.

[0045] 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 \underline{U}_{G1} bzw. \underline{U}_{G2} über einen als "Treiber-IC" bezeichneten Brückentreiber 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 \underline{U}_V wird der Wechselrichterhalbbrücke DC/AC über den Ladekondensator C eine geglättete, gleichgerichtete Netzwechselspannung \underline{U}_{e1} zugeführt.

[0046] 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 \underline{Z}_{LA} zur Resonanzkapazität C_{res} des Serienresonanzkreises SRK parallel geschaltet ist.

[0047] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Versorgungsspannung \underline{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.

[0048] Darüber hinaus ist die zur Verhinderung einer Belastung des Energieversorgungsnetzes mit Blindleistung dienende Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC bei dem in Fig. 2 skizzierten Ausführungsbeispiel des 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 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 in Serie geschalteten Ladekondensator C zur Aufstokung der erhaltenen Ausgangsspannung \underline{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 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.

[0049] Bei einem erstmaligem Anliegen einer Eingangsgleichspannung \underline{U}_{ein} wird der Ladekondensator C über die Diode D auf die Spannung \underline{U}_C aufgeladen, bei der es sich um die Ausgangsspannung \underline{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 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 \underline{Z}_L bestehende Lastkreis LK für die Dauer von t_{ein3} kurzgeschlossen wird. Dabei fällt an der Induktivität L die gleichgerichtete Eingangsspannung \underline{U}_{ein} ab, und der durch die Induktivität L fließende Eingangsstrom $I_{ein} = I_L = (1/j\omega L) \cdot \underline{U}_L$ 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 während dieser Zeitdauer die Sperrspannung $\underline{U}_D = -\underline{U}_L$ an.

[0050] 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 \underline{U}_C übersteigt und dabei die Diode D öffnet. Der Spulenstrom I_L kommutiert dann auf die Diode D und fließt über den Lastkreis weiter, wobei das Magnetfeld der Induktivität L zusammenbricht und der Ladekondensator C weiter aufgeladen wird. Dabei ist $\underline{U}_D = 0$, und die Ausgangsspannung \underline{U}_{aus} wird durch Nachladung des Ladekondensators C kurzzeitig auf den Wert $\underline{U}_{aus} = \underline{U}_{ein} - j\omega L \cdot I_{ein} > \underline{U}_{ein}$ erhöht, wodurch der Ausgangsstrom I_{aus} auf $I_{aus} = I_{ein} = (\underline{U}_{ein} - \underline{U}_{aus}) / j\omega L$ verringert wird. Der zeitliche Mittelwert des Spannungsabfalls $\underline{U}_L = j\omega L \cdot I_L$ an der Induktivität L ist dabei Null. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung PFC liefert somit an ihrem Ausgang eine definierte Gleichspannung \underline{U}_{aus} , deren Betrag größer ist als der betragsmäßige Spitzenwert der momentanen Wechselspannung \underline{U}_{ein} am Eingang des Gleichrichters AC/DC. Da die Schaltung in sich weder kurzschluss- noch leerlaufest 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.

[0051] 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 \underline{U}_{G1} und \underline{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 \underline{U}_{G1} innerhalb der Ausschaltzeit von \underline{U}_{G2} ihren "High"-Pegel und die Spannung \underline{U}_{G2} innerhalb der Ausschaltzeit von \underline{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.

[0052] Wie anhand der in diese beide Diagramme fett eingezeichneten bidirektionalen Pfeile zu erkennen ist, können sowohl die fallenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung \underline{U}_{G1} als auch die steigenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung \underline{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 \underline{U}_{G1} und \underline{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.

[0053] Dabei kann erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, die steigenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung \underline{U}_{G1} als auch die fallenden Taktflanken der rechteckförmigen Steuerspannung \underline{U}_{G2} oder sowohl die steigenden als auch die fallenden Taktflanken beider Steuerspannungen innerhalb der durch den jeweiligen Taktzyklus dieser Signale vorgegebenen Taktdauern 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 \underline{U}_{G1} und \underline{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.

[0054] 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.

[0055] Fig. 3c zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der zeitliche Verlauf einer während dieser zwei aufeinanderfolgenden Taktzyklen erzeugten pulsbreitenmodulierten Steuerspannung \underline{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 \underline{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 \underline{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.

[0056] Fig. 3d zeigt ein Spannungs-Zeit-Diagramm, in dem der näherungsweise sinusförmige, entlang der Zeitachse verschobene Verlauf der Lampenbrennspannung \underline{U}_{LA} bei Variation der Tastverhältnisse d_1 und/oder d_2 der beiden pulsbreitenmodulierten Steuersignale \underline{U}_{G1} und \underline{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 \underline{U}_{LA} entlang der Zeitachse proportional zur Summe $|\Delta d_1| + |\Delta d_2|$ der in dem unmittelbar vorhergehenden Taktzyklus vorgenommenen Änderungen der beiden Tastver-

hältnisse d_1 und d_2 .

[0057] 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, wobei die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) dieser Steuersignale asymmetrische Werte aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) hinsichtlich ihrer Asymmetrie abhängig von einem zurückgeführten gemessenen Betriebsparameter regelbar sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Tastverhältnisse derart gesteuert werden, dass ein durch die asymmetrische Wechselrichteransteuerung generierter Gleichstromanteil des Lampenstroms (\underline{I}_{LA}), gemittelt über eine vorgebbare Anzahl von Taktzyklen, im Wesentlichen gleich Null ist.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 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 einem regelmäßigen Taktzyklus durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) verändert werden.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **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.
5. Verfahren gemäß Anspruch 3, **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.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Tastverhältnisse über wenigstens einen Regelkreis (LRK₁ und LRK₂) adaptiv verändert werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Tastverhältnisse über wenigstens eine Regelschleife und Setzen einer Totzeit in einer Treiberschaltung des Wechselrichters verändert werden.
8. Verfahren gemäß Anspruch 5, **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.
9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8, **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.
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.

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. 5
12. 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}) 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 vorgebbaren Anzahl von Taktzyklen wieder ausgeglichen wird, indem entsprechend abgeänderte Tastverhältnisse (d_1 und d_2) eingestellt werden. 10
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) voneinander unabhängig eingestellt werden. 15
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden pulsbreitenmodulierten Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) über einen funktionalen Zusammenhang voneinander abhängig sind. 20
15. 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}) abhängig vom Dimmlevel der Lampe einstellbar sind. 25
16. Steuerungsmodul zur Implementierung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 30
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 35

Serie geschalteter Schalter (T_1 und T_2) und
- ein Steuerungsmodul (μC) zur Ansteuerung der beiden Schalter (T_1 und T_2) mit zwei Wechselrichter-Steuersignalen (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}), wobei die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) dieser Wechselrichter-Steuersignale asymmetrische Werte aufweisen, 40

dadurch gekennzeichnet, dass

die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}), hinsichtlich ihrer Asymmetrie abhängig von einem zurückgeführten gemessenen Betriebsparameter regelbar sind. 45

18. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 17, bei dem die Tastverhältnisse derart steuerbar sind, dass ein durch die asymmetrische Wechselrichter-ansteuerung generierter Gleichstromanteil des Lampenstroms (I_{LA}), gemittelt über eine vorgebbare Anzahl von Taktzyklen, im Wesentlichen gleich Null ist. 50
19. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 17, **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}) veränderbar sind. 55
20. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorzugsweise asymmetrischen Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{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. 60
21. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) über zwei getrennte, geschlossene Regelkreise (LRK₁ und LRK₂) in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation der Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) adaptiv veränderbar sind. 65
22. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß einem der Ansprüche 17 bis 21, aufweisend eine der Wechselrichterhalbbrücke (DC/AC) vorgeschaltete, an deren Versorgungsspannungseingang angeschlossene Leistungsfaktorrekturenschaltung (PFC) mit einem integrierten, über ein pulsbreitenmoduliertes Leistungsfaktor-

Steuersignal (\underline{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 (\underline{U}_{G3}) in Abhängigkeit von erfassten Betriebsparametern des Lampenbetriebs durch Pulsbreitenmodulation adaptiv veränderbar ist.

23. Elektronisches Vorschaltgerät gemäß einem der Ansprüche 21 oder 22,

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 (I_{LA}), um die der Lampe (LA) im Brenn- bzw. Dimmbetrieb zugeführte effektive Wirkleistung ($P_{w,eff}$), um die Impedanz (\underline{Z}_{LA}) der Lampe bei positiver 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.

24. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 18 bis 22,

bei dem das Steuermodul die Tastverhältnisse (d_1 und d_2) der beiden Wechselrichter-Steuersignale (\underline{U}_{G1} und \underline{U}_{G2}) abhängig vom Dimmlevel der Lampe einstellt.

Claims

1. Method for operating at least one lamp (LA), whose power consumption can be adjusted by inputting the duty cycles (d_1 and d_2) of two digital control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}), which are used for actuating two semiconductor power switches (T_1 and T_2) of an inverter (DC/AC) used for supplying alternating current to the lamp (LA), said semiconductor power switches being connected in series to form a half bridge and being capable of being controlled separately from one another, the duty cycles (d_1 and d_2) of these control signals having asymmetrical values, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) can be regulated in terms of their asymmetry depending on a measured operational parameter fed back.
2. Method according to Claim 1, in which the duty cycles are controlled in such a way that a DC component of the lamp current (I_{LA}), which DC component is

generated by the asymmetrical inverter actuation, when averaged over a predeterminable number of clock cycles, is substantially equal to zero.

3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the preferably asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) in a regulator clock cycle are altered by pulse width modulation of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}).
4. Method according to Claim 3, **characterized in that** the preferably asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) of the two pulse-width-modulated inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) are adjusted to values from a data set comprising a number of values which are repeated in periodical sequence from a value range of between 0% and 100%, excluding the value 50%.
5. Method according to Claim 3, **characterized in that** the preferably asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) are altered adaptively depending on operational parameters of the lamp operation by means of pulse width modulation of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}).
6. Method according to Claim 5, in which the duty cycles are altered adaptively via at least one control loop (LRK₁ and LRK₂).
7. Method according to Claim 5, in which the duty cycles are altered via at least one control loop and by virtue of setting a dead time in a driver circuit of the inverter.
8. Method according to Claim 5, **characterized by** the following steps:
 - inputting values of two asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) and fixing the pulse width of the two control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) used for the actuation of the inverter (DC/AC), and
 - detecting a DC signal component of an operational parameter, which DC signal component is caused by the operations which have been carried out for fixing the pulse width,
 - wherein the asymmetry of the two duty cycles (d_1 and d_2) is adjusted depending on the detected operational parameter in such a way that the abovementioned DC signal component, when averaged over time, is substantially equal to zero.
9. Method according to one of Claims 5 to 8, **characterized in that** the operational parameters of the lamp operation are the rms value or rectified mean value, the DC and/or AC signal component of the lamp running voltage (\underline{U}_{LA}) or the rms value or rec-

- tified mean value, the DC and/or AC signal component of the current (I_{LA}) flowing through the lamp (LA), the rms active power ($P_{a,rms}$) supplied to the lamp (LA) during running or dimming operation, the impedance (Z_{LA}) of the lamp in the positive or negative half cycle of the lamp current (I_{LA}) and/or a detector output signal for detecting flicker of the lamp (LA), an unreasonably high temperature rise or an overload voltage impairing the stability of the closed-loop control.
10. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) follow a time-dependent function profile, which is predetermined in each case by pulse width modulation of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}).
11. Method according to Claim 10, in which a gradual function profile is predetermined for the transition from a first, for example steady-state duty cycle to a second, for example steady-state duty cycle.
12. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) assume, for a short period of time, random values from a value range of between 0% and 100%, excluding the value 50%, and a change in the rms active power ($P_{a,rms}$) consumed by the lamp (LA), which change is caused temporarily by these random duty cycles (d_1 and d_2), is compensated for again once a predetermined number of clock cycles has elapsed by virtue of correspondingly modified duty cycles (d_1 and d_2) being set.
13. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two pulse-width-modulated inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) are adjusted independently of one another.
14. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two pulse-width-modulated inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) are dependent on one another by virtue of a functional relationship.
15. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) can be adjusted depending on the dimming level of the lamp.
16. Control module for implementing a method according to one of the preceding claims.
17. Electronic ballast for a discharge lamp (LA), having
- an inverter (DC/AC) in the form of two switches (T_1 and T_2) which are connected in series to form a half bridge, said inverter being used to supply alternating current to the lamp (LA), and
 - a control module (μC) for actuating the two switches (T_1 and T_2) with two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}), the duty cycles (d_1 and d_2) of these inverter control signals having asymmetric values,
- characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) can be regulated in terms of their asymmetry depending on a measured operational parameter fed back.
18. Electronic ballast according to Claim 17, in which the duty cycles can be controlled in such a way that a DC component of the lamp current (I_{LA}), which DC component is generated by the asymmetric inverter actuation, when averaged over a predetermined number of clock cycles, is substantially equal to zero.
19. Electronic ballast according to Claim 17, **characterized in that** the preferably asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) in a regular clock cycle can be altered by pulse width modulation of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}).
20. Electronic ballast according to Claim 19, **characterized in that** the preferably asymmetrical duty cycles (d_1 and d_2) of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) can be adjusted to values from a stored data set comprising a number of values which are repeated in periodical sequence from a value range of between 0% and 100%, excluding the value 50%.
21. Electronic ballast according to Claim 17, **characterized in that** the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) can be altered adaptively via two separate, closed control loops (LRK_1 and LRK_2) depending on operational parameters of the lamp operation by means of pulse width modulation of the inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}).
22. Electronic ballast according to one of Claims 17 to 21, having a power factor correction circuit (PFC), which is connected upstream of the inverter half bridge (DC/AC) and is connected to the supply voltage input thereof and has an integrated semiconductor power switch (T_3), which is actuated via a pulse-width-modulated power factor control signal (\underline{U}_{G3}), for compensating for the reactive power (P_r) consumed by the discharge lamp (LA) during running or dimming operation, **characterized in that** the power factor control signal (\underline{U}_{G3}) can be altered adaptively depending on detected operational pa-

rameters of the lamp operation by means of pulse width modulation.

23. Electronic ballast according to either of Claims 21 and 22, **characterized in that** the operational parameters of the lamp operation are the rms value or rectified mean value, the DC and/or AC signal component of the lamp running voltage (\underline{U}_{LA}) or the rms value or rectified mean value, the DC and/or AC signal component of the current (\underline{I}_{LA}) flowing through the lamp (LA), the rms active power ($P_{a,rms}$) supplied to the lamp (LA) during running or dimming operation, the impedance (\underline{Z}_{LA}) of the lamp in the positive or negative half cycle of the lamp current (\underline{I}_{LA}) or a detector output signal for detecting flicker of the lamp (LA), an unreasonably high temperature rise or an overload voltage impairing the stability of the closed-loop control.
24. Electronic ballast according to one of Claims 18 to 22, in which the control module adjusts the duty cycles (d_1 and d_2) of the two inverter control signals (\underline{U}_{G1} and \underline{U}_{G2}) depending on the dimming level of the lamp.

Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner au moins une lampe (LA), dont la puissance consommée est ajustable par détermination des rapports cycliques (d_1 et d_2) de deux signaux de commande numériques (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}), qui servent à commander deux commutateurs de puissance à semi-conducteur (T_1 et T_2) d'un onduleur (DC/AC) utilisé pour l'alimentation de la lampe (LA) avec un courant alternatif, les commutateurs de puissance à semi-conducteur étant montés en série selon un demi-pont et étant commandables indépendamment l'un de l'autre, les rapports cycliques (d_1 et d_2) de ces signaux de commande présentant des valeurs asymétriques, **caractérisé en ce que** les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur étant réglables en ce qui concerne leur asymétrie en fonction d'un paramètre de fonctionnement qui est mesuré et envoyé en retour.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les rapports cycliques sont commandés de façon à ce qu'une composante continue du courant de la lampe (\underline{I}_{LA}), laquelle composante continue est générée par la commande asymétrique de l'onduleur, a une valeur moyenne essentiellement nulle sur un nombre prédéterminé de cycles d'horloge.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les rapports cycliques (d_1 et

d_2) de préférence asymétriques des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont modifiés dans un cycle d'horloge régulier par une modulation de largeur d'impulsions des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les rapports cycliques (d_1 et d_2) de préférence asymétriques des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur modulés en largeur d'impulsions sont ajustés selon des valeurs d'un jeu de données comprenant un nombre de valeurs se répétant selon une séquence périodique et étant comprises dans un domaine de valeurs entre 0% et 100% excluant la valeur 50%.
5. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les rapports cycliques (d_1 et d_2) de préférence asymétriques des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont modifiés de façon adaptative en fonction de paramètres de fonctionnement du fonctionnement de la lampe au moyen d'une modulation de largeur d'impulsions des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur.
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel les rapports cycliques sont modifiés de façon adaptative via au moins un circuit de régulation (LRK₁ et LRK₂).
7. Procédé selon la revendication 5, dans lequel les rapports cycliques sont modifiés via au moins une boucle de régulation et par la définition d'un temps mort dans un circuit d'attaque de l'onduleur.
8. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé par** les étapes suivantes :
 - fourniture de valeurs de deux rapports cycliques (d_1 et d_2) asymétriques et détermination de la largeur d'impulsions des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) servant à la commande de l'onduleur (DC/AC), et
 - détection d'une composante continue d'un paramètre de fonctionnement, la composante continue étant causée par l'opération de détermination de la largeur d'impulsions,
 - l'asymétrie des deux rapports cycliques (d_1 et d_2) étant ajustée en fonction du paramètre de fonctionnement détecté de manière à ce que la composante continue mentionnée ci-dessus présente une valeur essentiellement nulle dans une moyenne dans le temps.
9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que**

- les paramètres de fonctionnement du fonctionnement de lampe correspondent à la valeur efficace ou la valeur redressée, la composante continue et/ou alternative de la tension de fonctionnement de la lampe (\underline{U}_{LA}) de lampe ou la valeur efficace ou la valeur redressée, la composante continue et/ou alternative du courant (\underline{I}_{LA}) circulant à travers la lampe (LA), la puissance active efficace ($P_{w,eff}$) fournie à la lampe (LA) pendant le fonctionnement ou pendant le fonctionnement à intensité lumineuse réduite, l'impédance (\underline{Z}_{LA}) de la lampe lors d'un demi-cycle positif ou négatif du courant (\underline{I}_{LA}) de la lampe et /ou un signal de sortie de détecteur pour la détection d'un clignotement de la lampe (LA), d'une augmentation de température excessivement élevée ou d'une tension de surcharge compromettant la stabilité de la régulation.
10. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur suivent le profil d'une fonction dépendant du temps prédéterminé par la modulation à largeur d'impulsions respective des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur.
11. Procédé selon la revendication 10 dans lequel un profil de fonction graduel est prédéterminé pour la transition d'un premier rapport cyclique, par exemple stationnaire, vers un deuxième rapport cyclique, par exemple stationnaire.
12. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur prennent sur une courte période de temps des valeurs aléatoires dans un domaine de valeurs entre 0% et 100% excluant la valeur 50%, et un changement de la puissance active efficace ($P_{w,eff}$) consommée par la lampe (LA), lequel changement est causé par ces rapports cycliques (d_1 et d_2) aléatoires sur une courte période de temps, est à nouveau compensé après un nombre prédéterminé de cycles d'horloge **en ce que** des rapports cycliques (d_1 et d_2) modifiés en conséquence sont déterminés.
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur modulés par largeur d'impulsions sont ajustés de manière indépendante l'un de l'autre.
14. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur modulés par largeur d'impulsions sont dépendants l'un de l'autre via une relation fonctionnelle.
15. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont ajustables en fonction du niveau d'intensité lumineuse de la lampe.
16. Module de commande pour l'implémentation d'un procédé selon l'une des revendications précédentes.
17. Ballast électronique pour une lampe à décharge de gaz (LA) présentant
- un onduleur (DC/AC) servant à l'alimentation de la lampe (LA) en courant alternatif, l'onduleur étant sous la forme de deux commutateurs (T_1 et T_2) connectés en série selon un demi-pont, et
- un module de commande (μC) pour la commande des deux commutateurs (T_1 et T_2) avec deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur, les rapports cycliques (d_1 et d_2) de ces signaux de commande de l'onduleur présentant des valeurs asymétriques,
caractérisé en ce que
les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur étant réglables en ce qui concerne leur asymétrie en fonction d'un paramètre de fonctionnement qui est mesuré et envoyé en retour.
18. Ballast électronique selon la revendication 17, dans lequel les rapports cycliques sont commandables de façon à ce qu'une composante continue du courant de la lampe (\underline{I}_{LA}), laquelle composante continue est générée par la commande asymétrique de l'onduleur, a une valeur moyenne essentiellement nulle sur un nombre prédéterminé de cycles d'horloge.
19. Ballast électronique selon la revendication 17,
caractérisé en ce que les rapports cycliques (d_1 et d_2) de préférence asymétriques des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont modifiables dans un cycle d'horloge régulier par une modulation de largeur d'impulsions des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur.

20. Ballast électronique selon la revendication 19, **caractérisé en ce que** les rapports cycliques (d_1 et d_2) de préférence asymétriques des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont ajustables selon des valeurs d'un jeu de données comprenant un nombre de valeurs se répétant selon une séquence périodique et étant comprises dans un domaine de valeurs entre 0% et 100% excluant la valeur 50%.
21. Ballast électronique selon la revendication 17, les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur sont modifiables, par le biais de deux circuits de régulation (LRK_1 et LRK_2) fermés et séparés, de façon adaptative en fonction de paramètres de fonctionnement du fonctionnement de la lampe au moyen d'une modulation de largeur d'impulsions des signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur.
22. Ballast électronique selon l'une des revendications 17 à 21, présentant un circuit de correction du facteur de puissance (PFC) connecté en amont du demi-pont onduleur (DC/AC) et connecté à l'entrée de tension d'alimentation de celui-ci, avec un commutateur de puissance à semi-conducteur (T_3) pour compenser la puissance réactive (P_b) consommée par la lampe à décharge (LA) pendant le fonctionnement ou pendant le fonctionnement à intensité lumineuse réduite, le commutateur de puissance à semi-conducteur étant intégré et commandé via un signal de commande de facteur de puissance (\underline{U}_{G3}) modulé par largeur d'impulsions, **caractérisé en ce que** le signal de commande de facteur de puissance (\underline{U}_{G3}) est modifiable de façon adaptative en fonction de paramètres de fonctionnement détectés du fonctionnement de la lampe via une modulation à largeur d'impulsions.
23. Ballast électronique selon l'une des revendications 21 ou 22, **caractérisé en ce que** les paramètres de fonctionnement du fonctionnement de lampe correspondent à la valeur efficace ou la valeur redressée, la composante continue et/ou alternative de la tension de fonctionnement de la lampe (\underline{U}_{LA}) de lampe ou la valeur efficace ou la valeur redressée, la composante continue et/ou alternative du courant (\underline{I}_{LA}) circulant à travers la lampe (LA), la puissance active efficace ($P_{w,eff}$) fournie à la lampe (LA) pendant le fonctionnement ou pendant le fonctionnement à intensité lumineuse réduite, l'impédance (\underline{Z}_{LA}) de la lampe lors d'un demi-cycle positif ou négatif du courant (\underline{I}_{LA}) de la lampe et /ou un signal de sortie de détecteur pour la détection d'un clignotement de la lampe (LA), d'une augmentation de température excessivement élevée ou d'une ten-
- sion de surcharge compromettant la stabilité de la régulation.
24. Ballast électronique selon l'une des revendications 18 à 22, **caractérisé en ce que** dans lequel le module de commande ajuste les rapports cycliques (d_1 et d_2) des deux signaux de commande (\underline{U}_{G1} et \underline{U}_{G2}) de l'onduleur en fonction du niveau d'intensité lumineuse de la lampe.

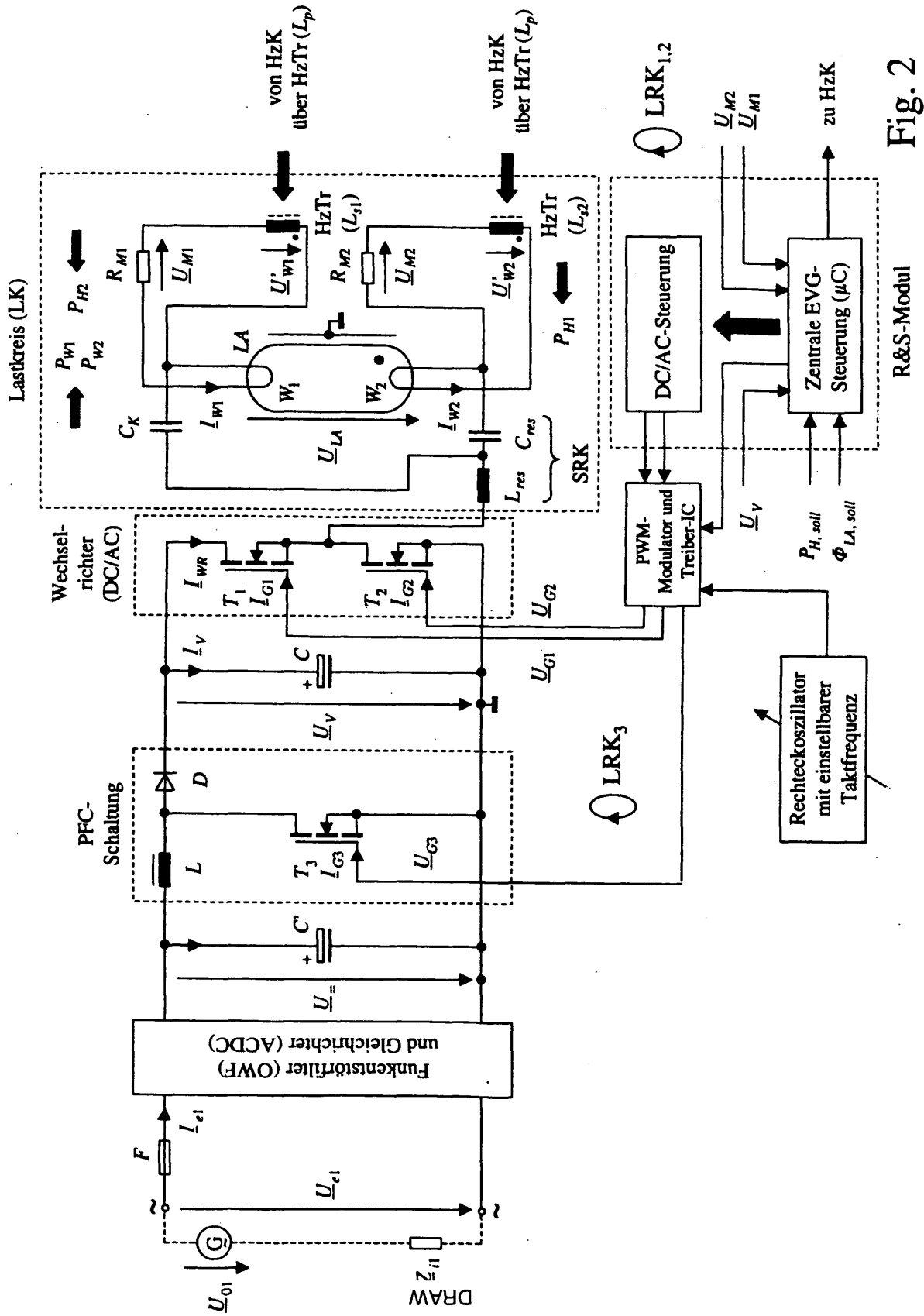
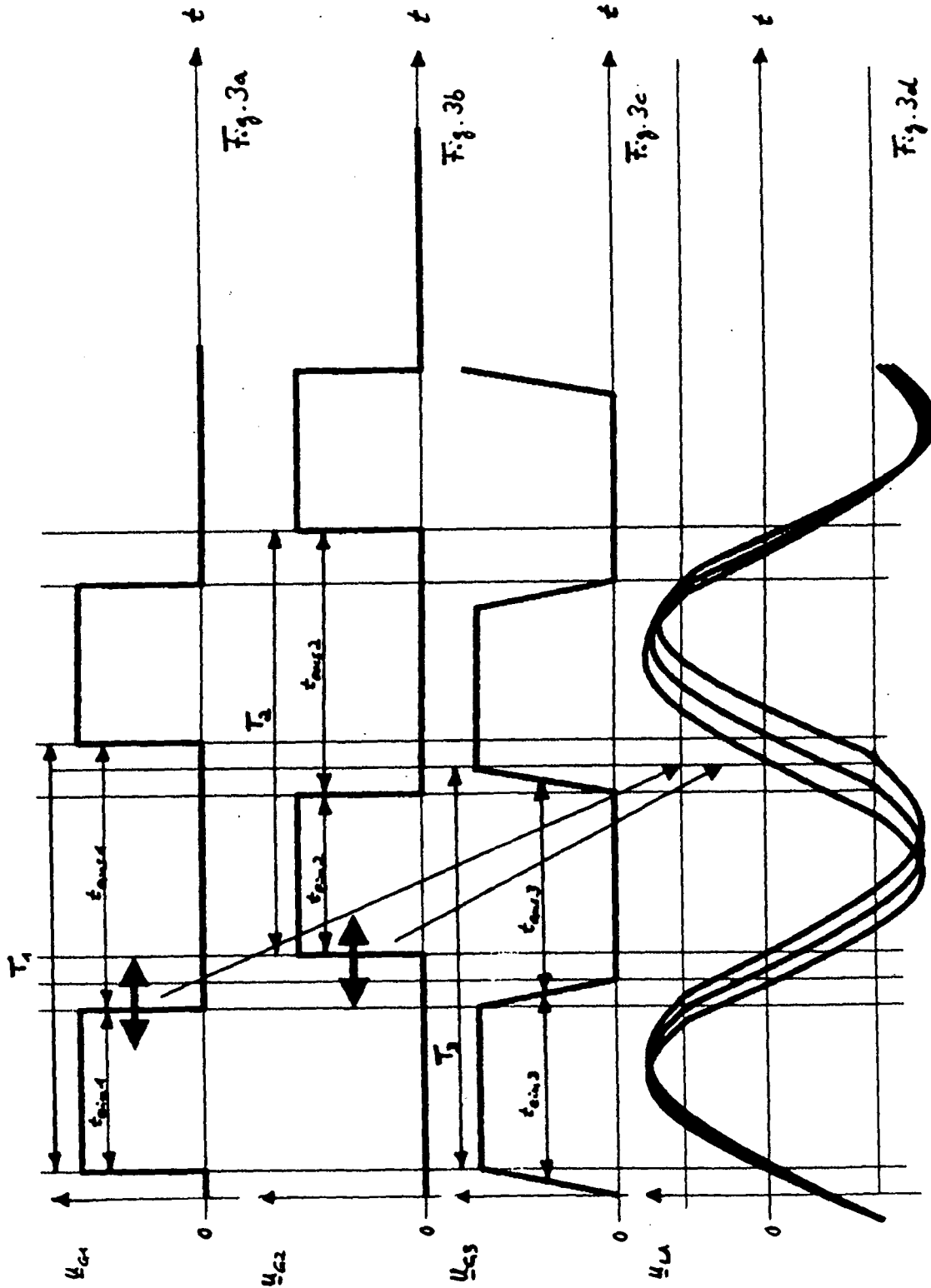


Fig. 2

R&S-Modul



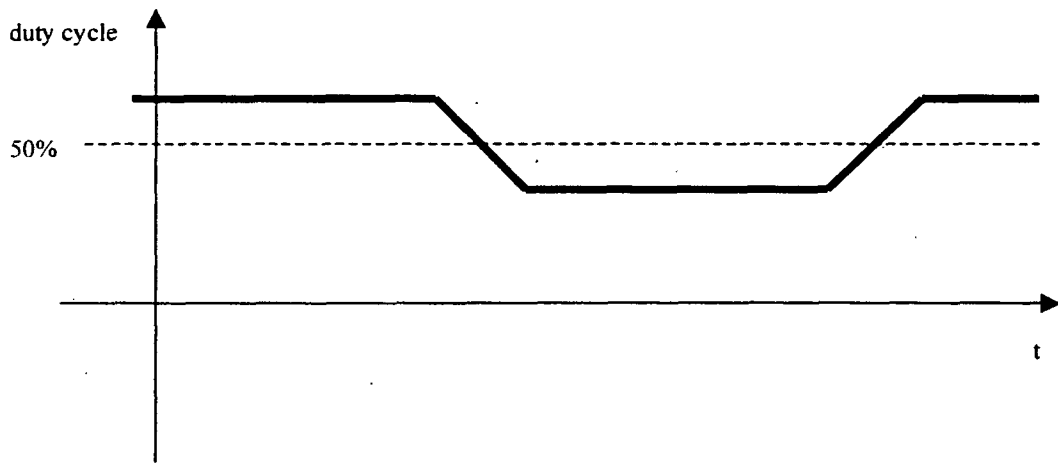


Fig. 4

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]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **G.-C. Hsieh, J.-F. Yan.** Group-Asymmetrical PWM Controller for Dimmable Fluorescent Lamp Ballast without Striation and Thermostat Effect. *32nd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society*, 10. November 2005, 792-797 [0011]