



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 40 198 B4 2009.03.12**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 40 198.9**
 (22) Anmeldetag: **27.08.2003**
 (43) Offenlegungstag: **31.03.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H05B 41/392 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Institut für Mikroelektronik- und
 Mechatronik-Systeme gGmbH, 98693 Ilmenau, DE**

(74) Vertreter:
**Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig &
 Schneider, 10179 Berlin**

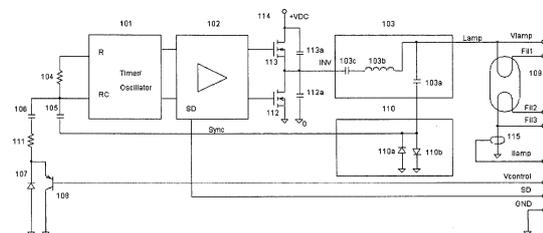
(72) Erfinder:
Kornetzky, Peter, Dr.-Ing., 98693 Ilmenau, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 197 28 847 C1
DE 41 23 187 A1
US 51 05 127
US 49 20 302
WO 98/48 597
International Rectifier: Application Note AN-995 A
 ;

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung zum Dimmen von Gasentladungslampen und Verfahren zu ihrem Betrieb**

(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung zum Dimmen von Gasentladungslampen (109) mit einem vorgeschalteten Netzwerk (103) aus mindestens einer Induktivität (103b) und einem Kondensator (103a, 103c), das von einer Versorgungsgleichspannung (VDC) über einen Leistungsinverter (114) mit einer Rechteckspannung versorgt wird, deren Frequenz im Falle der noch nicht gezündeten Gasentladungslampe (109) der Resonanzfrequenz oder einem ganzzahligen Teil der Resonanzfrequenz des Netzwerkes (103) entspricht,

– wobei die Schaltfrequenz des Leistungsinverters (114) von einem Timer/Oszillator (101) bereitgestellt wird, der einen Eingang (RC) und einen Ausgang (R) sowie zwei weitere Ausgänge zur Steuerung des Leistungsinverters (114) aufweist und dessen erstgenannter Ausgang (R) mit dem Eingang (RC) über einen Widerstand (104) verbunden ist und immer dann auf einen niedrigen Signalpegel (Vlow) gesteuert wird, wenn der Eingang (RC) einen Grenzwert (Vh) überschreitet, und immer dann auf einen hohen Signalpegel (Vhigh), wenn der Eingang (RC) einen zweiten Grenzwert (Vl) unterschreitet, wobei die Grenzwerte (Vl, Vh) zwischen dem hohen und dem niedrigen...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Dimmen von Gasentladungslampen mit einem vorgeschalteten Netzwerk aus mindestens einer Induktivität und einem Kondensator, das von einer Versorgungsgleichspannung über einen Leistungsinverter mit einer Rechteckspannung versorgt wird, deren Frequenz im Falle der noch nicht gezündeten Gasentladungslampe der Resonanzfrequenz oder einem ganzzahligen Teil der Resonanzfrequenz des Netzwerkes entspricht, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und ein Verfahren zum Betrieb dieser Schaltungsanordnung.

[0002] Zum Dimmen von Entladungslampen, z. B. Leuchtstofflampen, muss der zur Entladung führende Strom (Säulenstrom) eingestellt werden. Dies geschieht derzeit u. a. dadurch, dass der Stromfluss über ein vorzugsweise aus Induktivitäten und/oder Kapazitäten bestehendes Netzwerk geleitet wird, dessen Impedanz durch eine sich kontinuierlich ändernde Frequenz variabel ist, so dass sich der gewünschte Strom einstellen lässt. Bedingt durch die Entladecharakteristik der Entladungslampe treten im Bereich kleiner Entladungsströme Probleme bei der kontinuierlichen Absenkung des Entladungsstromes auf, die in der Regel zum Verlöschen der Entladung führen. Somit sind z. B. Leuchtstofflampen derzeit nur bis ca. 0,7% dimmbar.

[0003] Nach der DE 41 23 187 A1 ist es bekannt, die Frequenz durch einen spannungsgesteuerten Oszillator zu steuern, wobei die Frequenz nach dem Zünden der Gasentladungslampe zwischen zwei Frequenzwerten moduliert werden soll. Dies soll insbesondere dazu dienen, bei Hochdrucklampen neben der Lichtleistung auch die Farbtemperatur zu beeinflussen. Ein Dimmen auf eine sehr geringe Lichtleistung ist so aber nicht möglich.

[0004] Nach der WO 98/48 597 A1 ist eine Schaltungsanordnung bekannt, mit der eine Leuchtstofflampe mit einer Dimmfrequenz, die oberhalb der Sehfrequenz des menschlichen Auges liegt, ein- und ausgeschaltet wird. Die Dimmfrequenz ist in ihrer Pulsweite veränderbar. Eine sehr geringe Lichtleistung einer Entladungslampe ist jedoch allein durch Änderung dieser Taktung nicht erreichbar.

[0005] Üblicherweise wird in nicht selbst oszillierenden elektronischen Vorschaltgeräten für Entladungslampen ein preiswerter Treiberschaltkreis eingesetzt, dessen Oszillatorteil ähnlich dem bekannten CMOS 555 Timer aufgebaut ist, siehe International Rectifier, Application Note AN-995A. Dort ist in [Fig. 2](#) eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 offenbart. Der Oszillator hat einen Eingang und einen Ausgang sowie zwei weitere Ausgänge zur Steuerung einer Funktionsgruppe.

Der erstgenannte Ausgang ist mit dem Eingang über einen Widerstand verbunden und geht immer dann auf einen niedrigen Signalpegel, wenn der Eingang einen Grenzwert überschreitet und immer dann auf einen hohen Signalpegel, wenn der Eingang einen zweiten Grenzwert unterschreitet, wobei diese Grenzwerte innerhalb des Bereiches liegen, der von den beiden Signalpegeln aufgemacht wird. Die beiden weiteren Ausgänge der Funktionsgruppe stimmen in der Frequenz mit dem ersten Ausgang überein, sind jedoch zueinander invertiert und ggf. zeitlich verzögert.

[0006] Der Treiberschaltkreis treibt einen aus zwei Transistoren bestehenden Leistungsinverter, der am Summationspunkt eine Rechteckspannung erzeugt, deren Amplitude ca. $\frac{1}{2}$ mal so groß ist wie die bereitgestellte Versorgungsgleichspannung. Diese Rechteckspannung wiederum speist ein resonantes LC-Netzwerk, das zum Zünden der Entladungslampe im oder nahe dem Resonanzpunkt betrieben wird, um die Zündspannung der Entladungslampe zu überschreiten. Zur Synchronisation des Oszillators mit dem resonanten Netzwerk kann an zwei vom Strom im Resonanzkreis durchflossenen antiparallelen Dioden ein Synchronsignal gewonnen werden, das den Oszillator über einen vorgeschalteten Kondensator triggert, siehe a. a. O., [Fig. 2](#). Nach dem Zünden der Lampe stellt sich dann in der Regel eine andere Frequenz ein, mit der die Schaltung betrieben wird.

[0007] Die Betriebsfrequenz des oben beschriebenen Inverters kann durch Verstellen der Spannung am Eingang des Oszillators verändert werden, um die Impedanz der Komponenten des LC-Netzwerkes zu beeinflussen und damit den Lampenstrom zu steuern. Die Entladungslampe kann damit gedimmt werden. In der Regel bewirkt eine Vergrößerung der Betriebsfrequenz ein Sinken des Lampenstroms. Je höher die Betriebsfrequenz eingestellt wird, auf desto kleinere Prozentwerte wird die Lampe gedimmt. Der so erzielbare Dimmbereich ist nach unten beschränkt, da bei diesem Vorgang die Brennspannung der Entladungslampe ansteigt. Da der Resonanzkreis aber immer weiter verstimmt wird, kann die Schaltung die erforderliche Brennspannung der Entladungslampe nicht mehr bereitstellen und die Entladung bricht ab. Vor einem erneuten Zünden müsste die Verstimmung des Resonanzkreises wieder rückgängig gemacht werden.

[0008] In Vorlesungsräumen, großen Sälen, Kinos und ähnlichen Räumen will man die Lichtleistung noch unter 1% dimmen können, um einen kontinuierlichen Hell-/Dunkel-Übergang zu schaffen, wie er sonst nur mit Glühlampen möglich ist. Die zuletzt beschriebene Schaltung ist aus den vorgenannten Gründen dazu nicht in der Lage.

[0009] Nach DE 197 28 847 C1 ist ein Vorschaltge-

rät für Gasentladungslampen bekannt, das ebenfalls mit einem Steueroszillator arbeitet, dessen Frequenz so beeinflusst werden kann, dass die Lampenspannung und/oder der Lampenstrom auf einem bestimmten Sollwert konstant gehalten werden. Wenn die Lampenspannung einen Sollwert überschreitet, wird die Oszillatorfrequenz über eine Ladungsinjektor-schaltung verstellt. Für eine Dimmfunktion ist diese Regelschaltung ungeeignet.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung der vorgenannten Art mit einfachen Mitteln so zu modifizieren, dass ein Dimmbereich erzielt wird, der bis weit unter 1% reicht.

[0011] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Zweckmäßige Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Ein Verfahren zum Betrieb der Schaltungsanordnung ist Gegenstand von Anspruch 5 und den weiteren Ansprüchen.

[0012] Danach ist der Eingang des Timer/Oszillators außer den oben genannten Bauelementen außerdem mit der Reihenschaltung eines Widerstands, eines Kondensators und eines Transistors beschaltet, zu dessen Kollektor-Emitter-Strecke eine Diode parallel geschaltet ist und dessen Basis mit dem Ausgang eines Reglers verbunden ist, an dessen Eingänge neben einem Sollwert (Isoll) das Signal eines den Säulenstrom (Ilamp) erfassenden Stromsensors geführt ist.

[0013] Die erfindungsgemäße Lösung beruht darauf, dass das aus Induktivitäten und/oder Kapazitäten bestehende Netzwerk, das die Entladungslampe speist, mit einer rechteckförmigen Wechselspannung betrieben wird, deren Frequenz oder deren ganzzahlige Vielfache der Frequenz sich im Falle einer noch nicht gezündeten Entladungslampe durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung immer selbsttätig auf die Resonanzfrequenz des Netzwerks einstellt, während die Frequenz bei gezündeter Entladungslampe auf den Lampenstrom geregelt wird.

[0014] Darüber hinaus kann die Entladungslampe durch periodisches Ausschalten der speisenden Wechselspannung oder durch periodisches Einstellen einer Frequenz der Wechselspannung auf einen Wert, bei dem die an der Entladungslampe zur Verfügung stehende Spannung kleiner als die Brennspannung wird, zum Verlöschen gebracht werden. Dieses Verlöschen wird vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen. Bei einem schnellen Wechsel zwischen Entladungsbetrieb und Verlöschen mit einer bestimmten Mindestfrequenz wird z. B. im Falle einer Leuchtstofflampe auf diese Weise ein kontinuierlicher Lichteindruck erzeugt. Mit beiden Maßnahmen ist ein Dimmen insgesamt auch unter 0,7% möglich.

[0015] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

[0016] [Fig. 1](#) die erfindungsgemäße Schaltung,

[0017] [Fig. 2](#) eine zweite Version der erfindungsgemäßen Schaltung,

[0018] [Fig. 3](#) eine Regelschaltung zur Einstellung eines mittleren Säulenstromes,

[0019] [Fig. 4](#) eine Variante der Schaltung nach [Fig. 3](#),

[0020] [Fig. 5](#) eine weitere Regelschaltung zur Einstellung des mittleren Säulenstromes,

[0021] [Fig. 6](#) den Signalverlauf vor dem Zünden einer Gasentladungslampe, und zwar

- a) der Lampenspannung
- b) des Stromes durch den Resonanzkondensator
- c) der Ausgangsspannung an einem Nullstromdetektor
- d) der Spannung am Ausgang des Oszillators
- e) der Spannung am Eingang des Oszillators

[0022] [Fig. 7](#) den Signalverlauf nach dem Zünden einer Gasentladungslampe analog zu [Fig. 6](#).

[0023] Ausgangspunkt ist die aus der oben benannten Literaturstelle AN-995 A bekannte Schaltung zur Synchronisation eines Treiberoszillators mit einem L/C-Kreis zum Betrieb einer Entladungslampe. [Fig. 1](#) stellt die prinzipielle Anordnung dar. Ein Oszillator **101**, ein Transistortreiber **102** und eine aus den Endstufentransistoren **112** und **113** sowie den parallel angeordneten Kondensatoren **112a**, **113a** bestehende Halbbrücke **114**, die von einer Versorgungsgleichspannung VDC gespeist wird, stellen den schematischen Aufbau eines fremdgesteuerten Rechteckgenerators dar, wie er üblicherweise für den Betrieb eines elektronischen Vorschaltgerätes (EVG) eingesetzt wird. Die an dessen Ausgang an einer Leitung INV anliegende Rechteckspannung speist ein LC-Netzwerk **103**, an das eine Entladungslampe **109** angeschlossen ist. Im LC-Netzwerk **103** bilden eine Induktivität **103b** und der Resonanzkondensator **103a** sowie der Blockkondensator **103c** einen Serienresonanzkreis. Über einen Nullstromdetektor **110**, der im einfachsten Fall, wie hier dargestellt, über zwei Dioden **110a** und **110b** realisiert werden kann, wird beim Nulldurchgang des Stromes im Serienresonanzkreis des LC-Netzwerkes **103** ein Synchronsignal generiert und über die Leitung Sync weitergeleitet. Durch die Entladungslampe **109** fließt ein Säulenstrom Ilamp, der mit einem Stromsensor **115** gemessen und als Signal Ilamp bereitgestellt wird. Um bei langen Zuleitungen nur den ohmschen Anteil am Strom zu erfassen, kann der Stromsensor **115** mit ei-

ner phasenempfindlichen Gleichrichterschaltung verbunden sein.

[0024] Zwischen den Anschlüssen Lamp und Fil1 bzw. Fil2 und Fil3 kann ein Heizstrom für die Elektroden der Entladungslampe **109** eingespeist werden.

[0025] Der Oszillator **101** ist eine elektronische Funktionsgruppe mit einem Eingang RC und einem Ausgang R sowie zwei weiteren Ausgängen zur Steuerung des Transistortreibers **102**. Der Ausgang R geht immer dann auf einen Signalpegel Vlow, wenn der Eingang RC einen Grenzwert Vh überschreitet und immer dann auf einen Signalpegel Vhigh, wenn der Eingang einen Grenzwert Vl unterschreitet, wobei $Vlow < Vl < Vh < Vhigh$ ist. Die beiden weiteren Ausgänge der Funktionsgruppe stimmen in der Frequenz mit dem Ausgang R überein, sind jedoch zueinander invertiert und ggf. zeitlich verzögert sowie mit einer Totzeit behaftet.

[0026] Erfindungsgemäß ist der Oszillator **101** einseitig zusätzlich mit einem Transistor **108** beschaltet, und zwar über einen Widerstand **111** und einen Kondensator **106**. Parallel zum Transistor **108** ist eine Diode **107** geschaltet. Basisseitig ist der Transistor **108** über eine Spannung Vcontrol steuerbar.

[0027] Das am Eingang RC des Oszillators **101** angeschlossene Netzwerk, zu dem die Kondensatoren **105** und **106** gehören, stellt die Oszillatorfrequenz ein. Die Oszillatorfrequenz wird so eingestellt, dass sie oder ihr ganzzahliges Vielfache entweder gleich der Resonanzfrequenz des resonanten LC-Netzwerkes **103** ist oder größer. Mit steigender Spannung Vcontrol steigt die Oszillatorfrequenz an, bis sie nur noch von der Größe des Kondensators **105** bestimmt wird. Dabei bewirkt die steigende Impedanz der Induktivität **103b** einen sinkenden Säulenstrom Ilamp durch die gezündete Entladungslampe **109**, wodurch die Entladungslampe **109** immer weiter gedimmt wird. Ab einer bestimmten Oszillatorfrequenz sinkt die vom resonanten LC-Netzwerk **103** bereitgestellte Lampenspannung Vlamp so weit ab, dass die Entladung durch die Entladungslampe **109** abbricht. Die Anordnung kann um einen zusätzlichen Steuereingang SD ergänzt werden, mit dem die beiden Endstufentransistoren **112** und **113** abschaltet werden können.

[0028] Der gesamte Strom im Resonanzkondensator **103a** fließt gemäß [Fig. 1](#) über den Nullstromdetektor **110** und belastet die Dioden **110a** und **110b**. Zur Reduzierung der Verlustleistung in diesen Dioden **110a** und **110b** und um die Auswahl von Dioden **110a** und **110b** mit geringerer Nennbelastbarkeit zu ermöglichen kann der Strom im Resonanzkondensator **103a** durch das zusätzliche Einfügen eines Kondensators **103e** reduziert werden, wie [Fig. 2](#) zeigt.

[0029] Die Funktion der Schaltung soll anhand der [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) näher erläutert werden. [Fig. 6](#) zeigt den Signalverlauf vor dem Zünden der Gasentladungslampe **109**:

Die Gasentladungslampe **109** ist noch nicht gezündet und führt in dem hier beschriebenen Zeitabschnitt keinen Strom. Die Spannung Vcontrol hat einen Minimalwert nahe 0 V angenommen. Der Oszillator schwingt dadurch an, dass der Ausgang R des Oszillators **101** von der Spannung Vlow auf die Spannung Vhigh übergeht. Dabei werden die beiden Kondensatoren **105** und **106** aufgeladen, bis die Spannung am Eingang RC den Schwellwert Vh erreicht hat. Anschließend geht der Ausgang R auf die Spannung Vlow über. Damit werden die beiden Kondensatoren **105** und **106** wieder entladen, bis die Spannung am Eingang RC den Schwellwert Vl erreicht hat. Jetzt geht der Ausgang R wieder auf den Wert Vhigh über. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch.

[0030] Das Aufladen der beiden Kondensatoren **105** und **106** vollzieht sich in 2 Phasen. Phase 1 findet unmittelbar nach dem Umschalten des Ausgangs R statt und ist dadurch bestimmt, dass zu Beginn die Stromrichtung durch den Widerstand **104** wechselt. Somit ändert sich auch die Stromrichtung in den Kondensatoren **105** und **106**. Da im Falle des Kondensators **106** beim Wechsel der Stromrichtung der Strom von der Diode **107** auf den Transistor **108** übergehen muss, wird der Strom durch den Kondensator **106** erst dann wieder einsetzen, wenn sich die Spannung am Eingang RC – grob genähert – um den Betrag

$$dVRC = V_{s(107)} + V_{s, BE(108)} + V_{control} \quad (1)$$

mit

V_{s107}	Schleusenspannung der Diode 107
$V_{s, BE108}$	Schleusenspannung der Basis/Emitter-Diode des Transistors 108

verändert hat. Während dieser Zeit wird ausschließlich der Kondensator **105** geladen, was gemäß [Fig. 6e](#) deutlich durch den vergleichsweise steilen Verlauf der Spannung am Eingang RC nach dem Umschalten des Ausgangs R entsprechend [Fig. 6d](#) deutlich wird. Während des sich anschließenden flacheren Verlaufes der Spannung am Eingang RC werden wieder beide Kondensatoren **105** und **106** geladen bzw. entladen. Durch die Dimensionierung der frequenzbestimmenden Bauteile (Widerstand **104**, Kondensatoren **105**, **106** und Widerstand **111**) wird eine Oszillatorfrequenz eingestellt, die geringfügig kleiner als die Resonanzfrequenz des LC-Netzwerkes **103** ist. Im eingeschwungenen Zustand erhält das resonante LC-Netzwerk **103** über die Leitung INV Energie und am Anschluss Lamp stellt sich eine nahezu sinusförmige Lampenspannung Vlamp ein. Die für die Zündung der Gasentladungslampe **109** erforderliche Lampenspannung Vlamp kann nur dann er-

reicht werden, wenn der Oszillator **101** mit einer Frequenz nahe der Resonanzfrequenz des LC-Netzwerkes **103** schwingt. In diesem Falle muss die Leitung INV unmittelbar nach dem Nulldurchgang des Stromes im Resonanzkondensator **103a** umschalten, was bedeutet, dass der Ausgang R des Oszillators **101** ebenfalls zu diesem Zeitpunkt umschalten muss. Das wird dadurch erreicht, dass der Strom durch den Resonanzkondensator **103a** über den Nullstromdetektor **110** geleitet wird, der hier aus den zwei antiparallel geschalteten Dioden **110a** und **110b** besteht. Beim Nulldurchgang des Stromes entsteht an der Leitung Sync eine Signalfanke gemäß Fig. 6c, die über den Kondensator **105** einen Stromstoß in den Knoten am Eingang RC des Oszillators **101** einspeist. Dadurch steigt bzw. sinkt am Eingang RC die Spannung impulsförmig und erreicht somit einen Wert, der den Ausgang R unmittelbar umschalten lässt. Der Widerstand **111** verhindert, dass die über die Leitung Sync eingespeiste Impulsflanke durch den Kondensator **106** kurzgeschlossen wird. Zum besseren Verständnis sind die Verläufe der Lampenspannung V_{lamp} an der Entladungslampe **109** und des Stromes am Resonanzkondensator **103a** in Fig. 6a und Fig. 6b dargestellt. Bei richtiger Dimensionierung des Oszillators **101** kann die Oszillatorfrequenz allen durch Bauteiltoleranzen, parasitären Verdrahtungskapazitäten und durch Temperatureinflüsse bedingten Änderungen der Resonanzfrequenz folgen, wodurch die zum Zünden der Entladungslampe **109** erforderliche Lampenspannung V_{lamp} sicher erreicht wird.

[0031] Den Signalverlauf nach dem Zünden der Gasentladungslampe **109** zeigt Fig. 7: Dieser Betriebszustand ist dadurch bestimmt, dass die Gasentladungslampe stromführend ist und das resonante LC-Netzwerk **103** so stark bedämpft, dass keine Überhöhung der Lampenspannung V_{lamp} mehr auftreten kann. Die Oszillatorfrequenz stellt sich in Abhängigkeit von der Spannung $V_{control}$ ein. Prinzipiell gilt für den Ablauf der Vorgänge nach dem Umschalten der Spannung am Ausgang R des Oszillators **101** das gleiche wie im vorhergehenden Abschnitt. Jedoch kann jetzt durch die Höhe der angelegten Spannung $V_{control}$ der Spannungshub mit dem steilen Anstieg der Spannung am Eingang RC eingestellt werden. Gemäß der Beziehung (1) erhöht sich der Spannungshub linear mit der Spannung $V_{control}$ und verkürzt somit den Zeitabschnitt mit dem flacheren Verlauf der Spannung am Eingang RC. Mit der kürzeren Periodendauer stellt sich somit eine höhere Oszillatorfrequenz ein. Generell steigt die Oszillatorfrequenz beim Ansteigen der Spannung $V_{control}$. Da jetzt die Oszillatorfrequenz höher ist als die Resonanzfrequenz des bedämpften LC-Netzwerkes **103**, folgen die Impulse auf der Leitung Sync erst nach dem Umschalten des Ausgangs R und sind damit unwirksam.

[0032] Für die Dimmung der Entladungslampe **109** kommen folgende Varianten in Frage:

Variante 1a:

[0033] Die Regelung des Säulenstromes I_{lamp} der Entladungslampe **109** erfolgt in 2 Phasen. In Phase 1 wird eine Oszillatorfrequenz eingestellt, die zum Verlöschen der Entladung in der Entladungslampe **109** führt weil die Lampenspannung V_{lamp} unter die Brennspannung der Entladungslampe **109** sinkt. In Phase 2 wird die Oszillatorfrequenz so eingestellt, dass der mittlere Säulenstrom I_{lamp} der Entladungslampe **109** einem vorgegebenen Sollwert I_{soll} nachgeregelt wird. Da die Entladungslampe **109** zu Beginn der Phase 2 neu gezündet werden muss, ist die Oszillatorfrequenz in Phase 2 variabel. Durch eine schnelle periodische Abfolge von Phase 1 und 2 kann der mittlere Säulenstrom I_{lamp} der Entladungslampe **109** in seiner Höhe eingestellt werden, wobei zusätzlich das Verhältnis der Einschaltzeiten der Phasen 1 und 2 verändert werden kann.

[0034] Fig. 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Regelung durch Einstellung der Oszillatorfrequenzen während der Phasen 1 und 2. Während der Phase 1 wird die Lampenspannung V_{lamp} über einen Spannungsteiler/Gleichrichter **201** einem Schwellwertdetektor **202** zugeführt, der bei Überschreiten eines Referenzwertes V_{ref} ein Signal V_{reg} generiert. Das Signal V_{reg} wird in Phase 1 über einen analogen Umschalter **205** auf die Spannung $V_{control}$ geleitet und kontrolliert somit die Oszillatorfrequenz in einer Weise, dass die Lampenspannung V_{lamp} auf einen Wert kleiner als die Brennspannung der Entladungslampe **109** geregelt wird. In dieser Phase verlöscht die Entladung an der Entladungslampe **109**.

[0035] Der gemessene Säulenstrom I_{lamp} wird in einem Regler **203** mit dem Sollwert I_{soll} verglichen und daraus ein Regelwert I_{reg} abgeleitet. In Phase 2 wird dieser Regelwert I_{reg} über den analogen Umschalter **205** als Spannung $V_{control}$ weitergeleitet und regelt somit den mittleren Säulenstrom I_{lamp} auf einen Wert, der mit dem Sollwert I_{soll} vorgegeben wird. Wenn der Säulenstrom I_{lamp} in der vorangegangenen Phase 1 abgebrochen ist, startet der Regelwert $I_{reg} = V_{control}$ bei einem Wert, bei dem sich im Oszillator **101** die Resonanzfrequenz des resonanten LC-Netzwerkes **103** einstellt, um die Entladungslampe **109** durch die sich hierbei einstellende Spannungsüberhöhung wieder zu zünden. Anschließend wird die Oszillatorfrequenz so geregelt, dass der Säulenstrom I_{lamp} dem Sollwert I_{soll} nachgeführt wird. Die zeitliche Abfolge der Phasen 1 und 2 wird durch einen Pulsbreitengenerator **204** eingestellt, der wiederum vom Sollwert I_{soll} gesteuert wird. Im Ergebnis wird der mittlere Säulenstrom I_{lamp} sowohl durch das Tastverhältnis des Pulsbreitengenerators **204** als auch durch den Regelwert I_{reg} des

Reglers **203** geregelt. Durch die Kombination beider Regler wird der erforderliche Regelumfang des Säulenstromes I_{lamp} erreicht.

Variante 1b:

[0036] Variante 1b unterscheidet sich von Variante 1a dadurch, dass während der Phase 1 die Steuerungsspannung für den Oszillator **101** auf eine feste Spannung V_{fix} eingestellt wird. Diese Spannung V_{fix} wird so gewählt, dass sich eine Oszillatorfrequenz einstellt, bei der die Lampenspannung V_{lamp} kleiner als die Brennspannung der Entladungslampe **109** ist. Die Funktionen der Phase 2 entsprechen denen der Phase 2 in Variante 1a. [Fig. 4](#) zeigt den prinzipiellen Aufbau der Ansteuerung für die erfindungsgemäße Anordnung entsprechend [Fig. 1](#).

Variante 2:

[0037] Die Regelung des mittleren Säulenstromes I_{lamp} erfolgt wiederum in 2 Phasen. Der prinzipielle Aufbau der Regelung ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Die gleichnamigen Anschlüsse in [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) sind jeweils miteinander verbunden. In Phase 1 wird die aus den beiden Endstufentransistoren **112** und **113** bestehende Endstufe am Transistortreiber **102** über den Steuereingang SD stromlos gemacht. Wenn der Säulenstrom I_{lamp} nach Abschluss der Phase 1 abgebrochen ist, startet in Phase 2 der Regelwert $I_{reg} = V_{control}$ bei einem Wert, bei dem sich im Oszillator **101** die Resonanzfrequenz des resonanten LC-Netzwerkes **103** einstellt, um die Entladungslampe **109** durch die sich hierbei einstellende Spannungsüberhöhung wieder zu zünden. Im gezündeten Zustand regelt ein Regler **401** die Spannung $V_{control}$ so, dass der Säulenstrom I_{lamp} nicht größer als der am Eingang des Reglers **401** vorgegebene Stromwert I_{max} wird. Die zeitliche Abfolge der Phasen 1 und 2 wird durch einen Pulsbreitengenerator **402** eingestellt, der wiederum vom Sollwert I_{soll} des Säulenstromes I_{lamp} gesteuert wird. Im Ergebnis wird der mittlere Säulenstrom sowohl durch das Tastverhältnis des Pulsbreitengenerators **402** als auch durch den Stromwert I_{max} des Reglers **401** geregelt. Durch diese Kombination wird der erforderliche Regelumfang des Säulenstromes I_{lamp} erreicht. Durch die Begrenzung des Maximalwertes für den Säulenstrom I_{lamp} auf einen Stromwert I_{max} kann die Schaltung für Entladungslampen **109** mit unterschiedlicher Brennspannung ohne wesentliche Schaltungsänderungen eingesetzt werden. So können z. B. Leuchtstofflampen unterschiedlicher Länge und unterschiedlicher Nennleistung an einem Vorschaltgerät betrieben werden.

[0038] Wird der Pulsbreitengenerator **402** weggelassen, ist durch den Regler **401** ebenfalls noch ein Dimmen möglich, allerdings nur in einem eingeschränkten Bereich. Die Regelung erfolgt dann konti-

nuierlich mit dem Regler **401**. Im Fall der noch nicht gezündeten Entladungslampe **109** startet die Regelspannung $I_{reg} = V_{control}$ bei einem Wert, bei dem sich im Oszillator **101** die Resonanzfrequenz des resonanten LC-Netzwerkes **103** einstellt. Nach dem Zünden wird die Oszillatorfrequenz von dem Regler **401** so geregelt, dass der Säulenstrom I_{lamp} nicht größer als der vorgegebene Stromwert I_{max} wird.

Bezugszeichenliste

101	Oszillator
102	Transistortreiber
103	LC-Netzwerk
103a	Resonanzkondensator
103b	Induktivität
103c	Blockkondensator
103e	Kondensator
104	Widerstand
105	Kondensator
106	Kondensator
107	Diode
108	Transistor
109	Entladungslampe
110	Nullstromdetektor
110a	Diode
110b	Diode
111	Widerstand
112	Endstufentransistor
112a	Kondensator
113	Endstufentransistor
113a	Kondensator
114	Halbbrücke
115	Stromsensor
118	Kondensator
201	Spannungsteiler/Gleichrichter
202	Schwellwertdetektor
203	Regler
204	Pulsbreitengenerator
205	Umschalter
401	Regler
402	Pulsbreitengenerator
INV	Leitung
Sync	Leitung
VDC	Versorgungsgleichspannung
Lamp	Anschluss
Fil1	Anschluss
Fil2	Anschluss
Fil3	Anschluss
RC	Eingang
R	Ausgang
I_{lamp}	Säulenstrom
V_{lamp}	Lampenspannung
V_{control}	Spannung
VI	Schwellwert
Vh	Schwellwert
Vlow	Spannung
Vhigh	Spannung
Vs107	Schleusenspannung der Diode 107

Vs108	Schleusenspannung der Basis/Emitter-Diode des Transistors 108
Vref	Referenzwert
Vreg	Signal
Vfix	Spannung
SD	Steuereingang
Isoll	Sollwert
Ireg	Regelwert
Imax	Stromwert

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Dimmen von Gasentladungslampen (**109**) mit einem vorgeschalteten Netzwerk (**103**) aus mindestens einer Induktivität (**103b**) und einem Kondensator (**103a**, **103c**), das von einer Versorgungsgleichspannung (VDC) über einen Leistungsinverter (**114**) mit einer Rechteckspannung versorgt wird, deren Frequenz im Falle der noch nicht gezündeten Gasentladungslampe (**109**) der Resonanzfrequenz oder einem ganzzahligen Teil der Resonanzfrequenz des Netzwerkes (**103**) entspricht,

– wobei die Schaltfrequenz des Leistungsinverters (**114**) von einem Timer/Oszillator (**101**) bereitgestellt wird, der einen Eingang (RC) und einen Ausgang (R) sowie zwei weitere Ausgänge zur Steuerung des Leistungsinverters (**114**) aufweist und dessen erstgenannter Ausgang (R) mit dem Eingang (RC) über einen Widerstand (**104**) verbunden ist und immer dann auf einen niedrigen Signalpegel (Vlow) gesteuert wird, wenn der Eingang (RC) einen Grenzwert (Vh) überschreitet, und immer dann auf einen hohen Signalpegel (Vhigh), wenn der Eingang (RC) einen zweiten Grenzwert (Vl) unterschreitet, wobei die Grenzwerte (Vl, Vh) zwischen dem hohen und dem niedrigen Signalpegel (Vlow, Vhigh) liegen,

– und mit einem den Strom durch das vorgeschaltete Netzwerk (**103**) überwachenden Nullstromdetektor (**110**), der über einen Kondensator (**105**) mit dem Eingang (RC) des Timer/Oszillators (**101**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass

der Eingang (RC) des Timer/Oszillators (**101**) außerdem mit der Reihenschaltung eines Widerstands (**111**), eines Kondensators (**106**) und eines Transistors (**108**) beschaltet ist, zu dessen Kollektor-Emitter-Strecke eine Diode (**107**) parallel geschaltet ist und dessen Basis mit dem Ausgang eines Reglers (**203**, **301**) verbunden ist, an dessen Eingänge neben einem Sollwert (Isoll) das Signal eines den Säulenstrom (I_{lamp}) erfassenden Stromsensors (**115**) geführt ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Nullstromdetektor (**110**) durch zwei antiparallel geschaltete Dioden (**110a**, **110b**) realisiert ist, die mit einem Kondensator (**103a**) des vorgeschalteten Netzwerkes (**103**) verbunden sind.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zu den Dioden (**110a**, **110b**) und dem Kondensator (**103a**) ein weiterer Kondensator (**103e**) parallel geschaltet ist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromsensor (**115**) mit einer phasenempfindlichen Gleichrichterschaltung verbunden ist.

5. Verfahren zum Betrieb einer Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasentladungslampe (**109**) mit einer veränderbaren Frequenz, die oberhalb der menschlichen Sehfrequenz liegt, zwischen einem stromführenden und einem stromlosen Betrieb umgeschaltet wird, wobei der stromlose Betrieb realisiert wird, indem die Basis des Transistors (**108**) mit einer Spannung (V_{control}) beaufschlagt wird, die am Timer/Oszillator (**101**) eine Schaltfrequenz des Leistungsinverters (**114**) bewirkt, bei der die Entladungslampe (**109**) verlischt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der stromlose Betrieb realisiert wird, indem die Basis des Transistors (**108**) mit einer Spannung (V_{control}) beaufschlagt wird, die in Abhängigkeit von der Spannung (V_{lamp}) über der Gasentladungslampe (**109**) geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz für das Umschalten zwischen stromführendem und stromlosem Betrieb von einem Pulsbreitengenerator (**204**, **302**) zur Verfügung gestellt wird, an dessen Eingang der Sollwert (Isoll) geführt ist, mit dem auch der Regler (**203**, **301**) beaufschlagt wird.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

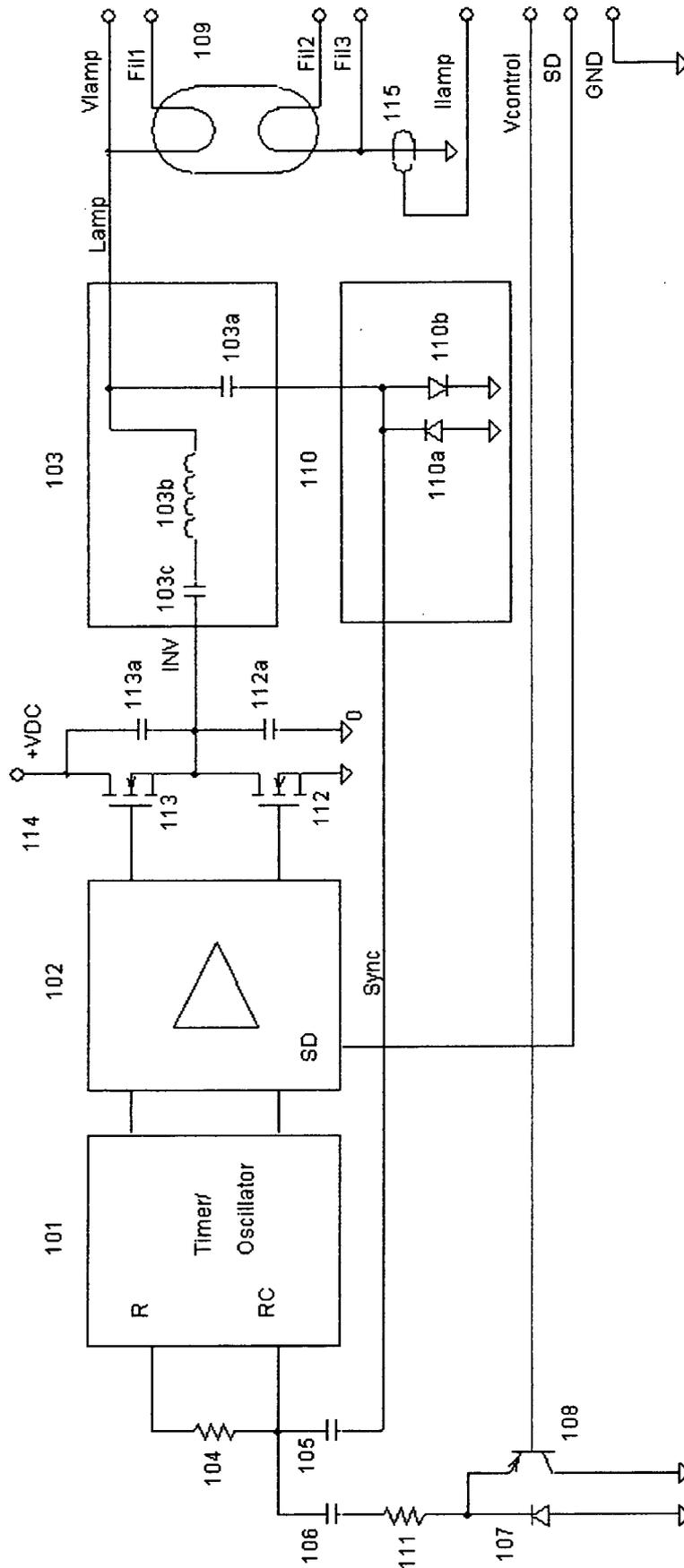


Fig 1

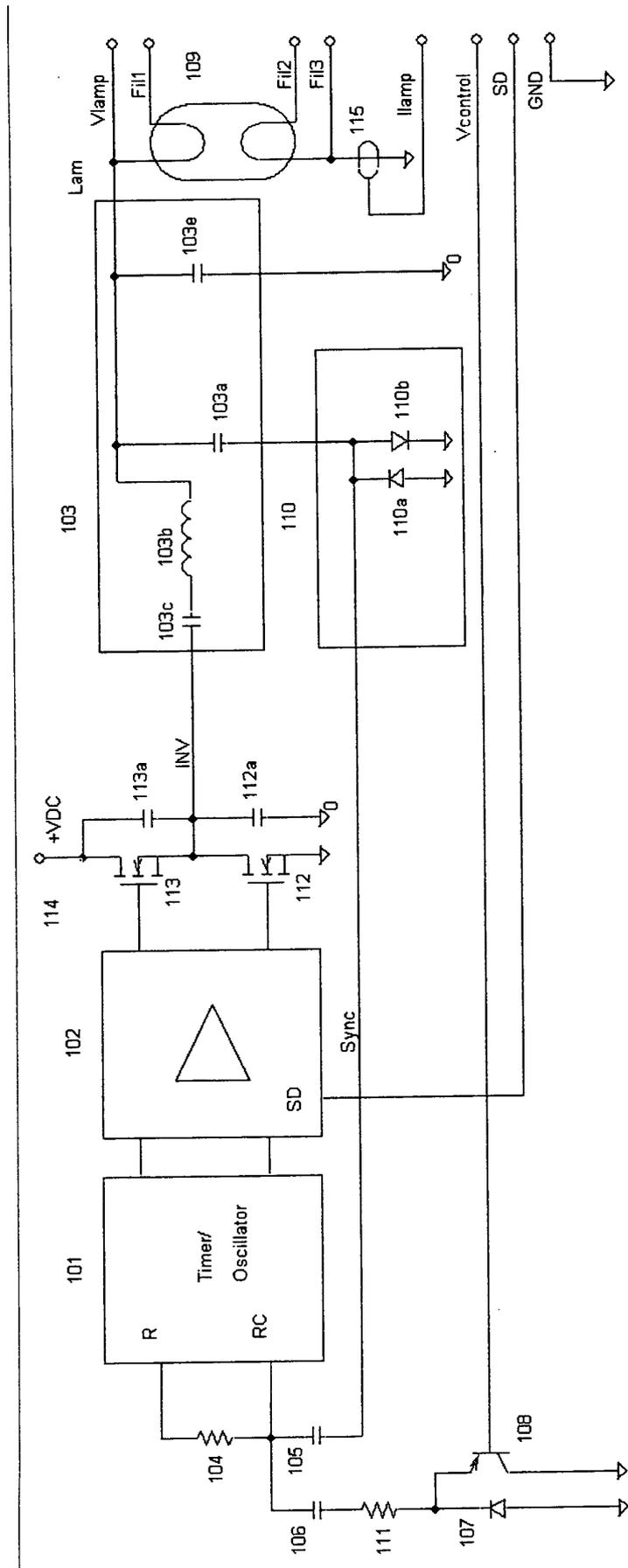


Fig. 2

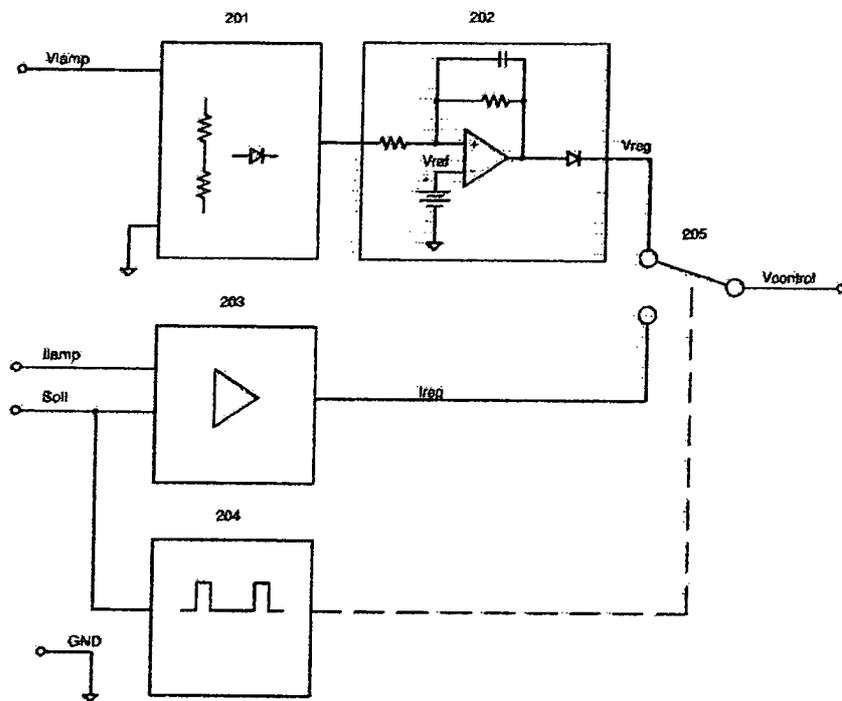


Fig. 3

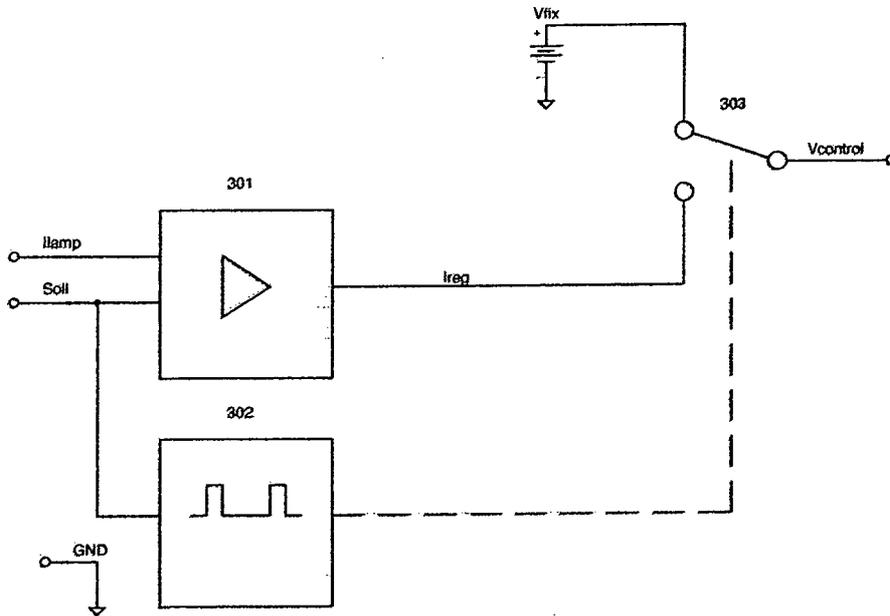


Fig. 4

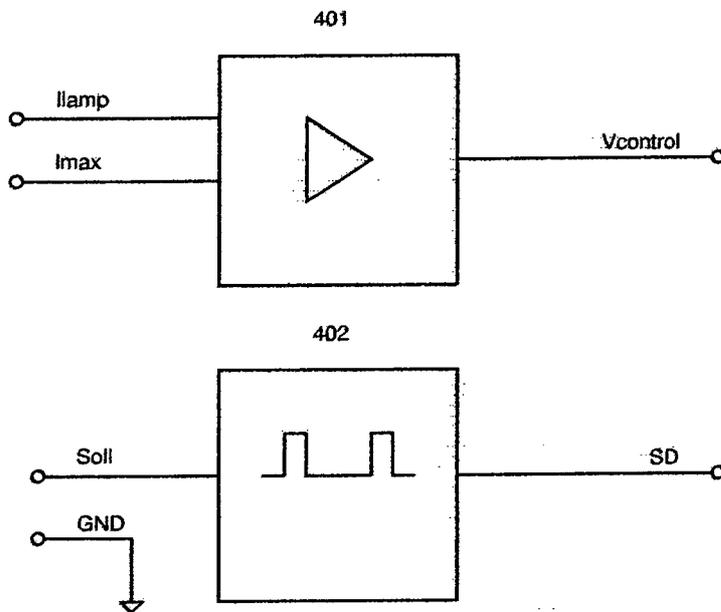


Fig. 5

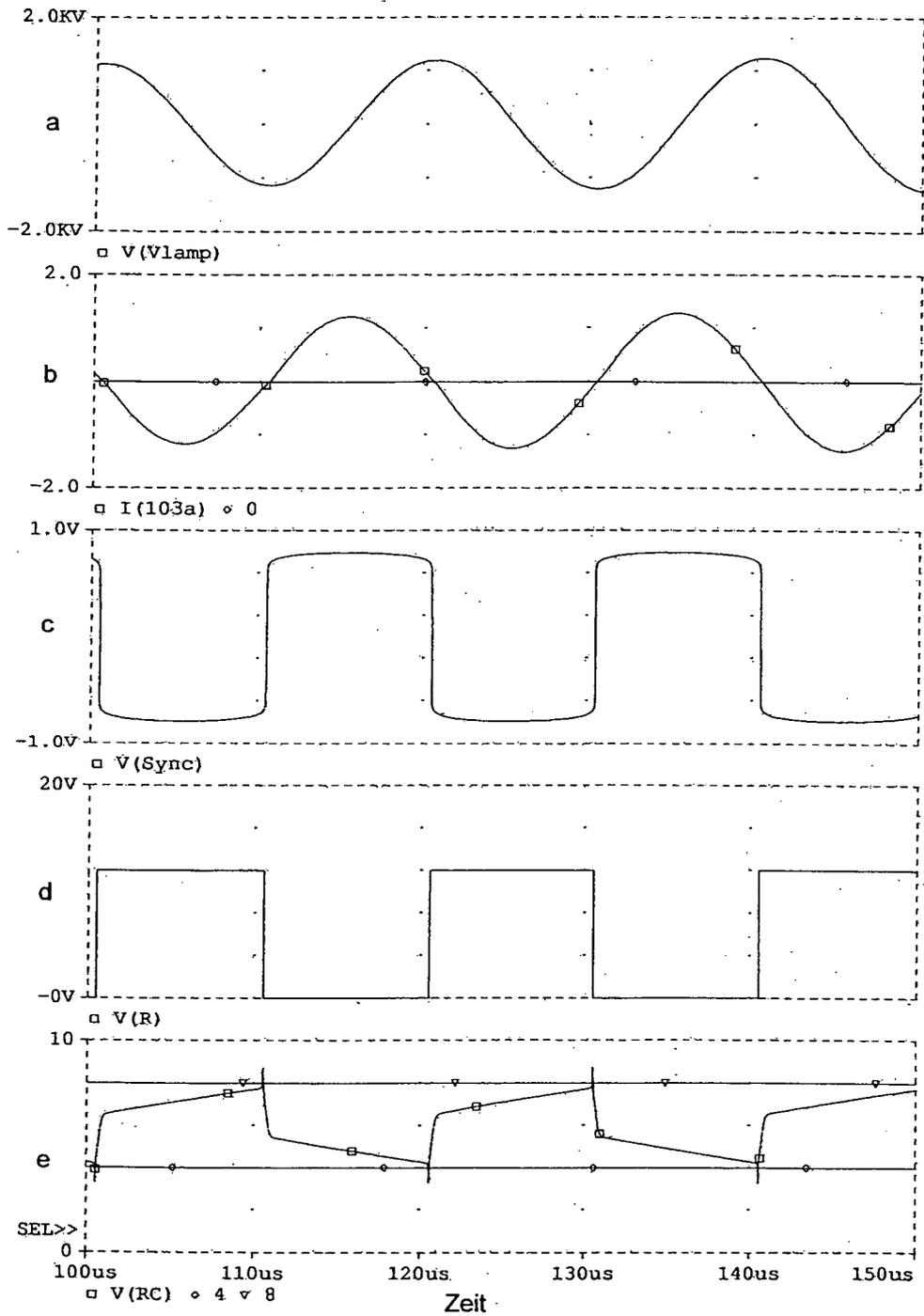


Fig. 6

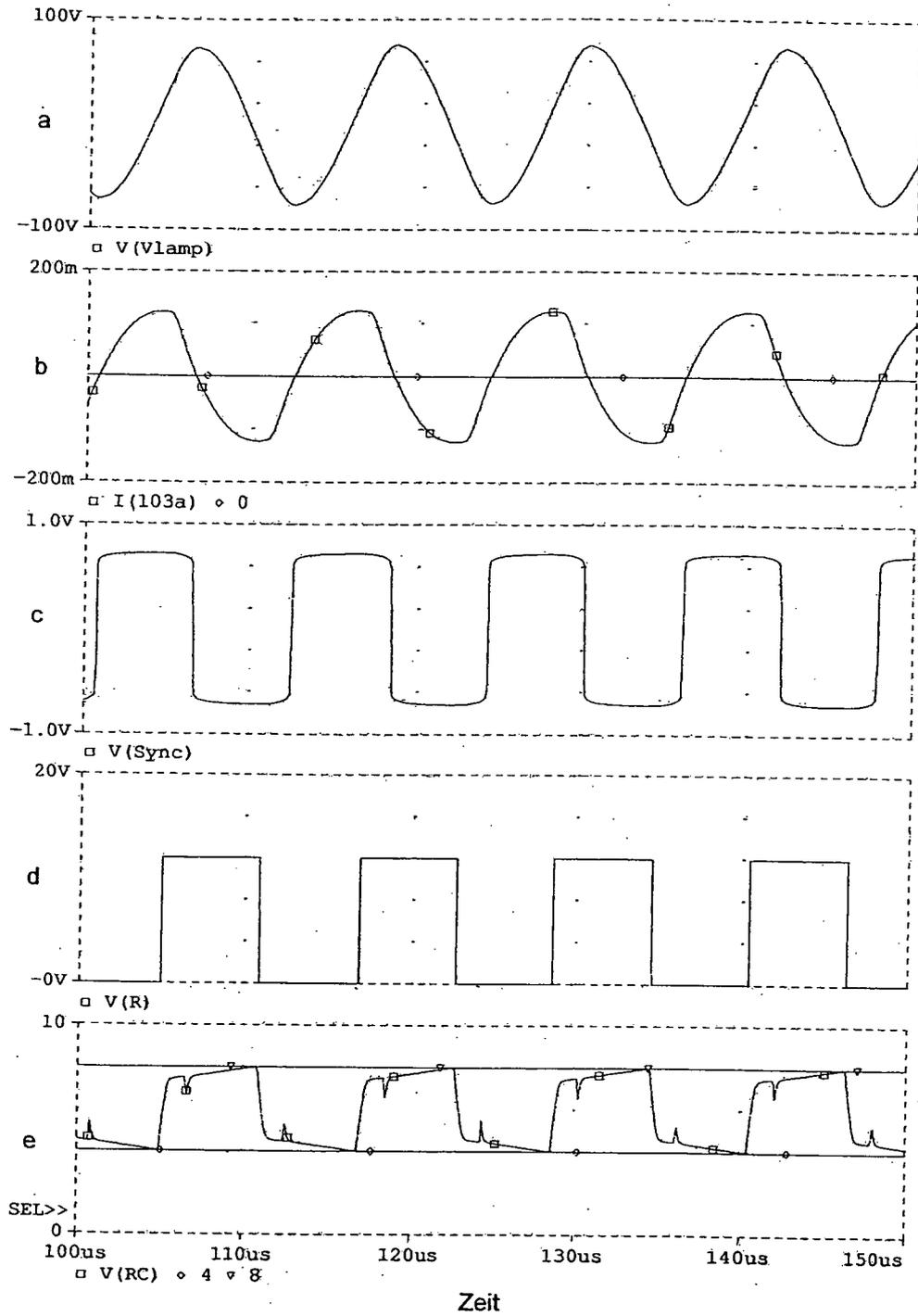


Fig. 7