

(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. April 2009 (02.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/040199 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/48 (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/061066

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. August 2008 (25.08.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A1473/2007 20. September 2007 (20.09.2007) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AG ÖSTERREICH** [AT/AT]; Siemensstrasse 92, A-1210 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HALLAK, Jalal** [AT/AT]; Donaustadtstr. 30/15/14, A-1220 Wien (AT).

(74) Anwalt: **MAIER, Daniel**; Postfach 22 16 34, 80506 München (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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

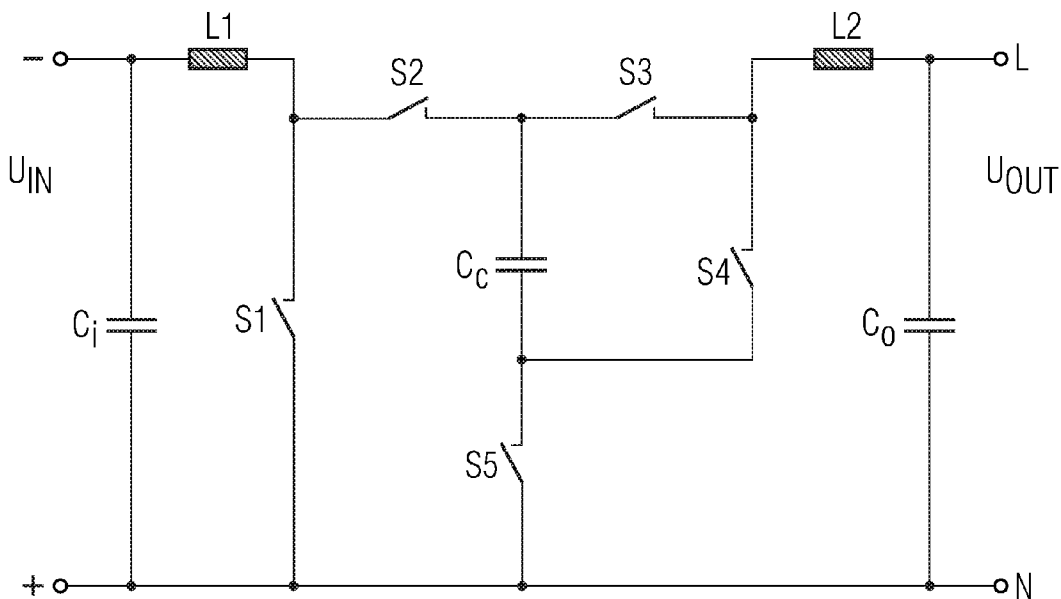
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING AN ELECTRONICALLY CONTROLLED INVERTER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES ELEKTRONISCH GESTEUERTEN WECHSELRICHTERS

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an electronically controlled inverter, comprising semiconductor switches (S1, S2, S3, S4, S5), inductors (L1, L2) and a first capacitor (Cc), wherein the semiconductor switches (S1, S2, S3, S4, S5) of the inverter are controlled by means of a micro-controller alternately as elements of a buck converter and as elements of an inverting Cuk converter having a continuous connection of a neutral conductor (N) at the output to a positive pole at the input side.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/040199 A2



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-
öffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines elektronisch gesteuerten Wechselrichters, welcher Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5), Drosseln (L1, L2) und einen ersten Kondensator (Cc) umfasst, wobei die Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) des Wechselrichters mittels eines Mikrocontrollers alternierend als Elemente eines Hoch-Tiefsetzstellers und als Elemente eines invertierenden Cuk-Konverters mit einer durchgehender Verbindung eines Ausgangs-Nullleiters (N) mit einem eingangsseitigen positiven Pol angesteuert werden.

Verfahren zum Betrieb eines elektronisch gesteuerten Wechselrichters

Beschreibung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines elektronisch gesteuerten Wechselrichters, welcher Halbleiterschalter, Drosseln und einen Kondensator umfasst. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

10

Elektronisch gesteuerte Wechselrichter sind beispielsweise aus US-Z.:C.M. Penalver, u.a. „Microprocessor Control of DC/AC Static Converters“; IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. IE-32, No.3, August 1985, S.186 -191; bekannt. Sie werden beispielsweise in Solaranlagen dazu eingesetzt, den durch die Solarzellen erzeugten Gleichstrom so umzuformen, dass eine Abgabe in das öffentliche Wechselstrom-Netz möglich ist. Erst damit ist eine praktisch uneingeschränkte Nutzung der solar produzierten Energie gewährleistet.

15

20

Die Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für Wechselrichter hat unter anderem dazu geführt, die Grundtypen von Hochsetzsteller, Hochtiefsetzsteller und Tiefsetzsteller für spezielle Anwendungsfälle abzuwandeln. Als Beispiel sei hier eine Veröffentlichung in der Zeitschrift EDN vom 17. Okt. 2002 „Slave converters power auxiliary outputs“, Sanjaya Maniktala; angeführt, in der verschiedene Kombinationsmöglichkeiten von Wechselrichter-Grundtypen beschrieben werden.

25

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Wechselrichter weiterzubilden.

35

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst mit einem Verfahren der eingangs genannten Art, bei dem die Halbleiterschalter

des Wechselrichters mittels eines Mikrocontrollers
alternierend als Elemente eines Hoch-Tiefsetzstellers und als
Elemente eines invertierenden Cuk-Konverters mit einer
durchgehender Verbindung eines Ausgangs-Nullleiters mit einem
5 eingangsseitigen positiven Pol angesteuert werden.

Die erfindungsgemäße Kombination der Funktionen von Hoch-
Tiefsetzsteller und Cuk-Konverter führt zu einem besonders
verlustarmen Wechselrichter, der damit auch einen hohen
10 Wirkungsgrad aufweist und daher insbesondere für den Einsatz
in Solaranlagen geeignet ist. Dabei ist durch die
Durchschaltung des positiven Pols an den Nullleiter eines
Wechselspannungsnetzes sichergestellt, dass eingangsseitig
eine Stromquelle anschließbar ist, welche ein negatives
15 Potenzial gegenüber Erde aufweist. Das ist beispielsweise bei
Photovoltaikgeneratoren mit rückseitenkontaktierten Zellen
(z.B. monokristalline Siliziumzellen) der Fall.

In einer vorteilhaften Ausprägung des Verfahrens werden die
20 Halbleiterschalter des Wechselrichters mittels
Mikrocontroller in der Weise angesteuert, dass eine
eingangsseitig anliegende Gleichspannung während einer
negativen Halbwelle einer ausgangsseitig anliegenden
Wechselspannung mittels Hoch-Tiefsetzsteller umgewandelt wird
25 und dass die eingangsseitig anliegende Gleichspannung während
einer positiven Halbwelle der ausgangsseitig anliegenden
Wechselspannung mittels Cuk-Konverter umgewandelt wird. Damit
ist ein verlustarmes Verfahren zur Einspeisung des Stromes
aus einer Gleichstromquelle in ein Wechselstromnetz
30 angegeben.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein
Wechselrichter vorgesehen, welcher einen Mikrocontroller
umfasst, der zur Steuerung der Halbleiterschalter
35 entsprechend programmiert ist. Dabei handelt es sich
günstigerweise um einen gängigen Mikrocontroller, welcher zur

Bildung pulsweitenmodulierter Signale in Abhängigkeit eines Reglerausgangssignals geeignet ist.

Dabei ist es von Vorteil, wenn der Wechselrichter eine erste
5 Drossel umfasst, deren erste Seite mit dem negativen Pol
einer Gleichspannung verbunden ist und deren zweite Seite
über einen ersten Halbleiterschalter mit dem positiven Pol
der Gleichspannung verbunden ist, dass die zweite Seite der
ersten Drossel über die Serienschaltung eines zweiten
10 Halbleiterschalters und eines dritten Halbleiterschalters mit
dem ersten Anschluss einer zweiten Drossel verbunden ist,
deren zweiter Anschluss an einen Leiter der Wechselspannung
angeschlossen ist, dass die Verbindung von zweitem und
drittem Halbleiterschalter über den ersten Kondensator und
15 einen fünften Halbleiterschalter mit dem Nulleiter der
Wechselspannung verbunden ist und dass die Verbindung von
erstem Kondensator und fünftem Halbleiterschalter über einen
vierten Halbleiterschalter mit dem ersten Anschluss der
zweiten Drossel verbunden ist. Dieser Schaltungsaufbau ist
20 mit wenigen Schaltungselementen realisierbar, wodurch die
Verluste gering gehalten und somit ein hoher Wirkungsgrad der
Schaltung erreicht wird.

Ein vorteilhaftes Verfahren zum betreiben des vorteilhaft
25 ausgeprägten Wechselrichters sieht vor, dass mittels
Mikrocontroller während der negativen Halbwelle der
Wechselspannung der erste, zweite, dritte und vierte
Halbleiterschalter gepulst und der fünfte Halbleiterschalter
permanent eingeschaltet werden, und dass dabei erster und
30 zweiter Halbleiterschalter sowie dritter und vierter
Halbleiterschalter jeweils im Gegentakt geschaltet werden und
dass während der positiven Halbwelle der Wechselspannung
erster und fünfter Halbleiterschalter im Gegentakt gepulst
geschaltet werden und dass in diesem Zeitraum der zweite und
35 der vierte Halbleiterschalter dauerhaft eingeschaltet und der
dritte Halbleiterschalter dauerhaft ausgeschaltet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- 5 Fig. 1 Schaltplan des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler bei Verwendung allgemeiner Halbleiterschalter
- Fig. 2 Schaltplan des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler bei Verwendung von
10 n-Kanal Sperrschicht MOSFETs
- Fig. 3 Stromfluss während einer Einschaltphase des Cuk-Wandlers
- Fig. 4 Stromfluss während einer Ausschaltphase des Cuk-Wandlers
- 15 Fig. 5-8 Stromflüsse während eines Betriebs des Hoch-Tiefsetzstellers bei negativer Halbwelle der Wechselspannung
- Fig. 9 Signalverläufe des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller- und Cuk-Wandlerbetrieb
- 20 Fig. 10 Alternative Signalverläufe des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller- und Cuk-Wandlerbetrieb

Eine einfache beispielhafte Schaltungsanordnung eines Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler
25 unter Verwendung weniger Bauelemente ist in Figur 1 dargestellt. Eingangsseitig liegt an einem Eingangskondensator C_i eine Gleichspannung U_{IN} an. Der negative Pol dieser Gleichspannung U_{IN} ist mit der ersten Seite einer ersten Drossel L_1 verbunden. Die zweite Seite der
30 ersten Drossel L_1 ist über einen ersten Halbleiterschalter S_1 mit dem positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} verbunden.

Die zweite Seite der ersten Drossel L_1 ist zudem über die Serienschaltung eines zweiten und eines dritten
35 Halbleiterschalters S_2, S_3 mit dem ersten Anschluss einer

zweiten Drossel L2 verbunden, deren zweiter Anschluss an den Leiter L einer ausgangsseitigen Wechselspannung U_{OUT} angeschlossen ist. Die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter S2, S3 ist über einen ersten Kondensator Cc und einen fünften Halbleiterschalter S5 mit dem Nullleiter N der Wechselspannung U_{OUT} verbunden. Des Weiteren ist eine direkte Verbindung zwischen positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} und dem Nullleiter N der Wechselspannung U_{OUT} vorgesehen. Ein Verbindungspunkt zwischen erstem Kondensator Cc und
5
10
fünftem Halbleiterschalter ist über einen vierten Halbleiterschalter S4 mit dem ersten Anschluss der zweiten Drossel L2 verbunden. Als Ausgangsfilter ist zwischen Leiter L und Nullleiter N der Wechselspannung U_{OUT} optional ein Ausgangskondensator Co geschaltet.

15
Alternativ zu dieser Anordnung ist das erfindungsgemäße Verfahren auch mit anderen Schaltungsanordnungen durchführbar, beispielsweise mit einer Parallelschaltung eines Hoch-Tiefsetzstellers und eines Cuk-Konverters.

20
Werden, wie in Figur 2 dargestellt, Halbleiterschalter S1, S2, S3, S4, S5 mit Inversdioden verwendet (n-Kanal Sperrschicht MOSFETs oder IGBTs), müssen die Durchflussrichtungen dieser Dioden beachtet werden. Dabei ist
25
die Durchflussrichtung der Inversdiode des ersten Halbleiterschalters S1 vom negativen Pol zum positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} festgelegt. Die Durchflussrichtungen der Inversdioden des zweiten und dritten Halbleiterschalters S2, S3 sind vom ersten Kondensator Cc zu den Drosseln L1, L2
30
geschaltet. Die Inversdiode des vierten Halbleiterschalters S4 ist von der zweiten Drossel L2 zum ersten Kondensator Cc in Durchlassrichtung geschaltet. Die Durchlassrichtung der Inversdiode des fünften Halbleiterschalters S5 ist
35
schließlich von der Verbindungsleitung zwischen positivem Pol der Gleichspannung U_{IN} und Nullleiter der Wechselspannung U_{OUT} zum ersten Kondensator Cc festgelegt.

Eine derartige Anordnung verhindert unerwünschte Stromflüsse durch die Inversdioden in den einzelnen Schaltphasen des Wechselrichters.

5 In den Figuren 3 bis 8 sind Schaltanordnungen mit allgemeinen Halbleiterschaltern S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 dargestellt. Die Schaltzustände gelten dabei auch für Halbleiterschalter S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 mit Inversdiode.

10 Die Figuren 3 und 4 zeigen die Schaltzustände der Halbleiterschalter S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 während einer positiven Halbwelle der Wechselspannung U_{OUT} . Die Umwandlung der Gleichspannung U_{IN} in eine Wechselspannung U_{OUT} erfolgt dabei
15 mittels Cuk-Konverter. Der zweite und vierte Halbleiterschalter S_2 , S_4 sind dauerhaft eingeschaltet und der dritte Halbleiterschalter S_3 ist dauerhaft ausgeschaltet, wie auch in Figur 9 und 10 ersichtlich. Der erste und der fünfte Halbleiterschalter S_1 , S_5 werden im Gegentakt gepulst
20 geschaltet. Ein Einschaltvorgang des Cuk-Konverters ist durch das Ausschalten des fünften Halbleiterschalters S_5 und das Einschalten des ersten Halbleiterschalters S_1 gekennzeichnet, wie in Figur 3 dargestellt. Es fließt Strom vom positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} über das erste Schaltelement S_1 und die erste Drossel L_1 zum negativen Pol der Gleichspannung
25 U_{IN} . Gleichzeitig fließt Strom vom Nullleiter N der Wechselspannung U_{OUT} über den ersten Halbleiterschalter S_1 , den zweiten Halbleiterschalter S_2 , den ersten Kondensator C_c , den vierten Halbleiterschalter S_4 und die zweite Drossel L_2 zum Leiter L der Wechselspannung U_{OUT} .

30 Eine Ausschaltphase des Cuk-Konverters beginnt mit dem Einschalten des fünften Halbleiterschalters S_5 und dem Ausschalten des ersten Halbleiterschalters S_1 , wie in Figur 4 dargestellt. Im Eingangskreis kommutiert der Strom vom ersten
35 Halbleiterschalter S_1 zur Reihenschaltung aus fünftem Halbleiterschalter S_5 , erstem Kondensator C_c und durchgehend geschlossenem zweiten Halbleiterschalter S_2 . Im Ausgangskreis

verläuft der Strom vom Nullleiter N der Wechselspannung U_{OUT} über den fünften Halbleiterschalter S5, den vierten Halbleiterschalter S4 und die zweite Drossel L2 zum Leiter L der Wechselspannung U_{OUT} .

5

Die Figuren 5 bis 8 zeigen die Schaltzustände während einer negativen Halbwelle der Wechselspannung U_{OUT} . Dabei erfolgt die Spannungsumwandlung mittel Hoch-Tiefsetzsteller. Der erste, zweite, dritte und vierte Halbleiterschalter S1, S2, S3, S4 werden gepulst und der fünfte Halbleiterschalter S5 bleibt permanent eingeschaltet, wobei erster und zweiter Halbleiterschalter S1, S2 sowie dritter und vierter Halbleiterschalter S3, S4 jeweils im Gegentakt geschaltet werden.

15

Im nulldurchgang von der positiven zur negativen Halbwelle wird der erste Halbleiterschalter S1 eingeschaltet und der zweite und der vierte Halbleiterschalter S2, S4 ausgeschaltet, wie in Figur 5 dargestellt. In diesem Schaltzustand nimmt der Wechselrichter aus einer eingangsseitigen Gleichspannungsquelle Energie auf. Dazu ist ein Strompfad zwischen dem positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} über den ersten Halbleiterschalter S1 sowie die erste Drossel L1 und dem negativen Pol der Gleichspannung U_{IN} gegeben.

25

Dabei speichert die erste Drossel L1 Energie, die im nächsten Schritt, wie in Figur 6 dargestellt, nach dem Öffnen des ersten Halbleiterschalters S1 bei nunmehr geschlossenem zweiten und dritten Halbleiterschalter S2, S3 über die zweite Drossel L2 an ein ausgangsseitiges Wechselspannungsnetz oder ein Last abgegeben wird.

30

Der dabei entstehende Stromkreis verläuft vom positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} über das Wechselspannungsnetz bzw. die Last, die zweite Drossel L2, den dritten und zweiten Halbleiterschalter S3, S2 und die erste Drossel L1 zum

35

negativen Pol der Gleichspannung U_{IN} . Die zweite Drossel L2 speichert dabei Energie. Gleichzeitig wird aufgrund des ebenfalls geschlossenen fünften Halbleiterschalters S5 der erste Kondensator Cc geladen.

5

Im nächsten Schaltvorgang wird, wie in Figur 7 dargestellt, der dritte Halbleiterschalter S3 geöffnet und der vierte Halbleiterschalter S4 geschlossen. Es bildet sich ein Stromkreis über die zweite Drossel L2, den vierten und
10 fünften Halbleiterschalter S4, S5 und das Wechselspannungsnetz, wobei die zweite Drossel L2 die gespeicherte Energie an das Wechselspannungsnetz abgibt.

Gleichzeitig verläuft ein weiterer Stromkreis vom positiven
15 Pol der Gleichspannung U_{IN} über das fünfte und zweite Schaltelement S5, S2, den ersten Kondensator Cc und die erste Drossel L1 zum negativen Pol der Gleichspannung U_{IN} .

Mit dem in Figur 8 dargestellten Schaltzustand wird ein
20 Schaltzyklus während der negativen Halbwelle abgeschlossen. Der erste Halbleiterschalter S1 ist geschlossen und damit ein Strompfad zwischen dem positiven Pol der Gleichspannung U_{IN} über den ersten Halbleiterschalter S1 und die erste Drossel L1 zum negativen Pol der Gleichspannung U_{IN} gegeben. Der
25 Wechselrichter nimmt elektrische Energie aus der Gleichspannungsquelle auf.

Gleichzeitig gibt noch die zweite Drossel L2 Energie an das Wechselspannungsnetz ab, da über den vierten und den fünften
30 Halbleiterschalter S4, S5 der entsprechende Stromkreis noch geschlossen ist. Dieser Stromkreis wird erst wieder mit Öffnen des vierten Halbleiterschalters S4 unterbrochen.

In Figur 9 und 10 ist jeweils der beispielhafte Verlauf der
35 Steuersignale für die Halbleiterschalter S1, S2, S3, S4 und S5 dargestellt, wobei die beiden Figuren vorstellbare

unterschiedliche Schaltvarianten während des Zeitraums der negativen Halbwelle der Wechselspannung U_{OUT} zeigen.

Bei der in Figur 9 dargestellten Schaltvariante während einer
5 negativen Halbwelle erfolgt ein gleichzeitiger Betrieb als Hochsetzsteller und als Tiefsetzsteller. Der erste Halbleiterschalter S1 mit der Funktion eines Hochsetzstellerelements und der dritte Halbleiterschalter S3 mit der Funktion eines Tiefsetzstellerelements werden
10 durchgehend gepulst geschaltet. Dabei fungiert der zweite Halbleiterschalter S2 als Synchrongleichrichter, welcher synchron im Gegentakt mit dem ersten Halbleiterschalter S1 geschaltet wird.

15 Alternativ dazu ist in Figur 10 eine Schaltvariante dargestellt, bei welcher der Wechselrichter während der negativen Halbwelle entweder als Tiefsetzsteller oder als Hochsetzsteller arbeitet.

20 Während der Zeitspannen, in welchen die Wechselspannung U_{OUT} tiefer als die Gleichspannung U_{IN} ist, wird der dritte Halbleiterschalter S3 und im Gegentakt dazu der vierte Halbleiterschalter S4 gepulst geschaltet. Der erste Halbleiterschalter S1 bleibt währenddessen durchgehend
25 ausgeschaltet und der zweite Halbleiterschalter S2 durchgehend eingeschaltet.

In der Zeitspanne, in welchen die Wechselspannung U_{OUT} höher als die Gleichspannung U_{IN} ist, wird der erste
30 Halbleiterschalter S1 und im Gegentakt dazu der zweite Halbleiterschalter S2 gepulst geschaltet. Dabei bleibt der dritte Halbleiterschalter S3 durchgehend eingeschaltet und der vierte Halbleiterschalter S4 durchgehend ausgeschaltet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines elektronisch gesteuerten Wechselrichters, welcher Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5), Drosseln (L1, L2) und einen ersten Kondensator (Cc) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) des Wechselrichters mittels eines Mikrocontrollers alternierend als Elemente eines Hoch-Tiefsetzstellers und als Elemente eines invertierenden Cuk-Konverters mit einer durchgehender Verbindung eines Ausgangs-Nulleiters (N) mit einem eingangsseitigen positiven Pol angesteuert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) des Wechselrichters mittels Mikrocontroller in der Weise angesteuert werden, dass eine eingangsseitig anliegende Gleichspannung (U_{IN}) während einer negativen Halbwelle einer ausgangsseitig anliegenden Wechselspannung (U_{OUT}) mittels Hoch-Tiefsetzsteller umgewandelt wird und dass die eingangsseitig anliegende Gleichspannung (U_{IN}) während einer positiven Halbwelle der ausgangsseitig anliegenden Wechselspannung (U_{OUT}) mittels Cuk-Konverter umgewandelt wird.

3. Wechselrichter zur Durchführung der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mikrocontroller vorgesehen ist, welcher zur Steuerung der Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) entsprechend programmiert ist.

4. Wechselrichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wechselrichter eine erste Drossel (L1) umfasst, deren erste Seite mit dem negativen Pol einer Gleichspannung (U_{IN}) verbunden ist und deren zweite Seite über einen ersten Halbleiterschalter (S1) mit dem positiven Pol der Gleichspannung (U_{IN}) verbunden ist, dass die zweite Seite der ersten Drossel (L1) über die Serienschaltung eines

zweiten Halbleiterschalters (S2) und eines dritten Halbleiterschalters (S3) mit dem ersten Anschluss einer zweiten Drossel (L2) verbunden ist, deren zweiter Anschluss an einen Leiter (L) der Wechselspannung (U_{OUT}) angeschlossen ist, dass die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter (S2, S3) über den ersten Kondensator (Cc) und einen fünften Halbleiterschalter (S5) mit dem Nullleiter (N) der Wechselspannung (U_{OUT}) verbunden ist und dass die Verbindung von erstem Kondensator (Cc) und fünftem Halbleiterschalter (S5) über einen vierten Halbleiterschalter (S4) mit dem ersten Anschluss der zweiten Drossel (L2) verbunden ist.

5. Verfahren zum Betreiben eines Wechselrichters nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels Mikrocontroller während der negativen Halbwelle der Wechselspannung (U_{OUT}) der erste, zweite, dritte und vierte Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4) gepulst und der fünfte Halbleiterschalter (S5) permanent eingeschaltet werden, und dass dabei erster und zweiter Halbleiterschalter (S1, S2) sowie dritter und vierter Halbleiterschalter (S3, S4) jeweils im Gegentakt geschaltet werden und dass während der positiven Halbwelle der Wechselspannung (U_{OUT}) erster und fünfter Halbleiterschalter (S1, S5) im Gegentakt gepulst geschaltet werden und dass in diesem Zeitraum der zweite und der vierte Halbleiterschalter (S2, S4) dauerhaft eingeschaltet und der dritte Halbleiterschalter (S3) dauerhaft ausgeschaltet werden.

30

FIG 1

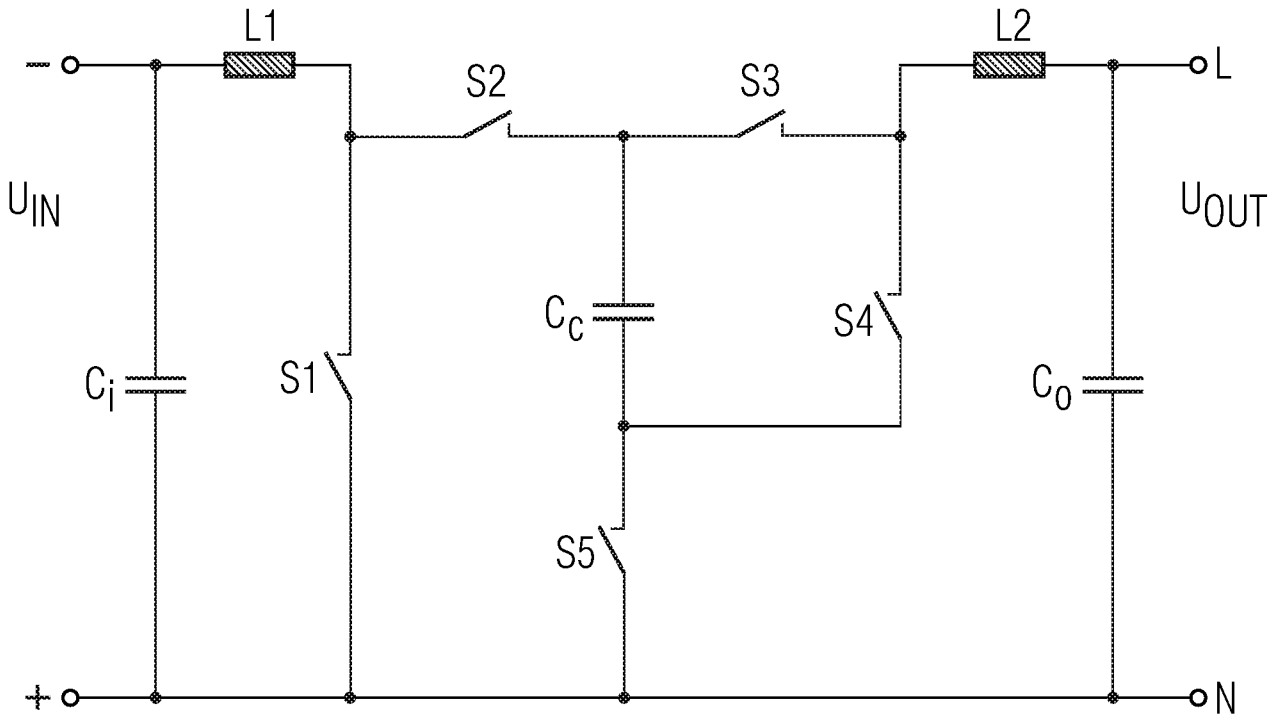


FIG 2

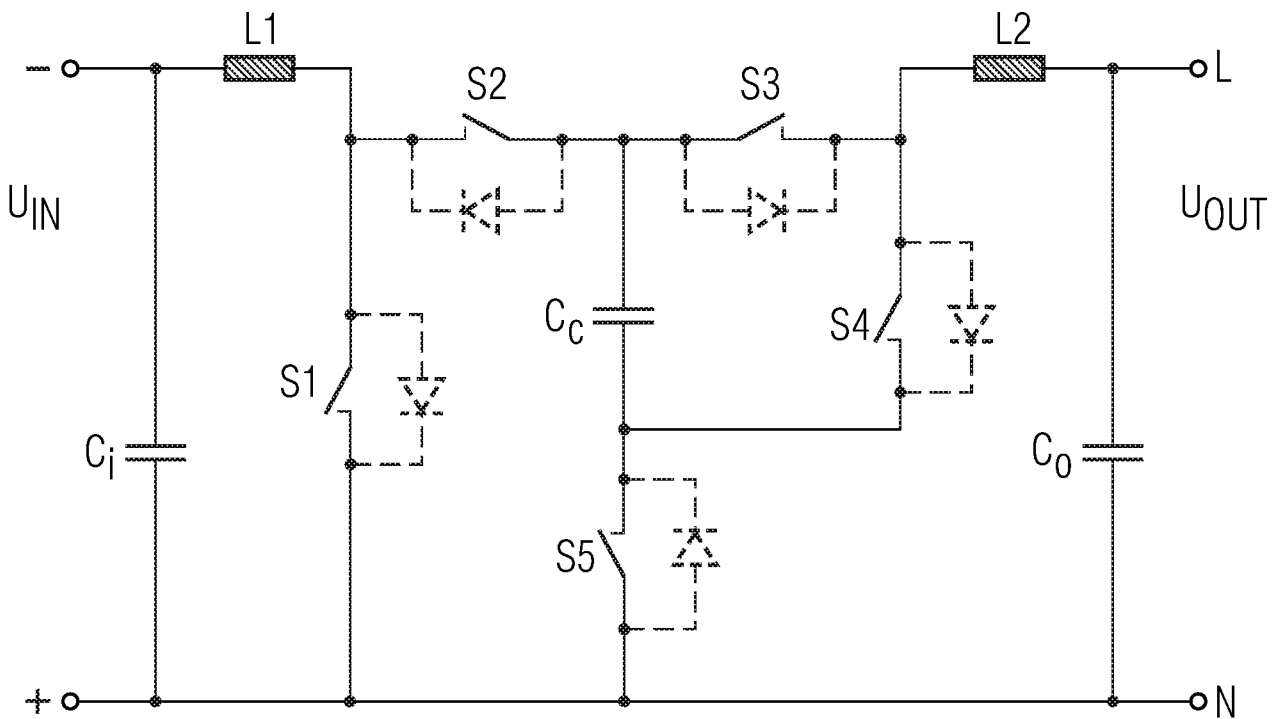


FIG 3

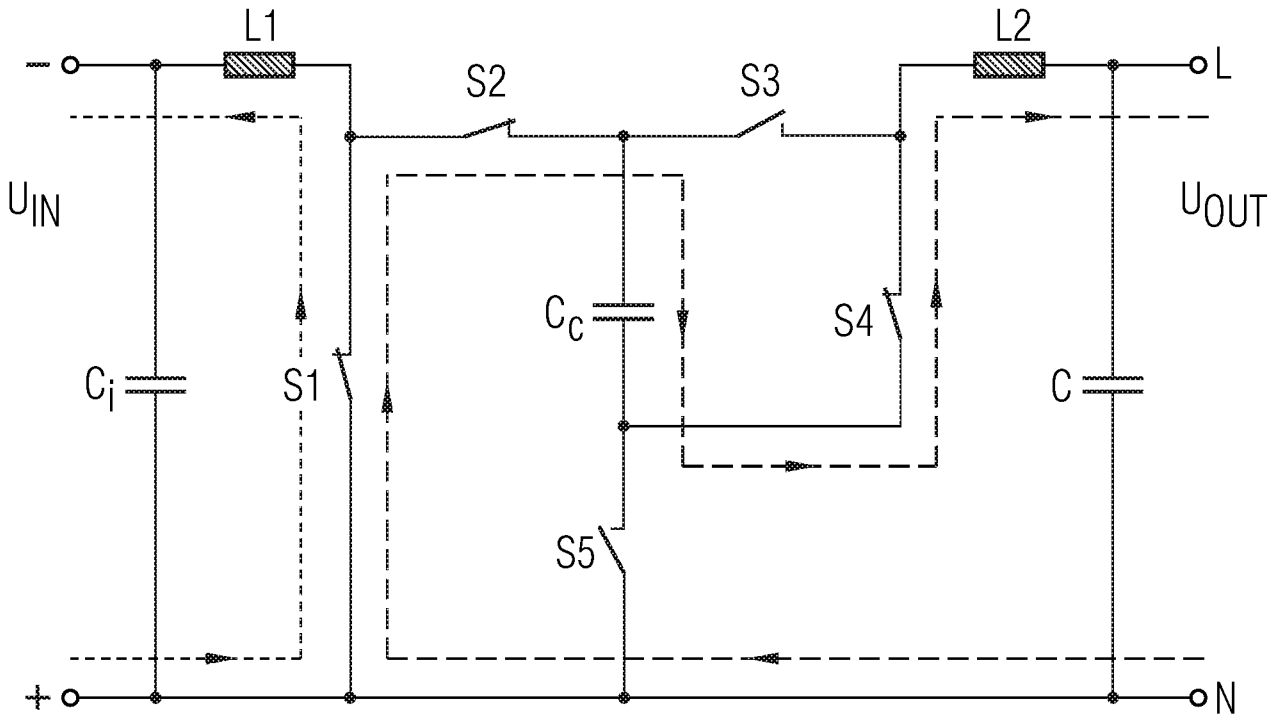


FIG 4

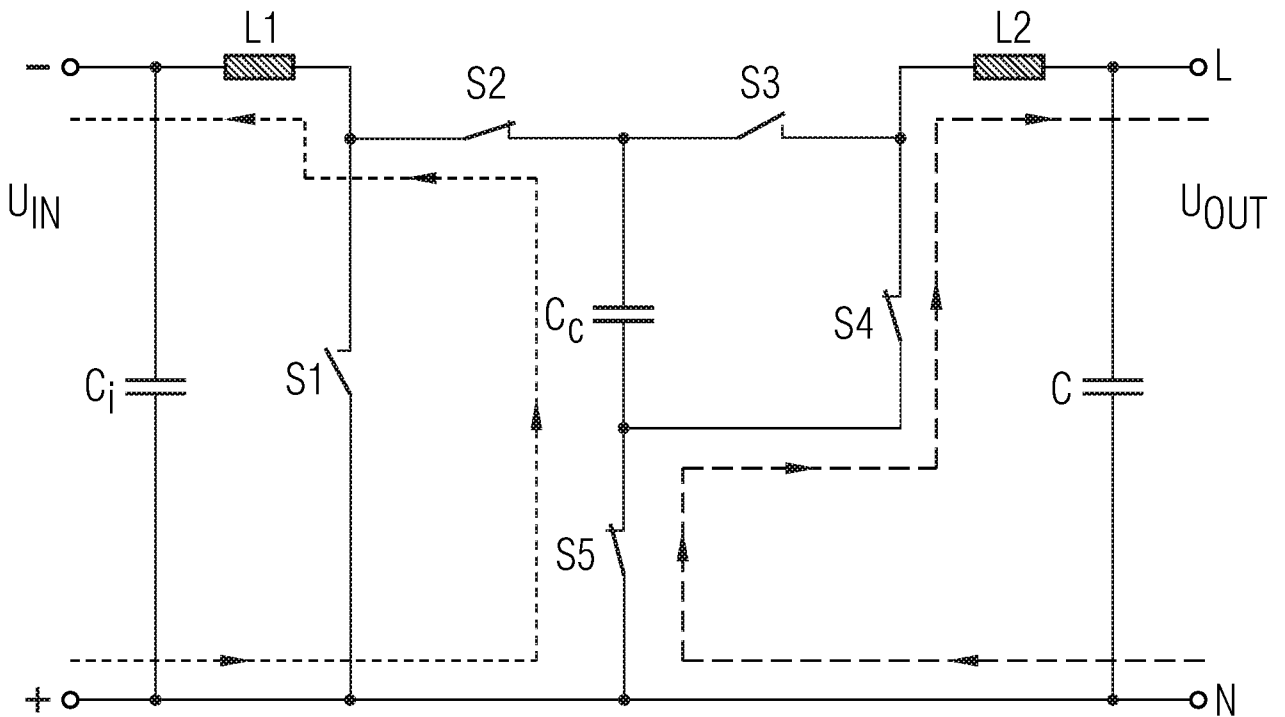


FIG 5

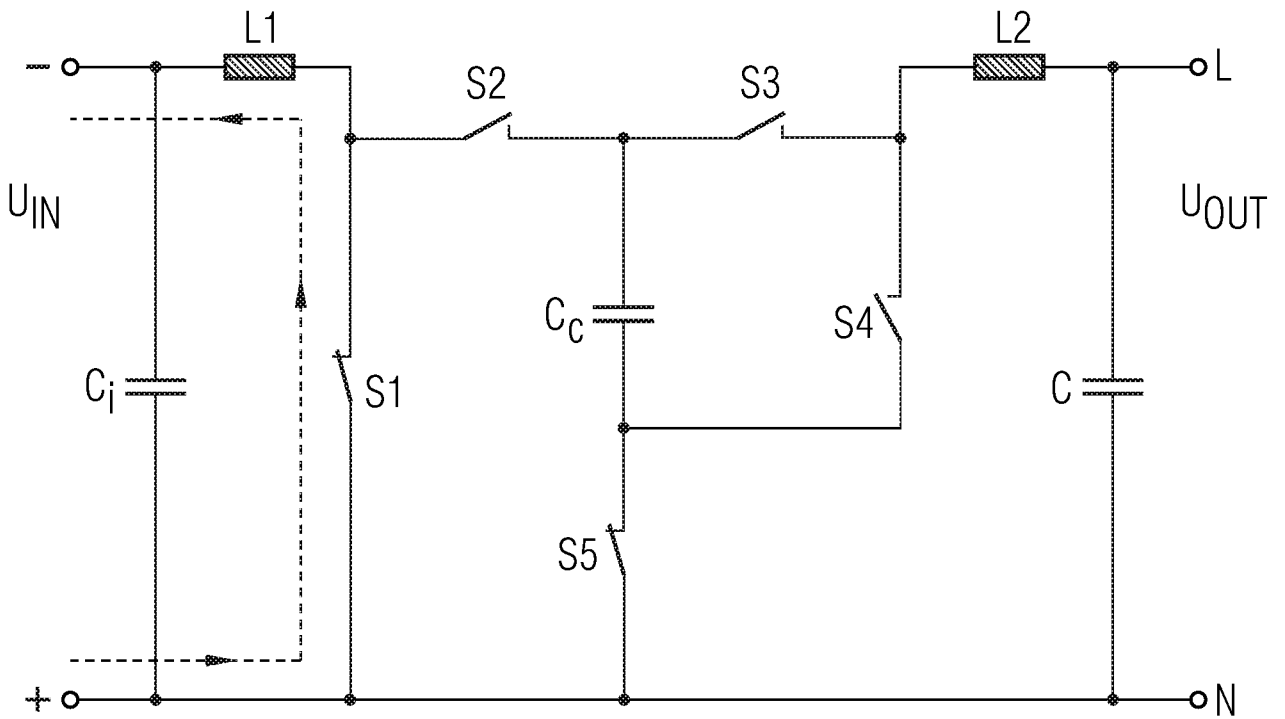


FIG 6

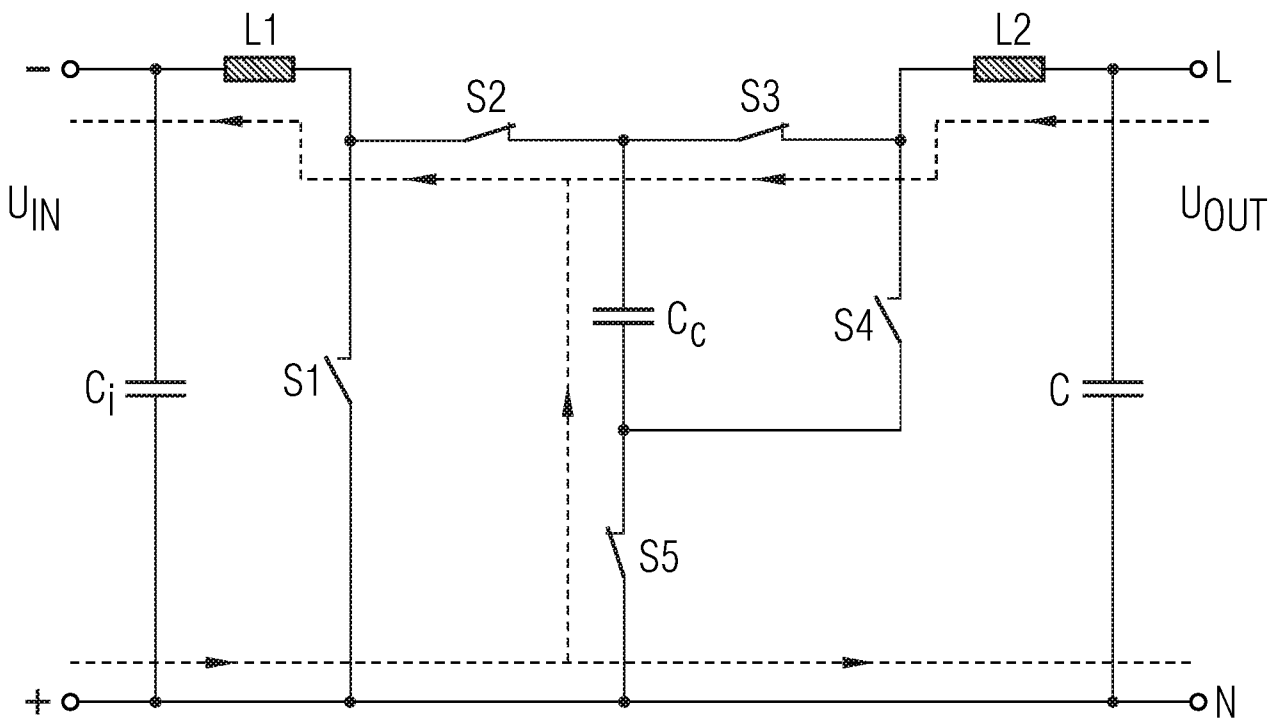


FIG 7

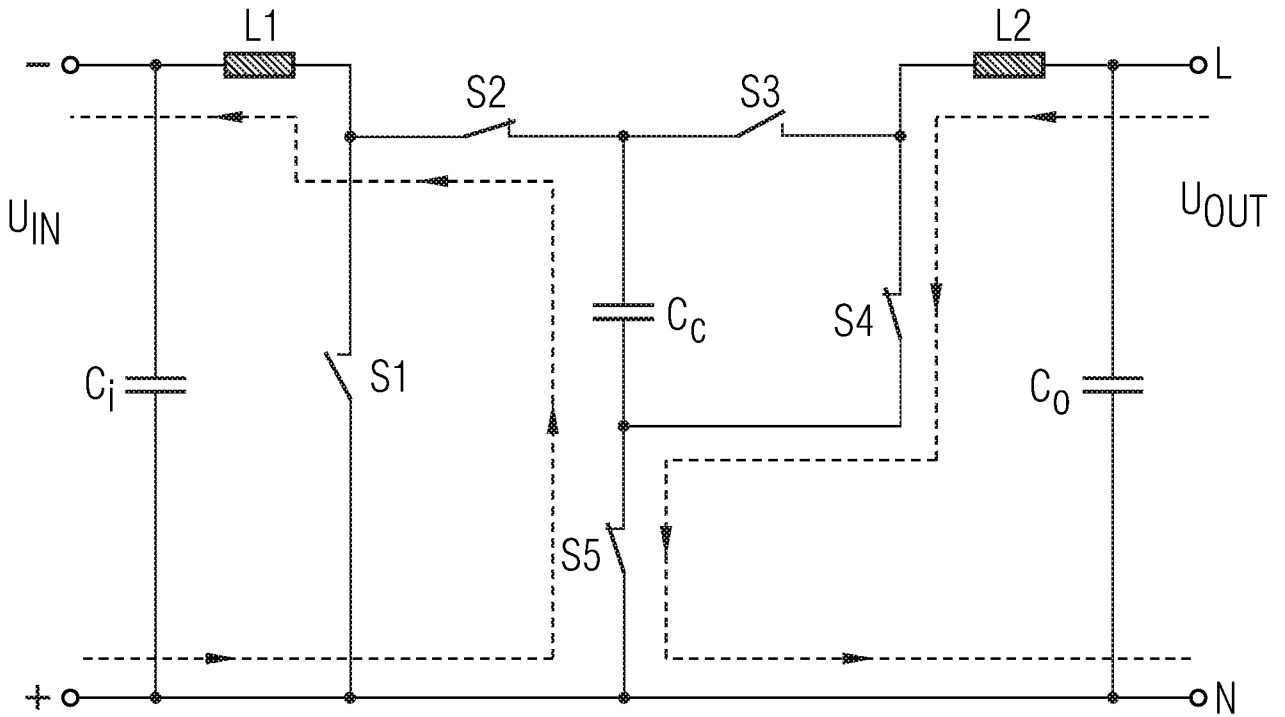


FIG 8

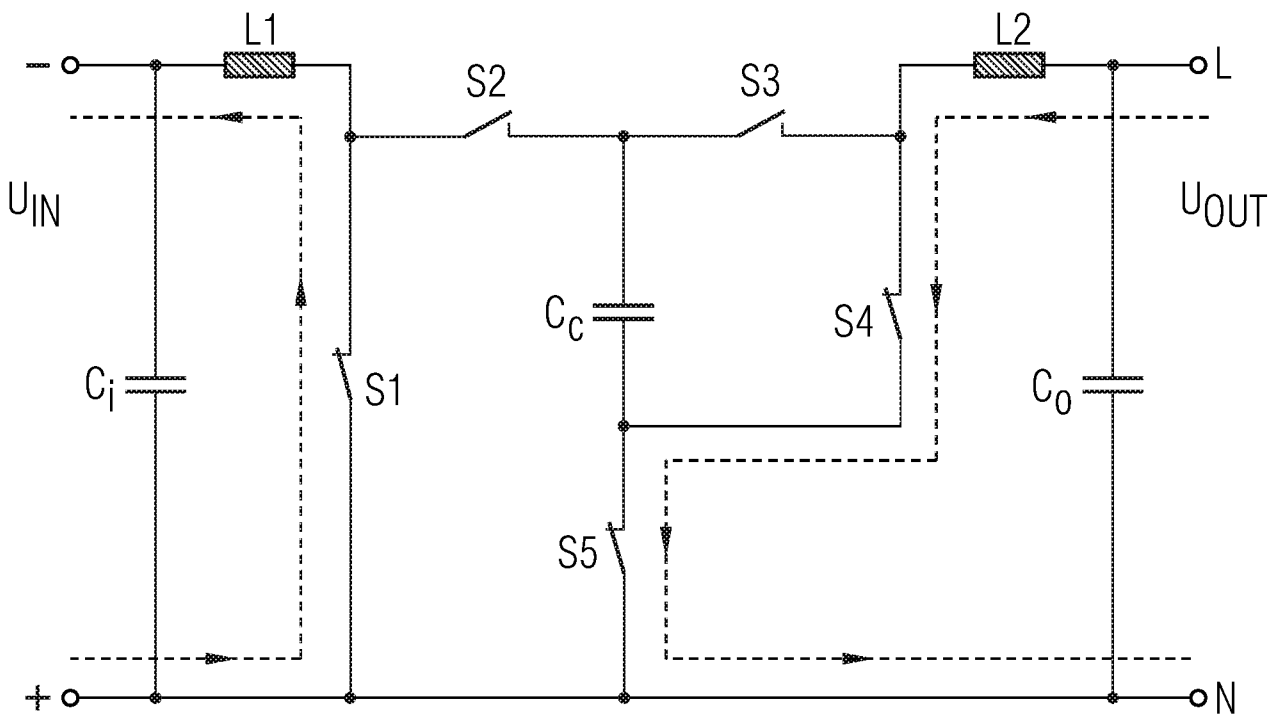


FIG 9

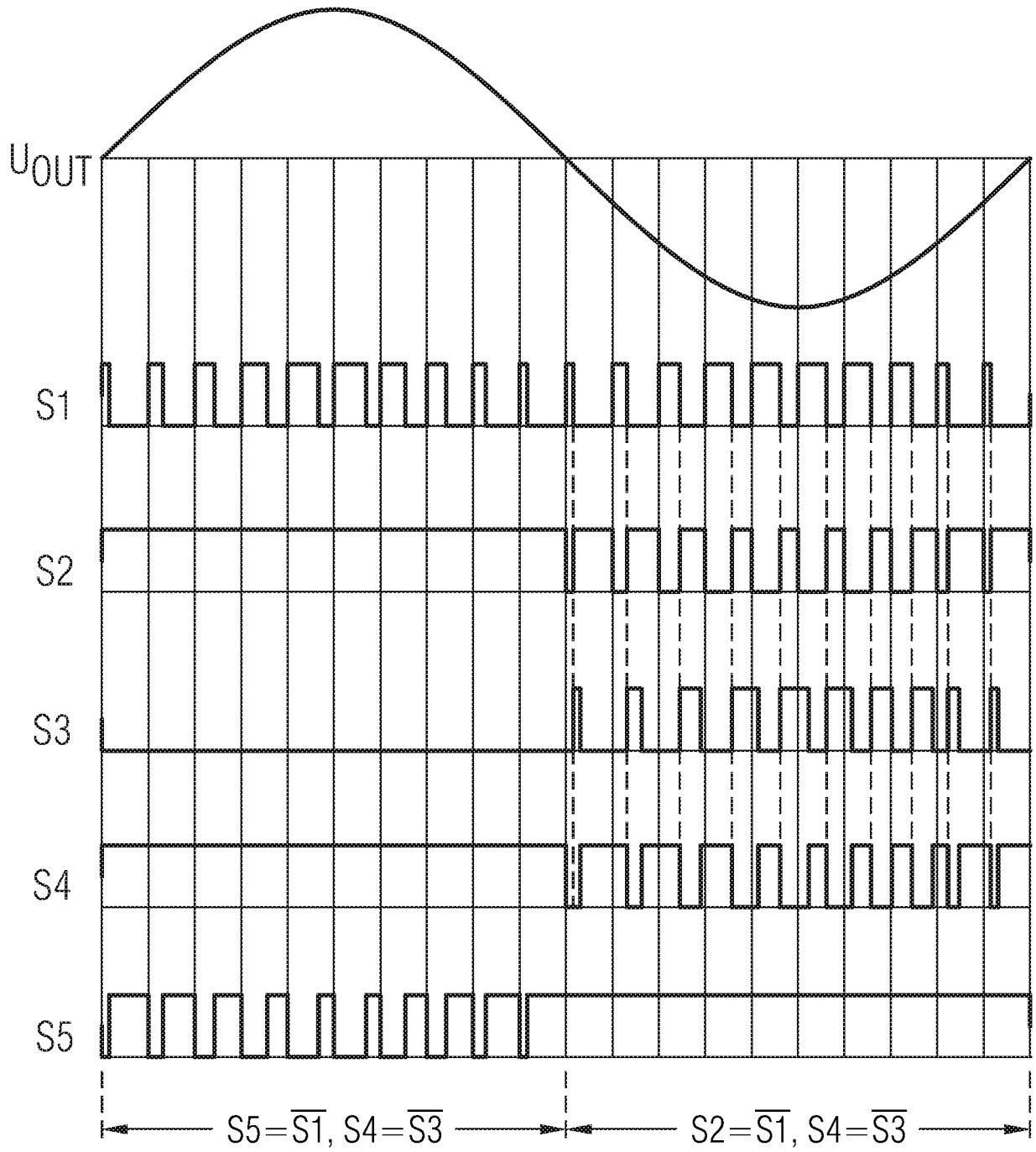


FIG 10

