



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 014 694 A1** 2009.09.24

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 014 694.3**

(22) Anmeldetag: **18.03.2008**

(43) Offenlegungstag: **24.09.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H05B 41/288** (2006.01)  
**H05B 41/38** (2006.01)

(71) Anmelder:

**TridonicAtco GmbH & Co. KG, Dornbirn, AT;**  
**TridonicAtco Schweiz AG, Ennenda, CH**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und**  
**Rechtsanwälte, 80331 München**

(72) Erfinder:

**Marent, Günter, Bartolomäberg, AT; Jelaca,**  
**Nebojsa, Dornbirn, AT; Huber, Martin, Siebnen,**  
**CH; Pereira, Eduardo, Siebnen, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 zu ziehende Druckschriften:

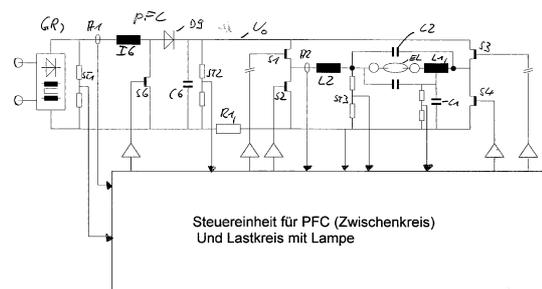
<b>DE</b>	<b>199 16 878</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>102 00 004</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005/01 95 626</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>68 61 812</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>68 64 645</b>	<b>B2</b>
<b>DE</b>	<b>695 23 578</b>	<b>T2</b>

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Leistungsregelung von Gasentladungslampen in Vollbrückenschaltungen**

(57) Zusammenfassung: Eine Schaltung zur Leistungsregelung einer Gasentladungslampe weist auf: eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern, wobei die Gasentladungslampe in dem Brückenweig verschaltet wird, wobei die Steuereinheit eine Brückendiagonale aktiviert, indem sie einen Schalter der Brückendiagonale hochfrequent und den anderen Schalter niederfrequent taktet, wobei der Steuereinheit ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert zurückgeführt ist, der mit einem Referenzwert verglichen wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Gasentladungslampen, insbesondere von Hochdruck-Gasentladungslampen oder Fluoreszenzlampen, welche in elektronischen Vorschaltgeräten für entsprechende Gasentladungslampen zum Einsatz kommt.

**[0002]** Aus der EP 11145711B1 ist die in [Fig. 6](#) gezeigte Schaltungsanordnung bekannt, die vier steuerbare Schalter S1–S4 aufweist, die zu einer Vollbrücke verschaltet sind. An die Vollbrücke ist eine Gleichspannung  $U_0$  angelegt, die von einer geeigneten Gleichspannungsquelle des entsprechenden elektronischen Vorschaltgeräts, in dem die Schaltungsanordnung verwendet wird, stammt. Zu den 5 Schaltern S1–S4 sind jeweils Freilaufdioden parallel geschaltet, wobei der Einfachheit halber in [Fig. 6](#) lediglich die dem Schalter S1 parallel geschaltete Freilaufdiode D1 dargestellt ist. Als Schalter S1–S4 werden vorzugsweise Feldeffekttransistoren verwendet, die die Freilaufdioden bereits enthalten. In dem Brückenweig der in [Fig. 6](#) gezeigten Vollbrücke ist eine anzusteuernde Gasentladungslampe EL, insbesondere eine Hochdruck-Gasentladungslampe, angeordnet. Die in [Fig. 6](#) gezeigte Schaltungsanordnung ist insbesondere für den Betrieb von Metallhalogen-Hochdruck-Gasentladungslampen geeignet, die besonders hohe Zündspannungen benötigen. Wie bereits eingangs erwähnt worden ist, unterscheiden sich Hochdruck-Gasentladungslampen von Niederdruck-Gasentladungslampen insbesondere dadurch, daß sie höhere Zündspannungen benötigen und in ihrem kleineren Lampenkörper ein höherer Druck auftritt. Desweiteren weisen Hochdruck-Gasentladungslampen eine höhere Leuchtdichte auf, wobei sich jedoch die Farbtemperatur der jeweiligen Hochdruck-Gasentladungslampe mit der zugeführten Leistung ändert. Elektronische Vorschaltgeräte für Hochdruck-Gasentladungslampen sollten daher einerseits hohe Zündspannungen bereitstellen und andererseits eine Konstanzhaltung der zugeführten Leistung ermöglichen.

**[0003]** Mit dem Brückenweig der in [Fig. 6](#) dargestellten Vollbrücke ist ein Serienresonanzkreis gekoppelt, der eine Induktivität L1 und eine Kapazität C1 umfaßt, wobei die Kapazität C1 an einen Anzapfungspunkt der Induktivität L1 angreift und über einen weiteren steuerbaren Schalter S5 parallel zu dem Schalter S4 geschaltet ist. Darüber hinaus ist eine Glättungs- oder Filterschaltung vorgesehen, die 5 eine weitere Induktivität L2 und eine weitere Kapazität C2 aufweist, wobei diese Bauelemente wie in [Fig. 6](#) gezeigt verschaltet sind. An die Vollbrücke ist zudem ein Widerstand R1 angeschlossen, der als Strommeß- oder Shunt-Widerstand dient.

**[0004]** Der zuvor erwähnte Serienresonanzkreis mit

der Induktivität L1 und der Kapazität C1 dient in Kombination mit der weiteren Kapazität C2 insbesondere zum Zünden der 35 Gasentladungslampe EL. Zu diesem Zweck wird der Serienresonanzkreis in Resonanz angeregt, d. h. eine der Resonanzfrequenz entsprechende Frequenz der Lampe zugeführt. Die Anregung des Resonanzkreises erfolgt durch abwechselndes Schalten der Schalter S3 und S4. Dies soll nachfolgend näher erläutert werden.

**[0005]** Zum Zünden der Gasentladungslampe EL werden zwei unmittelbar in Serie geschaltete Schalter, beispielsweise die Schalter S1 und S2, mit Hilfe einer geeigneten Steuerschaltung geöffnet und der Schalter S5, der sich in Serie mit der Kapazität C1 befindet, geschlossen. Die anderen beiden Schalter, beispielsweise die Schalter S3 und S4, der Vollbrücke werden abwechselnd geöffnet und geschlossen, wobei dies mit einer relativ hohen Frequenz (ca. 150 kHz) erfolgt. Die Schaltfrequenz wird langsam in Richtung auf die Resonanzfrequenz des durch die Induktivität L1 und die Kapazität C1 gebildeten Serienresonanzkreises abgesenkt. Die Zündspannung der Gasentladungslampe EL wird in der Regel bereits vor Erreichen der Resonanzfrequenz erreicht. In diesem Fall wird die Schaltfrequenz für die Schalter S3 und S4 auf dieser Frequenz gehalten bis die Lampe EL zündet. Die an der rechten Hälfte von L1 abfallende Spannung wird aufgrund des durch die Induktivität L1 realisierten Spartransformatorprinzips beispielsweise im Verhältnis 1:15 auf die linke Hälfte, die mit der Gasentladungslampe EL gekoppelt ist, hochtransformiert, wobei die an der linken Hälfte der Induktivität L1 auftretende Spannung die tatsächliche Zündspannung für die Gasentladungslampe EL bildet, die über die Kapazität C2 an die Lampe angelegt wird. Um das Zünden der Gasentladungslampe EL zu erfassen, wird die an dem Anzapfungspunkt der Induktivität L1 abfallende Spannung gemessen, welche proportional zur Zünd- bzw. Lampenspannung  $U_j:L$  ist, da nach dem Zünden der Lampe EL diese dämpfend auf den Serienresonanzkreis einwirkt. Nach erfolgter Zündung der Gasentladungslampe EL wird der Schalter S5 für den nachfolgenden Normalbetrieb geöffnet. Ergänzend ist zu bemerken, daß der Schalter S5 für die Funktionsfähigkeit der Schaltungsanordnung nicht unbedingt erforderlich ist. Vielmehr könnte der Schalter S5 auch nach erfolgter Zündung der Gasentladungslampe EL geschlossen bleiben oder grundsätzlich durch eine entsprechende Überbrückung ersetzt sein. Mit Hilfe des Schalters S5, der nach erfolgter Zündung der Gasentladungslampe EL geöffnet wird, ist jedoch ein saubererer Betrieb der Gasentladungslampe EL möglich. Des weiteren ist zu bemerken, daß die Zündspule L1 insbesondere derart ausgelegt ist, daß sie im nachfolgend noch näher erläuterten Normalbetrieb in der Sättigung arbeitet und somit den Rest der Schaltung nicht beeinflusst. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß als Zündspule L1 eine Spule mit einem Eisen-

kern verwendet wird, der im Normalbetrieb in der Sättigung betrieben wird, so daß die Spule L1 nach dem Zünden der Gasentladungslampe EL im Normalbetrieb lediglich eine vernachlässigbare Induktivität bildet. Im Normalbetrieb ist somit lediglich die ebenfalls im Brückenweig vorgesehene Induktivität L2 strombegrenzend wirksam.

**[0006]** Nachfolgend soll der nach dem Zünden der Gasentladungslampe EL initiierte Normalbetrieb näher erläutert werden, wobei während des Normalbetriebs die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung bzw. Vollbrücke in einem sog. Discontinuous-Modus betrieben wird. Prinzipiell wird die in [Fig. 1](#) gezeigte Vollbrücke mit den steuerbaren Schaltern S1–S4 auf an sich bekannte Art und Weise während des Normalbetriebs betrieben, d. h. die beiden Brückendiagonalen mit den Schaltern S1 und S4 bzw. S2 und S3 werden abwechselnd aktiviert und deaktiviert und somit die entsprechenden Schalter der beiden Brückendiagonalen abwechselnd bzw. komplementär zueinander ein- und ausgeschaltet, wobei zudem bei Aktivierung der Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 der Schalter S1 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird, während entsprechend bei Aktivierung der Brückendiagonale mit den Schaltern S2 und S3 der steuerbare Schalter S2 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. D. h. die Vollbrücke wird mit einer relativ niedrigen Frequenz, die insbesondere im Bereich 80–150 Hz liegen kann, umgepolt, während der Schalter S1 oder S2 der jeweils aktivierten Brückendiagonale zudem hochfrequent, beispielsweise mit einer Frequenz von ca. 45 kHz, abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. Dieses hochfrequente Ein- und Ausschalten der Schalter S1 oder S2 erfolgt mit Hilfe eines hochfrequenten pulsweitenmodulierten Steuersignals einer entsprechenden Steuerschaltung, welches mit Hilfe der aus den Bauelementen L2 und C2 bestehenden Filter- oder Glättungsschaltung gesiebt wird, so daß an der Gasentladungslampe EL lediglich der lineare Mittelwert des über den Brückenweig fließenden Zweigstroms  $i_{L2}$  anliegt. Mit Hilfe des pulsweitenmodulierten Steuersignals kann die der Vollbrücke zugeführte Leistung konstant gehalten werden, was – wie eingangs erwähnt worden ist – insbesondere für den Betrieb von Hochdruck-Gasentladungslampen wichtig ist. Der niederfrequente Anteil des der Gasentladungslampe E1 zugeführten Stroms wird durch Umschalten bzw. Umpolen der beiden Brückendiagonalen, d. h. durch Umschalten von S1 und S4 auf S2 und S3, erzeugt. Über den rechten Brückenweig mit den Schaltern S3 und S4 wird in diesem Fall die Lampe EL niederfrequent auf die Versorgungsspannung  $U_0$  oder auf Masse gelegt, so daß an den Anschlußklemmen der Lampe EL im wesentlichen lediglich der niederfrequente Anteil anliegt.

**[0007]** Gemäß dem zuvor erwähnten niederfrequenten Discontinuous-Modus wird der steuerbare

Schalter S1 bzw. S2 der jeweils aktivierten Brückendiagonale immer dann geschlossen, wenn der über die Induktivität L2 fließende Zweigstrom  $i_{L2}$  sein Minimum erreicht hat. Mit "Minimum" wird dabei der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  verstanden, wobei dieses Minimum durchaus auch im leicht negativen Stromwertbereich liegen kann.

**[0008]** Zur Betrachtung des Stromverlaufs soll nachfolgend davon ausgegangen werden, daß zunächst die Brückendiagonale mit 30 den Schaltern S2 und S3 aktiviert ist, während die Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 deaktiviert ist. D. h. die Schalter S2 und S3 sind geschlossen, während die Schalter S1 und S4 geöffnet sind. Zum Zeitpunkt des 5 Schließens der Schalter S2 und S3 beginnt durch die Induktivität L2 ein Strom  $i_{L2}$  zu fließen, der gemäß einer Exponentialfunktion ansteigt, wobei im hier interessierenden Bereich ein quasi-linearer Anstieg des Stroms  $i_{L2}$  zu erkennen ist, so daß nachfolgend der Einfachheit halber von einem linearen Anstieg bzw. Abfall des Stroms  $i_{L2}$  gesprochen wird. Durch Öffnen des Schalters S5 wird dieser Strom  $i_{L2}$  unterbrochen, wobei – wie bereits erwähnt worden ist – der Schalter S2 insbesondere hochfrequent und unabhängig vom Schaltzustand des Schalters S3 abwechselnd geöffnet und geschlossen wird. Das Öffnen des Schalters S2 hat zur Folge, daß der Strom  $i_{L2}$  zwar vorerst über die Freilaufdiode D1 des geöffneten Schalters S1 in die gleiche Richtung weiter fließt, aber kontinuierlich abnimmt und sogar schließlich einen negativen Wert erreichen kann.

**[0009]** Dies ist insbesondere solange der Fall bis die Elektronen aus der Sperrschicht der Freilaufdiode D1 ausgeräumt worden sind. Das Erreichen dieses unteren Umkehrpunktes des Strom  $i_{L2}$  wird überwacht und der Schalter S2 nach Erkennen dieses unteren Umkehrpunktes wieder geschlossen, so daß der Strom wieder ansteigt. D. h. daß hochfrequente Einschalten des Schalters S2 erfolgt immer dann, wenn der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  erreicht worden ist. Das Öffnen des Schalters S2 kann im Prinzip beliebig gewählt werden, wobei der Zeitpunkt des Öffnens des Schalters insbesondere entscheidend für die Leistungszufuhr der Gasentladungslampe EL ist, so daß durch geeignetes Einstellen des Öffnungszeitpunkts die der Lampe zugeführte Leistung geregelt bzw. konstant gehalten werden kann. Als Schaltkriterium kann hierfür beispielsweise die Zeit oder der Maximalwert des Zweigstroms  $i_{L2}$  herangezogen werden. Durch die Maßnahme, daß der jeweils hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltete Schalter S1 bzw. S2 jeweils im unteren Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$ , d. h. in der Nähe des Stromwerts Null, wieder eingeschaltet wird, wird der jeweilige Feldefekttransistor S1 bzw. S2 geschont, d. h. vor Zerstörung geschützt, und es können Feldefekttransistoren als Schalter S1 bzw. S2 verwendet werden, die verhältnismäßig lange Ausräumzeiten für die ent-

sprechende Freilaufdiode aufweisen.

**[0010]** Dies soll nachfolgend näher erläutert werden. Bevor der Schalter S2 geschlossen wird, liegt über ihm eine Spannung an, die im vorliegenden Fall ca. 400 Volt beträgt. Wird der Schalter S2 geschlossen, bricht diese Spannung zusammen, d. h. sie fällt sehr rasch von 400 Volt auf 0 Volt ab. Die besondere Eigenschaft eines Feldeffekttransistors ist es jedoch, daß der Strom bei Aktivierung des entsprechenden Feldeffekttransistors bereits zu fließen beginnt, ehe die entsprechende Spannung auf 0 Volt abgefallen ist. In diesem kurzen Zeitabschnitt zwischen Anstieg des für den Feldeffekttransistor fließenden Stroms und dem Erreichen der Spannung 0 Volt wird durch das Produkt des Stroms und der Spannung eine dem 5 jeweiligen Feldeffekttransistor zugeführte Leistung gebildet, die den Feldeffekttransistor zerstören kann. Daher ist es vorteilhaft, den Feldeffekttransistor bei einem geringstmöglichen Stromfluß, insbesondere in der Nähe des Stromwerts Null, zu schalten.

**[0011]** Des weiteren ist zu beachten, daß der über die Induktivität L2 fließende Strom  $i_{L2}$  über die Freilaufdiode von D1 fließt, wenn der Schalter S1 offen ist und auch der Schalter S2 noch offen ist. Wird der Schalter S2 geschlossen und der Schalter S1 geöffnet, dauert es eine bestimmte Zeitspanne, bis die Elektronen aus der Sperrschicht der Freilaufdiode D1 ausgeräumt werden konnten. Während dieser Zeit ist der Feldeffekttransistor S1 praktisch in einem leitenden Zustand. Das bedeutet, daß der Feldeffekttransistor S2 während einer relativ kurzen Zeitspanne bis zum Ausräumen der Sperrschicht der Freilaufdiode D1, die dem Feldeffekttransistor S1 zugeordnet ist, an der vollen Betriebsspannung  $U_0$ , die ca. 400 Volt beträgt, anliegt, wodurch es ebenfalls zu der zuvor beschriebenen Überbelastung und ggf. sogar Zerstörung des Feldeffekttransistors S2 kommen kann. Aufgrund der zuvor vorgeschlagenen Vorgehensweise, nämlich dem Einschalten des Schalters S2 immer dann, wenn der über die Induktivität L2 fließende Strom  $i_{L2}$  sein Minimum erreicht hat, ist der zuvor anhand der Ausräumzeit des Schalters bzw. Feldeffekttransistors S1 beschriebene Effekt nahezu unbeachtlich, so daß für die Schalter S1–S4 auch Feldeffekttransistoren verwendet werden können, die relativ lange Ausräumzeiten für die damit verbundenen Freilaufdioden aufweisen. Es gibt zwar bereits Schaltelemente mit sehr kurzen Ausräumzeiten, wie z. B. den sog. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), wobei diese Bauelemente jedoch sehr teuer sind. Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung kann somit auf die Verwendung derartig teurer Bauelemente verzichtet werden.

**[0012]** Für die zuvor beschriebene Vorgehensweise ist erforderlich, daß der augenblickliche Wert des Stroms  $i_{L2}$  sowie der Zeitpunkt des Erreichens seines Umkehrpunkts bekannt ist. Der augenblickliche

Wert des Stroms  $i_{L2}$  kann beispielsweise durch Messen der an dem Widerstand R1 abfallenden Spannung bestimmt werden. Der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  kann bspw. durch eine transformatorisch an der Spule L2 abgegriffene Spannung bestimmt. Zu diesem Zweck kann eine (in Fig. 6 nicht dargestellte) Wicklung oder Spule transformatorisch mit der Spule L2 gekoppelt werden, die zu einer Differenzierung des über die Spule L2 fließenden Stroms  $i_{L2}$  führt und somit eine Aussage über den Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  zuläßt. Der Normalbetrieb der in Fig. 6 gezeigten Schaltungsanordnung soll nachfolgend anhand des in Fig. 7 dargestellten Diagramms erläutert werden, wobei in Fig. 7 zeitabhängig der Verlauf der am Knotenpunkt zwischen den Schaltern S1 und S2 anliegenden Spannung, der Lampenspannung  $u_{FL}$  und des über die Spule L2 fließenden Stroms  $i_{L2}$  dargestellt ist. Insbesondere ist in Fig. 7 der Fall dargestellt, daß während einer ersten Zeitspanne T1 der in Fig. 6 gezeigten Schaltungsanordnung die Brückendiagonale mit den Schaltern S2 und S3 aktiviert ist, wohingegen während einer anschließenden Zeitspanne T2 die Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 aktiviert ist. D. h. während der Zeitspanne T1 ist der Schalter S3 dauerhaft geschlossen, und die Schalter S1 und S4 sind dauerhaft geöffnet. Des weiteren wird während dieser Zeitspanne T1 der Schalter S2 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet. Aus Fig. 7 ist insbesondere ersichtlich, daß der Schalter S2 stets geschlossen wird, wenn der über die Spule L2 fließende Strom  $i_{L2}$  seinen unteren Umkehrpunkt, d. h. seinen minimalen Wert, erreicht hat, so daß sich der impulsartige Verlauf der Spannung  $u$ , ergibt. Die Steilheit der Flanken des Stroms  $i_{L2}$  ist durch die Induktivität der Spule L2 bestimmt. Durch Verändern des Spitzenwert des Stroms  $i_{L2}$ , d. h. des Zeitpunkts des Öffnens des Schalters S2, kann der Strommittelwert des Stroms  $i_{L2}$  verändert und somit die der Lampe EL zugeführte Leistung und deren Farbtemperatur geregelt bzw. konstant gehalten werden. Der hochfrequente Verlauf des Stroms  $i_{L2}$  wird durch die Bauelemente L2 und C2 geglättet, so daß sich der in Fig. 7 gezeigte geglättete Verlauf der an die Gasentladungslampe EL angelegten Spannung  $u_{EL}$  ergibt.

**[0013]** Nach Ablauf der Zeitspanne T2, werden die Schalter S2 und S3 dauerhaft geöffnet, und der Schalter S4 wird dauerhaft eingeschaltet. Analog zum Schalter S2 während der Zeitspanne T1 wird nunmehr der Schalter S1 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet, so daß sich der in Fig. 7 gezeigte Verlauf der Spannungen  $U_j$  und  $u_{EL}$  sowie des Stroms  $i_{L2}$  ergibt. Wie bereits erwähnt worden ist, wird mit Hilfe einer Steuerschaltung wiederholt zwischen den Betriebsphasen während der Zeitspannen T1 und T2 umgeschaltet, wobei diese Umpolfrequenz insbesondere im Bereich 80–150 Hz liegen kann, während die hochfrequente Taktfrequenz des Schalters S2 (während der Zeitspanne TA bzw. des

Schalters S1 (während der Zeitspanne T2) im Bereich um 45 kHz liegen kann. Durch das niederfrequente Umschalten bzw. Umpolen zwischen den Brückendiagonalen S1–S4 und S2–S3 entsteht zwangsläufig ein Brummen, welches aufgrund seiner niedrigen Frequenz an sich relativ leise und nicht störend ist. Durch die steilen Flanken am Umschaltzeitpunkt zwischen den Zeitspannen Tj und T2 entstehen jedoch Oberwellen, die sich störend auswirken. Aus diesem Grunde ist die Steuerschaltung, welche die Schalter S1–S4 ansteuert, vorteilhafter Weise derart auszugestalten, daß sie die Stromspitzen des Stroms  $i_{L2}$  vor und nach dem Umschalten zwischen den Betriebsphasen T1 und T2 reduziert. Dies kann beispielsweise durch eine spezielle Software oder durch eine spezielle Anpassung der Hardware der Steuerschaltung 5 geschehen, die die letzten Stromspitzen während der Zeitspanne Tj sowie die ersten Stromspitzen während der Zeitspanne T2 reduziert, um auf diese Weise die Flanken beim Umschalten zwischen den Betriebsphasen T) und T2 abzuflachen. In diesem Fall ergibt sich der in **Fig. 7** gestrichelt dargestellte Verlauf des Stroms  $i_{L2}$  bzw. der Lampenspannung  $u_{EL}$ . Aus dieser gestrichelten Darstellung ist ersichtlich, daß vor und nach dem Umschaltzeitpunkt die Stromspitzen geringfügig gegenüber dem ursprünglichen Verlauf reduziert sind und somit ein etwas weicherer Übergang der Lampenspannung  $u_{EL}$  erzielt wird.

**[0014]** Bei der eben beschriebenen Steuerung läuft nach dem Öffnen des hochfrequent geschalteten Schalters der Strom weiter über die Freilaufdiode und nimmt dabei relativ langsam ab, wenn der zweite Schalter der gerade aktivierten Brückendiagonalen weiterhin geschlossen bleibt. Dies führt zu einem kleineren Stromspitzenwert und dementsprechend auch zu einer kleineren Verlustleistung. Allerdings kann es vorkommen, daß zu einem Zeitpunkt, zu dem die Elektronen aus den Sperrschichten der Freilaufdioden ausgeräumt worden sind und somit der untere Umkehrpunkt des Stromes  $i_{L2}$  erreicht worden ist, dieser noch nicht ausreichend abgefallen ist und somit die Schalter beim Schließen immer noch einer hohen Belastung ausgesetzt sind. Um diese Belastungen auszuschließen, können in einer Weiterbildung die Schalter entsprechend dem Diagramm in **Fig. 2b** gesteuert werden.

**[0015]** Dieses Diagramm zeigt den Stromverlauf  $i_{L2}$  und den Zustand des zweiten und des dritten Schalters 2, 3 während der Zeitspanne T. Die beiden anderen Schalter sind in diesem Zeitraum T, geöffnet. Während einer ersten Phase x sind beide Schalter geschlossen und der Strom  $i_{L2}$  steigt kontinuierlich an. Wie bei der eben beschriebenen Steuerung ist während einer zweiten Phase x2, deren Beginn durch das Erreichen eines Maximalwerts von  $i_{L2}$  oder durch eine vorgegebene Dauer von  $X_j$  bestimmt sein kann, der zweite Schalter S2 geöffnet und  $i_{L2}$  nimmt

langsam ab. Zusätzlich wird nun allerdings ab einem vorgegebenen Zeitpunkt nach dem Öffnen des zweiten Schalters S2 in einer dritten Phase x3 auch der dritte Schalter S3 geöffnet. Der Strom fließt nun über die beiden Freilaufdioden des ersten und des vierten Schalters und nimmt nun stärker ab als während der zweiten Phase x2. Damit kann sichergestellt werden, daß  $i_{L2}$  auch tatsächlich einen negativen Wert erreicht, bevor die Sperrschichten der Freilaufdioden ausgeräumt sind. Erreicht  $i_{L2}$  den unteren Umkehrpunkt, werden beide Schalter wieder geschlossen und die Steuerung befindet sich wieder im Zustand der ersten Phase x1. Das Öffnen des dritten Schalters S3 – also die dritte Phase x3 – entfällt allerdings, wenn der Strom  $i_{L2}$  vorher schon auf Null abgesunken ist, da in diesem Fall keine hohen Belastungen beim Öffnen Schalter auftreten. Stattdessen wird sofort mit der ersten Phase x, fortgefahren und der zweite Schalter S2 wieder geöffnet. Das niederfrequente Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen erfolgt analog zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel, wobei auch hier vorteilhaft die Stromspitzen des Stroms  $i_{L2}$  vor und nach dem Umschalten zwischen den Betriebsphasen T1 und T2 reduziert werden können.

**[0016]** Bei dem Stand der Technik wird der Ausschaltzeitpunkt des hochfrequent getakteten Schalters dadurch bestimmt, dass der Lampenstrom einen fest vorgegeben Abschaltsschwellenwert erreicht. Dabei kommt es zu Ungenauigkeiten, das der negative Stromflussbereich unmittelbar nach dem Einschalten des Schalters variieren kann, was die Leistungsregelung ungenau macht.

**[0017]** Die Aufgabe der Erfindung ist nunmehr, die Leistungsregelung einer Gasentladungslampe in einer Vollbrückenschaltung genauer zu machen.

**[0018]** Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung ins besonder vorteilhafter Weise weiter.

**[0019]** Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung, insbesondere zur Leistungsregelung einer Gasentladungslampe mittels einer Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern. Die Gasentladungslampe ist dabei in dem Brückenweig verschaltet. Es wird eine Brückendiagonale der Vollbrückenschaltung aktiviert, bei der ein Schalter hochfrequent und der andere Schalter niederfrequent getaktet wird. Als Rückführgröße für die Regelung wird ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert verwendet, der mit einem Referenzwert als Sollwert verglichen wird.

**[0020]** Abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert kann das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des hochfrequent getak-

teten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs eingestellt werden.

**[0021]** Dabei kann das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändert werden, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

**[0022]** Das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters kann bpsw. über den Zeitpunkt des Ausschaltens des hochfrequent getakteten Schalters als Steuergrösse verändert werden.

**[0023]** Das Tastverhältnis kann durch adaptive Vorgabe eine Ausschaltpegels einer gemessenen für den Lampenstrom repräsentativen Grössen eingestellt werden, wobei bei Erreichen des Ausschaltpegels der hochfrequent getaktete Schalter ausgeschaltet wird.

**[0024]** Als Steuergrösse der Leistungsregelung kann alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des hochfrequent getakteten Schalters der Pegel der die Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwendet werden.

**[0025]** Die Busspannung kann mittels einer aktiven PFC-Schaltung erzeugt werden, wobei der Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausgeführt wird.

**[0026]** Als für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert kann ein Abtastwert des Lampenstroms werden, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des hochfrequent getakteten Schalters.

**[0027]** Der für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentative Istwert kann durch eine kontinuierliche Messung des Lampenstroms (oder einer dafür repräsentativen Grösse) ermittelt werden.

**[0028]** Der kontinuierlich gemessene Lampenstrom kann mit einem Referenzwert verglichen werden und der für den Mittelwert repräsentative Istwert kann das Tastverhältnis des Vergleichswerts über die Einschaltzeitdauer des hochfrequent geschalteten Schalters sein.

**[0029]** Das Tastverhältnis kann anhand eines bidirektionalen digitalen Zählers ermittelt werden.

**[0030]** Der Referenzwert kann von einem vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen Lampenspannung abhängen.

**[0031]** Die Erfindung bezieht sich auch auf eine integrierte Schaltung, insbesondere ASIC, die zur Durchführung eines Verfahrens wie oben ausgeführt

ausgelegt ist.

**[0032]** Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf ein Betriebsgerät für eine Hochdruck- oder Niederdruckgasentladungslampe, aufweisend eine derartige integrierte Schaltung.

**[0033]** Erfindungsgemäss ist auch vorgesehen eine zur Leistungsregelung einer Gasentladungslampe, die eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern aufweist, wobei die Gasentladungslampe in dem Brückenzweig verschaltbar ist. Eine Steuereinheit aktiviert eine Brückendiagonale, indem sie einen Schalter der Brückendiagonale hochfrequent und den anderen Schalter niederfrequent taktet, wodurch die Gasentladungslampe mit einer hochfrequenten Spannung versorgt ist. Der Steuereinheit wird ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert zurückgeführt, der mit einem Referenzwert verglichen wird.

**[0034]** Die Steuereinheit kann abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des hochfrequent getakteten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs einstellen.

**[0035]** Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändern, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

**[0036]** Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters über den Zeitpunkt des Ausschaltens des hochfrequent getakteten Schalters als Steuergrösse verändern.

**[0037]** Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis durch adaptive Vorgabe eine Ausschaltpegels einer gemessenen für den Lampenstrom repräsentativen Grössen einstellen, wobei die Steuereinheit bei Erreichen des Ausschaltpegels der hochfrequent getaktete Schalter ausschaltet.

**[0038]** Die Steuereinheit kann neben der Regelung des Betriebs der Gasentladungslampe auch eine Zwischenkreisschaltung ansteuern und von der Zwischenkreisschaltung Rückführsignale erhalten, wobei die Zwischenkreisspannung die die Vollbrückenschaltung versorgende DC-Busspannung erzeugt.

**[0039]** Die Steuereinheit kann als Steuergrösse der Leistungsregelung alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des hochfrequent getakteten Schalters den Pegel der die Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwenden.

**[0040]** Zur Erzeugung der Busspannung kann eine aktive PFC-Schaltung vorgesehen sein, wobei die Steuereinheit den Pegel der erzeugten Busspannung

durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausführt.

**[0041]** Der Steuereinheit kann als ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert ein Abtastwert des Lampenstroms, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des hochfrequent getakteten Schalters, zurückgeführt sein.

**[0042]** Die Steuereinheit kann zur Ermittlung des für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativen Istwerts kontinuierlich den Lampenstrom (oder eine dafür repräsentative Größe) messen.

**[0043]** Die Steuerschaltung kann einen Komparator aufweisen, der den kontinuierlich gemessenen Lampenstrom mit einem Referenzwert vergleicht und die Steuerschaltung als für den Mittelwert repräsentativen Istwert das Tastverhältnis des Ausgangssignals des Komparators verwendet.

**[0044]** Das Ausgangssignal des Komparators kann einem bidirektionalen digitalen Zähler der Steuerschaltung zugeführt sein.

**[0045]** Die Steuerschaltung kann den Referenzwert abhängig von einem extern oder intern vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen und der Steuerschaltung zugeführten Lampenspannung einstellen.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben.

**[0047]** [Fig. 1](#) zeigt ein erfindungsgemäßes Betriebsgerät für in einer Vollbrücke verschaltete Gasentladungslampen,

**[0048]** [Fig. 2](#) zeigt im Detail eine Vollbrückenschaltung zum Betrieb einer Lampe sowie die daran abgreifbaren Messsignale,

**[0049]** [Fig. 3](#) zeigt den Verlauf von Ansteuersignalen von zwei Schaltern der Vollbrücke sowie der Mittenpunktspannung  $u_x$  und des Lampenstroms  $I_{Lamp}$ ,

**[0050]** [Fig. 4](#) zeigt den Aufbau einer Regelung des Lampenstroms,

**[0051]** [Fig. 5](#) zeigt den zeitlichen Verlauf von Signalen der Regelung von [Fig. 4](#),

**[0052]** [Fig. 6](#) zeigt eine aus der EP1114571B1 bekannte Schaltung,

**[0053]** [Fig. 7a](#) zeigt ein erstes Diagramm, welches zeitabhängigen Spannungs- und Stromverläufe in der

in [Fig. 6](#) dargestellten Schaltungsanordnung darstellt, und

**[0054]** [Fig. 7b](#) zeigt ein zweites Diagramm, welches den zeitabhängigen Stromverlauf und Schaltzustände in der in [Fig. 1](#) dargestellten Schaltungsanordnung entsprechend einer Weiterbildung darstellt.

**[0055]** [Fig. 1](#) zeigt ein elektronisches Vorschaltgerät zum Betreiben von Gasentladungslampen, insbesondere von Hochdruck-Gasentladungslampen. Eingangsseitig weist das elektronische Vorschaltgerät einen mit Netzspannung versorgten Gleichrichter GR auf, an den sich eine aktive Leistungsfaktor-Korrekturschaltung PFC (Power Factor Correction) anschließt, die als Hochsetzsteller fungiert. Die PFC-Schaltung weist eine Induktivität  $I_6$  in Serie mit einer Diode  $D_9$  auf, wobei die Induktivität  $I_6$  bei Einschalten eines Schalter  $S_6$  magnetisiert wird, wobei ein Kondensator  $C_6$  aufgeladen wird, und bei ausgeschaltetem Schalter  $S_6$  sich entmagnetisiert, so dass sich an dem Kondensator  $C_6$  eine hochgesetzte Gleichspannung  $U_0$  einstellt, die einen dreieckförmigen Rippel mit der Frequenz der Taktung des Schalters  $S_6$  aufweist.

**[0056]** Ausgangsseitig umfaßt das in [Fig. 1](#) gezeigte elektronische Vorschaltgerät eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern  $S_1$  bis  $S_4$ . Die Induktivitäten  $L_1$ ,  $L_2$ , Lampe  $EL$  und Kondensatoren  $C_1$ ,  $C_2$  sind wie bezugnehmend auf [Fig. 6](#) verschaltet.

**[0057]** Der Steuereinheit können Rückführsignale aus dem Bereich der PFC-Zwischenkreisspannung zurückgeführt werden, wie bspw.:

- die Eingangsspannung über einen Spannungsteiler  $ST_1$ ,
- der Strom durch die Induktivität  $I_6$  mittels eines Abgriffs  $A_1$ , und
- die Busspannung  $U_0$  über einen Spannungsteiler  $ST_2$ .

**[0058]** Die Steuereinheit kann den Pegel der Ausgangsspannung durch Taktung des Schalters  $S_6$  einstellen und mittels der zurückgeführten Busspannung vorzugsweise digital regeln.

**[0059]** Der Steuereinheit können Rückführsignale aus dem Bereich des die Lampe  $EL$  enthaltenden Lastkreises mit der Vollbrückenschaltung zurückgeführt werden:

- die Lampenspannung  $V_{Lamp}$  mittels eines Spannungsteilers  $ST_3$ ,
- den Lampenstrom  $I_{Lamp}$  mittels des Shunts  $R_1$  (nur während des Einschaltens des hochfrequent getakteten Schalters der jeweils aktivierten Brückendiagonale), und
- der Brückenstrom mittels eines Abgriffs  $A_2$  (induktiv oder durch Abgriff an dem Mittenpunkt der Schalter  $S_1$  und  $S_2$ ).

**[0060]** [Fig. 2](#) zeigt im Detail die Vollbrückenschaltung mit den Rückführsignalen:

- Mittels des Spannungsteilers ST4, die Mittenpunktspannung  $U_x$ , die für den Brückenstrom repräsentativ ist,
- Mittels des Spannungsteilers ST3, die Lampenspannung  $V_{lamp}$ , und
- mittels des Shunts R1, der Lampenstrom  $I_{lamp}$ .

**[0061]** In [Fig. 3](#) werden Signalverläufe bei aktivierter Brückendiagonale A/D (bei der Bezeichnung wie in [Fig. 2](#)) dargestellt. Dabei ist wie ersichtlich der Schalter A hochfrequent getaktet und zwischen den Zeitpunkten  $T_{31}$  und  $T_{32}$  (Zeitdauer  $t_{ON}$ ) eingeschaltet. Wie ersichtlich kann der linear ansteigende Lampenstrom  $I_{lamp}$  nur während der Zeitdauer  $t_{ON}$  an dem Shunt R1 erfasst werden, während der der Schalter A eingeschaltet ist. In der Zeitdauer des Ausschaltens des Schalters A, in der die Induktivität L2 den Strom durch die Lampe absinkend bis zum unteren Umkehrpunkt weitertreibt, kann der Lampenstrom mittels des Shunts R1 dagegen nicht erfasst werden.

**[0062]** Bei dem Stand der Technik wird der Abschaltzeitpunkt des hochfrequent getakteten Schalters (hier: Schalter A) dadurch festgelegt, wenn der Lampenstrom einen festgelegten Schwellenwert  $I_{peak}$  erreicht. Dabei bleibt – wie bereits eingangs erläutert – etwaige Schwankungen des maximalen negativen Strompegels  $\Delta I$  bei dem Umkehrpunkt T31 und dem unberücksichtigt, was diese Art der Leistungsregelung ungenau macht.

**[0063]** Gemäss der Erfindung wird nunmehr der Abschaltzeitpunkt des hochfrequent getakteten Schalters (im Beispiel der [Fig. 2](#) Schalter A und C) adaptiv gestaltet, so dass im Ergebnis die Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  variabel ist. Dies kann bspw. dadurch erzielt werden, indem die Abschaltsschwelle für den Lampenstrom adaptiv gestaltet wird und/oder die Einschaltzeitdauer des hochfrequent getakteten Schalters adaptiv einstellbar ist.

**[0064]** Die Adaptierung erfolgt dabei anhand eines Rückführsignals, das für den Mittelwert des Lampenstroms (Mittelung über eine oder mehrere Einschaltzeitdauern des hochfrequent getakteten Schalters) repräsentativ ist. Durch Regelung auf den Mittelwert des Lampenstroms ist die Lampenleistungsregelung wesentlich genauer.

**[0065]** Der Mittelwert des Lampenstroms kann erfasst werden, indem zu dem Zeitpunkt  $t_{on}/2$ , also zur Hälfte der Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  des hochfrequent getakteten Schalters ein Abtastwert erfasst und ausgewertet wird. Ist dieser höher als der Soll-Mittelwert, kann die Einschaltzeitdauer oder die Abschaltstromschwelle verringert werden, und zwar im aktuellen oder in einem folgenden Einschaltvorgang des hochfrequent getakteten Schalters.

**[0066]** Im folgenden soll indessen ein Ausführungsbeispiel erläutert werden, bei dem der Lampenstrom kontinuierlich erfasst und zu der Steuereinheit zurückgeführt wird.

**[0067]** Wie in [Fig. 4](#) gezeigt wird in der Steuereinheit der Lampenstrom  $I_{avg}$  durch einen Komparator K1 mit einem Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  verglichen. Dieser Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  gibt also den Soll-Mittelwert für den Lampenstrom vor und kann bspw. von einer externen oder internen Dimmwertvorgabe und/oder der Höhe der Lampenspannung abhängen. Dieser Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  ist ein Mass für die Sollleistung.

**[0068]** Um eine konstante Lampenleistung zu erzielen, muss bei schwankender Lampenspannung  $U_{lamp}$  die Sollwertvorgabe für den Mittelwert des Lampenstroms invers nachgeführt werden, so dass sich ergebende Produkt aus Lampenstrom und Lampenspannung konstant geregelt bleibt. Bei konstanter Lampenspannung entspricht natürlich eine Mittelstromregelung genau einer Lampenleistungsregelung.

**[0069]** Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es Ziel der Regelung, dass das Tastverhältnis des Ausgangs des Komparators K1 während einer Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  des hochfrequent getakteten Schalters 50% beträgt. In dem Ausführungsbeispiel wird dazu das Ausgangssignal des Komparators einem digitalen Up-/Down-Zähler COUNTER zugeführt, der von einem Zeitgeber der Steuereinheit getaktet ist (Takt-signal CNT\_CLK). Wie in [Fig. 5](#) ersichtlich zählt der Zähler COUNTER in eine Richtung, solange der Lampenstrom  $I_{lamp}$  unterhalb des Referenzwerts  $I_{avg\_soll}$  liegt, und in die umgekehrte Richtung, sobald der Lampenstrom  $I_{lamp}$  den Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  überschreitet. Wenn der Istwert des Mittelwerts des Lampenstroms  $I_{avg}$  genau der Referenzwertvorgabe  $I_{avg\_soll}$  entspricht, wird das Tastverhältnis des dem Zähler COUNTER zugeführten Vergleichssignals 50% sein und somit am Ende einer Einschaltzeitdauer der Zählerstand genau seinem Anfangsstand entsprechen.

**[0070]** Jedwege Abweichung wird indessen zu einer Abweichung ERROR des Zählerstands von dessen Anfangsstand führen. Dieses Abweichungssignal ERROR wird einem vorzugsweise digitalen Regler REGULATOR zugeführt, der ebenfalls von einem Zeitgeber der Steuereinheit getaktet durch ein Signal  $reg\_clk$  wird. Der Regler REGULATOR implementiert eine Regelstrategie (bspw. PI-Regler) und steuert abhängig vom dem Eingangssignal ERROR und der Regelstrategie eine die Leistung der Gasentladungslampe beeinflussende Stellgrösse an. Diese Stellgrösse kann bspw. eines oder mehreres sein von:

- Busspannung,
- adaptive Abschaltsschwelle  $I_{peak}$ , und/oder
- adaptive Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$ .

**[0071]** Die Stellgrösse(n) kann im aktuellen Einschaltvorgang, in einem jeden folgenden Einschaltvorgang oder aber in jedem n-ten Einschaltvorgang verändert werden, wobei n eine ganze Zahl grösser oder gleich 2 ist.

**[0072]** Im Beispiel von [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) wird entweder die Einschaltzeitdauer Ton verändert, oder aber der Regler REGULATOR verändert den Referenzwert eines weiteren Komparators K2 der Steuereinheit, an dessen nichtinvertierten Eingang der Lampenstrom  $I_{\text{lamp}}$  anliegt.

**[0073]** Das Ausgangssignal des weiteren Komparators K2 steuert das Ausschalten gate\_off des jeweils hochfrequent getakteten Schalters der aktivierten Brückendiagonale.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 11145711 B1 [\[0002\]](#)
- EP 1114571 B1 [\[0052\]](#)

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Regelung einer Gasentladungslampe mittels einer Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern, wobei die Gasentladungslampe (EL) in dem Brückenweig verschaltet wird und eine Brückendiagonale aktiviert wird, bei der ein Schalter (A, B) hochfrequent und der andere Schalter (C, D) niederfrequent getaktet wird, wobei als Rückführgrösse für die Regelung ein für den Mittelwert des Lampenstroms ( $I_{\text{Lamp}}$ ) repräsentativer gemessener Istwert verwendet wird, der mit einem Referenzwert ( $I_{\text{AVG\_SOLL}}$ ) verglichen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der hochfrequent getaktete Schalter (A, B) eingeschaltet wird, wenn der indirekt oder direkt erfasste Brückenweigstrom seinen unteren Umkehrpunkt erreicht hat.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des hochfrequent getakteten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs eingestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändert wird, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters über den Zeitpunkt des Ausschaltens des hochfrequent getakteten Schalters als Steuergrösse verändert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Tastverhältnis durch adaptive Vorgabe eines Ausschaltpegels einer gemessenen für den Lampenstrom repräsentativen Grösse eingestellt wird, wobei bei Erreichen des Ausschaltpegels der hochfrequent getaktete Schalter ausgeschaltet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Steuergrösse der Leistungsregelung alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des hochfrequent getakteten Schalters der Pegel der die Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem die Busspannung mittels einer aktiven PFC-Schaltung erzeugt wird, wobei der Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, bei dem als ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert ein Abtastwert des Lampenstroms, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des hochfrequent getakteten Schalters, verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentative Istwert durch eine kontinuierliche Messung des Lampenstroms ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der kontinuierlich gemessene Lampenstrom mit einem Referenzwert verglichen wird und der für den Mittelwert repräsentative Istwert das Tastverhältnis des Vergleichswerts über die Einschaltzeitdauer des hochfrequent geschalteten Schalters ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das Tastverhältnis anhand eines bidirektionalen digitalen Zählers ermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem der Referenzwert von einem vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen Lampenspannung abhängt.

14. Integrierte Schaltung, insbesondere ASIC, die zur Durchführung eines Verfahrens ausgelegt ist.

15. Betriebsgerät für eine Hochdruck- oder Niederdruckgasentladungslampe, aufweisend eine integrierte Schaltung nach Anspruch 14.

16. Schaltung zur Leistungsregelung einer Gasentladungslampe, aufweisend eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern, wobei die Gasentladungslampe in dem Brückenweig verschaltet wird, wobei eine Steuereinheit eine Brückendiagonale aktiviert, indem sie einen Schalter der Brückendiagonale hochfrequent und den anderen Schalter niederfrequent taktet, wobei der Steuereinheit ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert zurückgeführt ist, der mit einem Referenzwert verglichen wird.

17. Schaltung nach Anspruch 16, bei dem die Steuereinheit abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des hochfrequent getakteten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs einstellt.

18. Schaltung nach Anspruch 17, bei dem die Steuereinheit das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändert, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

19. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, bei dem die Steuereinheit das Tastverhältnis des hochfrequent getakteten Schalters über den Zeitpunkt des Ausschaltens des hochfrequent getakteten Schalters als Steuergrösse verändert.

20. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, bei dem die Steuereinheit das Tastverhältnis durch adaptive Vorgabe eines Ausschaltpegels einer gemessenen für den Lampenstrom repräsentativen Grösse einstellt, wobei die Steuereinheit bei Erreichen des Ausschaltpegels der hochfrequent getaktete Schalter ausschaltet.

21. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, bei der die Steuereinheit neben der Regelung des Betriebs der Gasentladungslampe auch eine Zwischenkreisschaltung ansteuert und von der Zwischenkreisschaltung Rückführsignale erhält, wobei die Zwischenkreisspannung die die Vollbrückenschaltung versorgende DC-Busspannung erzeugt.

22. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, bei dem die Steuereinheit als Steuergrösse der Leistungsregelung alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des hochfrequent getakteten Schalters den Pegel der die Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwendet.

23. Schaltung nach Anspruch 22, bei der für Erzeugung der Busspannung eine aktive PFC-Schaltung vorgesehen ist, wobei die Steuereinheit den Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausführt.

24. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, bei dem der Steuereinheit als ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert ein Abtastwert des Lampenstroms, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des hochfrequent getakteten Schalters, zurückgeführt ist.

25. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 23, bei dem die Steuereinheit zur Ermittlung des für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativen Istwerts kontinuierlich den Lampenstrom misst.

26. Schaltung nach Anspruch 25, bei dem die Steuerschaltung einen Komparator aufweist, der den kontinuierlich gemessenen Lampenstrom mit einem Referenzwert vergleicht und die Steuerschaltung als für den Mittelwert repräsentativen Istwert das Tastverhältnis des Ausgangssignals des Komparators verwendet.

27. Schaltung nach Anspruch 26, bei dem das Ausgangssignal des Komparators einem bidirektionalen digitalen Zähler der Steuerschaltung zugeführt

ist.

28. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 27, bei dem die Steuerschaltung den Referenzwert abhängig von einem extern oder intern vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen und der Steuerschaltung zugeführten Lampenspannung abhängt.

29. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 28, die als digitale Schaltung ausgeführt ist.

30. Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 29, die als integrierte Schaltung, vorzugsweise als ASIC ausgebildet ist.

31. Betriebsgerät für Gasentladungslampen, aufweisend eine Schaltung nach einem der Ansprüche 16 bis 30.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

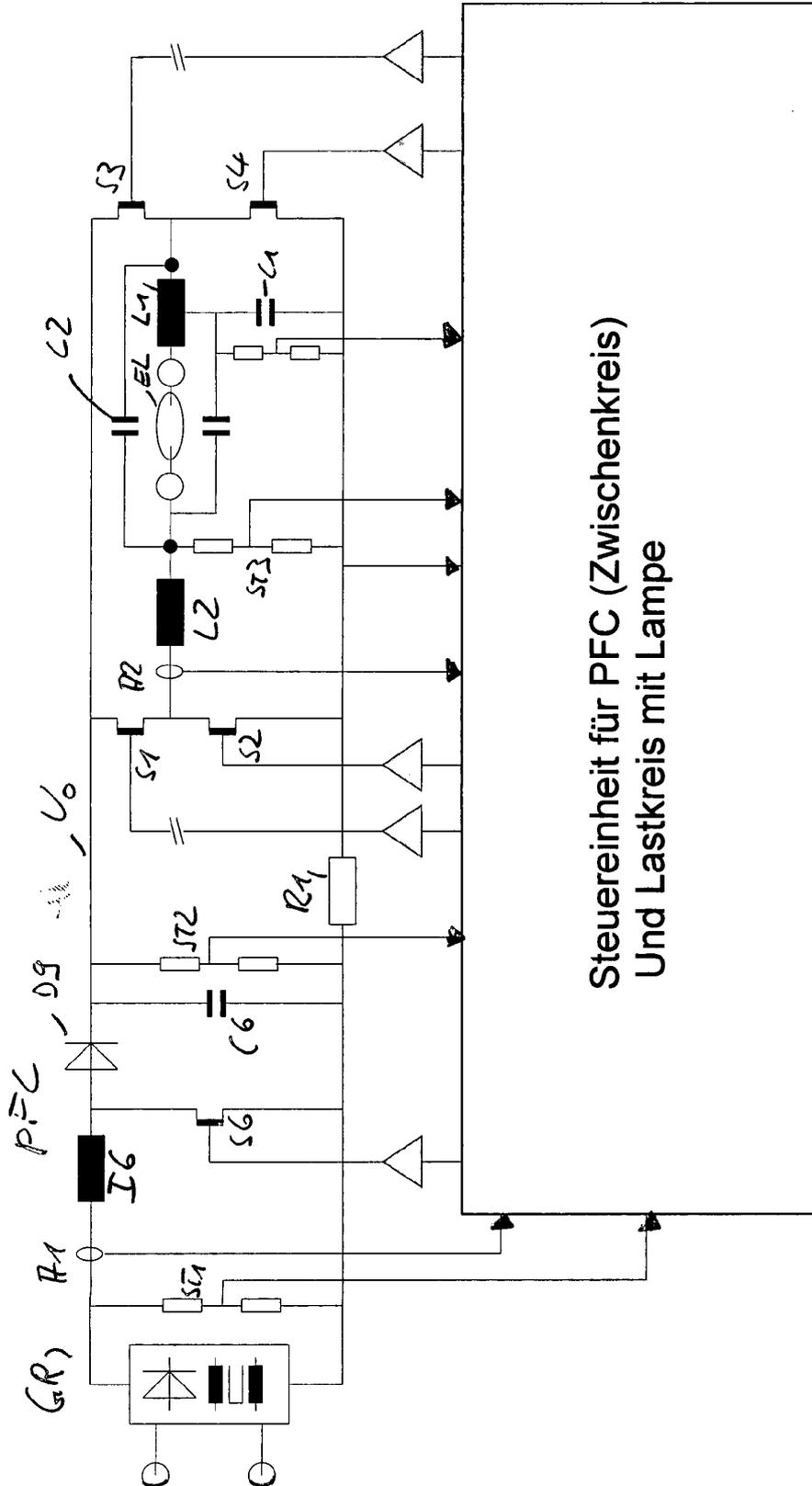
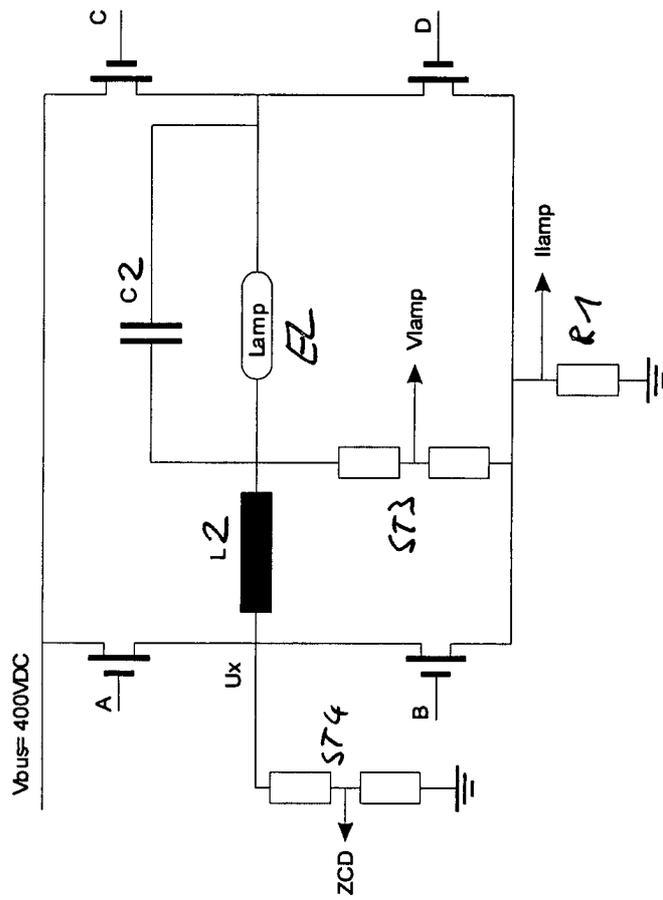
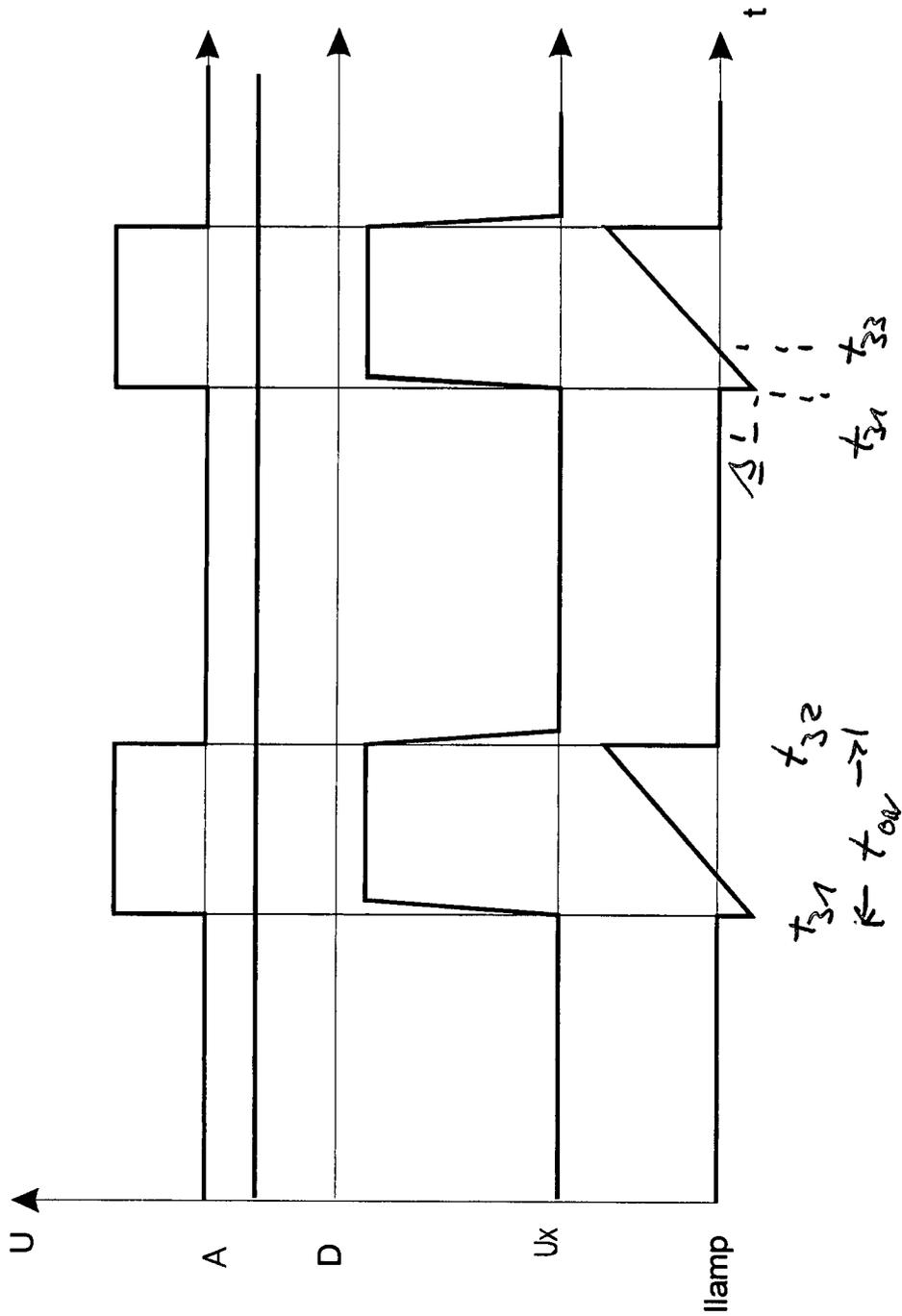


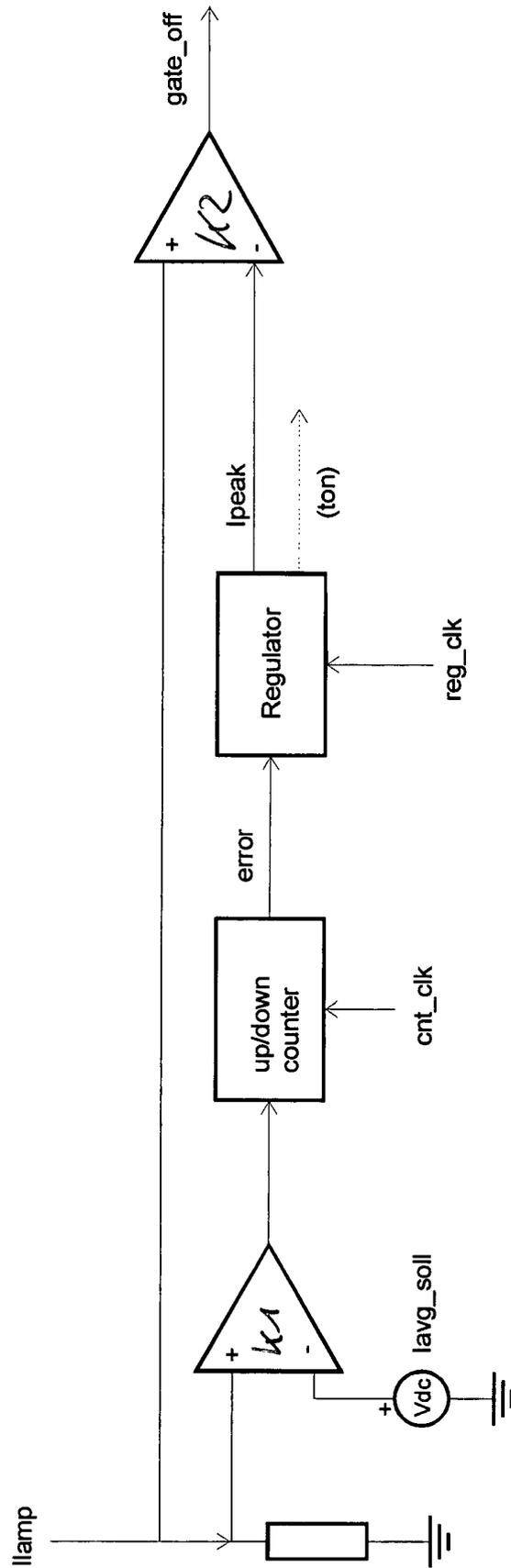
Fig. 1



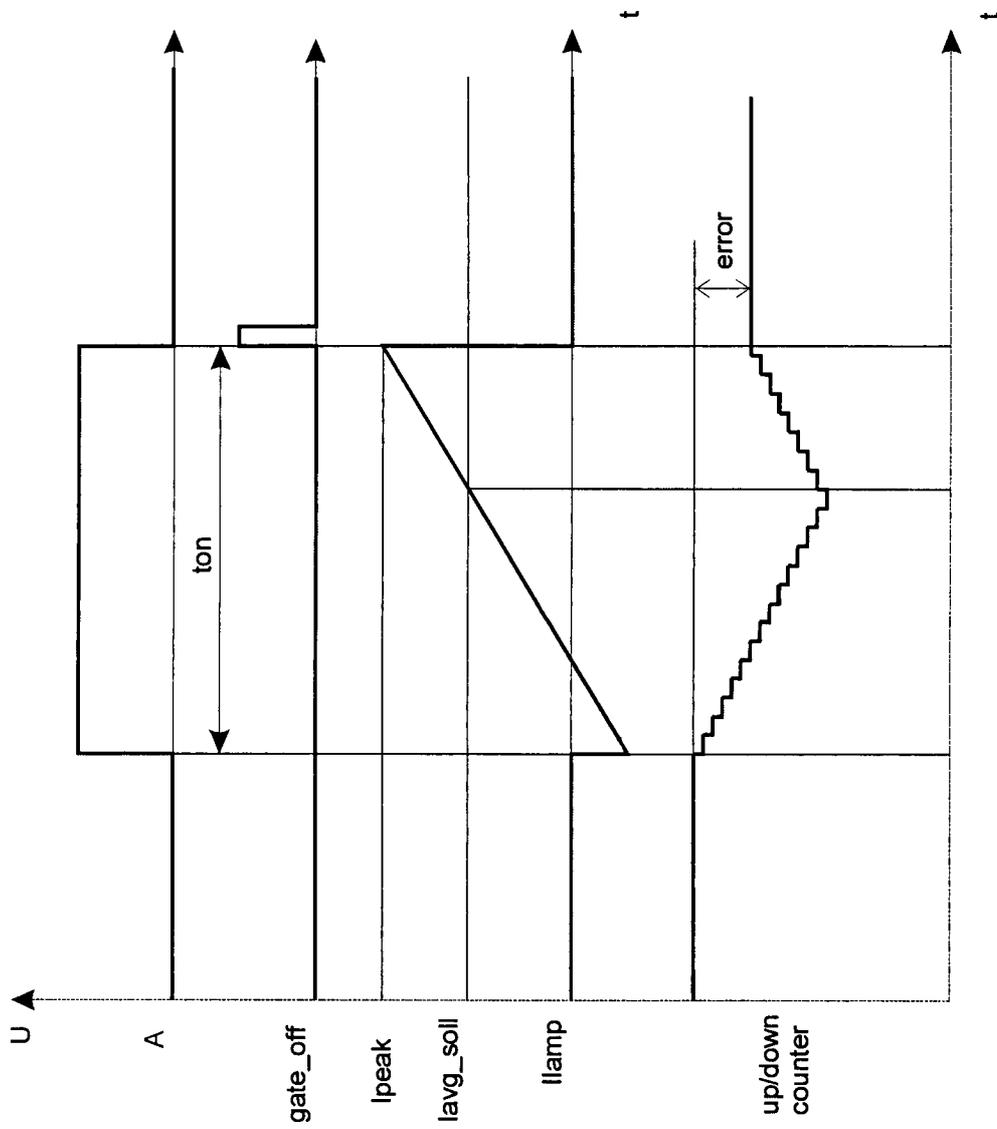
Figur 2



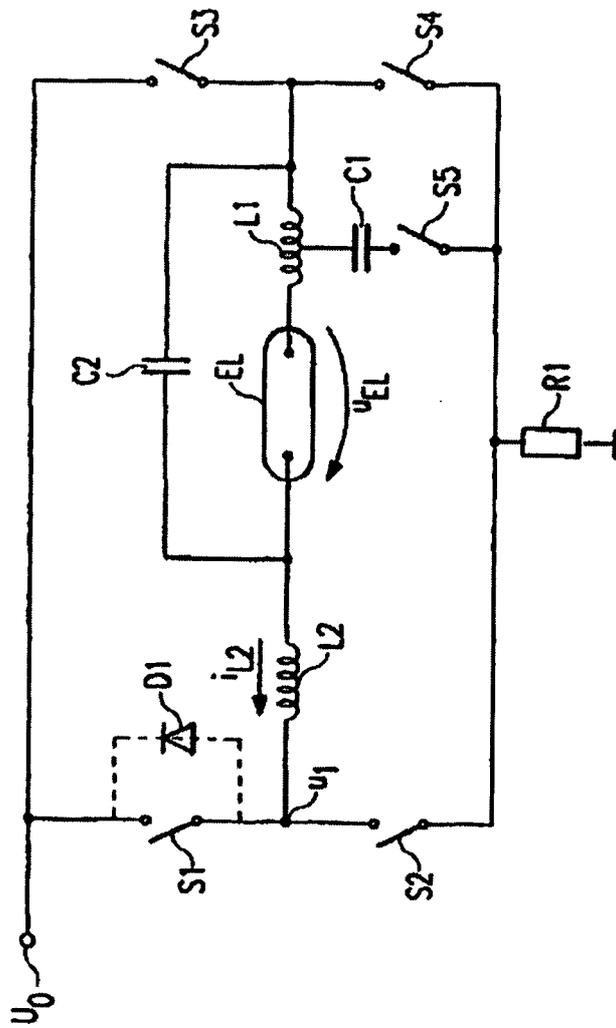
Figur 3



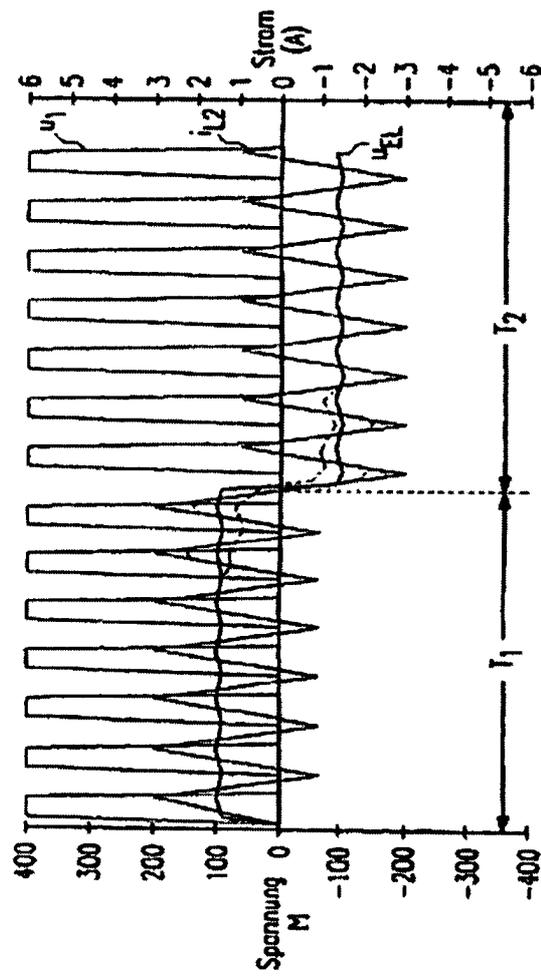
Figur 4



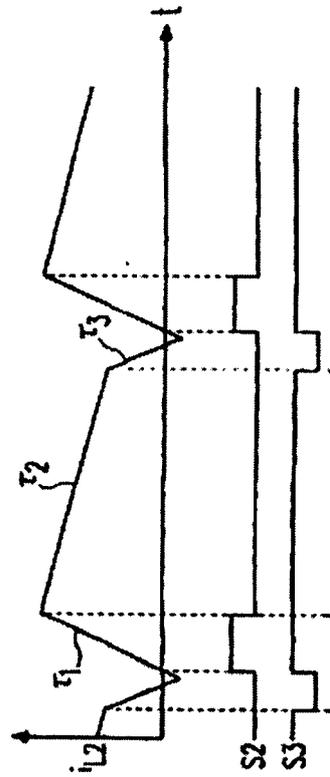
Figur 5



Figur 6



Figur 7a



Figur 7b