



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 411 939 B**

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1055/2001  
(22) Anmeldetag: 06.07.2001  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.12.2003  
(45) Ausgabetag: 26.07.2004

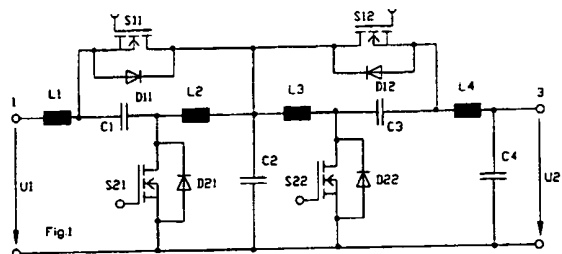
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **G05F 1/618**  
H02M 3/158

(56) Entgegenhaltungen:  
WO 94/11799A1

(73) Patentinhaber:  
HIMMELSTOSS FELIX DIPL. ING. DR.  
TECHN.  
A-2351 WR. NEUDORF,  
NIEDERÖSTERREICH (AT).  
(72) Erfinder:  
HIMMELSTOSS FELIX DIPL. ING. DR.  
TECHN.  
WR. NEUDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) SCHALTUNGEN ZUR UMFORMUNG VON WECHSEL-, GLEICH- ODER MISCHSPANNUNGEN IN WECHSEL-, GLEICH- ODER MISCHSPANNUNGEN

(57) Wandlerschaltungen (Fig.1) zur Umformung von Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen mit Hilfe von zwei Paaren komplementär angesteuerter strombidirektionaler Schalter (Antiparallelschaltung eines aktiven Halbleiterschalters wie Bipolartransistor, MOSFET, IGBT, GTO, MCT, SIT mit einem passiven Schalter (Diode)). Die Eingangsspannung kann ein einphasiges Wechselspannungsnetz, das sogar einen konstanten oder zeitlich veränderlichen Gleichspannungsoffset hat oder irgend eine konstante, oder veränderliche Spannung beliebiger Polarität sein. Diese kann in eine beliebige Ausgangsspannung umgeformt werden. Von praktischer Bedeutung sind dabei besonders Sinusspannungen und Trapezspannungen mit vorgegebbarer Frequenz zur Ansteuerung von Wechselstrommaschinen. Eine weitere Anwendung liegt in der Realisierung von Wechselstromstellern, das sind Schaltungen, die eine Veränderung des Effektivwerts bzw. der Amplitude eines Wechselsignals gestatten. Der Einbau einer Potentialtrennung ist möglich.



AT 411 939 B

Die Erfindung bezieht sich auf Wandlerschaltungen (Fig.1, Fig.2.a -2.c) zur Umformung von Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen mit Hilfe von zwei Paaren komplementär angesteuerter strombidirektionaler Schalter (Antiparallelschaltung eines aktiven Halbleiterschalters wie Bipolartransistor, MOSFET, IGBT, GTO, MCT, SIT mit einem passiven Schalter (Diode)).

Die Eingangsspannung kann ein einphasiges Wechselspannungsnetz, das sogar einen konstanten oder zeitlich veränderlichen Gleichspannungsoffset hat oder irgend eine konstante oder veränderliche Spannung beliebiger Polarität sein. Diese kann in eine beliebige Ausgangsspannung umgeformt werden.

Besonders vorteilhaft bei den hier besprochenen Schaltungen ist die Tatsache, daß aus einer Eingangswchselspannung Ausgangsspannungen unterschiedlicher Polarität erzeugt und durch entsprechende Ansteuerung Wechselspannungen beliebiger Form erzeugt werden können, der auch wenn erforderlich ein Gleichspannungsoffset überlagert sein kann. Von praktischer Bedeutung sind dabei besonders Sinusspannungen und Trapezspannungen mit vorgebarerer Frequenz zur Ansteuerung von Wechselstrommaschinen. Eine weitere Anwendung kann in der Realisierung von Wechselstromstellern liegen; das sind Schaltungen, die eine Veränderung des Effektivwerts bzw. der Amplitude eines Wechselsignals gestatten.

In WO 94/11799 A1 (MOTOROLA) wird ein Schaltnetzteil in Kombination mit einem Verstärker dargestellt. Die recht aufwendige Schaltung des Konverters ist nur ein Tiefsetzsteller, bei der die Induktivität nicht, wie beim klassischen Tiefsetzsteller, mit der Differenz von Eingangsspannung und Ausgangsspannung aufmagnetisiert wird, sondern nur durch die Eingangsspannung alleine. Dies führt, wenn mit relativ kleinen Spannungen gearbeitet wird, wie bei tragbaren batterieversorgten Geräten, zu einer rascheren Aufmagnetisierung der Speicherinduktivität, erhöht aber auch den Rippel der Ausgangsspannung und erfordert einen größeren Ausgangskondensator. Die Schaltung verwendet als Eingangsspannung eine Gleichspannung und liefert am Ausgang eine kleinere Spannung der gleichen Polarität. Bei der gegenständlichen Erfindung handelt es sich jedoch um eine Schaltung, die aus einer Eingangsspannung beliebiger Polarität eine Ausgangsspannung beliebiger Polarität unterschiedlicher Größe erzeugen kann und so z.B. eine Sinusspannung in eine andere Sinusspannung unterschiedlicher Frequenz umformt.

Im Falle idealer Bauelemente läßt sich der Zusammenhang zwischen Ausgangs- und Eingangsspannung bei einer Schaltfrequenz, die groß im Verhältnis zur Frequenz der vorhandenen (Eingangsspannung) bzw. zur Frequenz der gewünschten (Ausgangsspannung) ist, im eingeschwungenen Zustand mit  $d_1$  als Tastverhältnis des Ansteuersignals für einen strombidirektionalen Schalter (S11, D11) des eingangsseitigen Schalterpaares (S11, S21) - der zweite strombidirektionale Schalter (S21, D21) wird mit dem invertierten Puls angesteuert und  $d_2$  als Tastverhältnis des Ansteuersignals eines der bidirektionalen Schalter (S12, D12) - des näher zur Ausgangsspannung liegenden Schalterpaares (S12, S22) - der zweite strombidirektionale Schalter (S22, D22) wird mit dem invertierten Puls angesteuert - gemäß

$$\text{Typ 1: } U_2 = \frac{d_1}{2 \cdot d_1 - 1} \cdot \frac{2 \cdot d_2 - 1}{d_2} \cdot U_1 \quad ,$$

$$\text{Typ 2: } U_2 = \frac{1 - d_1}{1 - 2 \cdot d_1} \cdot \frac{2 \cdot d_2 - 1}{d_2} \cdot U_1 \quad ,$$

$$\text{Typ 3: } U_2 = \frac{d_1}{2 \cdot d_1 - 1} \cdot \frac{1 - 2 \cdot d_2}{1 - d_2} \cdot U_1 \quad ,$$

$$\text{Typ 4: } U_2 = \frac{1 - d_1}{1 - 2 \cdot d_1} \cdot \frac{1 - 2 \cdot d_2}{1 - d_2} \cdot U_1$$

darstellen, je nachdem, welcher der zwei aktiven Schalter als Haupt- und welcher als komplementärer Schalter aufgefaßt wird. Entsprechend der gewünschten Ausgangsspannung läßt sich damit ein Steuergesetz für das dann erforderliche Tastverhältnis  $d_2$  berechnen. Weiters läßt sich über das Tastverhältnis  $d_1$  der Strom, den die Schaltung aufnimmt, steuern. Dazu ist es sinnvoll, die

Spannung an einem Kondensator zu messen und in die Regelung des Eingangsstroms einzubeziehen. Je mehr man parasitäre Effekte in die Steuerung einbezieht, um so besser wird die Ausgangsspannung die gewünschte Form und Größe erreichen. Bedingt durch die Verluste der realen Bauelemente der Schaltung kommt es zu einer unerwünschten Verzerrung der Ausgangsspannung, die aber durch eine überlagerte Regelung, die nur den Fehler der Steuerung kompensieren muß, beseitigt werden kann. Als sehr vorteilhaft erweist sich, daß durch die komplementäre Ansteuerung der beiden strombidirektionalen Schalterpaare die Schaltung immer im kontinuierlichen Betrieb bleibt, das heißt, daß die Spulen (bis auf den Nulldurchgang) immer stromdurchflossen sind und sich daher die Systemordnung aus regelungstechnischer Sicht nicht ändert. Die gegenständlichen Schaltungen sind immer als Systeme 8. Ordnung beschreibbar. Diese fixe Ordnungszahl erleichtert den Reglerentwurf, da keine Strukturumschaltungen erforderlich sind. Das System ist ein Mehrgrößensystem, es bestehen aber auch zwei Eingriffsmöglichkeiten und durch ein geschickt gewähltes verkoppeltes Regelsystem lassen sich Eingangsstrom und Ausgangsspannung ziemlich getrennt regeln. Man kann das System auch als eine verkoppelte Struktur aus Systemen vierter Ordnung auffassen. Sinnvoll sind gekoppelte Zustandsregler oder verkoppelte Mehrgrößenregler. Zur Verbesserung der Dynamik ist auf jeden Fall eine Kombination aus Steuerung und Regelung zu empfehlen.

Die erforderlichen Tastverhältnis (Summe aus Steuergesetz und überlagertem Regler) werden sinnvoll digital berechnet und als pulsbreitenmoduliertes Signal an die Ansteuerschaltungen der aktiven Schalter übergeben. (Die Ansteuerung von aktiven Halbleiterschaltern ist Stand der Technik und wird daher hier nicht behandelt.)

Bei allen Schaltungsvarianten wird die Schaltfrequenz dem Anwendungszweck entsprechend gewählt, wobei eine höhere Frequenz in Hinblick auf die Dimensionierung der Drosseln und Kondensatoren zweckmäßig ist. Es ist auch anzumerken, daß je geringer der Unterschied zwischen den Augenblicksleistungen am Ein- und Ausgang ist, d.h. wenn nur geringe Energie zwischengespeichert werden muß, desto kleiner die Kondensatoren gehalten werden können. Dies trifft in besonderem Maße für die Anwendung als Wechselstromsteller zu. Umgekehrt muß jedoch, wenn die Eingangswchselspannung durch null geht und gleichzeitig eine hohe Ausgangsleistung erforderlich ist, diese Energie aus der in den Kondensatoren und Spulen in Form von elektrischer und magnetischer Energie zwischengespeicherten Energie gedeckt werden. Dies führt bei einem AC/AC Frequenzumformer zu entsprechend großen Kapazitäten. Hier wird man entsprechend den Kondensator C2 als Elektrolytkondensator ausführen. Dies ist möglich, da an diesem nur eine Gleichspannung anliegt.

Es ist noch anzuführen, daß der strombidirektionale Schalter durch Entlastungsnetzwerke oder mit Hilfe von Quasiresonanzstrukturen und ähnlichen soft-switching Strukturen zur Verringerung der Schaltverluste erweitert werden kann. Einen Überblick mit reicher Literaturangabe findet man dazu im Artikel „Soft-Switching Techniques in PWM Converters, G.Hua & F.C.Lee, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol 42, Dez. 1995, 595-603.

Die neuen Wandlerschaltungen zur Umformung von Spannungen (bipolare Spannung) ( $U_1$ ) in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen (bipolare Spannungen) ( $U_2$ ) mit Hilfe von zwei jeweils komplementär angesteuerten strombidirektionalen Schalterpaaren (Antiparallelschaltung eines aktiven Halbleiterschalters (S11, S21, S12, S22) mit einem passiven Schalter (Diode) (D11, D21, D21, D22)), sowie vier Kondensatoren (C1, C2, C3, C4) und vier Induktivitäten (L1, L2, L3, L4) ist dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschluß der Induktivität L1 mit einem Eingangsanschluß der Schaltung (1, 2,) verbunden ist und der andere Anschluß in Serie mit einem Kondensator C1 geschaltet ist, der weiter in Serie mit der Induktivität L2 geschaltet ist, deren zweiter Anschluß mit einem Anschluß des Kondensators C2 und gleichzeitig mit einem Anschluß der Spule L3 verbunden ist, deren anderer Anschluß mit dem Kondensator C3 verbunden ist, dessen zweiter Anschluß an einen Anschluß der Induktivität L4 geschaltet ist, deren zweiter Anschluß mit einem Ausgangsanschluß (Anschlußklemme) der Schaltung (3, 4) verbunden ist, und daß ein bidirektionaler Schalter (S11, D11 oder S21, D21) immer den Kondensator C1 in Serie mit einer Induktivität (L1 oder L2) überbrückt und der jeweils andere bidirektionale Schalter (S21, D21 oder S11, D11) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C1 mit einer Induktivität (L1 oder L2) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen bidirektionale Schalter (S11, D11 oder S21, D21) angeschlossen ist, zu einer Anschlußklemme der Schaltung (1, 2, 3, 4) geführt wird und der Kondensator C2 immer auf

der einen Seite mit dem Bezugspotential der Schaltung (Anschluß 2 und 4) und an der anderen Seite mit dem Verbindungspunkt der Induktivitäten L2 und L3 verbunden ist und daß ein weiterer bidirektionaler Schalter (S12, D12 oder S22, D22) immer den Kondensator C3 in Serie mit einer Induktivität (L3 oder L4) überbrückt und der jeweils andere bidirektionale Schalter (S22, D22 oder S12, D12) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C3 mit einer Induktivität (L3 oder L4) zusammenschaltet ist, der nicht an den anderen bidirektionalen Schalter (S12, D12 oder S22, D22) angeschlossen ist, zu einer Anschlußklemme der Schaltung (3, 4) geführt wird und der Kondensator C4 immer parallel zu den Ausgangsklemmen liegt (zwischen 3 und 4), wobei für die Betriebsrichtung gilt, daß zwischen den Klemmen 1 und 2 die Eingangsspannung liegt, an den Klemmen 3 und 4 die gewandelte Spannung entnommen werden kann, wobei dies durch die Bidirektionalität der Schaltung unerheblich ist. Die Unterscheidung in Ein- und Ausgang wurde nur der einfacheren Beschreibung wegen gewählt.

Der steuerbare Teil der bidirektionalen Schalter (S11, S21) und (S12, S22) wird dabei jeweils komplementär angesteuert, die beiden Schalterpaare haben dabei entsprechend der gewünschten Spannungsumformung unterschiedliches Tastverhältnis. Ebenso ist unterschiedliche Schaltfrequenz der Schalterpaare möglich, aus Gründen der Einfachheit und besserer Entstörung wird man diese aber zumindest synchronisieren oder vom gleichen Takt herleiten. Ein Phasenversatz kann aber aus Entstörgründen sinnvoll sein.

Betrachtet man die so entstehenden Schaltungsstrukturen, so erkennt man die Bedeutung des Kondensators C2 als Energiezwischenspeicher. An ihm liegt eine Gleichspannung. Vertauscht man nun die Strukturen, die von L1, C1, L2, S11, D11, C21 und D21 und von L3, C3, L4, S12, D12, C22 und D22 gebildet werden, so müssen an den Anschlüssen der Schaltung jetzt zwangsweise unipolare Spannungen auftreten, am Kondensator kann durch entsprechende Ansteuerung eine Wechselspannung erzeugt werden. (Dargestellt ist dieser Vorgang in Fig. 4 a, b für die Schaltung gemäß Fig. 1.) Es entsteht ein System, wo am Eingang, zwischen (1) und (2) bzw. am Ausgang, zwischen (3) und (4) nur eine unipolare Schaltung angelegt bzw. entnommen werden kann, am Kondensator C2 aber durch eine entsprechende Ansteuerung eine Wechselspannung entsteht (Fig. 4). Dadurch kann an dieser Stelle ein Transformator eingebaut werden und so eine Potentialtrennung erzielt werden. Parallel zum Kondensator wird der Transformator gelegt. Man muß bei dieser Methode aber berücksichtigen, daß der Trafo auf die Frequenz der dort realisierten Wechselspannung ausgelegt werden muß. (Fig. 5)

Aber auch bei der AC/AC Wandlung läßt sich leicht ein Transformator einbauen. Dazu wird der Kondensator C2 geteilt und mit jedem Teilkondensator wird eine Wicklung einer gekoppelten Spule geschaltet (eine Möglichkeit zeigt Fig. 3). Es ist damit eine Potentialtrennung möglich. Der Transformator kann bei entsprechender Ansteuerung mit einer deutlich höheren Frequenz betrieben werden als die Frequenz der nach außen wirkenden Signale. Dadurch nimmt Gewicht und Baugröße entsprechend ab. Man kann so einen Transformator mit elektronisch veränderbarem Übersetzungsverhältnis realisieren. Durch das Übersetzungsverhältnis des Trafos kommt noch ein weiterer Freiheitsgrad in das System. Es sei hier noch speziell betont, daß dieser zusätzliche Freiheitsgrad auch mit einem Spartransformator erzielt wird. Durch die beiden Kondensatoren C21 und C22 kommt es zumindest auch zu einer kapazitiven galvanischen Trennung.

Es können mit der allgemeinen Konstruktionsvorschrift 8 funktionierende AC/AC (alle mit der Möglichkeit der Potentialtrennung) und entsprechend auch 8 DC/DC Konverter mit der Möglichkeit der Potentialtrennung geschaffen werden.

Eine besonders interessante Eigenschaft der gegenständlichen Schaltungen ist die Tatsache, daß an den Spulen L1 und L2 und weiters an den Spulen L3 und L4 der gleiche Spannungsverlauf auftritt. Dadurch ist es möglich, beide Spulen auf den gleichen Kern zu wickeln. Man benötigt dann nur zwei magnetische Bauelemente. Weiters kann man im Fall, daß die Spule L4 nicht mit dem Bezugspotential Anschluß (4), sondern mit Anschluß (3) verbunden ist, den Kondensator weglassen, man hat dann einen induktiven Ausgang und das System kann als Stromquelle benutzt werden.

Die Figuren stellen Ausformungen der gegenständlichen Erfindung dar. Sie sind stellvertretend mit MOS-Transistoren gezeichnet. Alle Konverter, die in den Abbildungen Fig. 1 bis Fig. 2.c dargestellt sind, bestehen aus je vier Spulen (Induktivitäten) L1, L2, L3 und L4, je vier Kondensatoren (Kapazitäten) C1, C2, C3 und C4, je zwei getrennt angesteuerten Paaren von strombidirektionalen

Schaltern, bestehend aus einer Diode und einem aktiven Schalter (Paar 1: S11 parallel D11 und S21 parallel D21, Paar 2: S12 parallel D12 und S22 parallel D22). L1, C1, L2, L3, C3 und L4 sind in Serie geschaltet und dienen der Energiespeicherung, der Kondensator C2 dient als haupt-  
 5 sächlicher Energiezwischenspeicher, der Kondensator C4 dient zur Filterung der Ausgangsspannung U2 von den Harmonischen der Schaltfrequenz. Der Schalter S11 wird mit konstanter oder veränderlicher Frequenz mit dem Tastverhältnis entsprechend dem entsprechenden Teil des Steuergesetzes angesteuert. Der Schalter S21 wird mit der gleichen konstanten oder veränderlichen Frequenz wie Schalter S11 angesteuert, aber mit dem invertierten Signal entsprechend dem gleichen Teil des Steuergesetzes. Der Schalter S21 wird mit konstanter oder veränderlicher Frequenz mit dem  
 10 Tastverhältnis entsprechend dem entsprechenden Teil des Steuergesetzes angesteuert. Der Schalter S22 wird mit der gleichen konstanten oder veränderlichen Frequenz wie Schalter S21 angesteuert, aber mit dem invertierten Signal entsprechend dem gleichen Teil des Steuergesetzes. Bei den Figuren 1 bis 2.c kann die Polarität der bidirektionalen Schalter auch umgekehrt werden. Es sind nur die 4 Grundstrukturen gezeichnet. Fig. 2.d zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines strombidirektionalen Schalters, beispielhaft mit einem MOSFET gezeichnet.

In Fig. 3 ist der Einbau eines Trafos gemäß Unteranspruch 6 in die Schaltung gemäß Fig. 1 gezeichnet. Fig. 3.a zeigt die Ausgangssituation und Fig. 3.b zeigt das Ergebnis. Figur 4 zeigt den Aufbau eines DC/DC Konverters gemäß Anspruch 2, ebenfalls dargestellt für die Schaltung Fig. 1 (Fig. 4.a), Ergebnis (Fig. 4.b). In Fig. 5 ist noch ein möglicher Einbau eines Transformators in die  
 20 DC/DC Konverter gezeigt.

#### PATENTANSPRÜCHE:

- 25 1. Wandlerschaltungen zur Umformung von Spannungen (bipolare Spannung) ( $U_1$ ) in Spannungen ( $U_2$ ) mit Hilfe von zwei jeweils komplementär angesteuerten strombidirektionalen Schalterpaaren (Antiparallelschaltung eines aktiven Halbleiterschalters (S11, S21, S12, S22) mit einem passiven Schalter (Diode) (D11, D21, D21, D22)), sowie vier Kondensatoren (C1, C2, C3, C4) und vier Induktivitäten (L1, L2, L3, L4) **dadurch gekennzeichnet**,  
 30 daß ein Anschluß der Induktivität L1 mit einem Anschluß der Schaltung (1, 2) verbunden ist und der andere Anschluß in Serie mit einem Kondensator C1 geschaltet ist, dessen zweiter Anschluß in Serie mit der Induktivität L2 geschaltet ist, deren zweiter Anschluß mit einem Anschluß des Kondensators C2 und gleichzeitig mit einem Anschluß der Spule L3 verbunden ist, deren anderer Anschluß mit dem Kondensator C3 verbunden ist, dessen  
 35 zweiter Anschluß an einen Anschluß der Induktivität L4 geschaltet ist, deren zweiter Anschluß mit einem Anschluß (Anschlußklemme) der Schaltung (3, 4) verbunden ist, und daß ein bidirektionaler Schalter (S11, D11 oder S21, D21) immer den Kondensator C1 in Serie mit einer Induktivität (L1 oder L2) überbrückt und der jeweils andere bidirektionale Schalter (S21, D21 oder S11, D11) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C1 mit einer Induktivität (L1 oder L2) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen bidirektionalen Schalter (S11, D11 oder S21, D21) angeschlossen ist, zu einem Eingangsanschluß (Anschlußklemme) der Schaltung (1, 2) geführt wird und der Kondensator C2 immer auf  
 40 der einen Seite mit dem Bezugspotential der Schaltung (Anschluß 2 und 4) verbunden ist und an der anderen Seite mit dem Verbindungspunkt der Induktivitäten L2 und L3 verbunden ist, und daß ein weiterer bidirektionaler Schalter (S12, D12 oder S22, D22) immer den Kondensator C3 in Serie mit einer Induktivität (L3 oder L4) überbrückt und der jeweils andere bidirektionale Schalter (S22, D22 oder S12, D12) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C3 mit einer Induktivität (L3 oder L4) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen bidirektionalen Schalter (S12, D12 oder S22, D22) angeschlossen ist, zu einer Anschlußklemme der Schaltung (3, 4) geführt wird und der Kondensator C4 immer parallel zu zwei Ausgangsklemmen liegt (zwischen 3 und 4), wobei für die Betriebsrichtung gilt, daß zwischen den Klemmen 1 und 2 die Eingangsspannung liegt, an den Klemmen 3 und 4 die gewandelte Spannung entnommen werden kann.
- 55 2. Wandlerschaltungen zur Umformung von Spannungen gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß die entstehende Schaltungsstruktur aus (L1, C1, L2, S11, D11, S21,

- S21) und aus (L3, C3, L4, S12, D12, S22, S22) um den Kondensator C2 jeweils für sich, ein- und ausgangsmäßig vertauscht wird.
3. Wandlerschaltungen zur Umformung von Spannungen gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Induktivitäten L1 und L2 bzw. L3 und L4 jeweils magnetisch miteinander verkoppelt sind.
  4. Wandlerschaltungen nach Anspruch 1 bis 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansteuerung durch Kombination einer Steuerung, die sich gemäß eines der Schaltungen inhärenten Steuergesetzes zwischen den Tastverhältnissen (Einschaltdauer des aktiven Schalters (S11) zu Taktperiode des Schalters (S11)), bei gleichzeitiger komplementärer Ansteuerung des Schalters (S21) und Einschaltdauer des aktiven Schalters (S12) zu Taktperiode des Schalters (S12), bei gleichzeitiger komplementärer Ansteuerung des Schalters (S22)), Eingangsspannung ( $U_1$ ), erwünschter Ausgangsspannung ( $U_2$ ) und den Bauteilwerten ergibt und einer überlagerten Regelung, die zur Kompensation des Fehlers der Steuerung dient, erfolgt, wobei die Berechnung des Tastverhältnisses durch eine diskret aufgebaute Schaltung (gemischt analog-digital) oder durch einen Mikrocontroller oder Signalprozessor erfolgen kann.
  5. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß die strombidirektionalen Schalter mit soft-switching Netzwerken zur Reduktion der Schaltverluste versehen sind.
  6. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß der Knoten, an dem die Spulen L2 und L3 und der Kondensator C2 zusammengeschaltet sind, in zwei getrennte Knoten aufgetrennt werden und an den Knoten, an dem die Spule L2 angeschlossen ist, noch ein Kondensator C21, der in Serie mit einer gekoppelten Spule L51 ist, geschaltet wird, und der andere Anschluß der Spule L51 mit dem Bezugspunkt der Eingangsspannung U1 (2) verbunden wird und an den Knoten, an dem die Spule L3 angeschlossen ist, noch ein Kondensator C22, der in Serie mit einer mit L51 gekoppelten Spule L52 ist, geschaltet wird und der andere Anschluß der gekoppelten Spule L52 mit dem Bezugspunkt der Ausgangsspannung U1 (4) verbunden wird; die direkte Verbindung zwischen dem Bezugspunkt (2) für die Eingangsspannung (U1) und dem Bezugspunkt (4) für die Ausgangsspannung (U2) kann dann unterbleiben.
  7. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Anordnung der Bauelemente in den Serienschaltungen von Kondensator C21 mit L51 und C22 und L52 vertauscht werden kann.
  8. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet**, daß parallel zu C2 eine Wicklung einer gekoppelten Spule liegt und die weitere Schaltung an der verkoppelten Spule angeschlossen ist.
  9. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 6, 7 oder 8 **dadurch gekennzeichnet**, daß die gekoppelte Spule als Spartransformator ausgeführt ist; die direkte Verbindung zwischen dem Bezugspunkt (2) für die Eingangsspannung (U1) und dem Bezugspunkt (4) für die Ausgangsspannung (U2) ist dann notwendig.
  10. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1, 3 und oder 4 bis 7 **dadurch gekennzeichnet**, daß sie als Power Factor Corrector (PFC) verwendet werden.
  11. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 oder 2 und oder 3 bis 10 **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen den Eingangsanschlüssen (1) und (2) ein Kondensator geschaltet wird.
  12. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 und oder bis 11 **dadurch gekennzeichnet**, daß Ein- und Ausgang vertauscht werden können.

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

