

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 965 249 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**02.05.2001 Patentblatt 2001/18**

(51) Int Cl.7: **H05B 41/298**

(86) Internationale Anmeldenummer:

**PCT/EP98/00791**

(21) Anmeldenummer: **98912300.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

**WO 98/39948 (11.09.1998 Gazette 1998/36)**

(22) Anmeldetag: **12.02.1998**

(54) **VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN DES IN EINER GASENTLADUNGSLAMPE AUFTRETENDEN GLEICHRICHTEFFEKTS**

DEVICE FOR DETECTING THE RECTIFICATION EFFECT OCCURRING IN A GAS DISCHARGE LAMP

DISPOSITIF DE DETECTION DE L'EFFET DE REDRESSEMENT DANS UNE LAMPE A DECHARGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT CH DE ES FI FR GB IT LI NL SE**

• **MARINELLI, Thomas**

**A-6922 Wolfurt (AT)**

• **RICHTER, Falk**

**A-6850 Dornbirn (AT)**

(30) Priorität: **04.03.1997 DE 19708792**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

**22.12.1999 Patentblatt 1999/51**

(74) Vertreter: **Schmidt-Evers, Jürgen, Dipl.-Ing.**

**Patentanwälte Mitscherlich & Partner,**

**Sonnenstrasse 33**

**80331 München (DE)**

(73) Patentinhaber: **Tridonic Bauelemente GmbH**

**6850 Dornbirn (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 338 109**

**EP-A- 0 490 329**

**US-A- 5 023 516**

(72) Erfinder:

• **LUGER, Siegfried**

**A-6850 Dornbirn (AT)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 965 249 B1**

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Gasentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Vorschaltgerät ist nach EP-A1-0 490 329 der Anmelderin bekannt.

[0003] Wie bei anderen Lampen auch, tritt bei Gasentladungslampen aufgrund von Abnutzungserscheinungen der Heizwendeln am Lebensdauerende der Gasentladungslampe der Effekt auf, daß sich die Lampenelektroden mit der Zeit ungleichmäßig abnutzen, d.h. die Abtragung der Emissionsschichten auf den Lampenelektroden unterschiedlich ist. Aufgrund der unterschiedlichen Abnutzung der Lampenelektroden entstehen Unterschiede im Emissionsvermögen der beiden Lampenelektroden.

[0004] Fig. 5 zeigt die Auswirkungen dieses Effekts anhand des der Gasentladungslampe zugeführten Stromes  $i_L$ . Aus Fig. 5 ist ersichtlich, daß in die eine Richtung ein höherer Strom fließt als in die andere, so daß der zeitliche Verlauf  $i_L(t)$  eine Überhöhung einer Halbwelle (in Fig. 5 der positiven Halbwelle) aufweist. Durch die unterschiedliche Abtragung der beiden Lampenelektroden entstehen somit Asymmetrien, die nicht nur stärkeres Lichtflimmern am Lebensdauerende der Gasentladungslampe entstehen lassen, sondern sogar im Extremfall einen Betrieb der Gasentladungslampe nur während einer Halbwelle (in Fig. 5 während der positiven Halbwelle) zulassen. In diesem Fall wirkt die Gasentladungslampe wie ein Gleichrichter, so daß der zuvor beschriebene Effekt als "Gleichrichtereffekt" bezeichnet wird.

[0005] An derjenigen Elektrode, die sich im Laufe der Zeit stärker abgenutzt hat, ist die Austrittsarbeit für die Elektronen höher als an der anderen Elektrode, die sich weniger stark abgenutzt hat. Als Austrittsarbeit wird allgemein die Minimalenergie bezeichnet, die erforderlich ist, um ein Elektron aus einem Metall, im vorliegenden Fall aus der Lampenelektrode, herauszuziehen. Die Dipolschicht an der Oberfläche des Metalls, d.h. der Lampenelektrode, ist dabei ein wichtiger Faktor für die Bestimmung der Austrittsarbeit. Die stärker abgenutzte Elektrode, die eine höhere Austrittsarbeit für die Elektronen aufweist als die weniger stark abgenutzte Elektrode, erhitzt sich folglich bei Inbetriebnahme der Gasentladungslampe stärker als die gegenüberliegende Elektrode. Die Erhitzung der Elektrode kann insbesondere bei Lampen mit geringem Durchmesser so stark werden, daß Teile des Lampenglasskolbens schmelzen können. Um die aus der Erhitzung des Lampenglasskolbens resultierende Unfallgefahr zu vermeiden, muß folglich der Gleichrichtereffekt erkannt und ggf. die Gasentladungslampe abgeschaltet oder deren Leistungsaufnahme verringert werden, wobei für die Überwachung der zuvor beschriebenen ungleichmäßigen Emission der Lampenelektroden bereits Normvorschriften existieren.

[0006] Wie bereits oben beschrieben worden ist, äußert sich der Gleichrichtereffekt in einer Unsymmetrie des über die Gasentladungsstrecke der Lampe fließenden Lampenstromes  $i_L$ . Eine Möglichkeit zur Erkennung des Gleichrichtereffekts ist daher die Überwachung des über die Gasentladungsstrecke der Lampe fließenden Lampenstroms, wobei mit dieser Methode zwar Emissionsunterschiede der Lampenelektroden direkt erkannt werden können, jedoch die Auswertung dieser Emissionsunterschiede sowie die Umsetzung dieses Erkennungsverfahrens in eine als integrierte Schaltung, insbesondere als applikationsspezifische Schaltung (ASIC) ausgestaltete Überwachungsschaltung problematisch ist. Alternativ dazu kann der Gleichrichtereffekt auch durch Überwachung der Lampenspannung erkannt werden, da die in dem Lampenstrom auftretenden Unsymmetrien auf die Lampenspannung übertragen werden. Überschreitet beispielsweise die überwachte Lampenspannung in Folge der asymmetrischen Emission der Lampenelektroden in einer Richtung einen bestimmten Grenzwert, wird die Gasentladungslampe abgeschaltet. Bei diesem Erkennungsverfahren ist jedoch nachteilig, daß die Sensibilität dieses Verfahrens beschränkt ist, da im Fehlerfall, d.h. bei Auftreten des Gleichrichtereffekts, der Scheitelwert der erfaßten Lampenspannung lediglich 60% höher ist als im normalen Betriebsfall. Zudem ändert sich auch beim Dimmen der Gasentladungslampe die Lampenspannung, so daß aufgrund des Dimmens der Gasentladungslampe und der entsprechend dadurch ansteigenden Lampenspannung ggf. irrtümlicherweise auf das Vorliegen des Gleichrichtereffekts in der Gasentladungslampe geschlossen wird. Des weiteren wäre wünschenswert, für die Erfassung des Gleichrichtereffekts den sich verändernden arithmetischen Mittelwert der überwachten Schaltungsgröße zu verwenden. Diese Möglichkeit ist jedoch bei Überwachung der Lampenspannung nicht gegeben, da sich - wie bereits beschrieben - im Fehlerfall der Scheitelwert der Lampenspannung lediglich um 60% erhöht, so daß die Erhöhung im Mittelwert der Lampenspannung für eine ausreichend genaue Erfassung des Gleichrichtereffekts nicht ausreichend ist. Insgesamt ist somit die Erfassung des Gleichrichtereffekts mithilfe der Überwachung der Lampenspannung problematisch.

[0007] Bei dem aus der EP-A1-0 490 329 der Anmelderin bekannten elektronischen Vorschaltgerät ist mit der Primärwicklung des Heiztransformators ein erster Widerstand in Serie geschaltet. Der durch die Primärwicklung und den ersten Widerstand fließende Strom erzeugt an dem Widerstand eine Spannung, die dem Strom durch die Heizwendeln der Lampe proportional ist. Der Spannungsabfall über dem ersten Widerstand wird von einer Steuer- und Regelschaltung ausgewertet, um Über- oder Unterspannung zu detektieren. Eine Gleichrichtereffekterkennung ist jedoch in dieser Druckschrift nicht beschrieben.

[0008] Eine Gleichrichtereffekterkennung ist aber in der

US-A-5,023,516 beschrieben. Dazu ist eine Überwachungsschaltung vorgesehen, die eine Serienschaltung aus zwei Widerständen und einer Induktivität umfaßt, wobei die Serienschaltung parallel zu einer zu überwachenden Gasentladungslampe angeschlossen ist. An den Verbindungspunkt zwischen dem einen Widerstand und der Induktivität greift ein mit dem Wechselrichter des Vorschaltgeräts gekoppelter Thyristor an und wertet somit die an dem einen Widerstand abfallende Spannung zur Gleichrichteffekterkennung aus. Sobald die an dem einen Widerstand abfallende Spannung, welche zu dem über den einen Widerstand fließenden Strom proportional ist, einen bestimmten Grenzwert in irgendeiner der beiden Polaritätsrichtungen erreicht hat, wird der Thyristor aktiviert und demzufolge der Wechselrichter abgeschaltet. Die bekannte Überwachungsschaltung detektiert das Vorliegen eines Gleichrichteffekts auf diese Weise in beiden Polaritätsrichtungen der an dem Widerstand abfallenden Spannung.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte elektronische Vorschaltgerät mit einer Überwachungsschaltung zu versehen, mit der der Gleichrichteffekt ebenfalls in positiver und negativer Richtung erfaßt werden kann, selbst wenn die Überwachungsschaltung keine negative Eingangsspannungen verarbeiten kann. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 gelöst.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Lösung gewährleistet also eine Detektierung des Gleichrichteffekts in beiden Polarisationsrichtungen der an dem ersten Widerstand abfallenden Spannung und ist damit von hoher Sensibilität.

**[0011]** Die Schaltung gemäß der vorliegenden Erfindung kann auf einfache Weise derart erweitert werden, daß zwei- oder mehrflamige Geräte bezüglich des Auftretens eines Gleichrichteffekts in einer der Gasentladungslampen zuverlässig überwacht werden können.

**[0012]** Die Überwachung des Heizstroms bzw. der zu dem über die Primärwicklung des Heiztransformators fließenden Heizstrom proportionalen Größe erfolgt insbesondere mithilfe einer derartigen Überwachungsschaltung, die nach Erkennen des Gleichrichteffekts den die Gasentladungslampe mit einer Wechselspannung versorgenden Wechselrichter ansteuert, um die Frequenz und/oder das Tastverhältnis der von dem Wechselrichter gelieferten Wechselspannung zu verändern und somit die von der Gasentladungslampe aufgenommene Leistung zu verringern. Auf diese Weise wird ein Schmelzen des Glaskolbens der Gasentladungslampe nach Auftreten des Gleichrichteffekts zuverlässig verhindert.

**[0013]** Die Unteransprüche geben weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung an.

**[0014]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgeräts zum Betreiben einer Gasentladungslampe,

Fig. 2 Spannungs- und Stromverläufe bei einem in positiver Richtung zunehmenden Heizstrom in der in Figur 1 gezeigten Schaltung,

Fig. 3 Spannungs- und Stromverläufe bei einem in negativer Richtung zunehmenden Heizstrom in der in Figur 1 gezeigten Schaltung,

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgeräts, und

Fig. 5 den Verlauf des Lampenstroms über die Gasentladungsstrecke einer Gasentladungslampe bei Auftreten des Gleichrichteffekts.

**[0015]** Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgeräts zum Betreiben einer Gasentladungslampe, wobei die überwachte und der Gasentladungslampe parallelgeschaltete Induktivität durch die Primärwicklung eines Heiztransformators gebildet wird. Die erfindungsgemäße Lösung besteht allgemein darin, den über eine parallel zu der Gasentladungslampe angeschlossene Induktivität fließenden Strom oder eine dazu proportionalen Größe auszuwerten, da die im Falle eines Gleichrichteffekts im Lampenzweig auftretenden Unsymmetrien auf den über diese Induktivität fließenden Strom übertragen werden.

**[0016]** Das in Figur 1 gezeigte elektronische Vorschaltgerät weist im wesentlichen eine Gleichrichterschaltung 1, einen Wechselrichter 2, eine Überwachungsschaltung 3 sowie einen mit dem Wechselrichter 2 verbundenen Lastkreis auf, der unter anderem eine zu betreibende und bezüglich des Auftretens des Gleichrichteffekts zu überwachende Gasentladungslampe 10 enthält. Der Gleichrichter 1 ist an eine Netzspannungsquelle angeschlossen und wandelt die Netzspannung in eine gleichgerichtete Zwischenspannung um, die den Wechselrichter 2 zugeführt wird. Der Wechselrichter 2 umfaßt in der Regel zwei (nicht dargestellte) steuerbare Schalter, beispielsweise MOS-Feldeffekttransistoren, die mittels einer entsprechenden Steuerungsalternierend angesteuert werden, so daß jeweils einer der Schalter ein- und der andere ausgeschaltet ist. Die beiden Wechselrichterschalter sind in Serienschaltung zwischen einer Versorgungsspannung und Masse angeschlossen, wobei am gemeinsamen Knotenpunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern der die Gasentladungslampe 10 enthaltende Lastkreis angeschlossen ist. Der Lastkreis umfaßt neben der Gasentladungslampe 10 einen Serienresonanzkreis mit einer Resonanzkreisspule 4 und einem

Resonanzkreiskondensator 5, der mit Masse verbunden ist. An dem Verbindungspunkt zwischen dem Resonanzkreiskondensator 5 und der Resonanzkreisspule 4 ist ein Koppelkondensator 6 angeschlossen, der mit einer der Lampenwendeln der Gasentladungslampe 10 verbunden ist. Aufgrund der alternierend angesteuerten Schalter des Wechselrichters 2 wird die gleichgerichtete Zwischenspannung in eine "zerhackte" hochfrequente Wechselfspannung umgewandelt. Diese hochfrequente Wechselfspannung wird über den Serienresonanzkreis der Gasentladungslampe 10 zugeführt.

**[0017]** Vor dem Anlegen der Zündspannung an die Gasentladungslampe 10 werden die Lampenelektroden der Gasentladungslampe 10 vorgeheizt, um die Lebensdauer der Gasentladungslampe zu verlängern. Zum Vorheizen der Gasentladungslampe 10 ist ein Heiztransformator mit einer Primärwicklung 7A und zwei Sekundärwicklungen 7B und 7C vorgesehen. Die Primärwicklung ist mit dem Serienresonanzkreis verbunden, während die Sekundärwicklungen jeweils parallel zu einer der Lampenwendeln geschaltet sind. Auf diese Weise ist es möglich, auch im gezündeten Betrieb die Lampenwendeln mit Energie zu versorgen. Im Vorheizbetrieb wird die Frequenz der von dem Wechselrichter 2 gelieferten Wechselfspannung gegenüber der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises derart verändert, daß die über dem Resonanzkreiskondensator 5 und damit über der Gasentladungslampe 10 liegende Spannung keine Zündung der Gasentladungslampe 10 verursacht. In diesem Fall fließt durch die als Wendeln ausgeführten Lampenelektroden der Gasentladungslampe 10 ein im wesentlichen konstanter Strom, wodurch die Lampenwendeln vorgeheizt werden. Nach Ablauf der Vorheizphase wird die Frequenz der von dem Wechselrichter 2 gelieferten Wechselfspannung in die Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises verschoben, wodurch sich die an dem Resonanzkreiskondensator 5 und der Gasentladungslampe 10 anliegende Spannung erhöht, so daß die Gasentladungslampe 10 gezündet wird.

**[0018]** Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, den über die Primärwicklung 7A des Heiztransformators fließenden Primärstrom  $i_1$  zu überwachen. Zu diesem Zweck wird in Serie mit der Primärwicklung 7A ein Widerstand 9 geschaltet, der mit Masse verbunden ist. Von dem Verbindungspunkt zwischen der Primärwicklung 7A und dem Widerstand 9 führt ein weiterer Widerstand 8 zu der Überwachungsschaltung 3, die ihrerseits an Masse anliegt. Die Funktion des in Figur 1 gezeigten erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes wird nachfolgend unter Bezugnahme auf Figur 2 und Figur 3 näher beschrieben.

**[0019]** Wie in Figur 5 gezeigt, kommt es beim Auftreten des eingangs beschriebenen Gleichrichteffekts zu Unsymmetrien in dem über die Gasentladungsstrecke der Gasentladungslampe 10 fließenden Lampenstroms  $i_L$ . Sobald im Lampenzweig dieser asymmetrische Strom  $i_L$  auftritt, werden die Unsymmetrien auf den über

die Primärwicklung 7A des Heiztransformators fließenden Primärstrom  $i_1$  übertragen. Um die in dem Primärstrom  $i_1$  auftretenden Unsymmetrien erfassen und auswerten zu können, wird der Primärstrom  $i_1$  über den Widerstand 9 der Überwachungsschaltung 3 zugeführt. Dabei ist zwischen zwei verschiedenen Fällen zu unterscheiden, je nachdem ob die in Figur 5 gezeigten Halbwellen des Lampenstroms  $i_L$  die positiven oder negativen Halbwellen betreffen. Das heißt, es wird erfindungsgemäß zwischen dem in der einen Richtung der Gasentladungslampe 10 auftretenden Gleichrichteffekt und dem in der entgegengesetzten Richtung auftretenden Gleichrichteffekt unterschieden.

**[0020]** Für den Fall, daß aufgrund des in der Gasentladungslampe 10 auftretenden Gleichrichteffekts über den Widerstand 9 ein sich in positiver Richtung verändernder Strom  $i_3$  fließt, wird erfindungsgemäß der Gleichrichteffekt durch Überwachen der an dem Widerstand 9 abfallenden Spannung  $u_3$  erfaßt. Figur 2a zeigt den zeitlichen Verlauf der in diesem Fall an dem Widerstand 9 abfallenden Spannung  $u_3$ . Aufgrund der durch die Alterung der Lampenelektroden auftretenden unterschiedlichen Abnutzung der Lampenelektroden kommt es im Laufe der Zeit, wie bereits eingangs beschrieben, zu einer Überhöhung der positiven Halbwellen gegenüber den negativen Halbwellen in der über den Widerstand 9 abfallenden Spannung  $u_3$  bzw. in den über dem Widerstand 9 fließenden Strom  $i_3$ . Im Extremfall verschwinden mit zunehmender Zeit die negativen Halbwellen im Spannungs- und Stromverlauf von  $u_3$  bzw.  $i_3$  vollständig, so daß die Gasentladungslampe 10 als Gleichrichter wirkt. Über den Widerstandswert des Widerstands 9 ist ein Schwellenwert  $U_S$  definierbar, bei dessen Überschreiten das Vorliegen des Gleichrichteffekts erkannt wird. Zur Überwachung der an dem Widerstand 9 abfallenden Spannung  $u_3$  ist auch die Überwachungsschaltung 3 an Masse gelegt, so daß der Überwachungspunkt A der Überwachungsschaltung 3 kein negativeres Potential als das Massepotential annehmen kann. Figur 2b zeigt den Verlauf des an dem Überwachungspunkt A auftretenden Potentials  $u_4$ . Da das Potential  $u_4$  keinen negativeren Wert als das Massepotential annehmen kann, weist der Spannungsverlauf von  $u_4$  nur positive Halbwellen auf, die den positiven Halbwellen von  $u_3$  entsprechen. Überschreitet eine dieser Halbwellen den vordefinierten Schwellenwert  $U_S$ , so legt dies die Überwachungsschaltung 3 als Auftreten des Gleichrichteffekts in der Gasentladungslampe 10 aus. Figur 2c zeigt ergänzend den Stromverlauf des über den weiteren Widerstand 8 fließenden Strom  $i_2$ . Aus Figur 2c ist ersichtlich, daß der Strom  $i_2$  nur dann auftritt, wenn die an dem Überwachungspunkt A anliegende Spannung  $u_4$  Null ist.

**[0021]** Figur 3 zeigt die entsprechenden Spannungs- und Stromverläufe für den Fall, daß in der Gasentladungslampe 10 der zuvor beschriebene Gleichrichteffekt in entgegengesetzter Richtung zu dem bezüglich Figur 2 beschriebenen Fall auftritt. In diesem Fall nimmt

der über den Widerstand 9 fließende Strom  $i_3$  bzw. die über den Widerstand 9 abfallende Spannung  $u_3$  in negativer Richtung steigende Werte an, so daß in dem Spannungs- bzw. Stromverlauf von  $u_3$  bzw.  $i_3$  die negativen Halbwellen gegenüber den positiven Halbwellen überhöht sind. Im Extremfall verschwinden im Laufe der Zeit die positiven Halbwellen vollständig, so daß die Gasentladungslampe 10 in bezüglich der anhand Figur 2 beschriebenen Richtung entgegengesetzter Richtung als Gleichrichter wirkt. Wie Figur 2b zeigt auch Figur 3b, daß das an dem Überwachungspunkt A auftretende Potential  $u_4$  aufgrund der Verbindung der Überwachungsschaltung 3 mit Masse nur positive Werte annehmen kann, so daß mit der Zeit die Spannung  $u_4$  mit dem Verschwinden der positiven Halbwellen der an dem Widerstand 9 abfallenden Spannung  $u_3$  den Wert Null annimmt. Um in diesem Fall trotzdem das Vorliegen des Gleichrichtereffekts in der Gasentladungslampe 10 erkennen zu können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, in diesem Fall den über den Widerstand 8 fließenden Strom  $i_2$  auszuwerten. Der Strom  $i_2$  kann nur dann über den Widerstand 8 fließen, wenn die an dem Überwachungspunkt A auftretende Spannung  $u_4$  den Wert Null annimmt. Aus diesem Grunde kann ab dem Zeitpunkt, zu dem die Spannung  $u_4$  vollständig verschwindet, der Strom  $i_2$  kontinuierlich von der Überwachungsschaltung 3 überwacht werden. Der Verlauf des Stroms  $i_2$  verändert sich dabei in Übereinstimmung mit den in negativer Richtung ansteigenden Halbwellen der Spannung  $u_3$ .

**[0022]** Aus diesem Grund kann der in die andere Richtung der Gasentladungslampe 10 wirkende Gleichrichtereffekt durch Überwachen des über den Widerstand 8 fließenden Stroms  $i_2$  erkannt werden, wenn dieser Strom  $i_2$  einen vorgegebenen Grenzwert  $I_S$  überschreitet. Dieser Grenzwert  $I_S$  ist insbesondere über den Wert des Widerstands 8 variierbar. Aufgrund der in Figur 3c dargestellten negativen Stromwerte des Stroms  $i_2$  ist im Zusammenhang mit Figur 1 ersichtlich, daß tatsächlich von der Überwachungsschaltung 3 der von der Überwachungsschaltung 3 über den Überwachungspunkt A herausfließende Strom  $i_2$  erfaßt wird. Durch gleichzeitiges Überwachen von  $u_3$  sowie  $i_2$  kann somit die Überwachungsschaltung 3 - unabhängig von der Richtung, in welcher der Gleichrichtereffekt in der Gasentladungslampe 10 auftritt - den Gleichrichtereffekt zuverlässig erkennen.

**[0023]** Die Überwachung von  $i_2$  und  $u_3$  hinsichtlich des Überschreitens des Grenzwertes  $I_S$  bzw.  $U_S$  erfolgt vorteilhafterweise durch übliche Strom- bzw. Spannungscomparatoren.

**[0024]** Sobald die Überwachungsschaltung 3 erkannt hat, daß die an dem Überwachungspunkt A anliegende Spannung  $u_4$  den vorgegebenen Grenzwert  $U_S$  bzw. über den Überwachungspunkt A fließende Strom  $i_2$  den vorgegebenen Grenzwert  $I_S$  überschritten hat, schließt die Überwachungsschaltung 3 auf das Vorhandensein des Gleichrichtereffekts in der Gasentladungslampe 10 und gibt eine entsprechende Warnung aus. Vorteilhaft-

terweise ist die Überwachungsschaltung 3 mit dem Wechselrichter 2 verbunden und steuert das Betriebsverhalten des Wechselrichters 2 nach Erkennen eines Gleichrichtereffekts in der Gasentladungslampe 10 derart, daß sich die von der Gasentladungslampe 10 aufgenommene Leistung verringert. Insbesondere steuert die Überwachungsschaltung 3 das Schaltverhalten der alternierend schaltenden Schalter des Wechselrichters 2 derart, daß beispielsweise die Frequenz  $f$  der von dem Wechselrichter 2 gelieferten getakteten Wechselspannung erhöht und/oder das Tastverhältnis  $d$  (d.h. das Verhältnis zwischen den Einschaltzeiten der beiden angesteuerten Schalter des Wechselrichters 2) der getakteten Wechselspannung verringert wird, so daß sich der der Gasentladungslampe 10 zugeführte Lampenstrom  $i_L$  reduziert. Auf diese Weise wird zuverlässig eine übermäßige Erhitzung bzw. ein Schmelzen von Teilen des Lampenglaskolbens verhindert. Gegebenenfalls kann die Überwachungsschaltung 3 auch ein Abschalten des Wechselrichters 2 bewirken.

**[0025]** Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes, wobei in Figur 4 ein Zweilampen-Lastkreis dargestellt ist. Der zweite Lampenkreis ist analog zu dem ersten Lampenkreis verschaltet. Der zweite Lampenkreis umfaßt ebenfalls einen Heiztransformator, dessen Primärwicklung 11A mit dem Serienresonanzkreis und dessen beiden Sekundärwicklungen 11B und 11C mit den Lampenwendeln einer zweiten Gasentladungslampe 15 verbunden sind. In Serie mit der Primärwicklung 11A des zweiten Heiztransformators ist ein Widerstand 13 geschaltet, der zudem an Masse angeschlossen ist. Von dem Verbindungspunkt zwischen der Primärwicklung 11A des zweiten Heiztransformators und dem Widerstand 13 führt eine Verbindung über einen Widerstand 12 zu der Überwachungsschaltung 3. Die Überwachungsschaltung 3 weist eine ODER-Schaltung 14 auf, deren Eingänge mit den Überwachungspunkten A und B sowie den Widerständen 8 und 12 verbunden sind. Jeder der Überwachungspunkte A und B wird, wie anhand Figur 2 und 3 erläutert, bezüglich des Auftretens eines Gleichrichtereffekts in der Gasentladungslampe 10 bzw. 15 überwacht. Die ODER-Schaltung 14 meldet das Vorhandensein eines Gleichrichtereffekts sobald der Gleichrichtereffekt in einer der beiden Gasentladungslampen 10 und 15 durch Überwachung der Überwachungspunkte A und B erkannt werden konnte. Wie bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird auch gemäß Figur 4 nach Erkennen eines Gleichrichtereffekts der Wechselrichter 2 entsprechend angesteuert, um die Leistungsaufnahme der an den Wechselrichter 2 angeschlossenen Gasentladungslampen 10 und 15 zu verringern.

**[0026]** Die Überwachungsschaltung 3 ist vorteilhafterweise als ASIC (Application Specific Integrated Circuit), d.h. als applikationsspezifische Schaltung, ausgebildet.

**[0027]** Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene

Überwachung des über die Primärwicklungen 7A bzw. 11A der entsprechenden Heiztransformatoren fließenden Heizstromes, dessen Verlauf sich bei Vorliegen eines Gleichrichteffekts in der entsprechenden Gasentladungslampe 10 bzw. 15 stark verändert, kann der Gleichrichteffekt in der Gasentladungslampe 10 bzw. 15 mit großer Genauigkeit und zuverlässig erkannt werden. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Schaltung läßt sich durch einfache schaltungstechnische Maßnahmen leicht für die Überwachung von zwei oder mehr Gasentladungslampen erweitern.

## Patentansprüche

1. Elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Gasentladungslampe (10, 15),

mit einem Wechselrichter (2),  
mit einem an den Wechselrichter (2) angeschlossenen Lastkreis (4, 5, 6), an den die Gasentladungslampe (10) anschließbar ist,  
mit einem Heiztransformator (7A-C) zum Vorheizen der Lampenwendeln der Gasentladungslampe (10), dessen Primärwicklung (7A) in Serie mit einem ersten Widerstand (9) parallel zu der Gasentladungslampe (10, 15) geschaltet ist, und  
mit einer Überwachungsschaltung (3) zum Überwachen des über die Primärwicklung (7A) des Heiztransformators (7A-C) fließenden Stroms ( $i_1$ ) oder einer von diesem Strom proportional abhängigen Größe ( $i_2$ ,  $u_3$ ),

### **dadurch gekennzeichnet,**

daß der Verbindungspunkt zwischen der Primärwicklung (7A) des Heiztransformators (7A-C) und dem ersten Widerstand (9) über einen zweiten Widerstand (8) mit der Überwachungsschaltung (3) verbunden ist, so daß der Überwachungsschaltung (3) als Überwachungsgrößen die an dem ersten Widerstand (9) abfallende Spannung ( $u_3$ ) und der über den zweiten Widerstand (8) fließende Strom ( $i_2$ ) zugeführt werden,  
und daß die Überwachungsschaltung (3) das Vorliegen des Gleichrichteffekts in der Gasentladungslampe (10) bei einer sich in positiver Richtung vergrößernden, an dem ersten Widerstand (9) abfallenden Spannung ( $u_3$ ) bzw. einem sich in positiver Richtung vergrößernden, über den ersten Widerstand (9) fließenden Strom ( $i_3$ ) abhängig von der an dem ersten Widerstand (9) abfallenden Spannung ( $u_3$ ) als Überwachungsgröße beurteilt,  
und daß die Überwachungsschaltung (3) das Vorliegen des Gleichrichteffekts in der Gasent-

ladungslampe (10) bei einer sich in negativer Richtung vergrößernden, an dem ersten Widerstand (9) abfallenden Spannung ( $u_3$ ) bzw. bei einem sich in negativer Richtung vergrößernden, über den ersten Widerstand (9) fließenden Strom ( $i_3$ ) abhängig von dem über den zweiten Widerstand (8) fließenden Strom ( $i_2$ ) als Überwachungsgröße beurteilt,  
und daß die Überwachungsschaltung (3) derart ausgestaltet ist, daß sie auf das Vorliegen des Gleichrichteffekts in der Gasentladungslampe (10) schließt, falls die Überwachungsgröße einen vorgegebenen Grenzwert ( $I_S$ ,  $U_S$ ) überschreitet.

2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Grenzwert ( $U_S$ ) für die Erfassung des Gleichrichteffekts in der Gasentladungslampe (10) aufgrund der an dem ersten Widerstand (9) abfallenden Spannung ( $u_3$ ) durch den Widerstandswert des ersten Widerstands (9) bestimmt und veränderbar ist.

3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Grenzwert ( $I_S$ ) für die Erfassung des Gleichrichteffekts in der Gasentladungslampe (10) aufgrund des über den zweiten Widerstand (8) fließenden Stromes ( $i_2$ ) durch den Widerstandswert des zweiten Widerstands (8) bestimmt und veränderbar ist.

4. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Überwachungsschaltung (3) und der erste Widerstand (9) mit Masse verbunden sind.

5. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1-4, **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Heiztransformator (7A-C) zwei Sekundärwicklungen (7B, 7C) aufweist, die jeweils mit einer der Lampenwendeln der Gasentladungslampe (10) verbunden sind.

6. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1-4, **gekennzeichnet durch**

mindestens einen weiteren Heiztransformator (11A-C), wobei eine Serienschaltung aus der Primärwicklung (11A) des mindestens einen weiteren Heiztransformators (11A-C) und einem weiteren ersten Widerstand (13) parallel zu der Serienschaltung aus der Primärwicklung

(7A) des Heiztransformators (7A-C) und dem ersten Widerstand (9) geschaltet ist, mit mindestens einer weiteren Gasentladungslampe (15), wobei zwei Sekundärwicklungen (11B, 11C) des mindestens einen weiteren Heiztransformators (11A-C) jeweils mit einer der Lampenwendeln der mindestens einen weiteren Gasentladungslampe (15) derart verbunden sind, daß die aus den Sekundärwicklungen (11B, 11C) des mindestens einen weiteren Heiztransformators (11A-C) und den Lampenwendeln der mindestens einen weiteren Gasentladungslampe (15) bestehende Schaltung parallel zu der aus den Sekundärwicklungen (7B, 7C) des Heiztransformators (7A-C) und den Lampenwendeln der Gasentladungslampe (10) bestehenden Schaltung geschaltet ist, und mindestens einen weiteren zweiten Widerstand (12), der zwischen die Überwachungsschaltung (3) und dem Verbindungspunkt zwischen der Primärwicklung (11A) des mindestens einen weiteren Heiztransformators (11A-C) und dem mindestens einen weiteren ersten Widerstand (13) geschaltet ist.

7. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Überwachungsschaltung (3) eine ODER-Schaltung (14) beinhaltet, deren Eingangsanschlüsse mit den zweiten Widerständen (8, 12) verbunden ist, so daß die Überwachungsschaltung (3) auf das Vorliegen des Gleichrichteffekts in einer der Gasentladungslampen (10, 15) schließt, falls mindestens eine der der Überwachungsschaltung (3) über die zweiten Widerstände (8, 12) zugeführten Größen ( $i_2$ ,  $u_3$ ) einen vorgegebenen Grenzwert ( $I_s$ ,  $U_s$ ) überschreitet.
8. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1-7, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Wechselrichter (2) zwei in Serie liegende und von einer Gleichspannungsquelle (1) mit einer Gleichspannung versorgte alternierend angesteuerte Schalter aufweist, daß der an den Wechselrichter (2) angeschlossene Lastkreis einen Serienresonanzkreis (4, 5) enthält, an den die mindestens eine Gasentladungslampe (10, 15) angeschlossen ist, und daß die Überwachungsschaltung (3) nach Erkennen des Gleichrichteffekts in der mindestens einen Gasentladungslampe (10, 15) die Frequenz (f) und/oder das Tastverhältnis (d) der von dem Wechselrichter (2) gelieferten Wechselspannung derart verändert, daß sich die von der mindestens einen Gasentladungs-

lampe (10, 15) aufgenommene Leistung verringert.

9. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Überwachungsschaltung (3) nach Erkennen des Gleichrichteffekts in der mindestens einen Gasentladungslampe (10, 15) die Frequenz (f) der von dem Wechselrichter (2) gelieferten Wechselspannung erhöht und/oder deren Tastverhältnis (d) verringert.
10. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der Ansprüche 1-9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Überwachungsschaltung (3) als ASIC ausgebildet ist.

## Claims

1. Electronic ballast for operating at least one gas discharge lamp (10, 15), having an inverter (2), having a load circuit (4, 5, 6) which is connected to the inverter (2) and to which the gas discharge lamp (10) can be connected, having a filament-heating transformer (7A-C) for preheating the lamp filaments of the gas discharge lamp (10), the primary winding (7A) of which is connected in series with a first resistor (9) in parallel with the gas discharge lamp (10, 15), and having a monitoring circuit arrangement (3) for monitoring the current ( $i_1$ ) flowing by way of the primary winding (7A) of the filament-heating transformer (7A-C) or a variable ( $i_2$ ,  $u_3$ ) that is proportionally dependent upon this current, characterised in that the interconnection point between the primary winding (7A) of the filament-heating transformer (7A-C) and the first resistor (9) is connected to the monitoring circuit arrangement (3) by way of a second resistor (8) so that the voltage ( $u_3$ ) dropping across the first resistor (9) and the current ( $i_2$ ) flowing by way of the second resistor (8) are fed as monitoring variables to the monitoring circuit arrangement (3), and in that the monitoring circuit arrangement (3) assesses the presence of the rectification effect in the gas discharge lamp (10) in the case of a voltage ( $u_3$ ) dropping across the first resistor (9) and increasing in a positive direction or a current ( $i_3$ ) flowing by way of the first resistor (9) and increasing in a positive direction as a function of the voltage ( $u_3$ ) dropping across the first resistor (9) as a monitoring variable, and in that the monitoring circuit arrangement (3) assesses the presence of the rectification effect in the gas discharge lamp (10) in the case of a voltage ( $u_3$ ) dropping across the first resistor (9) and increasing in a negative direction or a current ( $i_3$ ) flowing by way of the first resistor (9) and increasing in a negative direction as a function

of the current ( $i_2$ ) flowing by way of the second resistor (8) as a monitoring variable, and in that the monitoring circuit arrangement (3) is designed in such a way that it concludes that the rectification effect is present in the gas discharge lamp (10) if the monitoring variable exceeds a predetermined limiting value ( $I_S$ ,  $U_S$ ),

2. Electronic ballast according to claim 1, characterised in that the limiting value ( $U_S$ ) for the detection of the rectification effect in the gas discharge lamp (10) on the basis of the voltage ( $u_3$ ) dropping across the first resistor (9) is determined by the resistance value of the first resistor (9) and can be changed.
3. Electronic ballast according to claim 1 or 2, characterised in that the limiting value ( $I_S$ ) for the detection of the rectification effect in the gas discharge lamp (10) on the basis of the current ( $i_2$ ) flowing by way of the second resistor (8) is determined by the resistance value of the second resistor (8) and can be changed.
4. Electronic ballast according to one of claims 1-3, characterised in that the monitoring circuit arrangement (3) and the first resistor (9) are connected to earth.
5. Electronic ballast according to one of claims 1-4, characterised in that the filament-heating transformer (7A-C) has two secondary windings (7B, 7C) which are, in each case, connected to one of the lamp filaments of the gas discharge lamp (10).
6. Electronic ballast according to one of claims 1-4, characterised by at least one further filament-heating transformer (11A-C), in which case a series circuit arrangement consisting of the primary winding (11A) of the at least one further filament-heating transformer (11A-C) and a further first resistor (13) is connected in parallel with the series circuit arrangement consisting of the primary winding (7A) of the filament-heating transformer (7A-C) and the first resistor (9), having at least one further gas discharge lamp (15), in which case two secondary windings (11B, 11C) of the at least one further filament-heating transformer (11A-C) are, in each case, connected to one of the lamp filaments of the at least one further gas discharge lamp (15) in such a way that the circuit arrangement consisting of the secondary windings (11B, 11C) of the at least one further filament-heating transformer (11A-C) and the lamp filaments of the at least one further gas discharge lamp (15) is connected in parallel with the circuit arrangement consisting of the secondary windings (7B, 7C) of the filament-heating transformer (7A-C) and the lamp filaments of the gas discharge lamp (10), and at least one further second

resistor (12) which is connected between the monitoring circuit arrangement (3) and the interconnection point between the primary winding (11A) of the at least one further filament-heating transformer (11A-C) and the at least one further first resistor (13).

7. Electronic ballast according to claim 6, characterised in that the monitoring circuit arrangement (3) contains an OR-circuit arrangement (14), the input terminals of which are connected to the second resistors (8, 12) so that the monitoring circuit arrangement (3) concludes that the rectification effect is present in one of the gas discharge lamps (10, 15) if at least one of the variables ( $i_2$ ,  $u_3$ ) fed to the monitoring circuit arrangement (3) by way of the second resistors (8, 12) exceeds a predetermined limiting value ( $I_S$ ,  $U_S$ ).
8. Electronic ballast according to one of claims 1-7, characterised in that the inverter (2) has two alternately activated switches which are connected in series and are supplied with a direct voltage from a direct-voltage source (1), in that the load circuit connected to the inverter (2) contains a series-resonant circuit (4, 5) to which the at least one gas discharge lamp (10, 15) is connected, and in that the monitoring circuit arrangement (3) after identification of the rectification effect in the at least one gas discharge lamp (10, 15) changes the frequency ( $f$ ) and/or the pulse duty factor ( $d$ ) of the alternating voltage delivered by the inverter (2) in such a way that the power consumed by the at least one gas discharge lamp (10, 15) is reduced.
9. Electronic ballast according to claim 8, characterised in that after identification of the rectification effect in the at least one gas discharge lamp (10, 15) the monitoring circuit arrangement (3) increases the frequency ( $f$ ) of the alternating voltage delivered by the inverter (2) and/or reduces the pulse duty factor ( $d$ ) thereof.
10. Electronic ballast according to one of claims 1-9, characterised in that the monitoring circuit arrangement (3) is designed as an ASIC.

## Revendications

1. Ballast électronique pour alimenter au moins une lampe à décharge gazeuse (10, 15), comprenant
  - un onduleur de courant (2),
  - un circuit de charge (4, 5, 6) connecté à l'onduleur (2), auquel la lampe à décharge gazeuse (10) peut être connectée,
  - un transformateur de chauffage (7A-C) pour



préchauffer les filaments de la lampe à décharge gazeuse (10), dont l'enroulement primaire (7A) branché en série avec une première résistance (9) est connecté en parallèle avec la lampe à décharge gazeuse (10), et un circuit de surveillance (3), pour surveiller le courant ( $i_1$ ) qui traverse l'enroulement primaire (7A) du transformateur de chauffage (7A-7C) ou une grandeur ( $i_2$ ,  $u_3$ ) proportionnelle audit courant,

caractérisé

en ce que le point de connexion entre l'enroulement primaire (7A) du transformateur de chauffage (7A-C) et la première résistance (9) est relié au circuit de surveillance (3) par l'intermédiaire d'une deuxième résistance (8), de sorte que le circuit de surveillance (3) reçoit, comme grandeurs de surveillance, la tension ( $u_3$ ) délivrée par la première résistance (9) et le courant ( $i_2$ ) traversant la seconde résistance (8),

en ce que le circuit de surveillance (3) détermine la présence de l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10) pour une tension ( $u_3$ ) délivrée par la première résistance (9) qui augmente dans le sens positif ou pour un courant ( $i_3$ ) traversant la première résistance (9) qui augmente dans le sens positif, en fonction de la tension ( $u_3$ ) délivrée par la première résistance (9) comme grandeur de surveillance,

en ce que le circuit de surveillance (3) détermine la présence de l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10) pour une tension ( $u_3$ ) aux bornes de la première résistance (9) qui augmente dans le sens positif ou pour un courant ( $i_3$ ) traversant la première résistance (9) qui augmente dans le sens positif, en fonction de la tension ( $u_3$ ) délivrée par la première résistance (9) comme grandeur de surveillance,

et en ce que le circuit de surveillance (3) est agencé de manière telle qu'il conclut à la présence de l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10), lorsque la grandeur de surveillance dépasse une valeur seuil ( $I_S$ ,  $U_S$ ) prédéterminée.

2. Ballast électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur seuil ( $U_S$ ) pour la détection de l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10) sur la base de la tension ( $u_3$ ) délivrée par la première résistance (9) est déterminée et peut être modifiée par la valeur ohmique de ladite première résistance (9).

3. Ballast électronique selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que la valeur seuil ( $I_S$ ) pour la détection de l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10) sur la base du courant ( $i_2$ ) traversant la deuxième résistance (8) est déterminée et peut être modifiée par la valeur de ladite deuxième résistance (8).

4. Ballast électronique selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le circuit de surveillance (3) et la première résistance (9) sont reliés à la masse.

5. Ballast électronique selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le transformateur de chauffage (7A-C) comporte deux enroulements secondaires (7B-7C) qui sont reliés chacun à un filament de la lampe à incandescence (10).

6. Ballast électronique selon une des revendications 1 à 4, caractérisé par au moins un transformateur de chauffage (11A-C) supplémentaire, un circuit série formé de l'enroulement primaire (11A) du transformateur de chauffage (11A-C) supplémentaire, au nombre d'au moins un, et d'une première résistance (13) supplémentaire étant connecté en parallèle avec le circuit série formé de l'enroulement primaire (7A) du transformateur de chauffage (7A-C) et de la première résistance (9),

au moins une lampe à décharge gazeuse (15) supplémentaire, deux enroulements secondaires (11B, 11C) du transformateur de chauffage (11A-C) supplémentaire, au nombre d'au moins un, étant connectés chacun à l'un des filaments de lampe de la lampe à décharge gazeuse (15) supplémentaire au nombre d'au moins une de manière telle, que le circuit formé des enroulements secondaires (11B, 11C) du transformateur de chauffage (11A-C) supplémentaire, au nombre d'au moins un, et des filaments de lampe de la lampe à décharge gazeuse (15) supplémentaire, au nombre d'au moins une, soit connecté en parallèle avec le circuit formé des enroulements secondaires (7B-7C) du transformateur de chauffage (7A-C) et des filaments de lampe de la lampe à décharge gazeuse (10) et au moins une deuxième résistance (12) supplémentaire qui est insérée entre le circuit de surveillance (3) et le point de connexion entre l'enroulement primaire (11A) du transformateur de chauffage (11A-C) supplémentaire, au nombre d'au moins un, et la première résistance supplémentaire (13), au nombre d'au moins une.

7. Ballast électronique selon la revendication 6, caractérisé en ce que le circuit de surveillance (3) comprend un circuit logique OU (14) dont les bornes d'entrée sont connectées aux deuxièmes résistances (8, 12), de sorte que le circuit de surveillance (3) conclut à la présence de l'effet redresseur dans

l'une des lampes à décharge gazeuse (10, 15), lorsqu'au moins une des grandeurs ( $i_2$ ,  $u_3$ ) transmises au circuit de surveillance (3) à travers les deuxièmes résistances (8, 12) dépasse une valeur seuil ( $I_S$ ,  $U_S$ ) prédéterminée.

5

8. Ballast électronique selon une des revendications 1 à 7, caractérisé

en ce que l'onduleur (2) comprend deux commutateurs montés en série et alimentés avec une tension continue à partir d'une source de tension continue, qui sont commandés en alternance,

10

en ce que le circuit de charge connecté à l'onduleur (2) comprend un circuit résonnant série (4, 5) auquel est connectée la lampe à décharge gazeuse (10, 15), au nombre d'au moins une, et

15

en ce que le circuit de surveillance (3) après avoir détecté l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10, 15), au nombre d'au moins une, modifie la fréquence ( $f$ ) et/ou le rapport cyclique ( $d$ ) de la tension alternative délivrée par l'onduleur de telle sorte que la puissance absorbée par la lampe à décharge gazeuse (10, 15), au nombre d'au moins une, diminue.

20

25

9. Ballast électronique selon la revendication 8, caractérisé en ce que le circuit de surveillance (3) après avoir détecté l'effet redresseur dans la lampe à décharge gazeuse (10, 15), au nombre d'au moins une, élève la fréquence ( $f$ ) de la tension alternative délivrée par l'onduleur (2) et/ou abaisse le rapport cyclique ( $d$ ).

30

35

10. Ballast électronique selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le circuit de surveillance (3) est un circuit ASIC.

40

45

50

55

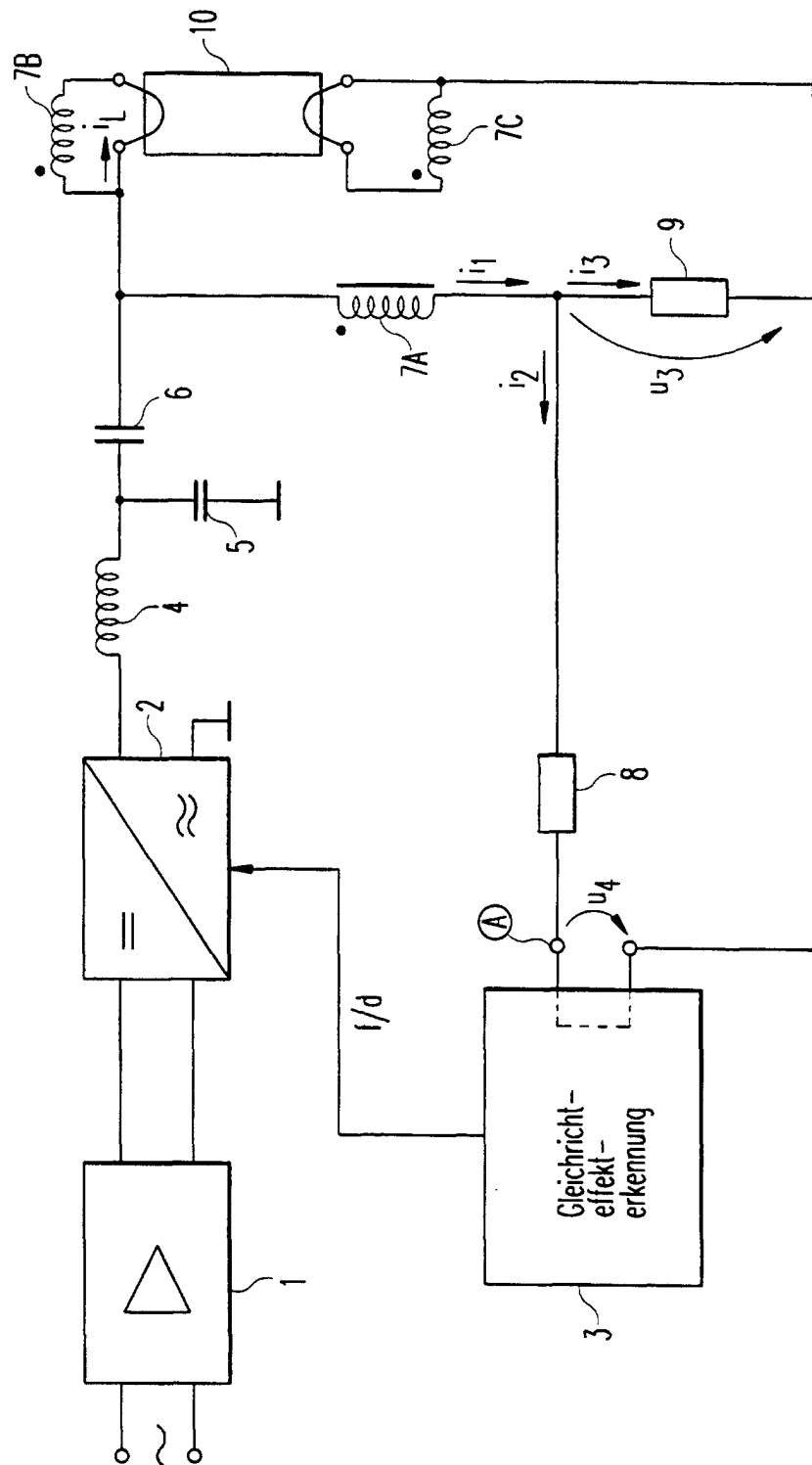


Fig. 1

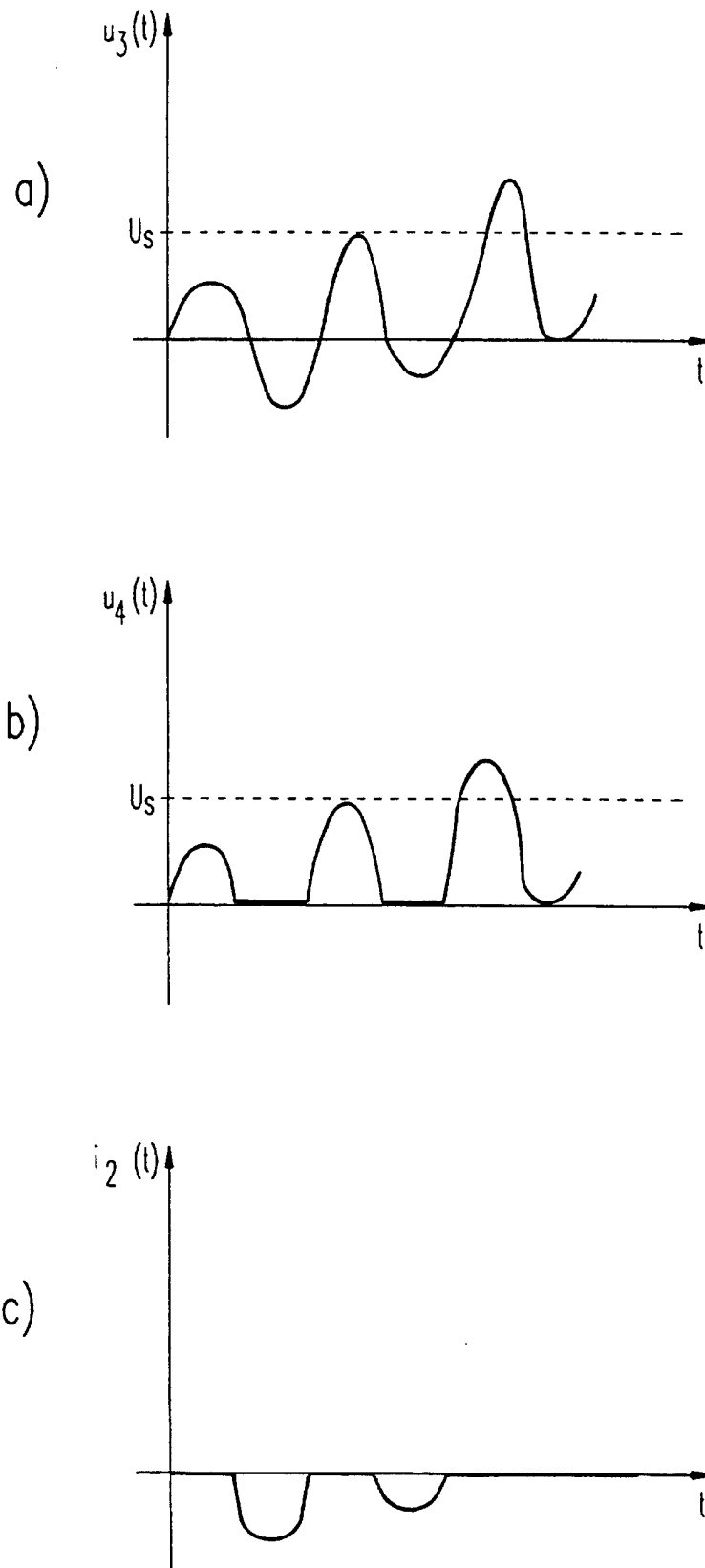


Fig. 2

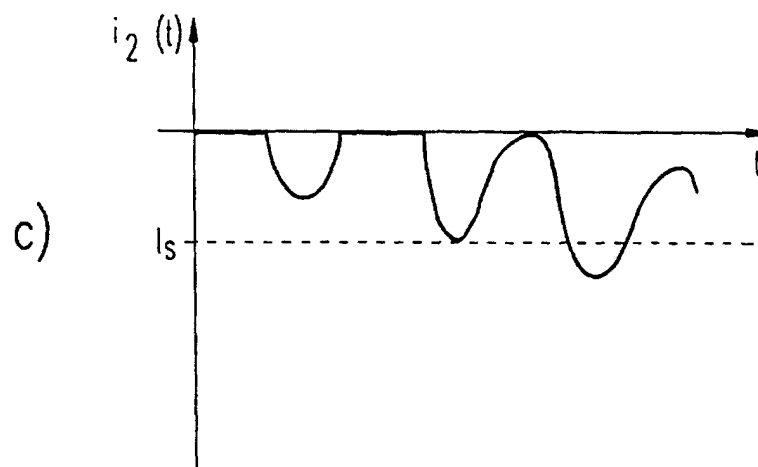
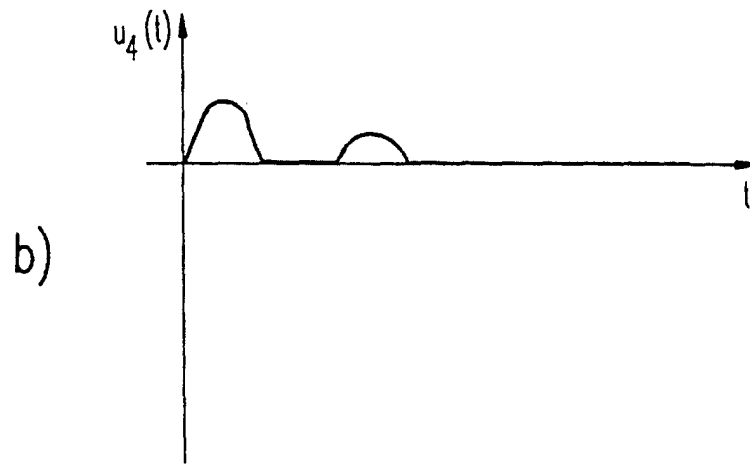
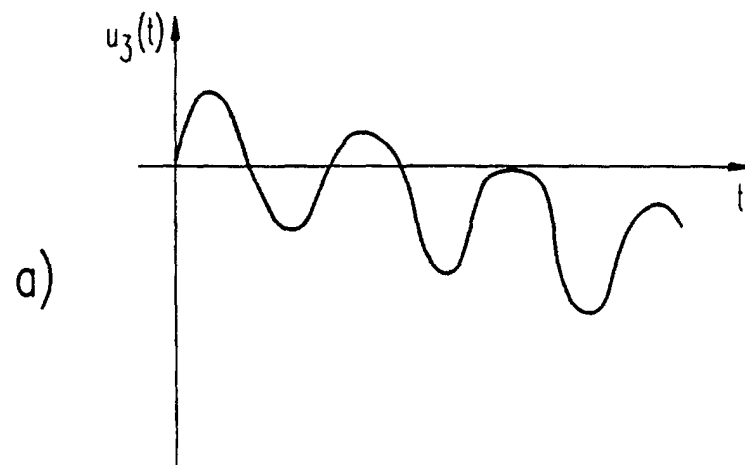


Fig. 3

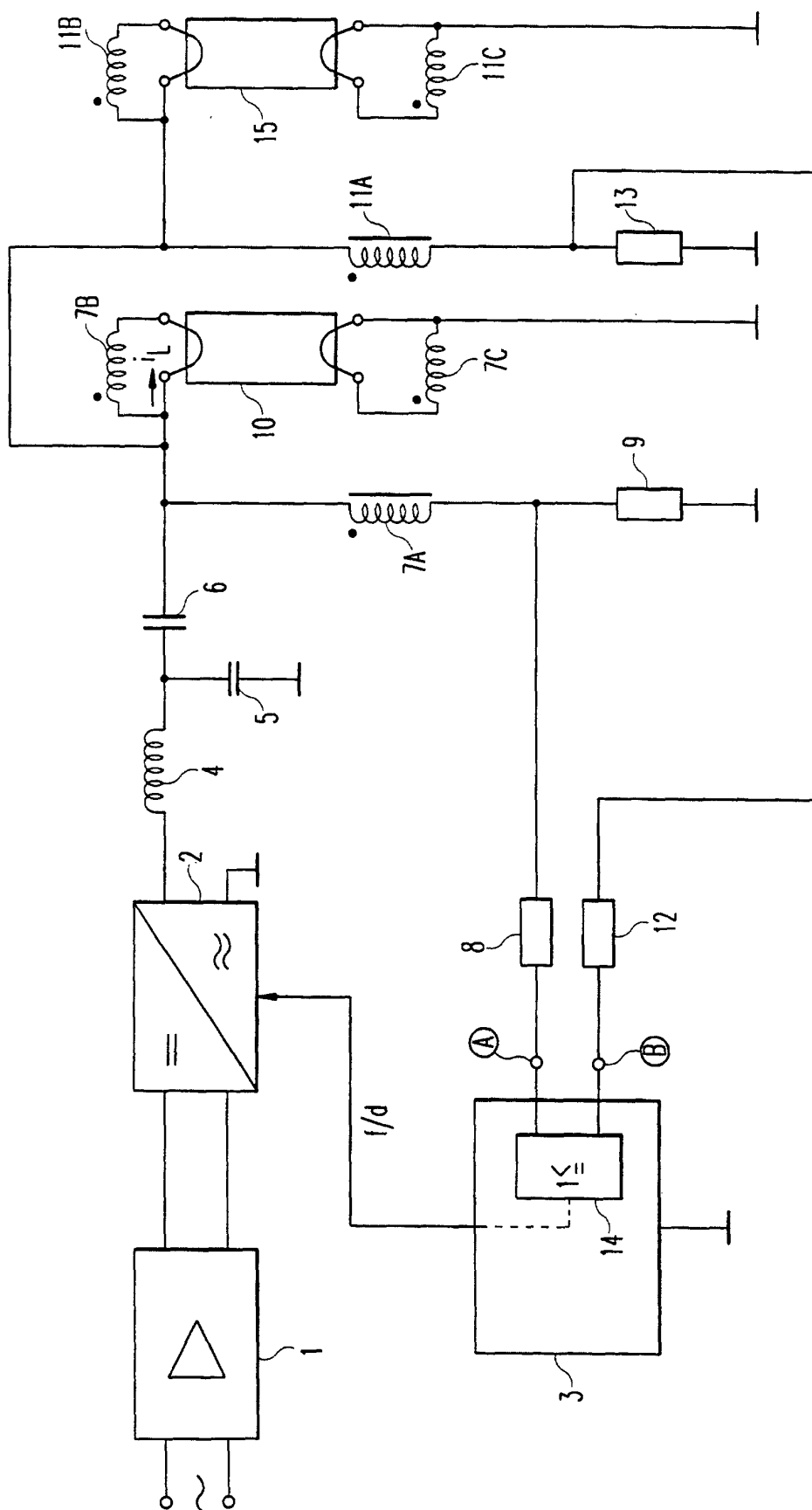


Fig. 4

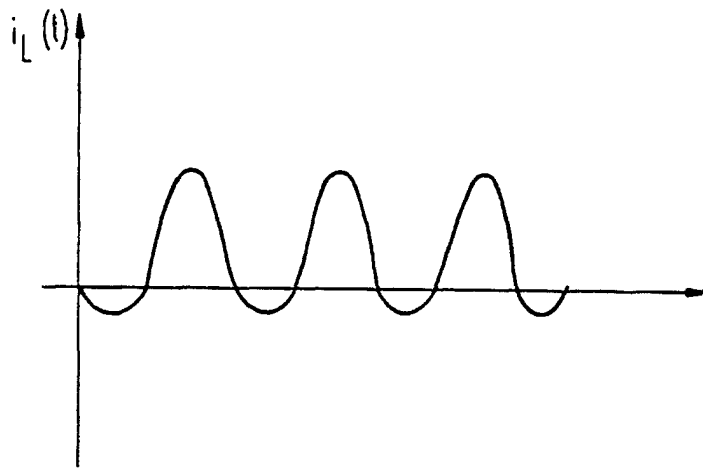


Fig. 5