

(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  
6. Dezember 2012 (06.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/163575 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/056021
- (22) Internationales Anmeldedatum: 3. April 2012 (03.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102011076573.5 27. Mai 2011 (27.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KOCH, Stefan** [DE/DE]; Bernhardshoefstr. 60c, 77876 Kappelrodeck (DE). **TIAN, Jian** [CN/DE]; Friedolin-Stiegler-Str. 4a, 77815 Buehl (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, RW, 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: SNUBBER CIRCUIT FOR DC-DC VOLTAGE CONVERTER

(54) Bezeichnung : SNUBBERSCHALTUNG FÜR GLEICHSPANNUNGSWANDLER

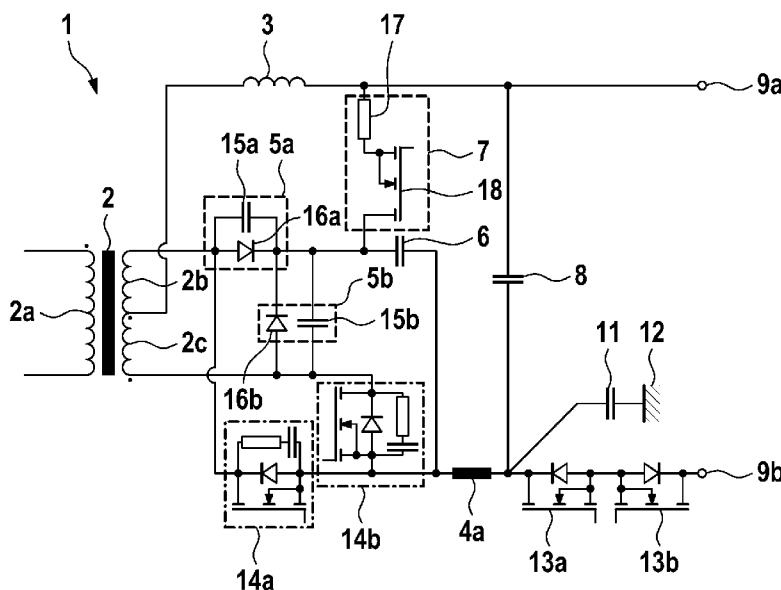


FIG. 2

(57) Abstract: The invention relates to a DC-DC voltage converter (1), having a transformer (2) having a primary winding (2a) and a secondary winding (2b, 2c) having a centre tap, an output inductor (3), which is connected to the centre tap and to a first output connection (9a), a synchronous rectifier circuit (4) having two synchronous rectifier switches (14a, 14b), each of which is connected to the terminal taps of the secondary winding (2b, 2c), and which are designed to produce a rectified output voltage on a second output connection (9b), and a snubber circuit (5) that is switched by means of the synchronous rectifier circuit (4). In this case, the snubber circuit has two diodes (16a, 16b), each of which is coupled to the terminal taps of the secondary winding (2b, 2c), a capacitor (6), which is coupled to the two diodes (16a, 16b) and which is designed to store resonant oscillation energy arising in the synchronous rectifier circuit (4), and a discharge circuit (7) comprising a series circuit containing a discharge switch (18) and a resistor (17), wherein the discharge circuit (7) is coupled between the first output

connection (9a) and the capacitor and is designed to selectively feed back stored charge in the capacitor (6) to the first output connection (9a).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/163575 A2

**Veröffentlicht:**

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

---

Die Erfindung betrifft einen Gleichspannungswandler (1), mit einem Transformator (2) mit einer primärseitigen Wicklung (2a) und einer sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) mit Mittelabgriff, einer Ausgangsinduktivität (3), welche mit dem Mittelabgriff und einem ersten Ausgangsanschluss (9a) verbunden ist, einer Synchrongleichrichterschaltung (4) mit zwei Synchrongleichrichterschaltern (14a, 14b), welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) verbunden sind, und welche zum Erzeugen einer gleichgerichteten Ausgangsspannung an einem zweiten Ausgangsanschluss (9b) ausgelegt sind, und einer über die Synchrongleichrichterschaltung (4) geschalteten Snubberschaltung (5). Die Snubberschaltung weist dabei zwei Dioden (16a, 16b), welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) gekoppelt sind, einen Kondensator (6), welcher mit den zwei Dioden (16a, 16b) gekoppelt ist, und welcher dazu ausgelegt ist, in der Synchrongleichrichterschaltung (4) auftretende resonante Schwingungsenergie zu speichern, und eine Entladeschaltung (7) aus einer Reihenschaltung eines Entladeschalters (18) und eines Widerstands (17) auf, wobei die Entladeschaltung (7) zwischen dem ersten Ausgangsanschluss (9a) und dem Kondensator (6) gekoppelt ist und dazu ausgelegt ist, gespeicherte Ladung in dem Kondensator (6) selektiv in den ersten Ausgangsanschluss (9a) zurückzuspeisen.

## Beschreibung

5 Titel

Snubberschaltung für Gleichspannungswandler

Die Erfindung betrifft eine Snubberschaltung für einen Gleichspannungswandler, insbesondere für einen Mittelpunktgleichrichter mit Synchrongleichrichtung.

10

## Stand der Technik

Zur Gleichspannungswandlung, beispielsweise zur Versorgung eines Niedervoltbordnetzes eines Fahrzeugs, werden üblicherweise

15

Synchrongleichrichterschaltungen eingesetzt. Die hierzu verwendeten Leistungshalbleiterschalter, beispielsweise MOSFETs, weisen gerade bei höheren Gleichströmen eine geringere Verlustspannung als Dioden auf, wodurch der Wirkungsgrad des Gleichrichters erhöht werden kann. Aufgrund der Ausgangskapazität gesperrter Halbleiterschalter kann es bei galvanisch entkoppelten Synchrongleichrichtern zu dem Phänomen des "secondary ringings", also dem Auftreten ungewollter Oszillationen des Stroms bzw. der Spannung kommen. Dabei erfolgt eine Resonanz zwischen der Streuinduktivität der Sekundärseite des Transformators mit der sekundärseitigen Induktivität und der Ausgangskapazität der Halbleiterschalter.

20

25

Herkömmliche Synchrongleichrichter weisen daher Dämpfungsglieder, sogenannte "Snubber-Glieder" auf, welche die auftretende Schwingungsenergie der Oszillationen bei Überschreiten einer kritischen Spannungsgrenze auf eine Kapazität laden. Passive Snubber-Glieder können beispielsweise aus einer Reihenschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand bestehen, welche als RC-Löschkombination parallel zu Halbleiterschalter geschaltet werden können. Aktive Snubber-Glieder hingegen weisen neben dem Kondensator einen weiteren Halbleiterschalter auf, über welchen bei Überschreiten einer kritischen Ladungsmenge auf dem Kondensator die überschüssige Ladung abgeführt werden kann, beispielsweise zurück in das sekundärseitige Bordnetz.

30

35

Die Druckschrift US 6,771,521 B1 offenbart eine aktive Snubberschaltung für einen Synchrongleichrichter mit einem Dämpfungskondensator, welcher über einen Halbleiterschalter schaltbar entladen werden kann.

Die Druckschrift US 5,898,581 offenbart eine Mittelpunktsleichrichterschaltung mit einer aktiven Snubberschaltung, wobei über ein induktives Element auf einem Snubberkondensator gespeicherte Schwingungsladung in die Gleichrichterschaltung zurückgespeist werden kann.

5

Übliche Snubberschaltungen, beispielsweise die in der Druckschrift US 5,898,581 offenbarte, sind für hohe Spannungen bzw. hohe Energien ausgelegt, um Leistungsverluste gering zu halten (sogenannte "lossless snubber"). Insbesondere die in Tiefsetzstellern üblicherweise verwendeten induktiven Komponenten wie Snubberdrosseln sind mit hohen Stückkosten verbunden, da die Bauteile selbst teuer sind und weiterhin in der Montage hohe Fertigungskosten verursachen.

10

#### Offenbarung der Erfindung

15

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einer Ausführungsform eine Gleichspannungswandler, mit einem Transformator mit einer primärseitigen Wicklung und einer sekundärseitigen Wicklung mit Mittelabgriff, einer Ausgangsinduktivität, welche mit dem Mittelabgriff und einem ersten Ausgangsanschluss verbunden ist, einer Synchrongleichrichterschaltung mit zwei Synchrongleichrichterschaltern, welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung verbunden sind, und welche zum Erzeugen einer gleichgerichteten Ausgangsspannung an einem zweiten Ausgangsanschluss ausgelegt sind, und einer über die Synchrongleichrichterschaltung geschalteten Snubberschaltung. Die Snubberschaltung weist dabei zwei Dioden, welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung gekoppelt sind, einen Kondensator, welcher mit den zwei Dioden gekoppelt ist, und welcher dazu ausgelegt ist, resonante Schwingungsenergie in der Synchrongleichrichterschaltung zu speichern, und eine Entladeschaltung aus einer Reihenschaltung eines Entladeschalters und eines Widerstands auf, wobei die Entladeschaltung zwischen den ersten Ausgangsanschluss und dem Kondensatorgekoppelt ist und dazu ausgelegt ist, gespeicherte Ladung in dem Kondensator selektiv in den ersten Ausgangsanschluss zurückzuspeisen.

20

25

30

#### Vorteile der Erfindung

Eine Idee der vorliegenden Erfindung ist es, eine Snubberschaltung für einen Gleichspannungswandler zu schaffen, welcher bei Anwendungen, in denen wegen der geringen Energie während des secondary ringings und des Sperrverzugs (englisch "reverse recovery") Verlustleistungen vernachlässigbar sind, einfacher und kosteneffektiver herzustellen sind. Dazu werden induktive Bauelemente wie eine

35

Snubberdrossel einer aktiven Snubberschaltung durch einen strombegrenzenden Widerstand ersetzt. Die Leistungsverluste in diesem Widerstand sind im Bezug auf den Wirkungsgrad vernachlässigbar.

- 5 Eine weitere Idee der vorliegenden Erfindung ist es, auf eine Freilaufdiode im Rückspeisepfad des Kondensator zu verzichten, da keine induktiven Bauelemente verwendet werden.

Weitere Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus  
10 der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

15

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Gleichspannungswandlers gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, und

20

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Gleichspannungswandlers gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Gleichspannungswandlers 1. Der Gleichspannungswandler 1 umfasst einen Transformator 2 mit einer primärseitigen  
25 Wicklung 2a und einer sekundärseitigen Wicklung, welche über einen Mittelabgriff in zwei Abschnitte 2b und 2c geteilt ist. Der Transformator 2 kann beispielsweise zur Wandlung einer Hochvoltspannung in eine Niedervoltspannung ausgelegt sein und zum Beispiel ein Wicklungsverhältnis zwischen primärseitiger und sekundärseitiger Wicklung von über Eins aufweisen, insbesondere beispielsweise 10:1. Das Wicklungsverhältnis der beiden  
30 sekundärseitigen Wicklungsabschnitte 2b und 2c kann ungleich Eins betragen. Insbesondere kann das Wicklungsverhältnis dabei Eins betragen, das heißt, die beiden sekundärseitigen Wicklungsabschnitte 2b und 2c besitzen gleiche Wicklungszahl.

Der Mittelabgriff ist dabei über eine sekundärseitige Induktivität 3 mit einem ersten  
35 Ausgangsanschluss 9a verbunden. Die beiden endseitigen Abgriffe der jeweiligen sekundärseitigen Wicklungsabschnitte 2b und 2c sind einerseits mit zwei Eingängen einer Synchrongleichrichterschaltung 4 verbunden, und andererseits mit zwei Eingängen einer

aktiven Snubberschaltung 5. Der Gleichspannungswandler 1 realisiert dabei eine Mittelpunktgleichrichterschaltung mit aktiver Synchrongleichrichtung.

Die Synchrongleichrichterschaltung 4 ist dazu ausgelegt, von den endseitigen Abgriffen der jeweiligen sekundärseitigen Wicklungsabschnitte 2b und 2c eine an dem Transformator 2 sekundärseitig anliegende Spannung abzugreifen und über eine geeignete Verschaltung in eine Gleichspannung an einem zweiten Ausgangsanschluss 9b zu wandeln. Mit anderen Worten, ist während des Betriebs des Gleichspannungswandlers 1 zwischen den Ausgangsanschlüssen 9a und 9b eine Ausgangsgleichspannung abgreifbar.

Zwischen der Synchrongleichrichterschaltung 4 und dem zweiten Ausgangsanschluss 9b kann weiterhin ein Shuntwiderstand 4a vorgesehen sein, an dem der Ausgangsstrom zum zweiten Ausgangsanschluss 9b hin gemessen werden kann. Zwischen dem ersten und dem zweiten Ausgangsanschluss 9a, 9b kann ferner ein Gleichspannungszwischenkreis 8 vorgesehen sein, welcher zur Spannungsglättung dienen kann.

Die Snubberschaltung 5 weist zwei Snubberelemente 5a und 5b auf, welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung 2b, 2c des Transformators 2 verbunden sind. Die Snubberelemente 5a und 5b sind dazu ausgelegt, Spannungsspitzen, welche an den Eingängen der Synchrongleichrichterschaltung 4 auftreten können, abzufangen und an einen Snubberkondensator bzw. Kondensator 6 abzugeben. Die sekundärseitige Wicklung 2b, 2c weist eine Streuinduktivität auf, wodurch zwischen der Ausgangskapazität der Elemente der Synchrongleichrichterschaltung 4 und der Streuinduktivität Spannungssoszillationen, sogenanntes "secondary ringing", auftreten können. Die dabei auftretende Schwingungsenergie wird bei Überschreiten einer vorbestimmten Spannung über die Snubberelemente 5a und 5b auf dem Kondensator 6 gespeichert. Der Kondensator 6 kann beispielsweise über eine bestimmte Anzahl von parallel geschalteten Kondensatoren realisiert werden, zum Beispiel sechs parallel geschaltete Keramikkondensatoren.

Wenn der Kondensator 6 eine vorbestimmte Ladungsmenge aufgenommen hat, das heißt, wenn die an dem Kondensator 6 anliegende Spannung einen vorbestimmten Schwellwert überschritten hat, kann die auf dem Kondensator 6 gespeicherte Energie über eine Entladeschaltung 7 kontrolliert zurück in den Gleichspannungswandler 1 gespeist werden. Die Rückspeisung über die Entladeschaltung kann dabei vorzugsweise während einer Zeitspanne erfolgen, während der sich die Synchrongleichrichterschaltung 4 in einem Freilaufzustand befindet.

Fig. 2 zeigt einen Gleichspannungswandler 1 gemäß Fig. 1 in höherem Detail. Der Gleichspannungswandler 1 kann dabei zwischen dem Gleichspannungszwischenkreis 8 und dem zweiten Ausgangsanschluss 9b einen Schutzschalter 13a aufweisen, der dazu ausgelegt ist, den Gleichspannungswandler 1 von einem angeschlossenen Niedervoltnetz zu trennen. Der Schutzschalter 13a kann dabei zum Beispiel aus zwei Feldeffekttransistoren aufgebaut werden. Weiterhin umfasst der Gleichspannungswandler 1 einen Verpolschutzschalter 13b, welcher dazu ausgelegt ist, einen Schutz gegen Verpolung an den Ausgangsanschlüssen 9a, 9b zu gewährleisten. Der Verpolschutzschalter 13b kann dabei ebenfalls zum Beispiel aus zwei Feldeffekttransistoren aufgebaut werden.

An einem Knotenpunkt zwischen dem Shuntwiderstand 4a und dem Schutzschalter 13a kann über einen Kondensator 11 eine Verbindung nach Masse, beispielsweise zu einem Gehäuse 12 hergestellt werden, um die elektromagnetische Verträglichkeit des Gleichspannungswandlers 1 sicherzustellen.

Die Synchrongleichrichterschaltung 4 ist in Fig. 2 durch zwei Synchrongleichrichterschalter 14a und 14b realisiert. Jeder der Synchrongleichrichterschalter 14a, 14b weist dabei ein aktives Schaltelement und eine dazu parallel geschaltete Freilaufdiode auf. Es ist dabei klar, dass die Freilaufdiode bei Verwendung von Halbleiterschaltern die parasitische Diode des aktiven Schaltelements selbst sein kann. Es kann weiterhin vorgesehen sein, passive Snubber-Glieder parallel zu jedem Schaltelement vorzusehen, beispielsweise können wie in Fig. 2 gezeigt, RC-Löschkombinationen mit einer Reihenschaltung aus einem Kondensator und einem Widerstand parallel zu dem aktiven Schaltelement und der Freilaufdiode vorgesehen sein.

Die Snubberschaltung 5 umfasst als Snubberelemente 5a und 5b jeweils zwei Parallelschaltungen aus jeweils einer Diode 16a und 16b und einem Kondensator 15a und 15b. Über die Dioden 16a, 16b wird bei Überschreiten einer Schwellwertspannung an den Eingängen der Synchrongleichrichterschalter 14a, 14b überschüssige (oszillierende) Ladung auf den Kondensator 6 abgeführt. Überschreitet die Spannung an dem Kondensator 6 einen vorbestimmten Spannungswert, kann über einen Entladeschalter 18 die Ladung aktiv durch einen Widerstand 17 in den Gleichspannungswandler 1 gespeist werden. Aufgrund der niedrigen sekundärseitigen Spannungen in dem Gleichspannungswandler 1 sind die Leistungsverluste in dem strombegrenzenden Widerstand 17 vernachlässigbar.

In einer alternativen Ausführungsform kann es vorgesehen sein, dass zwischen dem Widerstand 17 und dem Knoten zwischen der sekundären Induktivität 3 und dem ersten Ausgangsanschluss 9a eine (nicht dargestellte) Diode angeordnet ist. Eine derartige Diode kann eingesetzt werden, um Störeinflüsse wie beispielsweise

5 Spannungsschwankungen des Niederspannungsnetzes auf den Kondensator 6 zu minimieren.

Eine Steuerung des Entladeschalters 18 kann erfolgen, indem eine Entladung des Kondensators 6 während der Freilaufphase der aktiven Schaltelemente, d.h. der Synchrongleichrichterschalter 14a und 14b erfolgt. Die typische Periodenzeit eines

10 Snubberereignisses an einem der Synchrongleichrichterschalter 14a und 14b kann beispielsweise unter  $5 \mu\text{s}$  betragen. Ferner kann der Ladungstransport der resonanten Oszillationen auf den Kondensator 6 beispielsweise nach  $1 \mu\text{s}$  abgeschlossen sein. Damit kann die maximale Entladedauer  $4 \mu\text{s}$  betragen, in einer Zeitspanne zwischen  $1 \mu\text{s}$  und  $5 \mu\text{s}$  nach einem Schließen des Synchrongleichrichterschalters 14a bzw. 14b. Während

15 dieser Zeitspanne kann der Entladeschalter 18 zusätzlich unter der Bedingung, dass die Spannung an dem Kondensator 6 einen vorbestimmten Wert, beispielsweise 10% der Spannung über die primärseitige Wicklung 2a des Transformators 2, überschreitet, geöffnet werden, um die auf dem Kondensator 6 gespeicherte Ladung über den

20 Widerstand 17 und gegebenenfalls eine Freilaufdiode an den ersten Ausgangsanschluss 9a abzuführen.

Die verwendeten Synchrongleichrichterschalter 14a, 14b, die Schutzschalter 13a, 13b sowie der Entladeschalter 18 können dabei jeweils Halbleiterschalter, wie beispielsweise Feldeffekttransistoren (FETs) aufweisen. In den gezeigten Ausführungsformen sind die

25 Halbleiterschalter jeweils als selbstsperrende n-MOSFETs (n-leitende Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistors, Anreicherungstyp) dargestellt, es ist jedoch ebenso möglich, andere Halbleiterschalter in entsprechender Form vorzusehen, zum Beispiel in Form von IGBTs (Insulated Gate Bipolar Transistors), JFETs (Junction Field-Effect Transistors) oder als p-MOSFETs (p-leitende Metal Oxide Semiconductor Field-

30 Effect Transistors).

## Ansprüche

- 5 1. Gleichspannungswandler (1), mit:  
einem Transformator (2) mit einer primärseitigen Wicklung (2a) und einer  
sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) mit Mittelabgriff;  
einer Ausgangsinduktivität (3), welche mit dem Mittelabgriff und einem ersten  
Ausgangsanschluss (9a) verbunden ist;
- 10 einer Synchrongleichrichterschaltung (4) mit zwei Synchrongleichrichterschaltern (14a,  
14b), welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der sekundärseitigen Wicklung (2b,  
2c) verbunden sind, und welche zum Erzeugen einer gleichgerichteten  
Ausgangsspannung an einem zweiten Ausgangsanschluss (9b) ausgelegt sind; und  
einer über die Synchrongleichrichterschaltung (4) geschalteten Snubberschaltung (5),
- 15 welche aufweist:  
zwei Dioden (16a, 16b), welche jeweils mit den endseitigen Abgriffen der  
sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) gekoppelt sind;  
einen Kondensator (6), welcher mit den zwei Dioden (16a, 16b) gekoppelt ist, und  
welcher dazu ausgelegt ist, in der Synchrongleichrichterschaltung (4) auftretende  
20 resonante Schwingungsenergie zu speichern; und  
einer Entladeschaltung (7) aus einer Reihenschaltung eines Entladeschalters (18)  
und eines Widerstands (17), wobei die Entladeschaltung (7) zwischen dem ersten  
Ausgangsanschluss (9a) und dem Kondensator (6) gekoppelt ist und dazu  
ausgelegt ist, gespeicherte Ladung in dem Kondensator (6) selektiv in den ersten  
25 Ausgangsanschluss (9a) zurückzuspeisen.
2. Gleichspannungswandler (1) nach Anspruch 1, wobei die Entladeschaltung (7)  
weiterhin eine in Reihe mit dem Widerstand (17) geschaltete Freilaufdiode umfasst.
- 30 3. Gleichspannungswandler (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die  
Synchrongleichrichterschaltung (4) weiterhin zwei RC-Glieder umfasst, welche jeweils  
parallel zu den zwei Synchrongleichrichterschaltern (14a, 14b) geschaltet sind.
4. Gleichspannungswandler (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das  
35 Wicklungsverhältnis der primärseitigen (2a) zur sekundärseitigen Wicklung (2b, 2c) des  
Transformators (2) größer als eins ist.

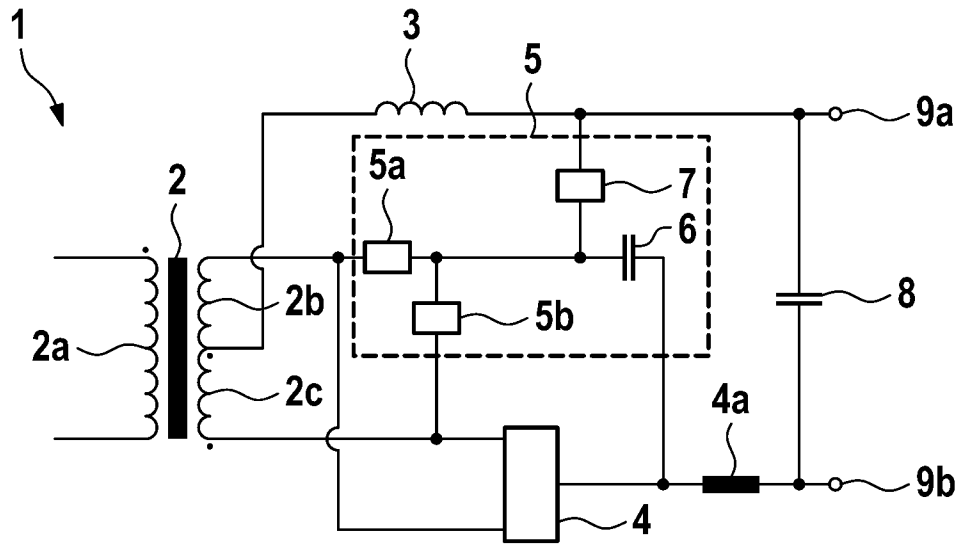


FIG. 1

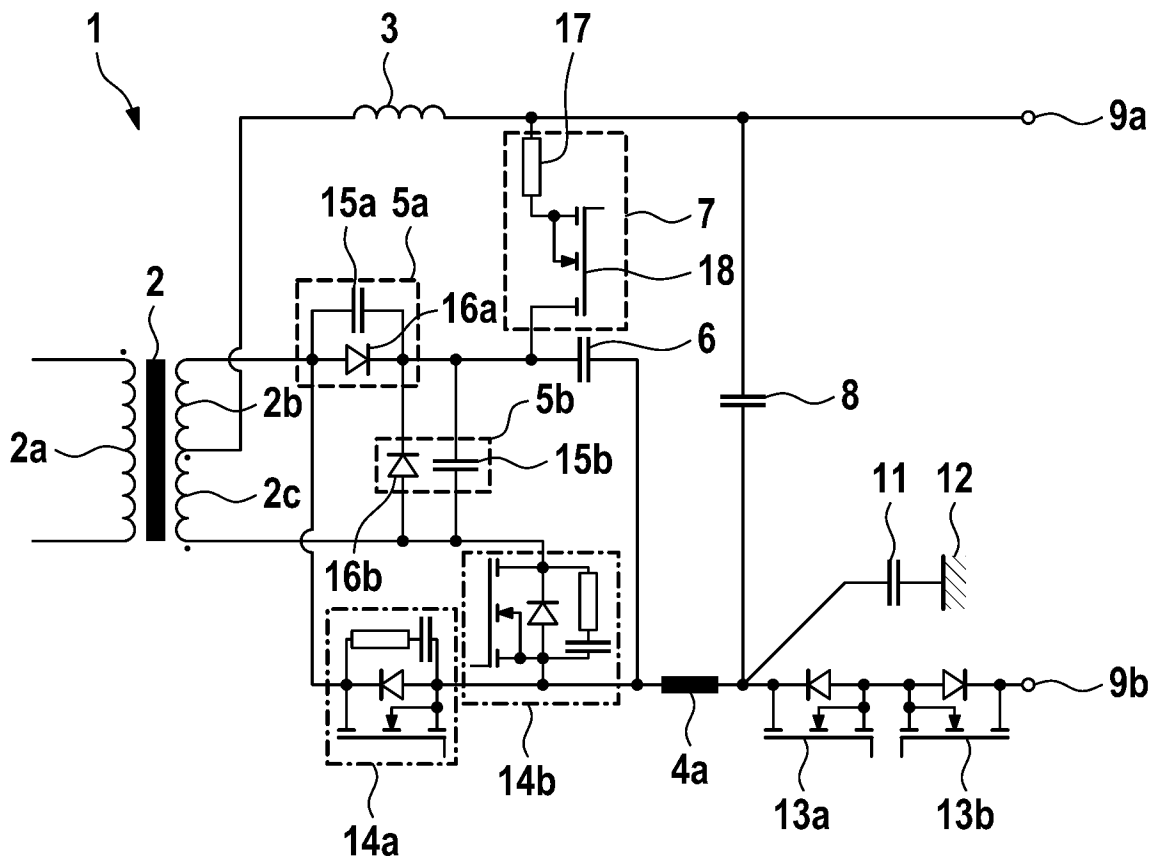


FIG. 2