

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2012 (02.02.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/013329 A2

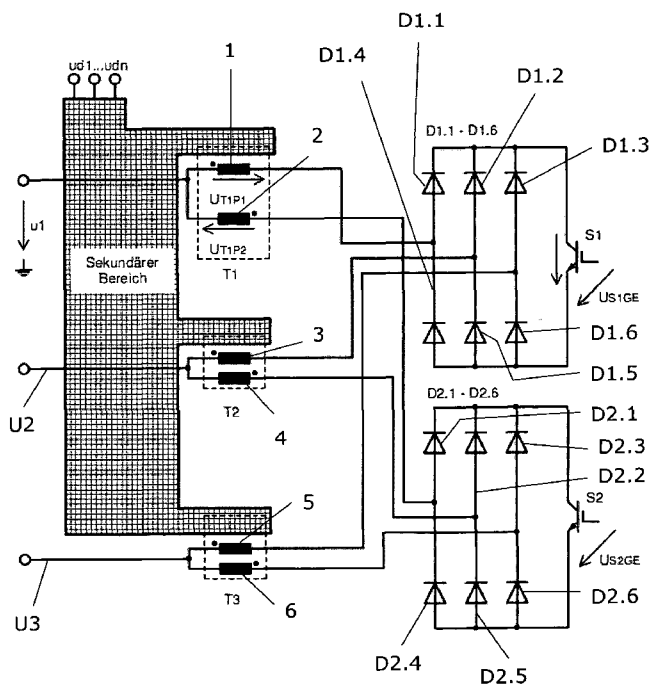
- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 5/293 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/003735
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juli 2011 (26.07.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 032 696.8 29. Juli 2010 (29.07.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ITT WATER & WASTEWATER HERFORD GMBH** [DE/DE]; Boschstrasse 4, 32051 Herford (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOESENBECK, Jan, Boris** [DE/DE]; Kantstrasse 18, 33615 Bielefeld (DE).
- (74) Anwalt: **LENZING GERBER STUTE**; Postfach 20 05 09, 40103 Düsseldorf (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DUAL-SWITCH CURRENT CONVERTER

(54) Bezeichnung : ZWEI-SCHALTER-UMRICHTER



Figur 1

Sekundärer Bereich ... secondary region

(57) Abstract: The invention relates to a current converter of the forward converter type for converting a three-phase primary voltage (U_1, U_2, U_3) into a plurality of secondary voltages ($u_{d1} \dots u_{dn}$), having a magnetic intermediate circuit that comprises at least three transformer secondary windings (7, 8, 9), wherein the current converter, on the primary side thereof, has at least three transformers (T_1, T_2, T_3), each having two primary windings (1,2; 3,4; 5,6) which are wound in opposite directions and at least one secondary winding (7, 8, 9), and two electronic switches (S_1, S_2) are provided, wherein the first switch (S_1) in each case controls a primary winding (1, 3, 5) of the three transformers (T_1, T_2, T_3) via a set of diodes ($D_1.1 \dots D_1.6$), and wherein the second switch (S_2) in each case controls another primary winding (2, 4, 6) of the three transformers (T_1, T_2, T_3) via a second set of diodes ($D_2.1 \dots D_2.6$).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Umrichter von der Bauart eines Durchflusswandlers zur Umwandlung einer dreiphasigen Primärspannung (U_1, U_2, U_3) in eine Mehrzahl von Sekundärspannungen ($u_{d1} \dots u_{dn}$), wobei der Stromrichter, auf der Primärseite, mindestens drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) umfasst, die jeweils zwei in entgegengesetzte Richtungen gewickelte Primärwindungen (1, 2; 3, 4; 5, 6) und mindestens eine Sekundärwindung (7, 8, 9) aufweisen, und zwei elektronische Schalter (S_1, S_2) vorgesehen sind, wobei der erste Schalter (S_1) in jedem Fall eine Primärwindung (1, 3, 5) der drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) über eine Diode (D1.1 bis D1.6) steuert, und wobei der zweite Schalter (S_2) in jedem Fall eine weitere Primärwindung (2, 4, 6) der drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) über eine zweite Diode (D2.1 bis D2.6) steuert.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/013329 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

U2, U3) in mehrere Sekundärspannungen ($u_{d1} \dots u_{dn}$), mit einem magnetischen Zwischenkreis, der wenigstens drei Transformatorsekundärwicklungen (7, 8, 9) umfasst, wobei der Umrichter an seiner Primärseite wenigstens drei Transformatoren (T1, T2, T3) mit jeweils zwei gegensinnig gewickelten Primärwicklungen (1,2; 3,4; 5,6;) und jeweils wenigstens einer Sekundärwicklung (7, 8, 9) aufweist, und dass zwei elektronische Schalter (S1, S2) vorgesehen sind, wobei der erste Schalter (S1) jeweils eine Primärwicklung (1, 3, 5) der drei Transformatoren (T1, T2, T3) über einen Diodensatz (D1. 1... D1.6) ansteuert und wobei der zweite Schalter (S2) jeweils eine andere Primärwicklung (2, 4, 6) der drei Transformatoren (T1, T2, T3) über einen zweiten Diodensatz (D2.1... D2.6) ansteuert.

5

Zwei-Schalter-Umrichter

10

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Umrichter zur Erzeugung einer galvanisch getrennten Ausgangsspannung beliebiger Höhe aus einem Dreiphasennetz.

Als Umrichter bezeichnet man mit Leistungselektronik versehene Schaltungen, die je nach Bedarf als Gleichrichter, als Wechselrichter oder zur Umwandlung von Wechselspannungen verschiedener Frequenzen ineinander dienen können.

Bei der Umwandlung aus einem Dreiphasennetz, beispielsweise dem öffentlichen Drehstromnetz, werden üblicherweise Umrichter mit sechs elektronischen Schaltern eingesetzt. Die verwendeten elektronischen Schalter sind in einer Umrichterschaltung die kostspieligsten Bauelemente. Gerade bei Anlagen, in denen eine Vielzahl von elektrischen Verbrauchern über Umrichter angesteuert werden muss, machen die elektronischen Schalter der Umrichter einen wesentlichen Kostenfaktor aus. Ein Beispiel einer solchen Anlage im öffentlichen Bereich ist die Abwasserdesinfektion mittels UV-Strahlung. Wenn hier Niederdruckstrahler eingesetzt werden, sind bei großen Anlagen teilweise über 100 Umrichter erforderlich.

Es besteht deshalb ein Bedarf an preiswerten Umrichtern.

Aus der Patentschrift AT 408 496 B ist ein als Gleichrichter arbeitender Umrichter von der Bauart eines Sperrwandlers bekannt, der mit nur zwei Leistungstransistoren aufgebaut ist. Bauartbedingt ist bei diesem
5 Umrichter der Wirkungsgrad für Anwendungen mit einem hohen Energiebedarf ungünstig niedrig.

Die vorliegende Erfindung hat sich deshalb zur Aufgabe gestellt, einen Umrichter von der Bauart eines Durchflusswandlers zu schaffen, der preiswerter zu fertigen ist, mit weniger elektronischen Schaltern
10 auskommt und vorzugsweise auch noch mehr als einen UV-Strahler in geeigneter Form speisen kann.

Diese Aufgabe wird von einem Umrichter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Weil der Umrichter von der Bauart eines Durchflusswandlers ist und drei
15 Transformatoren mit jeweils zwei gegensinnig gewickelten Primärwicklungen aufweist und weil weiter zwei elektronische Schalter vorgesehen sind, die jeweils eine Primärwicklung der drei Transformatoren über einen Diodensatz ansteuern, kann in Abhängigkeit von der Speisespannung in jedem der drei Transformatoren
20 sekundärseitig eine Sekundärspannung nahezu beliebiger Frequenz und beliebiger Polarität erzeugt werden, wobei die Höhe der erzeugten Spannung von dem Übersetzungsverhältnis des Transformators einerseits und der momentan anliegenden Höhe der Speisespannung andererseits abhängt. Letztere Einschränkung ist für zahlreiche Anwendungen,
25 insbesondere für den Betrieb von Gasentladungslampen, ohne Bedeutung.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Um- bzw. Gleichrichtern kommt der Zwei-Schalter-Umrichter mit einem Minimum an Bauelementen aus und weist trotzdem bezüglich der Netzurückwirkungen, des Wirkungsgrads und
30 der Baugröße große Vorteile auf.

Gerade im Hinblick auf den Betrieb von vielen Niederdruckstrahlern im Bereich von jeweils 500W oder den Betrieb von einigen Mitteldruckstrahlern im Bereich von jeweils 10kW bietet dieses Prinzip große Kostenvorteile.

- 5 Wenn die Sekundärseite als eine Gleichrichterschaltung ausgeführt ist, können relativ große Leistungen mit einem kompakten preiswerten Aufbau realisiert werden.

Wenn schließlich Umrichter die Sekundärseite zum Betrieb eines auf dem Prinzip der stillen Entladung basierenden, eine im wesentlichen kapazitive
10 last darstellenden Ozonerzeugers eingerichtet ist, kann dieser sehr effektiv betrieben werden. Die elektrischen Verluste und die Umrichter Kosten sind gegenüber den für den Betrieb von Ozonerzeugern bekannten Umrichtern erheblich geringer.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung
15 anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: Die prinzipielle Schaltung des Umrichters an der Primärseite;

Figur 2: Einen möglichen Verlauf der Ansteuersignale und der Transformatorprimärspannung in der Schaltung gemäß Fig. 1;

Figur 3: Eine Schaltung des Umrichters mit einer Sekundärseite, die für
20 den Betrieb von drei Gasentladungslampen an einem Umrichter eingerichtet ist;

Figur 4: Die Schaltung gemäß Figur 3 in einem ersten Schaltzustand;

Figur 5: Die Schaltung gemäß Figur 3 in einem zweiten Schaltzustand;

Figur 6: Eine anstelle der Lampen aus Fig. 5 einsetzbare Modifikation der
25 Schaltung gemäß Figur 3 mit jeweils einer Zündvorrichtung für die Gasentladungslampen;

Figur 7: Eine anstelle der Lampen aus Fig. 5 einsetzbare Modifikation der Schaltung nach Figur 6 mit jeweils einer zusätzlichen

Heizvorrichtung für jede Gasentladungslampe;

Figur 8: Ein Beispiel für eine Ausführung des Sekundärbereichs der Transformatoren, mit der sekundärseitig eine galvanisch getrennte Hilfsenergie erzeugt werden kann;

- 5 Figur 9: Eine Schaltung zur Verwendung der Spannung eines Entlastungsnetzwerks als Hilfsspannung beispielsweise für die Zündung von Gasentladungslampen;

Figur 10: Die Lampenspannung u_{d1} des Umrichters nach Figur 3 für eine Netzperiode; sowie

- 10 Figur 11: Den Netzstrom des Umrichters nach Figur 3.

Prinzipielle Schaltung und Funktion

Die prinzipielle Schaltung des neue Umrichters ist in der Figur 1 dargestellt. Die Primärseite des Umrichters ist mit einer dreiphasigen
15 Eingangsspannung U_1 , U_2 und U_3 verbunden. Der über Transformatoren T_1 , T_2 und T_3 galvanisch entkoppelte Sekundärbereich ist nur als Block dargestellt. Mögliche Ausführungen des sekundären Bereichs werden weiter unten beschrieben.

Nachfolgend wird die Schaltung nun am Beispiel des Pfades der
20 Eingangsspannung U_1 beschrieben. Die Eingangsspannung U_1 liegt an dem Transformator T_1 primärseitig an. Der Transformator T_1 weist eine erste Primärwicklung 1 und eine zweite Primärwicklung 2 auf. Die Primärwicklungen 1 und 2 sind gegensinnig gewickelt. Der
Wicklungsanfang der Primärwicklung 1 ist mit dem Wicklungsende der
25 Primärwicklung 2 verbunden. Der andere Anschluss der Primärwicklung 1 ist an ein Diodenpaar $D_{1.1}$ und $D_{1.4}$ angeschlossen. Die Dioden $D_{1.1}$ und $D_{1.4}$ wiederum sind an die beiden gesteuerten Anschlüsse des Schalters S_1 angeschlossen. Die primärseitige Wicklung 2 des Transformators T_1 ist mit dem zweiten Anschluss an ein zweites Diodenpaar $D_{2.1}$ und $D_{2.4}$

angeschlossen. Die Dioden D2.1 und D2.4 wiederum sind an die beiden geschalteten Anschlüsse des Schalters S2 angeschlossen.

Entsprechend ist der Transformator T2 eingangsseitig mit der Eingangsspannung U2 beaufschlagt. Auch der Transformator T2 weist
5 eine erste Primärwicklung 3 und eine zweite Primärwicklung 4 auf, die gegensinnig zu der ersten Primärwicklung 3 gewickelt ist. Die erste Primärwicklung 3 ist mit dem zweiten Anschluss an ein Diodenpaar D1.2 und D1.5 angeschlossen. Dieses Diodenpaar ist wiederum mit den geschalteten Anschlüssen des Schalters S1 verbunden. Die zweite
10 Wicklung 4 des Transformator T2 ist mit einem Diodenpaar D2.2 und D2.5 verbunden. Die Dioden wiederum sind mit den geschalteten Anschlüssen des Schalters S2 verbunden.

Der dritte Transformator T3 ist wie die beiden vorherigen Transformatoren mit einer ersten Wicklung 5 und einer zweiten,
15 gegensinnig gewickelten Wicklung 6 versehen. Die Wicklung 5 ist mit einem Diodenpaar D1.3 und D1.6 verbunden. Der Transformator 3 ist mit seiner zweiten Wicklung 6 mit einem Diodenpaar D2.3 und D2.6 verbunden.

Im primären Bereich sind also die beiden gegensinnigen
20 Primärwicklungen jeweils eingangsseitig mit der jeweiligen Eingangsspannung verbunden. Ausgangsseitig ist je eine Primärwicklung einem Brückenweig einer ungesteuerten B6-Brücke zugeordnet. Die beiden ungesteuerten B6-Brücken wiederum werden durch jeweils einen Schalter S, der hier als IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)
25 ausgeführt ist, gleichstromseitig abgeschlossen.

Im sekundären Bereich kann die dreiphasige Eingangsspannung U1 bis U3 in beliebig viele galvanisch getrennte Ausgangsspannungen ud1 bis udn umgewandelt werden.

Mit Hilfe der Schalter S1 und S2 und der Dioden D1.1 bis D2.6 wird in
30 den Transformatoren T1 bis T3 das zur Energieübertragung benötigte Wechselfeld erzeugt.

Ein beispielhafter Verlauf der Ansteuersignale US1GE und US2GE für die Schalter S1 und S2 und der resultierende Verlauf der beiden Transformatorprimärspannungen von Transformator T1 sind in Figur 2 dargestellt. Die zeitversetzten Ansteuersignale steuern die über den
5 getrennten Primärseiten des Transformators T1 liegenden Spannungen UT1P1 und UT1P2. Aus diesen folgt das magnetische Wechselfeld, mit dessen Hilfe die Energie in den sekundären Bereich übertragen wird. Der Energiefluss kann beispielsweise mit Hilfe einer Pulsweitenmodulation gesteuert werden.

10 Beispiele für die Ausführung des sekundären Bereichs

Die Energie kann zur weiteren Nutzung sekundärseitig unterschiedlich weiterbehandelt werden, beispielsweise zur Speisung von drei Lampen, wie in Figur 3 prinzipiell abgebildet. Die drei im Stern geschalteten Lampen L1, L2 und L3 werden durch drei ebenfalls im Stern geschaltete
15 Sekundärwicklungen 7, 8 und 9 gespeist. Die Figuren 6 bis 9 stellen beispielhafte Modifikationen der prinzipiellen Schaltung aus Figur 3 dar.

Erläuterung einer beispielhaften Ausführungsform

Die Figuren 4 und 5 zeigen den Zwei-Schalter-Umrichter in einer Schaltung zum Betrieb von drei Lampen, beispielsweise in bevorzugten
20 Anwendung zum Betrieb von drei UV-Gasentladungslampen zur Wasser- oder Abwasserbehandlung.

Dabei zeigt die Figur 4 den Schaltzustand a: S1 ist eingeschaltet, S2 ist ausgeschaltet. Die Figur 5 zeigt den Schaltzustand c: S2 eingeschaltet, S1 ausgeschaltet.

25 Bei der Beschreibung der pulsfrequenten Schaltzustände soll vereinfachend angenommen werden, dass die Netzperiodendauer sehr viel größer als die Pulsperiodendauer ist, die durch die Schaltfrequenz der Schalter S1 und S2 bestimmt ist. Diese Frequenz kann z.B. 1 kHz betragen. Folglich können während einer Pulsperiode die Netzspannungen
30 U1 bis U3 als konstant angenommen werden. Als Beispiel soll hier nun

ein Zeitpunkt innerhalb der Netzperiodendauer gewählt werden, zu dem U1 und U2 jeweils positiv sind und U3 negativ ist.

Drei pulsfrequente Schaltzustände a, b und c sind möglich: Während des Schaltzustands a soll der Schalter S1 eingeschaltet und der Schalter S2
5 ausgeschaltet sein. Während des Schaltzustands b sollen beide Schalter ausgeschaltet sein. Im Schaltzustand c soll schließlich der Schalter S1 ausgeschaltet und der Schalter S2 eingeschaltet sein. Nur während des in Figur 4 abgebildeten Schaltzustands a und während des in Figur 5 dargestellten Schaltzustands c wird Energie auf die Sekundärseiten
10 übertragen. Die stromführenden Pfade in den beiden Figuren sind zur Verdeutlichung jeweils dick ausgeführt. Stromlose Pfade sind mit dünnen Linien dargestellt.

Schaltzustand a: S1 eingeschaltet, S2 ausgeschaltet

Dieser Schaltzustand ist in Figur 4 veranschaulicht. Der geschlossene
15 Schalter S1 sorgt zusammen mit der vorgeschalteten ungesteuerten B6-Brücke dafür, dass sich über der jeweils ersten Primärwicklung der drei Transformatoren T1 bis T3 ein symmetrisches dreiphasiges Spannungssystem mit UT1P1, UT2P1 und UT3P1 ausbildet. Dieses Spannungssystem erscheint nun mit UT1s, UT2s und UT3s transformiert
20 auf den Sekundärseiten der Transformatoren und bildet die symmetrischen Lampenspannungen Ud1, Ud2 und Ud3.

Schaltzustand b: S1 ausgeschaltet, S2 ausgeschaltet

Das System ist stromfrei. Daher haben die Lampenspannungen den Wert Null.

25 Schaltzustand c: S1 ausgeschaltet, S2 eingeschaltet

Dieser Schaltzustand ist in Figur 5 dargestellt. Hier haben die Schalter S1 und S2 die Rollen getauscht. Im Vergleich zu Schaltzustand a haben die Sekundärspannungen und damit die Lampenspannungen nun das Vorzeichen gewechselt.

Die Folge der Schaltzustände ist a,b,c,b,a,b,c, Die Sekundärspannungen u_{T1s} bis u_{T3s} können mit (1) wie folgt berechnet werden:

$$\begin{pmatrix} u_{T1s} \\ u_{T2s} \\ u_{T3s} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{d1} \\ u_{d2} \\ u_{d3} \end{pmatrix} = \begin{cases} \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \begin{matrix} n_S \\ n_P \end{matrix} & \text{Schaltzustand a : } S_1 \text{ eingeschaltet} \\ 0 & \text{Schaltzustand b : } S_1 \text{ und } S_2 \text{ ausgeschaltet} \\ - \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \begin{matrix} n_S \\ n_P \end{matrix} & \text{Schaltzustand c : } S_2 \text{ eingeschaltet} \end{cases} \quad (1)$$

5

wobei n_S/n_P das Verhältnis der Anzahl der Windungen der Sekundärwicklung zu jeder der beiden Primärwicklungen ist. Die Sekundärspannungen sind gleich den jeweiligen Lampenspannungen u_{d1} bis u_{d3} .

10

In Figur 10 ist die Lampenspannung u_{d1} des Zwei-Schalter-Umrichters nach Figur 3 für eine Netzperiode abgebildet. Sie besteht aus pulsfrequenten Blöcken mit jeweils einem positiven und einem negativen Block pro Pulsperiode. Der Betrag des Spitzenwerts des jeweiligen Blocks ist mit dem Faktor n_S/n_P proportional zu dem Betrag der an der Phase anliegenden Netzspannung.

15

In Figur 11 ist der Netzstrom des Zwei-Schalter-Umrichters nach Figur 3 abgebildet. Er entspricht dem jeweiligen Übertragerprimärstrom I_r besteht aus pulsfrequenten Blöcken mit zwei gleichpoligen Blöcken pro Pulsperiode. Der Spitzenwert eines Blocks ist proportional zu der an der Phase anliegenden Netzspannung.

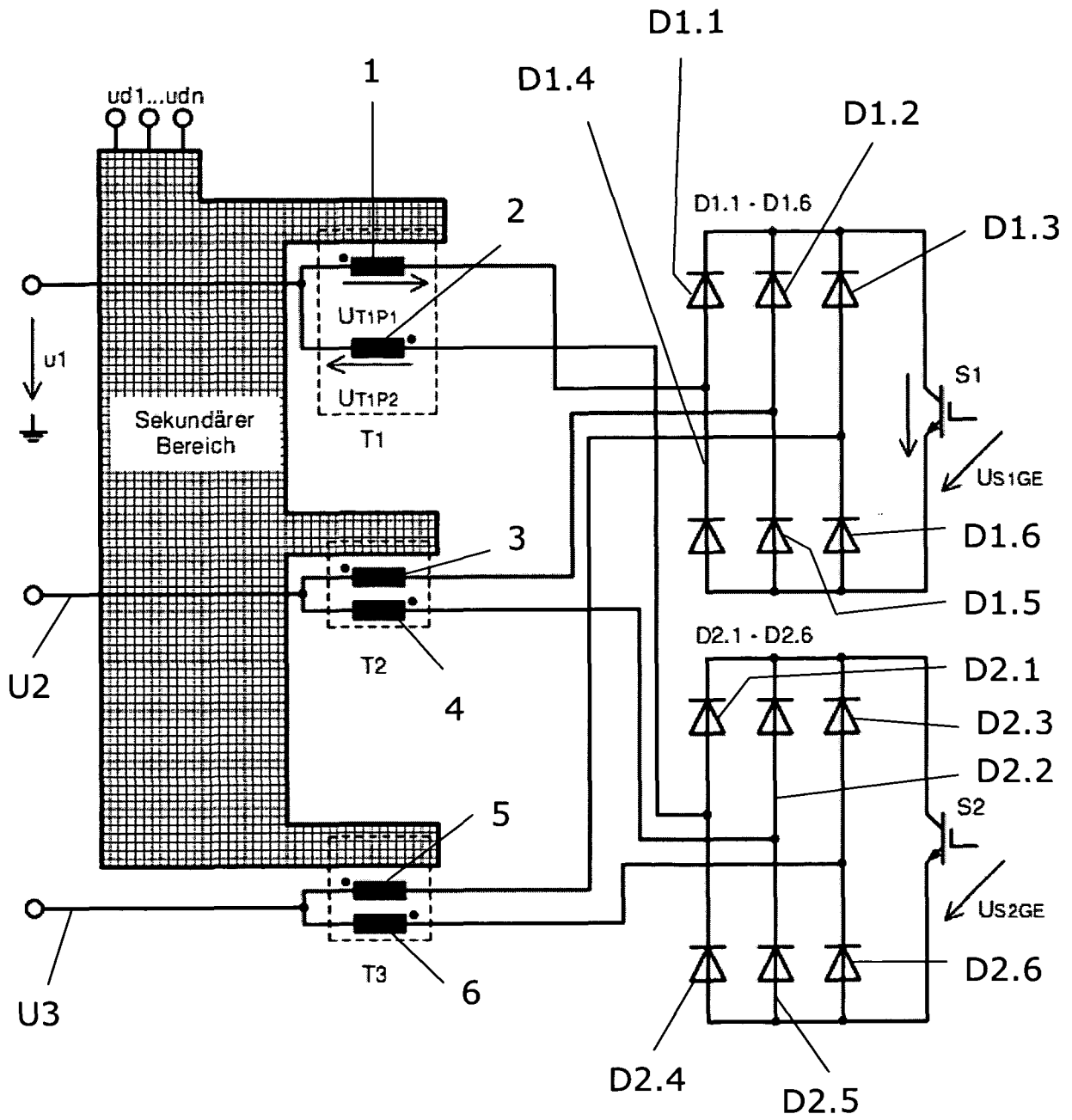
20

P a t e n t a n s p r ü c h e

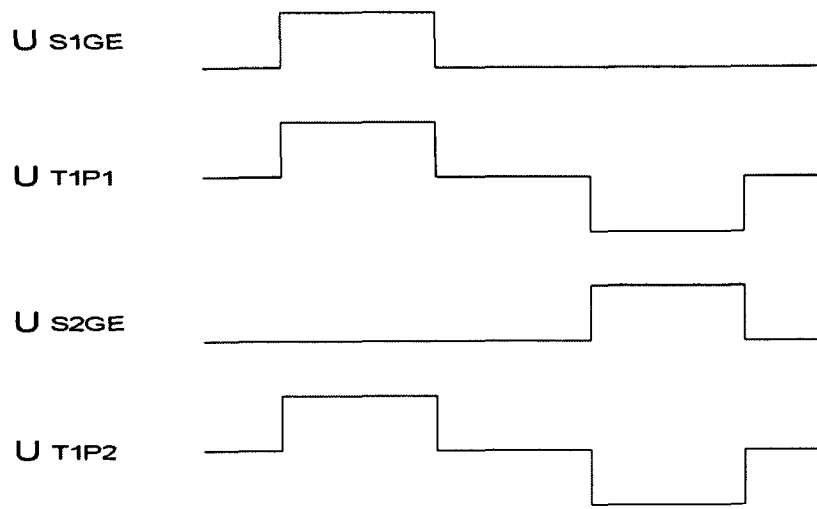
5

1. Umrichter von der Bauart eines Durchflusswandlers zur Umwandlung einer dreiphasigen Primärspannung (U_1, U_2, U_3) in mehrere Sekundärspannungen ($u_{d1} \dots u_{dn}$), der wenigstens drei
10 Transformatorsekundärwicklungen (7, 8, 9) umfasst,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Umrichter an seiner Primärseite wenigstens drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) mit jeweils zwei gegensinnig gewickelten Primärwicklungen (1,2; 3,4; 5,6;) und jeweils wenigstens einer
15 Sekundärwicklung (7, 8, 9) aufweist, und dass zwei elektronische Schalter (S_1, S_2) vorgesehen sind, wobei der erste Schalter (S_1) jeweils eine Primärwicklung (1, 3, 5) der drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) über einen Diodensatz ($D_{1.1} \dots D_{1.6}$) ansteuert und wobei der zweite Schalter (S_2) jeweils eine andere Primärwicklung (2, 4, 6) der drei Transformatoren (T_1, T_2, T_3) über einen zweiten
20 Diodensatz ($D_{2.1} \dots D_{2.6}$) ansteuert.
2. Umrichter nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die Sekundärseite zum Betrieb von drei UV-Gasentladungslampen gleicher Bauart in
25 Sternschaltung eingerichtet ist.
3. Umrichter nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die Sekundärseite als eine Gleichrichterschaltung ausgeführt ist.

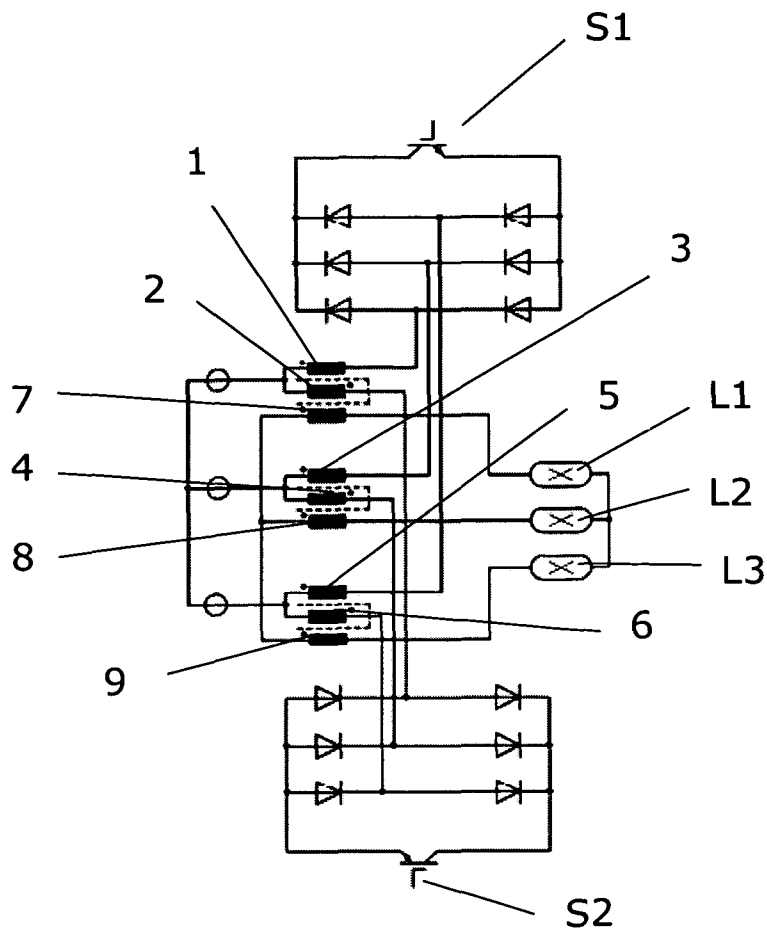
4. Umrichter nach Anspruch 1, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, dass die Sekundärseite zum
Betrieb eines auf dem Prinzip der stillen Entladung basierenden
Ozonerzeugers eingerichtet ist.



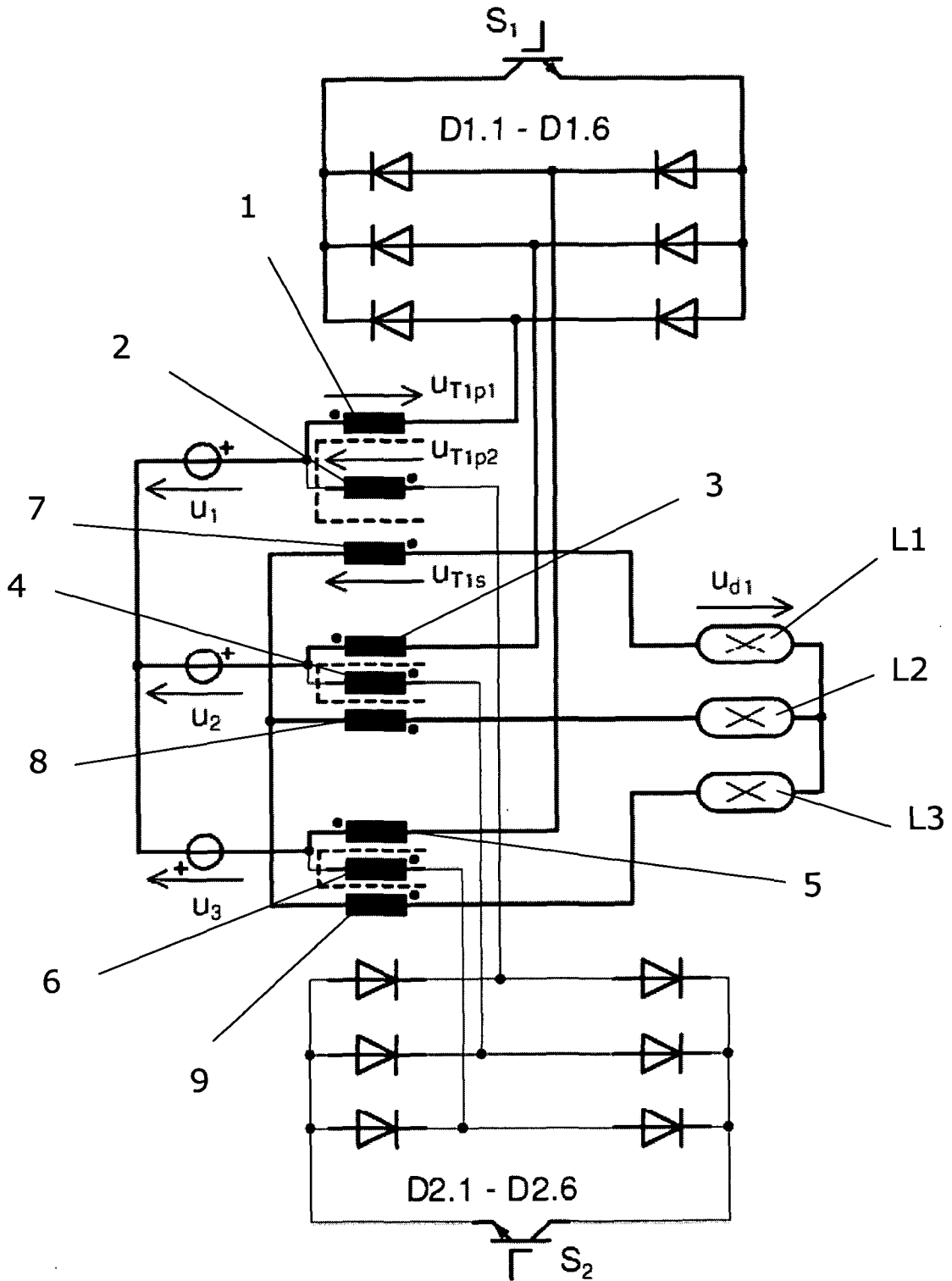
Figur 1



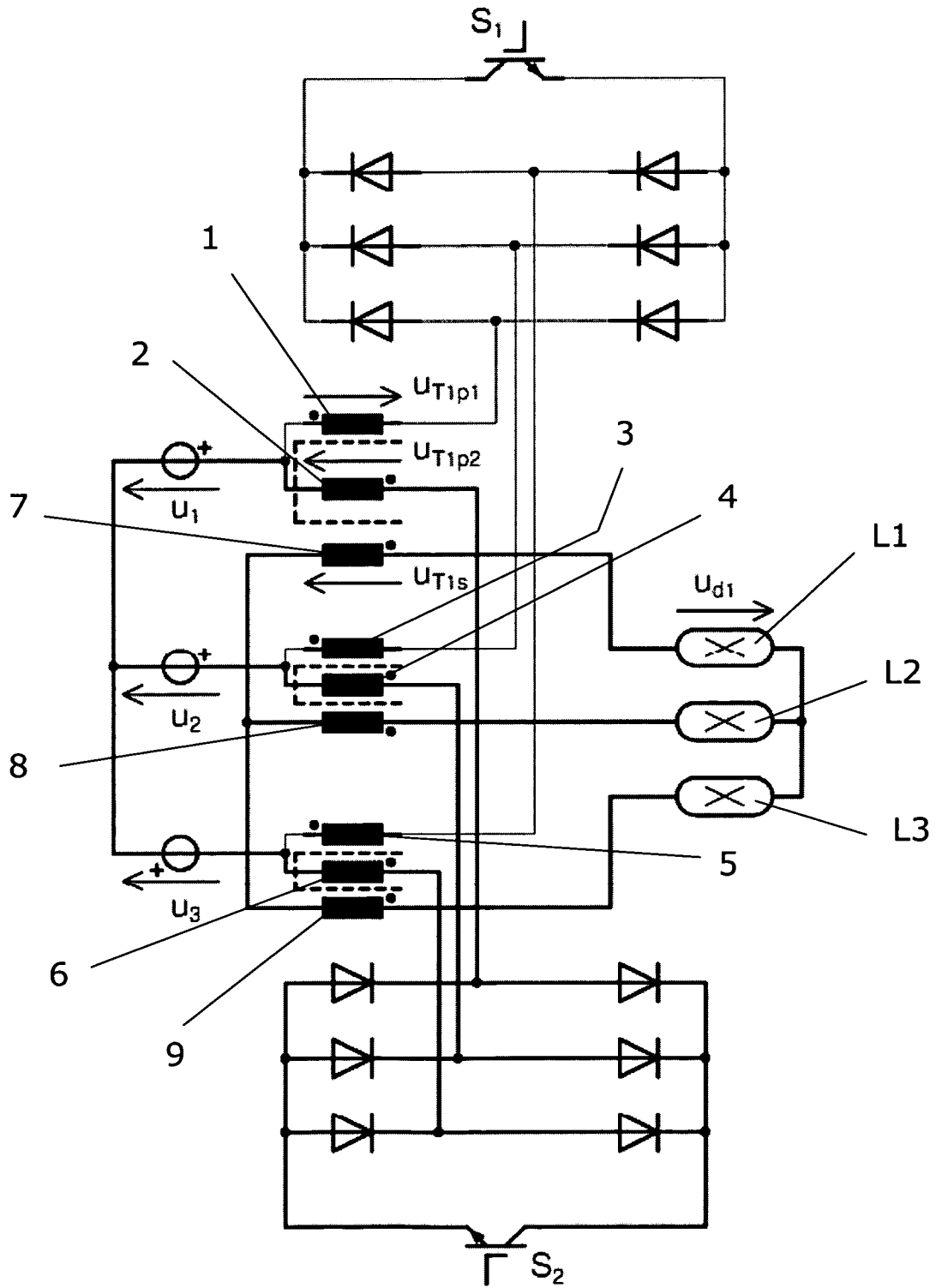
Figur 2



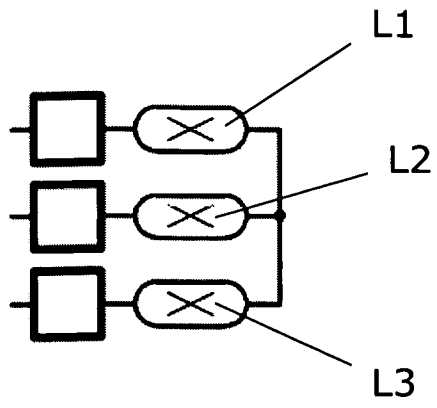
Figur 3



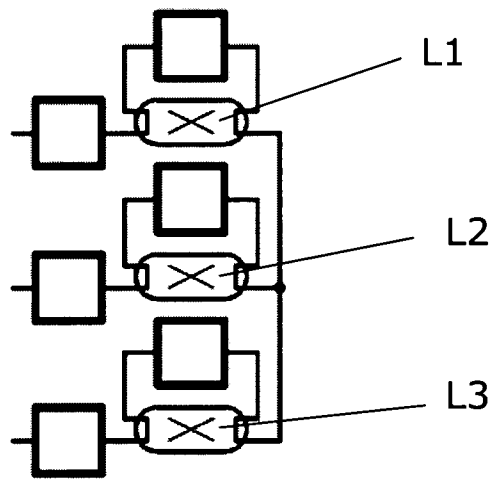
Figur 4



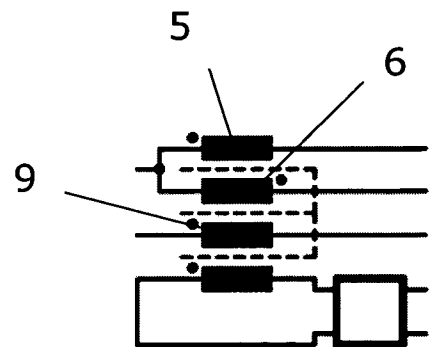
Figur 5



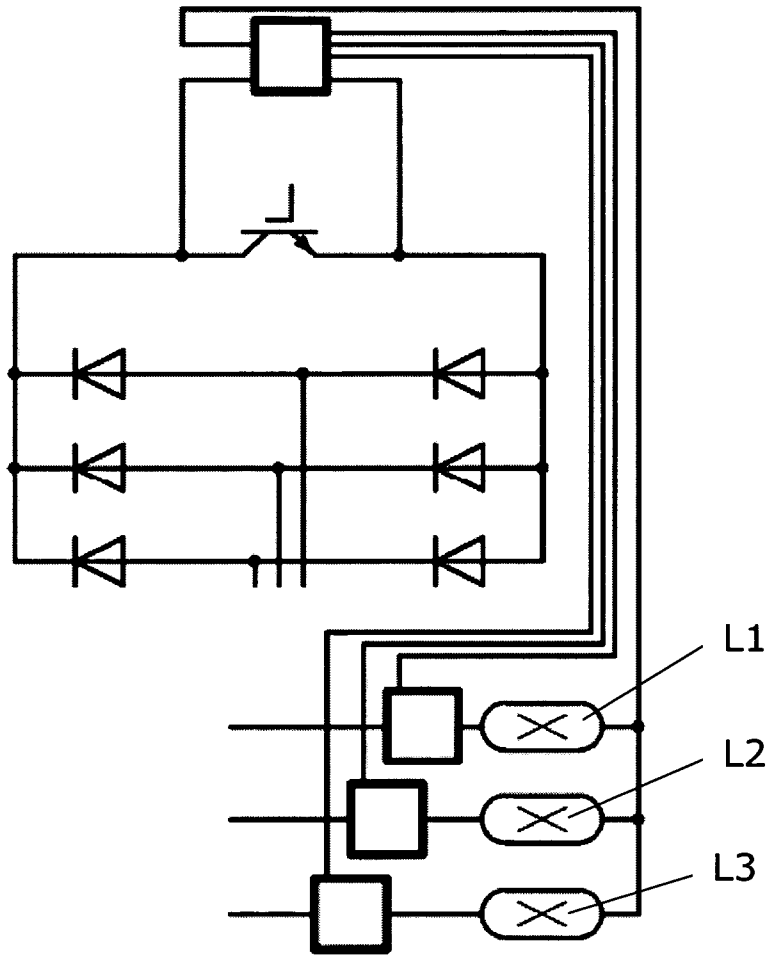
Figur 6



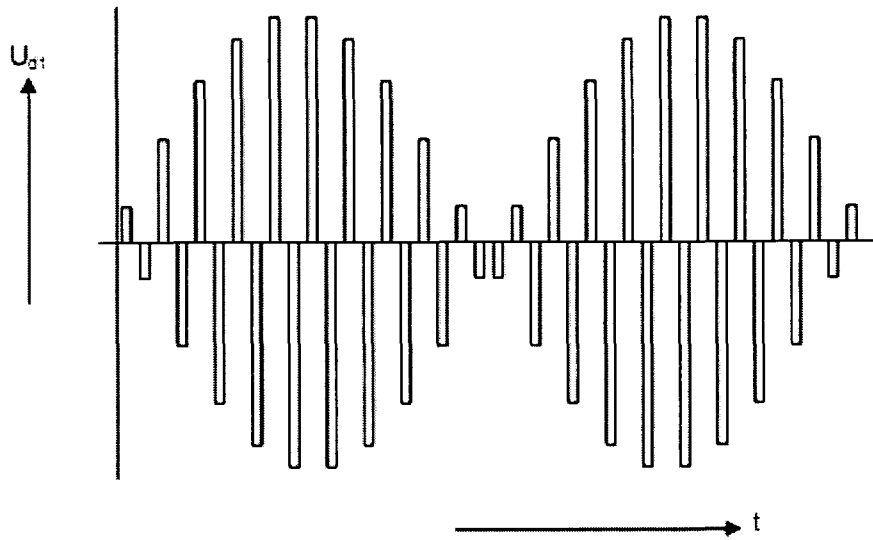
Figur 7



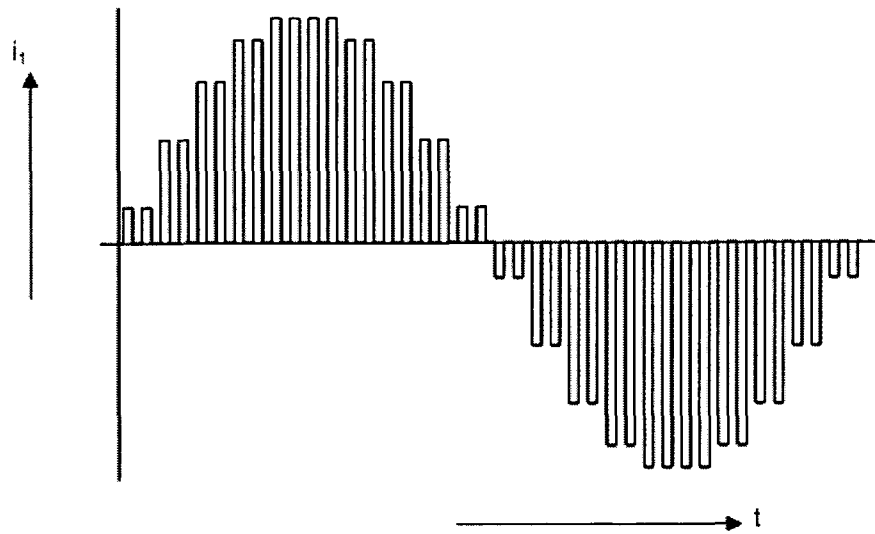
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11