



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 920 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 13/2003
(22) Anmeldetag: 07.01.2003
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2005
(45) Ausgabetag: 25.08.2005

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

(56) Entgegenhaltungen:
JP 11032479A JP 5284746A EP 0714160A2

(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 (AC/AC KONVERTER)

(57) Wandlerschaltungen zur Umformung von Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen mit Hilfe eines Paares komplementär angesteuerter spannungsbidirektionaler Schalter. 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 oder von elektromechanischen Aktuatoren. Eine weitere Anwendung liegt in der Realisierung von Wechselstromstellern, das sind Schaltungen, die eine Veränderung des Effektivwerts bzw. der Amplitude eines Wechselsignals gestatten.

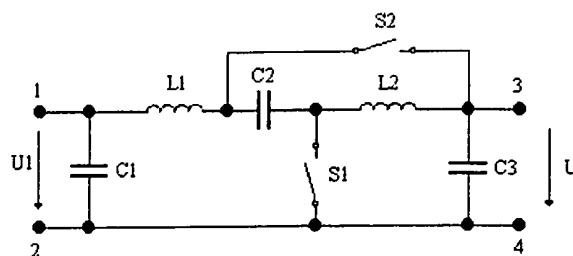


Fig. 1.a.

AT 412 920 B

Die Erfindung bezieht sich auf Wandlerschaltungen (Fig.1) zur Umformung von Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen in Wechsel-, Gleich- oder Mischspannungen mit Hilfe von zwei komplementär angesteuerten spannungsbidirektionalen Schaltern (Fig.2)

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.

Als nächstliegender Stand der Technik wurde ermittelt EP 714 160 A2 (AT&T), JP 11032479 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) und JP 05 284746 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.).

In EP 0 714 160 A2 (AT&T CORP.) findet man einen geteilten Boost Konverter mit zwei bidirektionalen Schaltern, einer Koppeldiode, zwei Ausgangskondensatoren und einer Induktivität. Damit lassen sich aus einer Eingangsspannung zwei in Summe höhere Ausgangsspannungen erzeugen. In der in der Patentschrift dargestellten Schaltung sind beide entstehenden Ausgangsspannungen gegenüber Erde springend, da die Eingangsspannung mit einer Gleichrichterschaltung gewonnen wird. Die dargestellte Schaltung kann jedoch nicht eine Ausgangsspannung erzeugen, deren Mittelwert in beiden Spannungsrichtungen möglich ist, abhängig vom Tastverhältnis. Weiters können die beiden Ausgangsspannungen, bei Wahl gleicher Ausgangskondensatoren, nicht kleiner als die halbe Eingangsspannung sein. Unabhängig von der Wahl der Ausgangskondensatoren gilt, dass ohne Taktung der aktiven Schalter an den beiden Kondensatoren (und daher an den Lastwiderständen) in Summe keine kleinere Spannung als die Eingangsspannung auftreten kann.

Bei der gegenständlichen Erfindung ist der Mittelwert der Ausgangsspannung von null beginnend in beide Spannungsrichtungen veränderbar, in einer Richtung sogar über die Betriebsspannung hinaus. Es besteht also ein deutlicher Unterschied zu oben genannter Patentschrift. Weiters sind beide Polaritäten der Eingangsspannung möglich.

Auch JP 11032479 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) beschreibt eine Schaltung, die nur eine unipolare Spannung erzeugen kann. Dabei wird die Eingangswechselspannung gleichgerichtet und mit einer Sperrwandlerstruktur in die unipolare Schaltung umgeformt. In JP 05 284746 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) wird eine DC-DC Konverterschaltung, die auf dem Durchflusswandlerprinzip beruht und ZVS (zero voltage switching), zur Reduzierung der Schaltverluste mit einem Hilfsschalter erzielt, dargestellt. Auch diese beiden Systeme sind im Gegensatz zur gegenständlichen Erfindung nicht zur Umwandlung von bipolaren Spannungen geeignet.

Besonders vorteilhaft bei den hier besprochenen Schaltungen ist die Tatsache, dass aus einer Eingangswechselspannung Ausgangsspannungen unterschiedlicher Polarität erzeugt und durch entsprechende Ansteuerung Wechselspannungen beliebiger Form erzeugt werden können, denen auch wenn erforderlich ein Gleichspannungsoffset überlagert sein kann. Von praktischer Bedeutung sind dabei besonders Sinusspannungen und Trapezspannungen mit vorgebbarer 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.

Im Falle idealer Bauelemente lässt sich der Zusammenhang zwischen Ausgangs- (Spannung an der zweiten Klemme) und Eingangsspannung (Spannung an der ersten Klemme) 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 spannungsbidirektionalen Schalter (S1) - der zweite spannungsbidirektionale Schalter (S2) wird mit dem invertierten Puls angesteuert - gemäß

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

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

darstellen. Aus den Steuergesetzen lässt sich daher das erforderliche Tastverhältnis bei gegebener Spannung U_1 und gewünschter Spannung U_2 (oder umgekehrt), gemäß

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

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

bestimmen. Diese Gleichungen gelten für Konverter mit idealen Bauelementen. Man kann aber auch genauere Steuergesetze unter Berücksichtigung der Bauteilnichtidealitäten herleiten. Die an den parasitären Widerständen auftretenden Verluste sind temperaturabhängig; man ist daher nicht mit vertretbarem Aufwand in der Lage, ein exaktes Modell zu bestimmen.

Je mehr man parasitäre Effekte in die Steuerung einbezieht, um so besser wird die Ausgangsspannung die gewünschte Form und Größe erreichen (wenn nur das Steuergesetz verwendet wird). Bedingt durch die Verluste der realen Bauelemente der Schaltung (die auch temperaturabhängig sind), entsteht eine Verzerrung der Ausgangsspannung (Spannung an der zweiten Klemme), die aber durch eine überlagerte Regelung, die nur den Fehler der Steuerung kompensieren muss, beseitigt werden kann. Als regelungstechnisch vorteilhaft erweist sich, dass durch die komplementäre Ansteuerung der beiden spannungsbidirektionalen Schalter 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 4. Ordnung beschreibbar. Diese fixe Ordnungszahl erleichtert den Reglerentwurf, da keine Struktumschaltungen erforderlich sind. Das System hat als Eingriffsmöglichkeit nur das Tastverhältnis. Zur Verbesserung der Dynamik ist auf jeden Fall eine Kombination aus Steuerung und Regelung zu empfehlen.

Das erforderliche Tastverhältnis (Summe aus Steuergesetz und überlagertem Regler) wird 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 bei geringem Unterschied zwischen den Augenblicksleistungen am Ein- und Ausgang, d.h. wenn nur wenig Energie zwischengespeichert werden muss, die Kondensatoren kleiner gehalten werden können. Dies trifft in besonderem Maße für die Anwendung als Wechselstromsteller zu. Umgekehrt muss jedoch, wenn die Spannung an der ersten Klemme durch null geht und gleichzeitig eine hohe Ausgangsleistung (Last angeschlossen an der zweiten Klemme) erforderlich ist, diese Energie aus der in den Kondensatoren und Spulen in Form von elektrischer und magnetischer Energie zwischengespeicherter Energie gedeckt werden. Dies führt bei einem AC/AC Frequenzumformer zu entsprechend großen Kapazitäten.

Es ist noch anzuführen, dass der spannungsbidirektionale Schalter durch Entlastungsnetzwerke oder mit Hilfe von Quasiresonanzstrukturen und ähnlichen Strukturen zur Reduktion 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 Erfindung besteht nun aus Wandlerschaltungen zur Umformung von bipolaren Spannungen (U_1) in bipolare Spannungen (U_2) mit Hilfe eines komplementär angesteuerten spannungsbidirektionalen Schalterpaars (S_1 , S_2), sowie zwei Kondensatoren (C_1 , C_2) und zwei Induktivitäten (L_1 , L_2) wobei eine Anschlussklemme der Induktivität L_1 mit einer Anschlussklemme der Schaltung (1) verbunden ist und die andere Klemme in Serie mit einem Kondensator C_2 geschaltet ist, der weiter in Serie mit der Induktivität L_2 geschaltet ist, deren zweiter Anschluss mit Anschlussklemmen der Schaltung (2 und 4, oder 3) verbunden ist, ein weiterer spannungsbidirektionaler Schalter (S_1 oder S_2) den Kondensator C_2 in Serie mit einer Induktivität (L_1 oder L_2) überbrückt und der jeweils andere spannungsbidirektionale Schalter (S_2 oder S_1) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C_2 mit einer Induktivität (L_1 oder L_2) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen spannungsbidirektionalen Schalter (S_1 oder S_2) angeschlossen ist, zu einer Anschlussklemme der Schaltung (3 oder 2 und 4) geführt wird und der Kondensator C_3 immer parallel zu zwei Anschlussklemmen liegt (zwischen 3 und 4) und dort die Spannung U_2 abgegriffen oder

angelegt wird, und der Kondensator C1 immer parallel zu zwei Anschlussklemmen liegt (zwischen 1 und 2) und dort die Spannung U1 angelegt oder abgegriffen wird.

Man kann diese Wandlerschaltungen auch mit angezapften Spulen realisieren. Dazu wird mindestens eine der verwendeten Induktivitäten (L1, L2) mit einer Anzapfung versehen, oder mindestens eine der Induktivitäten (L1, L2) als gekoppelte Spule, die zusammengeschlossen ist, ausgeführt und mindestens ein Anschluss eines spannungsbidirektionalen Schalters (S1, S2) vom ursprünglichen Anschlusspunkt (am Wicklungsanfang oder -ende der Induktivität (L1 oder L2) an die Anzapfung bzw. an den Verbindungspunkt der beiden gekoppelten Spulen geschaltet, der andere Anschluss des bidirektionalen Schalters (S1, S2) bleibt dabei unverändert.

Bedingt durch die Bidirektionalität der besprochenen Schaltungen kann Ein- und Ausgang vertauscht werden.

Eine besonders interessante Eigenschaft der gegenständlichen Schaltungen ist die Tatsache, dass an den Spulen L1 und L2 der gleiche Spannungsverlauf auftritt. Dadurch ist es möglich, beide Spulen auf den gleichen Kern zu wickeln. Man benötigt dann nur ein magnetisches Bauelement.

Die Figuren 1.a und 1.b stellen die beiden grundsätzlichen Ausformungen der gegenständlichen Erfindung dar. Figur 2 stellt in 2.b, 2.c und 2.d mögliche Realisierungen des spannungsbidirektionalen Schalters dar. Sie sind stellvertretend mit MOS-Transistoren, bzw. Bipolartransistoren gezeichnet. Alle Konverter, die in den Abbildungen Fig. 1.a und Fig. 1.b dargestellt sind, bestehen aus je zwei Spulen (Induktivitäten) L1 und L2, je zwei Kondensatoren (Kapazitäten) C1 und C2, einem Paar spannungsbidirektionale Schalter S1 und S2. L1, C2 und L2 sind in Serie geschaltet und dienen der Energiespeicherung, der Kondensator C2 dient als hauptsächlicher Energiezwischenspeicher, die Kondensatoren C1 und C3 dienen zur Filterung der Eingangsspannung U1 und der Ausgangsspannung U2 von den Harmonischen der Schaltfrequenz bzw. zur Impedanzanpassung am Eingang bzw. Ausgang. Der Schalter S1 wird mit konstanter oder veränderlicher Frequenz mit dem Tastverhältnis entsprechend dem Steuergesetz angesteuert. Der Schalter S2 wird mit der gleichen konstanten oder veränderlichen Frequenz wie Schalter S1 angesteuert, aber mit dem invertierten Signal entsprechend dem Steuergesetz.

Figur 3 a und b zeigt einen vereinfachten Aufbau der Schaltung, der dann möglich ist, wenn der Konverter Fig.1.a als Steuerschaltung für eine DC Maschine verwendet wird. Der Quellenspannung des Motors entspricht dann der Kondensator und der Maschineninduktivität die Induktivität L1. Figur 4.a und b zeigt noch die Möglichkeit der vereinfachten Schaltung als Koppelvorrichtung zwischen einer Spannungs- und einer Stromquelle auf.

Anzumerken ist noch, dass die Bezeichnung Eingangsspannung und Ausgangsspannung durch die Bidirektionalität der Schaltung nur zur Erleichterung der Beschreibung dient, denn Eingang und Ausgang sind vertauschbar. Die Schaltungen sind völlig flexibel und lassen Spannungen beider Polaritäten an den Klemmenpaaren (1,2) und (3,4) zu. So kann z.B. Rückspeisung einer an (3,4) angeschlossenen Gleichstrommaschine in ein Wechselnetz erfolgen.

Bezugszeichenaufstellung

U1	Spannung an ersten Klemme (Eingangsspannung)
U2	Spannung an zweiten Klemme (Ausgangsspannung)
L1	Induktivität, Spule
L2	Induktivität, Spule
C1	Kondensator
C2	Kondensator
S1	spannungsbidirektionaler Schalter
S2	spannungsbidirektionaler Schalter
RL	Lastwiderstand
1	Anschluss (Klemme) für Eingangsspannung
2	Anschluss (Klemme) für Eingangsspannung (Bezugspunkt)
3	Anschluss (Klemme) für Ausgangsspannung
4	Anschluss (Klemme) für Ausgangsspannung (Bezugspunkt)

PATENTANSPRÜCHE:

1. Wandlerschaltung zur Umformung von bipolaren Spannungen (U_1 , U_2) mit Hilfe eines komplementär angesteuerten spannungsbidirektionalen Schalterpaars (S1, S2), sowie zwei Kondensatoren (C1, C2) und zwei Induktivitäten (L1, L2) **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anschluss der Induktivität L1 mit der ersten Anschlussklemme der Schaltung (1) verbunden ist und der andere Anschluss in Serie mit einem Kondensator C2 geschaltet ist, der weiter in Serie mit der Induktivität L2 geschaltet ist, deren zweiter Anschluss mit der zweiten Anschlussklemme der Schaltung (2) verbunden ist, und dass ein spannungsbidirektionaler Schalter (S2) immer den Kondensator C2 in Serie mit der Induktivität (L2) überbrückt und der andere spannungsbidirektionale Schalter (S1) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C2 mit der Induktivität (L2) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen spannungsbidirektionalen Schalter (S2) angeschlossen ist, zur gemeinsamen Anschlussklemme der Schaltung (2 und 4) geführt wird und der Kondensator C3 zwischen der zweiten Anschlussklemme (3) und der gemeinsamen Anschlussklemme liegt (4) und dort die Spannung U_2 abgegriffen oder angelegt wird, und der Kondensator C1 zwischen der ersten Anschlussklemme (1) und der gemeinsamen Anschlussklemme liegt (2) und dort die Spannung U_1 angelegt oder abgegriffen wird.
2. Wandlerschaltung zur Umformung von bipolaren Spannungen (U_1 , U_2) mit Hilfe eines komplementär angesteuerten spannungsbidirektionalen Schalterpaars (S1, S2), sowie zwei Kondensatoren (C1, C2) und zwei Induktivitäten (L1, L2) **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anschluss der Induktivität L1 mit der ersten Anschlussklemme der Schaltung (1) verbunden ist und der andere Anschluss in Serie mit einem Kondensator C2 geschaltet ist, der weiter in Serie mit der Induktivität L2 geschaltet ist, deren zweiter Anschluss mit der gemeinsamen Anschlussklemme der Schaltung (2, 4) verbunden ist, und dass ein spannungsbidirektionaler Schalter (S2) immer den Kondensator C2 in Serie mit der Induktivität (L1) überbrückt und der andere spannungsbidirektionale Schalter (S2) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C2 mit der Induktivität (L2) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen spannungsbidirektionalen Schalter (S1) angeschlossen ist, zur zweiten Anschlussklemme der Schaltung (3) geführt wird und der Kondensator C3 zwischen der zweiten Anschlussklemme (3) und der gemeinsamen Anschlussklemme liegt (4) und dort die Spannung U_2 abgegriffen oder angelegt wird, und der Kondensator C1 zwischen der ersten Anschlussklemme (1) und der gemeinsamen Anschlussklemme liegt (2) und dort die Spannung U_1 angelegt oder abgegriffen wird.
3. Wandlerschaltung nach Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine der verwendeten Induktivitäten (L1, L2) mit einer Anzapfung versehen ist, oder dass mindestens eine der Induktivitäten (L1, L2) als gekoppelte Spule, die zusammengeschlossen ist, ausgeführt wird und mindestens ein Anschluss eines spannungsbidirektionalen Schalters (S1, S2) vom ursprünglichen Anschlusspunkt (am Wicklungsanfang oder -ende der Induktivität (L1 oder L2) an die Anzapfung bzw. an den Verbindungspunkt der beiden gekoppelten Spulen geschaltet wird, der andere Anschluss des bidirektionalen Schalters (S1, S2) bleibt unverändert.
4. Wandlerschaltung zur Umformung von Spannungen gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Induktivitäten L1 und L2 magnetisch miteinander verkoppelt sind.
5. Wandlerschaltung nach Anspruch 1 oder 2 bzw. 3 **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansteuerung durch Kombination einer Steuerung, die sich gemäß eines den Schaltungen inhärenten Steuergesetzes zwischen Tastverhältnis (Einschaltdauer des aktiven Schalters (S1) zur Taktperiode des Schalters (S1) bei gleichzeitiger komplementärer Ansteuerung des Schalters (S2)), Spannung (U_1), erwünschter Spannung (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.
6. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass die spannungs-bidirektionalen Schalter mit soft-switching Netzwerken zur Reduktion der Schaltver-

luste versehen sind.

7. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie als PFC verwendet werden und die veränderbare Ausgangsspannung (U2) als Zwischenkreisspannung für einen nachfolgenden Umrichter oder Aktuator verwendet wird.
- 5 8. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass an die veränderbare Ausgangsspannung (U2) eine Gleichstrommaschine oder ein Aktuator geschaltet ist.
9. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Kopplung von Spannungsnetzen dient.
- 10 10. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Anschlussklemme der Induktivität (L1) mit der ersten Anschlussklemme der Schaltung (1) verbunden ist und die andere Klemme in Serie mit einem Kondensator (C2) geschaltet ist, dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Anschlussklemme der Schaltung (3) verbunden ist, und dass ein spannungsbidirektionaler Schalter (S2) immer den Kondensator C2 in Serie mit der Induktivität (L1) überbrückt und der andere spannungsbidirektionale Schalter (S1) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C2 mit der Induktivität (L1) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen spannungsbidirektionalen Schalter (S2) angeschlossen ist, zur gemeinsamen Anschlussklemme der Schaltung (2 und 4) geführt wird und an den Anschlussklemmen der Schaltung (3 und 4, bzw. 1 und 2) ein Aktuator oder DC Motor geschaltet ist und die Versorgungsspannung zwischen den nicht vom Aktuator oder DC Motor belegten Klemmen (1 und 2, oder 3 und 4) angelegt wird.
- 15 11. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Anschluss der Induktivität L1 mit der ersten Anschlussklemme der Schaltung (1) verbunden ist und der andere Anschluss in Serie mit einem Kondensator C2 geschaltet ist, dessen zweiter Anschluss mit der zweiten Anschlussklemme der Schaltung (3) verbunden ist, und dass ein spannungsbidirektionaler Schalter (S2) immer den Kondensator C2 in Serie mit der Induktivität (L1) überbrückt und der andere spannungsbidirektionale Schalter (S1) immer von dem Knoten, wo der Kondensator C2 mit der Induktivität (L1) zusammengeschaltet ist, der nicht an den anderen spannungsbidirektionalen Schalter (S2) angeschlossen ist, zur gemeinsamen Anschlussklemme der Schaltung (2 und 4) geführt wird und an den Anschlussklemmen der Schaltung (3 und 4, bzw. 1 und 2) eine Stromquelle geschaltet ist und die Versorgungsspannung zwischen den nicht von der Stromquelle belegten Klemmen (1 und 2, oder 3 und 4) angelegt wird.
- 20 12. Wandlerschaltung gemäß Anspruch 10 und 11 **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kondensator C2 und die Spule L1 miteinander vertauscht werden.
- 25
- 30
- 35

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

40

45

50

55

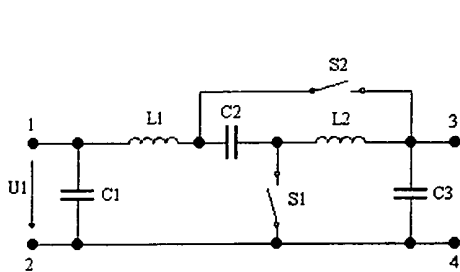


Fig. 1.a.

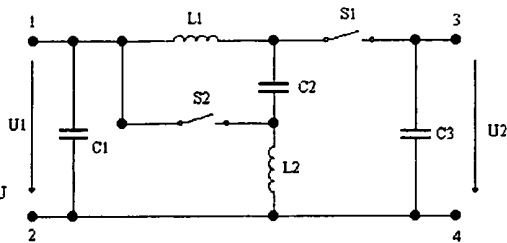


Fig. 1.b.

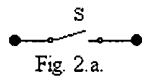


Fig. 2.a.

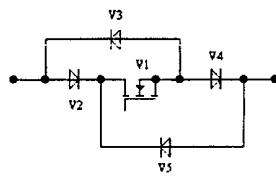


Fig. 2.b.

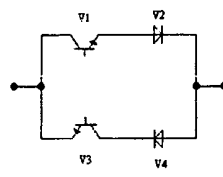


Fig. 2.d.

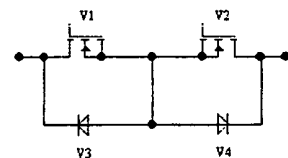


Fig. 2.c.

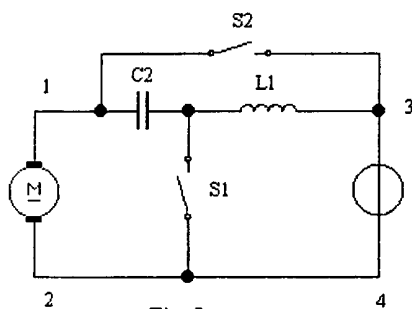


Fig. 3.a.

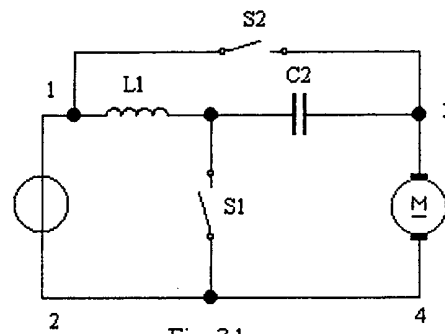


Fig. 3.b.

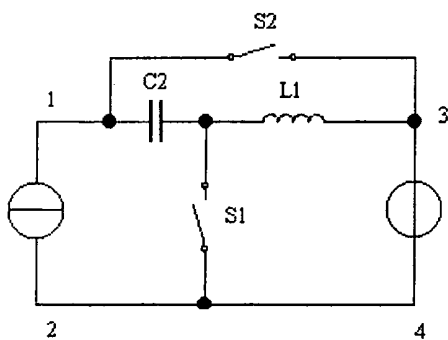


Fig. 4.a.

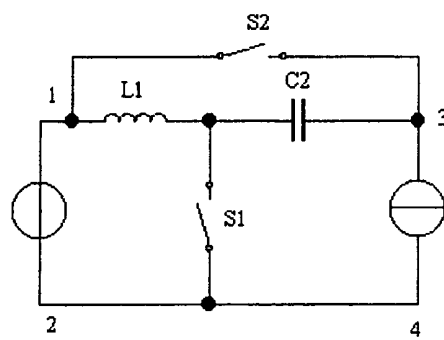


Fig. 4.b.