



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 048 190 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.05.2003 Patentblatt 2003/19**

(21) Anmeldenummer: **98964410.9**

(22) Anmeldetag: **19.11.1998**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP98/07426**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 99/034648 (08.07.1999 Gazette 1999/27)**

(54) **ELEKTRONISCHES VORSCHALTGERÄT**

ELECTRONIC LAMP BALLAST

BALLAST ELECTRONIQUE POUR LAMPE A DECHARGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT CH DE ES FI FR GB IT LI NL SE**

(30) Priorität: **23.12.1997 DE 19757667**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.11.2000 Patentblatt 2000/44**

(73) Patentinhaber: **TridonicAtco GmbH & Co. KG**  
**6851 Dornbirn (AT)**

(72) Erfinder:  
• **PRIMISSLER, Norbert**  
**A-6833 Fraxern (AT)**  
• **BÖCKLE, Reinhard**  
**A-6841 Mäder (AT)**

• **KOCH, Stefan**  
**A-6850 Dornbirn (AT)**  
• **RHYNER, Stefan**  
**CH-8867 Niederurnen (CH)**

(74) Vertreter: **Schmidt-Evers, Jürgen, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Mitscherlich & Partner,**  
**Sonnenstrasse 33**  
**80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 594 880** **WO-A-95/10168**  
**GB-A- 2 053 592** **US-A- 4 958 108**  
**US-A- 5 030 887** **US-A- 5 424 611**

**EP 1 048 190 B1**

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).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Leuchtstoff- oder Gasentladungslampe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Ein derartiges elektronisches Vorschaltgerät ist beispielsweise aus der EP-B1-0338 109 bekannt. Fig. 10 zeigt den prinzipiellen Aufbau dieses elektronischen Vorschaltgerätes.

**[0003]** Das in Fig. 10 gezeigte elektronische Vorschaltgerät umfaßt zunächst eine Schaltung A, welche an das Wechselstromnetz angeschlossen ist. Diese Schaltung A dient als HF-Oberwellenfilter zur Reduzierung der harmonischen Oberwellen der Netzfrequenz sowie zur Funkentstörung.

**[0004]** An die Schaltung A schließt sich eine Gleichrichterschaltung B an, die die Netzspannung in eine gleichgerichtete Zwischenspannung umwandelt und diese über ein Oberwellenfilter C, welches zur Glättung der Zwischenspannung dient, einer Wechselrichterschaltung D zuführt. Dieser Wechselrichter D dient quasi als steuerbare Wechselspannungsquelle und wandelt die Gleichspannung des Gleichrichters B in eine variable Wechselspannung um. Der Wechselrichter D umfaßt in der Regel zwei (nicht dargestellte) steuerbare Schalter, beispielsweise MOS-Feldeffekttransistoren. Die beiden Schalter sind in Form einer Halbbrückenschaltung verschaltet und werden mit Hilfe eines entsprechenden Brückentreibers alternierend derart angesteuert, daß jeweils einer der Schalter ein- und der andere ausgeschaltet ist. Die beiden Wechselrichterschalter sind dabei in Serienschaltung zwischen eine Versorgungsspannung und Masse angeschlossen, wobei am gemeinsamen Knotenpunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern ein Lastkreis bzw. Ausgangskreis E angeschlossen ist, in dem eine Gasentladungslampe oder Leuchtstofflampe G angeordnet ist. Dieser Ausgangskreis E umfaßt einen Serienresonanzkreis, über den die "zerhackte" hochfrequente Wechselspannung des Wechselrichters D der Leuchtstofflampe G zugeführt wird.

**[0005]** Vor dem Anlegen der Zündspannung an die Leuchtstofflampe G werden die Lampenelektroden der Leuchtstofflampe G vorgeheizt, um die Lebensdauer der Lampe zu verlängern. Das Vorheizen kann beispielsweise mit Hilfe eines Heiztransformators erfolgen, dessen Primärwicklung mit dem Serienresonanzkreis verbunden ist, während die Sekundärwicklungen des Heiztransformators mit den einzelnen Lampenwendeln gekoppelt 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 D gelieferte Wechselspannung gegenüber der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises des Ausgangskreises E derart verändert, daß die an der Gasentladungslampe G anliegende Spannung keine Zündung der Lampe verursacht. In diesem

Fall fließt durch die als Wendeln ausgeführte Lampenelektroden der Lampe ein im wesentlichen konstanter Strom, wodurch die Lampenwendeln vorgeheizt werden. Nach Ablauf der Vorheizphase wird die Frequenz der von dem Wechselrichter D gelieferten Wechselspannung in die Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises verschoben, wodurch sich die an der Gasentladungslampe G anliegende Spannung erhöht, so daß die Gasentladungslampe G gezündet wird.

**[0006]** Während des Vorheizens, Zündens und Betriebs der Gasentladungslampe G können bestimmte Fehlerfälle auftreten, die es zu erkennen gilt, um entsprechend darauf reagieren zu können. Zu diesem Zweck weist das elektronische Vorschaltgerät eine Steuerschaltung F auf, die verschiedene Schaltungsgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes überwacht und bei Überschreiten eines Grenzwertes ein entsprechendes Steuersignal für den Wechselrichter D erzeugt, um die Frequenz der von dem Wechselrichter D erzeugten Wechselspannung abhängig von dem detektierten Fehlerfall zu verändern. So kann beispielsweise die Steuerschaltung F die Lampenspannung, die Vorheizspannung, den Lampenbetriebsstrom, den Impedanz-Phasenwinkel des Ausgangskreises E oder die von dem Gleichrichter B erzeugte Gleichspannung überwachen und die Wechselrichterfrequenz derart einstellen, daß die Lampenspannung, die Vorheizspannung bzw. der Lampenstrom einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschreiten, die dem Gleichrichter B entnommene Gleichstromleistung möglichst konstant ist oder ein kapazitiver Betrieb des Serienresonanz-Ausgangskreises E vermieden wird.

**[0007]** Wie zuvor beschrieben worden ist, ist es bekannt, mit Hilfe eines Vorheizbetriebs die Lampenwendeln der Gasentladungslampe vorzuheizen, um deren Lebensdauer zu verlängern. Dies führt jedoch dazu, daß infolge des Vorheizbetriebs eine längere Zeitspanne vergeht, bis die Gasentladungslampe gezündet und in Betrieb genommen werden kann. Es sind jedoch Fälle denkbar, bei denen auf das Vorheizen der Lampenelektroden verzichtet werden kann, beispielsweise wenn die entsprechende Gasentladungslampe kurz zuvor bereits betrieben worden ist.

**[0008]** Ein einfaches Verfahren zum Wählen eines geeigneten Lampenstarts ist in der GB 2 053 592 A beschrieben. Diese offenbart ein elektronisches Vorschaltgerät für eine Gasentladungslampe, bei dem die an einem Kondensator anliegende Spannung, die von dem Widerstand und damit von der Temperatur der Wendeln abhängig ist, überwacht wird. Je nachdem, ob der Widerstand einen vorgegeben Grenzwert über- oder unterschreitet, ob also die Wendeltemperatur oberhalb oder unterhalb einer Schwellentemperatur liegt, wird die Lampe ohne bzw. mit Vorheizung gestartet. Fällt beispielsweise die Stromversorgung nur kurzfristig aus, so daß sich die Wendeln lediglich geringfügig abgekühlt haben, kann nach Wiederherstellung der Stromversorgung die Lampe ohne Zeitverzögerung wiedergestartet

werden.

**[0009]** Eine anderes Verfahren ist in der WO 95/10168 beschrieben. Dabei wird zu Beginn des Lampenbetriebs ein Kondensator aufgeladen und die Zündung der Lampe eingeleitet, sobald die an dem Kondensator anliegende Spannung einen bestimmten Schwellwert erreicht hat. Wird die Lampe vorübergehend ausgeschaltet, entlädt sich der Kondensator wieder zu einem gewissen Grad, so daß bei einem erneuten Lampenstart die Vorheizdauer von der Menge der auf dem Kondensator verbliebenen Ladung abhängt.

**[0010]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren zur Auswahl der Art des Lampenstarts zu verbessern und gleichzeitig eine zuverlässige Funktionsweise zu gewährleisten.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch ein elektronisches Vorschaltgerät mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte und bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

**[0012]** Das elektronische Vorschaltgerät weist eine Steuerschaltung auf, die eine Schaltungs- bzw. Betriebsgröße des elektronischen Vorschaltgerätes überwacht und abhängig von dem Wert dieser Schaltungsgröße das elektronische Vorschaltgerät entweder mit einem Vorheizbetrieb oder ohne einen Vorheizbetrieb betreibt. Das elektronische Vorschaltgerät ist dabei derart ausgestaltet, daß es automatisch bei einem Neu- oder Wiederstart erkennt, ob die entsprechend angesteuerte Gasentladungslampe zuvor bereits in Betrieb war, so daß ggf. auf ein Vorheizen der Lampenelektroden der Gasentladungslampe verzichtet werden kann.

**[0013]** Dies erfolgt mit Hilfe einer Energiespeicherschaltung, die während des Betriebs des elektronischen Vorschaltgerätes aufgeladen und nach Abschalten mit einer bestimmten Zeitkonstante entladen wird. Die Steuerschaltung erfaßt beim Neustarten des elektronischen Vorschaltgerätes automatisch eine der in der Energiespeicherschaltung verbliebenen Ladung entsprechende Spannung - wobei diese ein Maß für die Ausschaltzeit des elektronischen Vorschaltgerätes ist - und vergleicht sie mit Hilfe von Komparatormitteln mit einem Referenzwert. Ist die zum Wiedereinschaltzeitpunkt des elektronischen Vorschaltgerätes noch verbliebene Ladung ausreichend hoch, steuert die Steuerschaltung die Gasentladungslampe ohne Vorheizbetrieb an. Andernfalls wird ein Vorheizbetrieb durchgeführt.

**[0014]** Erfindungsgemäß wird die Energiespeicherschaltung, die beispielsweise durch ein an die Steuerschaltung angeschlossenes RC-Glied gebildet sein kann, während des Betriebs auf ein vorgegebenes (festes) Versorgungsspannungspotential aufgeladen. Darüber hinaus ist das Ergebnis des Vergleichs zwischen der an dem Kondensator verbliebenen Spannung und der Referenzspannung einer Zustandshalterschaltung zugeführt, welche das Ausgangssignal der Komparatormittel lediglich beim Starten des elektronischen Vor-

schaltgerätes an ihren Ausgang durchschaltet, wobei die Steuerschaltung das Ausgangssignal der Zustandshalterschaltung für die Inbetriebnahme der Gasentladungslampe auswertet.

**[0015]** Das erfindungsgemäße Verfahren bietet gegenüber den bekannten Verfahren mehrere Vorteile. Zum einen hat das Aufladen der Energiespeicherschaltung auf ein vorgegebenes und damit bekanntes Versorgungsspannungspotential zur Folge, daß das zeitliche Verhalten der überwachten Schaltungsgröße vollständig bekannt und von äußeren Einflüssen sowie von evtl. Dimmeinstellungen der Lampe zum Zeitpunkt des Abschaltens des Vorschaltgerätes unabhängig ist. Mit der Kenntnis des zeitlichen Verhaltens ist es allerdings möglich, die Schaltung derart auszulegen, daß nach einer bestimmten vorgegebenen Ausschaltzeit die Lampe unabhängig von der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Wendeltemperatur auf jeden Fall mit Vorheizbetrieb gestartet wird. Somit ist beispielsweise auch die Möglichkeit gegeben, eine entsprechende Norm, die nach einer Abschaltdauer von mehr als 400 ms in jedem Fall einen Lampenstart mit Vorheizbetrieb fordert, zu erfüllen.

**[0016]** Der zweite Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltung besteht darin, daß sichergestellt ist, daß die Auswertung des Vergleichsergebnisses lediglich während des Lampenstarts durchgeführt wird, eine Veränderung des Ausgangssignals zu einem späteren Zeitpunkt allerdings keinen Einfluß auf den weiteren Betrieb hat.

**[0017]** Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Lösung kann sichergestellt werden, daß die Gasentladungslampe möglichst rasch in Betrieb genommen werden kann, indem auf einen nicht erforderlichen Vorheizbetrieb verzichtet wird. Durch diese Maßnahme werden zugleich die Lampenelektroden der Gasentladungslampe geschont, da ein übermäßiges Erhitzen der Lampenelektroden ebenfalls verhindert wird. Dabei ist sichergestellt, daß auch bei Inbetriebnahme der Gasentladungslampe ohne Vorheizbetrieb eine ausreichende Temperatur der Lampenelektroden zum Zünden der Gasentladungslampe vorhanden ist.

**[0018]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Schaltbild eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerätes,

Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung einer in Fig. 1 dargestellten Steuerschaltung mit einer entsprechenden externen Beschaltung dieser Steuerschaltung,

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild der in Fig. 2 gezeigten Steuerschaltung,

Fig. 4 zeigt ein Schaltbild eines in Fig. 3 dargestell-

ten Stromerfassungsblocks,

Fig. 5a und 5b zeigen Darstellungen zur Erläuterung der Kapazitätsstromerfassung mit Hilfe des in den Fig. 3 und 4 gezeigten Stromerfassungsblocks,

Fig. 6 zeigt ein Schaltbild eines in Fig. 3 dargestellten Spannungserfassungsblocks,

Fig. 7a und 7b zeigen Darstellungen zur Erläuterung der Lampenwechselerkennung mit Hilfe des in den Fig. 3 und 6 dargestellten Spannungserfassungsblocks,

Fig. 8a zeigt ein Schaltbild zur Erläuterung der Warm-/Kaltstartbetriebsumschaltung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 8b zeigt ein Schaltbild zur Erläuterung einer dynamischen Warm-/Kaltstartbetriebsumschaltung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

Fig. 9 zeigt beispielhaft verschiedene von dem erfindungsgemäßen elektronischen Vorschaltgerät angesteuerte Betriebszustände,

Fig. 10 zeigt ein Blockschaltbild eines bekannten elektronischen Vorschaltgerätes, und

Fig. 11a bis 11d zeigen Darstellungen zur Erläuterung einer weiteren Funktion des in Fig. 3 und Fig. 6 gezeigten Spannungserfassungsblocks.

**[0019]** Das in Fig. 1 gezeigte elektronische Vorschaltgerät umfaßt zunächst eine Schaltung A, welche eingangsseitig an eine Versorgungsspannung, beispielsweise eine Netzspannung, angeschlossen wird und zur Funkentstörung dient. Die Schaltung A ist in üblicher Weise aufgebaut und umfaßt beispielsweise kapazitive Eingangsfilter sowie ggfs. Oberwellendrosseln. In Fig. 1 sind lediglich beispielhaft ein Kondensator C2 sowie ein Symmetrieübertrager L1 dargestellt, wobei ein Überspannungsableiter oder ein VDR mit der Bezeichnung F1 parallel geschaltet sein kann.

**[0020]** Die sich an die Schaltung A anschließende Schaltung B umfaßt eine Vollwellengleichrichterbrücke mit Dioden V1 - V4. Die Gleichrichterschaltung B wandelt die eingangsseitig anliegende Versorgungswechselspannung in eine gleichgerichtete Zwischenspannung um. Die Gleichrichterschaltung B kann demnach entfallen, falls das elektronische Vorschaltgerät mit Gleichspannung betrieben wird.

**[0021]** Der nachfolgende Schaltungsteil C dient zur Oberwellenfilterung und Glättung der von dem Gleichrichter B gelieferten Zwischenspannung. Die in Fig. 1 gezeigte Schaltung C umfaßt beispielsweise Kondensatoren C3, C11, eine Diode V5, eine Spule L2, einen MOS-Feldeffekttransistor T1 und eine als integrierte Schaltung ausgestaltete Steuerschaltung IC1. Die Steuerschaltung IC1 ist an ein Versorgungsspannungspotential VCC angeschlossen und kann mit den übrigen Schaltungselementen derart verschaltet sein, daß sie verschiedene Spannungspotentiale U oder Ströme I empfängt. Der in Fig. 1 gezeigte Aufbau der Schaltung C ist selbstverständlich rein beispielhaft zu verstehen.

**[0022]** Von dem in Fig. 1 gezeigten Oberwellenfilter C wird eine Wechselrichterschaltung D angesteuert, die als wesentliche Elemente zwei in Serie zwischen eine Versorgungsspannungsleitung und Masse geschaltete steuerbare Schalter, im vorliegenden Beispiel in Form von MOS-Feldeffekttransistoren T2 und T3, aufweist. Die beiden Wechselrichterschalter T2, T3 sind zu einer Halbbrücke verschaltet und werden jeweils mit Hilfe einer als integrierte Schaltung ausgebildeten Steuerschaltung IC2 angesteuert, d.h. geöffnet und geschlossen. Die Steuerschaltung IC2 übernimmt somit zugleich die Funktion eines Brückentreibers und ist an eine entsprechende Versorgungsspannungsleitung VCC angeschlossen bzw. mit dieser gekoppelt. Die Wechselrichterschaltung D erzeugt abhängig von der von der Gleichrichterschaltung B erzeugten gleichgerichteten Zwischenspannung eine Wechselspannung mit variabler Frequenz und/oder Tastverhältnis. Allgemein ist der Wechselrichter D in üblicher Weise aufgebaut und seine Funktion ist hinreichend bekannt, so daß hier auf eine weitere Erläuterung verzichtet werden kann. Von Bedeutung ist an dieser Stelle lediglich, daß die Steuerschaltung IC2 abhängig von ihr zugeführten Steuersignalen die beiden Wechselrichterschalter T2 und T3 alternierend ansteuert, so daß am Verbindungspunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern T2 und T3 eine "zerhackte", hochfrequente Wechselspannung auftritt.

Mit dem Wechselrichter D ist ein Serienresonanz-Ausgangskreis bzw. Lastkreis E verbunden. Im vorliegenden Fall ist der Lastkreis E für den Anschluß von zwei Gasentladungslampen G1, G2 in Tandemkonfiguration ausgelegt. Selbstverständlich läßt sich der Lastkreis E auch dahingehend abwandeln, daß lediglich eine Gasentladungslampe oder mehr als zwei Gasentladungslampen betrieben werden können. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß der Lastkreis E einen Serienresonanzkreis bestehend aus einer Resonanzkreisspule L3 und einem Resonanzkreiskondensator C14 aufweist. Dieser Serienresonanzkreis bzw. die Resonanzkreisspule L3 ist an den Verbindungspunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern T2 und T3 angeschlossen und der Resonanzkreiskondensator C14 ist derart angeordnet, daß er parallel zu der zu betreibenden Gasentladungslampe bzw. den zu betreibenden Gasentladungslampen G1, G2 geschaltet ist. Die von dem Wechselrichter D erzeugte hochfrequente Wechselspannung wird über den Serienresonanzkreis den Gasentladungslampen G1 und G2 zugeführt.

**[0024]** Wie bereits erläutert worden ist, sind gemäß dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel die beiden Gasentladungslampen G1 und G2 in Tandemkonfiguration an den Lastkreis E bzw. das elektronische Vorschaltgerät angeschlossen. Dies bedeutet, daß - wie aus Fig. 1 ersichtlich ist - die obere Wendel der oberen Gasentladungslampe G1 sowie die untere Wendel der unteren Gasentladungslampe G2 direkt an den Lastkreis E angeschlossen sind, während die untere Wendel der oberen Gasentladungslampe G1 und die obere Wendel der unteren Gasentladungslampe G2 miteinander verbunden und an den Lastkreis E angeschlossen sind. Vor dem Anlegen der Zündspannung an die Gasentladungslampen G1, G2 werden diese vorgeheizt, um die Lebensdauer der Gasentladungslampen zu verlängern. Zu diesem Zweck ist gemäß Fig. 1 ein Heizübertrager L4 vorgesehen, dessen Primärwicklung in Serie mit dem Resonanzkreiskondensator C14 geschaltet ist, während die Sekundärwicklung die untere Wendel der oberen Gasentladungslampe G1 und die obere Wendel der unteren Gasentladungslampe G2 miteinander verbindet. Im Vorheizbetrieb wird die Frequenz der von dem Wechselrichter E gelieferten Wechselspannung bezüglich der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises derart eingestellt, daß die über dem Resonanzkreiskondensator C14 und damit über den Gasentladungslampen G1 und G2 anliegende Spannung keine Zündung der Gasentladungslampen hervorruft. In diesem Fall fließt durch die Wendeln der Gasentladungslampen G1, G2 ein im wesentlichen konstanter Vorheizstrom. Der in Fig. 1 dargestellte Kondensator C15 bewirkt eine Anpassung der Vorheizspannung bei der in Fig. 1 dargestellten Tandemkonfiguration der Gasentladungslampen G1 und G2. Das zuvor erläuterte Prinzip des Vorheizens kann selbstverständlich auf einfache Art und Weise auch auf den Betrieb von einer Gasentladungslampe oder mehr als zwei Gasentladungslampen übertragen werden. Des Weiteren ist abgesehen von der Tandemkonfiguration auch eine Parallelkonfiguration bzw. Parallelschaltung mehrerer Gasentladungslampen G1, G2 denkbar. In Fig. 1 ist jedoch die Tandemkonfiguration der Gasentladungslampen G1, G2 dargestellt, da bei einer derartigen Lampenkonfiguration mit Hilfe des in Fig. 1 dargestellten elektronischen Vorschaltgerätes vorteilhaft auf einfache Art und Weise ein Lampenwechsel sowohl der oberen als auch der unteren Gasentladungslampe festgestellt werden kann. Die Lampenwechselerkennung wird nachfolgend noch näher erläutert. Zum Zweck der Lampenwechselerkennung dient u.a. auch der in Fig. 1 dargestellte Widerstand R12.

**[0025]** Nach Ablauf der Vorheizphase wird über die Steuerschaltung IC2 die Frequenz der von dem Wechselrichter D gelieferten Wechselspannung in die Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises verschoben, wodurch die an den Resonanzkreiskondensator C14 und den Gasentladungslampen G1, G2 anliegende Spannung erhöht wird, wodurch diese Gasentla-

dungslampen zünden.

**[0026]** Nach Zünden der Gasentladungslampen geht das in Fig. 1 dargestellte elektronische Vorschaltgerät in die eigentliche Betriebsphase über, in der die Frequenz der von dem Wechselrichter D gelieferten Wechselspannung beispielsweise kontinuierlich derart eingestellt wird, daß durch die Gasentladungslampen G1, G2 ein möglichst konstanter Lampenstrom fließt oder an den Gasentladungslampen eine möglichst konstante Lampenspannung anliegt. Wie noch nachfolgend näher erläutert wird, weist das in Fig. 1 gezeigte elektronische Vorschaltgerät eine Reihe von Fehlerdetektoren auf, die bestimmte Schaltungsgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes, insbesondere des Lastkreises E, überwachen und bei Erfassen eines bestimmten Fehlers eine entsprechende Ansteuerung des Wechselrichters D herbeiführen, um beispielsweise das Auftreten einer Überspannung an den Gasentladungslampen G2 und G2, eines Gleichrichteffekts in den Gasentladungslampen G1, G2 oder eines kapazitiven Betriebs des Lastkreises E zu vermeiden.

**[0027]** Zur Steuerung des Wechselrichters D dient ein Schaltungsmodul, welches als Herzstück die bereits zuvor erwähnte Steuerschaltung IC2 sowie mehrere externe Komponenten als externe Beschaltung der Steuerschaltung IC2 umfaßt. Die wesentlichen externen Komponenten sind sechs Widerstände R10, R13 - R16 und R21, R22 sowie zwei Kondensatoren C7 und C17. Wie in Fig. 1 gezeigt ist, sind die einzelnen externen Komponenten an jeweilige Eingangsanschlüsse der Steuerschaltung IC2 angeschlossen. Die mit der Steuerschaltung IC2 verbundenen externen Komponenten dienen primär zur Erfassung bestimmter Schaltungsgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes, so daß diese in der Steuerschaltung IC2 ausgewertet werden können.

**[0028]** Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung der in Fig. 1 dargestellten Steuerschaltung IC2 sowie die externe Beschaltung der einzelnen Eingangsanschlüsse der Steuerschaltung IC2. Dabei sind in Fig. 2 lediglich die wesentlichen Anschlüsse und externen Bauelemente dargestellt. Im vorliegenden Beispiel ist die Steuerschaltung IC2 vorteilhafterweise als anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit, ASIC) ausgebildet und in einem mehrpoligen SMD-Gehäuse (Surface Mounted Device) untergebracht. Im vorliegenden Fall ist die Steuerschaltung IC2 sowohl für den Betrieb eines einzelnen Lampenausgangskreises E als auch für den Betrieb eines für eine in Fig. 1 gezeigte Tandemkonfiguration mit mehreren Gasentladungslampen ausgelegten Lastkreises E geeignet.

**[0029]** Wie bereits erwähnt worden ist und insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, besitzt die Steuerschaltung IC2 mehrere Anschlüsse, die folgende Funktionen aufweisen. An den Anschluß GND ist das Bezugspotential, d.h. das Massepotential, für die einzelnen Analog- und Digitalfunktionsblöcke der Steuerschaltung IC2

angelegt. Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß das Massepotential des gesamten elektronischen Vorschaltgerätes über einen Koppelkondensator C1 geerdet ist. An dem Anschluß VDD, der über den Koppelkondensator C7 mit dem Massepotential verbunden ist (vgl. Fig. 1), wird die intern generierte Versorgungsspannung für die einzelnen Analog- und Digitalfunktionsblöcke der Steuerschaltung IC2 bereitgestellt. Der Anschluß NP dient, wie noch näher nachfolgend erläutert wird, zur externen Einstellung sowie Erkennung der Vorheizmethode, d.h. zur Auswahl zwischen einem Kaltstart- und Warmstartbetrieb. Insbesondere ist der Anschluß NP extern derart beschaltet, daß eine dynamische Wahl der Vorheizmethode möglich ist. Der Anschluß VL1 erfaßt über die in Fig. 1 und teilweise in Fig. 2 dargestellten Widerstände R10 sowie R14, R15 die heruntergeteilte Lampenspannung der Gasentladungslampen G1, G2 und dient somit vornehmlich zur Lampenspannungsüberwachung. Analog dient der Anschluß ILC mit Hilfe der in Fig. 1 und teilweise in Fig. 2 gezeigten Widerstände R13 und R16 zur Überwachung des Ausgangskreis- bzw. Lastkreisstromes (Drosselstromes) bzw. zur Überwachung des durch die Gasentladungslampen G1, G2 nach deren Zünden fließenden Lampenstromes, indem mit Hilfe des Shunt-Widerstandes R16 eine dazu proportionale Spannung erfaßt und der Steuerschaltung über den Anschluß ILC zugeführt wird. Der Anschluß VL1 dient somit zur Spannungsüberwachung, während der Anschluß ILC zur Stromüberwachung dient. Die beiden Ausgangsanschlüsse OUTL und OUTH dienen zur Ansteuerung des in Fig. 1 gezeigten tiefliegenden bzw. hochliegenden Halbbrückenschalters T3 bzw. T2. Zu diesem Zweck werden an den Ausgangsanschlüssen OUTL und OUTH Ansteuersignale (TTL-Pegel) zum Ein- bzw. Ausschalten der beiden Wechselrichterschalter T2 bzw. T3 bereitgestellt. Der Anschluß VCC der Steuerschaltung IC2 ist schließlich der zentrale Versorgungsspannungsanschluß der Steuerschaltung IC2.

**[0030]** Der Versorgungsspannungsbereich kann beispielsweise 10-18V umfassen. Des weiteren steuert die Steuerschaltung IC2 die Wechselrichterschalter T2 und T3 derart an, daß von der Wechselrichterschaltung D ausgangseitig eine Wechselspannung variabler Frequenz mit einem Betriebsfrequenzbereich von beispielsweise 40-80kHz erzeugt wird.

**[0031]** Die Steuerschaltung IC2 bildet das Herzstück des gesamten in Fig. 1 dargestellten elektronischen Vorschaltgerätes und umfaßt demnach eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen. So kann beispielsweise mit Hilfe der Steuerschaltung IC2 die Vorheizmethode für die angeschlossene(n) Gasentladungslampe(n) dynamisch festgelegt und zwischen einem Kaltstart- und einem Warmstartbetrieb gewechselt werden. Zu diesem Zweck sorgt die Steuerschaltung IC2 für einen definierten Vorheizbetrieb mit einer definierten Vorheizzeit und einem definierten Vorheizstrom. Ebenso sorgt die Steuerschaltung IC2 für einen vordefinierten Zündbetrieb mit einer festgelegten Zündzeit und einer festgelegten

Zündspannung. Über die Anschlüsse ILC bzw. VL1 der Steuerschaltung IC2 kann beispielsweise der Vorheizstrom und der Lampenbetriebsstrom bzw. die Lampenspannung erfaßt und auf einen möglichst konstanten Wert geregelt werden. Des weiteren wird von der Steuerschaltung IC2 über den Stromanschluß ILC ein kapazitiver Betrieb des Lastkreises E überwacht. Über den Spannungsanschluß VL1 kann zudem das Auftreten eines Gleichlichteffekts in einer angeschlossenen Gasentladungslampe G1, G2 erkannt werden. Ebenso kann mit Hilfe des Spannungsanschlusses VL1 das Auftreten eines Gasdefekts, welcher zu einer Überspannung an der entsprechenden Gasentladungslampe führt, erkannt und entsprechend das elektronische Vorschaltgerät in diesem Fall abgeschaltet werden. Eine besondere Funktion der Steuerschaltung IC2 ist das Erkennen eines Lampenwechsels, wobei bei der in Fig. 1 dargestellten Tandemkonfiguration die Lampenwechselerkennung insbesondere unabhängig von der gewechselten Lampe ist, d.h. es kann sowohl ein Wechsel der oberen Gasentladungslampe G1 als auch der unteren Gasentladungslampe G2 erkannt werden. Schließlich ist in der Steuerschaltung IC2 eine (vorzugsweise digital implementierte) Ablaufsteuerung realisiert, die dafür sorgt, daß die an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossene(n) Gasentladungslampe(n) gemäß vorbestimmten Betriebszuständen angesteuert werden, wobei von einem Betriebszustand in einen neuen Betriebszustand nur bei Erfüllung mindestens einer bestimmten Bedingung gewechselt werden kann. Innerhalb eines jeden Betriebszustandes ist eine betriebszustandsabhängige Überwachung bestimmter Größen des elektronischen Vorschaltgerätes möglich, so daß abhängig von dem jeweiligen Betriebszustand unterschiedliche Fehlergrößen überwacht und unterschiedlich ausgewertet werden können. Hinsichtlich der Fehler erfolgt insbesondere eine ereignisgefilterte Fehlerbewertung, d.h. mit Hilfe beispielsweise digitaler Ereignisfilter wird sichergestellt, daß auf das Vorliegen eines Fehlers nur dann geschlossen wird, falls der entsprechende Fehler tatsächlich mehrmals hintereinander auftritt.

**[0032]** Neben den zuvor kurz zusammengefaßten Funktionen besitzt die Steuerschaltung IC2 weitere Funktionen, die allesamt nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert werden sollen.

**[0033]** Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild des internen Aufbaus der zuvor beschriebenen Steuerschaltung IC2. Mit dem Stromanschluß ILC ist zunächst ein Modul 100 gekoppelt, welches u.a. zur zuvor erläuterten Stromerfassung sowie Kapazitivstromerfassung des Lastkreises dient. Die Auswertung des über den Anschluß ILC erfaßten Stroms erfolgt insbesondere mit Hilfe eines durch eine Komparatorschaltung gebildeten Reglers. Um den Schaltungsaufwand wirklich gering zu halten, wird dieser Komparatorschaltung auch das von dem Spannungsanschluß VL1 der Steuerschaltung IC2 empfangene und von einem Modul 200 aufbereitete

Spannungssignal zugeführt und ausgewertet. Das Modul 200 dient insbesondere zur Erfassung der Lampenspannung, zur Gleichrichteffekterkennung sowie zur Lampenwechselerkennung. Des Weiteren ist mit dem Anschluß NP ein weiteres Modul 300 gekoppelt, welches zur Erkennung des Warm- oder Kaltstartbetriebes beim Vorheizen der anzusteuernenden Gasentladungslampe(n) sowie zur Realisierung eines dynamischen Vorheizbetriebs dient. Mit den Versorgungsspannungsanschlüssen VCC und VDD ist ein Spannungsreglermodul 400 verbunden, welches einen internen Spannungsregler aufweist, der eine geregelte, sehr präzise Spannung zur Spannungsversorgung sämtlicher interner Funktionsblöcke bereitstellt. Ein weiteres Modul 500 dient als Quelle für sämtliche benötigte Referenzgrößen, d.h. Referenzspannungen und Referenzströme, in der Steuerschaltung IC2. Ein Oszillator 600 dient als interner Taktgeber der Steuerschaltung IC2, wobei ein damit gekoppelter Zeitbasisgenerator 700 abhängig von dem vorgegebenen Takt des Oszillators 600 interne zeitliche Größen für die Ablaufsteuerung der Steuerschaltung IC2, wie z.B. die Vorheiz- oder Zündzeit, ableitet. Ein weiteres Modul 800 dient zur Realisierung der Ablaufsteuerung der einzelnen Betriebszustände des gesamten elektronischen Vorschaltgerätes und wirkt eng mit einem weiteren Modul 900, welches zur Meßphasensteuerung dient, zusammen. Das Modul 900 dient insbesondere zur ereignisgefilterten Auswertung bestimmter Fehlergrößen des elektronischen Vorschaltgerätes sowie zur meßphasenabhängigen Ansteuerung sämtlicher Schalter der einzelnen Funktionsblöcke der Steuerschaltung IC2. Die Ablaufsteuerung 800 wertet die ereignisgefilterten Zustandsmeldungen der Meßphasensteuerung 900 aus und steuert abhängig von den von dem Zeitbasisgenerator 700 vorgegebenen zeitlichen Größen die einzelnen Betriebszustände des elektronischen Vorschaltgerätes bzw. der Steuerschaltung IC2. Schließlich weist die Steuerschaltung IC2 ein weiteres Modul 1000 zur Wechselrichteransteuerung auf. Mit Hilfe dieses Moduls 1000 werden von der Meßphasensteuerung 900 gelieferte Frequenzeinstellungssignale in entsprechende Steuersignale für den oberen Wechselrichterschalter (über den Ausgangsanschluß OUTH) bzw. den unteren Wechselrichterschalter (über den Ausgangsanschluß OUTL) umgesetzt.

**[0034]** Die Steuerschaltung IC2 kann sowohl analog als auch digital implementierte Funktionsblöcke umfassen. Im vorliegenden Fall umfaßt der Digitalteil der als ASIC ausgebildeten Steuerschaltung IC2 den Zeitbasisgenerator 700, die Ablaufsteuerung 800, die Meßphasensteuerung 900 sowie die Wechselrichteransteuerung 1000. Insbesondere kann die Steuerschaltung IC2 derart ausgestattet sein, daß der Digitalteil bezüglich des Flächenbedarfs der Steuerschaltung IC2 dem Analogteil entspricht.

**[0035]** Fig. 4 zeigt ein detailliertes Schaltbild des in Fig. 3 dargestellten Stromerfassungsmoduls 100. In

Fig. 4 sind auch die extern mit dem Stromanschluß ILC der Steuerschaltung verbundenen Widerstände R13 und R16 dargestellt, die auch in Fig. 1 gezeigt sind.

**[0036]** Intern wird dem am Stromanschluß ILC erfaßten Signal ein Bezugsstrom Iref1 aufaddiert, um sicherzustellen, daß das von dem Stromerfassungsmodul 100 zu verarbeitende Signal stets im Arbeitsspannungsbereich der Steuerschaltung liegt.

**[0037]** Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist eine Integratorschaltung 105 vorgesehen, die zur Integration des ihr zugeführten Eingangssignals dient. Der gesamte Funktionsblock 105 ist derart realisiert, daß die Integratorfunktion sowohl zur Messung des Lampenstromes (über den Anschluß ILC) im Normalbetrieb, als auch zur Gleichrichteffekterkennung (über den Anschluß VL1) genutzt werden kann.

**[0038]** Die Integratorschaltung 105 kann Abtasthalteglieder aufweisen, welche abwechselnd jede Periode des internen Taktgenerators (vgl. Modul 600 in Fig. 3) das Eingangssignal des Integrators abtasten. Die dadurch in den Abtasthaltegliedern gespeicherte Ladung wird an einen Integrationsverstärker der Integratorschaltung 105 weitergegeben. Dieser Vorgang wird zyklisch wiederholt.

**[0039]** Der Integrator 105 kann einen internen steuerbaren Schalter aufweisen, welcher die zuvor erwähnten Abtasthalteglieder überbrückt und während der Dauer des Offsetabgleichs des Integrators 105 geschlossen wird. Auf diese Weise kann ein beliebiges Signal, insbesondere das am Eingangsanschluß ILC anliegende Signal über den Schalter S105 oder ein Referenzspannungspotential zur Gleichrichteffekterkennung vom Spannungsblock 200 über den Schalter S107, während der Initialisierungsphase an den eigentlichen Integrationsverstärker angelegt werden.

**[0040]** Der eigentliche Integrationsverstärker des Integrators 105 hat die Aufgabe, das Strommeßsignal am ILC-Anschluß zeitlich exakt gesteuert aufzuintegrieren. Für den Fall, daß das am ILC-Anschluß anliegende Strommeßsignal von dem Integrationsverstärker der Integratorschaltung 105 aufintegriert wird, ist der Schalter S105 geschlossen, während für den Fall der Gleichrichteffektauswertung das über den Schalter S107 zugeführte Referenzpotential für die Gleichrichteffektauswertung an der Integratorschaltung 105 anliegt.

**[0041]** Als eigentlicher Regler dient schließlich ein Komparator 103, der den erforderlichen Soll-/Istwertvergleich durchführt und an den Ausgang Integrators 105 angeschlossen ist. Durch die in Fig. 4 gezeigte Anordnung dieses Komparators 103 ist es möglich, den Komparator 103 sehr flexibel einzusetzen. Durch entsprechende Betätigung eines Schalters S124 können an den Komparator 103 verschiedene Referenzspannungen bzw. Referenzwerte hinzugeschaltet bzw. angelegt werden, wobei in Fig. 4 beispielhaft Referenzspannungen Vref1 - Vref6 dargestellt sind. Das Bezugspotential Vref1 und Vref2 entspricht dabei beispielsweise einer gewünschten Vorheizspannung während eines

Vorheizbetriebszustandes. Während des Vorheizbetriebes wird somit mit Hilfe des steuerbaren Schalter S124 die Referenzspannung Vref1 bzw. Vref2 an den Komparator 103 angelegt, so daß das augenblicklich am ILC-Anschluß anliegende und nicht integrierte Meßsignal mit dem jeweils angelegten Referenzwert Vref1 bzw. Vref2 verglichen wird. Im Normalbetrieb entspricht beispielsweise das Bezugspotential Vref3 dem Integrationsstartwert des Integrationsverstärkers des Integrators 105, so daß bei Anliegen dieses Bezugspotentials Vref3 der Komparator 103 die tatsächliche Veränderung des Integrationsergebnisses erfassen kann. Die Bezugspotentiale Vref4 bzw. Vref6 können einem positiven bzw. negativen Grenzwert für die über den Schalter S107 zugeführte und aufintegrierte Lampenspannung des Anschlusses VL1 entsprechen, um somit durch Vergleich mit diesen beiden Grenzwerten bei Überschreitung des Integrationsergebnisses in positiver oder negativer Richtung das Auftreten eines Gleichrichteffekts zuverlässig erkennen zu können. Zu diesem Zweck wird auch das weitere Bezugspotential Vref5 verwendet, welches bei der Gleichrichteffekterkennung hinzugeschaltet wird und dem Ausgangs- bzw. Startwert für die Integration der über den Schalter S107 zugeführten Lampenspannung entspricht. Durch Berücksichtigung der durch die Bezugspotentiale Vref3 bzw. Vref5 vorgegebenen Startwerte des Integrationsverstärkers des Integrators 105 kann somit mit Hilfe des Komparators 103 die tatsächlich relativ zu dem entsprechenden Startwert vorliegende Veränderung der entsprechenden Integrationsgröße festgestellt werden.

**[0042]** Das Ausgangssignal des Komparators 103 wird der in Fig. 3 dargestellten Meßphasensteuerung 900 zugeführt, die dieses auswertet und abhängig von der augenblicklichen Meßphase unterschiedlich bewertet. So sorgt die Meßphasensteuerung 900 beispielsweise für eine entsprechende Anpassung der Ausgangsfrequenz des Wechselrichters des elektronischen Vorschaltgerätes, falls das von dem Komparator 103 überwachte Strommeßsignal des Anschlusses ILC von dem vorgegebenen Sollwert Vref3 abweicht. Für den Fall der Gleichrichteffektauswertung erzeugt hingegen, wie nachfolgend noch näher erläutert wird, die Meßphasensteuerung ein ereignisgefiltertes Signal, welches angibt, ob ein Gleichrichteffekt in einer angeschlossenen Gasentladungslampe vorliegt oder nicht. Dieses Signal wird von dem in Fig. 3 gezeigten Ablaufsteuerungsblock 800 ausgewertet und zur Betriebszustandssteuerung des gesamten elektronischen Vorschaltgerätes verwendet.

**[0043]** Im vorliegenden Fall wird insbesondere vorgeschlagen, während des Vorheizbetriebes den Spitzenwert des Vorheizstromes  $I_{HZ}$  zu regeln. Für den Normalbetrieb wird hingegen vorgeschlagen, den Mittelwert bzw. den Effektivwert des Lampenbetriebsstromes  $I_L$  zu regeln.

**[0044]** Wie in Fig. 4 gezeigt ist, kann das am Anschluß ILC anliegende Meßsignal auch unter Umgehung der

Integratorschaltung 105 überwacht und ausgewertet werden, um z.B. einen kapazitiven Betrieb des Lastkreises des elektronischen Vorschaltgerätes zu erfassen. Hierzu kann ein Detektor zur Erfassung eines in dem Lastkreis fließenden kapazitiven Stromes vorgesehen sein, der beispielsweise den Phasenwinkel des Lastkreises, d.h. den Phasenunterschied zwischen der Lastkreisspannung und dem Lastkreisstrom, ermittelt (Kapazitivstromerfassung). Auch das Ergebnis dieser Überwachung bzw. Auswertung kann der Meßphasensteuerung 900 zugeführt werden.

**[0045]** Das Auftreten eines kapazitiven Stroms im Lastkreis soll nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 5a und 5b näher erläutert werden.

**[0046]** Fig. 5a zeigt eine vergrößerte Darstellung der wesentlichen Elemente des bereits in Fig. 1 dargestellten Wechselrichters D sowie des Lastkreises E. Der Einfachheit halber wird in Fig. 5a davon ausgegangen, daß an den Lastkreis lediglich eine Gasentladungslampe G1 angeschlossen ist. In Fig. 5a sind die beiden in Serie geschalteten Wechselrichterschalter T2 und T3 dargestellt. Wie bereits in Fig. 1 gezeigt ist, ist der Lastkreis mit seinem Serienresonanzkreis an dem Verbindungspunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern T2 und T3 angeschlossen, d.h. die Resonanzkreisspule L3 ist mit dem Resonanzkreiskondensator C14 parallel zu den unteren Wechselrichterschalter T3 geschaltet. Der Resonanzkreiskondensator C14 ist zudem parallel zu der Gasentladungslampe G1 angeschlossen. Zu den einzelnen Wechselrichterschaltern T2 und T3 sind Freilaufdioden V11 bzw. V12 parallel geschaltet, die zum Schutz des jeweiligen Wechselrichterschalters dienen.

**[0047]** In Fig. 5b sind einerseits die Einschaltzustände der beiden Wechselrichterschalter T2 und T3 sowie der Stromverlauf des über die Drossel L3 fließenden Stromes  $I_{L3}$  und der zeitliche Verlauf des am Verbindungspunkt zwischen den beiden Wechselrichterschaltern T2 und T3 auftretenden Spannungspotentials  $V_L$  dargestellt. Zum Einschaltzeitpunkt des oberen bzw. unteren Wechselrichterschalters T2 bzw. T3 fließt ein Strom in der Freilaufdiode des einzuschaltenden Wechselrichterschalters und die Wechselrichterhalbbrücke schaltet den Resonanzlastkreis induktiv, d.h. die Spannung bzw. das Potential  $V_L$  eilt dem Drosselstrom  $I_{L3}$  voraus. Im Gegensatz dazu steht das kapazitive Schalten der Resonanzlast des Resonanzlastkreises. In diesem Arbeitsbereich fließt ein Strom in der einzuschaltenden Wechselrichterschalter entgegengesetzten Freilaufdiode, wodurch eine hohe Sperrspannung an der vorwärtsstromführenden Freilaufdiode eines der beiden Wechselrichterschalter auftritt. Dies folgt wiederum zu sehr hohen Recovery-Strömen, wodurch in beiden Wechselrichterschaltern T2 und T3 hohe Schaltverluste auftreten.

**[0048]** Fig. 5a zeigt den Verlauf der einzelnen Ströme  $I_1 - I_4$ , die während der in Fig. 5b dargestellten Zeitintervalle  $t_1 - t_4$  im Falle eines induktiven bzw. kapazitiven Drosselstromes  $I_{L3}$  auftreten.

**[0049]** Das obengenannte Phänomen tritt insbesondere bei Lastkreisspannungen  $V_L$  mit einer in der Nähe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises liegenden Ausgangsfrequenz auf, was insbesondere beim Zünden der Gasentladungslampe G1 der Fall ist, wobei zunächst ein induktiver Strom in dem Lastkreis fließt, der zu einer Erwärmung der Spule L3 führt. Aufgrund der Erwärmung der Spule L3 sinkt deren Induktivität, so daß plötzlich ein Übergang von dem induktiven Bereich in den fehlerhaften kapazitiven Bereich auftritt.

**[0050]** Zur Erkennung des unerwünschten kapazitiven Betriebs des Lastkreises kann nunmehr die die Höhe der über den Eingang ILC erfaßten Stromamplitude des Lastkreises überwacht und mit einem fest vorgegebenen Referenzwert verglichen werden. Vorteilhafterweise wird die Höhe der Stromamplitude jeweils zum Einschaltzeitpunkt des unteren Wechselrichterschalters T3 erfaßt, da in diesem Fall die Polaritäten der zu erfassenden Meßwerte günstig für die Verarbeitung innerhalb der als ASIC ausgebildeten Steuerschaltung IC2 sind. Liegt der erfaßte Stromwert unterhalb des durch das entsprechende Referenzpotential vorgegebenen Grenzwerts, wird auf das Vorliegen eines kapazitiven Betriebs des Lastkreises geschlossen, und es kann ein Ausgangssignal mit einem hohen Pegel erzeugt werden, welches von dem in Fig. 3 gezeigten Meßphasensteuerungsblock 900 ausgewertet und schließlich von dem ebenfalls in Fig. 3 gezeigten Wechselrichteransteuerungsblock 1000 derart in Ansteuersignale für die beiden Wechselrichterschalter T2 und T3 umgesetzt wird, daß diese mit einer erhöhten Frequenz alternierend ein- und ausgeschaltet werden, um die Arbeitsfrequenz zu erhöhen und somit dem kapazitiven Betrieb entgegenzuwirken.

**[0051]** Nachfolgend soll unter Bezugnahme auf Fig. 6 der Aufbau sowie die Funktion des bereits in Fig. 3 angedeuteten Spannungserfassungsblocks 200 näher erläutert werden, der die am Spannungsanschluß VL1 anliegenden Meßsignale auswertet bzw. aufbereitet.

**[0052]** Fig. 6 zeigt dabei einerseits den internen Aufbau des Spannungserfassungsblocks 200 sowie die mit dem Anschluß VL1 des Spannungserfassungsblocks 200 gekoppelte externe Beschaltung der Steuerschaltung. Insbesondere ist in Übereinstimmung mit Fig. 1 aus Fig. 6 ersichtlich, daß ein Vorwiderstand R10 einerseits mit dem Anschluß VL1 und andererseits mit einem Spannungsteiler bestehend aus Widerständen R14 und R15 gekoppelt ist, wobei die beiden Spannungsteilerwiderstände R14 und R15 parallel zu der Gasentladungslampe G1 bzw. zu den in Fig. 1 tandemartig verschalteten Gasentladungslampen G1 und G2 geschaltet sind. Der Einfachheit halber wird in Fig. 6 davon ausgegangen, daß im Gegensatz zu Fig. 1 lediglich eine Gasentladungslampe G1 angesteuert wird, zu der zudem der Resonanzkreiskondensator C14 parallel geschaltet ist.

**[0053]** Die beiden Widerstände R14 und R15 haben die Aufgabe, die an der Gasentladungslampe G1 anliegende Spannung herunterzuteilen, so daß mit Hilfe des

am Verbindungspunkt zwischen den Widerständen R14 und R15 angreifenden Widerstandes R10 ein für die Lampenspannung repräsentatives Meßsignal dem Spannungsanschluß VL1 des Spannungserfassungsblocks 200 zugeführt werden kann.

**[0054]** Vorteilhafterweise sind die drei externen Widerstände R10, R14 und R15 veränderlich, so daß - analog zu dem Stromanschluß ILC (vgl. die Widerstände R13, R16) - über einen Anschluß der Steuerschaltung vollkommen unabhängig voneinander zu verschiedenen Zeitpunkten insgesamt drei verschiedene Regelgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes mit Hilfe ein und desselben Reglers eingestellt bzw. gesteuert werden können. Durch Einstellen der Widerstandswerte der Widerstände R10, R14 und R15 können demnach abhängig von dem augenblicklich verwendeten Lampentyp bzw. dem augenblicklich verwendeten elektronischen Vorschaltgerätetyp die Sollwerte für die Regelung der drei unterschiedlichen Regelgrößen eingestellt bzw. vorgegeben werden. Im vorliegenden Fall können mit Hilfe der drei externen veränderlichen Widerstände R10, R14 und R15 die folgenden Größen des elektronischen Vorschaltgerätes eingestellt werden: die maximale Lampenspannung positiv/negativ, die Amplitude des Wechselspannungsanteils des Lampenspannungssignals sowie die Signalanhebung des Lampenspannungssignals zur Gleichrichteffektauswertung.

**[0055]** Wie Fig. 6 zu entnehmen ist, ist wiederum eine interne Referenzstromquelle vorgesehen, die das am Spannungsanschluß VL1 anliegende Meßsignal mit einem zusätzlichen internen Strom Iref2 beaufschlagt. Im Gegensatz zu dem in Fig. 4 dargestellten ILC-Anschluß wird jedoch in diesem Fall der Referenzstrom Iref2 mit Hilfe des steuerbaren Schalters S207 lediglich während der Auswertung des Gleichrichteffekts aktiviert, d.h. geschlossen. Sämtliche weitere mit dem VL1-Anschluß verbundenen Auswertungen beziehen sich auf das am Anschluß VL1 anliegende Signal ohne zusätzlichen Referenzstrom Iref2, d.h. ohne Gleichstromoffset. Dementsprechend werden während der Gleichrichteffektauswertung sämtliche anderen Detektoren am VL1-Anschluß deaktiviert, da sie ansonsten falsche Ergebnisse liefern würden.

**[0056]** Durch das Hinzuschalten des Referenzstromes Iref2 wird wiederum das am Anschluß VL1 anliegende Signal angehoben. Analog zum Einspeisen des in Fig. 4 gezeigten Referenzstromes Iref1 am Stromanschluß ILC ist jedoch dies bei der Gleichrichteffektauswertung unschädlich, da - wie nachfolgend noch näher erläutert wird - die Gleichrichteffekterkennung durch Auswertung des Ausgangssignals der in Fig. 4 gezeigten Integratorschaltung durchgeführt wird, wobei infolge der Mittelung durch die Integratorschaltung der Gleichstromanteil Iref1 bzw. Iref2 eliminiert wird.

**[0057]** Zunächst soll die Gleichrichteffekterkennung mit Hilfe der vorliegenden Steuerschaltung näher erläutert werden. Wie bei anderen Lampen auch, tritt bei Gasentladungslampen aufgrund von Abnutzungserschei-

nungen der Heizwendel am Lebensdauerende der Gasentladungslampen der Effekt auf, daß sich die Lampenelektroden mit der Zeit ungleichmäßig abnutzen, d. h. die Abtragung der Emissionsschichten auf den Lampenelektroden ist unterschiedlich. Aufgrund der unterschiedlichen Abnutzung der Lampenelektroden entstehen Unterschiede im Emissionsvermögen der beiden Lampenelektroden. Dies hat zur Folge, daß beim Betrieb der entsprechenden Gasentladungslampe von einer Lampenelektrode zur anderen ein höherer Strom fließt als umgekehrt. Der zeitliche Verlauf des Lampenstromes weist somit eine Überhöhung einer Halbwelle auf. Durch die unterschiedliche Abtragung der beiden Lampenelektroden entstehen somit Asymmetrien, die nicht nur zu einem stärkeren Lichtflimmern am Lebensdauerende der Gasentladungslampe führen, sondern sogar im Extremfall einen Betrieb der Gasentladungslampe nur während einer Halbwelle zulassen. In diesem Fall wirkt die Gasentladungslampe wie ein Gleichrichter, so daß der zuvor beschriebene Effekt als "Gleichrichteffekt" bezeichnet wird.

**[0058]** Der zuvor erläuterte Gleichrichteffekt hat des weiteren zur Folge, daß sich die stärker abgenutzte Elektrode, welche eine höhere Austrittsarbeit als die andere Elektrode aufweist, bei Inbetriebnahme der Gasentladungslampe stärker als die andere Elektrode erhitzt. Als Austrittsarbeit wird allgemein die Minimalenergie bezeichnet, die zum Lösen eines Elektrons aus einem Metall, im vorliegenden Fall aus einer Lampenelektrode, erforderlich ist. Die zuvor beschriebene Erhitzung der Lampenelektrode kann insbesondere bei Lampen mit geringem Durchmesser so stark werden, daß Teile des Lampenglaskolbens schmelzen können.

**[0059]** Daher wird mit Hilfe der vorliegenden Steuerschaltung jede angesteuerte Lampe auf das Auftreten eines Gleichrichteffektes hin überwacht, so daß bei Erkennen eines Gleichrichteffektes entsprechend reagiert werden kann.

**[0060]** Wie bereits zuvor angedeutet worden ist, erfolgt die eigentliche Gleichrichteffekterkennung nicht in dem in Fig. 6 dargestellten Spannungserfassungsblock 200, sondern in dem Stromerfassungsblock 100, da zur Gleichrichteffekterkennung die Integratorschaltung des Stromerfassungsblocks 100 sowie der nachgeschaltete Komparator 103 (vgl. Fig. 4) mitbenutzt wird. Auf diese Weise kann die Anzahl der zur Überwachung des elektronischen Vorschaltgerätes bzw. der Gasentladungslampe (n) erforderlichen Bauelemente reduziert werden.

**[0061]** In dem in Fig. 6 gezeigten Spannungserfassungsblock 200 erfolgt lediglich die Signalaufbereitung des am Anschluß VL1 anliegenden Meßsignales. Zu diesem Zweck wird zunächst der Schalter S207 geschlossen, um somit das am Anschluß VL1 anliegende Wechselspannungssignal positiv anzuheben. Am nachgeschalteten Koppelkondensator C201 kann jedoch lediglich nur der Wechselspannungsanteil des somit aufbereiteten Meßsignals passieren. Daher muß nach dem

Koppelkondensator C201 erneut das Signal angehoben werden, was nach Ablauf einer bestimmten Einschwingzeit bezüglich der Stromquelle Iref2 durch Schließen eines Schalters S201 erfolgt. Dabei wird zum erneuten Anheben des Meßsignals eine intern definierte, von außen nicht beeinflusste Referenzspannung Vref8 verwendet, die somit der gesamten Steuerschaltung bekannt ist. Im Falle der Gleichrichteffektauswertung liegt diese interne Referenzspannung Vref8 - wie bereits anhand von Fig. 4 erläutert worden ist - auch am Integrationsverstärker der Integratorschaltung 105 an.

**[0062]** Vorteilhafterweise wird der in Fig. 6 gezeigte Schalter S207 bereits einige Zeit vor dem erwarteten Nulldurchgang des am Anschluß VL1 anliegenden Lampenspannungssignals geschlossen, so daß durch den Kondensator C201 verursachte Einschwingvorgänge das Meßsignal nicht zusätzlich verfälschen können. Exakt zum errechneten Nulldurchgang der Lampenspannung wird der Schalter S201 wieder geöffnet. Das an dem in den Fig. 4 und 6 gezeigten Schalter S107 anliegende Signal entspricht zu diesem Zeitpunkt der Wechselspannungsamplitude am Anschluß VL1, während der Gleichanteil des am Schalter S107 anliegenden Signals der hinzugeschalteten Referenzspannung Vref8 entspricht. Durch Schließen des Schalters S107 wird schließlich - wie bereits zuvor erläutert worden ist - das derart aufbereitete Meßsignal des Anschlusses VL1 der in Fig. 4 gezeigten Integratorschaltung 105 zugeführt. Der Schaltzustand des Schalters S107 wird wie auch sämtliche andere steuerbaren Schalter der gesamten Steuerschaltung IC2 von der in Fig. 3 gezeigten Meßphasensteuerung 900 gesteuert. Die einzelnen in Fig. 4 gezeigten Schalter werden dabei von der Meßphasensteuerung 900 derart geschlossen bzw. geöffnet, daß mit Hilfe des Komparators 103 über die vorgeschaltete Integratorschaltung eine gemittelte Auswertung des am Anschluß ILC anliegenden Strommeßsignals bzw. des am Anschluß VL1 anliegenden Spannungsmeßsignals möglich ist. Des weiteren kann der Komparator 103 durch entsprechende Betätigung der steuerbaren Schalter des in Fig. 4 gezeigten Stromerfassungsblocks 100 auch direkt unter Umgehung der Integratorschaltung mit dem Strommeßanschluß ILC verbunden werden, um somit den Spitzenwert des Strommeßsignales am Anschluß ILC auszuwerten bzw. zu regeln. Wie bereits erläutert worden ist, wird durch die Meßphasensteuerung 900 vorgegeben, welcher der zuvor beschriebenen Meß- bzw. Regelzustände eingenommen wird.

**[0063]** Das bei der vorliegenden Steuerschaltung IC2 realisierte Gleichrichteffekterkennungsprinzip sieht vor, daß die über den Spannungsanschluß VL1 erfaßte Lampenspannung mit Hilfe der Integratorschaltung des in Fig. 4 gezeigten Stromerfassungsblocks 100 integriert und anschließend die Abweichung von einem vorgegebenen Sollwert ausgewertet wird. Insbesondere wird das der Lampenspannung entsprechende Meßsignal über eine volle Periode bzw. ein Vielfaches einer

vollen Periode der Lampenspannung integriert und anschließend die Abweichung des Integrationsergebnisses vom ursprünglichen Integrationsstartwert ausgewertet. Zu diesem Zweck wird dem Komparator 103 der Integrationsstartwert durch Anlegen des entsprechenden Referenzpotentials Vref5 zugeführt. Mit Hilfe des Schalters S124 können des weiteren dem Komparator 103 in Form der weiteren Bezugspotentiale Vref4 bzw. Vref6 ein positiver Grenzwert bzw. ein negativer Grenzwert für die Gleichrichteffekterkennung vorgegeben werden. Das Potential Vref5 kann beispielsweise 3,0V betragen, während als positives Referenzpotential Vref4 ein Wert von 4,0V und als negatives Referenzpotential Vref6 ein Wert von 2,0V verwendet werden kann.

**[0064]** Mit Hilfe der in Fig. 4 gezeigten Auswertungs-schaltung ist es möglich, den Gleichrichteffekt sowohl in positive als auch in negative Richtung zu erkennen. Das Ausgangssignal des in Fig. 4 gezeigten Komparators wird wiederum der Meßphasensteuerung 900 zugeführt, die nach Erkennen eines Gleichrichteffekts eine entsprechende Zustandsmeldung bzw. Fehlermeldung an die in Fig. 3 gezeigte Ablaufsteuerung 800 abgibt. Da jedoch nicht voreilig auf einen Gleichrichteffekt geschlossen werden soll, wenn dieser beispielsweise nur kurzfristig auftritt, führt die Meßphasensteuerung 900 eine ereignisgefilterte Überarbeitung dieser Fehlermeldung durch und stellt sicher, daß nur dann eine den Gleichrichteffekt anzeigende Fehlermeldung an die Ablaufsteuerung 800 ausgegeben wird, falls der Gleichrichteffekt über einen längeren Zeitraum ununterbrochen auftritt. Dies gilt im Prinzip nicht nur für die einen Gleichrichteffekt anzeigende Fehlermeldung, sondern für sämtliche von der Meßphasensteuerung 900 an die Ablaufsteuerung 800 ausgegebenen Fehler- bzw. Zustandsmeldungen. Die zuvor genannte Überarbeitung der Gleichrichteffekt-Fehlermeldung ist jedoch insbesondere deswegen sinnvoll, da es sich bei dem Gleichrichteffekt um einen schleichenden Effekt handelt, der zeitlich verzögert auftritt. Daher gibt die Meßphasensteuerung 900 eine Gleichrichteffektfehlermeldung nur dann an die Ablaufsteuerung 800 aus, falls von dem in Fig. 4 gezeigten Komparator 103 32 mal nacheinander jede 255. Periode der Lampenspannung ein Gleichrichteffekt erfaßt wird.

**[0065]** Sobald während einer Periode der Lampenspannung kein Gleichrichteffekt erfaßt worden ist, wird der dem Gleichrichteffekt zugewiesene Zähler der Meßphasensteuerung 900 wieder auf Null gesetzt und mit der Auswertung des Gleichrichteffekt-Fehlersignals des Komparators 103 von neuem begonnen.

**[0066]** Wie nachfolgend noch näher erläutert wird, wird das Auftreten eines Gleichrichteffekts lediglich im Betriebszustand des elektronischen Vorschaltgerätes berücksichtigt, da beispielsweise während der Vorheizphase das Auftreten eines Gleichrichteffektes nicht zum Abschalten des Systems führen soll.

**[0067]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erfolgt die Gleichricht-

effekterkennung insbesondere dadurch, daß während der einzelnen Halbwellen der Lampenspannung bzw. der davon abhängigen Größe Taktimpulse eines (hochfrequenten) Referenztakts gezählt und miteinander verglichen werden, wobei die gezählten Taktimpulse abhängig von der zeitlichen Dauer der jeweiligen Halbwelle sind. Liegt kein Gleichrichteffekt vor, stimmen die während der positiven und negativen Halbwellen gezählten Taktimpulse überein. Bei Vorliegen eines Gleichrichteffekts weichen hingegen die während der positiven und negativen Halbwellen gezählten Taktimpulse voneinander ab.

**[0068]** Fig. 11a zeigt eine schaltungstechnische Realisierung dieses Ausführungsbeispiels mit einem Aufwärts-/Abwärts-Zähler 107, der als eigentliches Eingangssignal ein Signal UZERO und des weiteren als Steuersignale ein hochfrequentes Referenztaktsignal CLK, z.B. mit der Frequenz 10 MHz, sowie ein Rücksetz- oder Resetsignal empfängt. Das Signal UZERO nimmt während jeder positiven Halbwelle der am Anschluß VL1 anliegenden Lampenspannung einen positiven und ansonsten einen negativen Spannungspegel an und erfaßt somit den Nulldurchgang der Lampenspannung. Der Zähler 107 ist insbesondere als ein 9-Bit-Zähler ausgestaltet und wird bei Anlegen des Resetsignals auf einen mittleren Zählerstand, z.B. auf den Ausgangszählerwert  $N_0=255$ , initialisiert. Der Zähler 107 wird beim Nulldurchgang der Lampenspannung gestartet und zählt während der nachfolgenden Halbwelle der Lampenspannung entweder nach oben oder nach unten. Erreicht das Meßsignal, d.h. die Lampenspannung, nach einer Halbperiode wieder den Nulldurchgang, wird die Zählrichtung des Zählers 107 umgedreht. Nach Ablauf einer vollen Periode der Lampenspannung wird der aktuelle Zählerstand N des Zähler 103 einem Komparator zugeschaltet, der beispielsweise durch den bereits zuvor beschriebenen Komparator 103 gebildet sein kann. Dieser Komparator 103 vergleicht den aktuellen Zählerstand N mit dem Initialisierungswert bzw. dem ursprünglichen Zählerstand des Zählers 107. Wenn kein Gleichrichteffekt vorliegt, muß der Zählerstand N nach Erreichen des nächsten Nulldurchgangs der Lampenspannung wieder den Ausgangswert  $N_0$  erreicht haben. Weicht hingegen der Zählerstand N von dem Ausgangswert  $N_0$  ab, liegt ein Gleichrichteffekt vor. Vorteilhafterweise vergleicht der Komparator 103 den Zählerstand N mit dem Ausgangswert  $N_0$  innerhalb bestimmter Toleranzgrenzen, um somit nicht voreilig auf das Vorliegen eines Gleichrichteffekts zu schließen. Das Ausgangssignal des Komparators 103 wird über ein durch ein Latchsignal getaktetes D-Flip-Flop 108 der Meßphasensteuerung 900 zugeführt, die - wie oben beschrieben worden ist - dieses Signal auswertet und insbesondere eine ereignisgefilterte Wertung durchführt, d.h. nur dann auf das Vorliegen eines Gleichrichteffekts schließt, falls von dem Komparator 103 beispielsweise 32 mal nacheinander jede 255. Periode der Lampenspannung ein Gleichrichteffekt gemeldet wird.

**[0069]** Das Nulldurchgangssignal UZERO kann beispielsweise von einem weiteren Komparator 203 stammen, der das am Spannungsanschluß VL1 anliegende Spannungsmeßsignal hinsichtlich dessen Nulldurchgangs überwacht. Mit Hilfe dieses Nullspannungskomparators 203 wird das gesamte integrierte Meßsystem der Steuerschaltung IC2 zyklisch bezüglich des Nullpunktes der Lampenspannung synchronisiert. Dabei erfolgt vorteilhafterweise die Synchronisierung jede zweite Periode der Ausgangsfrequenz. Eine Ausnahme von diesem Prinzip stellt die Gleichrichteffektauswertung dar. In diesem Fall wird die Synchronisierung aufgrund der zur Gleichrichteffektauswertung durchgeführten Integration über eine volle Periode der Lampenspannung um zwei weitere Perioden verzögert. Das Ausgangssignal des Nulldurchgangskomparators 203 wird ebenfalls der Meßphasensteuerung 900 zugeführt und hat zentrale Bedeutung für die Ansteuerung sämtlicher steuerbarer Schalter der gesamten Steuerschaltung, deren Betätigung jeweils auf den Nulldurchgang der Lampenspannung gesteuert wird.

**[0070]** Fig. 11b zeigt eine Darstellung der Signalverläufe in der in Fig. 11a dargestellten Schaltung bei Nichtvorliegen eines Gleichrichteffekts sowie die dabei auftretenden Zustände. Insbesondere ist aus Fig. 11b ersichtlich, daß das Nulldurchgangssignal UZERO während der positiven Halbwelle der Lampenspannung  $U_{VL1}$  den positiven Pegel annimmt und der Zähler 107 seinen Zählerstand N ausgehend von dem Initialisierungswert  $N_0$  gemäß dem Referenztakt CLK verringert bis ein erneuter Nulldurchgang der Lampenspannung  $U_{VL1}$  vorliegt. Anschließend wird der Zählerstand N wieder erhöht. Nach einer Periode der Lampenspannung  $U_{VL1}$  wird durch das Latchsignal der Ausgangswert des Komparators 103 über das D-Flip-Flop 108 an die Meßphasensteuerung 900 ausgegeben und anschließend der Zähler 107 mit Hilfe des Resetsignals wieder auf den Anfangswert  $N_0$  eingestellt. Bei dem in Fig. 11b gezeigten Fall entspricht nach einer vollen Periode der Lampenspannung  $U_{VL1}$  der Zählerstand N des Zählers 107 wieder dem Ausgangswert  $N_0$ , so daß der Komparator 103 keinen Gleichrichteffekt meldet.

**[0071]** Fig. 11c und 11d zeigen hingegen Verläufe des Zählerstands N, falls ein Gleichrichteffekt vorliegt, wobei nach Ablauf einer vollen Periode der Lampenspannung  $U_{VL1}$  der Zählerstand N gemäß Fig. 11c größer als  $N_0$  bzw. gemäß Fig. 11d kleiner als  $N_0$  ist und somit der Komparator 103 durch Vergleich von N mit  $N_0$  den Gleichrichteffekt erkennt und meldet.

**[0072]** Wie bereits zuvor erläutert worden ist, erfolgt der Vergleich des Komparators N vorteilhafterweise innerhalb vorgegebener Toleranzgrenzen, die gemäß Fig. 11d durch Schwellenwerte  $N_{S1}$  und  $N_{S2}$  definiert sind, d.h. der Komparator 103 gibt nur dann ein dem Gleichrichteffekt entsprechendes Ausgangssignal aus, falls folgende Bedingung nicht erfüllt ist:  $N_{S2} \leq N \leq N_{S1}$ .

**[0073]** Die Schwellenwerte werden vorteilhafterweise unsymmetrisch derart gewählt, daß der Abstand zwi-

schen  $N_{S1}$  und  $N_0$  größer als der Abstand zwischen  $N_0$  und  $N_{S2}$  (insbesondere doppelt so groß) ist, da bei Auftreten des in Fig. 11d gezeigten Gleichrichteffekts das Regelverhalten des elektronischen Vorschaltgeräts stets versucht, den damit verbundenen Stromrückgang durch Frequenzänderung zu kompensieren. Um diesem Verhalten Rechnung zu tragen wird die Empfindlichkeit für die Gleichrichteffekterkennung bei Zählerständen N, die nach einer vollen Periode der Lampenspannung  $U_{VL1}$  unterhalb des Ausgangswerts  $N_0$  liegen, erhöht und der Schwellenwert  $N_{S2}$  näher zu dem Ausgangswert  $N_0$  hin verschoben.

**[0074]** An den Spannungsanschluß VL1 kann ein weiterer Funktionsblock zur Überspannungserkennung der Lampenspannung angeschlossen sein (vgl. den in Fig. 6 dargestellten Pfeil), wobei auch das Ausgangssignal dieses Funktionsblocks der Meßphasensteuerung 900 zugeführt werden kann und beispielsweise wiederum ereignisgefiltert (vgl. die zuvor erläuterte Gleichrichteffektauswertung) zu einer entsprechenden Fehlermeldung an die Ablaufsteuerung 800 führt.

**[0075]** Der in Fig. 6 gezeigte Spannungserfassungsblock 200 umfaßt einen weiteren Funktionsblock, der zur Erkennung eines Lampenwechsels vorgesehen ist. Dieser Funktionsblock umfaßt eine Abtastschaltung 201, einen Schalter S206 und einen Komparator 202. Diese Lampenwechselerkennungsschaltung ermöglicht das Erkennen eines Wechsels sowohl der in Fig. 1 gezeigten oberen Gasentladungslampe G1 als auch der unteren Gasentladungslampe G2. Bisher war es aufgrund schaltungstechnischer Schwierigkeiten lediglich möglich und bekannt, durch Überwachung der unteren Lampenwendel der unteren Gasentladungslampe G2 einen Wechsel dieser unteren Gasentladungslampe G2 zu überwachen und zu erkennen. Sobald ein Wechsel der unteren Gasentladungslampe G2 erfaßt wurde, wurde ein Neustart des Gesamtsystems durchgeführt. Da jedoch nicht ein Wechsel der oberen Gasentladungslampe G1 erkannt werden konnte, war das Austauschen dieser oberen Gasentladungslampe G1 ohne unmittelbare Wirkung, d.h. es wurde kein Neustart durchgeführt. Ein Monteur konnte daher nur schwer erkennen, welche der beiden in Fig. 1 gezeigten Gasentladungslampen G1, G2 tatsächlich defekt war, da auch nach Auswechseln einer fehlerhaften Gasentladungslampe G1 kein automatischer Neustart durchgeführt wurde, so daß der Monteur keine Rückmeldung darüber bekam, ob die von ihm ausgewechselte Gasentladungslampe G1 tatsächlich defekt war.

**[0076]** Mit Hilfe der vorliegenden Lampenwechselerkennungsschaltung ist es nunmehr möglich, den Wechsel jeder beliebigen an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Gasentladungslampe G1, G2 zu erkennen. Sobald ein Lampenwechsel erkannt worden ist, wird dies über die in Fig. 3 gezeigte Meßphasensteuerung 900 der ebenfalls in Fig. 3 schematisch dargestellten Ablaufsteuerung 800 mitgeteilt, so daß diese nach Mitteilung eines Lampenwechsels automatisch einen

Neustart des Systems herbeiführen kann. Ein Lampenwechsel kommt insbesondere dann in Betracht, wenn von der Steuerschaltung ein Lampenfehler, wie z.B. ein Gasdefekt, festgestellt und gemeldet worden ist. In diesem Fall wird der Monteur versuchen, die fehlerhafte Lampe auszuwechseln. Zunächst weiß der Monteur jedoch nicht, welche der an dem elektronischen Vorschaltgerät angeschlossenen Gasentladungslampen G1, G2 fehlerhaft ist. Daher wird er eine dieser angeschlossenen Gasentladungslampen austauschen. Sobald die Lampenwechselerkennungsschaltung des in Fig. 6 gezeigten Spannungserfassungsblocks 200 einen Lampenwechsel erkannt hat, wird die in Fig. 3 gezeigte Ablaufsteuerung 800 einen Neustart des Systems durchführen. Sollte weiterhin ein Lampenfehler erkannt oder keine Zündung sämtlicher angeschlossener Gasentladungslampen möglich sein, geht die Steuerschaltung wieder in einen Fehler- bzw. Lampenwechselerkennungszustand über, ohne daß die angeschlossenen Gasentladungslampen dauerhaft betrieben werden können. Für den Monteur bedeutet dies, daß die von ihm ausgewechselte Gasentladungslampe entweder nicht fehlerhaft war oder eine weitere fehlerhafte Gasentladungslampe existiert. In diesem Fall muß der Monteur eine andere an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossene Gasentladungslampe austauschen. Sollte nach einem Lampenwechsel ein erfolgreicher Neustart des Systems möglich sein, bedeutet dies für den Monteur, daß einerseits die von ihm ausgewechselte Gasentladungslampe fehlerhaft war und daß andererseits nunmehr sämtliche an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Gasentladungslampen fehlerfrei sind. Insgesamt wird auf diese Weise die Fehlererkennung und Fehlerbehebung für den Monteur deutlich vereinfacht, da der Monteur sofort nach Wechsel einer Gasentladungslampe aufgrund eines erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Neustarts des Systems entscheiden kann, ob nunmehr alle an das System angeschlossenen Lampen fehlerfrei sind oder nicht.

**[0077]** Mit Hilfe der in Fig. 6 dargestellten Lampenwechselerkennungsschaltung wird ein Lampenwechsel dadurch erkannt, daß an den Lastkreis von dem Wechselrichter eine Versorgungsspannung bestimmter Frequenz angelegt und diesbezüglich das Einschwingverhalten des Lastkreises ausgewertet wird. Die Beurteilung des Einschwingverhaltens des Lastkreises erfolgt wiederum anhand des am Spannungsanschluß VL1 anliegenden und der Lampenspannung proportionalen Meßsignals, wobei dieses Meßsignal mehrfach abgetastet und somit die sich infolge der angelegten Versorgungsspannung ergebende Kennlinie der Lampenspannung beurteilt wird.

**[0078]** Die im Lampenwechselerkennungsbetrieb an den Lastkreis angelegte Versorgungsspannung weist insbesondere eine relativ niedrige Frequenz von beispielsweise 40Hz auf. Des Weiteren wird im Lampenwechselerkennungsbetrieb lediglich eine der beiden Wechselrichterschalter T2, T3 (vgl. Fig. 1) abwechselnd

mit der zuvor genannten Frequenz ein- bzw. ausgeschaltet, während der andere Wechselrichterschalter dauerhaft während des Lampenwechselbetriebes geöffnet bleibt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es der obere Wechselrichterschalter T2, der dauerhaft geöffnet ist, während der untere Wechselrichterschalter T3 mit der niedrigen Wiederholfrequenz von ca. 40Hz alternierend ein- und ausgeschaltet wird.

**[0079]** Die Funktion der in Fig. 6 gezeigten Lampenwechselerkennungsschaltung ist wie folgt.

**[0080]** Wie bereits erläutert worden ist, wird bei Erkennen eines Fehlers der untere Wechselrichterschalter T3 des in Fig. 1 gezeigten Wechselrichters D mit einer niedrigen Wiederholfrequenz von ca. 40Hz ein- und ausgeschaltet, während der obere Wechselrichterschalter T2 dauerhaft ausgeschaltet bleibt. Aufgrund des Ein- und Ausschaltens des Wechselrichterschalters T3 ergibt sich im Lastkreis des elektronischen Vorschaltgerätes ein bestimmtes Einschwingverhalten, welches insbesondere von den an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Gasentladungslampen abhängt. Dieses Einschwingverhalten des Lastkreises spiegelt sich in dem über den Eingangsanschluß VL1 erfaßten Meßsignal wieder, welches von der Lampenwechselerkennungsschaltung ausgewertet wird. Zu diesem Zweck speichert die Abtastschaltung 201 zu bestimmten Zeitpunkten  $T_1$ - $T_3$  den aktuellen Spannungswert des am Anschluß VL1 anliegenden Meßsignals. Im Prinzip ist die dritte Messung zum Zeitpunkt  $T_3$  nicht unbedingt erforderlich, sie erhöht jedoch die Sicherheit der Messung gegenüber Störeinflüssen. Der zuvor beschriebene Meßvorgang erfolgt nach dem Öffnen des Wechselrichterschalters T3 und vor dessen erneutem Schließen.

**[0081]** Nach Aufnahme der Meßpunkte zu den Zeitpunkten  $T_1$  -  $T_3$  wird das Ergebnis im nachgeschalteten Digitalteil (in Fig. 6 nicht gezeigt) zwischengespeichert. Anschließend wird die Lampenwechselerkennungsschaltung neu initialisiert, d.h. über den Schalter S206 wird eine bestimmte Referenzspannung  $V_{ref11}$  zugeschaltet und ein erneuter Abtastwert des Spannungssignals am Anschluß VL1 in der Abtastschaltung 201 zwischengespeichert. Der Komparator 202 führt somit eine doppelte Relativbewertung der in der Abtastschaltung 201 gespeicherten Abtastwerte durch, d.h. es wird einmal die Differenz zwischen dem zum Zeitpunkt  $T_1$  gespeicherten Abtastwert und dem zum Zeitpunkt  $T_2$  gespeicherten Abtastwert sowie zum anderen die Differenz zwischen dem zum Zeitpunkt  $T_1$  aufgenommenen Abtastwert und dem zum Zeitpunkt  $T_3$  gespeicherten Abtastwert ermittelt. Diese Auswertung der relativen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Abtastwerten ist gegenüber der Auswertung absoluter Meßgrößen vorteilhaft, da zur Auswertung absoluter Meßgrößen zusätzliche Bauteile erforderlich wären.

**[0082]** Fig. 7a zeigt ein zeitliches Diagramm des Verlaufs der am Anschluß VL1 anliegenden Spannung  $U_{VL1}$ , des Schaltzustandes des Wechselrichterschalt-

ters T3 sowie des Schaltzustandes des in Fig. 6 gezeigten Schalter S206. Des weiteren sind in Fig. 7a die einzelnen Abtastzeitpunkte  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  angedeutet.

**[0083]** Die Auswertung des von dem Komparator 202 gelieferten Vergleichsergebnisses zwischen den Abtastwerten zu den Zeitpunkten  $T_1$  und  $T_2$  bzw.  $T_1$  und  $T_3$  erfolgt in der Meßphasensteuerung 900. Anhand des Einschwingvorgangs, d.h. anhand der durch die Abtastwerte zu den Zeitpunkten  $T_1$  -  $T_3$  gebildeten Spannungskennlinie, kann entschieden werden, ob während des Lampenwechselerkennungsbetriebs eine der Gasentladungslampen entnommen worden ist und, falls ja, welche der Gasentladungslampen entnommen worden ist. Des weiteren läßt sich beurteilen, ob statt dessen alle Lampenwendeln der einzelnen Gasentladungslampen korrekt mit dem Lastkreis verbunden, d. h. alle Lampen fehlerfrei angeschlossen sind. Fig. 7b zeigt beispielhaft den Verlauf der Kennlinie des am Anschluß VL1 anliegenden Spannungssignals  $U_{VL1}$  für drei verschiedene Fälle. Die Kennlinie a entspricht derjenigen Kennlinie, die sich beim Wechsel der in Fig. 1 gezeigten oberen Gasentladungslampe G1 einstellt. Die Kennlinie b entspricht der Kennlinie beim Wechsel der unteren Gasentladungslampe G2 während des Lampenwechselerkennungsbetriebes. Die in Fig. 7b gezeigte dritte Kennlinie c entspricht der Kennlinie im normalen Betrieb ohne Lampenwechsel, d. h. für den Fall, daß alle Lampen angeschlossen sind. Durch die Auswertung bzw. Erfassung der Kennlinie des am Anschluß VL1 anliegenden Spannungssignals  $U_{VL1}$  kann somit die Steuerschaltung beurteilen, welche der angeschlossenen Gasentladungslampen G1, G2 ausgewechselt worden ist. Dies bedeutet, daß nicht nur ein Wechsel der unteren Gasentladungslampe G2, sondern auch ein Wechsel der oberen Gasentladungslampe G1 zuverlässig erkannt werden kann. Sobald die Steuerschaltung einen Wechsel einer der an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Gasentladungslampe erkannt hat, wird ein automatischer Neustart des Systems durchgeführt, um die angeschlossenen Gasentladungslampen zu zünden.

**[0084]** In der Praxis wird somit die Steuerschaltung IC2 bei Auftreten eines Lampenfehlers in einem Fehlerzustand das Einschwingverhalten hinsichtlich des Auftretens der Kennlinien a oder b überwachen. Sobald die am Anschluß VL1 anliegende Spannung gemäß einer dieser Kennlinien verläuft, bedeutet dies, daß eine der angeschlossenen Gasentladungslampen aus ihrer Fassung zur Fehlerbehebung entnommen worden ist. Anschließend geht die Steuerschaltung IC2 bzw. Ablaufsteuerung 800 in den eigentlichen Lampenwechselerkennungszustand über, in dem wie im Fehlerzustand lediglich der untere Wechselrichterschalter T3 beispielsweise mit 40Hz geöffnet und geschlossen wird, während der obere Wechselrichterschalter T2 dauerhaft geöffnet ist. In diesem Zustand wartet die Steuerschaltung IC2 auf das Auftreten der Kennlinie c, d. h. daß anstelle der entnommenen Lampe wieder eine Ersatzlampe einge-

setzt worden ist und nunmehr alle Lampen wieder angeschlossen sind. Anschließend führt das System einen Neu- bzw. Wiederstart durch. Dieser Vorgang wird später nochmals unter Bezugnahme auf Fig. 9 erläutert.

**[0085]** Fig. 8a und 8b zeigen zwei Varianten der in Fig. 3 dargestellten Schaltung 300 zur Erkennung eines Warm-/Kaltstartbetriebs. Beiden Varianten ist gemeinsam, daß stets das am Anschluß NP der Steuerschaltung anliegende Spannungspotential ausgewertet und durch Vergleich mit einer vorgegebenen Referenzspannung  $V_{ref12}$  festgestellt wird, ob ein Warm- oder Kaltstart durchgeführt werden soll. Dieser Vergleich wird mit Hilfe eines Komparators 301 durchgeführt, dessen positiver Meßeingang mit dem Anschluß NP verbunden ist. Ausgangsseitig ist der Komparator 301 an eine Zustandshalteschaltung 302 angeschlossen, die beispielsweise durch ein D-Flip-Flop realisiert sein kann. Diese Zustandshalteschaltung 302 bewirkt, daß das Ausgangssignal des Komparators 301 lediglich bei Vorliegen eines entsprechenden Freigabesignals EN zur Ablaufsteuerung 800 durchgeschaltet und ausgewertet wird. Dieses Freigabesignal EN nimmt ausschließlich beim Neu- bzw. Wiederstarten des Gesamtsystems, beispielsweise durch Betätigung eines entsprechenden Netzschalters, kurzzeitig einen hohen Pegel an. Zu keinem späteren Zeitpunkt führt eine Signaländerung am Anschluß NP zu einer Zustandsänderung am Ausgangsanschluß der Zustandshalteschaltung 302.

**[0086]** Bei der in Fig. 8a gezeigten Variante kann durch Anschließen eines Vorwiderstandes  $R_V$  entweder an das hohe Versorgungsspannungspotential VDD oder an das Massepotential zwischen einem Kaltstart- und einem Warmstartbetrieb umgeschaltet werden. Ist der Vorwiderstand  $R_V$  an VDD angeschlossen, wird ein Kaltstartbetrieb aktiviert, d.h. die angeschlossenen Gasentladungslampen werden ohne Vorheizbetrieb gezündet. Ist hingegen der Vorwiderstand  $R_V$  an das Massepotential angeschlossen, wird ein Warmstartbetrieb durchgeführt, d.h. die angeschlossenen Gasentladungslampen werden mit einem vorgeschalteten Vorheizbetrieb zum Vorheizen der Lampenelektroden gezündet. Der Komparator 301 kann durch Überwachen des Spannungspotentials am Anschluß NP feststellen, ob der Widerstand  $R_V$  an das Versorgungsspannungspotential VDD oder das Massepotential angeschlossen ist. Die Auswertung des Komparatorausgangssignals erfolgt schließlich in der in Fig. 3 gezeigten Ablaufsteuerung 800, die abhängig davon, ob ein Kaltstart- oder Warmstartbetrieb gewählt ist, die Gasentladungslampen ohne oder mit Vorheizbetriebszuständen ansteuert.

**[0087]** Fig. 8b zeigt eine Variante der zuvor erläuterten Schaltung, die eine dynamische Umschaltung zwischen einem Warm- und Kaltstartbetrieb ermöglicht. Die in Fig. 8b gezeigte Schaltung entspricht im wesentlichen der in Fig. 8a gezeigten Schaltung, jedoch mit der Ausnahme, daß intern an dem Eingangsanschluß NP ein Schalter S301 vorgesehen ist, über den das Versor-

gungsspannungspotential VDD an den Eingangsanschluß NP angelegt werden kann, während extern an den Anschluß NP ein RC-Glied bestehend aus dem bereits in den Fig. 1 und 2 gezeigten Widerstand R22 und Kondensator C17 angeschlossen ist. Wie bei der in Fig. 8a gezeigten Variante wird durch den Komparator 301 das an dem Eingangsanschluß NP anliegende Spannungspotential überwacht. Die Funktion der in Fig. 8b gezeigten Schaltung ist folgendermaßen.

**[0088]** Während des normalen Betriebs des elektronischen Vorschaltgerätes ist der Schalter S301 geschlossen, so daß der Kondensator C17 durch das an den Eingangsanschluß NP angelegte Versorgungsspannungspotential VDD aufgeladen wird. Kommt es (z.B. infolge eines Fehlers) zum Abschalten des Systems oder zum Umschalten der Systemversorgung von Netz- auf Notstrombetrieb, wird der Schalter S301 geöffnet, und der Kondensator C17 entlädt sich mit der durch das RC-Glied festgelegten Zeitkonstante. Normgemäß ist das RC-Glied vorteilhafterweise derart ausgelegt, daß der Kondensator C17 die Ladung solange halten kann, daß die am Eingangsanschluß NP anliegende Spannung für eine Dauer von bis zu 400 ms größer als die am Komparator 301 anliegende Referenzspannung Vref12 ist.

**[0089]** Beim Wieder- oder Neustarten des Systems nimmt das Freigabesignal EN der Zustandshalterschaltung 302 einen hohen Pegel an, so daß das Vergleichsergebnis des Komparators 301 durchgeschaltet wird. Ist zu diesem Zeitpunkt das an dem Eingangsanschluß NP anliegende Spannungspotential noch größer als die Referenzspannung Vref12, sorgt die Ablaufsteuerung 800 für die Inbetriebnahme der angeschlossenen Gasentladungslampen ohne Vorheizbetrieb und führt somit einen Kaltstart durch. Ist hingegen das an dem Eingangsanschluß NP anliegende Spannungspotential kleiner als das Bezugspotential Vref12, werden die angeschlossenen Gasentladungslampen vorgeheizt und somit ein Warmstart durchgeführt.

**[0090]** Aus der obigen Beschreibung ist ersichtlich, daß das am Eingangsanschluß NP der Steuerschaltung anliegende Spannungspotential abhängig von der Einschaltdauer des Schalters S301 ist, die gleichbedeutend mit der Betriebsdauer des elektronischen Vorschaltgerätes ist. Diese Größe ist maßgeblich für den Aufladezustand des Kondensators C17. Des weiteren ist das Spannungspotential am Eingangsanschluß NP von der Ausschaltzeit des Schalters S301 bzw. der Dauer des Notstrombetriebs des elektronischen Vorschaltgerätes sowie der Zeitkonstante des RC-Gliedes abhängig. Diese Größen sind maßgeblich für den Entladevorgang des Kondensators C17.

**[0091]** Die in Fig. 8b gezeigte Schaltung führt somit abhängig von der Dauer der Ausschaltzeit sowie abhängig von der Zeitkonstante des RC-Gliedes einen Kalt- bzw. Warmstart durch. Durch entsprechende Bemessung der Zeitkonstante des RC-Gliedes kann diejenige Ausschaltzeitdauer festgelegt werden, die gerade noch

für einen Kaltstartbetrieb der angeschlossenen Lampen ausreicht. Zu diesem Zweck muß das RC-Glied lediglich derart dimensioniert werden, daß nach Aufladen des Kondensators C17 und Öffnen des Schalters S301 das an dem Eingangsanschluß NP angelegte Spannungspotential gerade noch nach Ablauf der zuvor genannten Ausschaltzeitdauer größer als das Bezugspotential Vref12 des Komparators 301 ist. Normgemäß ist jedoch die maximal zulässige Zeit zwischen dem Umschalten auf Notstrombetrieb und dem Neu- bzw. Wiederstarten des elektronischen Vorschaltgerätes ohne Vorheizen der Lampenelektroden auf 400 ms festgelegt. Dementsprechend sind der Widerstand R22 und der Kondensator C17 derart zu dimensionieren, daß die zuvor genannte Zeitspanne von 400 ms eingehalten werden kann.

**[0092]** Selbstverständlich kann anstelle des in Fig. 8b gezeigten RC-Gliedes mit dem Widerstand R22 und dem Kondensator C17 jede beliebige andere Energiespeicherschaltung verwendet werden, die abhängig von dem an dem Eingangsanschluß NP anliegenden Versorgungsspannungspotential Energie speichert und sich mit einer bestimmten Zeitkonstante nach Abklemmen des Versorgungsspannungspotentials entlädt. Diese Energiespeicherschaltung kann somit beliebige Verzögerungsglieder enthalten, solange ein definiertes und bekanntes zeitliches Verhalten des Verzögerungsgliedes bzw. der Energiespeicherschaltung gegeben ist.

**[0093]** Nachfolgend sollen die in Fig. 3 gezeigten Funktionsblöcke 400 und 500 näher erläutert werden. Der Spannungsregler-Funktionsblock 400 erzeugt eine intern geregelte, sehr präzise Versorgungsspannung VDD für alle internen Funktionsblöcke, die zugleich die Quelle für alle benötigten Referenzspannungen darstellt. Wie aus Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, wird diese interne Versorgungsspannung VDD über den Anschluß VDD nach außen gelegt und über den externen Kondensator C7 mit guten Hochfrequenzeigenschaften gefiltert. Aufgrund der Bereitstellung der internen Versorgungsspannung VDD kann für sämtliche Funktionsteile des gesamten elektronischen Vorschaltgerätes eine einzige Niedervoltebene verwendet werden, was insbesondere aus Kostengründen vorteilhaft ist.

**[0094]** Der Referenzspannungsgenerator 500 dient zur zentralen Erzeugung sämtlicher Referenzgrößen für die Steuerschaltung IC2, d.h. zur Erzeugung aller Referenzpotentiale und Referenzströme.

**[0095]** Der in Fig. 3 dargestellte Oszillator 600 stellt die zentrale Taktquelle für die gesamte Steuerschaltung IC2 dar. Der Oszillator 600 ist derart konstruiert, daß keine externen Komponenten erforderlich sind. Der Grundtakt des Oszillators wird mit Hilfe von Micro-Fuses auf den gewünschten Wert von beispielsweise 10MHz mit einer Genauigkeit von z. B. 4-Bit abgeglichen. Über einen digitalen Eingang des Oszillators 600 kann die Frequenz des Taktgenerators auf ca. 1/20 der nominalen Taktrate, d.h. auf ca. 550kHz, reduziert werden. Diese reduzierte Taktrate wird, wie nachfolgend noch näher

erläutert wird, für bestimmte Betriebszustände, insbesondere für den Fehler- und Lampenwechselerkennungszustand, benötigt, in denen die Versorgungsenergie reduziert werden muß. Der ebenfalls in Fig. 3 gezeigte Zeitbasisgenerator 700 erzeugt abhängig von dem Grundtakt des Oszillators 600 mehrere konstante Zeitabstände, die über digitale Ausgänge des Zeitbasisgenerators 700 den einzelnen Funktionsblöcken der Steuerschaltung IC2 zugeführt werden. Der Ablaufsteuerungsfunktionsblock 800 erhält beispielsweise sämtliche zeitlichen Referenzgrößen von dem Zeitbasisgenerator 700. Alle von dem Zeitbasisgenerator 700 erzeugten zeitlichen Größen sind ein Vielfaches des Grundtaktes des Oszillators 600. Die von dem Zeitbasisgenerator 700 erzeugten zeitlichen Referenzgrößen können beispielsweise die einzelnen Vorheizzeiten oder die Zündzeit umfassen. Diese zeitlichen Referenzgrößen sind, wie nachfolgend näher erläutert wird, insbesondere für die zeitliche Betriebszustandssteuerung der Steuerschaltung IC2 von Bedeutung, die von dem Ablaufsteuerung-Funktionsblock 800 durchgeführt wird.

**[0096]** Die Funktion der Ablaufsteuerung 800 soll nachfolgend näher unter Bezugnahme auf Fig. 9 erläutert werden.

**[0097]** Der Ablaufsteuerung-Funktionsblock 800 steuert den Betrieb des elektronischen Vorschaltgerätes beispielsweise gemäß dem in Fig. 9 dargestellten Zustandsdiagramm. Dabei ist in Fig. 9 jeder mögliche Betriebszustand bildlich durch einen Kreis dargestellt, während die einzelnen Pfeile mögliche Zustandswechsel darstellen, welche unter Erfüllung einer entsprechend den beiden Betriebszuständen zugeordneten Bedingung auftreten. Diese Bedingungen sind jeweils an bestimmte Zustände bestimmter Zustandsoder Überwachungsgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes bzw. der Lampe(n) geknüpft, wobei diese Überwachungsgrößen intern von der Ablaufsteuerung 800 in Form von Variablen verarbeitet werden, die abhängig davon, ob die Überwachungsgröße den entsprechenden Zustand einnimmt oder nicht, beispielsweise den Wert "1" bei Einnahme des zugewiesenen Zustandes oder "0" bei Nichteinnahme des Zustandes annimmt. Die einzelnen von der Ablaufsteuerung 800 überwachten Größen können beispielsweise zeitlich basierende Größen oder Fehlergrößen umfassen. Bezüglich der zeitlich basierenden Größen kann beispielsweise der Ablauf einer Inbetriebnahmezeit, einer Vorheizzeit, einer Zündzeit oder einer Verzögerungszeit für die Gleichrichteffekterkennung überwacht werden. Hinsichtlich der Fehlergrößen kann beispielsweise das Auftreten eines kapazitiven Stroms im Lastkreis (über den Stromerfassungsblock 100), das Vorliegen einer Überspannung an der angeschlossenen Gasentladungslampe, das Auftreten eines Gleichrichteffektes bzw. eines unsymmetrischen Lampenbetriebs, das Nichtvorhandensein einer Lampe oder das Auftreten eines Synchronisationsfehlers bezüglich des Nulldurchgangs der Lampen-

spannung (jeweils über den Spannungserfassungsblock 200) überwacht werden. Des Weiteren kann das Ausgangssignal des Funktionsblocks 300 überwacht werden, mit dessen Hilfe zwischen einem Warm- und einem Kaltstartbetrieb unterschieden werden kann. Selbstverständlich sind auch beliebige andere Überwachungsgrößen des elektronischen Vorschaltgerätes denkbar.

**[0098]** Wie bereits zuvor erläutert worden ist, werden zwar die einzelnen Fehlergrößen von den in Fig. 3 gezeigten Blöcken 100 - 300 erfaßt, jedoch erfolgt zunächst eine Aufbearbeitung durch den Meßphasensteuerung-Funktionsblock 900, ehe die einzelnen Fehlergrößen tatsächlich von der Ablaufsteuerung 800 ausgewertet werden. Zu diesem Zweck enthält die Meßphasensteuerung für jede überwachte Fehlergröße ein der entsprechenden Fehlergröße zugeordnetes digitales Ereignisfilter. Dieses digitale Ereignisfilter führt im Prinzip die Funktion eines Zählers aus, welcher das ununterbrochene Auftreten des entsprechenden Fehlers zählt. Eine Fehlermeldung wird von dem entsprechenden Ereignisfilter erst dann an die Ablaufsteuerung 800 weitergegeben, wenn der entsprechende Fehler n-mal nacheinander aufgetreten ist, wobei n der Filtertiefe des entsprechenden digitalen Ereignisfilters entspricht und für jede Fehlergröße unterschiedlich sein kann. Sobald bei einer Abfrage der Fehler nicht mehr auftritt, wird der Zählerstand des digitalen Ereignisfilters zurückgesetzt und der Zählvorgang wieder von vorne neu begonnen. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß die Ablaufsteuerung 800 nicht voreilig auf das Auftreten eines bestimmten Fehlers reagiert, und eine Betriebszustandsänderung infolge einer bestimmten Fehlermeldung erst dann durchgeführt wird, wenn mit relativ großer Sicherheit davon ausgegangen werden kann, daß der entsprechende Fehler tatsächlich vorliegt.

**[0099]** Eine Besonderheit stellt diesbezüglich das digitale Ereignisfilter für die Gleichrichteffekterkennung dar, da es sich beim Gleichrichteffekt um einen schleichend, d.h. zeitlich langsam auftretenden Fehlerfall handelt. Daher ist das dem Gleichrichteffekt zugewiesene Ereignisfilter derart dimensioniert, daß nur dann auf das Auftreten eines Gleichrichteffektes geschlossen und eine entsprechende Fehlermeldung an die Ablaufsteuerung 800 ausgegeben wird, falls der Meßphasensteuerung 900 32 mal nacheinander jede 255. Periode der Lampenspannung ein Gleichrichteffekt gemeldet wird. Dementsprechend umfaßt das dem Gleichrichteffekt zugewiesene Ereignisfilter eine Filtertiefe von  $n = 32 \times 255$ . Für die Erfassung eines kapazitiven Stroms kann hingegen eine Filtertiefe von 64, für die Erfassung einer Überspannung eine Filtertiefe von 3 und für die Erfassung eines Synchronisationsfehlers sowie für die Lampenwechselerkennung jeweils eine Filtertiefe von 7 vorgesehen sein. Selbstverständlich sind auch andere Filtertiefenwerte denkbar.

**[0100]** Wird im folgenden von dem Auftreten eines bestimmten Fehlerfalls gesprochen, ist somit die entspre-

chende Fehlermeldung von der Meßphasensteuerung 900 zu der Ablaufsteuerung 800 nach Passieren des entsprechend zugeordneten Ereignisfilters gemeint.

**[0101]** Der Ausgangszustand der in Fig. 9 gezeigten Betriebszustandssteuerung ist der sogen. Resetzustand (Zustand I). In dem Zustand I befindet sich das System stets dann, wenn das elektronische Vorschaltgerät gestartet bzw. neu gestartet worden ist, was gleichbedeutend mit dem Auftreten des anhand von Fig. 8 erläuterten Freigabesignals EN ist. Zu diesem Zweck kann die Ablaufsteuerung 800 einen hysteresebehafteten Komparator umfassen, der das externe Versorgungsspannungssignal VCC innerhalb bestimmter Grenzen überwacht und das Freigabesignal EN erzeugt, falls das Versorgungsspannungssignal VC innerhalb des erforderlichen Versorgungsspannungsbereiches liegt. Auf diese Weise überwacht der Komparator zugleich das Ein- und Ausschalten des Gesamtsystems. Das Freigabesignal EN kann somit abhängig vom Ein- und Ausschalten des Gesamtsystems asynchron zu sämtlichen anderen Signalen auftreten, wobei nach Auftreten des Freigabesignals EN, d.h. nach Ein- bzw. Wiedereinschalten des elektronischen Vorschaltgerätes, der Abgleich der einzelnen Funktionsblöcke der Steuerschaltung IC2 erfolgt. Dieser Abgleich erfolgt durch Einlesen der jeweiligen Werte für die einzelnen Micro-Fuses. Diese Micro-Fuses sind kleine Sicherungen, die beispielsweise zum Abgleich der einzelnen internen Stromquellen dienen. Des weiteren erfolgt, wie anhand Fig. 8 erläutert worden ist, mit Auftreten des Freigabesignals EN das Einlesen des Ausgangssignals des in Fig. 3 gezeigten Funktionsblocks 300, so daß zu diesem Zeitpunkt festgestellt wird, ob die angeschlossenen Gasentladungslampen mit einem Kalt- oder Warmstart in Betrieb genommen werden sollen. Insgesamt erfolgt somit im Zustand I eine Initialisierung der Steuerschaltung IC2.

**[0102]** Nach Initialisierung der Steuerschaltung geht die Ablaufsteuerung 800 automatisch in einen Inbetriebnahmezustand (Zustand II) über. Der Übergang von Zustand I in Zustand II ist ausnahmsweise nicht an bestimmte Bedingungen geknüpft und erfolgt automatisch bei jedem Neu- bzw. Wiederstart des elektronischen Vorschaltgerätes. Im Zustand II erfolgt das Anlaufen des Oberwellenfilters bzw. das Einschwingen des Lastkreises des elektronischen Vorschaltgerätes. Des weiteren wird im Zustand II der Koppelkondensator des Lastkreises vorgeladen. In dieser Phase sind sämtliche Fehlerdetektoren deaktiviert, d.h. es erfolgt keine Auswertung der zuvor erwähnten Fehlergrößen.

**[0103]** Ein Vorheizzustand III wird ausgehend von dem Zustand II angelaufen, falls z.B. eine dem Zustand II zugeordnete Inbetriebnahmezeit, die die normale Betriebsdauer des Zustandes II bezeichnet, abgelaufen ist und von dem in Fig. 3 gezeigten Funktionsblock 300 kein Kaltstartbetrieb gemeldet worden ist. Ist hingegen die Inbetriebnahmezeit noch nicht abgelaufen, verbleibt das System weiterhin in dem Zustand II, was in Fig. 9

durch einen von dem Zustand II ausgehenden und wieder zu den Zustand II zurückführenden Pfeil dargestellt ist. Wurde von dem Funktionsblock 300 ein Kaltstartbetrieb erfaßt und ist bereits die Inbetriebnahmezeit abgelaufen, wechselt die Ablaufsteuerung 800 direkt von dem Zustand II in einen Zündzustand IV, was dem zuvor erläuterten Warmstartbetrieb entspricht.

**[0104]** In dem ersten Vorheizzustand III wird die Wechselrichterhalbbrücke derart angesteuert, daß sie frequenzmäßig an der oberen Grenze schwingt und beispielsweise eine Ausgangsfrequenz von ca. 80kHz erzeugt. In diesem Zustand kann die Vorheizregelung, die Überspannungserkennung sowie die Kapazitivstromerkennung aktiviert sein.

**[0105]** Nach Ablauf einer vorgegebenen Vorheizzeit wird in den bereits zuvor erwähnten Zündzustand IV gewechselt, falls zudem keine Lampenüberspannung und kein Kapazitivstrombetrieb erfaßt worden ist. Während des Zündzustandes IV sind sämtliche Fehlerdetektoren der Steuerschaltung mit den zugehörigen Ereignisfiltern des Meßphasensteuerung-Funktionsblocks deaktiviert. Dementsprechend kann ausgehend von diesem Zustand IV auch nicht ein nachfolgend noch näher erläuterter Fehlerzustand VII angesprungen werden. Das heißt, das System verbleibt im Zündzustand IV bis die Zustandswechselbedingung für den Übergang in einen Betriebszustand V erfüllt ist.

**[0106]** In dem Zündzustand IV kann die Arbeitsfrequenz des Wechselrichters des elektronischen Vorschaltgerätes abhängig von dem Wert des erfaßten Lampenstroms sowie den Zuständen der Überspannungs- und Kapazitivstromerkennung verändert werden. Ausgehend von dem durch den Vorheizbetrieb vorgegebenen Arbeitspunkt des Lastkreises wird mit Hilfe der Regelgröße "Lampenstrom" versucht, die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters zunächst zu verringern, da der erfaßte Lampenstrom wegen der noch nicht erfolgten Zündung gegenüber dem vorgegebenen Sollwert deutlich zu klein ist. Dieser Regelungsvorgang wird so lange fortgesetzt bis die Überspannungserkennung oder Kapazitivstromerkennung das fortdauernde Verringern der Wechselrichterfrequenz verhindert bzw. diesem entgegenwirkt. In der Regel wird zunächst die Überspannungserkennung als Einflußfaktor dominant werden. Infolge der nunmehr vorliegenden Dominanz der Überspannungserkennung wird nun gleichsam die Lampenspannung geregelt. An diesem Verhalten ändert sich bis zum Zünden der Lampe oder bis zum Ablauf der vorgegebenen Zündzeit nichts. In der Regel wird jedoch die Gasentladungslampe vor Ablauf der vorgegebenen Zündzeit zünden, wobei in diesem Fall die Lampenstromregelung wieder dominant wird und die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters so lange verringert wird bis der durch den Lampenstromreferenzwert vorgegebene stabile Arbeitspunkt eingenommen worden ist. Die Kapazitivstromerkennung wird im Zündzustand IV nur im Fehlerfall, z.B. bei Sättigung der in Fig. 1 gezeigten Resonanzkreisdrossel L3, aktiv in den

Zündvorgang eingreifen. Sobald die Kapazitivstromerkennung anspricht, wird die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters durch die Steuerschaltung so lange nach oben geschoben bis eine andere der vorgenannten Einflußgrößen während des Zündbetriebs IV wieder dominant wird. Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß während des Zündzustandes IV von der Regelschaltung der Steuerschaltung IC2 lediglich beispielsweise jede achte Periode der Ausgangsfrequenz des Wechselrichters ein neuer Soll-/Istwertvergleich durchgeführt wird, da sich in der Praxis ergeben hat, daß mit Hilfe eines derart reduzierten Reglertaktes beispielsweise die Lampenspannung mit einer deutlich geringeren Welligkeit ausgeregelt werden kann.

**[0107]** Der Zündzustand IV kann in Richtung des bereits zuvor erwähnten Betriebszustandes V nur nach Ablauf der vorgegebenen Zündzeit verlassen werden. Dieser Zustandswechsel ist insbesondere unabhängig davon, ob in dem Zündzustand IV immer noch bezogen auf die Zündspannung oder bereits bezogen auf den Lampenstrom geregelt wird.

**[0108]** Nach Erreichen des in Fig. 9 gezeigten Betriebszustandes V wird, wie bereits erläutert worden ist, auf den Mittel- bzw. Effektivwert des Lampenstromes geregelt, d.h. die Ausgangsfrequenz des Wechselrichters ist von dem erfaßten Lampenstrom abhängig. Während dieses Betriebszustandes V ist die Überspannungs-, Kapazitivstrom- und Synchronisationsfehlererkennung aktiviert, wobei auch während dieses Zustandes die Regelschaltung lediglich jede zweite Periode der Wechselrichterausgangsfrequenz einen neuen Soll-/Istwertvergleich durchführt. Ebenso kann die Gleichrichteffekterkennung (GLRE) aktiviert sein. Der Betriebszustand V ist zeitlich nicht beschränkt, d.h. stellt im Prinzip eine Endlosschleife dar, und kann ausschließlich bei Ansprechen eines der aktivierten Fehlerdetektoren verlassen werden. Vorteilhafterweise sind während des Betriebszustandes V sämtliche Fehlerdetektoren der Steuerschaltung aktiviert.

**[0109]** Tritt nun in einem der zuvor erläuterten Zustände III oder V ein Fehler auf, der durch den entsprechenden zustandsabhängig aktivierten Fehlerdetektor erfaßt worden ist, wird der in Fig. 9 dargestellte Fehlerzustand VII angelauten. Dieser Fehlerzustand VII ist somit der zentrale Anlaufpunkt für sämtliche schweren Betriebsstörungen. Der Fehlerzustand VII wird direkt ausgehend von dem Vorheizzustand III angesprungen, falls während dieser Vorheizzustände eine Überspannung oder ein Kapazitivstrombetrieb erfaßt worden ist. Dagegen wird der Fehlerzustand VII ausgehend von dem Betriebszustand V angelauten, falls während dieses Zustands ein Kapazitivstrombetrieb, ein Überspannungsfehler, ein Synchronisationsfehler und/oder das Auftreten eines Gleichrichteffektes usw. bezüglich der angeschlossenen Gasentladungslampen erfaßt worden ist.

**[0110]** Das Anlaufen des Fehlerzustandes VII kann beispielsweise gleichzeitig mit einer entsprechenden Signalisierung des jeweiligen Fehlers für den Benutzer

verbunden sein. Der Fehlerzustand VII wird von der Ablaufsteuerung nur verlassen, falls nach einem Neustart des Systems wieder über den Resetzustand I der Inbetriebnahmezustand II angelauten und die Gasentladungslampen von neuem in Betrieb genommen werden. Alternativ kann der Fehlerzustand VII verlassen werden, falls in diesem Zustand erfaßt wird, daß nicht sämtliche an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Lampen intakte Lampenwendeln aufweisen. Dies ist gleichbedeutend damit, daß der Fehlerzustand VII in Richtung des bereits zuvor erwähnten Lampenwechselerkennungszustandes VIII verlassen wird, sobald eine der angeschlossenen Gasentladungslampen aus ihrer Fassung herausgenommen wird. Ergänzend sei darauf hingewiesen, daß während des Fehlerzustandes VII die Betriebsstromaufnahme der Steuerschaltung auf einen minimal möglichen Wert reduziert ist.

**[0111]** In dem Fehlerzustand wird das elektronische Vorschaltgerät wie im Lampenwechselerkennungszustand betrieben, d. h. es wird jeweils der untere Wechselrichterschalter T3 mit einer niedrigen Frequenz von beispielsweise 40Hz geöffnet und geschlossen, während der obere Wechselrichterschalter dauerhaft geöffnet ist. Wie bereits zwar anhand Fig. 6/7 erläutert worden ist, wartet die Steuerschaltung IC2 im Fehlerzustand VII auf das Auftreten der Spannungskennlinien a oder b (vgl. Fig. 7a) am Spannungsmessanschluß VL1, was der Entnahme eine der angeschlossenen Gasentladungslampen G1, G2 entspricht. In diesem Fall geht die Steuerschaltung IC2 in den Lampenwechselerkennungszustand VIII über.

**[0112]** Mit Hilfe des bereits zuvor erläuterten Lampenwechselerkennungsverfahrens kann die Steuerschaltung sowohl einen Wechsel bzw. eine Entnahme der oberen Gasentladungslampe G1 als auch der unteren Gasentladungslampe G2 (vgl. Fig. 1) zuverlässig feststellen und nach Erkennen eines Lampenwechsels automatisch einen Neustart des Systems herbeiführen. Während im Fehlerzustand VII geprüft wird, ob eine der Gasentladungslampen herausgenommen worden ist, wird im Lampenwechselerkennungszustand VIII überwacht, ob sämtliche Gasentladungslampen eingesetzt sind. Sobald erkannt worden ist, daß alle Gasentladungslampen eingesetzt worden sind, d.h. alle an das elektronische Vorschaltgerät angeschlossenen Lampenwendeln intakt sind, wird automatisch wieder in den Inbetriebnahmezustand II umgeschaltet und die Gasentladungslampen wieder gemäß dem in Fig. 9 dargestellten Funktionskreislauf in Betrieb genommen. Auch während des Lampenwechselerkennungszustandes VIII sind mit Ausnahme der Lampenwechselerkennung alle anderen Fehlerdetektoren deaktiviert.

**[0113]** Abschließend soll nachfolgend kurz die Funktion der in Fig. 3 gezeigten Wechselrichteransteuerung 1000 erläutert werden.

**[0114]** Der Wechselrichteransteuerung-Funktionsblock 1000 dient zur Erzeugung von Ansteuersignale für

den oberen bzw. unteren Wechselrichterschalter T2, T3 (vgl. Fig. 1), die über die Ausgangsanschlüsse OUTH bzw. OUTL der Steuerschaltung ausgegeben werden. Abhängig von diesen Ansteuersignalen werden die beiden Wechselrichterschalter entweder eingeschaltet oder geöffnet. In der Regel erzeugt die Wechselrichteransteuerung 1000 abwechselnde Steuerimpulse für die Steueranschlüsse OUTH bzw. OUTL der beiden Wechselrichterschalter T2 bzw. T3 und kann des weiteren eine interne Totzeitzählerfunktion aufweisen, um eine ausreichende Totzeit zwischen der Ansteuerung der beiden Wechselrichterschalter sicherzustellen. Im Lampenwechselerkennungszustand VIII (vgl. Fig. 9) sorgt die Wechselrichteransteuerung 1000 dafür, daß über den oberen Ausgangsanschluß OUTH der obere Wechselrichterschalter T2 dauerhaft geöffnet bleibt, während lediglich der untere Wechselrichterschalter T3 mit einer relativ niedrigen Frequenz über den unteren Ausgangsanschluß OUTL abwechselnd geöffnet und geschlossen wird.

**[0115]** Die Wechselrichteransteuerung 1000 sorgt insbesondere für ein unsymmetrisches Tastverhältnis der Wechselrichterschalter, wobei jedoch diese Unsymmetrie bei einer Ausgangsfrequenz des Wechselrichters von beispielsweise 43kHz lediglich 2,1 % und bei einer Ausgangsfrequenz von 80kHz lediglich 4 % beträgt und somit kaum ins Gewicht fällt. Die Erzeugung unsymmetrischer Ausgangssignale für die beiden Wechselrichterschalter führt zu einer Erhöhung der Frequenzauflösung des Wechselrichters, d.h. mit Hilfe der Steuerschaltung können kleinere Frequenzschritte des Wechselrichters eingestellt werden.

**[0116]** Die Erzeugung eines unsymmetrischen Tastverhältnisses besitzt jedoch zudem die Wirkung, daß das sogen. "Walmen" der angeschlossenen Gasentladungslampen verändert werden kann. Bei diesem Walmen handelt es sich um einen insbesondere bei tiefen Temperaturen kurz nach dem Start des Systems auftretenden Effekt von "laufenden Schichten", die auf eine ungleiche Lichtverteilung in der entsprechenden Gasentladungslampe zurückgehen. Diese "laufenden Schichten" bestehen aus Hell-/Dunkelzonen, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit längs der Lampenröhre laufen. Wie beispielsweise aus der EP-B1-0490 329 bekannt ist, kann dieser Laufeffekt durch Überlagern eines geringen Gleichstromes derart beschleunigt werden, daß er nicht mehr störend wirkt. Auch die Erzeugung eines unsymmetrischen Tastverhältnisses durch die vorliegende Steuerschaltung des elektronischen Vorschaltgerätes kann dem Auftreten des sogen. "Walmens" entgegenwirken.

**[0117]** Wie bereits zuvor erläutert worden ist, wird mit Hilfe der vorliegenden Steuerschaltung während einzelner Halbperioden ein unsymmetrisches Tastverhältnis für die beiden Wechselrichterschalter erzeugt, wobei jedoch das Tastverhältnis über eine Gesamtperiode ausgemittelt ist. Da lediglich in dem in Fig. 9 gezeigten Betriebszustand V unsymmetrische Ausgangssignale er-

zeugt werden sollen, wertet die Wechselrichteransteuerung 1000 beispielsweise ein entsprechendes Steuersignal aus, welches lediglich dann (z.B. durch Annehmen eines hohen Pegels) den unsymmetrischen Betrieb freigibt, falls sich das System in dem Betriebszustand V befindet.

## Patentansprüche

1. Elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben mindestens einer Gasentladungslampe, mit einer Wechelspannungsquelle (D), mit einem von der Wechelspannungsquelle (D) angesteuerten Lastkreis (E), der mindestens eine Gasentladungslampe (G1, G2) enthält, und mit einer Steuerschaltung (IC2) zum Steuern des Betriebs der Gasentladungslampe (G1, G2), welche eine Schaltungsgröße des elektronischen Vorschaltgerätes überwacht und abhängig von dem Wert dieser Schaltungsgröße beim Starten des elektronischen Vorschaltgerätes die Gasentladungslampe (G1, G2) entweder mit einem Vorheizbetrieb zum Vorheizen der Lampenwendeln der Gasentladungslampe (G1, G2) oder ohne den Vorheizbetrieb betreibt, wobei die Steuerschaltung (IC2) als die überwachte Schaltungsgröße des elektronischen Vorschaltgerätes ein an der Steuerschaltung (IC2) anliegendes und dem Ladezustand einer Energiespeicherschaltung (R22, C17) entsprechendes Spannungspotential überwacht, wobei die Energiespeicherschaltung (R22, C17) während des Betriebs der Gasentladungslampe (G1, G2) auf ein vorgegebenes festes Versorgungsspannungspotential (VDD) aufgeladen wird und sich beim Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes gemäß einer bestimmten Zeitkonstante entlädt, wobei die Steuerschaltung (IC2) Komparatormittel (301) zum Vergleichen des an der Steuerschaltung (IC2) anliegenden Spannungspotentials mit einem Referenzwert (Vref12) umfaßt, und wobei die Steuerschaltung (IC2) die Gasentladungslampe ohne den Vorheizbetrieb betreibt, falls die Komparatormittel (301) ein an der Steuerschaltung (IC2) anliegendes Spannungspotential anzeigen, welches größer als der Referenzwert (Vref12) ist, und im anderen Fall die Gasentladungslampe (G1, G2) mit dem Vorheizbetrieb betreibt, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Ausgangssignal der Komparatormittel (301) einer Zustandshalteschaltung (302) zugeführt ist, welche das Ausgangssignal der Komparatormittel (301) lediglich beim Starten des elektronischen Vorschaltgerätes an ihren Ausgang durchschaltet, wobei die Steuerschaltung (IC2) das Ausgangssignal der Zustandshalteschaltung (302) für die Inbe-

triebnahme der Gasentladungslampe (G1, G2) wahlweise mit oder ohne den Vorheizbetrieb auswertet.

2. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der an den Komparatormitteln (301) anliegende Referenzwert ca. IV beträgt.
3. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, 10  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Zustandshalteschaltung (302) ein D-Flip-Flop umfaßt, an dessen Takteingang ein Taktsignal anliegt, welches lediglich beim Starten des elektronischen Vorschaltgerätes vorübergehend einen hohen Pegel aufweist. 15
4. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Energiespeicherschaltung eine an einen Anschluß (NP) der Steuerschaltung (IC2) angeschlossene Serienschaltung mit einem Ladekondensator (C17) und einem Widerstand (R22) umfaßt. 25
5. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Energiespeicherschaltung (R22, C17) eine derartige Zeitkonstante aufweist, daß das von der Steuerschaltung (IC2) überwachte und von dem Ladezustand der Energiespeicherschaltung abhängige Spannungspotential nach Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes für eine Zeitdauer von ca. 400 ms größer als der an der Steuerschaltung (IC2) anliegende Referenzwert (Vref12) ist. 35
6. Elektronisches Vorschaltgerät nach einem der vorherigen Ansprüche, 40  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Energiespeicherschaltung (R22, C17) über einen steuerbaren Schalter (S301) an eine Versorgungsspannungsquelle (VDD) angeschlossen ist, wobei die Energiespeicherschaltung (R22, C17) durch Schließen des steuerbaren Schalters (S301) aufgeladen wird. 45
7. Elektronisches Vorschaltgerät nach Anspruch 6, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Steuerschaltung (IC2) den steuerbaren Schalter (S301) derart steuert, daß dieser beim Starten des elektronischen Vorschaltgerätes zunächst geöffnet und erst nach Zünden der Gasentladungslampe (G1, G2) geschlossen ist und wieder beim Abschalten des elektronischen Vorschaltgerätes geöffnet wird. 55

## Claims

1. Electronic ballast for operating at least one gas discharge lamp, 5  
having an a.c. voltage source (D),  
having a load circuit (E), which contains at least one gas discharge lamp (G1, G2), controlled by the a.c. voltage source (D), and  
having a control circuit (IC2) for controlling the operation of the gas discharge lamp (G1, G2), which monitors a circuit parameter of the electronic ballast and depending upon the value of this circuit parameter upon starting of the electronic ballast operates the gas discharge lamp (G1, G2) either with a pre-heating operation for pre-heating the lamp coils of the gas discharge lamp (G1, G2) or without the pre-heating operation, 15  
the control circuit (IC2) monitoring, as the monitored circuit parameter of the electronic ballast, a voltage potential applied at the control circuit (IC2) and corresponding to the charging condition of an energy storage circuit (R22, C17), the energy storage circuit (R22, C17) being charged during the operation of the gas discharge lamp (G1, G2) to a predetermined fixed supply voltage potential (VDD) and upon switching off of the electronic ballast discharging in accordance with a certain time constant, 20  
the control circuit (IC2) including comparator means (301) for comparing the voltage potential applied to the control circuit (IC2) with a reference value (Vref12), and  
the control circuit (IC2) operating the gas discharge lamp without the pre-heating operation if the comparator means (301) indicate a voltage potential applied to the control circuit (IC2) which is greater than the reference value (Vref12), and in the other case operating the gas discharge lamp (G1, G2) with the pre-heating operation, 25  
**characterized in that,**  
the output signal of the comparator means (301) is delivered to a state retaining circuit (302) which connects the output signal of the comparator means (301) through to its output only upon starting of the electronic ballast, 30  
the control circuit (IC2) evaluating the output signal of the state retaining circuit (302) for the bringing into operation of the gas discharge lamp (G1, G2) selectively with or without the pre-heating operation. 35
2. Electronic ballast according to claim 1, 40  
**characterized in that,**  
the reference value applied to the comparator means (301) is ca. 1V. 45
3. Electronic ballast according to claim 1 or 2, 50  
**characterized in that,**  
the state retaining circuit (302) includes a D-flip-flop 55

to the clock input of which there is applied a clock signal which solely upon starting of the electronic ballast temporarily has a high level.

4. Electronic ballast according to any preceding claim, **characterized in that**, the energy storage circuit includes a series circuit with a charge capacitor (C12) and a resistor (R22) connected to a terminal (NP) of the control circuit (IC2). 5 10
5. Electronic ballast according to any preceding claim, **characterized in that**, the energy storage circuit (R22, C17) has such a time constant that the voltage potential monitored by the control circuit (IC2) and dependent upon the charge condition of the energy storage circuit is, after switching off of the electronic ballast, greater than the reference value (Vref12) applied to the control circuit (IC2) for a time duration of ca. 400ms. 15 20
6. Electronic ballast according to any preceding claim, **characterized in that**, the energy storage circuit (R22, C17) is connected to a supply voltage source (VDD) via a controllable switch (S301), the energy storage circuit (R22, C17) being charged up by means of closing of the controllable switch (S301). 25
7. Electronic ballast according to claim 6, **characterized in that**, the control circuit (IC2) so controls the controllable switch (S301) that upon starting of the electronic ballast it initially opens and is closed only after ignition of the gas discharge lamp (G1, G2), and is opened again upon switching off of the electronic ballast. 30 35

#### Revendications

1. Ballast électronique pour le fonctionnement d'au moins une lampe à décharge, équipé d'une source de tension alternative (D), d'un circuit de charge (E) commandé par la source de tension alternative (D), qui contient au moins une lampe à décharge (G1, G2), et d'un circuit de commande (IC2) en vue de la commande du fonctionnement de la lampe à décharge (G1, G2), qui surveille une grandeur de commutation du ballast électronique et en fonction de la valeur de cette grandeur de commutation lors du déclenchement du ballast électronique actionne la lampe à décharge (G1, G2), soit avec un préchauffage du filament de la lampe à décharge (G1, G2), soit sans préchauffage, le circuit de commande (IC2) contrôle en tant que grandeur de commutation contrôlée du ballast électronique un potentiel de tension appliqué au circuit de commande (IC2) 45 50 55

et correspondant à l'état de charge d'un circuit accumulateur d'énergie (R22, C17), le circuit accumulateur d'énergie (R22, C17) étant chargé durant le fonctionnement de la lampe à décharge (G1, G2) à un potentiel de tension d'alimentation prescrit (VDD) et se déchargeant lors de la coupure du ballast électronique selon une constante de temps déterminée, le circuit de commande (IC2) comprenant un moyen de comparaison (301) en vue de la comparaison du potentiel de tension appliqué au circuit de commande (IC2) à une valeur de référence (Vref12), et le circuit de commande (IC2) actionnant la lampe à décharge sans préchauffage, au cas où le moyen de comparaison (301) indique un potentiel de tension appliqué au circuit de commande (IC2), qui est supérieur à la valeur de référence (Vref12), et dans l'autre cas, actionne la lampe à décharge (G1, G2) avec préchauffage,

**caractérisé en ce que** le signal de sortie du moyen comparateur (301) est appliqué à un circuit de maintien d'état (302), qui délivre le signal de sortie du moyen comparateur (301) uniquement lors du démarrage du ballast électronique, le circuit de commande (IC2) évaluant le signal de sortie du circuit de maintien d'état (302) pour la mise en marche de la lampe à décharge (G1, G2) sélectivement avec ou sans préchauffage.

2. Ballast électronique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la tension de référence appliquée au moyen comparateur (301) s'élève à environ 1V.
3. Ballast électronique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le circuit de maintien d'état (302) comprend une bascule-D, à l'entrée d'horloge de laquelle est appliqué un signal d'horloge, qui présente temporairement un niveau haut uniquement lors du démarrage du ballast électronique.
4. Ballast électronique selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit accumulateur d'énergie comprend un circuit série avec un condensateur de charge (C17) et une résistance (R22) relié à une borne (NP) du circuit de commande (IC2).
5. Ballast électronique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit accumulateur d'énergie (R22, C17) présente une constante de temps, en ce le potentiel de tension contrôlé par le circuit de commande (IC2) et fonction de l'état de charge du circuit accumulateur d'énergie est supérieur après coupure du ballast électronique pendant une durée d'environ 400 ms supérieur à la valeur de référence (Vref12) appliquée au circuit de commande (IC2).

6. Ballast électronique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le circuit accumulateur d'énergie (R22, C17) est relié par l'intermédiaire d'un commutateur commandé (301) à une source de tension d'alimentation (VDD), le circuit accumulateur d'énergie (R22, C17) étant chargé par fermeture du commutateur commandé (S301). 5
7. Ballast électronique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le circuit de commande (IC2) commande le commutateur commandé (S301) de telle sorte que celui-ci est tout d'abord ouvert lors du démarrage du ballast électronique et est fermé après l'amorçage de la lampe à décharge (G1, G2) et est à nouveau ouvert lors de la coupure du ballast électronique. 10 15

20

25

30

35

40

45

50

55

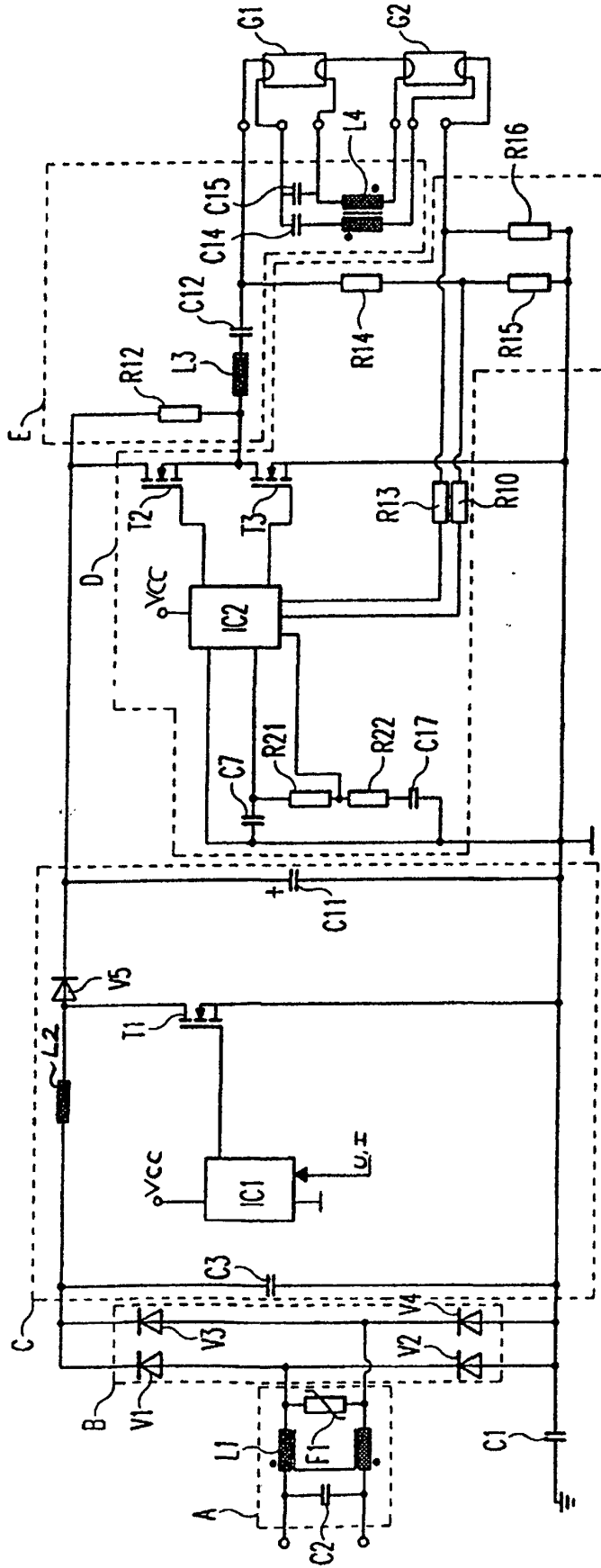


Fig. 1

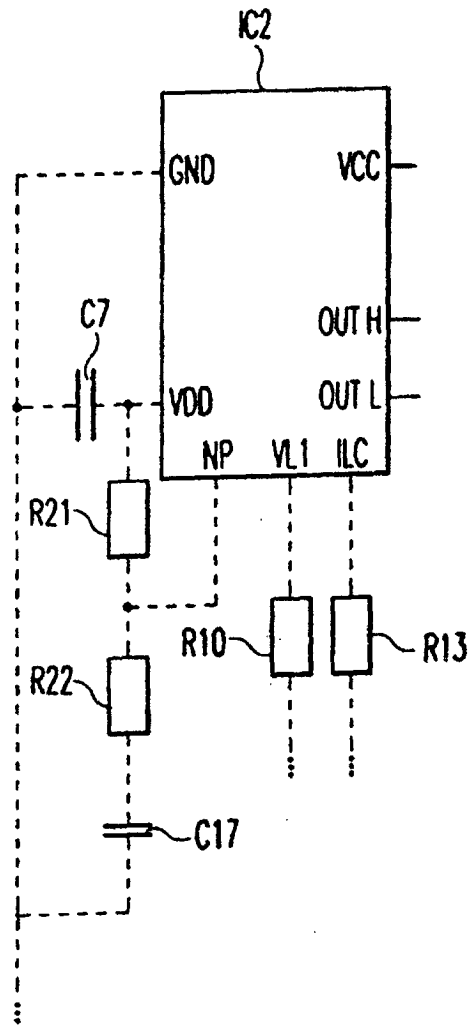


Fig. 2

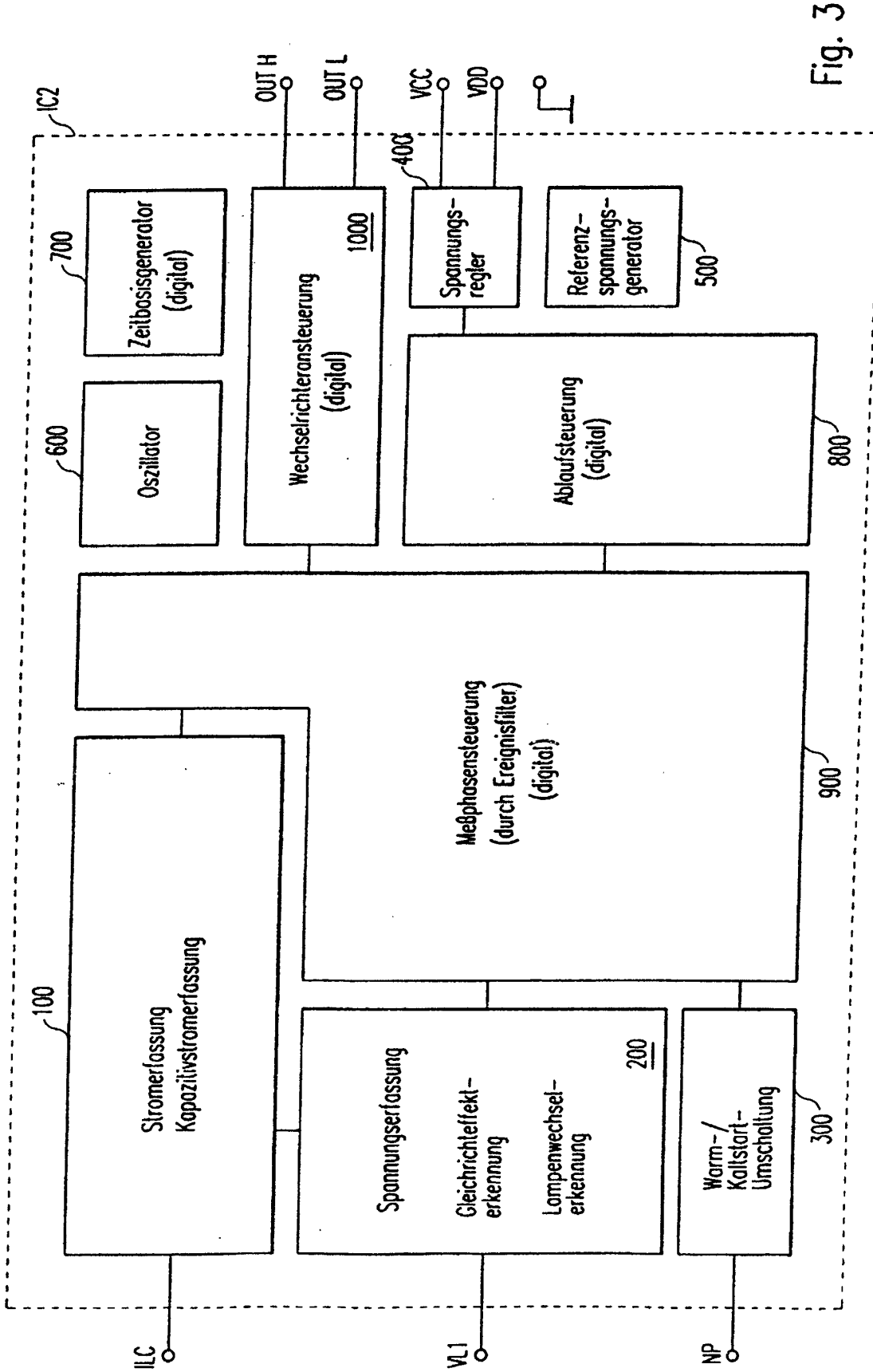


Fig. 3



Fig. 5a

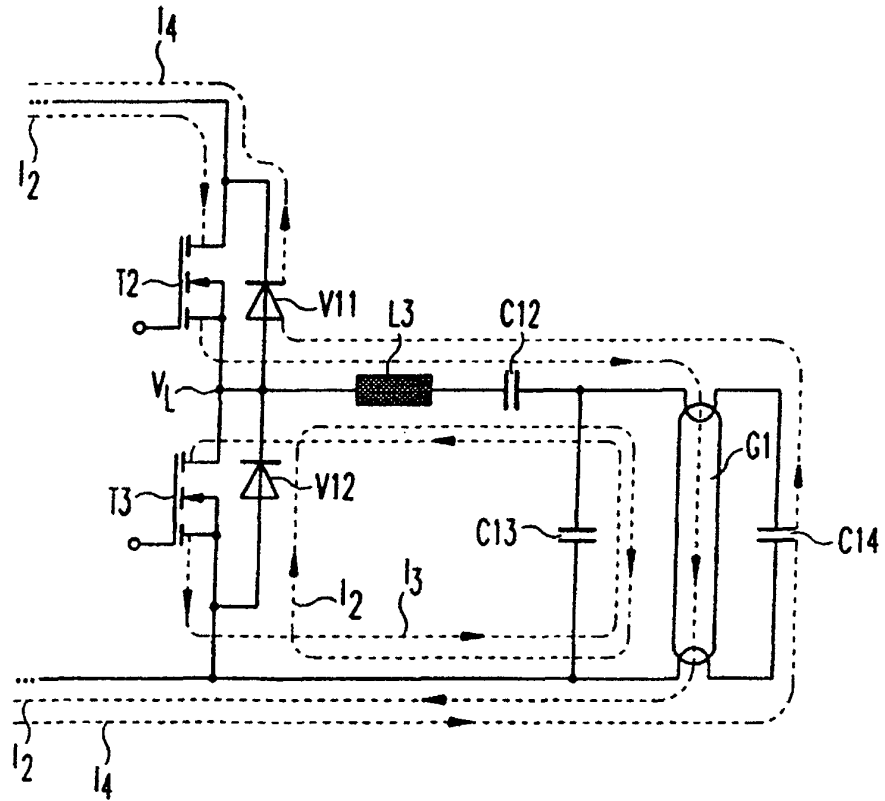
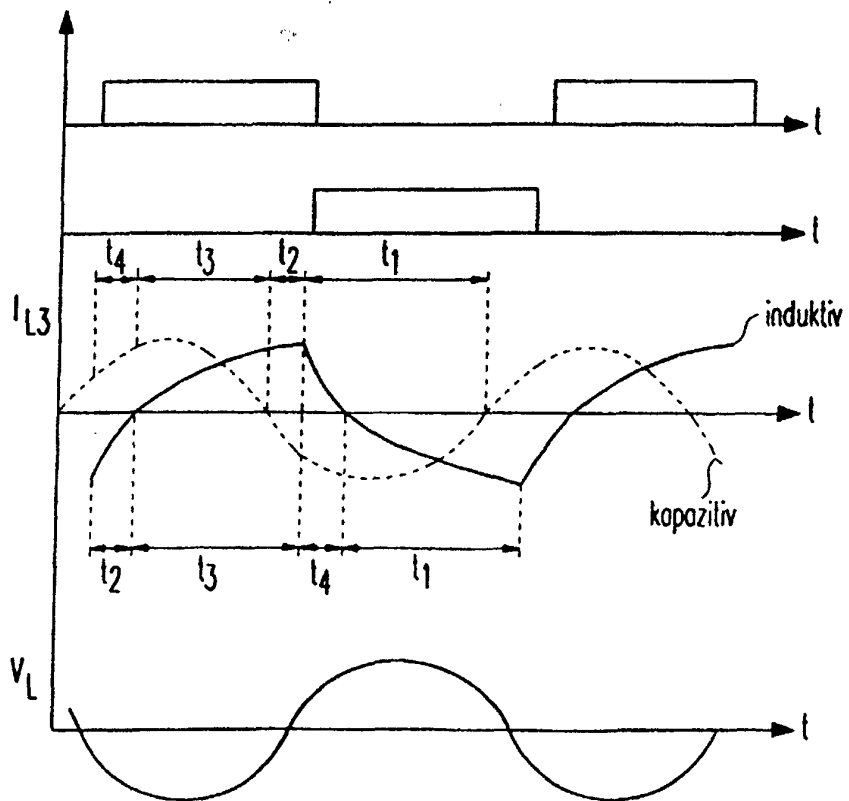


Fig. 5b



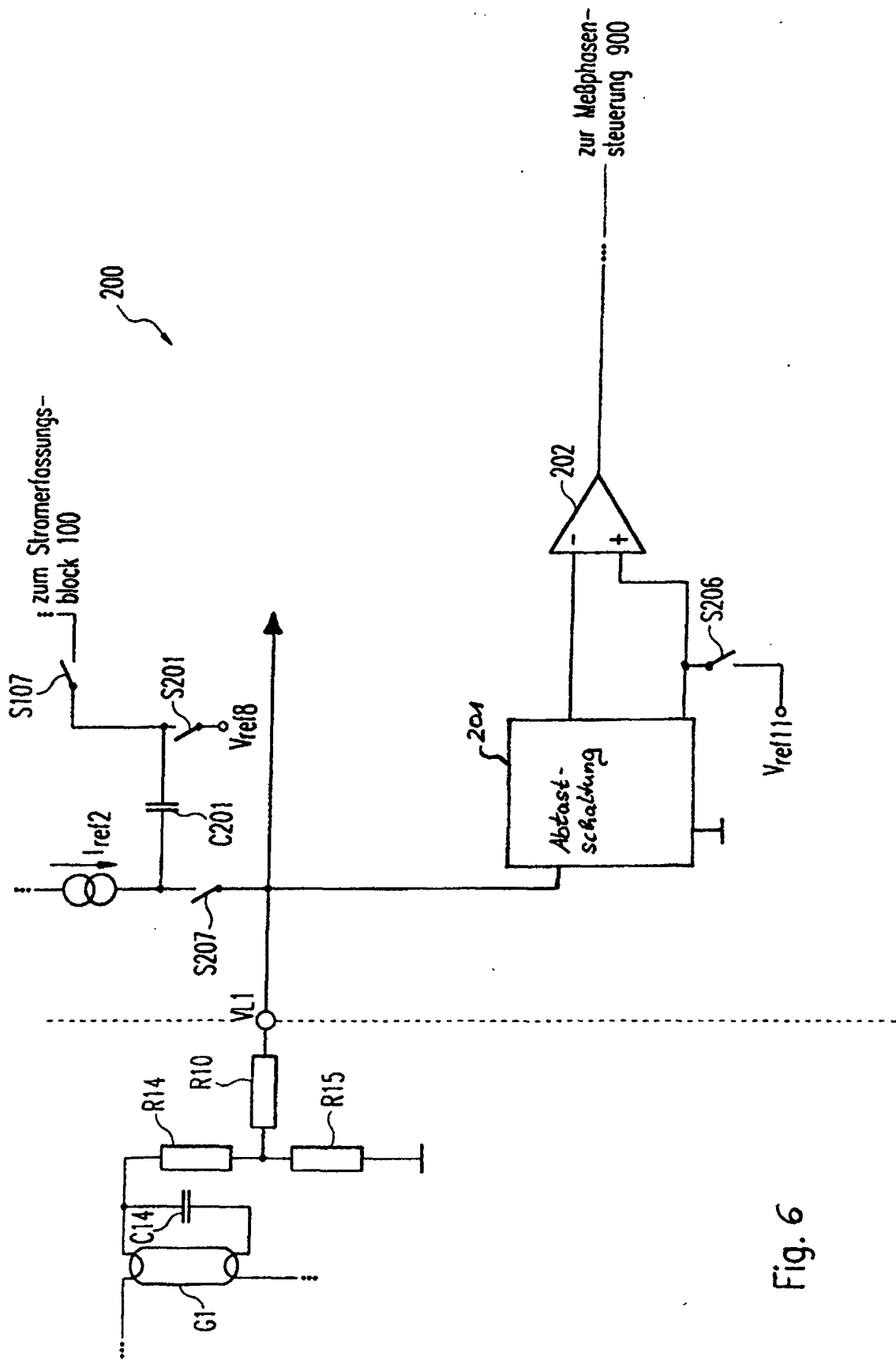


Fig. 6

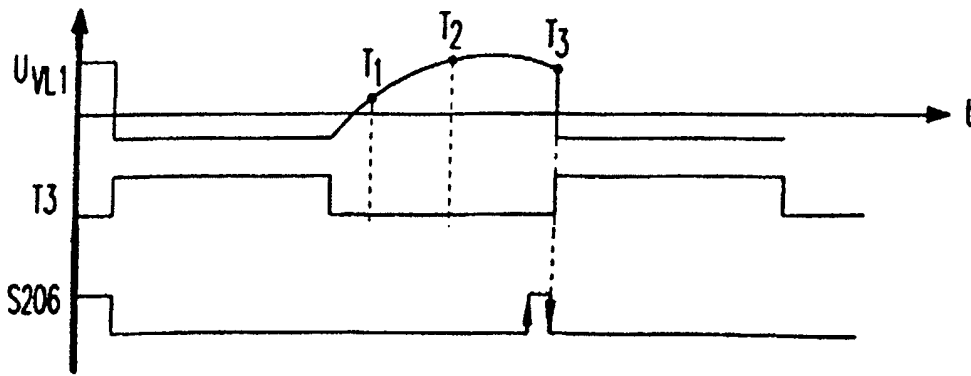


Fig. 7a

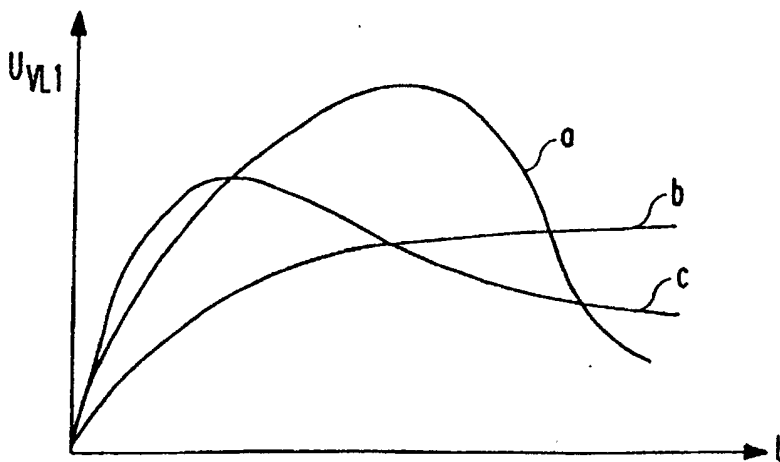


Fig. 7b

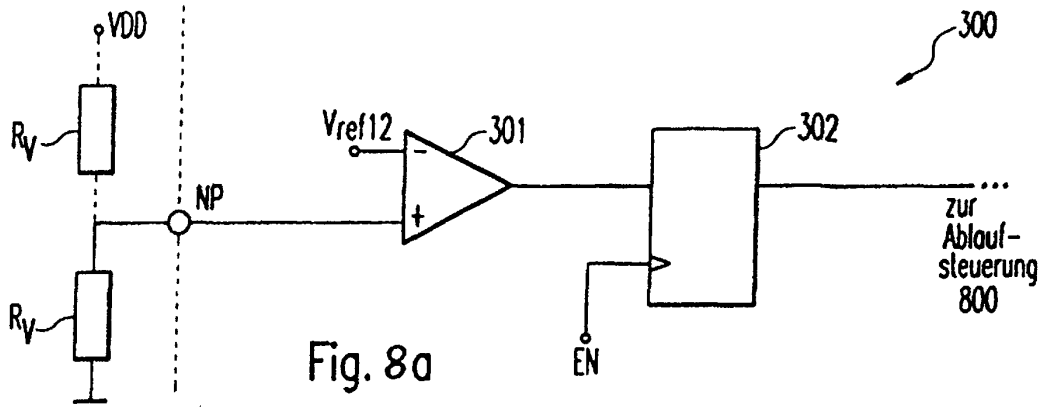


Fig. 8a

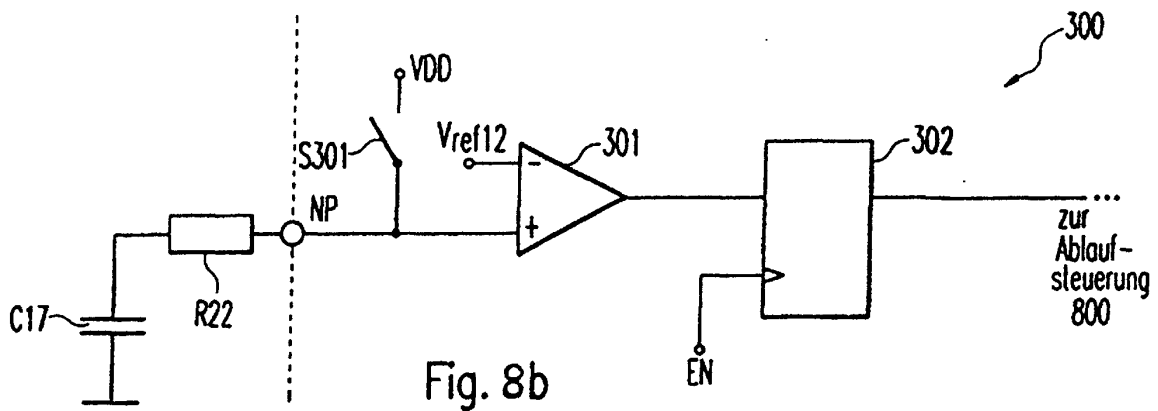


Fig. 8b

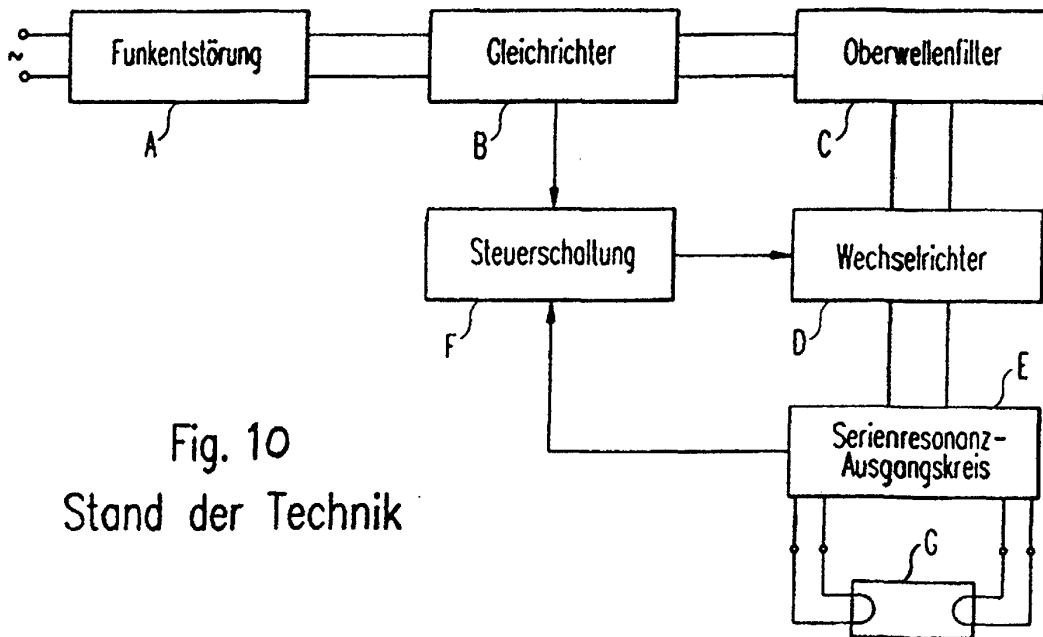


Fig. 10  
Stand der Technik

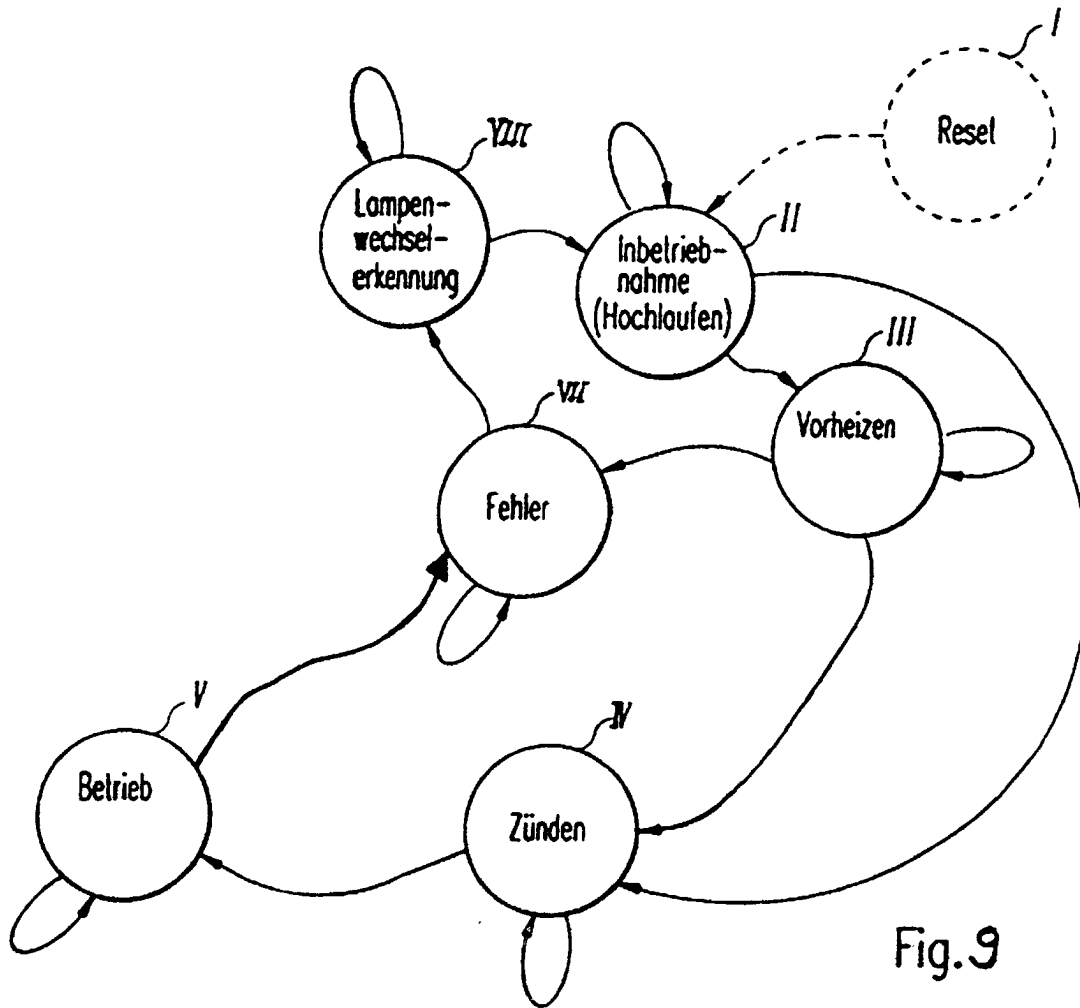


Fig. 9

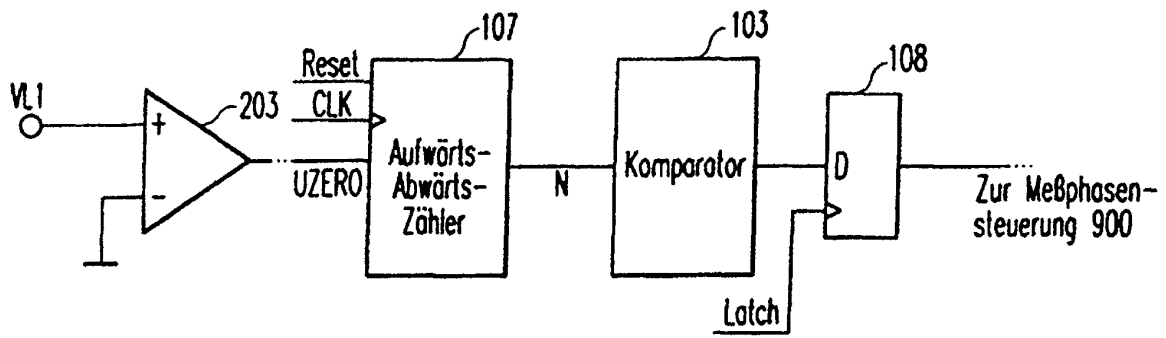


Fig. 11a

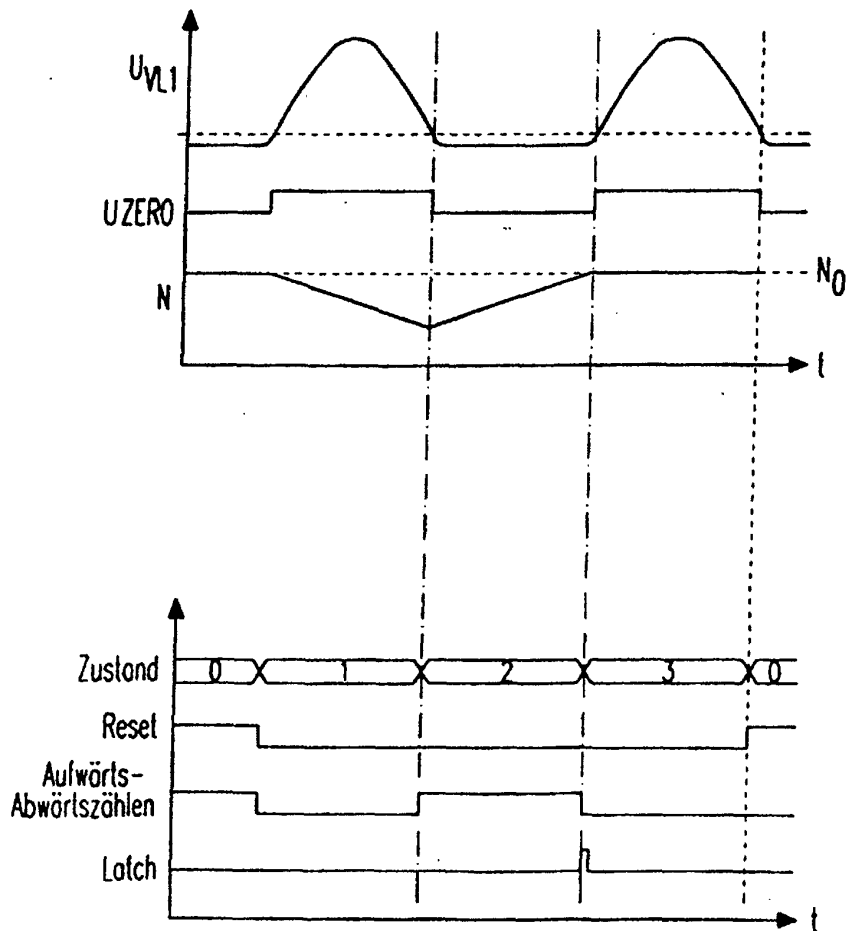


Fig. 11b

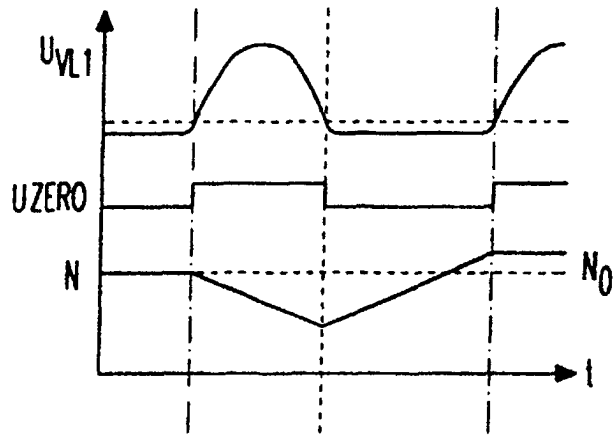


Fig. 11c

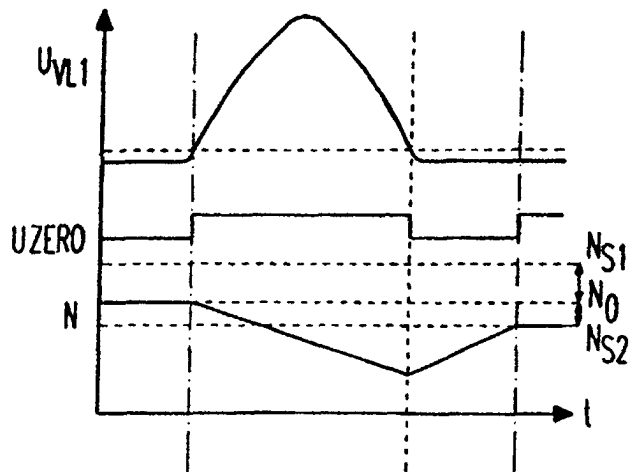


Fig. 11d