



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 845 927 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
03.06.1998 Patentblatt 1998/23

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: H05B 41/29

(21) Anmeldenummer: 97115534.6

(22) Anmeldetag: 08.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

(71) Anmelder:  
Patent-Treuhand-Gesellschaft  
für elektrische Glühlampen mbH  
81543 München (DE)

(30) Priorität: 27.11.1996 DE 19649170

(72) Erfinder: Hirschmann, Walter  
81827 München (DE)

### (54) Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle

(57) Die Erfindung betrifft einen Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle mit extrem niedriger Versorgungsspannung. Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist als Eintakt-Sperrwandler ausgebildet, der als wesentliche Bauteile einen Schalttransistor (T) und einen Transformator (TR) mit einer Primärwicklung (N1) und zwei Sekundärwicklungen (N2, N3) aufweist. Um eine schonende Lampenzündung und so eine lange Lebensdauer der Lampe zu gewährleisten, wird zumindest eine der Elektrodenwendeln (E2) der Niederdruckentladungslampe (L) vor dem Zünden vorgeheizt. Die Heizspannung zum Vorheizen der Elektrodenwendel (E2) ist erfindungsgemäß entweder durch die Summe der positiv gerichteten Teilspannungen an der Primärwicklung (N1) und der Rückkopplungswicklung (N3) oder aber im wesentlichen allein durch die Induktionsspannung der Rückkopplungswicklung oder durch die Vorwärtsspannung der Rückkopplungswicklung und die Batteriespannung bestimmt.

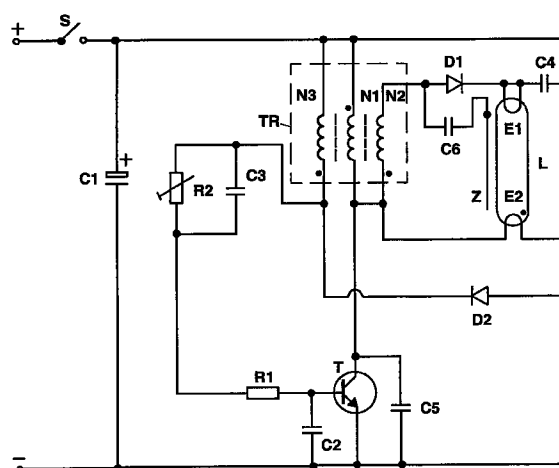


FIG. 1

EP 0 845 927 A2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, 2 oder 3.

### Stand der Technik

Eine derartige Schaltungsanordnung ist beispielsweise in der europäischen Patentanmeldung EP 0 655 880 offenbart. Die hier beschriebene Schaltungsanordnung ist als Eintakt-Sperrwandler mit einem Schalttransistor und einem Transformator ausgebildet. Der Transformator besitzt zwei Sekundärwicklungen, von denen die erste zur Ansteuerung der Steuerelektrode des Schalttransistors und die zweite zur Erzeugung der Zünd- und Betriebsspannung für die Niederdruckentladungslampe dient. Die Primärwicklung des Transformators ist in Reihe zur Schaltstrecke des Transistors geschaltet. Bei dieser Schaltungsanordnung ist ein Anschluß der ersten Sekundärwicklung über eine erste Diode mit einer ersten Lampenelektrode verbunden, während der andere Anschluß der ersten Sekundärwicklung mit der Primärwicklung und außerdem über eine zweite Diode mit der zweiten, heizbaren Lampenelektrode verbunden ist. Diese Schaltungsanordnung ermöglicht den Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer 5-Volt-Spannungsquelle.

### Darstellung der Erfindung

Es ist die Aufgabe der Erfindung eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle bereitzustellen, die es ermöglicht, die Niederdruckentladungslampe auch an einer Spannungsquelle mit extrem niedriger Versorgungsspannung, insbesondere an einer Versorgungsspannung von nur 2,5 V zu betreiben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1, 2 oder 3 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist als Eintakt-Sperrwandler, der einen Schalttransistor und einen Transformator mit einer Primärwicklung und zwei Sekundärwicklungen aufweist, ausgebildet. Die Primärwicklung des Transformators ist in Reihe zur Schaltstrecke des Transistors geschaltet. Die erste Sekundärwicklung dient zur Ansteuerung der Steuerelektrode des Schalttransistors, während mit Hilfe der zweiten Sekundärwicklung des Transformators die Zünd- und Betriebsspannung für die Niederdruckentladungslampe erzeugt wird.

Bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der erste Anschluß der Primärwicklung mit dem zweiten Anschluß der ersten Sekundärwicklung verbun-

den. Außerdem ist beim ersten Ausführungsbeispiel erfindungsgemäß der zweite Anschluß der Primärwicklung über die zweite, mit einer Vorheizspannung beaufschlagbaren Lampenelektrode der Niederdruckentladungslampe und über eine zweite Diode mit dem ersten Anschluß der ersten Sekundärwicklung verbunden. Dadurch ist gewährleistet, daß die zweite Lampenelektrode während ihrer Vorheizung mit einer ausreichend hohen Heizspannung beaufschlagt wird, da durch die erfindungsgemäße Verschaltung der Transformatorwicklungen an der aus der zweiten Lampenelektrodenwendel und der zweiten Diode bestehenden Reihenschaltung die Summe der Spannungen der Primärwicklung und der ersten Sekundärwicklung anliegt. Das heißt, daß die Heizspannung zum Vorheizen der Lampenelektrode im wesentlichen durch die Rückschlagspannung an der Primärwicklung und die dazu addierte Induktionsspannung der ersten Sekundärwicklung bestimmt ist.

Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist erfindungsgemäß der erste Anschluß der ersten Sekundärwicklung über eine Diode und über eine vorheizbare Elektrodenwendel der Niederdruckentladungslampe mit dem zweiten Anschluß der ersten Sekundärwicklung verbunden. Hier dient die erste Sekundärwicklung nicht nur zur Erzeugung des Ansteuerungssignals für die Steuerelektrode des Schalttransistors, sondern auch zur Erzeugung der Heizspannung zum Vorheizen der zweiten Elektrodenwendel der Niederdruckentladungslampe. Die Windungszahl der ersten Sekundärwicklung ist bei diesem Ausführungsbeispiel größer als die Windungszahl der Primärwicklung. Dadurch kann, aufgrund der entsprechend höheren Induktionsspannung, die erste Sekundärwicklung eine höhere Heizspannung für die vorheizbare Elektrodenwendel bereitstellen als es die Primärwicklung in der Schaltungsanordnung gemäß der europäischen Offenlegungsschrift EP 0 655 880 vermag.

Bei einem dritten Ausführungsbeispiel ist der zweite Anschluß der ersten Sekundärwicklung mit einem ersten Pol der Niedervolt-Spannungsquelle verbunden. Ferner ist erfindungsgemäß der erste Anschluß der ersten Sekundärwicklung über eine Diode und über eine vorheizbare Lampenelektrode der Niederdruckentladungslampe mit einem zweiten Pol der Niedervolt-Spannungsquelle verbunden. Durch diese erfindungsgemäße Verschaltung addieren sich während der Elektrodenvorheizphase die Induktionsspannung der ersten Sekundärwicklung und die Versorgungsspannung der Spannungsquelle, so daß an der aus der Diode und der vorheizbaren Lampenelektrodenwendel bestehenden Reihenschaltung die Summe dieser beiden Teilspannungen als Heizspannung zum Vorheizen der Elektrodenwendel verfügbar ist. Die verfügbare Heizspannung ist also größer als die Versorgungsspannung der Spannungsquelle. Die Elektrodenvorheizphase findet hier bei diesem Ausführungsbei-

spiel, im Gegensatz zu den ersten beiden Ausführungsbeispielen, während der Durchlaßphase des Schalttransistors des Eintakt-Sperrwandlers statt.

Um eine sichere Zündung der Niederdruckentladungslampe zu gewährleisten, weist die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung vorteilhafterweise einen Anschluß für eine Zündhilfeelektrode der Lampe auf. Dieser Anschluß ist, vorteilhafterweise über einen Kondensator, an die zweite Sekundärwicklung angeschlossen.

Nachstehend wird die Erfindung anhand dreier bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine Schaltskizze gemäß des ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung
- Figur 2 eine Schaltskizze gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung
- Figur 3 eine Schaltskizze gemäß des dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung die Schaltskizze des ersten bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Diese Schaltungsanordnung ist zum Betrieb einer Handleuchte, die mit einer U-förmigen Miniatur-Leuchtstofflampe ausgestattet ist, vorgesehen. Sie arbeitet nach dem Prinzip des Eintakt-Sperrwandlers und enthält als Hauptbestandteile einen Transistor T sowie einen Transformator TR mit einer Primärwicklung N1 und zwei Sekundärwicklungen N2, N3 und mit Ferritkern. Als Spannungsquelle dient eine Batterie oder ein Akkumulator, beispielsweise zwei Mignon-Zellen, die eine Versorgungsspannung von ca. 2,5 V liefern. Parallel zur Spannungsquelle ist ein Elektrolytkondensator C1 mit einer vergleichsweise hohen Kapazität geschaltet. Dieser Eingangskondensator C1 lädt sich auf die Batteriespannung auf und verhindert, daß sich der mit der Entladung der Batterie zunehmende Innenwiderstand ungünstig auf den Lampenbetrieb auswirkt, d.h., daß die Lampenhelligkeit mit zunehmender Entladung der Batterie zu sehr absinkt.

Der Pluspol des Kondensators C1 bzw. der Spannungsquelle ist einerseits mit dem Wicklungsanfang der Primärwicklung N1 und andererseits mit dem Wicklungsende der ersten Sekundärwicklung N3 des Transformators TR sowie mit dem ersten Anschluß des Kondensators C4 verbunden. Der andere Anschluß des Kondensators C4 ist an die beiden, untereinander kurzgeschlossenen Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E1 der Niederdruckentladungslampe L

angeschlossen. Die erste Elektrodenwendel E1 ist ferner mit der Kathode einer ersten Diode D1 verbunden. Die Anode der Diode D1 ist einerseits an das Wicklungsende der zweiten Sekundärwicklung N2 und andererseits an einen ersten Anschluß eines Zündhilfskondensators C6 angeschlossen. Der andere Anschluß des Zündhilfskondensators C6 ist an eine Zündhilfeelektrode Z der Niederdruckentladungslampe L angeschlossen. Diese Zündhilfeelektrode Z ist entweder außen am Lampenkolben angebracht oder ist in die Lampe teilweise umgebender Reflektorkörper, der entweder aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht oder aber mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen ist.

Das Wicklungsende der Primärwicklung N1 ist zum Kollektoranschluß des Schalttransistors T geführt, während der Emitteranschluß des Transistors T an den Minuspol des Eingangskondensators C1 bzw. der Spannungsquelle angeschlossen ist. Der Basisanschluß des Transistors T ist über einen Tiefpaß R1, C2 und über einen einstellbaren ohmschen Widerstand R2 zum Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N3 des Transformators geführt. Parallel zum einstellbaren Widerstand R2 ist eine Kapazität C3 geschaltet. Der Tiefpaßkondensator C2 liegt parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Transistors T. Parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T ist ein Kondensator C5 angeordnet, der die auftretende Verlustleistung verringert.

Außerdem ist das Wicklungsende der Primärwicklung N1 mit dem Wicklungsanfang der zweiten Sekundärwicklung N2 und mit dem ersten Anschluß der zweiten Elektrodenwendel E2 der Niederdruckentladungslampe L verbunden. Der zweite Anschluß der zweiten Elektrodenwendel E2 ist an die Anode einer zweiten Diode D2 angeschlossen. Die Kathode der zweiten Diode D2 ist mit dem Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N3 verbunden. Das Bezugszeichen S bezeichnet den Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten der Schaltungsanordnung.

Diese Schaltungsanordnung arbeitet nach dem Funktionsprinzip des Eintakt-Sperrwandlers. Während der Leitphase des Transistors T speichert der Transformator TR primärseitig Energie, die er in der Sperrphase über die Sekundärwicklung N2 an die Lampe L abgibt. Der Schalttransistor T wird mittels der ersten, zur Primärwicklung N1 rückgekoppelten Sekundärwicklung N3 und mittels der Bauteile R2 und C3 gesteuert.

Nach dem Einschalten des Schalters S fließt durch die Rückkopplungswicklung N3 des Transformators TR ein Strom, der zum Durchschalten des Transistors T führt und einen anwachsenden Strom durch die Primärwicklung N1 sowie über die nun leitfähige Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T verursacht. Hat der Stromfluß durch die Primärwicklung N1 seinen Maximalwert erreicht, dann wird in der Rückkopplungswicklung N3 eine gegensinnig gepolte Spannung, Rückschlagspannung genannt, induziert, die den Transistor T sperrt. Nach dem Abklingen des Induktionvor-

ganges wird der Transistor T mittels der Rückkopplung zwischen der Primär- N1 und der Rückkopplungswicklung N3 wieder eingeschaltet. Es beginnt ein neuer Schaltzyklus.

Beim Sperren des Transistors T wird in der zweiten Sekundärwicklung N2 ebenfalls eine Induktionsspannung hervorgerufen, die die für die Lampe L erforderliche Zünd- bzw. Betriebsspannung erzeugt. Die Diode D1 und der geringe Widerstand der noch kalten Lampenelektrodenwendel E2 verhindern ein sofortiges Durchzünden der Lampe L. Zunächst fließt durch die zweite Elektrodenwendel E2 der Lampe L und die Diode D2 ein von der Primärwicklung N1 und der Rückkopplungswicklung N3 gespeister Heizstrom. Während der Elektrodenvorheizphase, in der Sperrphase des Schalttransistors T liegt an der zweiten Elektrodenwendel E2, das heißt, über den beiden Anschlüssen der Elektrodenwendel E2, die um den Spannungsabfall an der Diode D2 verminderte Summe der an der Primärwicklung N1 und an der Rückkopplungswicklung N3 abfallenden Teilspannungen an. Das heißt, daß während der Vorheizphase der Elektrodenwendel E2 die Rückschlagspannung der ersten Sekundärwicklung N3 und die durch Selbstinduktion in der Primärwicklung N1 erzeugte Teilspannung so gepolt sind, daß sie additiv zur Heizspannung an der Elektrodenwendel E2 beitragen. Mit wachsender Aufheizung der Elektrodenwendel E2 nimmt ihr ohmscher Widerstand zu, wodurch auch die in der Sekundärwicklung N2 induzierte Spannung ansteigt, bis zwischen den Lampenelektroden E1, E2 die Zündspannung von ca. 700 Volt erreicht wird und die Lampe L durchzündet, so daß die Entladungsstrecke elektrisch leitfähig wird. Die Elektrodenheizphase erstreckt sich über mehrere Schaltzyklen des Transistors T und dauert ca. 0,25 sec. Die Schaltfrequenz des Transistors T liegt oberhalb von 20 KHz.

Da die beiden Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E1 untereinander kurzgeschlossen sind, das heißt, miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wird diese Elektrodenwendel E1 vor dem Zünden der Niederdruckentladungslampe L nicht vorgeheizt.

Nach dem Durchzünden der Lampe L liegt an ihr nur noch die deutlich geringere Betriebsspannung von ca. 110 Volt an. Da der Sperrwandler die Lampe L nur während der Sperrphase des Transistors T versorgt, wird die Lampe L vermeintlich mit unipolaren Gleichstromimpulsen betrieben. Die Diode D1 besitzt nämlich eine gewisse Sperrverzögerung, die einen kurzzeitigen Stromfluß auch in Sperrichtung erlaubt, sodaß durch die Lampe L ein hochfrequenter Wechselstrom fließt. Ein ausreichend hoher Heizstrom durch die zweite Elektrodenwendel E2 der Lampe L fließt nur während der Sperrphase des Transistors T und auch nur vor dem Zünden der Lampe. Der Kondensator C4 dient zur Glättung der Zündspannung und erlaubt ein besseres Durchzünden der Leuchtstofflampe.

Die Basisansteuerung des Schalttransistors T umfaßt neben der Rückkopplungswicklung N3 des

Transformators einen einstellbaren ohmschen Widerstand R2 mit einem parallel dazu geschalteten Kondensator C3 und einen Tiefpaß, der aus dem ohmschen Widerstand R1 und der Kapazität C2 besteht. Der Tiefpaß filtert hochfrequente Anteile aus dem Basiseingangssignal des Transistors T heraus. Mit Hilfe des Basisvorwiderstandes R2 und der dazu parallel geschalteten Kapazität C3 kann, bei geeigneter Dimensionierung die Schaltfrequenz des Transistors auf einen Sollwert eingestellt werden. Der Tabelle 1 kann eine geeignete Dimensionierung der beim ersten Ausführungsbeispiel verwendeten Bauteile entnommen werden.

In der Figur 2 ist eine Schaltskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung schematisch abgebildet. Auch diese Schaltungsanordnung ist zum Betrieb einer Handleuchte, die mit einer U-förmigen Miniatur-Leuchtstofflampe ausgestattet ist, vorgesehen. Sie arbeitet ebenfalls nach dem Prinzip des Eintakt-Sperrwandlers und enthält als Hauptbestandteile einen Transistor T' sowie einen Transformator TR' mit einer Primärwicklung N4 und zwei Sekundärwicklungen N5, N6 und mit Ferritkern. Als Spannungsquelle dient eine Batterie oder ein Akkumulator, beispielsweise zwei Mignon-Zellen, die eine Versorgungsspannung von ca. 2,5 V liefern. Parallel zur Spannungsquelle ist ein Elektrolytkondensator C7 mit einer vergleichsweise hohen Kapazität geschaltet. Dieser Eingangskondensator C7 lädt sich auf die Batteriespannung auf und verhindert, daß sich der mit der Entladung der Batterie zunehmende Innenwiderstand ungünstig auf den Lampenbetrieb auswirkt, d.h., daß die Lampenhelligkeit mit zunehmender Entladung der Batterie zu sehr absinkt.

Der Pluspol des Kondensators C7 bzw. der Spannungsquelle ist einerseits mit dem Wicklungsanfang der Primärwicklung N4 und andererseits mit dem Wicklungsende der ersten Sekundärwicklung N6 des Transformators TR' sowie mit dem ersten Anschluß des Kondensators C10 verbunden. Der andere Anschluß des Kondensators C10 ist an die beiden, untereinander kurzgeschlossenen Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E1' der Niederdruckentladungslampe L' angeschlossen. Die erste Elektrodenwendel E1' ist ferner mit der Kathode einer ersten Diode D3 verbunden. Die Anode der Diode D3 ist einerseits an das Wicklungsende der zweiten Sekundärwicklung N5 und andererseits an einen ersten Anschluß eines Zündhilfskondensators C12 angeschlossen. Der andere Anschluß des Zündhilfskondensators C12 ist an eine Zündhilfeelektrode Z' der Niederdruckentladungslampe L' angeschlossen. Diese Zündhilfeelektrode Z' ist entweder außen am Lampenkolben angebracht oder ist ein die Lampe teilweise umgebender Reflektorkörper, der entweder aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht oder aber mit einer elektrisch leitenden Beschichtung versehen ist.

Das Wicklungsende der Primärwicklung N4 ist zum Kollektoranschluß des Schalttransistors T' geführt, wäh-

rend der Emitteranschluß des Transistors T' an den Minuspol des Eingangskondensators C7 bzw. der Spannungsquelle angeschlossen ist. Der Basisanschluß des Transistors T' ist über einen Tiefpaß R3, C8 und über einen einstellbaren ohmschen Widerstand R4 zum Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N6 des Transformators geführt. Parallel zum einstellbaren Widerstand R4 ist eine Kapazität C9 geschaltet. Der Tiefpaßkondensator C8 liegt parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Transistors T'. Parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T' ist ein Kondensator C11 angeordnet, der die auftretende Verlustleistung verringert.

Außerdem ist das Wicklungsende der Primärwicklung N4 mit dem Wicklungsanfang der zweiten Sekundärwicklung N5 verbunden. Der Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N6 ist mit der Kathode der zweiten Diode D4 verbunden. Die Anode der zweiten Diode D4 ist an einen ersten Anschluß der zweiten Elektrodenwendel E2' der Niederdruckentladungslampe L' angeschlossen. Der andere Anschluß dieser Elektrodenwendel E2' ist mit einem Anschluß des Kondensators C10, mit dem Wicklungsanfang der Primärwicklung N4 und mit dem Wicklungsende der ersten Sekundärwicklung N6 verbunden. Das Bezugszeichen S in Figur 2 bezeichnet den Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten der Schaltungsanordnung.

Diese Schaltungsanordnung arbeitet ebenfalls nach dem Funktionsprinzip des Eintakt-Sperrwandlers. Während der Leitphase des Transistors T' speichert der Transformator TR' primärseitig Energie, die er in der Sperrphase über die Sekundärwicklung N5 an die Lampe L' abgibt. Der Schalttransistor T' wird mittels der ersten, zur Primärwicklung N4 rückgekoppelten Sekundärwicklung N6 gesteuert.

Nach dem Einschalten des Schalters S fließt durch die Rückkopplungswicklung N6 des Transformators TR' ein Strom, der zum Durchschalten des Transistors T' führt und einen anwachsenden Strom durch die Primärwicklung N4 sowie über die nun leitfähige Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T' verursacht. Hat der Stromfluß durch die Primärwicklung N4 seinen Maximalwert erreicht, dann wird in der Rückkopplungswicklung N6 eine gegensinnig gepolte Spannung, Rückschlagspannung genannt, induziert, die den Transistor T' sperrt. Nach dem Abklingen des Induktionvorganges wird der Transistor T' mittels der Rückkopplung zwischen der Primär- N4 und der Rückkopplungswicklung N6 wieder eingeschaltet. Es beginnt ein neuer Schaltzyklus.

Beim Sperren des Transistors T' wird in der zweiten Sekundärwicklung N5 ebenfalls eine Induktionsspannung hervorgerufen, die die für die Lampe L' erforderliche Zünd- bzw. Betriebsspannung erzeugt. Die Diode D3 und der geringe Widerstand der noch kalten Lampenelektrodenwendel E2' verhindern ein sofortiges Durchzünden der Lampe L'. Zunächst fließt durch die Diode D4 und die zweite Elektrodenwendel E2' der

Lampe L' ein von der Rückkopplungswicklung N6 gespeister Heizstrom. Während der Elektrodenvorheizphase, in der Sperrphase des Schalttransistors T' liegt an der zweiten Elektrodenwendel E2', das heißt, über den beiden Anschlüssen der Elektrodenwendel E2', die um den Spannungsabfall an der Diode D4 verminderte Rückschlagspannung der Rückkopplungswicklung N6 an. Mit wachsender Aufheizung der Elektrodenwendel E2' nimmt ihr ohmscher Widerstand zu, wodurch auch die in der Sekundärwicklung N5 induzierte Spannung ansteigt, bis zwischen den Lampenelektroden E1', E2' die Zündspannung von ca. 700 Volt erreicht wird und die Lampe L' durchzündet, so daß die Entladungsstrecke elektrisch leitfähig wird. Die Elektrodenheizphase erstreckt sich über mehrere Schaltzyklen des Transistors T' und dauert ca. 0,25 sec. Die Schaltfrequenz des Transistors T' liegt oberhalb von 20 KHz.

Da die beiden Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E1' untereinander kurzgeschlossen sind, das heißt, miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wird diese Elektrodenwendel E1' vor dem Zünden der Niederdruckentladungslampe L' nicht vorgeheizt.

Nach dem Durchzünden der Lampe L' liegt an ihr nur noch die deutlich geringere Betriebsspannung von ca. 110 Volt an. Da der Sperrwandler die Lampe L' nur während der Sperrphase des Transistors T' versorgt, wird die Lampe L' vermeintlich mit unipolaren Gleichstromimpulsen betrieben. Die Diode D3 besitzt nämlich eine gewisse Sperrverzögerung, die einen kurzzeitigen Stromfluß auch in Sperrrichtung erlaubt, sodaß durch die Lampe L' ein hochfrequenter Wechselstrom fließt. Ein ausreichend hoher Heizstrom durch die zweite Elektrodenwendel E2' der Lampe L' fließt nur während der Sperrphase des Transistors T' und auch nur vor dem Zünden der Lampe. Der Kondensator C10 dient zur Glättung der Zündspannung und erlaubt ein besseres Durchzünden der Leuchtstofflampe.

Die Basisansteuerung des Schalttransistors T' umfaßt neben der Rückkopplungswicklung N6 des Transformators einen einstellbaren ohmschen Widerstand R4 mit einem parallel dazu geschalteten Kondensator C9 und einen Tiefpaß, der aus dem ohmschen Widerstand R3 und der Kapazität C8 besteht. Der Tiefpaß filtert hochfrequente Anteile aus dem Basis Eingangssignal des Transistors T' heraus. Mit Hilfe des Basisvorwiderstandes R4 und der dazu parallel geschalteten Kapazität C9 kann, bei geeigneter Dimensionierung die Schaltfrequenz des Transistors auf einen Sollwert eingestellt werden.

Die Funktionsweise des zweiten Ausführungsbeispiels ist also vollkommen analog zu der des ersten Ausführungsbeispiels. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß beim zweiten Ausführungsbeispiel die Heizspannung zum Vorheizen der zweiten Elektrodenwendel E2' der Niederdruckentladungslampe L' im wesentlichen allein durch die Rückschlagspannung an der Rückkopplungswicklung N6 bestimmt wird und nicht durch die Summe der Teilspannungen an der Primär-

und Rückkopplungswicklung, wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Aus diesem Grund besitzt beim zweiten Ausführungsbeispiel die erste Sekundärwicklung, das heißt, die Rückkopplungswicklung N6 des Transformators TR' eine deutlich größere Windungszahl als die Primärwicklung N4. Eine geeignete Dimensionierung der beim zweiten Ausführungsbeispiel verwendeten Bauteile kann der Tabelle 2 entnommen werden.

Figur 3 zeigt eine schematische Schaltskizze eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Auch diese Schaltungsanordnung ist zum Betrieb einer Handleuchte' die mit einer U-förmigen Miniatur-Leuchtstofflampe ausgestattet ist, vorgesehen. Sie arbeitet ebenfalls nach dem Prinzip des Eintakt-Sperrwandlers und enthält als Hauptbestandteile einen Transistor T" sowie einen Transformator TR" mit einer Primärwicklung N7 und zwei Sekundärwicklungen N8, N9 und mit Ferritkern. Als Spannungsquelle dient eine Batterie oder ein Akkumulator, beispielsweise zwei Mignon-Zellen, die eine Versorgungsspannung von ca. 2,5 V liefern. Parallel zur Spannungsquelle ist ein Elektrolytkondensator C13 mit einer vergleichsweise hohen Kapazität geschaltet. Dieser Eingangskondensator C13 lädt sich auf die Batteriespannung auf und verhindert, daß sich der mit der Entladung der Batterie zunehmende Innenwiderstand ungünstig auf den Lampenbetrieb auswirkt, d.h., daß die Lampenhelligkeit mit zunehmender Entladung der Batterie zu sehr absinkt.

Der Pluspol des Kondensators C13 bzw. der Spannungsquelle ist einerseits mit dem Wicklungsanfang der Primärwicklung N7 und andererseits mit dem Wicklungsende der ersten Sekundärwicklung N9 des Transformators TR" sowie mit dem ersten Anschluß des Kondensators C16 verbunden. Der andere Anschluß des Kondensators C16 ist an die beiden, untereinander kurzgeschlossenen Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E3 der Niederdruckentladungslampe L" angeschlossen. Die erste Elektrodenwendel E3 ist ferner mit der Kathode einer ersten Diode D5 verbunden. Die Anode der Diode D5 ist einerseits an das Wicklungsende der zweiten Sekundärwicklung N8 und andererseits an einen ersten Anschluß eines Zündhilfskondensators C18 angeschlossen. Der andere Anschluß des Zündhilfskondensators C18 ist an eine Zündhilfeelektrode Z" der Niederdruckentladungslampe L" angeschlossen. Diese Zündhilfeelektrode Z" ist entweder außen am Lampenkolben angebracht oder ist ein die Lampe teilweise umgebender Reflektorkörper, der entweder aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht oder aber mit einer elektrisch leitenden Beschichtung versehen ist.

Das Wicklungsende der Primärwicklung N7 ist zum Kollektoranschluß des Schalttransistors T" geführt, während der Emitteranschluß des Transistors T" an den Minuspol des Eingangskondensators C13 bzw. der Spannungsquelle angeschlossen ist. Der Basisanschluß des Transistors T" ist über einen Tiefpaß R5, C14 und über einen einstellbaren ohmschen Wider-

stand R6 zum Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N9 des Transformators geführt. Parallel zum einstellbaren Widerstand R6 ist eine Kapazität C15 geschaltet. Der Tiefpaßkondensator C14 liegt parallel zur Basis-Emitter-Strecke des Transistors T". Parallel zur Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T" ist ein Kondensator C17 angeordnet, der die auftretende Verlustleistung verringert.

Außerdem ist das Wicklungsende der Primärwicklung N7 mit dem Wicklungsanfang der zweiten Sekundärwicklung N8 verbunden. Der Wicklungsanfang der ersten Sekundärwicklung N9 ist mit der Anode der zweiten Diode D6 verbunden. Die Kathode der zweiten Diode D6 ist an einen ersten Anschluß der zweiten Elektrodenwendel E4 der Niederdruckentladungslampe L" angeschlossen. Der andere Anschluß dieser Elektrodenwendel E4 ist mit dem Minuspol der Spannungsquelle bzw. mit dem negativen Anschluß des Elektrolytkondensators C13 verbunden. Das Bezugszeichen S in Figur 3 bezeichnet den Schalter zum Ein- bzw. Ausschalten der Schaltungsanordnung.

Auch diese Schaltungsanordnung arbeitet nach dem Funktionsprinzip des Eintakt-Sperrwandlers. Während der Leitphase des Transistors T" speichert der Transformator TR" primärseitig Energie, die er in der Sperrphase über die Sekundärwicklung N8 an die Lampe L" abgibt. Der Schalttransistor T" wird mittels der ersten, zur Primärwicklung N7 rückgekoppelten Sekundärwicklung N9 und mittels der Bauteile R6 und C15 gesteuert.

Nach dem Einschalten des Schalters S fließt durch die Rückkopplungswicklung N9 des Transformators TR" ein Strom, der zum Durchschalten des Transistors T" führt und einen anwachsenden Strom durch die Primärwicklung N7 sowie über die nun leitfähige Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors T" verursacht. Hat der Stromfluß durch die Primärwicklung N7 seinen Maximalwert erreicht, dann wird in der Rückkopplungswicklung N9 eine gegensinnig gepolte Spannung induziert, die den Transistor T" sperrt. Nach dem Abklingen des Induktionvorganges wird der Transistor T" mittels der Rückkopplung zwischen der Primär- N7 und der Rückkopplungswicklung N9 wieder eingeschaltet. Es beginnt ein neuer Schaltzyklus.

Beim Sperren des Transistors T" wird in der zweiten Sekundärwicklung N8 ebenfalls eine Induktionsspannung hervorgerufen, die die für die Lampe L" erforderliche Zünd- bzw. Betriebsspannung erzeugt. Die Diode D5 und der geringe Widerstand der noch kalten Lampenelektrodenwendel E4 verhindern ein sofortiges Durchzünden der Lampe L". Zunächst fließt während der Durchlaßphase des Transistors T" durch die Diode D6 und durch die zweite Elektrodenwendel E4 ein von der Induktionsspannung in der ersten Sekundärwicklung und von der Batteriespannung gespeister Heizstrom, der die Lampenelektrode E4 vor dem Zünden der Niederdruckentladungslampe L" erhitzt. Während der Durchlaßphase des Schalttransistors T" ist die

Induktionsspannung der ersten Sekundärwicklung N9 nämlich so gepolt, daß sie und die Batteriespannung additiv zur Heizspannung an der Elektrodenwendel E4 beitragen. Die Elektrodenheizphase erstreckt sich über mehrere Schaltzyklen des Transistors T' und dauert ca. 0,25 sec. Die Schaltfrequenz des Transistors T' liegt oberhalb von 20 KHz. Danach zündet die Niederdruckentladungslampe L" durch, das heißt, zwischen den beiden Elektrodenwendeln E3, E4 bildet sich eine Gasentladung aus.

Da die beiden Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E3 untereinander kurzgeschlossen sind, das heißt, miteinander elektrisch leitend verbunden sind, wird diese Elektrodenwendel E3 vor dem Zünden der Niederdruckentladungslampe L" nicht vorgeheizt.

Nach dem Durchzünden der Lampe L" liegt an ihr nur noch die deutlich geringere Betriebsspannung von ca. 110 Volt an. Da der Sperrwandler die Lampe L" nur während der Sperrphase des Transistors T" versorgt, wird die Lampe L" vermeintlich mit unipolaren Gleichstromimpulsen betrieben. Die Diode D5 besitzt nämlich eine gewisse Sperrverzögerung, die einen kurzzeitigen Stromfluß auch in Sperrichtung erlaubt, sodaß durch die Lampe L" ein hochfrequenter Wechselstrom fließt. Der Kondensator C16 dient zur Glättung der Zündspannung und erlaubt ein besseres Durchzünden der Leuchtstofflampe.

Die Basisansteuerung des Schalttransistors T" umfaßt neben der Rückkopplungswicklung N9 des Transformators einen einstellbaren ohmschen Widerstand R6 mit einem parallel dazu geschalteten Kondensator C15 und einen Tiefpaß, der aus dem ohmschen Widerstand R5 und der Kapazität C14 besteht. Der Tiefpaß filtert hochfrequente Anteile aus dem Basiseingangssignal des Transistors T" heraus. Mit Hilfe des Basisvorwiderstandes R6 und der dazu parallel geschalteten Kapazität C15 kann, bei geeigneter Dimensionierung die Schaltfrequenz des Transistors auf einen Sollwert eingestellt werden.

Eine geeignete Dimensionierung der beim zweiten Ausführungsbeispiel verwendeten Bauteile kann der Tabelle 3 entnommen werden.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die beiden oben näher beschriebenen Ausführungsbeispiele. Beispielsweise ist es auch möglich, beide Elektrodenwendeln der Niederdruckentladungslampe vor dem Zünden der Lampe vorzuheizen, indem auf ein Kurzschließen der beiden Anschlüsse der ersten Elektrodenwendel E1 bzw. E1' bzw. E3 verzichtet wird. Außerdem kann in Reihe zum variablen Widerstand R2 bzw. R4 bzw. R6 ein Dimmpotentiometer geschaltet werden, das ein Dimmen oder einen Sparbetrieb der Niederdruckentladungslampe ermöglicht. Sparbetrieb bedeutet, daß die Lampe mit einer Leistung betrieben wird, die kleiner als ihre Nennleistung ist.

Tabelle 1

Dimensionierung der Schaltungsanordnung gemäß des ersten Ausführungsbeispiels	
Ferrit-Transformator	EF16
N1, N3	25 Windungen
N2	420 Windungen
R1	47 $\Omega$
R2	1 K $\Omega$
C1	100 $\mu$
C2, C5	10 nF
C3	22 nF
C4	100 pF
T	D882-Y
D1, D2	1N4937

Tabelle 2

Dimensionierung der Schaltungsanordnung gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels	
Ferrit-Transformator	EF16
N4	25 Windungen
N6	50 Windungen
N5	420 Windungen
R3	47 $\Omega$
R4	1 K $\Omega$
C7	100 $\mu$
C8, C11	10 nF
C9	22 nF
C10	100 pF
T'	D882-Y
D3, D4	1N4937

Tabelle 3

Dimensionierung der Schaltungsanordnung gemäß des dritten Ausführungsbeispiels	
Ferrit-Transformator	EF16
N7, N9	25 Windungen
N8	420 Windungen
R5	47 $\Omega$
R6	1 K $\Omega$
C13	100 $\mu$
C14, C17	10 nF
C15	22 nF
C16	100 pF
T"	D882-Y
D5, D6	1N4937

### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle, wobei die Schaltungsanordnung folgende Merkmale aufweist:

- die Schaltungsanordnung als Eintakt-Sperrwandler ausgebildet ist, der einen Transistor (T) und einen Transformator (TR) besitzt,
- die Primärwicklung (N1) des Transformators (TR) in Reihe zur Schaltstrecke des Transistors (T) geschaltet ist und einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzt,
- der Transformator (TR) eine erste (N3) und eine zweite Sekundärwicklung (N2) aufweist, die jeweils einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzen,
- die erste Sekundärwicklung (N3) zur Ansteuerung der Steuerelektrode des Transistors (T) dient,
- der erste Anschluß der Primärwicklung (N1) mit dem zweiten Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N3) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Anschluß der Primärwicklung (N1) über eine zweite, mit einer Vorheizspannung beaufschlagbaren Lampenelektrode (E2) der Niederdruckentladungslampe (L) und über eine zweite Diode (D2) mit dem ersten Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N3) verbunden ist.

2. Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Nieder-

druckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle, wobei die Schaltungsanordnung folgende Merkmale aufweist:

- die Schaltungsanordnung als Eintakt-Sperrwandler ausgebildet ist, der einen Transistor (T') und einen Transformator (TR') besitzt,
- die Primärwicklung (N4) des Transformators (TR') in Reihe zur Schaltstrecke des Transistors (T') geschaltet ist und einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzt,
- der Transformator (TR') eine erste (N6) und eine zweite Sekundärwicklung (N5) aufweist, die jeweils einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzen,
- die erste Sekundärwicklung (N6) zur Ansteuerung der Steuerelektrode des Transistors (T') dient,

dadurch gekennzeichnet, daß der erste Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N6) über eine Diode (D4) und über eine vorheizbare Lampenelektrode (E2') der Niederdruckentladungslampe (L') mit dem zweiten Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N6) verbunden ist.

3. Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Niederdruckentladungslampe an einer Niedervolt-Spannungsquelle, wobei die Schaltungsanordnung folgende Merkmale aufweist:

- die Schaltungsanordnung als Eintakt-Sperrwandler ausgebildet ist, der einen Transistor (T'') und einen Transformator (TR'') besitzt,
- die Primärwicklung (N7) des Transformators (TR'') in Reihe zur Schaltstrecke des Transistors (T'') geschaltet ist und einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzt,
- der Transformator (TR'') eine erste (N9) und eine zweite Sekundärwicklung (N8) aufweist, die jeweils einen ersten und einen zweiten Anschluß besitzen,
- die erste Sekundärwicklung (N9) zur Allsteuerung der Steuerelektrode des Transistors (T'') dient,
- der zweite Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N9) mit einem ersten Pol der Niedervolt-Spannungsquelle verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, daß der erste Anschluß der ersten Sekundärwicklung (N9) über eine Diode und über eine vorheizbare Lampenelektrode (E4) der Niederdruckentladungslampe (L'') mit einem zweiten Pol der Niedervolt-Spannungsquelle verbunden ist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die



Schaltungsanordnung einen Anschluß für eine Zündhilfelektrode (Z; Z'; Z'') der Niederdruckentladungslampe (L; L'; L'') aufweist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Sekundärwicklung (N2; N5; N8) an einen ersten Anschluß eines Kondensators (C6; C12; C18) angeschlossen ist, dessen zweiter Anschluß mit dem Anschluß für die Zündhilfelektrode (Z; Z'; Z'') der Niederdruckentladungslampe (L; L'; L'') verbunden ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

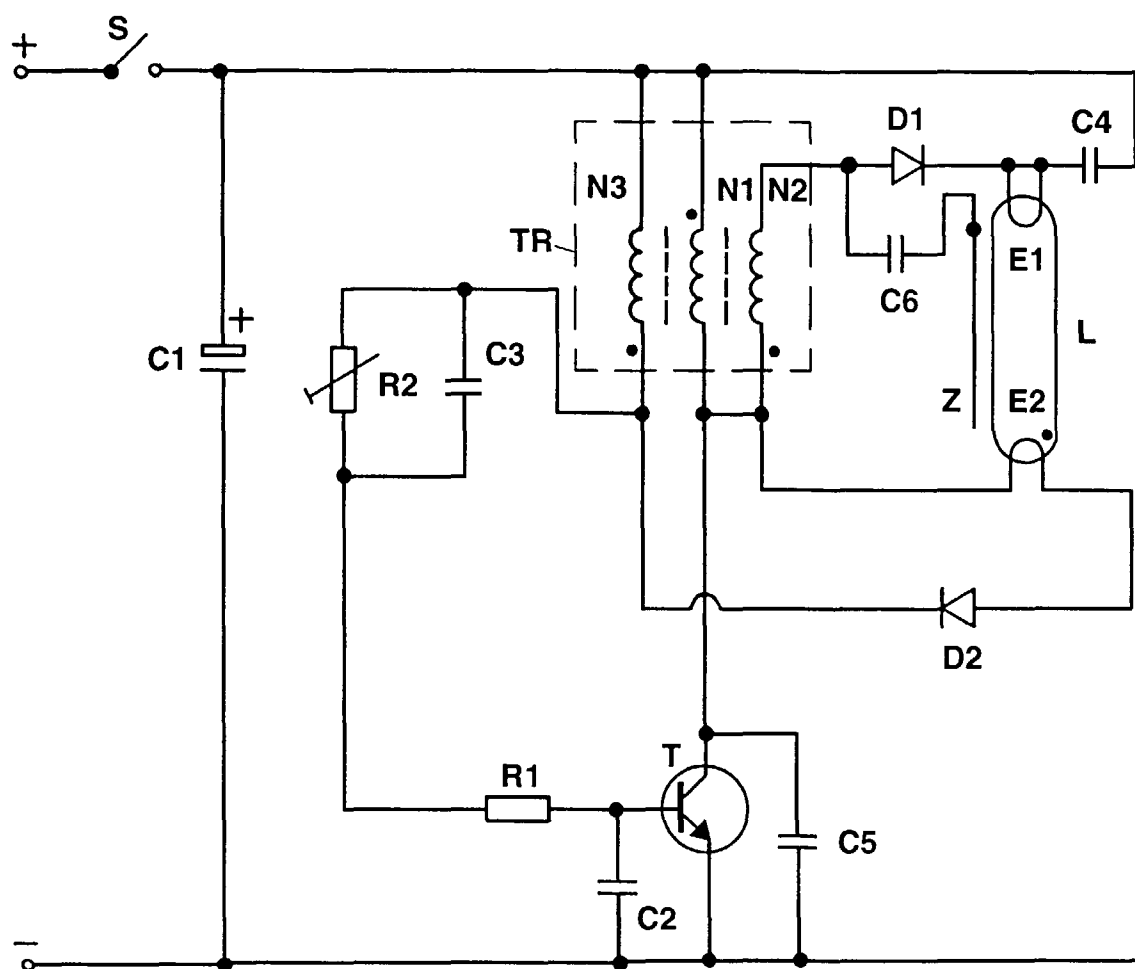


FIG. 1

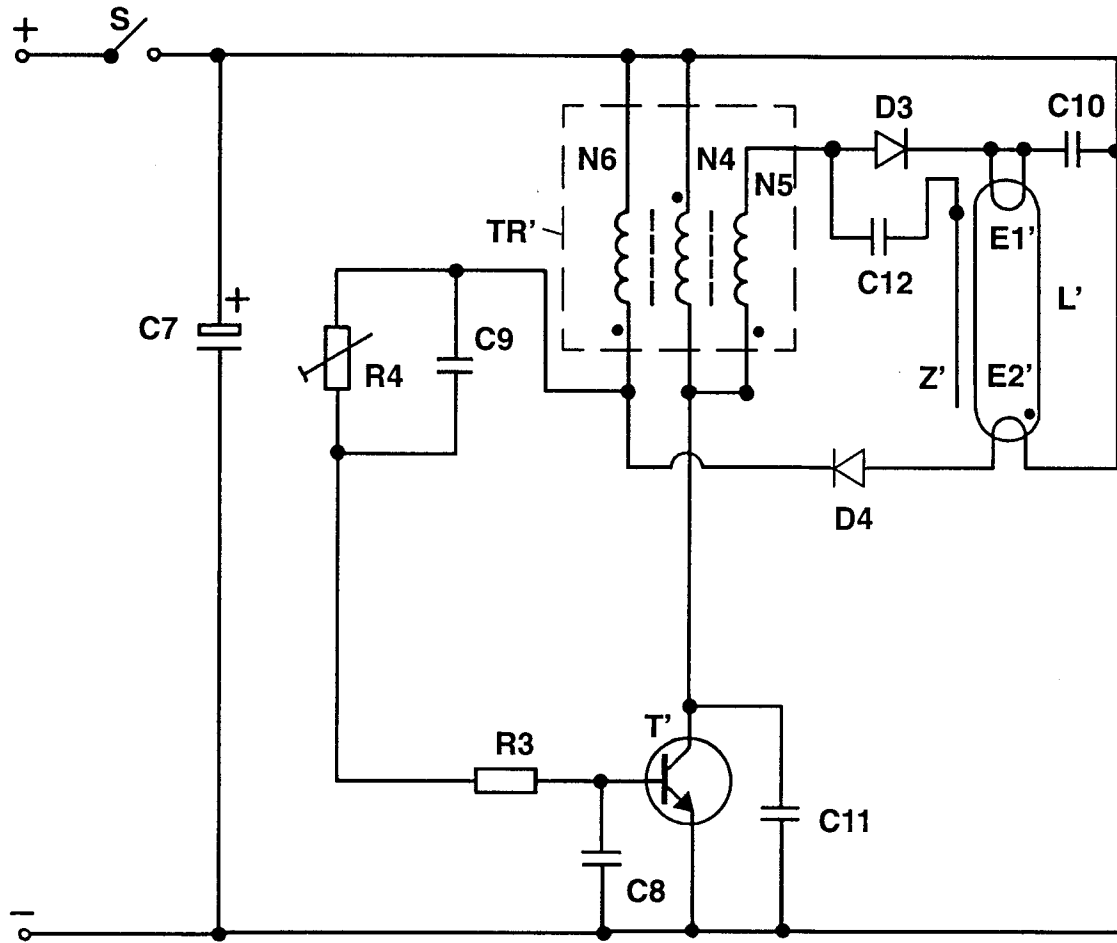
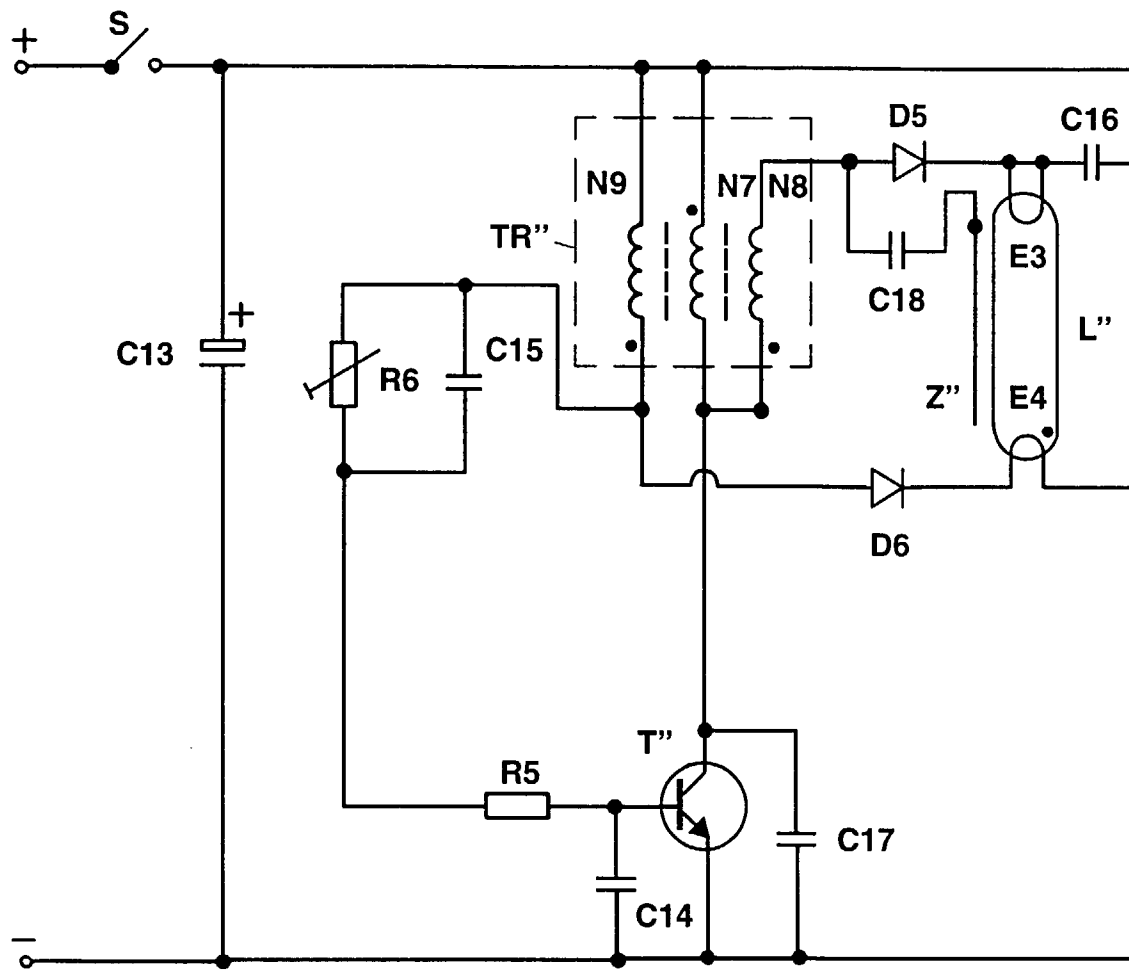


FIG. 2



**FIG. 3**