

(12)

## Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1473/2007  
(22) Anmeldetag: 20.09.2007  
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2012

(51) Int. Cl. : **H02M 1/088** (2006.01)  
**G05F 1/618** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 2005122371 A2  
WO 2006005562 A1  
US 5969484 A  
  
AXELROD, B. et al.: Hybrid  
switched-capacitor-Cuk/Zeta/Sepic converters in  
step-up mode.

(73) Patentinhaber:  
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 MÜNCHEN (DE)

(72) Erfinder:  
HALLAK JALAL  
WIEN (AT)

### (54) VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES ELEKTRONISCH GESTEUERTEN WECHSELRICHTERS

(57) 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-Nulleiters (N) mit einem eingangsseitigen positiven Pol angesteuert werden.

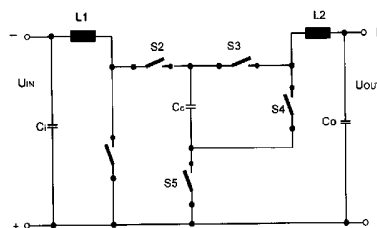


Fig. 1

## Beschreibung

### VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES ELEKTRONISCH GESTEUERTEN WECHSELRICHTERS

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines elektronisch gesteuerten Wechselrichters, welcher eine erste Drossel umfasst, deren erste Seite mit einem ersten Pol einer Gleichspannung verbunden ist und deren zweite Seite über einen ersten Halbleiterschalter mit einem zweiten Pol der Gleichspannung verbunden ist, wobei die zweite Seite der ersten Drossel über eine Serienschaltung eines zweiten Halbleiterschalters und eines dritten Halbleiterschalters mit dem ersten Anschluss einer zweiten Drossel verbunden ist, deren zweiter Anschluss an einen Leiter einer Wechselspannung angeschlossen ist, wobei die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter über einen ersten Kondensator und einen fünften Halbleiterschalter mit dem Nullleiter der Wechselspannung verbunden ist und wobei die Verbindung von erstem Kondensator und fünftem Halbleiterschalter über einen vierten Halbleiterschalter mit dem ersten Anschluss der zweiten Drossel verbunden ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

**[0002]** 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.

**[0003]** 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.

**[0004]** Verschiedene Kombinationen mit einem sogenannter Cuk Konverter werden in der Schrift Axelrod et al, „Hybrid switched-capacitor-Cuk/Zeta/Sepic Converters in step-up mode“, IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Band 2, 23.-26. Mai 2005, Seiten 1310-1313 offenbart.

**[0005]** Die Kombination eines Cuk- und eines Sepic-Wandlers ist auch aus der WO 2006/005562 A1 bekannt. Zudem zeigt die US 5,969,484 A1 Variationen eines Cuk-Konverters.

**[0006]** In der WO 2005/122371 A2 ist ein Wechselrichter offenbart, der einen Hoch-Tiefsetzsteller mit einem Cuk-Konverter kombiniert. Dabei ist ein ausgangsseitiger Nullleiter mit dem negativen Pol einer eingangsseitigen Gleichspannung verbunden. Dieser Wechselrichter ermöglicht die Umwandlung einer positiven Gleichspannung in eine Wechselspannung.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Wechselrichter weiterzubilden.

**[0008]** 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 eingangsseitigen positiven Pol angesteuert werden.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Kombination der Funktionen von Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Konverter führt zu einem besonders verlustarmen Wechselrichter, der damit auch einen hohen Wirkungsgrad aufweist und daher insbesondere für den Einsatz in Solaranlagen geeignet ist. Dabei ist durch die Durchschaltung des positiven Pols an den Nullleiter eines Wechselspan-

nungsnetzes sichergestellt, dass eingangsseitig eine Stromquelle anschließbar ist, welche ein negatives Potenzial gegenüber Erde aufweist. Das ist beispielsweise bei Photovoltaikgeneratoren mit rückseitenkontaktierten Zellen (z.B. monokristalline Siliziumzellen) der Fall.

**[0010]** Dabei werden die 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 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 angegeben.

**[0011]** Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist ein Wechselrichter vorgesehen, welcher einen Mikrocontroller umfasst, der zur Steuerung der Halbleiterschalter entsprechend programmiert ist. Dabei handelt es sich günstigerweise um einen gängigen Mikrocontroller, welcher zur Bildung pulsweitenmodulierter Signale in Abhängigkeit eines Reglerausgangssignals geeignet ist.

**[0012]** Dabei umfasst der Wechselrichter eine erste Drossel, 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, wobei die zweite Seite der ersten Drossel über die Serienschaltung eines zweiten Halbleiterschalters und eines dritten Halbleiterschalters mit dem ersten Anschluss einer zweiten Drossel verbunden ist, deren zweiter Anschluss an einen Leiter der Wechselspannung angeschlossen ist, wobei die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter über den ersten Kondensator und einen fünften Halbleiterschalter mit dem Nullleiter der Wechselspannung verbunden ist und wobei die Verbindung von erstem Kondensator und fünftem Halbleiterschalter über einen vierten Halbleiterschalter mit dem ersten Anschluss der zweiten Drossel verbunden ist, wobei der positive Pol der Gleichspannung durchgehend mit dem Nullleiter der Wechselspannung verbunden ist. Dieser Schaltungsaufbau ist mit wenigen Schaltungselementen realisierbar, wodurch die Verluste gering gehalten und somit ein hoher Wirkungsgrad der Schaltung erreicht wird.

**[0013]** Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des Wechselrichters sieht weiters 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 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 der vierte Halbleiterschalter dauerhaft eingeschaltet und der dritte Halbleiterschalter dauerhaft ausgeschaltet werden.

**[0014]** Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- [0015]** Fig. 1 Schaltplan des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler bei Verwendung allgemeiner Halbleiterschalter
- [0016]** Fig. 2 Schaltplan des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler bei Verwendung von n-Kanal Sperrschicht MOSFETs
- [0017]** Fig. 3 Stromfluss während einer Einschaltphase des Cuk-Wandlers
- [0018]** Fig. 4 Stromfluss während einer Ausschaltphase des Cuk-Wandlers
- [0019]** Fig. 5-8 Stromflüsse während eines Betriebs des Hoch-Tiefsetzstellers bei negativer Halbwelle der Wechselspannung
- [0020]** Fig. 9 Signalverläufe des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller- und Cuk-Wandlerbetrieb

**[0021]** Fig. 10 Alternative Signalverläufe des Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller- und Cuk-Wandlerbetrieb

**[0022]** Eine einfache beispielhafte Schaltungsanordnung eines Wechselrichters mit Hoch-Tiefsetzsteller und Cuk-Wandler 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 ersten Drossel  $L_1$  ist über einen ersten Halbleiterschalter  $S_1$  mit dem positiven Pol der Gleichspannung  $U_{IN}$  verbunden.

**[0023]** Die zweite Seite der ersten Drossel  $L_1$  ist zudem über die Serienschaltung eines zweiten und eines dritten Halbleiterschalters  $S_2$ ,  $S_3$  mit dem ersten Anschluss einer zweiten Drossel  $L_2$  verbunden, deren zweiter Anschluss an den Leiter  $L$  einer ausgangsseitigen Wechselspannung  $U_{OUT}$  angeschlossen ist. Die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter  $S_2$ ,  $S_3$  ist über einen ersten Kondensator  $C_c$  und einen fünften Halbleiterschalter  $S_5$  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  $C_c$  und fünftem Halbleiterschalter ist über einen vierten Halbleiterschalter  $S_4$  mit dem ersten Anschluss der zweiten Drossel  $L_2$  verbunden. Als Ausgangsfilter ist zwischen Leiter  $L$  und Nullleiter  $N$  der Wechselspannung  $U_{OUT}$  optional ein Ausgangskondensator  $C_o$  geschaltet.

**[0024]** Alternativ zu dieser Anordnung ist das erfindungsgemäße Verfahren auch mit anderen Schaltungsanordnungen durchführbar, beispielsweise mit einer Parallelschaltung eines Hoch-Tiefsetzstellers und eines Cuk-Konverters.

**[0025]** Werden, wie in Figur 2 dargestellt, Halbleiterschalter  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$  mit Inversdioden verwendet ( $n$ -Kanal Sperrschicht MOSFETs oder IGBTs), müssen die Durchflussrichtungen dieser Dioden beachtet werden. Dabei ist die Durchflussrichtung der Inversdiode des ersten Halbleiterschalters  $S_1$  vom negativen Pol zum positiven Pol der Gleichspannung  $U_{IN}$  festgelegt. Die Durchflussrichtungen der Inversdioden des zweiten und dritten Halbleiterschalters  $S_2$ ,  $S_3$  sind vom ersten Kondensator  $C_c$  zu den Drosseln  $L_1$ ,  $L_2$  geschaltet. Die Inversdiode des vierten Halbleiterschalters  $S_4$  ist von der zweiten Drossel  $L_2$  zum ersten Kondensator  $C_c$  in Durchlassrichtung geschaltet. Die Durchlassrichtung der Inversdiode des fünften Halbleiterschalters  $S_5$  ist schließlich von der Verbindungsleitung zwischen positivem Pol der Gleichspannung  $U_{IN}$  und Nullleiter der Wechselspannung  $U_{OUT}$  zum ersten Kondensator  $C_c$  festgelegt.

**[0026]** Eine derartige Anordnung verhindert unerwünschte Stromflüsse durch die Inversdioden in den einzelnen Schaltphasen des Wechselrichters.

**[0027]** 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.

**[0028]** 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 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 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  $U_{IN}$ . 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  $U_{OUT}$ . Eine Ausschaltphase des Cuk-Konverters beginnt mit dem Einschalten des fünften Halbleiterschalters  $S_5$  und das Ausschalten des ersten Halbleiter-

schalters S1, wie in Figur 4 dargestellt. Im Eingangskreis kommutiert der Strom vom ersten Halbleiterschalter S1 zur Reihenschaltung aus fünftem Halbleiterschalter S5, erstem Kondensator Cc und durchgehend geschlossenem zweiten Halbleiterschalter S2. 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  $U_{OUT}$ .

**[0029]** 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.

**[0030]** 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 einseitigen 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.

**[0031]** Dabei speichert die erste Drossel L1 Energie, die im nächsten Schritt, wie in Figur 6 dargestellt, nach dem Öffnen des ersten Halbleiters S1 bei nunmehr geschlossenem zweiten und dritten Halbleiterschalter S2, S3 über die zweite Drossel L2 an ein ausgangsseitiges Wechselspannungsnetz oder ein Last abgegeben wird.

**[0032]** 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 negativen Pol der Gleichspannung  $U_{IN}$ . Die zweite Drossel L2 speichert dabei Energie. Gleichzeitig wird aufgrund des ebenfalls geschlossenen fünften Halbleiters S5 der erste Kondensator Cc geladen.

**[0033]** 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 fünften Halbleiterschalter S4, S5 und das Wechselspannungsnetz, wobei die zweite Drossel L2 die gespeicherte Energie an das Wechselspannungsnetz abgibt.

**[0034]** Gleichzeitig verläuft ein weiterer Stromkreis vom positiven 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  $U_{IN}$ .

**[0035]** Mit dem in Figur 8 dargestellten Schaltzustand wird ein 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 Wechselrichter nimmt elektrische Energie aus der Gleichspannungsquelle auf.

**[0036]** Gleichzeitig gibt noch die zweite Drossel L2 Energie an das Wechselspannungsnetz ab, da über den vierten und den fünften Halbleiterschalter S4, S5 der entsprechende Stromkreis noch geschlossen ist. Dieser Stromkreis wird erst wieder mit Öffnen des vierten Halbleiters S4 unterbrochen.

**[0037]** In Figur 9 und 10 ist jeweils der beispielhafte Verlauf der 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.

**[0038]** Bei der in Figur 9 dargestellten Schaltvariante während einer 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 durchgehend gepulst geschaltet. Dabei fungiert der zweite Halbleiterschalter S2 als Synchrongleichrichter, welcher synchron im Gegentakt mit dem ersten Halbleiterschalter S1 geschaltet wird.

**[0039]** Alternativ dazu ist in Figur 10 eine Schaltvariante dargestellt, bei welcher der Wechselrichter während der negativen Halbwelle entweder als Tiefsetzsteller oder als Hochsetzsteller arbeitet.

**[0040]** 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 ausgeschaltet und der zweite Halbleiterschalter S2 durchgehend eingeschaltet.

**[0041]** In der Zeitspanne, in welchen die Wechselspannung  $U_{OUT}$  höher als die Gleichspannung  $U_{IN}$  ist, wird der erste 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 eine erste Drossel (L1) umfasst, deren erste Seite mit einem ersten Pol einer Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) verbunden ist und deren zweite Seite über einen ersten Halbleiterschalter (S1) mit einem zweiten Pol der Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) verbunden ist, wobei die zweite Seite der ersten Drossel (L1) über eine 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) einer Wechselspannung ( $U_{OUT}$ ) angeschlossen ist, wobei die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter (S2, S3) über einen ersten Kondensator (Cc) und einen fünften Halbleiterschalter (S5) mit dem Nullleiter (N) der Wechselspannung ( $U_{OUT}$ ) verbunden ist und wobei 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, **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-Nullleiters (N) mit einem eingangsseitigen positiven Pol in der Weise angesteuert werden, dass während einer 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 einer 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.
2. Wechselrichter, eine erste Drossel (L1) umfassend, deren erste Seite mit einem ersten Pol einer Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) verbunden ist und deren zweite Seite über einen ersten Halbleiterschalter (S1) mit einem zweiten Pol der Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) verbunden ist, wobei die zweite Seite der ersten Drossel (L1) über eine 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) einer Wechselspannung ( $U_{OUT}$ ) angeschlossen ist, wobei die Verbindung von zweitem und drittem Halbleiterschalter (S2, S3) über einen ersten Kondensator (Cc) und einen fünften Halbleiterschalter (S5) mit dem Nullleiter (N) der Wechselspannung ( $U_{OUT}$ ) verbunden ist und wobei die Verbindung von erstem Kondensator (Cc) und fünftem Halbleiterschalter (S5) über einen vierten Halbleiterschalter (S4) mit dem ersten Anschluss der zweiten Dros-

- sel (L2) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der positive Pol der Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) durchgehend mit dem Nullleiter (N) der Wechselspannung ( $U_{OUT}$ ) verbunden ist und dass ein Mikrocontroller vorgesehen ist, welcher zur Steuerung der Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 programmiert ist.
3. Wechselrichter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Halbleiterschalter (S1, S2, S3, S4, S5) eine Inversdiode aufweist, dass die Durchflussrichtung der Inversdiode des ersten Halbleiterschalters (S1) vom negativen Pol zum positiven Pol der Gleichspannung ( $U_{IN}$ ) festgelegt ist, dass die Durchflussrichtungen der Inversdioden des zweiten und dritten Halbleiterschalters (S2, S3) vom ersten Kondensator (Cc) zu den Drosseln (L1, L2) geschaltet sind und dass die Inversdiode des vierten Halbleiterschalters (S4) von der zweiten Drossel (L2) zum ersten Kondensator (Cc) in Durchlassrichtung geschaltet ist.

**Hierzu 6 Blatt Zeichnungen**

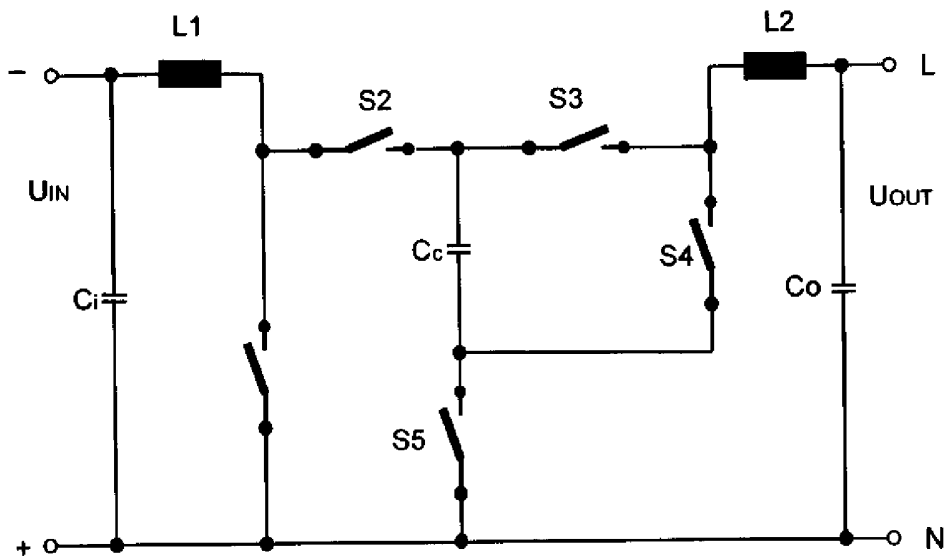


Fig. 1

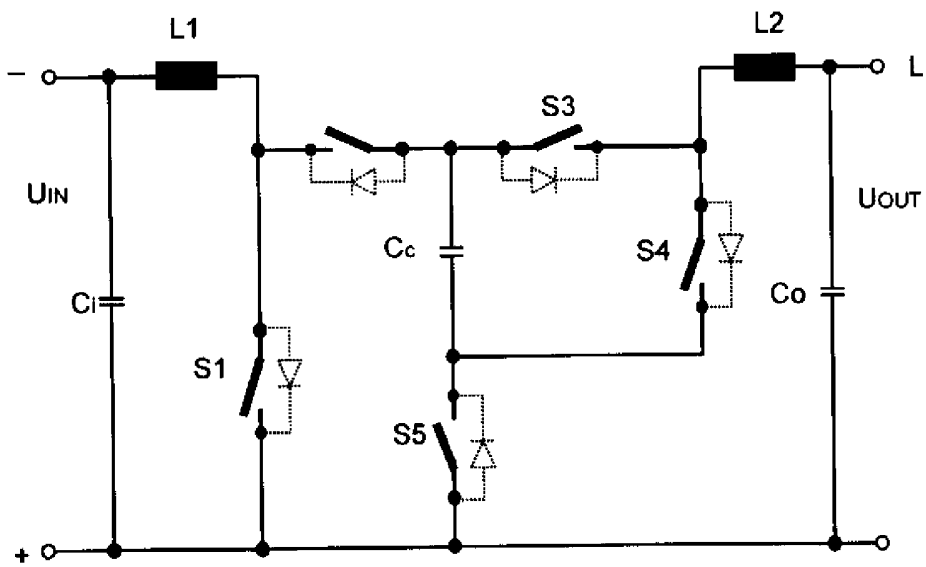


Fig. 2

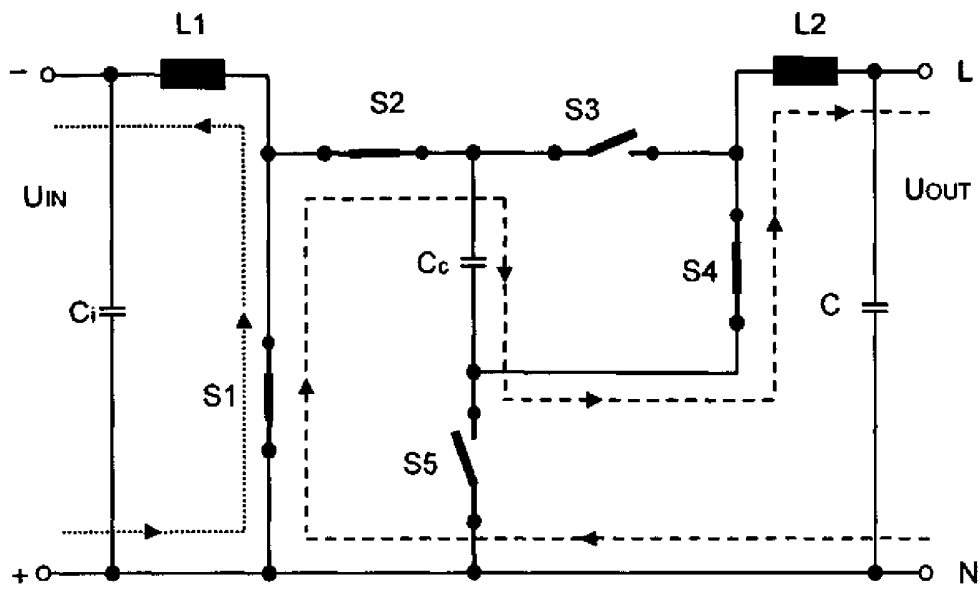


Fig. 3

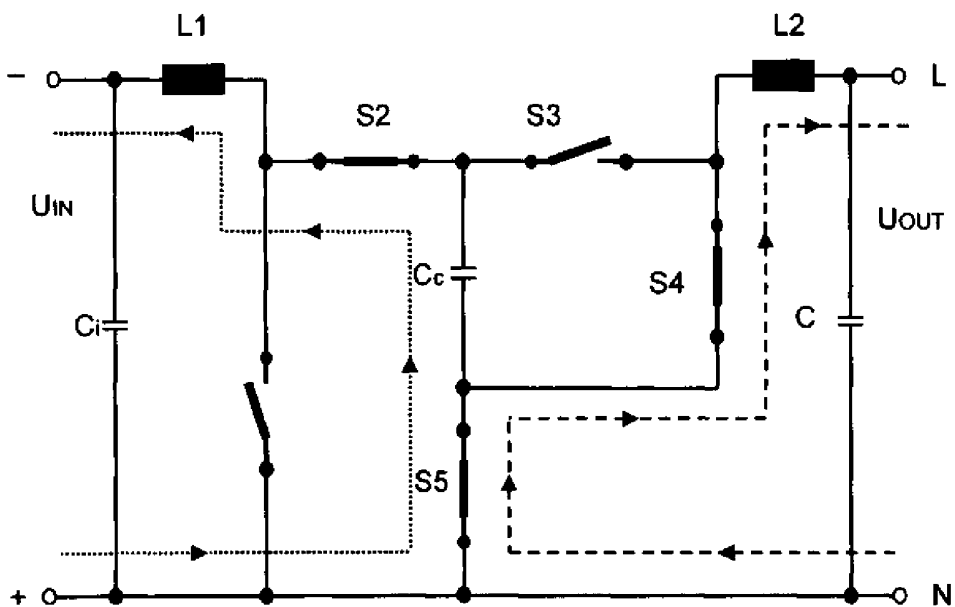


Fig. 4

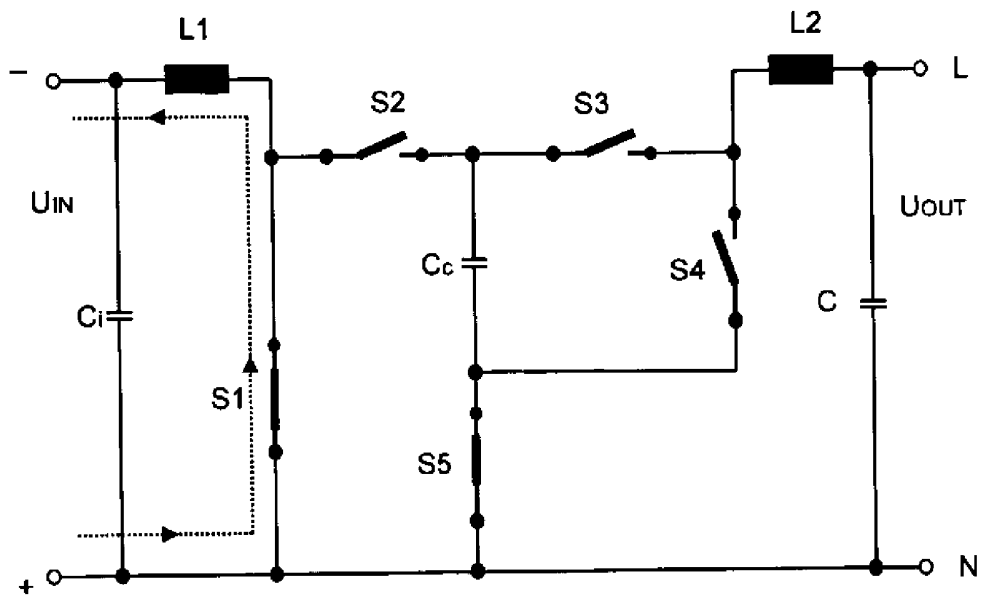


Fig. 5

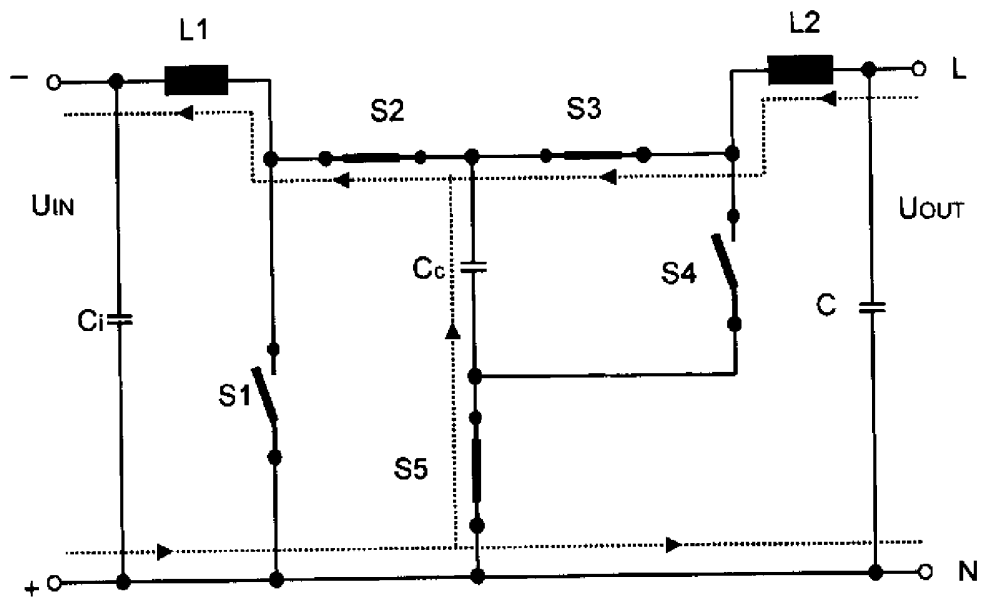


Fig. 6

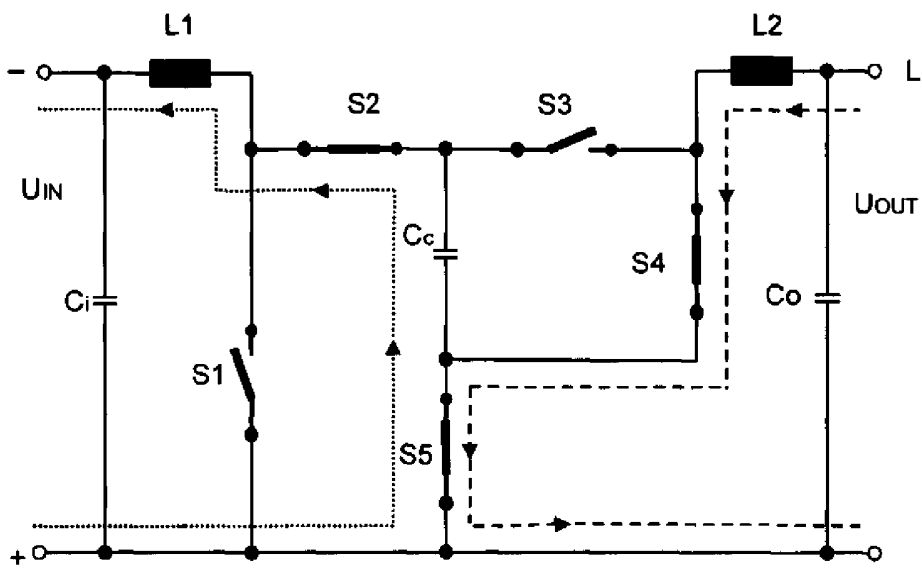


Fig. 7

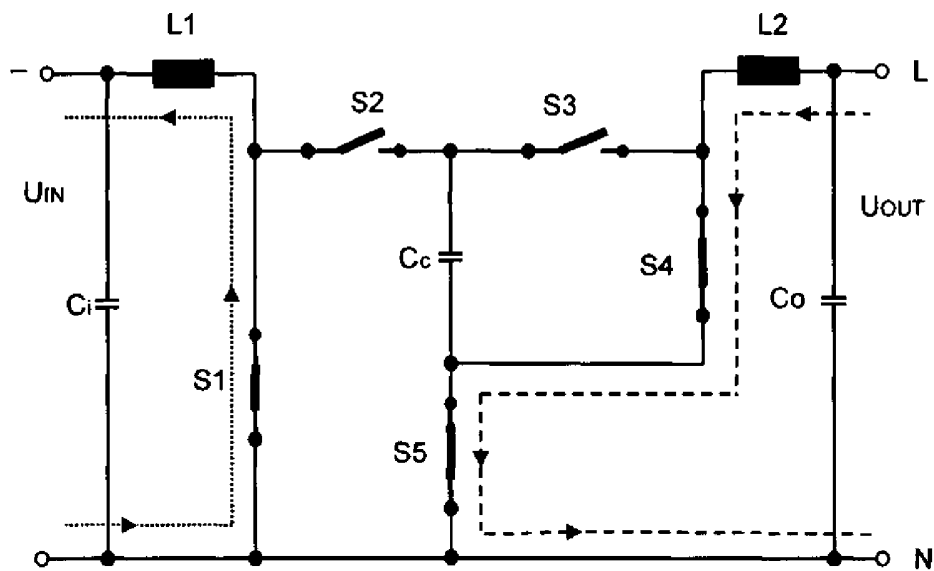


Fig. 8

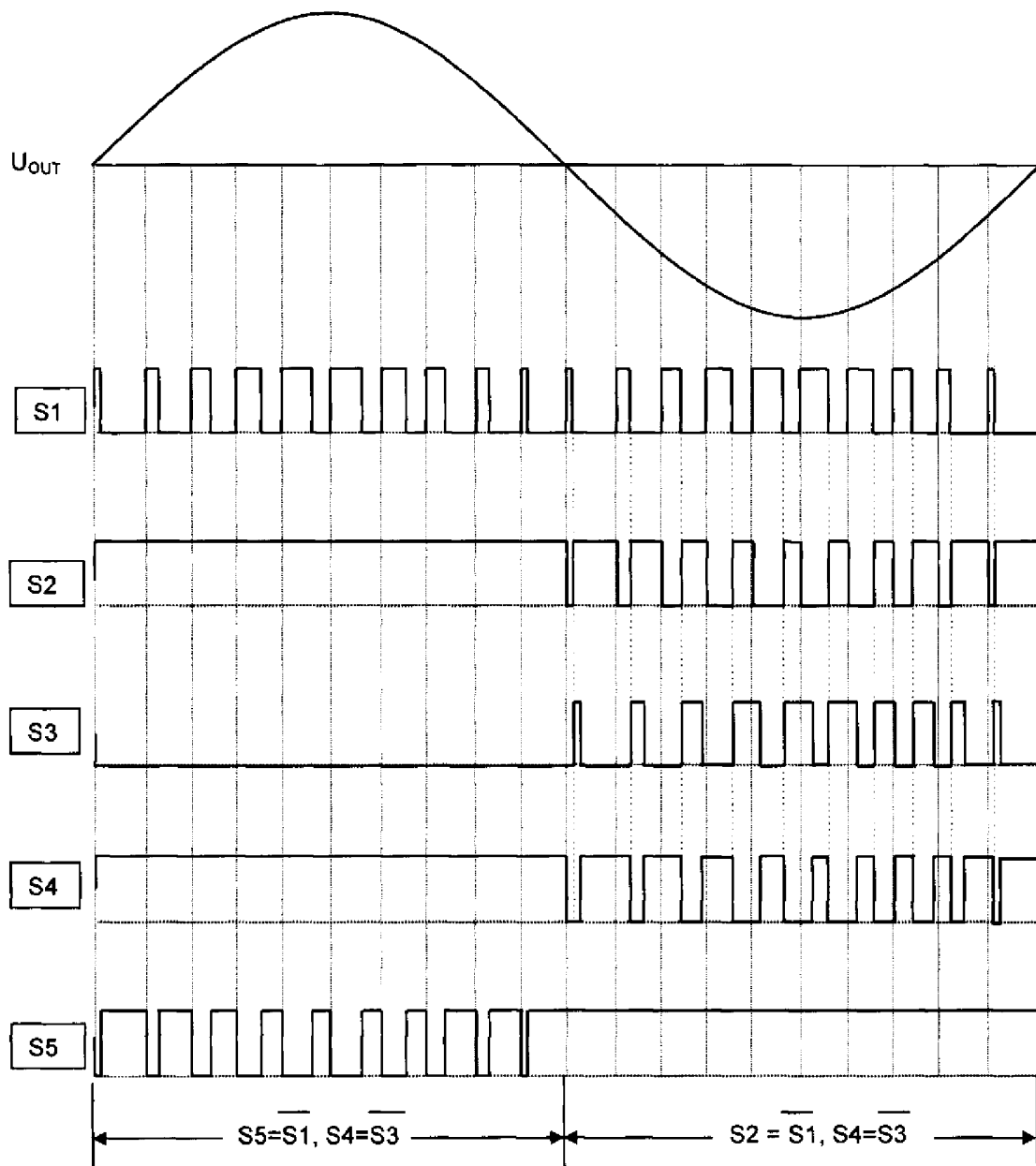


Fig. 9

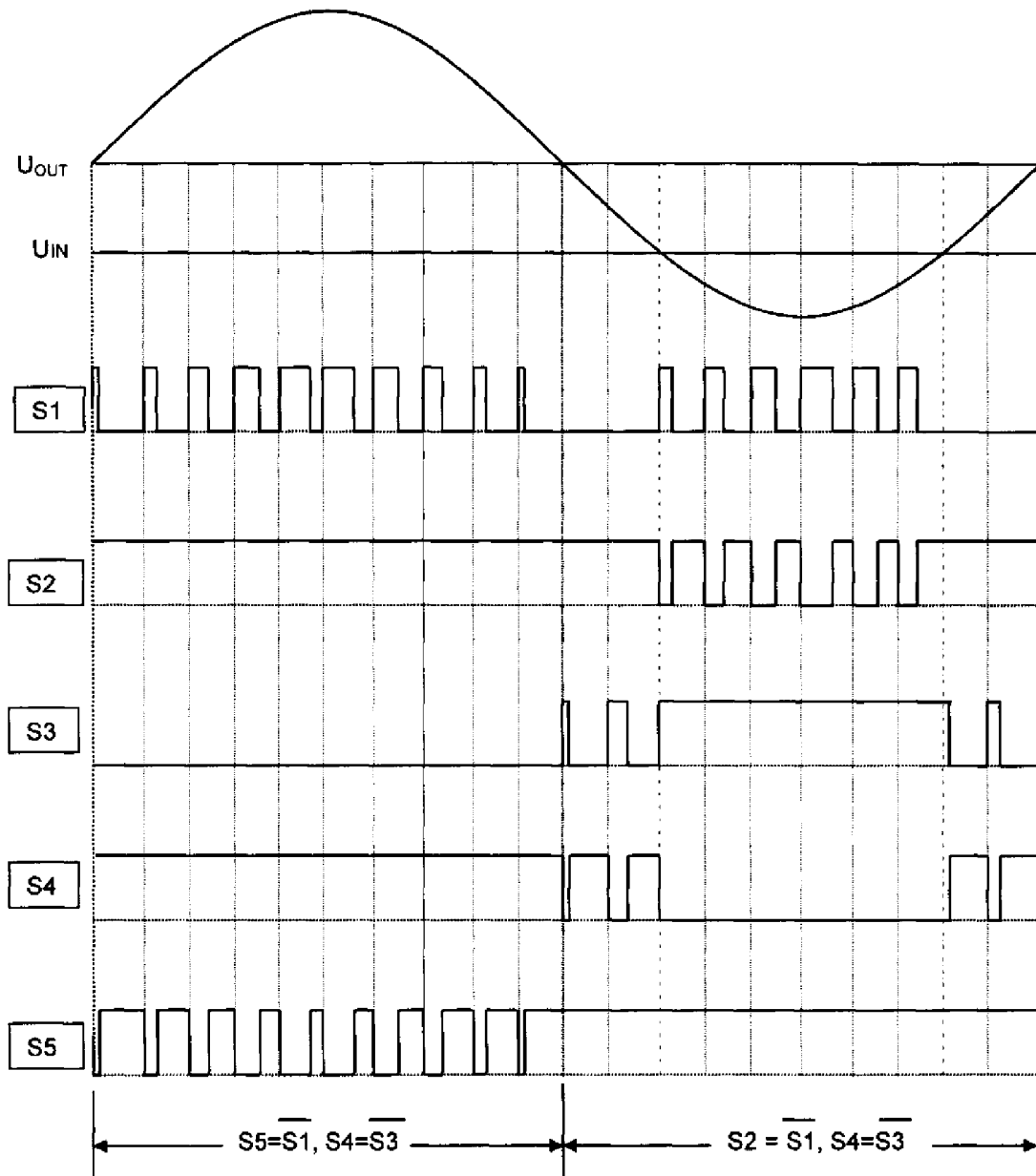


Fig. 10