

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 243 948**  
**A2**

(12)

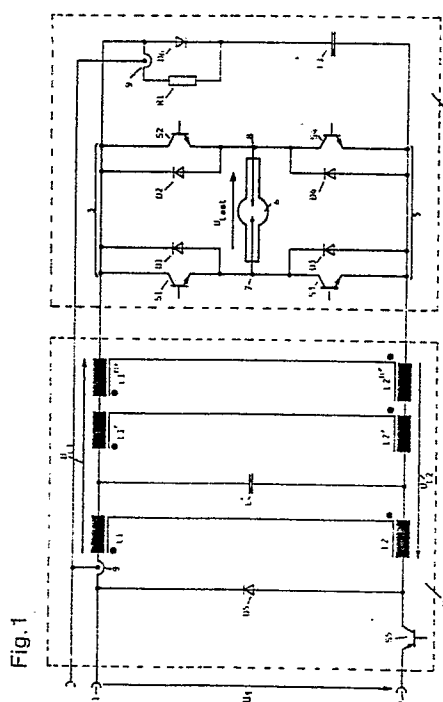
# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 87106228.7

(51) Int. Cl.4: **H05B 41/16**(22) Anmeldetag: **29.04.87**(30) Priorität: **30.04.86 DE 3614708**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.11.87 Patentblatt 87/45**(64) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**(71) Anmelder: **Schmidt, Michael, Dipl.-Ing.**  
**Bammelsburger Strasse 8**  
**D-3300 Braunschweig(DE)**Anmelder: **Brauckmann, Wilfried, Dipl.-Ing.**  
**Leibnitzplatz 8**  
**D-3300 Braunschweig(DE)**(72) Erfinder: **Schmidt, Michael, Dipl.-Ing.**  
**Bammelsburger Strasse 8**  
**D-3300 Braunschweig(DE)**  
Erfinder: **Brauckmann, Wilfried, Dipl.-Ing.**  
**Leibnitzplatz 8**  
**D-3300 Braunschweig(DE)**(74) Vertreter: **Lins, Edgar, Dipl.-Phys. et al**  
**Patentanwälte Gramm + Lins**  
**Theodor-Heuss-Strasse 2**  
**D-3300 Braunschweig(DE)**

## **(54) Steuerschaltung für eine Lichtbogenlampe.**

(57) Bei einer Steuerschaltung für eine Lichtbogenlampe (6) mit zwei Anschlußklemmen (1,2) zum Anschluß einer Gleichspannung ( $U_1$ ), einer Schalteranordnung (4) aus vier nach Art einer Brücke geschalteten Schaltern ( $S_1, S_2, S_3, S_4$ ), deren erste diagonale Anschlußpunkte (3,5) in Serie mit einer die Stromstärke begrenzenden Drosselinduktivität ( $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) geschaltet sind und zwischen deren zweiten diagonalen Anschlußpunkten (7,8) die Lichtbogenlampe (6) liegt, mit einer Steueranordnung, die abwechselnd die in der Brücke gegenüberliegenden Schalter ( $S_1, S_4$  bzw.  $S_2, S_3$ ) durchschaltet bzw. öffnet, und mit einem der Schalteranordnung (4) vorgeschalteten Stromregler (S5) läßt sich das Auftreten von Kurzschlußströmen zwischen den diagonalen Anschlußpunkten sicher dadurch vermeiden, daß parallel zu den ersten diagonalen Anschlußpunkten (3,5) der Schalteranordnung (4) ein Speicherkondensator (C1) in Serie mit einer in Stromflußrichtung gepolten Diode (D6) liegt, zu der ein Widerstand (R1) parallelgeschaltet ist.



EP 0 243 948 A2

## Steuerschaltung für eine Lichtbogenlampe

Die Erfindung betrifft eine Steuerschaltung für eine Lichtbogenlampe mit zwei Anschlußklemmen zum Anschluß einer Gleichspannung, einer Schalteranordnung aus vier nach Art einer Brücke geschalteten Schaltern, deren erste diagonale Anschlußpunkte in Serie mit einer die Stromstärke begrenzenden Drosselinduktivität geschaltet sind und zwischen deren zweiten diagonalen Anschlußpunkten die Lichtbogenlampe liegt, mit einer Steueranordnung, die abwechselnd die in der Brücke gegenüberliegenden Schalter durchschaltet bzw. öffnet, und mit einem der Schalteranordnung vorgeschalteten Stromregler.

Das Leuchten von Lichtbogenlampe entsteht durch die Ausbildung eines Plasmas zwischen den beiden Elektroden der Lichtbogenlampe. Zur Vermeidung einseitiger Abnutzungen der Elektroden müssen die Lichtbogenlampen mit einer ständig wechselnden Stromrichtung beaufschlagt werden, wobei die Wechselfrequenz zwischen 50 und 200 Hz liegt. Es ist bekannt, die Lichtbogenlampe direkt mit der Netzwechselspannung zu betreiben, wobei der durch die Plasmaausbildung entstehende Stromanstieg durch eine in Serie mit der Lichtbogenlampe geschaltete Drosselinduktivität begrenzt wird.

Eine derartige Steuerschaltung benötigt eine relativ große Drosselspule, die relativ viel Platz benötigt und zu einem relativ hohen Gewicht des Vorschaltgeräts beiträgt. Ein weiterer Nachteil der bekannten Steuerschaltung besteht darin, daß durch die ständig wechselnde Stromrichtung durch die Drosselspule die Stromanstiegsgeschwindigkeit sehr gering wird, so daß sich bei jedem Stromwechsel das zwischen den Elektroden der Lichtbogenlampe ausgebildete Plasma abkühlt und praktisch neu gezündet werden muß. Hierdurch wird die Lebensdauer der Lichtbogenlampe stark beeinträchtigt. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß bei dieser Ansteuerung starke Lichteinbrüche im Takt der Netzfrequenz zu beobachten sind, die dazu führen, daß bei der Verwendung einer derartigen Lampe für Filmaufnahmen eine Synchronisation mit der Lichtbogenlampe vorgenommen werden muß, um nicht Teilbilder des Filmes unzureichend zu belichten.

Aus der DE-A-29 04 393 ist eine Steuerschaltung der eingangs erwähnten Art bekannt. Diese Steuerschaltung wird mit Gleichspannung betrieben, wobei die Drosselinduktivität immer von einem Gleichstrom, also mit derselben Stromrichtung, durchflossen wird. Die Änderung der Stromrichtung wird durch die Schalteranordnung ausschließlich für die Lichtbogenlampe durchgeführt und kann mit einer Taktfrequenz erfolgen. Hieraus

ergibt sich, daß eine kleinere Drosselinduktivität verwendet werden kann, so daß die Stromanstiegsgeschwindigkeit ausreichend groß gewählt werden kann, um die Abkühlung des Plasmas beim Wechsel der Stromrichtung in der Lichtbogenlampe unter einen kritischen Wert zu verhindern, so daß das Plasma immer im heißen Zustand erhalten bleibt. Hierdurch wird die Lebensdauer der Lichtbogenlampe entscheidend verlängert. Durch die kleinere Drosselinduktivität läßt sich das Gewicht und der Platzbedarf für die Steuerschaltung wesentlich verringern.

Die Funktionsweise der bekannten Steuerschaltung beruht darauf, daß in der Brückenordnung der Schalter die diagonal gegenüber liegenden Schalter gemeinsam geschlossen bzw. geöffnet werden und daß im gleichen Takt die beiden anderen Schalter entsprechend geöffnet bzw. geschlossen werden. Durch die jeweiligen Schalterpaare werden zwei alternierende Strompfade gebildet. Die Schalteranordnung wirkt daher als Umschalter, so daß immer der eine oder der andere Strompfad leitend ist. Aufgrund der üblicherweise verwendeten Halbleiterschalter geht der Übergang von dem leitenden Zustand in den sperrenden Zustand und umgekehrt dabei nicht schlagartig vor sich, da Ladungsträgeransammlungen in ähnlicher Zeit abgebaut werden. Es kommt daher zu gewissen Überlappungen der (noch bzw. bereits) leitenden Zustände von in der Brücke nebeneinanderliegenden Halbleiterschaltern, wodurch ein Kurzschluß verursacht wird. Dieser Kurzschluß ist für die Steuerung niedriger elektrischer Leistungen nicht gravierend, weil der Stromregler hierauf reagiert. Für höhere elektrische Leistungen ist jedoch die Regelung mit dem Stromregler problematisch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Steuerschaltung der eingangs erwähnten Art so auszubilden, daß ein Kurzschluß zwischen den diagonalen Anschlußpunkten sicher vermieden wird, so daß auch höhere elektrische Leistungen geschaltet werden können.

Diese Aufgabe wird bei einer Steuerschaltung der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, daß parallel zu den ersten diagonalen Anschlußpunkten der Schalteranordnung ein Speicherkondensator in Serie mit einer in Stromflußrichtung gepolten Diode liegt, zu der ein Widerstand parallelgeschaltet ist.

Durch die erfindungsgemäße Einfügung einer Leitungspause der Schalteranordnung wird sichergestellt, daß ein Kurzschluß zwischen den diagonalen Anschlußpunkten vermieden wird. Da die Stromregelung in dieser Leitungspause Strom in die Schalteranordnung treibt, wird diese durch den

Zusatzkreis mit dem Speicherkondensator gepuffert. Der der in Stromrichtung gepolten Diode parallelgeschaltete Widerstand sorgt für eine allmähliche Entladung des Speicherkondensators, wenn die Schalteranordnung wieder leitend ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuerschaltung ist an einem Anschlußklemmenseitigen Ende der Serienschaltung aus Drosselinduktivität und Schalteranordnung ein elektronisch steuerbarer Schalter angeordnet, wobei eine Freilaufdiode den Verbindungspunkt zwischen dem Schalter und der Serienschaltung mit der anderen Anschlußklemme verbindet.

Hierdurch läßt sich eine dosierte Steuerung des durch die Lichtbogenlampe fließenden Stromes erreichen, wodurch gleichzeitig die Möglichkeit eröffnet wird, die Lichtbogenlampe zu dimmen. Hierzu wird der elektronisch steuerbare Schalter hochfrequent ein- bzw. ausgeschaltet. In einer bevorzugten Ausführungsform findet diese Schaltung des elektronischen Schalters in Abhängigkeit von dem in der Serienschaltung fließenden Strom statt. Wenn der Schalter ausgeschaltet wird, wird die Serienschaltung durch die Freilaufdiode zu einem geschlossenen Kreis, in dem weiterhin ein durch die Drosselinduktivität getriebener Strom fließt. Bevor dieser Strom zu stark abfällt, wird der elektronische Schalter wieder geöffnet. Neben der vorzugsweise angewendeten Messung des Stromes in der Serienschaltung läßt sich die Steuerung des elektronischen Schalters auch empirisch - also ohne eine mit einem Stromsensor arbeitende Regelschaltung - ermitteln.

Zur Symmetrierung der Steuerschaltung ist es vorteilhaft, wenn die Drosselinduktivität durch wenigstens zwei Spulen gebildet ist, die beiderseits der Schalteranordnung angeschlossen sind.

Die Glättung des durch den Schalter geregelten Stromes in der Serienschaltung kann dadurch noch verbessert werden, daß die Spulen auf beiden Seiten der Schalteranordnung in mehrere Teilspulen unterteilt sind und daß die zugehörigen Verbindungspunkte auf beiden Seiten der Schalteranordnung durch Glättungskondensatoren miteinander verbunden sind.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 - ein Prinzipschaltbild für eine Steuerschaltung für eine Lichtbogenlampe mit Anschlußklemmen für eine Gleichspannung

Figur 2 - ein Blockschaltbild für ein komplettes System zur Ansteuerung einer Lichtbogenlampe

Die in Figur 1 dargestellte Steuerschaltung weist zwei Klemmen 1,2 auf, an die eine Gleichspannung  $U_1$  anlegbar ist. An die Klemme 1 ist eine Serienschaltung mehrerer Spulen  $L_1, L_1', L_1''$  angeschlossen, deren freies Ende mit einem Anschlußpunkt 3 einer Schalteranordnung 4 verbunden ist. Das andere Ende der Schalteranordnung ist durch einen Anschlußpunkt 5 gebildet, an den die Serienschaltung weiterer Spulen  $L_2, L_2' \dots L_2''$  angeschlossen ist, deren anderes Ende über einen elektronisch gesteuerten Schalter S5 mit der zweiten Anschlußklemme 2 verbunden ist. Der Verbindungspunkt zwischen dem Schalter S5 und der ersten an ihn angeschlossenen Spule  $L_2$  ist über eine Freilaufdiode D5 mit der ersten Anschlußklemme 1 verbunden. Die Verbindungspunkte zwischen den Teilspulen  $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2'$  sind jeweils über einen Glättungskondensator  $C'$  miteinander verbunden.

Die Schalteranordnung 4 weist vier Transistorschalter S1, S2, S3, S4 auf, die nach Art einer Brücke geschaltet sind. Mit dem Anschlußpunkt 3 sind zwei der Transistorschalter S1, S2 parallel verbunden, die mit ihren anderen Enden an den beiden Enden einer Lichtbogenlampe 6 liegen, die eine Metalldampf-Lichtbogenentladungslampe (HMI-Lampe) sein kann. Die beiden Enden der Lichtbogenlampe 6 bilden zwei Anschlußpunkte 7,8 der Brückenordnung, an die zwei weitere Transistorschalter S3, S4 angeschlossen sind, die am Anschlußpunkt 5 der Schalteranordnung 4 miteinander verbunden sind. Jeder der Transistorschalter S1...S4 ist mit einer Freilaufdiode D1, D2, D3, D4 anti-parallel - also entgegen der durch die Anschlußklemmen 1,2 vorgegebenen Stromrichtung - geschaltet.

An die Anschlußpunkte 3,5 ist noch die Serienschaltung einer in der normalen Stromrichtung durchlassenden Diode D6 und eines Ladekondensators C1 angeschlossen, wobei die Diode D6 durch einen Widerstand R1 überbrückt ist.

Innerhalb des durch die eine Drossel induktiv bildenden Spule  $L_1, \dots, L_2, \dots$  und der Schalteranordnung 4 gebildeten Serienanordnung ist ein galvanisch getrennter Stromsensor 9 angeordnet, der den Leiter umgibt und die Stromstärke induktiv mißt. Von dem Stromsensor 9 wird vorzugsweise auch die zwischen dem Widerstand R1 und dem Anschlußpunkt 3 der Schalteranordnung 4 befindliche Leiter erfaßt.

Der Schaltungsteil hinter den Anschlußklemmen 1,2 mit dem Stromsensor 9, den Teilspulen  $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ , dem Glättungskondensator  $C'$ , der Freilaufdiode D5 sowie dem Schalter S5 bildet einen hochfrequenten Stromsteller 10.

Die Funktion der beschriebenen Steuerung aus Stromsteller 10, Schalteranordnung 4 und Lichtbogenlampe 6 ist wie folgt:

Die an den Klemmen 1,2 anliegende Gleichspannung  $U$ , teilt sich auf in die über die ersten Spulen  $L_1, \dots$  abfallende Spannung  $U_{L1}$ , die über die Lichtbogenlampe 6 abfallende Spannung  $U_{LAST}$  und die über den zweiten Spulen  $L_2, L_2', \dots$  abfallende Spannung  $U_{L2}$ . Die Schalter S1 bis S4 der Schalteranordnung 4 seien hierbei so gesteuert, daß S1 und S4 geschlossen sind und S2 und S3 geöffnet sind, so daß der Strom über den Schalter S1 durch die Lichtbogenlampe 6 in der Figur 1 von links nach rechts und durch den Schalter S4 fließen kann. Der Stromsensor 9 detektiert die fließende Stromstärke. Erreicht diese einen oberen Grenzwert, wird der Schalter S5 geöffnet. Die in dem Stromkreis enthaltenen Induktivitäten  $L_1, L_1', L_2, L_2'$  usw. treiben einen weiteren Strom durch den Stromkreis, der durch die Freilaufdiode D5 geschlossen ist. Dabei fällt der Strom ab. Erreicht der Strom eine untere zulässige Stromstärke, bewirkt der Stromsensor 9 die Wiedereinschaltung des Schalters S5. Dieser Vorgang geschieht hochfrequent mit einigen 10 bis 100 kHz.

Im Takt von 50 bis 200 Hz wird die Schalteranordnung 4 umgeschaltet. Ausgehend von dem oben beschriebenen Zustand werden die Schalter S1, S4 geöffnet und die Schalter S2, S3 geschlossen, so daß der Strom von Anschlußpunkt 3 nunmehr über den Schalter S2 durch die Lichtbogenlampe in der Figur 1 von rechts nach links und durch den Schalter S3 zum Anschlußpunkt 5 fließt. Die Kommutierung der Stromrichtung durch die Lichtbogenlampe führt demgemäß nicht zu einer Kommutierung der Stromrichtung durch die die Drosselinduktivität bildenden Teilspulen  $L_1, L_1', L_2, L_2'$  usw. Hierdurch wird erreicht, daß der Stromwechsel und der Stromanstieg durch die Lichtbogenlampe sehr schnell erfolgen kann, so daß eine zu starke Abkühlung des Plasmas innerhalb der Lichtbogenlampe 6 verhindert werden kann.

Während des Stromwechsels, also des Umschaltens der Schalter S1, S4 bzw. S2, S3 ist es erforderlich, daß für eine sehr kurze Zeit alle Schalter gesperrt sind, um keine Kurzschlußströme durch noch teilweise geöffnete Transistorschalter S1 und S3 bzw. S2, S4 zu produzieren. Während der kurzen Zeit, in der alle Schalter S1 bis S4 gesperrt sind, fließt der Strom von Anschlußpunkt 3 über die Diode D6 in den Ladekondensator C1, der dadurch aufgeladen wird. Beim Abfall der Spannung zwischen den Anschlußpunkten 3 und 5 kann sich der Kondensator C1 über den Widerstand R1 entladen, indem ein entsprechender Strom in die Anschlußpunkte 3 und 5, und somit in die Lichtbogenlampe 6, eingespeist wird.

Die Freilaufdioden D1 bis D4 ermöglichen in der kurzen Zeitspanne, in der alle vier Schalttransistoren S1 bis S4 gesperrt sind, das Fließen eines Freilaufstromes über die Lichtbogenlampe 6. Dieser Strom wird durch Induktivitäten der Anschlußleitungen der Lichtbogenlampe getrieben.

Die Funktion der erfindungsgemäßen Steuerung kann anhand der schematischen Darstellung in Figur 2 verdeutlicht werden:

Die Netzspannung wird in einem Gleichrichter 11 gleichgerichtet, so daß am Ausgang des Gleichrichters die Spannung  $U$ , ansteht. Der oben beschriebene Gleichstromsteller 10 regelt den Strom durch die Lichtbogenlampe 6, der durch den Wechselrichter 4 in seiner Richtung relativ niederfrequent geändert wird. Die Steuerung des Schalters S5 in dem Gleichstromsteller 10 sowie der Schalter S1 bis S4 in der als Wechselrichter dienenden Schalteranordnung 4 und ggf. der Gleichrichter 11 werden durch eine gemeinsame Regel- und Steuereinheit 12 gesteuert. Die Regel- und Steuereinheit 12 erhält das Signal von dem Stromsensor 9, der die Stromstärke in dem Lastkreis für die Lichtbogenlampe 6 feststellt.

Für die Steuerung oder Regelung des Gleichstromstellers 10, also das Ein- und Ausschalten des Schalters S5 sind verschiedene Verfahren möglich.

Der Schalter S5 kann bei Unterschreiten einer unteren Stromstärke eingeschaltet und bei Überschreiten einer oberen Stromstärke abgeschaltet werden. Dabei ist die Schaltfrequenz variabel.

Der Schalter S5 kann aber auch in einem konstanten Frequenz raster geschaltet werden, wobei der Stromsensor 9 die Einschaltzeit, also die Impulsbreite, bestimmt.

Ferner ist eine Kombination aus beiden Verfahren möglich. So ist es vorteilhaft, bei Durchführung einer Pulsbreitensteuerung nach Erreichen einer minimalen Einschaltzeit zur weiteren Reduzierung des Nennstromes die Schaltfrequenz abzusinken. Nach Erreichen einer maximalen Einschaltzeit innerhalb des vorgegebenen Frequenzrasters wird die Schaltfrequenz verringert, um eine weitere Stromerhöhung zu erreichen. Zwischen der minimalen Pulsbreite und der maximalen Pulsbreite wird mit der Nennfrequenz gearbeitet, die beispielsweise bei 20 kHz liegen kann.

## Ansprüche

1. Steuerung für eine Lichtbogenlampe (6) mit zwei Anschlußklemmen (1,2) zum Anschluß einer Gleichspannung ( $U$ ), einer Schalteranordnung (4) aus vier nach Art einer Brücke geschalteten Schaltern (S1, S2, S3, S4), deren erste diagonale Anschlußpunkte (3,5) in Serie mit einer die Stromstärke begrenzenden Drosselinduktivität ( $L_1$ ,

$L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) geschaltet sind und zwischen deren zweiten diagonalen Anschlußpunkten (7,8) die Lichtbogenlampe (6) liegt, mit einer Steueranordnung, die abwechselnd die in der Brücke gegenüberliegenden Schalter (S1,S4 bzw. S2,S3) durchschaltet bzw. öffnet, und mit einem der Schalteranordnung (4) vorgeschalteten Stromregler (S5), **dadurch gekennzeichnet**, daß parallel zu den ersten diagonalen Anschlußpunkten (3,5) der Schalteranordnung (4) ein Speicherkondensator (C1) in Serie mit einer in Stromflußrichtung gepolten Diode (D6) liegt, zu der ein Widerstand (R1) parallelgeschaltet ist.

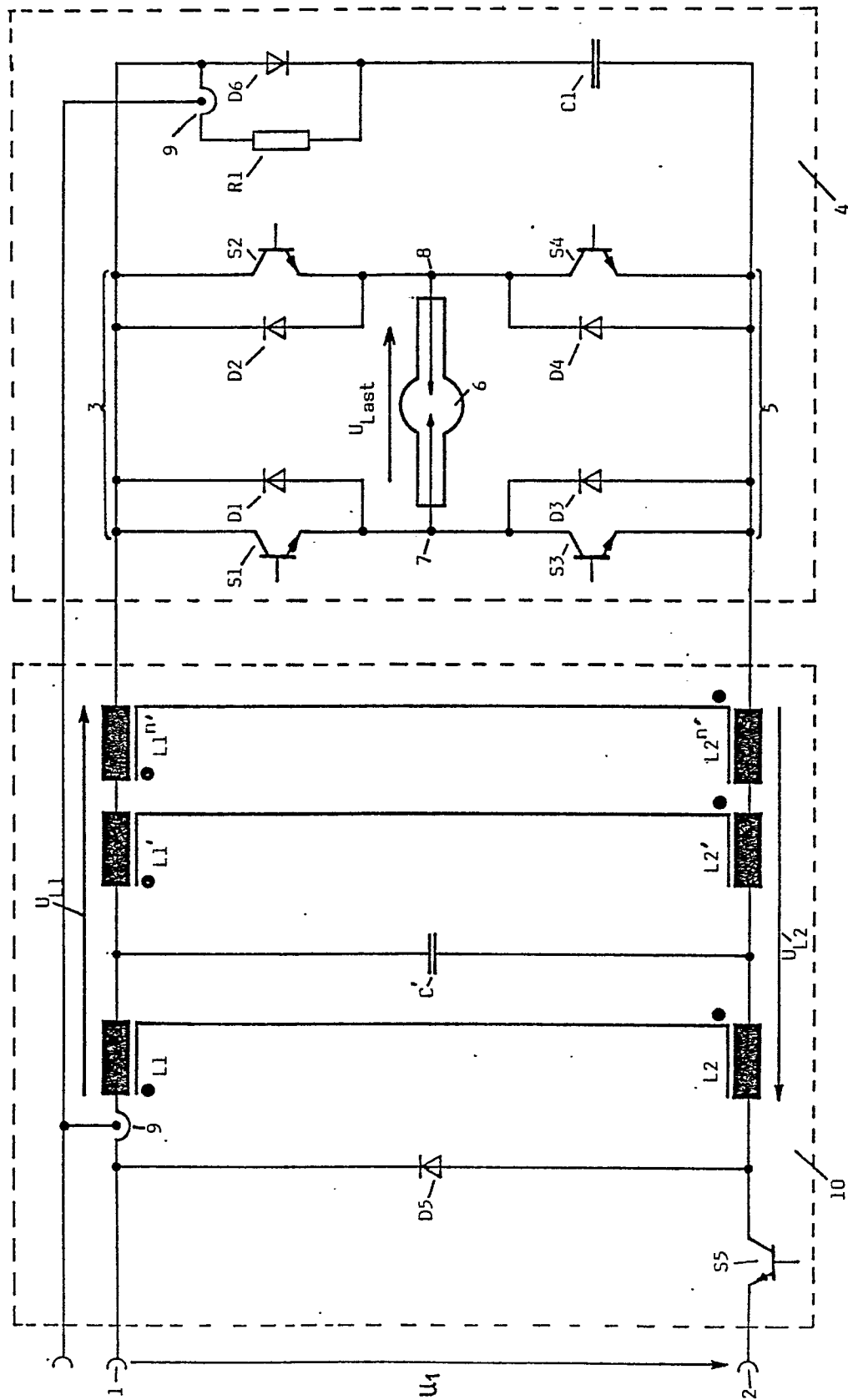
2. Steuerschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromregler durch einen elektronisch steuerbaren Schalter (S5) gebildet ist, der an einem anschußklemmenseitigen Ende der Serienschaltung aus Drosselinduktivität ( $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) und Schalteranordnung (4) angeordnet ist, daß eine Freilaufdiode (D5) den Verbindungspunkt zwischen dem Schalter (S5) und der Serienschaltung mit der anderen Anschlußklemme (1) verbindet, daß in der Serienschaltung aus Drosselinduktivität ( $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) und Schalteranordnung (4) einerseits und in dem durch Diode (D6), Widerstand (R1) und Speicherkondensator (C1) gebildeten Stromkreis andererseits Stromsensoren (9) angeordnet sind, deren Ausgangssignale summiert auf eine Regelschaltung (12) gelangen, die den elektronischen Schalter (S5) in Abhängigkeit von der detektierten Gesamtstromstärke ein- und ausschalten.

3. Steuerschaltung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselinduktivität durch wenigstens zwei Spulen ( $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) gebildet ist, die beiderseits der Schalteranordnung (4) angeschlossen sind.

4. Steuerschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen auf beiden Seiten der Schalteranordnung (4) in mehrere Teilspulen ( $L_1, L_1', \dots, L_2, L_2', \dots$ ) unterteilt sind, und daß die zugehörigen Verbindungspunkte auf beiden Seiten der Schalteranordnung (4) durch Glättungskondensatoren (C') miteinander verbunden sind.

5. Steuerschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalter (S1 bis S4) der Schalteranordnung (4) jeweils entgegen der durch die Anschlußklemmen (1,2) vorgegebenen Stromrichtung geschaltete Dioden (D1,D2,D3,D4) aufweisen.

Fig.1



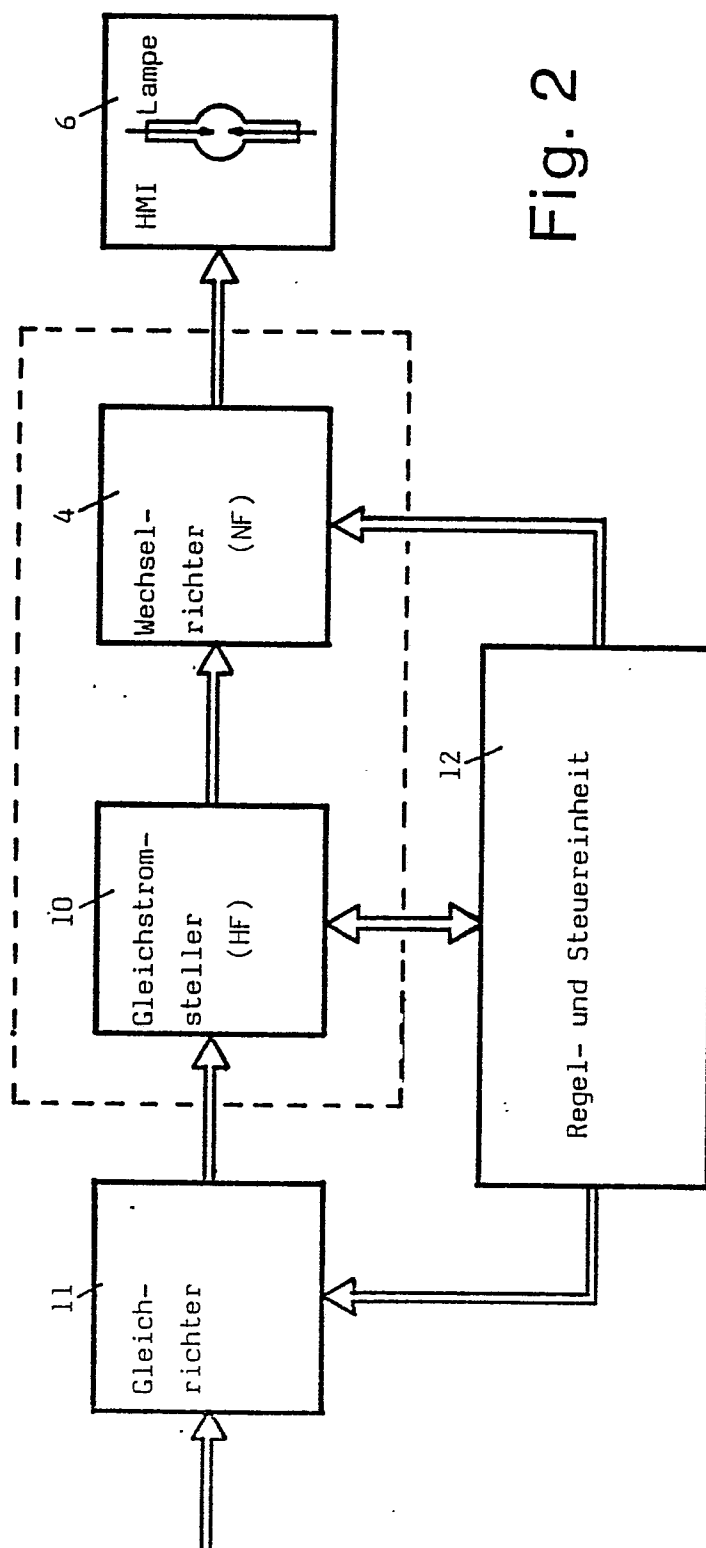


Fig. 2