

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 978 221 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(21) Anmeldenummer: **98924143.5**

(22) Anmeldetag: **17.04.1998**

(51) Int Cl.7: **H05B 37/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP1998/002290

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1998/048597 (29.10.1998 Gazette 1998/43)

(54) **SCHALTUNGSANORDNUNG ZUM DIMMBAREN BETRIEB EINER LEUCHTSTOFFLAMPE**

CIRCUITRY FOR DIMMING A FLUORESCENT LAMP

CIRCUITERIE POUR FONCTIONNEMENT MODULABLE D'UN TUBE FLUORESCENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **24.04.1997 DE 19717309**
06.08.1997 DE 19733939

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2000 Patentblatt 2000/06

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

- **BIRK, Berthold**
D-63739 Aschaffenburg (DE)
- **HAHLGANSS, Günter**
D-65830 Kriftel (DE)
- **KARES, Walter**
D-60389 Frankfurt (DE)

- **ROSKONI, Ulrich**
D-61206 Wöllstadt (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 179 510

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 308 (E-1097), 7.August 1991 & JP 03 112096 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD;OTHERS: 01), 13.Mai 1991,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 098, no. 001, 30.Januar 1998 & JP 09 245976 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 19.September 1997,**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28.April 1995 & JP 06 333695 A (SHARP CORP), 2.Dezember 1994,**

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

EP 0 978 221 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum dimmbaren Betrieb einer Leuchtstofflampe, insbesondere zum Einsatz in Kraftfahrzeugen als Instrumentenbeleuchtung. Aus dem Stand der Technik sind entsprechende Schaltungsanordnungen bekannt, bei denen die Leuchtstofflampe mit einer Betriebsfrequenz betrieben wird. Durch das ein- und Ausschalten der Betriebsfrequenz mit einer Vorrichtung und damit der Lampe mit einer Dimmfrequenz, die oberhalb der Sehfrequenz des menschlichen Auges liegt, wird erreicht, dass für das menschliche Auge der Eindruck entsteht, die Leuchtstofflampe sei verschieden hell, je nach Pulsweite der Dimmfrequenz. Eine derartige Schaltungsanordnung ist aus der JP-A-06333695 bekannt. Um den Lampenstrom durch die Leuchtstofflampe einzustellen, ist es erforderlich, entweder einen zusätzlichen Regler vorzusehen oder einen aufwendig stabilisierten Schwingkreis zu verwenden. Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine einfach aufgebaute Schaltungsanordnung zum Dimmen einer Leuchtstofflampe anzugeben.

[0002] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach Anspruch 1, gelöst.

[0003] Durch die Ausgestaltung der Schaltung mit einem Gegentaktwandler zum Erzeugen der Betriebsfrequenz wird eine einfach aufgebaute funktionelle Realisierung von Oszillator und Regler erreicht.

[0004] Ein besonders einfach aufgebauter Gegentaktwandler wird durch einen Schwingkreis bestehend aus einer Kapazität und einer Induktivität realisiert, der mit einem ersten Pol der Versorgungsspannung verbunden ist. Der Schwingkreis ist weiterhin abwechselnd über zwei Schalter direkt oder über einen dritten Schalter mit dem zweiten Pol der Versorgungsspannung verbindbar. Die zwei Schalter sind dabei mit je einem Anschluß an die Anschlüsse der Kapazität und/oder der Induktivität angeschlossen. Die Leuchtstofflampe kann bei dieser Schaltung entweder parallel zur Induktivität und/oder Kapazität angeordnet sein oder über einen Transformator mit der Betriebsfrequenz versorgt werden, wobei die Primärwicklung des Transformators vorteilhafterweise die Induktivität des Schwingkreises bildet.

[0005] Die Verwendung von elektronischen Schaltern wie z. B. Transistoren oder Feldeffekttransistoren stellt eine preisgünstige Lösung für die Schalter dar.

[0006] Mit einer Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 wird eine Schaltungsanordnung mit wenigen Bauteilen realisiert.

[0007] Die Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 gibt eine besonders wirksame Regelung des Lampenstromes an, die dennoch einfach und mit wenigen Bauteilen aufgebaut ist.

[0008] Die Mitkopplungseinrichtung in Form einer Spule, die auf denselben Spulenkörper wie die Induktivität aufgebracht ist, läßt sich einfach und gleichzeitig

mit der Induktivität herstellen.

[0009] Dadurch, dass der Lampenstromsollwert in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtstofflampe oder der Umgebung vorgegeben wird, wird eine Mindesthelligkeit auch bei tiefen Temperaturen erreicht.

[0010] Besonders einfach aufgebaute erfindungsgemäße Schaltungsanordnungen sind in den Ansprüchen 9 und 12 angegeben. Insbesondere bei Verwendung eines Mikroprozessors für die Steuerungseinrichtung, der eventuell sogar schon für andere Aufgaben, zum Beispiel in einem Kombiinstrument eines Kraftfahrzeuges vorhanden ist und die erfindungsgemäße Helligkeitssteuerung für die Instrumentenbeleuchtung verwendet wird, ist die Schaltung mit geringem Bauteileaufwand zu realisieren. Natürlich kann die Schaltung auch mit einem separaten Mikroprozessor oder mittels Schaltgattern realisiert sein.

[0011] Durch eine Schaltungsanordnung, bei der die Betriebsfrequenz der Leuchtstofflampe in etwa der Resonanzfrequenz des Schwingkreises entspricht, erhält man eine nahezu sinusförmige Betriebsfrequenz mit wenig Oberschwingungen. Dies vermindert Störungen, die von der Schaltung ausgehen können und erhöht so die elektromagnetische Verträglichkeit der Schaltung.

[0012] Durch gleichzeitiges Ein- und darauffolgendes Ausschalten der beiden Schalter vor oder bei Beginn der Impulsfolgepause kann der im Schwingkreis enthaltene Strom kurzgeschlossen und so ein Nachleuchten der Leuchtstofflampe sicher verhindert werden. Durch das Einfügen einer Vorschalt-drossel zwischen einen Pol der Versorgungsspannung und den Schwingkreis kann der Strom durch die Schaltung zusätzlich stabilisiert und sinusförmig gehalten werden.

[0013] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren für drei mögliche Ausgestaltungen näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine erste Schaltung mit einem Gegentaktwandler,

Figur 2: einzelne Verläufe von Zustandsgrößen der Schaltung aus Figur 1,

Figur 3: eine zweite Schaltung mit einem Gegentaktwandler,

Figur 4: einzelne Verläufe von Zustandsgrößen der Schaltung aus Figur 3,

Figur 5: eine dritte Schaltung mit einem Gegentaktwandler,

Figur 6: einzelne Verläufe der Zustandsgrößen der Schaltung aus Figur 5.

[0014] Der Gegentaktwandler aus Figur 1 weist einen Schwingkreis bestehend aus dem Kondensator C und der Spule L auf, der direkt mit der positiven Versorgungsspannung verbunden ist und über die Transistoren S1, S2 abwechselnd mit dem Masse Potential über die Vorschalt-drossel Lv und den Transistor S3 verbindbar ist. Die folgende Beschreibung geht davon aus, daß der Transistor S3 durchgeschaltet ist, das heißt, daß die

Transistoren S1, S2 mit dem zweiten Pol der Versorgungsspannung verbunden sind. Durch die Spule L1, die auf demselben Spulenkörper wie die Spule L gewickelt ist, wird die Spannung mitgekoppelt und die auftretende Wechselspannung sperrt abwechselnd die Transistoren S1, S2 mit der Schwingfrequenz des Resonanzkreises. Über den Widerstand R wird der Arbeitspunkt der beiden Transistoren S1, S2 eingestellt. Der Schwingkreis schwingt mit seiner Resonanzfrequenz $\omega = 1/\sqrt{L \cdot C}$, wobei L die Induktivität der Spule und C die Kapazität des Kondensators C darstellt. Der Schwingkreis überträgt seine Energie über den Trafo, der aus den Spulen L, L1 und L2 gebildet wird, auf den Lampenstromkreis, der außer der Spule L2 noch die Leuchtstofflampe KL, die Impedanz Z und einen Shunt SH aufweist. Zwischen der Leuchtstofflampe KL und dem Shunt SH wird die Spannung abgegriffen und dem Gleichrichter G zugeführt. Die gleichgerichtete Spannung U1 liegt am Minuseingang des Komparators K an. An dem positiven Eingang des Komparators liegt eine sägezahnförmige Spannung U2 mit der Frequenz $f_3 = 1/T_3$ an, deren Verlauf in Figur 2b dargestellt ist. Je nach dem Lampenstrom IL und der sich dadurch über den Shunt SH einstellenden Spannung wird die am Ausgang des Komparators K1 anliegende Rechteckspannung U3 der Frequenz f_3 in ihrer Pulsweite W3 verändert.

[0015] Je höher der Lampenstrom ist, um so kürzer wird die Pulsweite W3 der Rechteckspannung. In Figur 2c ist die Ein- und Ausschaltzeit der dargestellten Impulse gleich.

[0016] Wird der Lampenstrom IL größer, wird die Pulsweite W3 kürzer, bei kleinerem Strom entsprechend länger. Die Stromsollwertvorgabe kann durch die Höhe der Dreiecksspannung in Figur 2b eingestellt werden. Die Ausgangsspannung U3 des Komparators K1 wird auf einen Eingang des UND-Gliedes A geführt, während auf den zweiten Eingang des UND-Gliedes A die Dimmfrequenz f_2 mit dem Spannungsverlauf U4 gelegt wird (Figur 2a). Die Dimmfrequenz f_2 ist rechteckförmig und in ihrer Pulsweite W2 ebenfalls veränderbar. Die Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 bestimmt die Einschaltzeit des Gegentaktwandlers und damit der Leuchtstofflampe KL, wie später noch genauer beschrieben werden wird. Die Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 ist z.B. entweder automatisch in Abhängigkeit der Umgebungshelligkeit oder manuell je nach gewünschter Helligkeit der Leuchtstofflampe KL einstellbar.

[0017] Am Ausgang des UND-Gliedes A steht die Spannung U5 an: Sie weist während der Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 Schaltimpulse der Pulsweite W3 mit der Schaltfrequenz f_3 auf. Somit wird der Transistor S3 während der Schaltimpulse mit der Pulsweite W3 durchgesteuert. Mit dem ersten Impuls mit der Pulsweite W3 während einer Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 wird der Transistor S3 durchgeschaltet. Während dieser Zeit kann der Strom IB aus der Versorgungsspannungsquelle + UB in den Schwingkreis fließen. Der

Schwingkreis beginnt mit seiner Resonanzfrequenz zu schwingen. Wenn nach dem ersten Impuls der Pulsweite W3 zum Zeitpunkt t_2 der Transistor S3 sperrt, schwingt der Schwingkreis weiter und der im Schwingkreis gespeicherte Strom fließt durch die Vorschalt-drossel Lv und die als Freilaufdiode geschaltete Diode D in den Schwingkreis zurück, nimmt aber entsprechend ab.

[0018] Mit dem nächsten Schaltimpuls der Pulsweite W3 zum Zeitpunkt t_3 schaltet der Transistor S3 wieder durch: Es kann erneut Strom aus der Versorgungsspannungsquelle + UB in den Resonanzkreis fließen und der Strom IB nimmt während der Einschaltzeit zu.

[0019] Der Strom schwankt so während der Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 um seinen Mittelwert IM (Figur 2f). Mit sich vergrößernder bzw. verkleinernder Pulsweite W3 wird entsprechend der Strom IB vergrößert bzw. verkleinert und über den Trafo entsprechend der Lampenstrom IL. Wenn die Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 beendet ist und der letzte Impuls der Impulsfolge der Frequenz f_3 zum Zeitpunkt t_4 am Transistor S3 angelegen hat, wird der Transistor S3 während der Pausenzeit P der Frequenz f_2 gesperrt. Der Schwingkreis schwingt aufgrund seiner Belastung durch die Lampe KL und eigener Verluste aus, die Ströme IB und IL werden wieder zu 0 und die Leuchtstofflampe verlischt. Mit Beginn des nächsten Impulses der Dimmfrequenz f_2 beginnt sie wieder zu leuchten wie zuvor beschrieben. Da die Dimmfrequenz f_2 oberhalb der menschlichen Sehfrequenz liegt, erscheint dem menschlichen Auge die Leuchtstofflampe je nach Pulsweite W2 verschieden hell.

[0020] Die Leuchtstofflampe KL kann bei genügend großer Versorgungsspannung auch im Primärstromkreis z.B. parallel zum Kondensator C angeordnet werden, so daß auf die Sekundärspule L2 verzichtet werden kann. Weiterhin kann auch über einen Shunt im Primärstromkreis die Spannung für den Gleichrichter G abgegriffen werden.

[0021] Die Schaltung aus Figur 3 weist ebenfalls einen Schwingkreis bestehend aus dem Kondensator C und der Spule L auf, der mit der positiven Versorgungsspannung verbunden ist und über die Transistoren S4, S5 abwechselnd mit dem Masse Potential verbindbar ist. Die Steuereinrichtung SE ist über jeweils eine Steuerleitung SL1, SL2 mit der Basis der Transistoren S4, S5 verbunden.

[0022] Über die Steuerleitungen SL1, SL2 werden die Transistoren S4, S5 während der Pulsweite W2 der Dimmfrequenz f_2 (Figur 4a) mit den Pulsfolgen mit der Schaltfrequenz f_3 abwechselnd angesteuert, wobei die Dauer T5 der einzelnen aneinander hängenden Impulse für einen Transistor S4, S5 die Hälfte der Schwingungsdauer T1 des Schwingkreises beträgt (Figur 4b, c). So erhält der Schwingkreis die Frequenz $f_1 = 1/T_1$ aufgeprägt (Figur 4d).

[0023] Sofern die Frequenz f_1 gleich der Resonanzfrequenz des Schwingkreises ist, schwingt der Schwingkreis nahezu sinusförmig, so daß nur geringe

störende Oberwellen auftreten. Deshalb ist es ebenso vorteilhaft, wenn die Schwingungsdauer T der Resonanzfrequenz ein gradzahliges Vielfaches der Schwingungsdauer T_3 der Schaltfrequenz f_3 ist.

[0024] In Figur 4 entspricht die Schwingungsdauer T_1 des Schwingkreises der vierfachen Schwingungsdauer T_3 der einzelnen Impulse. Durch die Pulsweite W_3 der einzelnen Impulse wird der mittlere Strom I_M im Primärkreis und damit auch der Lampenstrom I_L im Sekundärkreis eingestellt.

[0025] Sofern man am Ende des Dimmimpulses zum Zeitpunkt t_5 beide Transistoren S_4 , S_5 gleichzeitig durchsteuert (Figur 2b, c), wird der im Schwingkreis vorhandene Strom kurzgeschlossen, so daß er rasch auf einen Nullpunkt sinkt und so die Leuchtstofflampe KL ohne unkontrolliertes Nachleuchten ausschaltet.

[0026] Die Dimmfrequenz f_2 ist nur in der Steuereinrichtung SE intern vorhanden. Ihre Pulsweite W_2 bestimmt die Einschaltdauer des Schwingkreises und damit die Einschaltdauer der Leuchtstofflampe KL . Die in Figur 3 dargestellte Schaltung entspricht einer Steuerung. Hierzu können einzelne Pulsweitenwerte W_2 der Dimmfrequenz f_2 für verschiedene gewünschte Helligkeiten und/oder Betriebstemperaturen in die Speichereinrichtungen abgelegt sein, die in der Speichereinrichtung SE direkt vorhanden sind oder auf die die Steuereinrichtung SE zugreifen kann.

[0027] Auch ist es möglich, eine Regelung dadurch aufzubauen, daß z.B. die Ströme I_B oder I_L gemessen werden und der Lampenstrom entsprechend geregelt wird.

[0028] Figur 5 zeigt eine Leuchtstofflampe L , die einen Hochspannungskondensator Z mit dem Sekundärkreis L_2 eines Transformators verbunden ist. Der Transformator wird in seinem Primärkreis L von zwei im Gegentakt schaltenden MOSFET-Transistoren S_6 und S_7 bestromt, welche von einer Steuereinrichtung SL angesteuert werden, wobei der Primärkreis L des Transformators gleichzeitig mit der Betriebsspannung U_B verbunden ist. Dabei ist jedes Gate G der Transistoren S_6 , S_7 mit der Steuerungseinrichtung SL verbunden. Der Drain D jedes Transistors S_6 , S_7 führt an die Primärwicklung L des Transformators, wobei die Sources S der MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 gemeinsam an einen Shuntwiderstand R_1 führen, der an Masse liegt.

[0029] Die Steuerungseinrichtung SL verarbeitet als Eingangssignal einen Spannungsabfall über dem Shuntwiderstand R_1 . Der Spannungsabfall wird dem invertierenden Eingang eines Komparators K zugeführt, an dessen nichtinvertierendem Eingang eine Referenzspannung U_{REF} mit konstantem Wert anliegt. Der Ausgang des Komparators K ist mit der Steuerungseinrichtung SL verbunden.

[0030] Die Funktion der Ansteuerung der Kaltkathodenleuchtstofflampe KL wird im folgenden unter Bezugnahme auf Figur 6a und b erläutert. Dabei sind über der Zeit aufgetragen

Signal 1 Ansteuersignal am MOSFET-Transistor S_6
 Signal 2 Ansteuersignal am MOSFET-Transistor S_7
 Signal 3 Strom durch die Kaltkathodenleuchtstofflampe KL
 5 Signal 4 Spannung über der Kaltkathodenleuchtstofflampe KL

[0031] Die beiden MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 werden nacheinander jeweils mit einem Impuls 1 einmalig angesteuert. Dadurch wird der Schwingkreis, bestehend aus der Sekundärspule L_2 , dem Hochspannungskondensator Z und der Leuchtstofflampe KL angestoßen. Der Schwingkreis klingt nach einer e-Funktion ab (vergl. Signal 4, Punkt 2). Das Gas in der Kaltkathodenleuchtstofflampe KL kann sich in dieser Zeit ionisieren und organisieren. Nach einer bestimmten Zeit nach dem erstmaligen Anstoßen des Schwingkreises, z. B. nach 80 $\mu\text{sec.}$, werden die Transistoren S_6 , S_7 kontinuierlich wechselseitig angesteuert (Signal 1 und 2, Punkt 4). Die Kaltkathodenleuchtstofflampe KL gibt ab diesem Zeitpunkt sofort Licht ab (wie Signal 4 in Punkt 3 zu entnehmen ist).

[0032] Die Steuereinrichtung SL steuert die MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 impulsförmig an (Figur 6a, Signal 1 und 2). Der durch die MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 fließende Strom wird als Spannungsabfall über dem Shuntwiderstand R_1 gemessen und durch den Komparator K_2 ausgewertet, der je nachdem, ob die gemessene Spannung den Referenzwert überschreitet oder nicht, ein Low- oder High-Signal abgibt. Das Ausgangssignal des Komparators K_2 wird in der Steuereinrichtung SL logisch mit dem Signal 1 verknüpft. Dies führt dazu, daß die MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 während der Ansteuerung durch die Steuerlogik im Takt des Ausgangssignals des Komparators K durchgesteuert oder gesperrt werden.

[0033] Nach der gewünschten Anzahl von Ansteuerimpulsen werden die beiden MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 gleichzeitig angesteuert, wie aus Figur 6b, Signal 1 und 2 zum Zeitpunkt 5 hervorgeht. Dem Schwingkreis L_2 , Z , KL wird dadurch schlagartig die Energie entzogen und die Lichtabgabe der Kaltkathodenleuchtstofflampe bricht sofort ab.

[0034] Diese Vorrichtung hat den Vorteil, daß der flackerfreie Betrieb der Leuchtstofflampe L nur durch die spezielle Ansteuerung der MOSFET-Transistoren S_6 , S_7 erreicht wird. Auf umfangreiche Steuerschaltungen, wie sonst üblich, kann verzichtet werden.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum dimmbaren Betrieb einer Leuchtstofflampe mit einer bestimmten Betriebsfrequenz (f_1), mit einer Vorrichtung zum Ein- und Ausschalten der Betriebsfrequenz (f_1) mit einer Dimmfrequenz (f_2), wobei die Pulsweite (W_2) der Dimmfrequenz (f_2) veränderbar ist, und wobei die

Dimmfrequenz (f2) kleiner als die Betriebsfrequenz (f1) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leuchtstofflampenstrom während der Dauer der Pulsweite (W2) der Dimmfrequenz (f2) durch Ein- und Ausschalten der Versorgungsspannung mit einer Schaltfrequenz (f3) mit veränderbarer Pulsweite (W3) einstellbar ist, wobei die Schaltfrequenz (f3) größer ist als die Betriebsfrequenz (f1).

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Gegentaktwandler zum Erzeugen der Betriebsfrequenz (f1) aufweist. 10
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gegentaktwandler einen Schwingkreis mit einer Kapazität und einer Induktivität (L) aufweist, 15
 dass der Schwingkreis mit einem ersten Pol der Versorgungsspannung verbunden ist, 20
 dass der Schwingkreis abwechselnd über einen ersten und zweiten Schalter (S1, S2, S4, S5), die jeweils an einem Anschluß der Induktivität (L) und/oder der Kapazität (C) angeschlossen sind, mit dem zweiten Pol der Versorgungsspannung direkt oder über einen dritten Schalter (S3) verbindbar ist, 25
 dass der erste und zweite Schalter (S1, S2, S4, S5) mit jeweils einem Leistungsanschluß an jeweils einen Anschluß der Induktivität (L) und/oder der Kapazität (C) angeschlossen sind, 30
 dass die Leuchtstofflampe (KL) parallel zur Induktivität (L) und/oder Kapazität (C) angeordnet ist oder über einen Transformator mit der Betriebsfrequenz (f1) versorgbar ist, wobei eine Primärwicklung des Transformators vorteilhafterweise die Induktivität (L) des Schwingkreises bildet. 35
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalter (S1, S2, S3, S4, S5) elektronische Schalter sind. 40
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Schalter (S1, S2) mit seinem jeweiligen Leistungsanschluß über den dritten Schalter (S3) mit dem zweiten Pol der Versorgungsspannung verbindbar ist, 45
 dass der dritte Schalter (S3) über ein Stromventil (D) mit dem ersten Pol der Versorgungsspannung verbunden ist, 50
 dass das Stromventil (D) als Freilaufdiode dient wenn der dritte Schalter nicht leitend ist,
 dass die Steueranschlüsse des ersten und zweiten Schalters (S1, S2) mit einer Mitkopplungseinrichtung verbunden sind, 55
 dass der dritte Schalter mit Impulsfolgen betätigbar ist, bei der die einzelnen Impulse eine Schaltperiode ($T3 = 1 : f3$) aufweisen und während der Dauer

der Impulsweiten (W2) der Dimmfrequenz (f2) freigegeben werden.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Steueranschluß des dritten Schalters der Ausgang eines UND-Gliedes (U) angeschlossen ist, an dessen einem Eingang die Dimmfrequenz (f2) anliegt und an dessen anderen Eingang der Ausgang eines Komparators (K) anliegt, an dessen positivem Eingang ein säge- oder dreieckförmiges Signal mit der Schaltfrequenz (f3) und an dessen negativem Eingang ein Signal anliegt, das dem tatsächlichen oder angenommenen Lampenstrom (IL) oder dem Primärstrom (IB) entspricht.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitkopplungseinrichtung aus einer Spule (L1) besteht, die auf denselben Spulenkörper wie die Induktivität (L) gewickelt ist und deren jeweiligen Anschlüsse mit den Steueranschlüssen des ersten bzw. zweiten Schalters (S1, S2) verbunden sind.
8. Schaltungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lampenstrom-Sollwert (IL) in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtstofflampe oder der Umgebung vorgegeben wird.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Schalter (S4, S5) mit jeweils einem Leistungsanschluß mit dem zweiten Pol der Versorgungsspannung verbunden ist, dass der erste und zweite Schalter (S4, S5) mit seinem jeweiligen Steueranschluß mit einer Steuerungseinrichtung (SE) verbunden ist, dass die Steuerungseinrichtung (SE) die Schalter (S4, S5) mit Impulsfolgen, deren einzelne Impulse die Schaltperiodendauer (T3) aufweisen, abwechselnd ansteuert, wobei die Dauer (T5) der einzelnen aneinanderhängenden Impulse für einen Schalter (S4, S5) die Hälfte der Schwingungsdauer (T1) des Schwingkreises beträgt.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltfrequenz (f3) ein geradzahlig Vielfaches der Betriebsfrequenz (f1) ist.
11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betriebsfrequenz (f1) in etwa der Resonanzfrequenz des Schwingkreises entspricht.
12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei Leistungs-

schalter (S6, S7) im Primärkreis eines Transformators angeordnet sind, und im Gegenteil von einer Steuerungseinrichtung (SL) ansteuerbar sind, dass zwischen den Schaltern (S6, S7) und Masse ein Shuntwiderstand (R1) angeordnet ist, dessen Spannungsabfall zur Stromregelung verwendet wird.

13. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spannungsabfall über einen Komparator (K2) an die Steuerungseinrichtung (SL) geführt wird, wobei der Spannungsabfall an einen ersten Eingang des Komparators (K2) anliegt, an dessen zweiten Eingang eine Referenzspannung geführt ist.
14. Schaltungsanordnung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schalter (S6, S7) MOSFET-Transistoren sind, deren Drain (D) dem Primärkreis (L) des Transformators und deren Gate (G) mit der Steuerlogik (SL) verbunden ist, wobei die Sources (S) beider Transistoren (S6, S7) sowohl mit dem Shuntwiderstand (K2) als auch mit dem Komparator (K2) verbunden sind.
15. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (SE, SL) beide Schalter (S4, S5, S6, S7) vor oder bei Beginn der Impulsfolgepause gleichzeitig ein- und danach wieder ausschaltet.
16. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung (SE) die Pulsweiten (W3) der Schaltfrequenz (f3) in Abhängigkeit des Lampenstroms regelt.
17. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11 oder 15 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung (SE) die Pulsweiten (W3) der Schaltfrequenz (f3) aufgrund der Temperatur der Lampe oder der Umgebung steuert.
18. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11 oder 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung die Pulsweite (W2) der Dimmfrequenz (f2) in Abhängigkeit der Umgebungshelligkeit oder eines Sollwertgebers steuert.
19. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11 oder 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Vorschalt-drossel (Lv) zwischen einem Pol der Versorgungsspannung und dem Schwingkreis angeordnet ist.

Claims

1. Circuit arrangement for the dimmable operation of a fluorescent lamp at a specific operating frequency (f1), having an apparatus for switching the operating frequency (f1) on and off at a dimming frequency (f2), the pulse width (W2) of the dimming frequency (f2) being variable, and the dimming frequency (f2) being less than the operating frequency (f1), **characterized in that** the fluorescent lamp current during the duration of the pulse width (W2) of the dimming frequency (f2) is adjustable by the supply voltage being switched on and off at a switching frequency (f3) with a variable pulse width (W3), the switching frequency (f3) being greater than the operating frequency (f1).
2. Circuit arrangement according to Claim 1, **characterized in that** it has a push-pull converter for generating the operating frequency (f1).
3. Circuit arrangement according to Claim 2, **characterized in that** the push-pull converter has a resonant circuit with a capacitance element and an inductance element (L), **in that** the resonant circuit is connected to a first pole of the supply voltage, **in that** the resonant circuit can be connected alternately via a first and second switch (S1, S2, S4, S5), which are each connected to a terminal of the inductance element (L) and/or of the capacitance element (C), to the second pole of the supply voltage directly or via a third switch (S3), **in that** the first and second switches (S1, S2, S4, S5) are connected, in each case by a power terminal, in each case to a terminal of the inductance element (L) and/or of the capacitance element (C), **in that** the fluorescent lamp (KL) is arranged in parallel with the inductance element (L) and capacitance element (C) or can be supplied with the operating frequency (f1) via a transformer, a primary winding of the transformer advantageously forming the inductance element (L) of the resonant circuit.
4. Circuit arrangement according to Claim 3, **characterized in that** the switches (S1, S2, S3, S4, S5) are electronic switches.
5. Circuit arrangement according to Claim 3 or 4, **characterized in that** the first and second switches (S1, S2) can be connected, by their respective power terminal, via the third switch (S3) to the second pole of the supply voltage, **in that** the third switch (S3) is connected to the first pole of the supply voltage via a current valve (D), **in that** the current valve (D) serves as a freewheeling diode when the third switch is not in the on state, **in that** the control terminals of the first and second

switches (S1, S2) are connected to a positive feedback device,

in that the third switch can be actuated by pulse trains in which the individual pulses have a switching period ($T3 = 1 : f3$) and are enabled for the duration of the pulse widths (W2) of the dimming frequency (f2).

6. Circuit arrangement according to Claim 5, **characterized in that** the output of an AND element (U) is connected to the control terminal of the third switch, to one input of which AND element the dimming frequency (f2) is applied and to the other input of which AND element the output of a comparator (K) is applied, to the positive input of which comparator a sawtooth- or triangular-waveform signal at the switching frequency (f3) is applied and to the negative input of which comparator a signal is applied which corresponds to the actual or assumed lamp current (IL) or to the primary current (IB).
7. Circuit arrangement according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the positive feedback device comprises a coil (L1), which is wound onto the same coil former as the inductance element (L) and whose respective terminals are connected to the control terminals of the first and second switch (S1, S2), respectively.
8. Circuit arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the lamp-current desired value (IL) is predetermined as a function of the temperature of the fluorescent lamp or of the surroundings.
9. Circuit arrangement according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the first and second switches (S4, S5) are connected, in each case by a power terminal, to the second pole of the supply voltage, **in that** the first and second switches (S4, S5) are connected by their respective control terminal to a control device (SE), **in that** the control device (SE) alternately drives the switches (S4, S5) with pulse trains whose individual pulses have the switching period (T3), the duration (T5) of the individual consecutive pulses for a switch (S4, S5) amounting to half the oscillation duration (T1) of the resonant circuit.
10. Circuit arrangement according to Claim 9, **characterized in that** the switching frequency (f3) is an even multiple of the operating frequency (f1).
11. Circuit arrangement according to Claim 9 or 10, **characterized in that** the operating frequency (f1) approximately corresponds to the resonant frequency of the resonant circuit.

12. Circuit arrangement according to Claim 1 or 2, **characterized in that** two power switches (S6, S7) are arranged in the primary circuit of a transformer, and can be driven in a push-pull manner by a control device (SL), **in that** a shunt resistor (R1) is arranged between the switches (S6, S7) and earth, the voltage drop of which resistor is used for the purpose of current regulation.

13. Circuit arrangement according to Claim 12, **characterized in that** the voltage drop is passed via a comparator (K2) to the control device (SL), the voltage drop being applied to a first input of the comparator (K2), to whose second input a reference voltage is passed.

14. Circuit arrangement according to Claim 12 or 13, **characterized in that** the switches (S6, S7) are MOSFET transistors whose drains (D) are connected to the primary circuit (L) of the transformer and whose gates (G) are connected to the control logic unit (SL), the sources (S) of the two transistors (S6, S7) being connected both to the shunt resistor (R1) and to the comparator (K2).

15. Circuit arrangement according to one of Claims 9 to 14, **characterized in that**, before or at the beginning of the pulse train intermission, the control device (SE, SL) simultaneously switches the two switches (S4, S5, S6, S7) on and then off again.

16. Circuit arrangement according to one of Claims 9 to 11 or 15, **characterized in that** the control device (SE) regulates the pulse widths (W3) of the switching frequency (f3) as a function of the lamp current.

17. Circuit arrangement according to one of Claims 9 to 11 or 15 to 16, **characterized in that** the control device (SE) controls the pulse widths (W3) of the switching frequency (f3) on the basis of the temperature of the lamp or of the surroundings.

18. Circuit arrangement according to one of Claims 9 to 11 or 15 to 17, **characterized in that** the control device controls the pulse width (W2) of the dimming frequency (f2) as a function of the ambient brightness or a desired value transmitter.

19. Circuit arrangement according to one of Claims 9 to 11 or 15 to 18, **characterized in that** a series inductor (Lv) is arranged between one pole of the supply voltage and the resonant circuit.

Revendications

1. Circuit permettant de faire varier la luminosité d'un tube fluorescent, avec une fréquence de service

- (f1) déterminée, avec un dispositif permettant de connecter et de déconnecter la fréquence de service (f1) avec une fréquence de variation de la luminosité (f2), la largeur (W2) des impulsions de la fréquence de variation de la luminosité (f2) pouvant être modifiée et la fréquence de variation de la luminosité (f2) étant inférieure à la fréquence de service (f1) **caractérisé par le fait que** le courant du tube fluorescent, pendant la durée de la largeur (W2) des impulsions de la fréquence de variation de la luminosité (f2), peut être réglé en connectant et en déconnectant la tension d'alimentation avec une fréquence de commutation (f3) ayant une largeur d'impulsions (W3) modifiable, la fréquence de commutation (f3) étant supérieure à la fréquence de service (f1).
2. Circuit selon la revendication 1 **caractérisé par le fait que** le circuit comporte un convertisseur symétrique destiné à produire la fréquence de service (f1).
3. Circuit selon la revendication 2 **caractérisé par le fait que** le convertisseur symétrique comporte un circuit résonant avec une capacité et une inductance (L),
que le circuit résonant est relié à une première borne de la tension d'alimentation,
que le circuit résonant peut être relié, à tour de rôle par l'intermédiaire d'un premier et d'un deuxième commutateur (S1, S2, S4, S5), qui sont reliés chacun à une borne de l'inductance (L) et/ou de la capacité (C), à la deuxième borne de la tension d'alimentation directement ou bien par l'intermédiaire d'un troisième commutateur (S3),
que le premier et le deuxième commutateur (S1, S2, S4, S5) sont raccordés chacun par une borne de puissance à une borne de l'inductance (L) et/ou de la capacité (C),
que le tube fluorescent (KL) est monté en parallèle sur l'inductance (L) et/ou la capacité (C) ou qu'il peut être alimenté avec la fréquence de service (f1) par l'intermédiaire d'un transformateur, un enroulement primaire du transformateur constituant d'une façon avantageuse l'inductance (L) du circuit résonant.
4. Circuit selon la revendication 3 **caractérisé par le fait que** les commutateurs (S1, S2, S3, S4, S5) sont des commutateurs électroniques.
5. Circuit selon la revendication 3 ou 4 **caractérisé par le fait que** le premier et le deuxième commutateur (S1, S2) peuvent être reliés, par leur borne de puissance respective, par l'intermédiaire du troisième commutateur (S3), à la deuxième borne de la tension d'alimentation,
que le troisième commutateur (S3) est relié, par l'in-
- termédiaire d'une soupape de courant (D), à la première borne de la tension d'alimentation,
que la soupape de courant (D) sert de diode à roue libre lorsque le troisième commutateur n'est pas passant,
que les bornes de commande du premier et du deuxième commutateur (S1, S2) sont reliées à un dispositif de contre-réaction positive,
que le troisième commutateur peut être actionné par des séquences d'impulsions, dans lesquelles les différentes impulsions ont une période de commutation ($T3 = 1 : f3$) et sont libérées pendant la durée de la largeur (W2) des impulsions de la fréquence de variation de la luminosité (f2).
6. Circuit selon la revendication 5 **caractérisé par le fait que**, sur la borne de commande du troisième commutateur, est raccordée la sortie d'un circuit porte additif ET (U), sur l'une des entrées duquel est appliquée la fréquence de variation de la luminosité (f2) et sur l'autre entrée, la sortie d'un comparateur (K), sur l'entrée positive duquel est appliqué un signal en dents de scie ou triangulaire ayant la fréquence de commutation (f3) et sur l'entrée négative duquel est appliqué un signal qui correspond au courant (IL) effectif ou supposé du tube fluorescent ou au courant primaire (IB).
7. Circuit selon la revendication 5 ou 6 **caractérisé par le fait que** le dispositif de contre-réaction positive se compose d'une bobine (L1), qui est bobinée sur le même support que l'inductance (L) et que ses bornes respectives sont raccordées aux bornes de commande du premier et, respectivement, du deuxième commutateur (S1, S2).
8. Circuit selon l'une des revendications précédentes **caractérisé par le fait que** la valeur de consigne du courant du tube (IL) est donnée en fonction de la température du tube fluorescent ou de la température ambiante.
9. Circuit selon l'une des revendications 1 à 3 **caractérisé par le fait que** le premier et le deuxième commutateur (S4, S5) sont reliés chacun par une borne de puissance à la deuxième borne de la tension d'alimentation, que le premier et le deuxième commutateur (S4, S5) sont reliés chacun par leur borne de commande respective à un dispositif de commande (SE), que le dispositif de commande (SE) excite les commutateurs (S4, S5) l'un après l'autre avec des séquences d'impulsions, dont les différentes impulsions ont la durée de la période de commutation (T3), la durée (T5) des différentes impulsions pour un commutateur (S4, S5), qui sont enchaînées les unes aux autres, étant égale à la moitié de la durée d'oscillation (T1) du circuit résonant.

10. Circuit selon la revendication 9 **caractérisé par le fait que** la fréquence de commutation (f_3) est un multiple à nombre pair de la fréquence de service (f_1). 5
11. Circuit selon la revendication 9 ou 10 **caractérisé par le fait que** la fréquence de service (f_1) correspond approximativement à la fréquence de résonance du circuit résonant. 10
12. Circuit selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé par le fait que** deux commutateurs de puissance (S_6 , S_7) sont disposés dans le circuit primaire d'un transformateur et qu'ils peuvent être commandés en push-pull par un dispositif de commande (SL), qu'une résistance de shunt (R_1) est disposée entre les commutateurs (S_6 , S_7) et la masse, la chute de tension à ses bornes étant utilisée pour la régulation du courant. 15 20
13. Circuit selon la revendication 12 **caractérisé par le fait que** la chute de tension est appliquée, par l'intermédiaire d'un comparateur (K_2), au dispositif de commande (SL), la chute de tension étant appliquée à une première entrée du comparateur (K_2), alors qu'une tension de référence est appliquée sur sa deuxième entrée. 25
14. Circuit selon la revendication 12 ou 13 **caractérisé par le fait que** les commutateurs (S_6 , S_7) sont des transistors à effet de champ à grille isolée par une couche d'oxyde de silicium (ou transistors MOSFET), dont le drain (D) est relié au circuit primaire (L) du transformateur et dont la grille (G) est reliée à la logique de commande (SL), les sources (S) des deux transistors (S_6 , S_7) étant reliées aussi bien à la résistance de shunt (K_2) qu'au comparateur (K_2). 30 35
15. Circuit selon l'une des revendications 9 à 14 **caractérisé par le fait que** le dispositif de commande (SE , SL) ferme et, ensuite, rouvre simultanément les deux commutateurs (S_4 , S_5 , S_6 , S_7) avant ou au début de la pause de séquence d'impulsions. 40
16. Circuit selon l'une des revendications 9 à 11 ou 15 **caractérisé par le fait que** le dispositif de commande (SE) règle la largeur (W_3) des impulsions de la fréquence de commutation (f_3) en fonction du courant du tube fluorescent. 45 50
17. Circuit selon l'une des revendications 9 à 11 ou 15 à 16 **caractérisé par le fait que** le dispositif de commande (SE) commande la largeur (W_3) des impulsions de la fréquence de commutation (f_3) sur la base de la température du tube fluorescent ou de la température ambiante. 55
18. Circuit selon l'une des revendications 9 à 11 ou 15 à 17 **caractérisé par le fait que** le dispositif de commande (SE) commande la largeur (W_2) des impulsions de la fréquence de variation de la luminosité (f_2) en fonction de la luminosité ambiante ou d'un codeur de valeur de consigne. 5
19. Circuit selon l'une des revendications 9 à 11 ou 15 à 18 **caractérisé par le fait qu'une** bobine d'appoint (L_v) est disposée entre une borne de la tension d'alimentation et le circuit résonant. 10

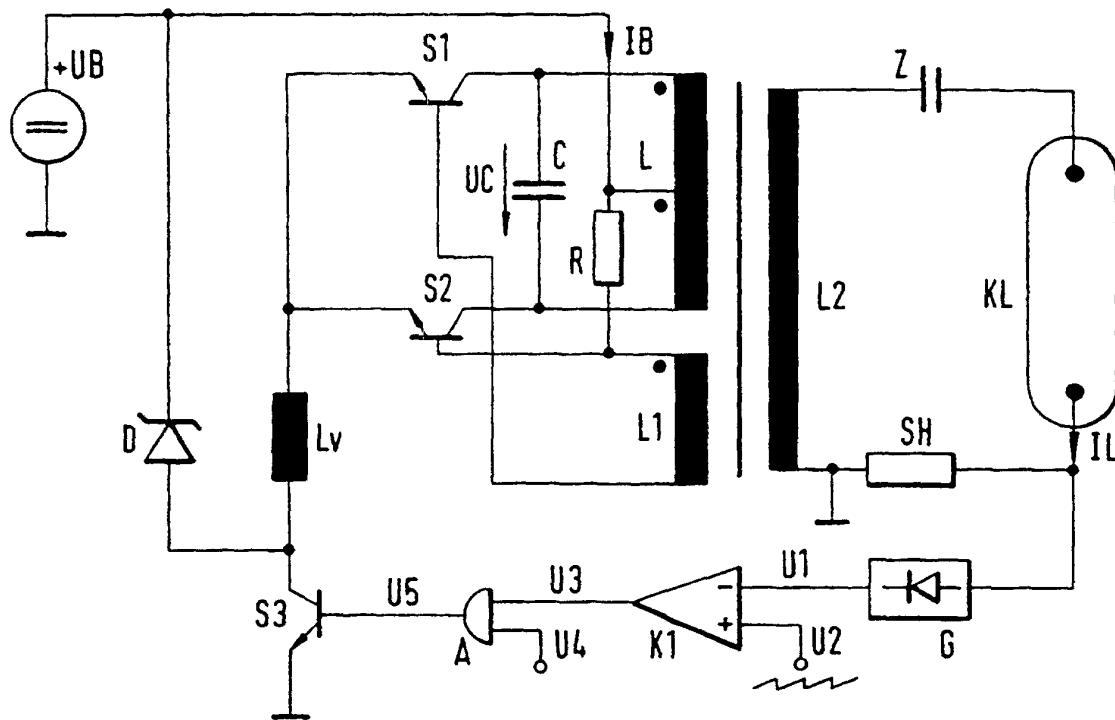


Fig. 1

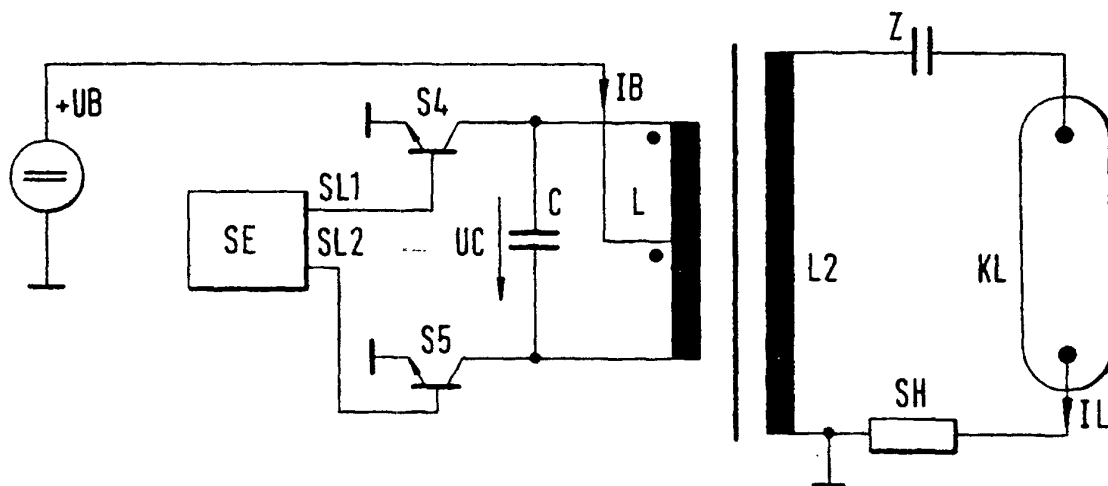


Fig. 3

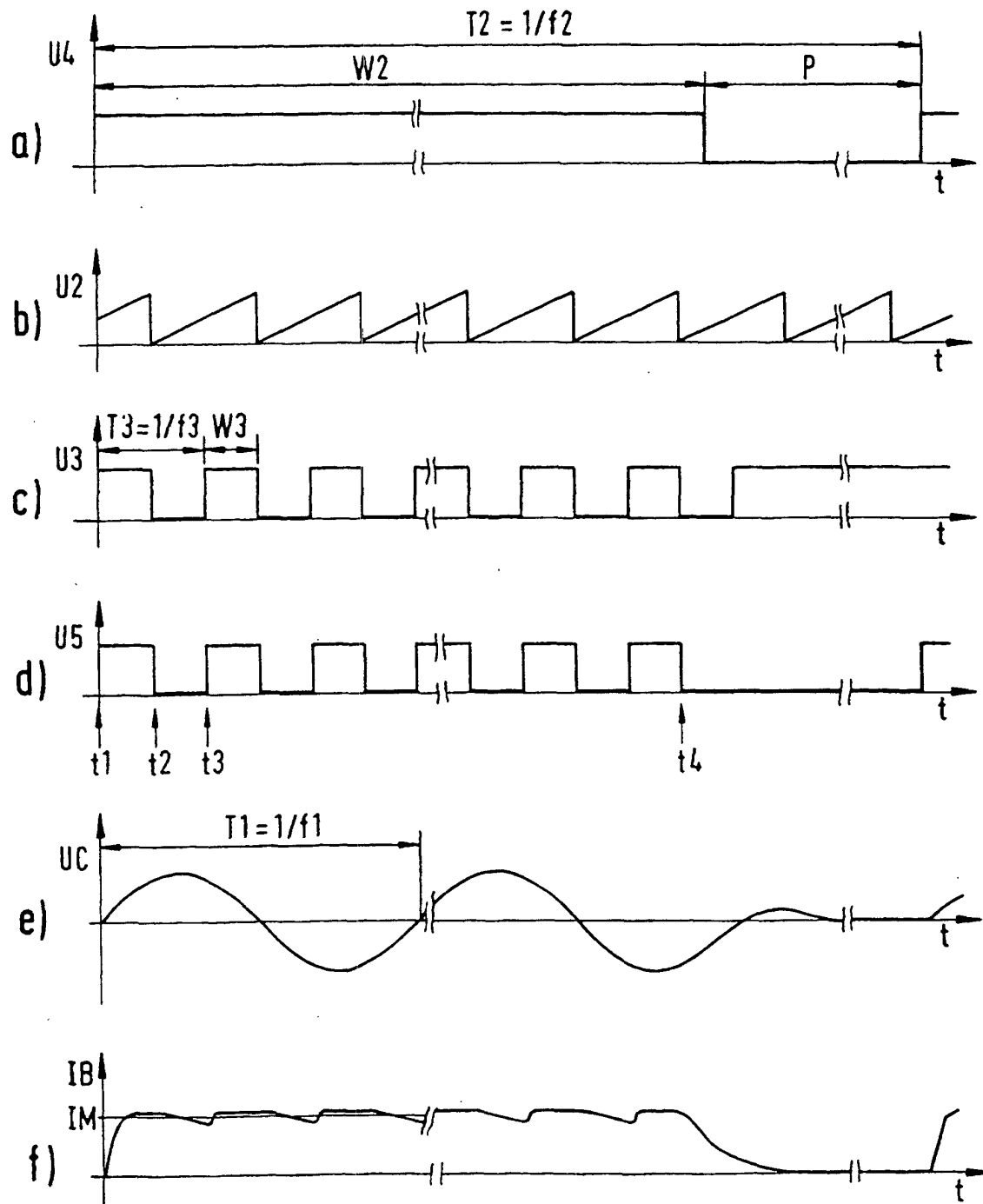


Fig. 2

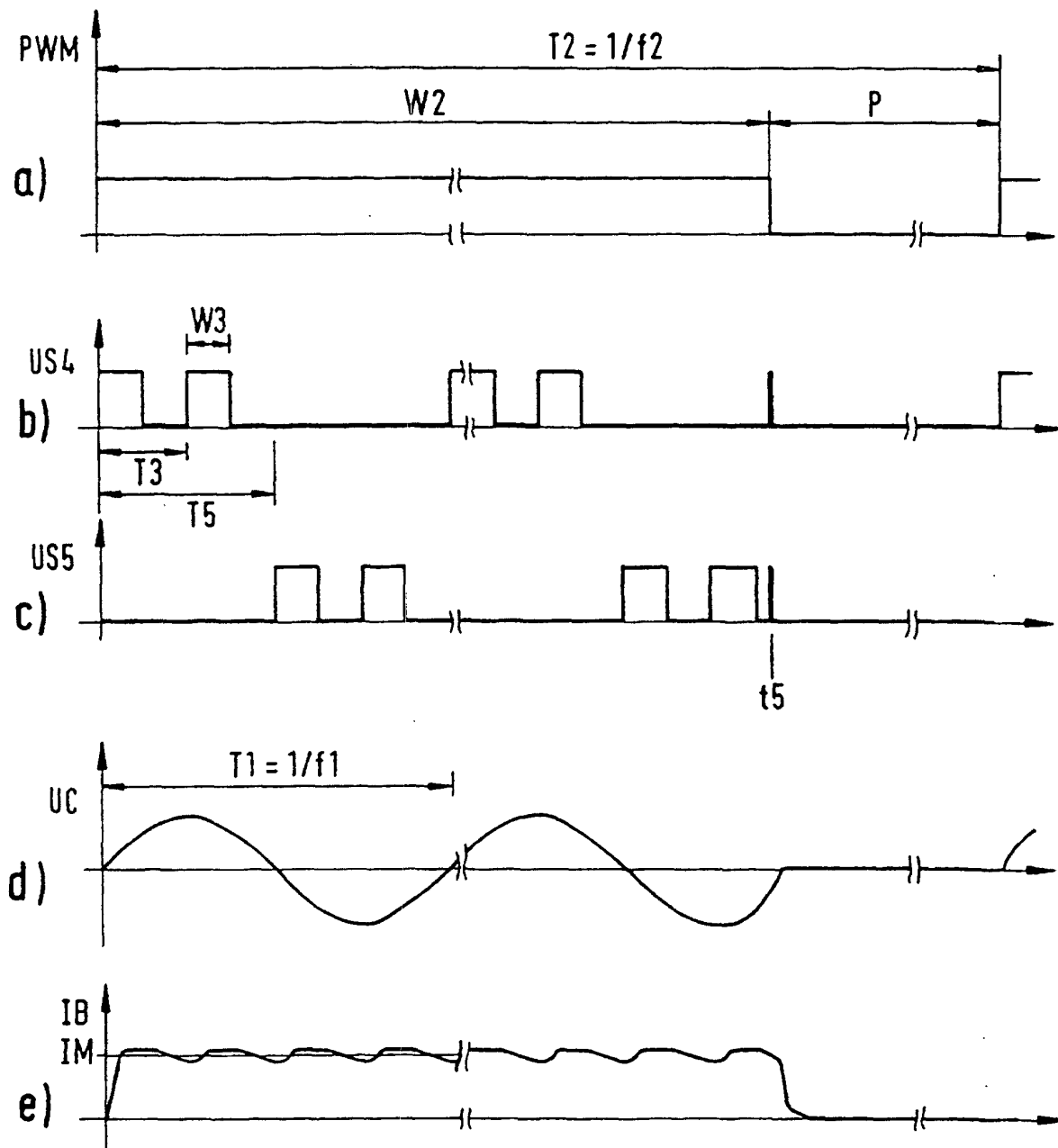


Fig. 4

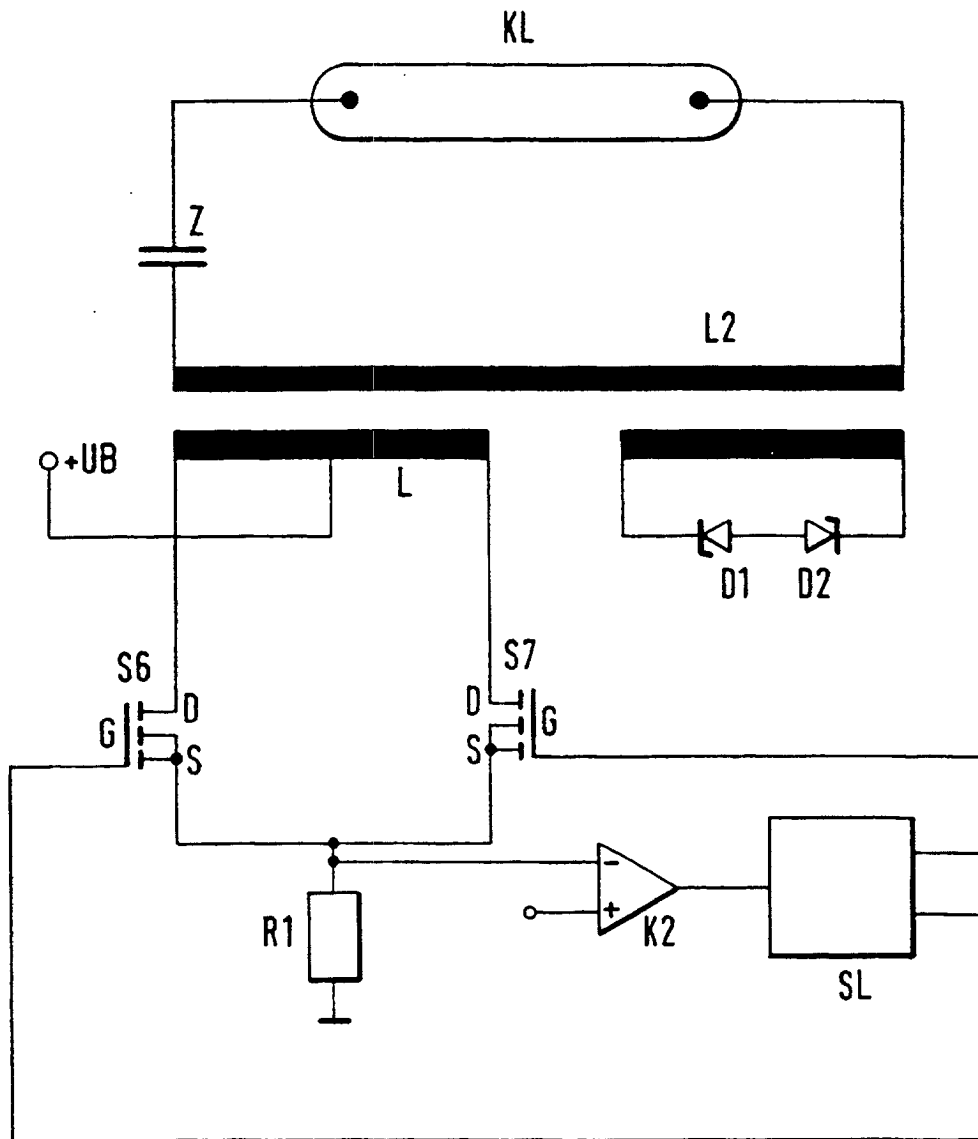


Fig. 5

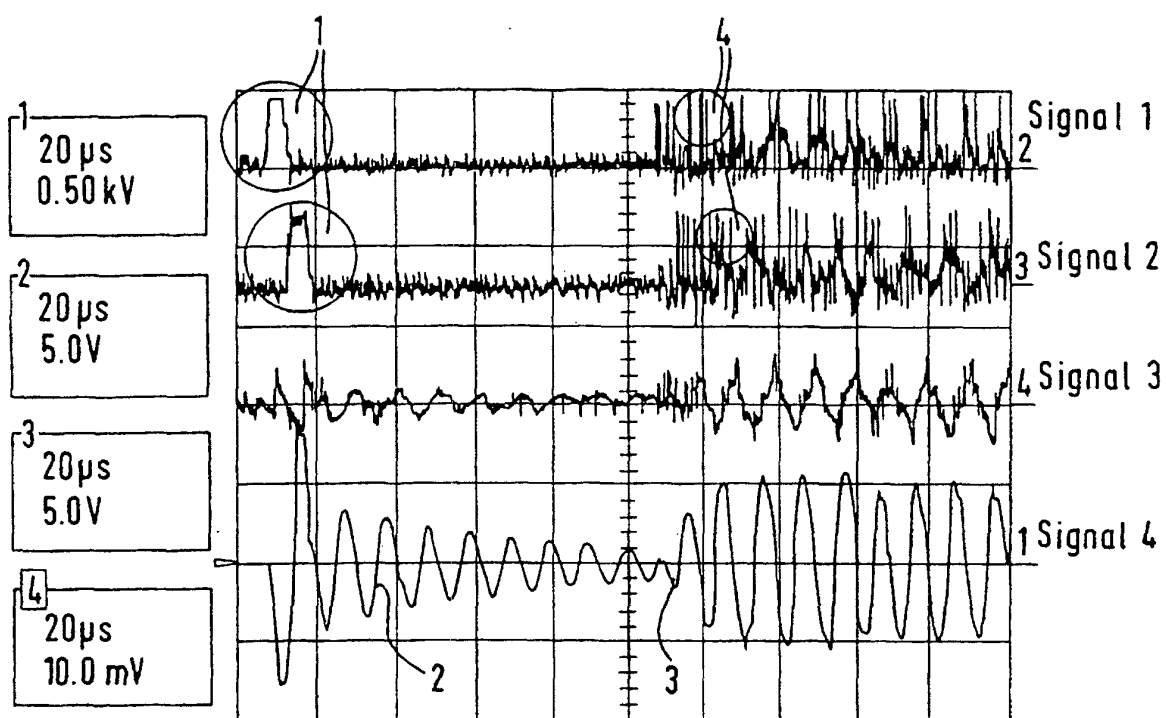


Fig. 6a

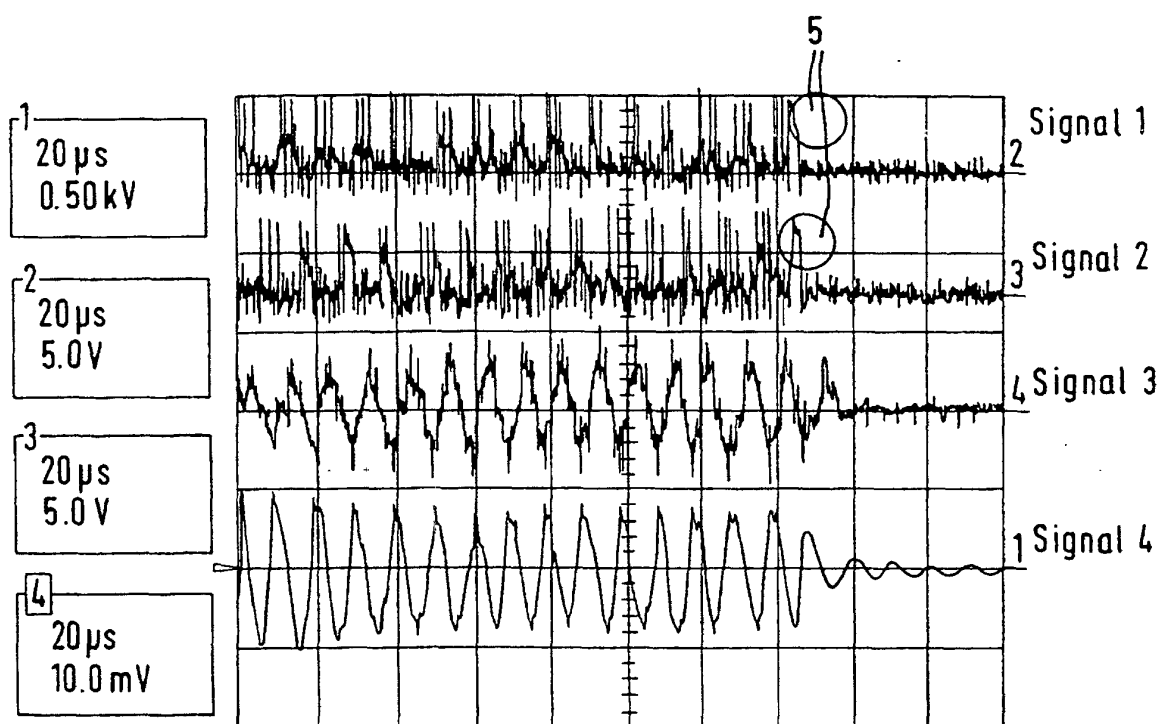


Fig. 6b