

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 807 311 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

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

02.12.1998 Patentblatt 1998/49

(51) Int Cl.⁶: **H01F 29/04, H01F 30/02**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP96/00428

(21) Anmeldenummer: **96902973.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 96/24146 (08.08.1996 Gazette 1996/36)

(22) Anmeldetag: **01.02.1996**

(54) VORRICHTUNG ZUR SPANNUNGSREGELUNG

DEVICE FOR VOLTAGE CONTROL

DISPOSITIF DE REGULATION DE TENSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT DE ES FR GB IT NL SE

• **Renner, Robert**

5020 Salzburg (AT)

(30) Priorität: **02.02.1995 DE 19503379**

06.11.1995 DE 19541341

20.11.1995 DE 19543249

(74) Vertreter: **Berngruber, Otto, Dr. Dipl.-Chem. et al**

Patentanwälte

Haft, von Puttkamer

Berngruber, Czybulka

Franziskanerstrasse 38

81669 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

19.11.1997 Patentblatt 1997/47

(73) Patentinhaber:

• **Plöbst, Siegfried**

5630 Bad Hofgastein (AT)

• **Renner, Robert**

5020 Salzburg (AT)

(56) Entgegenhaltungen:

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 95, no. 001 & JP,A,07 007978 (MEIDENSHA CORP), 10.Januar 1995,**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 280 (E-216), 14.Dezember 1983 & JP,A,58 159676 (EBARA DENSAN:KK), 22.September 1983,**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 005 (E-372), 10.Januar 1986 & JP,A,60 167683 (MITSUBISHI DENKI KK), 31.August 1985,**

(72) Erfinder:

• **Plöbst, Siegfried**

5630 Bad Hofgastein (AT)

EP 0 807 311 B1

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).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Beleuchtungsanlage mit Gasentladungslampen und einem Spartransformator zur unterbrechungslosen Spannungsregelung der Gasentladungslampen.

Eine Straßenbeleuchtungsanlage wird während der abendlichen Hauptverkehrszeit im allgemeinen mit voller Lichtstärke, also mit Netzspannung betrieben, und in der verkehrsrhigen Nachtzeit mit reduzierter Spannung. Bei Gasentladungslampen muß das Umschalten von der Netzspannung auf die reduzierte Spannung und umgekehrt unterbrechungslos erfolgen, sonst fällt die Lampe aus.

Nach dem Stand der Technik werden dazu stufenlos regelbare Transformatoren verwendet, z. B. ein Spartransformator, der einen Eisenkern mit nur einer Wicklung aufweist, die eingangsseitig mit der Phase des Netzes und dem Nulleiter und ausgangsseitig mit einem Abgriff der Transformatorwicklung und dem Nulleiter verbunden ist. Die abzunehmende Spannung wird durch Abgriff der Leitung, welche zur Phase des Verbrauchers führt, an einer Windung der Wicklung erhalten. Das Verhältnis der abzunehmenden Spannung zur Nennspannung entspricht dabei dem Verhältnis der Zahl der Windungen, die sich zwischen der Ausgangsseite der Wicklung und der abgeriffenen Windung befinden, zu der Gesamtzahl der Windung der Wicklung. Die gesamte Wicklung bildet also die Primärwicklung, während der Wicklungsabschnitt zwischen dem Abgriff und dem Nulleiter die Sekundärwicklung des Spartrafos bildet. Der Wicklungsabschnitt der Primärwicklung zwischen der Phase des Netzes und dem Abgriff wird auch als Lastabschnitt bezeichnet.

Um den Transformator regelbar auszubilden, ist es bekannt, für die Wicklung blanke Drähte zu verwenden, und für den Abgriff einen Abnehmer, der entlang der Wicklung über die blanken Drähte gleitet. Da der gesamte Laststrom über den Abnehmer fließt, muß er entsprechend aufwendig ausgebildet werden. Außerdem ist ein Motor zur Verschiebung des Abnehmers notwendig, und der Abnehmer wird durch den Gleitkontakt der Wicklung abgenutzt.

Ferner sind Stelltransformatoren bekannt, bei denen die Wicklung mit Anzapfungen versehen ist. Damit während des Umschaltens keine Unterbrechung stattfindet und kein Kurzschluß der zu- und abzuschaltenden Windungen auftritt, sind in jedem Zweig zwischen der Anzapfung und der Zuleitung zum Verbraucher zwei Schaltglieder vorgesehen, wobei das zweite Schaltglied einen Widerstand überbrückt. Der Umschaltvorgang beginnt damit, daß in dem angeschlossenen, ersten Zweig der Widerstand eingeschaltet wird und anschließend über einen gleich großen Widerstand in dem anderen Zweig die Verbindung mit der neuen Anzapfung hergestellt wird. Die zuzuschaltenden Windungen zwischen den beiden Anzapfungen sind jetzt zwar kurzgeschlossen, in dem Kurzschlußkreis liegen jedoch die

beiden Widerstände und begrenzen den Kurzschlußstrom. Wenn nunmehr das erste Schaltglied in dem ersten Zweig aufgetrennt wird, ist die neue Anzapfung bereits angeschlossen. Ihre direkte Verbindung mit der äußeren Zuleitung wird schließlich durch Schließen des zweiten Schaltglieds im zweiten Zweig erreicht. Der bekannte Stelltransformator mit Stufenschalter ist durch die beiden Schaltglieder und den Widerstand an jeder Abzapfung aufwendig und entsprechend kostspielig.

Um Stromkosten zu sparen, ist es bekannt, durch Leistungsregelung die Leistungsspitzen, die durch das zufällige gleiche Einschalten mehrerer Geräte entstehen, zu verteilen. Dazu wird nach dem Stand der Technik zu den Geräten jeweils eine Steuerleitung gezogen und direkt in den Betrieb des jeweiligen Gerätes eingegriffen, beispielsweise durch getaktetes Wegschalten. Der nachträgliche Einbau von Steuerleitungen ist jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Auch ist diese Regelung für Geräte mit einer komplizierteren Betriebsweise ungeeignet.

Nach "Patent Abstracts of Japan", Bd. 007 Nr. 280, bzw. JP-A-58159676 wird beim Anlassen eines elektrischen Motors dieser erst mit einer verminderten Spannung betrieben, die dann schrittweise auf die volle Spannung erhöht wird. Dazu ist ein Spartransformator vorgesehen, der an verschiedenen Wicklungsabschnitten Abzweigungen aufweist, die durch Schaltglieder mit dem elektrischen Motor verbunden sind. Ein weiteres Schaltglied verbindet den Trafo mit der Batterie. Beim Starten sind das Schaltglied zur Batterie und das Schaltglied an dem ersten Wicklungsabschnitt geschlossen, die übrigen Schaltglieder offen. Nach einigen Sekunden werden die geschlossenen Schaltglieder geöffnet und das Schaltglied an dem zweiten Wicklungsabschnitt geschlossen. Der Transformator wirkt nun strombegrenzend als Drossel, und nach einigen Sekunden wird das Schaltglied zur Batterie geschlossen, wodurch die an den elektrischen Motor angelegte Spannung etwa die Hälfte der vollen Spannung beträgt. Anschließend werden die Schaltglieder an den weiteren Wicklungsabschnitten nacheinander geschlossen, um die an den elektrischen Motor angelegte Spannung zu erhöhen. Auch die Schaltung nach "Patent Abstracts of Japan", Bd. 95, Nr. 001, bzw. JP-A-07007978 dient zum Starten eines elektrischen Motors, bei der noch ein Widerstand zwischen einer der Wicklungsabzweigungen und dem zugehörigen Schaltglied vorgesehen ist, wodurch der Transformator kleiner gebaut werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfach aufgebaute Beleuchtungsanlage mit Gasentladungslampen bereitzustellen, die eine unterbrechungslose Spannungsregelung der Gasentladungslampen ermöglicht.

Dies wird erfindungsgemäß mit der im Anspruch 1 gekennzeichneten Beleuchtungsanlage erreicht.

In den Unteransprüchen 2 bis 7 sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung wiedergegeben.

Das eine, erste Schaltglied des Transformators der

erfindungsgemäßen Vorrichtung dient vorzugsweise zum Überbrücken des Lastabschnitts des Transformators und das weitere Schaltglied dazu, die Primärwicklung außer Betrieb zu setzen. Es kann auch im Steuerabschnitt vorgesehen sein. Beim Umschalten zur Änderung der Spannung an den Gasentladungslampen sind die beiden Schaltglieder so gesteuert, daß der Lastabschnitt eine Drossel bildet. Auf diese Weise werden die Gasentladungslampen beim Schaltvorgang stets mit der Mindestspannung versorgt. Wenn das Umschalten zwischen einzelnen Schaltgliedern praktisch gleichzeitig erfolgt, kann die Drosselwirkung kaum zum Tragen kommen. Der Kurzschluß kann dann so kurzzeitig sein, daß der Kurzschlußstrom nicht ansteigen kann. Die Schaltglieder können daher so gesteuert sein, daß ein Kurzschluß zeitlich so begrenzt wird, daß eine Beschädigung der Schaltglieder oder Leitungen verhindert ist.

Bei dem regelbaren Transformator besteht die Primär- und/oder Sekundärwicklung vorzugsweise zumindest teilweise aus Einzelabschnitten, die in einer der abzunehmenden Spannung entsprechenden Kombination zusammenschaltbar sind. Wenigstens ein Einzelabschnitt weist dabei in seinem Stromweg das erste Schaltglied und zwischen seinem Eingang und dem Ausgang das weitere Schaltglied auf. Die Schaltglieder sind bevorzugt durch Schütze gebildet. Jeder Einzelabschnitt kann einen Widerstand, eine Drossel und/oder eine Sicherung aufweisen, vorzugsweise eine Leitung mit dem ein Schaltglied vorgesehen ist, mit der der Verbraucher an die Phase des Netzes anschließbar ist. Das weitere Schaltglied kann in der Leitung angeordnet sein, welche den Lastabschnitt ausgangsseitig mit dem Verbraucher verbindet.

Die Transformatorwicklung des Spartransformators weist vorzugsweise einen eingangsseitig an die Phase des Netzes und ausgangsseitig an die Phase des Verbrauchers angeschlossenen Lastabschnittes und einen ausgangsseitig mit dem Nulleiter verbundenen Steuerabschnitt auf, der zumindest teilweise aus den Einzelabschnitten besteht, die in einer der abzunehmenden Spannung entsprechenden Kombination mit dem Nulleiter verbindbar sind. Der Steuerabschnitt besteht dabei vorzugsweise aus einem ersten Teil und einem zweiten Teil. Der zweite Teil ist zwischen dem ersten Teil und dem Lastabschnitt angeordnet. Dabei ist die Zahl der mit dem Nulleiter verbundenen Windungen des zweiten Teils unveränderbar, während die Zahl der mit dem Nulleiter verbindbaren Windungen des ersten Teils veränderbar ist.

Der Verbraucher ist eine Beleuchtungsanlage mit Gasentladungslampen.

Wenn die Gasentladungslampen mit voller Lichtstärke, also mit Netzspannung betrieben werden, ist das erste Schaltglied geschlossen und das zweite Schaltglied offen. Wenn die Helligkeit reduziert, also ein dem Übersetzungsverhältnis des Transformators entsprechender Spannungsabfall erfolgen soll, muß das erste Schaltglied geöffnet und das zweite Schaltglied ge-

schlossen werden. Dazu ist eine bestimmte Umschaltzeit notwendig. Die beiden Schaltglieder werden vorzugsweise durch einen Schutz mit Schließern und/oder einen Schutz mit Schließer und Öffner gebildet. Bei einem Schutz als Schaltglied beträgt die Umschaltzeit einige Millisekunden. Um einen Ausfall der Lampe zu verhindern, wird deshalb erfindungsgemäß zuerst das eine Schaltglied im Primärkreis geöffnet. Damit geht der Lastabschnitt des Transformators, also der Abschnitt über den der Laststrom fließt, in eine Drossel über. Auf diese Weise wird ein Ausfall der Lampe während des Umschaltvorgangs verhindert. Dann wird das weitere Schaltglied geschlossen, wodurch sich ein dem Übersetzungsverhältnis des Transformators entsprechender Spannungsabfall einstellt.

Nachstehend ist die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert, in der Figur 1 bis 5 jeweils eine andere Schaltung eines Spartransformators nach der Erfindung zeigen.

Gemäß Figur 1 besteht der Spartransformator aus einem geschlossenen Eisenkern 1 mit einer Wicklung 2. Die gesamte Wicklung 2 bildet die Primärwicklung des Spartransformators, der Abschnitt 4 der Wicklung 2 zwischen der Phase L des Netzes und dem Abgriff 3 der Leitung 5 zur Gasentladungslampe 6 stellt den Lastabschnitt dar, über den der Laststrom I_L zur Lampe 6 fließt. Der Wicklungsabschnitt 7 zwischen dem Abgriff 3 und dem Nulleiter N bildet die Sekundärwicklung des Spartransformators, über den der Magnetisierungsstrom I_M und ein von der Last abhängiger Ausgleichsstrom fließt.

Die Phase L des Netzes ist über eine Bypass-Leitung 8 mit der Leitung 5 verbunden. Die Bypass-Leitung 8 weist ein erstes Schaltglied 9 auf, so daß sie bei geschlossenem Schaltglied 9 den Lastabschnitt 4 überbrückt. Der Ausgang der Sekundärwicklung 7 ist mit dem Nulleiter N über eine Leitung 10 verbunden, die ein zweites Schaltglied 11 aufweist.

Die beiden Schaltglieder 9 und 11 werden durch einen Schütz, also einen fernbetätigten elektromagnetischen Schalter gebildet, vorzugsweise durch den Schließer bzw. Öffner ein und desselben Schützes, bzw. durch die beiden Schließer eines Schützes, wie in der Zeichnung dargestellt.

Die Nennspannung ist mit U_1 bezeichnet, und die Lastspannung mit U_2 . Wenn das Schaltglied 9 geöffnet und das Schaltglied 11 geschlossen ist, also bei unbetätigtem Schütz, wird die Lampe 6 mit der durch den Transformator reduzierten Spannung $U_2 < U_1$ betrieben. Zum Umschalten der Lastspannung U_2 auf die Nennspannung U_1 wird der Schütz betätigt. Die Schaltglieder 9, 11, also der Schließer und der Öffner des Schützes werden dabei so gesteuert, daß das Schaltglied 11 geöffnet wird, bevor das Schaltglied 9 geschlossen wird. Damit wirkt der Lastabschnitt 4 während der Umschaltzeit des Schützes kurzzeitig, d. h. beispielsweise 5 bis 50 Millisekunden, als Drossel. Zwar führt die Drossel zu einem Spannungsabfall. Dieser ist jedoch

gering, so daß die Lampe 6 während des Umschaltvorgangs mit einer ausreichenden Spannung U_2 versorgt wird. Danach schließt das Schaltglied 9, wodurch der Lastabschnitt 4 bzw. die Drossel überbrückt und damit die Lampe 6 mit der Nennspannung U_1 betrieben wird, also $U_2 = U_1$ ist.

Wenn von der Nennspannung U_1 auf eine reduzierte Spannung U_2 geschaltet werden soll, wird der Schütz betätigt, so daß das Schaltglied 9 geöffnet wird, wodurch der Lastabschnitt 4 eine Drossel bildet. Danach schließt der Schütz das Schaltglied 11. Damit ist ein unterbrechungsloses Schalten von $U_2 = U_1$ nach $U_2 < U_1$ und umgekehrt möglich.

Wenn die Nennspannung z. B. 220 V ist, kann die reduzierte Spannung z. B. 180 V sein. In jedem Fall ist darauf zu achten, daß die reduzierte Spannung U_2 größer ist als die zum Betrieb der Gasentladungslampe 6 erforderliche Mindestspannung, vorzugsweise 5 V bis 10 V größer als die Mindestspannung, um Schwankungen der Nennspannung zu berücksichtigen.

Bei $U_2 = U_1$ ist also der Lastabschnitt 4 des Transformators überbrückt und die Primärwicklung 2 bzw. der Steuerabschnitt 7 außer Betrieb gesetzt. Beim Umschalten auf die reduzierte Spannung $U_2 < U_1$ und von der reduzierten Spannung auf die Spannung $U_2 = U_1$ werden die beiden Schaltglieder 9, 11 also jeweils so gesteuert, daß der Lastabschnitt 4 eine den Gasentladungslampen 6 vorgeschaltete Drossel bildet.

In Figur 2 ist ein Trafo mit einer Primärwicklung 12 und einer Sekundärwicklung 13 auf einem geschlossenen Eisenkern 1 dargestellt. Durch die Leitungen 15 und 16 ist dieser Trafo ebenfalls als Spartrafo geschaltet.

Die Sekundärwicklung 13 bildet den Lastabschnitt des Transformators, also den Abschnitt, über den der Laststrom I_L über die Leitung 14 zur Lampe 6 fließt.

Die Sekundärwicklung 13 ist mit einer Bypass-Leitung 8 mit einem ersten Schaltglied 9 überbrückbar.

Die Primärwicklung 12 ist eingangsseitig mit der Phase L des Netzes über eine Leitung 15 verbunden, in der das zweite Schaltglied 11 angeordnet ist. Die Ausgangsseite der Primärwicklung 12 ist über eine Leitung 16 mit dem Nulleiter N verbunden.

Wenn die Lampe 6 mit einer reduzierten Spannung $U_2 < U_1$ betrieben wird, ist das Schaltglied 9 geöffnet und das Schaltglied 11 geschlossen. Zum Umschalten auf eine Spannung $U_2 = U_1$ wird das Schaltglied 11, also der Schließer des Schützes zuerst geöffnet, bevor das Schaltglied 9, also der zweite Schließer des Schützes, geschlossen wird. Während dieser Umschaltzeit von wenigen Millisekunden geht die Sekundärwicklung 13 in Drosselbetrieb über, wodurch eine ausreichende Spannung zum Betrieb der Lampe 6 sichergestellt wird. Danach schließt das Schaltglied 9, wodurch die Lampe 6 mit der Nennspannung U_1 betrieben wird, also $U_2 = U_1$ ist.

Wenn die Lastspannung U_2 auf eine reduzierte Spannung $U_2 < U_1$ geschaltet werden soll, wird das Schaltglied 9 zuerst geöffnet, damit die Sekundärwick-

lung 13 als Drossel wirkt, worauf das Schaltglied 11 geschlossen wird.

Das heißt bei $U_2 = U_1$ ist die Sekundärwicklung 13, also der Lastabschnitt des Transformators überbrückt, während die Primärwicklung 12 außer Betrieb gesetzt ist. Beim Umschalten auf die reduzierte Spannung $U_2 < U_1$ und von der reduzierten Spannung auf $U_2 = U_1$ werden die beiden Schaltglieder 9, 11 somit jeweils so gesteuert, daß die Sekundärwicklung 13 eine der Gasentladungslampe 6 vorgeschaltete Drossel bildet.

In Figur 3 ist ein Spartransformator dargestellt, mit dem die Lastspannung U_2 feinstufig geregelt werden kann. Die Sekundärwicklung 7 nach Figur 1 ist dabei durch einen Steuerabschnitt 17 ersetzt.

Der Steuerabschnitt 17 ist aus einem ersten Teil 18 und einem zweiten Teil 19 gebildet. Die Windungen des zweiten Teils 19 schließen sich an die Windungen des Lastabschnitts 4 an. Die Windungen des ersten Teils 18 des Steuerabschnittes 17 bestehen aus mehreren Einzelabschnitten I bis IV.

Jeder Einzelabschnitt I bis IV weist in seinem Stromweg ein erstes Schaltglied 24 bis 27 auf. Ferner ist ein Schaltglied 28 bis 31 zwischen der Eingangsseite E und der Ausgangsseite A jedes Einzelabschnittes I bis IV vorgesehen. Von der Eingangsseite E jedes Einzelabschnittes I bis IV führt eine Leitung 32 bis 35 zu den Windungen des betreffenden Einzelabschnittes I bis IV, wobei in den Leitungen 32 bis 35 das erste Schaltglied 24 bis 27 angeordnet ist. Eine weitere Leitung 36 bis 39 führt von den Windungen des jeweiligen Einzelabschnittes I bis IV zu der Ausgangsseite A desselben.

Die Eingangsseite E des ersten Einzelabschnittes I ist über eine Leitung 40 mit der Ausgangsseite des zweiten Teils 19 des Steuerabschnittes 17 verbunden, während die Ausgangsseite A des vom zweiten Teil 19 abgewandten Einzelabschnittes IV über eine Leitung 41 mit dem Nulleiter N verbunden ist, wobei in der Leitung 41 das Schaltglied 11 angeordnet ist. Zwischen den Leitungen 32 und 36, 33 und 37, 34 und 38 sowie 35 und 39 jedes Einzelabschnittes I bis IV befinden sich die Schaltglieder 28 bis 31.

Jeder Einzelabschnitt I bis IV weist eine unterschiedliche Anzahl von Windungen auf. Z. B. kann der Einzelabschnitt I zehn, der Einzelabschnitt II zwanzig, der Einzelabschnitt III vierzig und der Einzelabschnitt IV achtzig Windungen aufweisen.

Damit kann die Zahl der Windungen NM des Steuerabschnittes 17, die mit dem Nulleiter verbunden sind entsprechend der abzunehmenden Spannung U_2 geändert werden. Die Windungszahl NM des Steuerabschnittes besteht dabei aus der unveränderbaren Windungszahl NM konst. des zweiten Teils 19 und der veränderbaren Windungszahl NM v der Einzelabschnitte I bis IV, die mit dem Nulleiter N verbunden sind.

D. h. wenn beispielsweise die Windungszahl NM des Steuerabschnittes 17 aus der Windungszahl NM konst. des zweiten Teils 19 und den zehn Windungen

des Einzelabschnittes I zusammensetzen soll, wird das Schaltglied 24 des Einzelabschnitts I geschlossen und das Schaltglied 28 zwischen dem Eingang E und dem Ausgang A des Einzelabschnittes I geöffnet, während die Schaltglieder 25, 26, 27 der übrigen Einzelabschnitte II bis IV geöffnet und die Schaltglieder 29 bis 31 zwischen dem Eingang E und dem Ausgang A der Einzelabschnitte II bis IV geschlossen werden.

Wenn beispielsweise die Windungszahl NM des Steuerabschnittes 17 NM konst. plus siebzig Windungen betragen soll, werden die Schaltglieder 24, 25, 26 der Einzelabschnitte I bis III geschlossen und die Schaltglieder 28, 29, 30 zwischen dem Eingang E und dem Ausgang A der Einzelabschnitte I bis III geöffnet, während das Schaltglied 27 des Einzelabschnittes IV geöffnet und das Schaltglied 31 zwischen dem Eingang E und dem Ausgang A des Einzelabschnittes IV geschlossen wird.

Es ist ersichtlich, daß sich mit den Einzelabschnitten I bis IV gemäß Figur 3 die Anzahl der zugeschalteten Windungen in sechzehn Schritten von je zehn Windungen von null bis einhundertfünfzig ändern läßt. Dabei entspricht jeder Schritt einer bestimmten Änderung der Größe der abzunehmenden Spannung.

Wenn die Nennspannung U1 beispielsweise 220 V beträgt, die abzunehmende Spannung U2 bei allen zugeschalteten vier Einzelabschnitten I bis IV z. B. 210 V und die abzunehmende Spannung U2 bei allen abgeschalteten vier Einzelabschnitten I bis IV, also nur mit den Windungen des zweiten Teils 19 des Steuerabschnittes 17 z. B. 170 V beträgt, kann die Spannung U2 also zwischen 170 V und 210 V in sechzehn Stufen geändert werden. Die Änderung der Spannung bei den einzelnen Stufen ist allerdings nicht gleich groß. Das heißt, es besteht keine Linearität zwischen der zugeschalteten Windungszahl und der Änderung der Größe der abzunehmenden Spannung U2.

Die Abhängigkeit zwischen der zugeschalteten Windungszahl NR und der abzunehmenden Spannung U2 ergibt sich aus folgender Formel

$$NR = \frac{NL \times U2}{(U1 - U2)} - NF \quad (I)$$

worin NL die Windungszahl des Lastabschnittes 4, U1 die Nennspannung und NF die unveränderbare Windungszahl des zweiten Teils 19 des Steuerabschnittes 17 bedeuten.

Aufgrund der Formel (I) wurde errechnet, daß sich beispielsweise mit sechs Einzelabschnitten I bis VI die abzunehmende Spannung U2 bei einer Nennspannung von 220 V von 120 V bis 205 V annähernd in 5 V-Schritten linear ändern läßt, wenn zwei Windungen im Einzelabschnitt I, fünf Windungen im Einzelabschnitt II, elf Windungen im Einzelabschnitt III, vierundzwanzig Windungen im Einzelabschnitt IV und vierundfünfzig bzw. einhundertdrei Windungen im Einzelabschnitt V bzw. VI vorgesehen sind. Bei Beleuchtungsanlagen ist jedoch

eine lineare Zu- und Abnahme von U2 häufig nicht erforderlich, mitunter sogar unerwünscht.

Die gesamte wirksame Wicklung, d. h. der Lastabschnitt 4, der zweite Teil 19 des Steuerabschnittes 17 mit der unveränderlichen Windungszahl NF sowie die zugeschalteten Windungen NR des ersten Teils 18 des Steuerabschnittes 17 bilden die Primärwicklung des Spartrafos, während der zweite Teil 19 und die zugeschalteten Windungen NR des ersten Teils 18 die Sekundärwicklung bilden. Es ist ersichtlich, daß damit bei dem Spartrafo die Primär- und Sekundärwicklung verändert werden kann, je nachdem welche Einzelabschnitt I bis IV zusammengeschaltet und mit dem Nullleiter N verbunden sind.

Der Trafo kann auch drei-phasig ausgeführt werden.

Wenn gemäß Figur 3 das erste Schaltglied 24 bis 27 und das zweite Schaltglied 28 bis 31 der Einzelabschnitt I bis IV gleichzeitig geschlossen werden, ist der betreffende Einzelabschnitt I bis IV kurzgeschlossen, so daß er zerstört werden kann. Als Schaltglieder 24 bis 31 können Schütze, also fernbetätigte elektromagnetische Schalter verwendet werden, die preiswert sind und Millionen von Umschaltungen standhalten.

Bei Verwendung von Schützen als Schaltglieder 24 bis 31 ist eine kurze Unterbrechung des Magnetisierungsstromes IM jedoch unvermeidbar. Während der Umschaltzeit, also dieser kurzen Unterbrechung von beispielsweise wenigen Millisekunden wirkt der Lastabschnitt 4 als Drossel für die Lampe 6. Dadurch wird an die Lampe 6 während der Umschaltzeit eine Spannung angelegt, die der Nennspannung U1 minus der Lastspannung UL entspricht. Das heißt, wenn beispielsweise die Nennspannung 220 V beträgt und die Lastspannung 5 V, und damit wird beim Schalten mit einem Schütz an die Lampe 6 eine Spannung von 215 V angelegt. Dabei kann ein kurzes Zucken des Lichtes auftreten.

Die beiden Schaltglieder 24 und 28, 25 und 29, 26 und 30 sowie 27 und 31 jedes Einzelabschnittes I bis IV sollen also möglichst einerseits gleichzeitig schalten, damit das Zucken wegfällt, andererseits dürfen sie nicht gleichzeitig geschlossen sein, weil sonst ein Kurzschluß auftritt.

Der Kurzschlußstrom benötigt allerdings eine bestimmte Zeit von z. B. zwei bis zehn Millisekunden, bis er sich voll aufbaut. Wenn daher Schaltglieder 24 bis 31 verwendet werden, die eine sehr kurze Umschaltzeit besitzen, beispielsweise eine Umschaltzeit, die die Hälfte oder weniger der Aufbauzeit für den Kurzschlußstrom beträgt, ist die Gefahr, daß ein Kurzschluß zu einer Beschädigung des betreffenden Einzelabschnittes I bis IV führt, wesentlich reduziert.

Die preiswerteren handelsüblichen Schütze sind also ohne weiteres einsetzbar, wenn die erwähnten Stromspitzen beim Umschalten in Kauf genommen werden, die sich durch ein kurzes Zucken des Lichts der Lampe 6 äußern. Die preiswerteren Schütze sind aller-

dings dann nicht mehr einsetzbar, wenn die Schalter 24 und 28, 25 und 29, 26 und 30 sowie 27 und 31 der Einzelabschnitte I bis IV gleichzeitig betätigt werden, auch dann nicht, wenn die Umschaltzeit der Schütze kürzer ist als die Aufbauzeit des Kurzschlußstromes.

Um dem abzuweichen, können entweder größer dimensionierte Schütze verwendet werden oder es können in dem Stromweg der Einzelabschnitte I bis IV an beliebiger Stelle, beispielsweise in den Leitungen 36 bis 39 ein Widerstand oder eine Drossel angeordnet werden, die für den Einzelabschnitt I in Figur 3 durch den Widerstand 43 in der Leitung 36 gezeigt ist. Durch den Widerstand bzw. die Drossel wird der Kurzschlußstrom für kurze Zeit entsprechend begrenzt. Ferner kann durch eine nicht dargestellte Sicherung in Serie mit der Drossel 43 ein Trafobrand bei Fehlschaltungen verhindert werden.

Bei dem Trafo nach Figur 4 ist die Primärwicklung 12 in gleicher Weise aus Einzelabschnitten I bis IV aufgebaut, wie der erste Teil 18 des Steuerabschnitts 17 des Spartrafos nach Figur 3. Demgemäß werden in Figur 4 auch die gleichen Bezugsziffern für die Schaltglieder 24 bis 31, die Leitungen 32 bis 39 und den Widerstand 43 verwendet. Das Schaltglied 11 ist in der Leitung 16 angeordnet, welche den Ausgang des Einzelabschnittes IV mit dem Nulleiter N verbindet. Durch die Leitungen 15 und 16 ist dieser Trafo ebenfalls als Spartrafo geschaltet.

Bei der Ausführungsform nach Figur 5 weist der Steuerabschnitt 17 des Spartrafos mehrere Abzweigungen 53, 54, 55 auf, die durch die Schaltglieder 50, 51, 52, vorzugsweise Schütze, wahlweise mit der Nulleitung N verbindbar sind.

Patentansprüche

1. Beleuchtungsanlage mit Gasentladungslampen (6) und einem Spartransformator zur unterbrechungslosen Spannungsregelung der Gasentladungslampen (6), gekennzeichnet durch wenigstens ein Schaltglied (11; 50) im Primärkreis (2; 12) zum Ausbetriebsetzen der Trafofunktion und wenigstens ein weiteres Schaltglied (9, 24 bis 31; 51, 52) im Primärkreis (2; 12) oder parallel zum Lastabschnitt (4; 13) des Transformators, wobei beim Umschalten zur Änderung der Spannung (U₂) an den Gasentladungslampen (6) die Schaltglieder (9, 11; 24 bis 31; 50, 51, 52) so gesteuert sind, dass der Lastabschnitt (4; 13) eine Drossel bildet.
2. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltglieder (9, 11; 24 bis 31; 50 bis 52) durch einen Schütz gebildet sind.
3. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Primär- und/oder Sekundärkreis (2, 12; 13) des Spartransformators

zumindest teilweise aus Einzelabschnitten (I bis IV) besteht, die in einer der Spannung (U₂) an dem Verbraucher (6) entsprechenden Kombination zusammenschaltbar sind.

4. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Einzelabschnitt (I bis IV) im Primärkreis (2) zwei weitere Schaltglieder (24 bis 31) aufweist, wobei das eine erste Schaltglied (24 bis 27) im Stromweg des Einzelabschnitts (I bis IV) und das zweite Schaltglied (28 bis 31) zwischen dem Eingang (E) und dem Ausgang (A) des Einzelabschnitts (I bis IV) vorgesehen ist.
5. Beleuchtungsanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Einzelabschnitt (I bis IV) einen Widerstand, eine Drossel (43) und/oder eine Sicherung aufweist.
6. Beleuchtungsanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformatorwicklung des Spartransformators einen eingangsseitig an die Phase (L) des Netzes und ausgangsseitig an die Phase der Gasentladungslampen (6) angeschlossenen Lastabschnitt (4) und einen ausgangsseitig mit dem Nulleiter (N) verbundenen Steuerabschnitt (17) aufweist, der zumindest teilweise aus den Einzelabschnitten (I bis IV) besteht, die in einer der Spannung (U₂) an den Gasentladungslampen (6) entsprechenden Kombination mit dem Nulleiter (N) verbindbar sind.
7. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerabschnitt (17) aus einem ersten Teil (18) und einem zweiten Teil (19) zwischen dem ersten Teil (18) und dem Lastabschnitt (4) besteht, wobei die Zahl der mit dem Nulleiter (N) verbundenen Windungen des zweiten Teils (19) unveränderbar und die Zahl der mit dem Nulleiter (N) veränderbaren Windungen des ersten Teils (18) veränderbar ist.

Claims

1. Lighting installation with gas discharge lamps (6) and an autotransformer for uninterrupted voltage regulation of the gas discharge lamps (6), characterized by at least one switching element (11, 50) in the primary circuit (2; 12) for putting the transformer function out of operation, and at least one further switching element (9, 24 to 31; 51, 52) in the primary circuit (2; 12) or in parallel to the load portion (4; 13) of the transformer, the switching elements (9, 11; 24 to 31, 50, 51, 52) being controlled such that the load portion (4; 13) forms an inductor during a switchover for varying the voltage (U₂) on the gas discharge lamps (6).

2. The lighting installation of claim 1, characterized in that the switching elements (9, 11; 24 to 31; 50 to 52) are formed by a contactor.
3. The lighting installation of claim 1 or 2, characterized in that the primary and/or secondary winding (2, 12; 13) of the autotransformer consists at least partly of single portions (I to IV) which are interconnectable in a combination corresponding to the voltage (U2) on the consumer (6).
4. The lighting installation of claim 1 and 3, characterized in that each single portion (I to IV) in the primary circuit (2) has two further switching elements (24 to 31), the first switching element (24 to 27) being provided in the current path of the single portion (I to IV) and the second switching element (28 to 31) between the input (E) and the output (A) of the single portion (I to IV).
5. The lighting installation of one of the above claims, characterized in that each single portion (I to IV) has a resistor, an inductor (43) and/or a fuse.
6. The lighting installation of one of the above claims characterized in that the transformer winding of the autotransformer has a load portion (4) connected on the input side to the phase (L) of the network and on the output side to the phase of the gas discharge lamps (6), and a control portion (17) connected on the output side with the neutral conductor (N) and consisting at least partly of the single portions (I to IV) which are connectable with the neutral conductor (N) in a combination corresponding to the voltage (U2) on the gas discharge lamps (6).
7. The lighting installation of claim 6, characterized in that the control portion (17) consists of a first part (18) and a second part (19) between the first part (18) and the load portion (4), the number of turns of the second part (19) connected with the neutral conductor (N) being invariable and the number of turns of the first part (18) connected with the neutral conductor (N) being variable.

Revendications

1. Système d'éclairage comportant des lampes lumineuses à gaz (6) et un autotransformateur pour le réglage sans interruption de la tension des lampes lumineuses à gaz (6), caractérisé par au moins un organe de commutation (11 ; 50) dans le circuit primaire (2 ; 12) destiné à mettre hors service la fonction de transformateur et au moins un autre organe de commutation (9, 24 à 31 ; 51, 52) dans le circuit primaire (2 ; 12) ou parallèlement au segment de charge (4 ; 13) du transformateur, les or-

ganes de commutation (9, 11 ; 24 à 31 ; 50, 51, 52) étant commandés de telle sorte lors de la commutation dans le but de varier la tension (U2) appliquée aux lampes lumineuses à gaz (6), que le segment de charge (4 ; 13) fonctionne comme un self.

2. Système d'éclairage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les organes de commutation (9, 11 ; 24 à 31 ; 50 à 52) sont formés par un contacteur-disjoncteur.
3. Système d'éclairage selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les circuits primaire et/ou secondaire (2, 12 ; 13) de l'autotransformateur sont constitués au moins partiellement par des segments individuels (I à IV) qui sont susceptibles d'être interconnectés dans une combinaison correspondant à la tension (U2) appliquée au consommateur (6).
4. Système d'éclairage selon les revendications 1 et 3, caractérisé en ce que chaque segment individuel (I à IV) dans le circuit primaire (2) présente deux autres organes de commutation (24 à 31), le premier organe de commutation (24 à 27) étant prévu dans le trajet du courant du segment individuel (I à IV) et le second organe de commutation (28 à 31) étant prévu entre l'entrée (E) et la sortie (A) du segment individuel (I à IV).
5. Système d'éclairage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque segment individuel (I à IV) présente une résistance, un self (43) et/ou un fusible de sécurité.
6. Système d'éclairage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enroulement de l'autotransformateur présente un segment de charge (4) branché côté entrée à la phase (L) du réseau et côté sortie à la phase des lampes lumineuses à gaz (6), et un segment de commande (17) relié côté sortie au conducteur neutre (N), lequel est constitué au moins partiellement par les segments individuels (I à IV) qui sont susceptibles d'être reliés au conducteur neutre (N) dans une combinaison correspondant à la tension (U2) appliquée aux lampes lumineuses à gaz (6).
7. Système d'éclairage selon la revendication 6, caractérisé en ce que le segment de commande (17) est constitué par une première partie (18) et par une seconde partie (19) située entre la première partie (18) et le segment de charge (4), le nombre des spires de la seconde partie (19) reliées au conducteur neutre (N) étant invariable et le nombre de spires de la première partie (18) reliées au conducteur neutre (N) étant variable.

Fig. 1

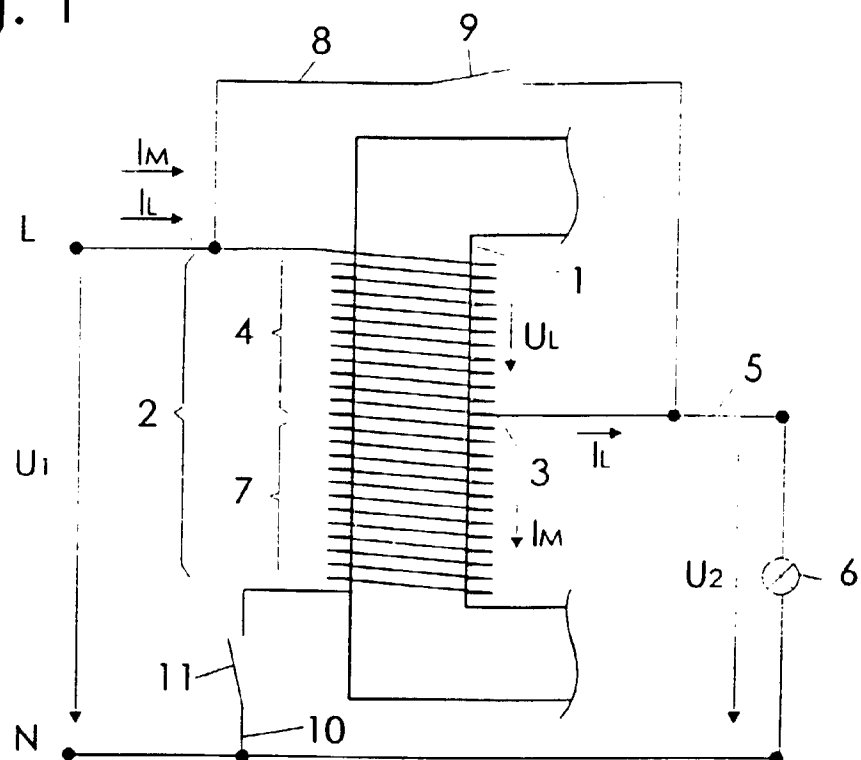


Fig. 2

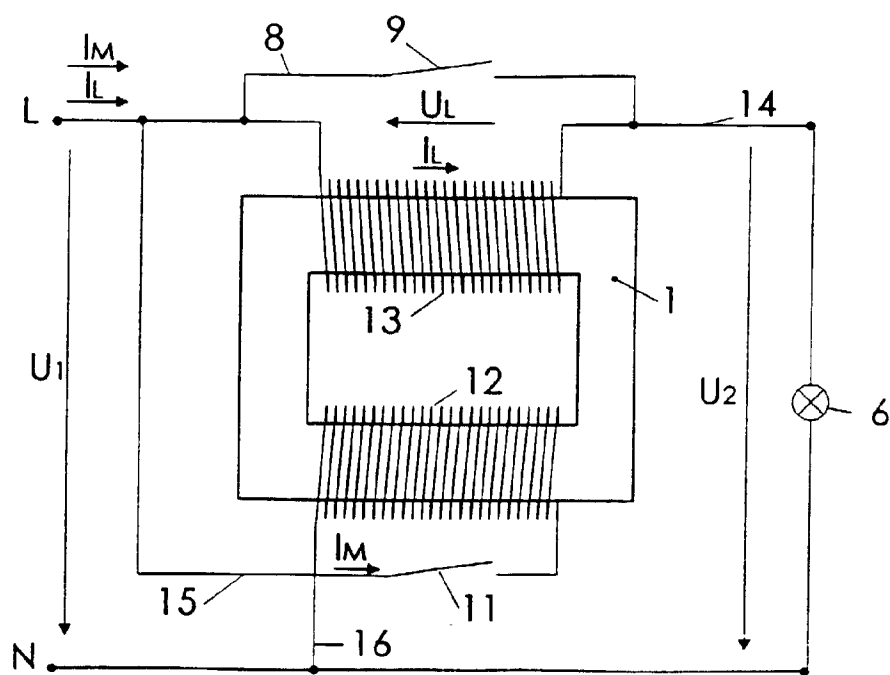


Fig. 3

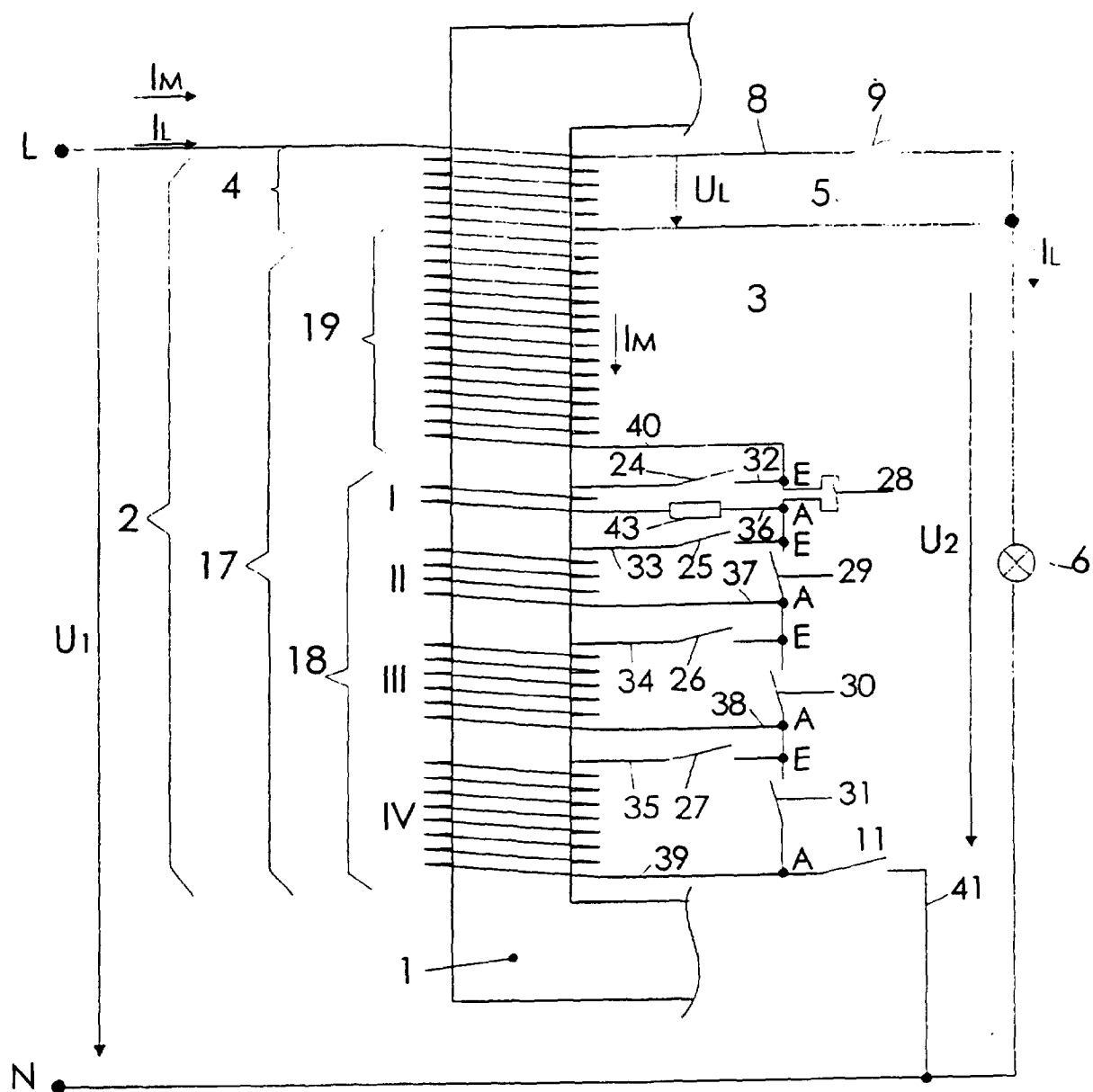


Fig. 4

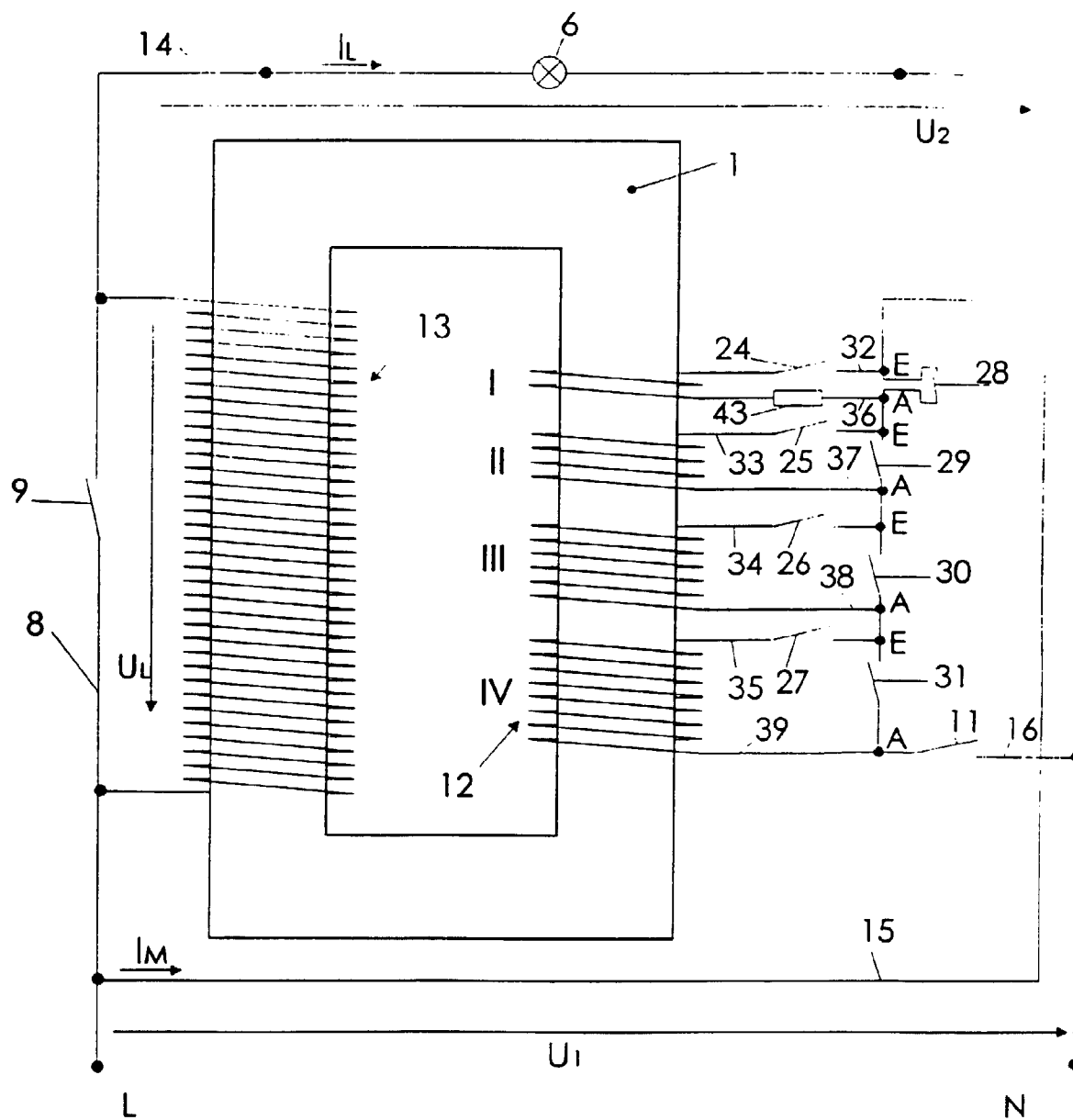


Fig. 5

