



(10) **AT 511540 B1 2016-06-15**

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 694/2011
 (22) Anmeldetag: 16.05.2011
 (45) Veröffentlicht am: 15.06.2016

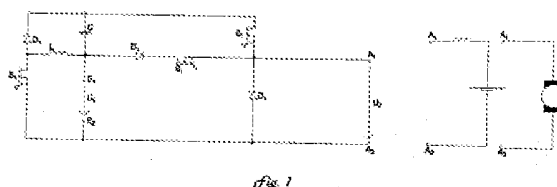
(51) Int. Cl.: **H02M 3/156** (2006.01)
G05F 1/618 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 US 6924630 B1
 EP 2028752 A1
 DE 102006033851 A1
 US 5336985 A
 JP 2006311741 A
 US 2003155894 A1

(73) Patentinhaber:
 HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
 2351 WR. NEUDORF (AT)
 (72) Erfinder:
 HIMMELSTOSS FELIX DIPL.ING. DR.
 WR. NEUDORF (AT)

(54) MEHRSTUFENKONVERTER

(57) Die Grundstruktur des Konverters besteht aus drei aktiven Schaltern (z.B. MOSFETs) (S1, S2, S3) und drei passiven Schaltern (Dioden) (D1, D2, D3), einem Kondensator C und einer Spule L. Die Last wird parallel der ersten Diode D1 angeschaltet und kann z.B. eine permanent erregte Gleichstrommaschine, eine Spule mit nachgeschalteter Batterie (Akkumulator), oder ein Filter mit angeschlossenem Lautsprecher sein. Zusammen mit der ersten Diode D1 bildet der erste aktive Schalter S1 einen Tiefsetzsteller. Der zweite aktive Schalter S2 bildet zusammen mit der zweiten Diode D2, der Spule L und dem Kondensator C einen abgewandelten Hochsetzsteller mit reduzierter Spannungsbelastung am Kondensator C. Ist nun eine höhere Spannung an den Ausgangsklemmen der Schaltung parallel zur ersten Diode D1 erforderlich, so wird die Taktung über den dritten Schalter S3 erfolgen. Dieser legt nun die Summenspannung aus Eingangsspannung U1 und Kondensatorspannung an die Ausgangsklemmen (A1, A2). Ist nur geringe Spannung an der Last erforderlich, so erfolgt die Energiewandlung über den ersten Schalter S1, ist höhere Spannung erforderlich, so erfolgt die Taktung mit dem dritten Schalter S3. Die Konverterschaltung ist auch mehrphasig aufbaubar.



Beschreibung

MEHRSTUFENKONVERTER

[0001] Die Erfindung betrifft Konverter, bestehend aus einem ersten (S_1), zweiten (S_2) und dritten (S_3) aktiven Schalter, einer ersten (D_1), einer zweiten (D_2) und einer dritten (D_3) Diode, einem Kondensator (C), einer Spule (L) oder einer Spule mit Anzapfung, also bestehend aus zwei Teilwicklungen, oder zwei in Serie geschalteten magnetisch mit einander verkoppelten Spulen (N_1 , N_2), einer ersten positiven (E_1) und einer zweiten negativen (E_2) Eingangsklemme zum Anschluss der Eingangsspannung, einer ersten positiven (A_1) und einer zweiten negativen (A_2) Ausgangsklemme zum Anschluss der Last.

[0002] Es kann aber auch n-Phasigkeit erzielt werden. Dazu sind (n-1) weitere erste aktive Schalter ($S_{12}, \dots S_{1n}$), (n-1) weitere dritte aktive Schalter ($S_{32}, \dots S_{3n}$), weitere (n-1) erste Dioden ($D_{12}, \dots D_{1n}$), weitere (n-1) dritte Dioden ($D_{32}, \dots D_{3n}$) und weitere (n-1) positive Ausgangsklemmen ($A_{12}, \dots A_{1n}$) zum Anschließen einer Mehrphasenlast erforderlich.

[0003] Je höher die Schaltspannung an einem schaltenden Bauteil ist, umso größer sind die Schaltverluste, so nicht durch irgendwelche soft-switching Methoden die Schaltverluste reduziert werden. Dies erfordert aber immer recht aufwendige Schaltungsmaßnahmen und schränkt auch immer zeitlich die Ansteuerung ein. Ein etwas anderes Konzept bieten die so genannten Mehrlevelkonverter. Hier wird an die Last entweder null, eine erste oder eine zweite Betriebsspannung gelegt, je nach dem was erforderlich ist. Im Rahmen dieser Patentanmeldung wird ein spezieller Konverter dargestellt, dessen zweite Spannung in der Größe variabel ist. Er ist einsetzbar zum Antrieb von Gleichstrommaschinen oder als Ladegerät. Als Eingangsspannung kann z.B. auch eine stark schwankende Quelle wie z.B. ein Solargenerator oder ein Windgenerator dienen. Durch den Konverter kann nun die Spannung am Eingang an die erforderliche Spannung am Ausgang besser angepasst werden. Weiters soll hier schon angeführt werden, dass die Schaltung auch mehrphasig aufgebaut werden kann und daher auch Vierquadrantensteller für Gleichstrommaschinen oder Aktuatoren und Ansteuervorrichtungen für mehrphasige Lasten wie Synchron- oder Asynchronmaschinen realisiert werden können.

[0004] In der Patentliteratur findet man Wandlerschaltungen mit mehreren Schaltern und einer Spule, wie die beiden folgenden Dokumente.

[0005] US 6924630 (LOOKHEED MARTEEN CORP) zeigt einen mit soft-switching Maßnahmen erweiterten Hochsetzsteller für Anwendung in einem PFC. Alle Hilfsschalter dienen zur Formung der Flanken an den Schaltern und damit zur Erzielung geringerer Schaltverluste. Ob der erforderliche Aufwand nicht die Vorteile wieder aufwiegt, sei hier nicht diskutiert.

[0006] EP 2028752 (AUSTRIAMICROSYSTEMS) zeigt einen nicht invertierenden Hoch-Tiefsetzsteller mit vier Schaltern. Dadurch sind mehrere Moden zur Abmagnetisierung der einen Spule möglich.

[0007] Weiters findet man in der Patentliteratur Wandler, bei denen magnetisch gekoppelte Spulen verwendet werden, wie die folgenden vier Dokumente zeigen.

[0008] DE 102006033851 A1 (LEAR Corp.) zeigt ausgehend von einem zweistufigen Tiefsetzsteller, realisiert durch zwei in Kette geschaltete klassische Buck Konverter, Wandler mit gekoppelten Spulen. Ziel ist eine starke Spannungsreduktion.

[0009] US 5336985 A (COMPAC COMPUTER CORP) zeigt einen Buck Konverter, dessen Spule als angezapfte Spule ausgeführt ist. An der Anzapfung ist ein weiterer aktiver Schalter angeschlossen, der einen Kondensator mit der Anzapfung verbinden kann. Dadurch können zwei Ausgangsspannungen erzeugt und auch geregelt werden. Die Spannungen der beiden Wicklungen müssen in der dargestellten Schaltung bestimmte Ungleichungen erfüllen. Hier gibt es noch Verbesserungspotential.

[0010] JP 2006311741 A (OITA UNIV) zeigt einen Wandler mit angezapfter Spule, wobei in

Serie zu dieser noch ein Kondensator geschaltet ist. Dadurch wird eine stärkere Abwärtswandlung erzielt. Mehrere Abwandlungen des interessanten Konzepts werden gezeigt.

[0011] US 2003/0155894 (INTERNATIONAL RECTIFIER) zeigt einige Tiefsetzstellerstrukturen als Ladegeräte für Batterien mit gekoppelten Spulen. Die Schaltungen sind bidirektional aufgebaut.

[0012] Alle hier angeführten Dokumente zeigen den weiteren Stand der Technik. Die spezielle Idee der gegenständlichen Erfindung wird aber dadurch nicht vorweggenommen.

[0013] Die Grundstruktur des Konverters besteht aus drei aktiven Schaltern (z.B. MOSFETs) und drei passiven Schaltern (Dioden), einem Kondensator und einer Spule. Die Last wird parallel der ersten Diode angeschaltet und kann z.B. eine permanent erregte Gleichstrommaschine, eine Spule mit nachgeschalteter Batterie (Akkumulator) oder ein Filter mit angeschlossenem Lautsprecher sein. Der erste aktive Schalter zusammen mit der ersten Diode bildet einen Tiefsetzsteller. Der zweite aktive Schalter zusammen mit der zweiten Diode, der Spule und dem Kondensator bildet einen abgewandelten Hochsetzsteller mit reduzierter Spannungsbelastung am Kondensator. Ist nun eine höhere Spannung an den Ausgangsklemmen der Schaltung parallel zur ersten Diode erforderlich, so wird die Taktung über den dritten Schalter erfolgen. Dieser legt nun die Summenspannung aus Eingangsspannung und Kondensatorspannung an die Ausgangsklemmen. Ist nur geringe Spannung an der Last erforderlich, so erfolgt die Energiewandlung über den ersten Schalter, ist höhere Spannung erforderlich, so erfolgt die Taktung mit dem dritten Schalter, der die durch den abgewandelten Hochsetzsteller transformierte Eingangsspannung an die Ausgangsklemmen legt. Zur Entkopplung ist die dritte Diode erforderlich. Wenn diese Zusatzverluste stören, kann diese Diode mit einem weiteren aktiven Schalter überbrückt werden. Zumindest sollte eine Diode mit geringer Flussspannung, etwa eine Schottkydiode, verwendet werden. Weiters ist es möglich, die Hochsetzung der Eingangsspannung zu verändern, indem die Spule durch zwei miteinander gekoppelte Spulen oder einer Spule mit Anzapfung ersetzt wird. Dabei wird entweder, bei sonst gleich bleibender Schaltungsanordnung, der zweite Schalter oder die zweite Diode oder der Kondensator an die Anzapfung der Spule oder den Verbindungspunkt der zwei gekoppelten Spulen geschaltet. Parallel zu den Eingangsklemmen kann ein Kondensator geschaltet werden. Ebenfalls sei hier angemerkt, dass die passiven Schalter durch aktive Schalter überbrückt werden können. Dies ermöglicht zusätzliche Bidirektionalität und bringt bei niedrigen Spannungen, bei denen die MOSFETs einen deutlich geringeren Durchlassspannungsabfall als Dioden haben, einen verbesserten Wirkungsgrad.

[0014] Die Erfindung ist auch in Form von Zeichnungen dargestellt. Fig. 1 stellt die Grundstruktur des Konverters dar. Fig. 2 stellt Abwandlungen der Hochsetzstufe dar und Fig. 3 zeigt die Erweiterung auf eine Konverterschaltung mit drei Ausgängen. Die Schaltungen sind beispielhaft mit MOSFETs gezeichnet. Selbstverständlich sind auch andere aktive Schalter verwendbar.

[0015] Bezeichnet man das Tastverhältnis des ersten Schalters mit d_1 , des zweiten Schalters mit d_2 und des dritten Schalters mit d_3 , so ergibt sich mit der Eingangsspannung U_1 im kontinuierlichen Betrieb, idealisiert für den Mittelwert der Ausgangsspannung bei Taktung des ersten Transistors

$$\overline{U}_2 = d_1 \cdot U_1,$$

bei Taktung des dritten Schalters

$$\overline{U}_2 = d_3 \cdot (U_1 + U_C).$$

[0016] Bei Taktung des zweiten Schalters wird die Spannung am Kondensator verändert.

[0017] Bei der Grundstruktur mit nur einer Spule ergibt sich

$$U_C = \frac{d_2}{1-d_2} \cdot U_1.$$

[0018] Bei der Verwendung einer Spule mit Anzapfung bzw. zwei zusammengeschalteten magnetisch miteinander gekoppelten Spulen spielt das Windungsverhältnis mit. Bei Anschluss des Kondensators an den Zusammenschluss der beiden gekoppelten Spulen ergibt sich

$$U_C = \frac{N_2}{N_1 + N_2} \cdot \frac{d_2}{1 - d_2} \cdot U_1,$$

bei Anschluss des positiven Anschlusses des zweiten Schalters an den Zusammenschluss der beiden gekoppelten Spulen ergibt sich

$$U_C = \frac{N_1 + N_2}{N_2} \cdot \frac{d_2}{1 - d_2} \cdot U_1$$

und bei Anschluss der zweiten Diode an den Zusammenschluss der beiden gekoppelten Spulen ergibt sich wie beim Kondensator

$$U_C = \frac{N_2}{N_1 + N_2} \cdot \frac{d_2}{1 - d_2} \cdot U_1.$$

[0019] Die Aufgabe einer Last eine steuerbare, optimal angepasste Spannung zuzuführen wird erfindungsgemäß dadurch realisiert, dass an die positive Eingangsklemme (E₁) die Anode der dritten Diode (D₃), ein Anschluss des Kondensators (C) und ein Anschluss der Spule (L) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der Spule (L) ist der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) und die Anode der zweiten Diode (D₂) geschaltet, an die Kathode der dritten Diode (D₃) ist der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁), an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁) ist die Kathode der ersten Diode (D₁), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) und die positive Ausgangsklemme (A₁) geschaltet; mit der negativen Ausgangsklemme (A₂) ist die Anode der ersten Diode (D₁), die negative Eingangsklemme (E₂) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D₂) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) geschaltet bzw., dass an die positive Eingangsklemme (E₁) die Anode der dritten Diode (D₃) und ein Anschluss der zweiten Spule (N₂) geschaltet ist, an den ersten Anschluss der ersten Spule (N₁) der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) und die Anode der zweiten Diode (D₂) geschaltet ist, an die Kathode der dritten Diode (D₃) der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁) die Kathode der ersten Diode (D₁), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) und die positive Ausgangsklemme (A₁) geschaltet ist; mit der negativen Ausgangsklemme (A₂) ist die Anode der ersten Diode (D₁), die negative Eingangsklemme (E₂) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D₂) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) geschaltet und an den Verbindungspunkt der miteinander verkoppelten Spulen (N₁, N₂) ist der erste Anschluss des Kondensators (C) geschaltet bzw., dass an die positive Eingangsklemme (E₁) die Anode der dritten Diode (D₃), ein Anschluss des Kondensators (C) und ein Anschluss der zwei verkoppelten Spulen (N₁, N₂) geschaltet ist, an den Verbindungspunkt der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N₁, N₂) die Anode der zweiten Diode (D₂) geschaltet ist und an den dritten Anschluss der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N₁, N₂) der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) geschaltet ist, an die Kathode der dritten Diode (D₃) der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S₁) die Kathode der ersten Diode (D₁), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) und die positive Ausgangsklemme (A₁) geschaltet ist; mit der negativen Ausgangsklemme (A₂) ist die Anode der ersten Diode (D₁), die negative Eingangsklemme (E₂) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S₂) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D₂) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S₃) geschaltet bzw., dass die positiven Anschlüsse der (n-1) dritten aktiven Schalter (S₃₂, ..., S_{3n}) mit der Kathode der zweiten

Diode (D_2) verbunden sind, der negative Anschluss der ($n-1$) dritten aktiven Schalter ($S_{32}, \dots S_{3n}$) jeweils an eine Kathode der weiteren ($n-1$) ersten Dioden ($D_{12}, \dots D_{1n}$), jeweils an eine weitere positive Ausgangsklemme ($A_{12}, \dots A_{1n}$) und an jeweils einer Serienschaltung aus einer der weiteren ($n-1$) ersten aktiven Schalter ($S_{12}, \dots S_{1n}$) und einer der weiteren ($n-1$) dritte Dioden ($D_{32}, \dots D_{3n}$) geschaltet ist und der zweite Anschluss dieser Serienschaltungen aus den weiteren dritten Dioden ($D_{32}, \dots D_{3n}$) und den weiteren ersten aktiven Schaltern ($S_{12}, \dots S_{1n}$) alle an den ersten positiven Anschluss der Eingangsspannung (E_1) geschaltet sind.

[0020] Weiters kann die dritte Diode (D_3) durch einen weiteren aktiven Schalter überbrückt werden.

[0021] Mehrphasigkeit wird dadurch erzielt, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anoden weiter dritter Dioden ($D_{32}, \dots D_{3n}$) angeschlossen sind, deren Kathoden an jeweils einen positiven Anschluss weiterer erster aktiver Schalter (S_{12}, S_{1n}) geschaltet sind, die negativen Anschlüsse der weiteren ersten aktiven Schalter (S_{12}, S_{1n}) mit je einem negativen Anschluss von weiteren dritten aktiven Schaltern ($S_{32}, \dots S_{3n}$) verbunden sind, die positiven Anschlüsse der weiteren dritten aktiven Schalter ($S_{32}, \dots S_{3n}$) an die Kathode der zweiten Diode (D_2) geschaltet sind, der negative Anschluss der weiteren dritten aktiven Schalter ($S_{32}, \dots S_{3n}$) jeweils an eine Kathode weiterer erster Dioden ($D_{12}, \dots D_{1n}$) und jeweils an eine weitere positive Ausgangsklemme ($A_{12}, \dots A_{1n}$) geschaltet sind und die Anoden der weiteren ersten Dioden ($D_{12}, \dots D_{1n}$) an die gemeinsame negative Eingangsklemme (E_1) und die gemeinsame negative Ausgangsklemme (A_2) geschaltet sind.

[0022] Verluste können dadurch verringert werden, dass die dritte Diode (D_3) und die weiteren dritten Dioden ($D_{32}, \dots D_{3n}$) durch jeweils einen weiteren aktiven Schalter überbrückt werden, oder allgemein die Dioden durch aktive Schalter überbrückt werden. Weiters ist es auch möglich dass, Halbbrückenmodule als Ersatz für die Serienschaltung von zweitem aktiven Schalter (S_2) und zweiter Diode (D_2), als Ersatz für die Serienschaltung von drittem aktiven Schalter (S_3) und erster Diode (D_1) und als Ersatz der Serienschaltung von weiteren dritten aktiven Schaltern ($S_{32}, \dots S_{3n}$) und weiterer erster Dioden ($D_{12}, \dots D_{1n}$) zum Einsatz kommen. Wegen der Zuleitungsinduktivität ist es meist notwendig, dass parallel zu den Eingangsklemmen (E_1, E_2) ein oder mehrere Kondensatoren geschaltet sind.

[0023] Weiters sei angemerkt, dass besonders bei Anwendungen als Solarkonverter und bei anderen alternativen Energiequellen parallel zu den Eingangsklemmen (E_1, E_2) ein oder mehrere Kondensatoren geschaltet werden. Die Spannung am Kondensator (C) wird entsprechend den Erfordernissen mit einer Steuervorrichtung gestellt oder geregelt. Spezielle regeltechnische Probleme gibt es dabei keine. Alle bekannten sinnvollen Methoden und Verfahren lassen sich anwenden.

[0024] Der Schaltungsteil, bestehend aus erstem (S_1) und zweitem (S_2) Schalter, erster (D_1) und dritter (D_3) Diode und positiver Ausgangsklemme (A_1) kann vervielfacht werden und somit ein Vierquadrantensteller oder Zweiphasenkonverter (bei Verdoppelung) realisiert oder bei Verdrei- oder höherer Vervielfachung eine Mehrphasenlast angeschlossen werden. Natürlich kann auch der ganze Konverter vervielfacht werden und so mehrphasige Lasten angeschlossen werden.

Patentansprüche

1. Konverter, bestehend aus einem ersten (S_1), zweiten (S_2) und dritten (S_3) aktiven Schalter, einer ersten (D_1), einer zweiten (D_2) und einer dritten (D_3) Diode, einem Kondensator (C), einer Spule (L), einer ersten positiven (E_1) und einer zweiten negativen (E_2) Eingangsklemme zum Anschluss der Eingangsspannung, einer ersten positiven (A_1) und einer zweiten negativen (A_2) Ausgangsklemme zum Anschluss der Last, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anode der dritten Diode (D_3), ein Anschluss des Kondensators (C) und ein Anschluss der Spule (L) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der Spule (L) ist der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) und die Anode der zweiten Diode (D_2) geschaltet, an die Kathode der dritten Diode (D_3) ist der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1), an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1) ist die Kathode der ersten Diode (D_1), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) und die positive Ausgangsklemme (A_1) geschaltet; mit der negativen Ausgangsklemme (A_2) ist die Anode der ersten Diode (D_1), die negative Eingangsklemme (E_2) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D_2) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) geschaltet.
2. Konverter, bestehend aus einem ersten (S_1), zweiten (S_2) und dritten (S_3) aktiven Schalter, einer ersten (D_1), einer zweiten (D_2) und einer dritten (D_3) Diode, einem Kondensator (C), einer Spule mit Anzapfung, also bestehend aus zwei Teilwicklungen, oder zwei in Serie geschalteten magnetisch mit einander verkoppelten Spulen (N_1 , N_2), einer ersten positiven (E_1) und einer zweiten negativen (E_2) Eingangsklemme zum Anschluss der Eingangsspannung, einer ersten positiven (A_1) und einer zweiten negativen (A_2) Ausgangsklemme zum Anschluss der Last, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anode der dritten Diode (D_3) und ein Anschluss der zweiten Spule (N_2) geschaltet ist, an den ersten Anschluss der ersten Spule (N_1) ist der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) und die Anode der zweiten Diode (D_2) geschaltet, an die Kathode der dritten Diode (D_3) ist der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1), an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1) ist die Kathode der ersten Diode (D_1), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) und die positive Ausgangsklemme (A_1) geschaltet; mit der negativen Ausgangsklemme (A_2) ist die Anode der ersten Diode (D_1), die negative Eingangsklemme (E_2) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D_2) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) geschaltet und an den Verbindungspunkt der miteinander verkoppelten Spulen (N_1 , N_2) ist der erste Anschluss des Kondensators (C) geschaltet.
3. Konverter, bestehend aus einem ersten (S_1), zweiten (S_2) und dritten (S_3) aktiven Schalter, einer ersten (D_1), einer zweiten (D_2) und einer dritten (D_3) Diode, einem Kondensator (C), einer Spule mit Anzapfung, also bestehend aus zwei Teilwicklungen, oder zwei in Serie geschalteten magnetisch mit einander verkoppelten Spulen (N_1 , N_2), einer ersten positiven (E_1) und einer zweiten negativen (E_2) Eingangsklemme zum Anschluss der Eingangsspannung, einer ersten positiven (A_1) und einer zweiten negativen (A_2) Ausgangsklemme zum Anschluss der Last, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anode der dritten Diode (D_3), ein Anschluss des Kondensators (C) und ein Anschluss der zwei verkoppelten Spulen (N_1 , N_2) geschaltet ist, an den Verbindungspunkt der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N_1 , N_2) die Anode der zweiten Diode (D_2) geschaltet ist und an den dritten Anschluss der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N_1 , N_2) der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) geschaltet ist, an die Kathode der dritten Diode (D_3) ist der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1), an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1) ist die Kathode der ersten Diode (D_1), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) und die positive Ausgangsklemme (A_1) geschaltet; mit der negativen Ausgangsklemme (A_2) ist die Anode der ersten Diode (D_1), die negative Eingangsklemme (E_2) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D_2) der zweite An-

schluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) geschaltet.

4. Konverter, bestehend aus einem ersten (S_1), zweiten (S_2) und dritten (S_3) aktiven Schalter, einer ersten (D_1), einer zweiten (D_2) und einer dritten (D_3) Diode, einem Kondensator (C), einer Spule mit Anzapfung, also bestehend aus zwei Teilwicklungen, oder zwei in Serie geschalteten magnetisch mit einander verkoppelten Spulen (N_1 , N_2), einer ersten positiven (E_1) und einer zweiten negativen (E_2) Eingangsklemme zum Anschluss der Eingangsspannung, einer ersten positiven (A_1) und einer zweiten negativen (A_2) Ausgangsklemme zum Anschluss der Last, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anode der dritten Diode (D_3), ein Anschluss des Kondensators (C) und ein Anschluss der zwei verkoppelten Spulen (N_1, N_2) geschaltet ist, an den Verbindungspunkt der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N_1 , N_2) der positive Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) geschaltet ist und an den dritten Anschluss der zwei miteinander verkoppelten Wicklungen (N_1, N_2) die Anode der zweiten Diode (D_2) geschaltet ist, an die Kathode der dritten Diode (D_3) ist der positive Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1), an den negativen Anschluss des ersten aktiven Schalters (S_1) ist die Kathode der ersten Diode (D_1), der negative Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) und die positive Ausgangsklemme (A_1) geschaltet und mit der negativen Ausgangsklemme (A_2) ist die Anode der ersten Diode (D_1), die negative Eingangsklemme (E_2) und der negative Anschluss des zweiten aktiven Schalters (S_2) verbunden, weiters ist an die Kathode der zweiten Diode (D_2) der zweite Anschluss des Kondensators (C) und der positive Anschluss des dritten aktiven Schalters (S_3) geschaltet.
5. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Diode (D_3) durch einen weiteren aktiven Schalter überbrückt wird.
6. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass an die positive Eingangsklemme (E_1) die Anoden weiterer dritter Dioden (D_{32} , D_{3n}) angeschlossen sind, deren Kathoden an jeweils einen positiven Anschluss weiterer erster aktiver Schalter (S_{12} , S_{1n}) geschaltet sind, die negativen Anschlüsse der weiteren ersten aktiven Schalter (S_{12} , S_{1n}) mit je einem negativen Anschluss von weiteren dritten aktiven Schaltern (S_{32} , S_{3n}) verbunden sind, die positiven Anschlüsse der weiteren dritten aktiven Schalter (S_{32} , S_{3n}) an die Kathode der zweiten Diode (D_2) geschaltet sind, der negative Anschluss der weiteren dritten aktiven Schalter (S_{32} , S_{3n}) jeweils an eine Kathode weiterer erster Dioden (D_{12} , D_{1n}) und jeweils an eine weitere positive Ausgangsklemme (A_{12} ,... A_{1n}) geschaltet sind und die Anoden der weiteren ersten Dioden (D_{12} , D_{1n}) an die gemeinsame negative Eingangsklemme (E_1) und die gemeinsame negative Ausgangsklemme (A_2) geschaltet sind.
7. Konverter gemäß einem der Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Diode (D_3) und die weiteren dritten Dioden (D_{32} , D_{3n}) durch jeweils einen weiteren aktiven Schalter überbrückt werden.
8. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dioden durch aktive Schalter überbrückt werden.
9. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Halbbrückenmodule als Ersatz für die Serienschaltung von zweitem aktiven Schalter (S_2) und zweiter Diode (D_2), als Ersatz für die Serienschaltung von drittem aktiven Schalter (S_3) und erster Diode (D_1) und als Ersatz der Serienschaltung von weiteren dritten aktiven Schaltern (S_{32} , S_{3n}) und weiterer erster Dioden (D_{12} , D_{1n}) zum Einsatz kommen.
10. Konverter gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass parallel zu den Eingangsklemmen (E_1 , E_2) ein oder mehrere Kondensatoren geschaltet sind.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Zeichnungen

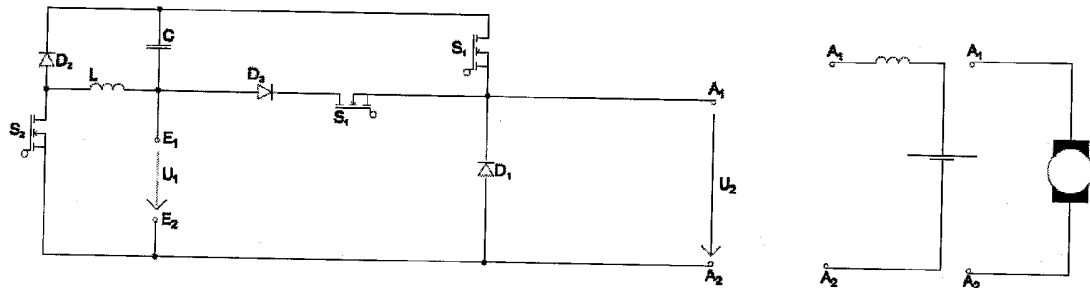


Fig. 1

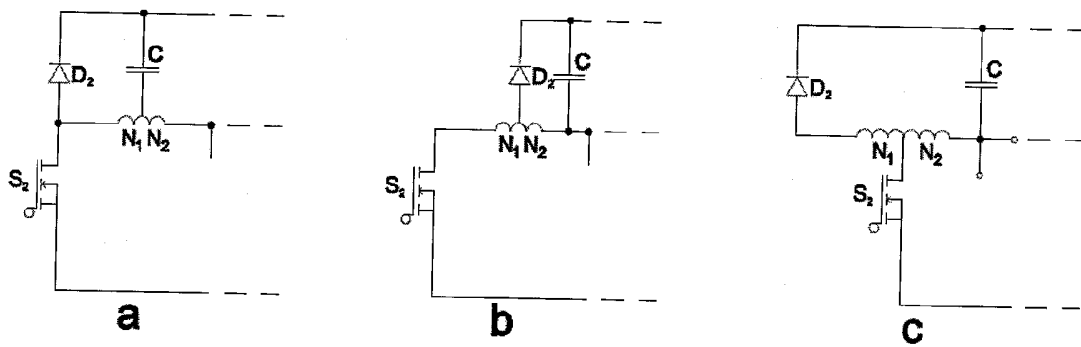


Fig. 2. a, b, c.

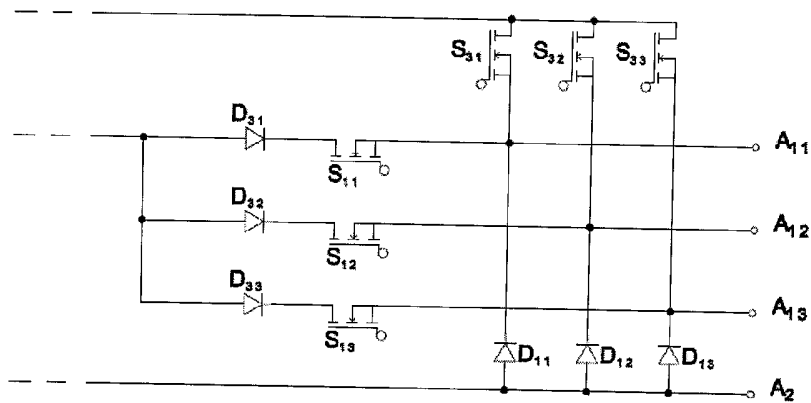


Fig. 3.