

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 130/2023
(22) Anmeldetag: 03.11.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2025

(51) Int. Cl.: **H02M 3/158** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 524793 B1
HIMMELSTOSS, F.A. "Fourth order DC-DC converters with limited duty cycle range" In: Proceedings of Intelec 93: 15th International Telecommunications Energy Conference [online]. September 1993 (09.1993). Bd. 1, Seiten 358–364 Bd.1. [ermittelt am 23. Oktober 2024]. XP000496168.
<doi:10.1109/INTLEC.1993.388498>. Ermittelt von
<<https://ieeexplore.ieee.org/document/388498>>
AT 412920 B
AT 412377 B

(71) Patentanmelder:
Himmelstoss Felix Dipl.-Ing. Dr.
2351 Wiener Neudorf (AT)

(72) Erfinder:
Himmelstoss Felix Dipl.-Ing. Dr.
2351 Wiener Neudorf (AT)

(54) **Gleichspannungswandler mit drei Zuständen und begrenztem Tastverhältnis**

(57) Gleichspannungswandler mit drei Zuständen und begrenztem Tastverhältnis, bestehend aus einem ersten Klemmenpaar, gebildet aus einer ersten (1) und einer zweiten Klemme (2), einem zweiten Klemmenpaar, bestehend aus einer dritten (3) und einer vierten Klemme (4), einer ersten Schalterstruktur(SStr1) und einer zweiten Schalterstruktur (SStr2), die als zweite Diode (D2), oder aus einer Serienschaltung von zwei elektronischen Schalter (S1, S2) und einer ersten Diode (D1), die an den Verbindungspunkt der beiden elektronischen Schalter geschaltet ist, gebildet ist, einem ersten (C1) und einem zweiten Kondensator (C2), der entweder zwischen der ersten Klemme (1) und der dritten Klemme (3) oder zwischen dem Klemmenpaar, an das die Last geschaltet ist, geschaltet ist, einer ersten (L1) und einer zweiten Spule (L2). Der Gleichspannungswandler kann in verschiedenen sechzehn unterschiedlichen Ausformungen aufgebaut werden. Auch können die beiden Spulen miteinander magnetisch verkoppelt werden. Die Gleichspannungswandler können zur Erzielung größerer Spannungsübersetzungsverhältnisse kaskadiert werden und für größere Leistungen parallel geschaltet und versetzt getaktet werden.

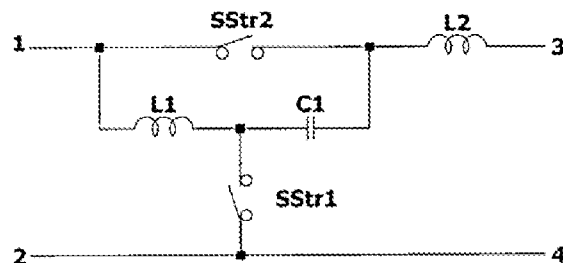


Fig. 1

Zusammenfassung

Gleichspannungswandler mit drei Zuständen und begrenztem Tastverhältnis, bestehend aus einem ersten Klemmenpaar, gebildet aus einer ersten (1) und einer zweiten Klemme (2), einem zweiten Klemmenpaar, bestehend aus einer dritten (3) und einer vierten Klemme (4), einer ersten Schalterstruktur (SStr1) und einer zweiten Schalterstruktur (SStr2), die als zweite Diode (D2), oder aus einer Serienschaltung von zwei elektronischen Schaltern (S1, S2) und einer ersten Diode (D1), die an den Verbindungspunkt der beiden elektronischen Schalter geschaltet ist, gebildet ist, einem ersten (C1) und einem zweiten Kondensator (C2), der entweder zwischen der ersten Klemme (1) und der dritten Klemme (3) oder zwischen dem Klemmenpaar, an das die Last geschaltet ist, geschaltet ist, einer ersten (L1) und einer zweiten Spule (L2). Der Gleichspannungswandler kann in verschiedenen sechzehn unterschiedlichen Ausformungen aufgebaut werden. Auch können die beiden Spulen miteinander magnetisch verkoppelt werden. Die Gleichspannungswandler können zur Erzielung größerer Spannungsübersetzungsverhältnisse kaskadiert werden und für größere Leistungen parallel geschaltet und versetzt getaktet werden.

(Fig. 1)

Gleichspannungswandler mit drei Zuständen und begrenztem Tastverhältnis

Die Erfindung betrifft Gleichspannungswandler, bestehend aus einem ersten Klemmenpaar, gebildet aus einer ersten (1) und einer zweiten Klemme (2), einem zweiten Klemmenpaar, bestehend aus einer dritten (3) und einer vierten Klemme (4), einer ersten (SStr1) und einer zweiten Schalterstruktur (SStr2), einem ersten (C1) und einem zweiten Kondensator (C2), einer ersten (L1) und einer zweiten Spule (L2), wobei an die erste Klemme (1) je ein Anschluss der zweiten Schalterstruktur (SStr2) und der ersten Spule (L1) geschaltet sind, an dem zweiten Anschluss der zweiten Schalterstruktur (SStr2) der erste Anschluss der zweiten Spule (L2) und der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C1) und der erste Anschluss der ersten Schalterstruktur (SStr1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der ersten Schalterstruktur (SStr1) die zweite Klemme (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet sind, der zweite Kondensator (C2) entweder zwischen der ersten (1) oder der dritten Klemme (3) oder zwischen den Klemmen (3 und 4 oder 1 und 2), an die die Last geschaltet ist, geschaltet ist

Die hier vorgestellten Gleichspannungswandler eignen sich je nach der Ausgestaltung als Hochsetzer, Tiefsetzer oder Hochtiefsetzsteller. Zweiquadrantenbetrieb ist möglich, d.h. die Energieflussrichtung kann umgedreht werden, wenn alle Halbleiter durch elektronische strombidirektionale Schalter ersetzt werden. Die Erfindung baut auf das Patent AT 524793 B1 auf.

Die Erfindung wird an Hand von Bildern beschrieben. Fig. 1 stellt die Grundstruktur, die Fig. 2 und Fig. 3 stellen DC/DC Wandler dar. Alle konkreten Ausformungen sind beispielhaft mit MOSFETs gezeichnet, aber keineswegs auf diese Schaltelemente beschränkt. Fig. 4 zeigt beispielhaft eine Kaskadierung und Fig. 5 eine Parallelschaltung von zwei Gleichspannungswandlern.

Fig. 1 zeigt die Grundstruktur gezeichnet mit symbolischen Schalterstrukturen SSTr1 und SSTr2. Die Schalter takten dabei gegengleich. Entweder leitet im Betrieb SSTr1 oder SSTr2. Dabei ist eine dieser Strukturen aus einer einzelnen Diode D2 gebildet und die andere aus einer Serienschaltung von zwei elektronischen Schaltern S1 und S2 und einer Diode D1, die an den Verbindungspunkt der beiden elektronischen Schalter S1 und S2 geschaltet ist, gebildet.

Fig. 2 und Fig. 3 stellen DC/DC Wandler dar, die alle einen begrenzten Tastverhältnisbereich haben. Alle Zeichnungen zeigen die Ausformung, bei denen der zweite Kondensator C2 zwischen Ein- und Ausgang geschaltet ist. Die Schaltungen können aber auch mit der Lage des Kondensators parallel zur Last betrieben werden. Fig. 4 zeigt zwei kaskadierte Hochsetzer, wobei beim ersten der zweite Kondensator C2 zwischen Ein- und Ausgang geschaltet ist, beim zweiten jedoch parallel zum Ausgang. Fig. 5 stellt eine Parallelschaltung von zwei Gleichspannungswandlern gemäß der Ausformung nach Fig. 2.b dar. Die beiden Gleichspannungswandler werden dann versetzt angesteuert (Ansteuerung 180° versetzt) um die Eingangsbelastung zu verringern.

Die einzelnen Ausformungen werden im kontinuierlichen Betrieb durch eine Abfolge von drei Zuständen pro Taktperiode betrieben. Im Zustand M1 sind beide elektronischen Schalter S1 und S2 leitend, im zweiten Zustand M2 sind nur der elektronische Schalter S2 und die erste Diode D1 leitend und im dritten Zustand M3 ist nur die Diode D2 leitend.

Zum besseren Verständnis wird nun das Spannungsübersetzungsverhältnis in Abhängigkeit von den beiden Tastverhältnissen der aktiven Schalter S1 und S2 d_1 und d_2 für die Ausformung Fig. 2.b bestimmt. Es werden ideale Bauteile d.h. unendlich schnelles Schalten und keine Verluste vorausgesetzt.

Werden im Zustand M1 beide Transistoren S1 und S2 eingeschaltet, so liegt die Ausgangsspannung U_2 an der Spule L1. Die Ausgangsspannung U_2 setzt sich immer aus der Eingangsspannung U_1 und der Spannung an C2 zusammen. Auch an der Spule L1 liegt die Ausgangsspannung U_2 (wegen $U_1 + U_{C1}$, $U_{C1} = U_{C2} = U_2 - U_1$). Schaltet man nun S1 aus, so beginnt der Zustand M2 und die Diode D1 schaltet ein und die Spule L1 ist kurzgeschlossen. Das gleiche gilt auch für die Spule L2, denn an ihr liegt die Eingangsspannung U_1 minus der Ausgangsspannung U_2 plus der Spannung an C1 (die ja der Ausgangsspannung U_2 weniger der Eingangsspannung U_1 entspricht). Schaltet man nun auch S2 aus, so schaltet D2 ein und übernimmt die Ströme der beiden Spulen. An den Spulen liegt nun die negative Spannung gebildet aus U_1 minus U_2 . Das Spannungs-Zeit Gleichgewicht an den Spulen ergibt sich somit zu

$$U_2 d_1 = (U_1 - U_2)(1 - d_2) = (U_2 - U_1)(1 - d_2) .$$

Damit ergibt sich das Gleichspannungsübersetzungsverhältnis des Hochsetzstellers zu

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{1 - d_2}{1 - d_1 - d_2} \quad \text{mit } d_2 \geq d_1 \text{ und } d_1 + d_2 < 1 .$$

Der Gleichspannungswandler ist ein Hochsetzsteller. Die Formel gilt auch für den Gleichspannungswandler nach Fig. 3.b. Das Tastverhältnis d_2 sollte größer als d_1 sein, sonst gilt das Übersetzungsverhältnis der zu Grunde liegenden Schaltung aus AT 524793 B1.

Für die Ausformungen nach Fig. 2.c und Fig. 3.c (Tiefsetzsteller) gilt

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1 + d_2 - 1}{d_1} \quad d_1 + d_2 > 1,$$

Für die Ausformungen nach Fig. 3.d und Fig. 2.d (Hochtiefsetzsteller) gilt

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1}{1 - d_1 - d_2} \quad d_1 + d_2 < 1.$$

Für die Ausformungen nach Fig. 2.a und Fig. 3.a (Hochtiefsetzsteller) gilt

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{d_1 + d_2 - 1}{1 - d_2} \quad d_1 + d_2 > 1 \quad d_2 \geq d_1.$$

Da auch die Spannungen an den Spulen die gleichen Verläufe zeigen, kann man die beiden Spulen auf einen gemeinsamen Kern aufbringen und durch diese magnetische Kopplung nur ein magnetisches Bauelement verwenden. Ebenso kann man die Gleichspannungswandler kaskadieren (Fig. 4) oder man kann sie parallelschalten und versetzt takten (Fig. 5). Es wurde dabei der Hochsetzer als Beispiel verwendet, man kann natürliche alle Gleichspannungswandler miteinander kombinieren.

Die Aufgabe Gleichspannungswandler zur Umformung einer Gleichspannung in eine andere zu realisieren wird erfindungsgemäß dadurch bewerkstelligt, dass eine der Schalterstrukturen (SStr1 oder SSr2) durch eine Kombination aus einer Serienschaltung von zwei elektronischen Schaltern (S1, S2) gebildet wird, an den Verbindungspunkt des zweiten elektronischen Schalters (S2) und des ersten elektronischen Schalters (S1) die erste Diode (D1) geschaltet ist, deren anderer Anschluss an den nicht direkt mit dieser Schalterstruktur (SStr1, SSr2) verbundenen Anschluss einer Spule (L1, L2) geschaltet ist, und die andere Schalterstruktur (SStr1, SSr2) durch eine zweite Diode (D2) gebildet ist.

Spezielle Ausformungen ergeben sich dadurch, dass (Anspruch 2) an die erste Klemme (1) der positive Pol und an die zweite Klemme (2) der negative Pol der Eingangsspannung (U_1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den zweiten Anschluss der

ersten Spule (L1) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die Kathode der ersten Diode (D1) und an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) geschaltet ist, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist, der negative Ausgang des ersten elektronischen Schalters (S1) an die zweite (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet ist, der negative Anschluss des ersten Kondensators (C1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) aus der zweiten Diode (D2) gebildet wird, und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (Fig.2.a), **oder dass** an die erste Klemme (1) der positive Pol und an die zweite Klemme (2) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird, wobei die Kathode der zweiten Diode (D2) mit dem zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) verbunden ist und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und der ersten Klemme (1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet ist, die Kathode der ersten Diode (D1) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) geschaltet ist (Fig.2.e), **oder dass** an die dritte Klemme (3) der positive Pol und an die vierte Klemme (4) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, und die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Kathode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die zweite (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet ist (Fig.2.b), **oder dass** an die vierte Klemme (4) der positive Pol und an die dritte Klemme (3) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen

ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode (D2) an die zweite Klemme (2) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) und die erste Klemme (1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Kathode der ersten Diode (D1) an den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und die Kathode der zweiten Diode (D2) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist (Fig.2.d).

Weitere Ausführungen ergeben sich dadurch, **dass** (Anspruch 3) an die erste Klemme (1) der negative Pol und an die zweite Klemme (2) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten Schalters (S1) an die zweite Klemme (2) geschaltet ist, der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die Kathode der ersten Diode (D1) und an den positiven Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) geschaltet ist, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) und den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) aus der zweiten Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (**Fig.3.a**), **oder dass** an die erste Klemme (1) der negative Pol und an die zweite Klemme (2) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird, wobei die Kathode der zweiten Diode (D2) mit der zweiten Klemme (2) verbunden ist und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S1) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an den zweiten Anschluss der

ersten Spule (L1), den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) und die Anode der zweiten Diode (D2) geschaltet ist und der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (Fig.3.c), **oder dass** an die dritte Klemme (3) der negative Pol und an die vierte Klemme (4) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, und die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den positiven Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist und der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die vierte Klemme (4) geschaltet ist (Fig.3.b), **oder dass** an die vierte Klemme (4) der negative Pol und an die dritte Klemme (3) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die vierte Klemme (4) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an die Anode der zweiten Diode (D2) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist und der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (Fig.3.d).

Um bidirektionales Verhalten zu erzielen oder auch nur um die Durchlassverluste der Dioden zu vermeiden wird man die elektronischen Schalter (S1, S2) und die Dioden (D1, D2) durch strombidirektionale Schalter, bestehend aus einem elektronischen Schalter mit antiparalleler Diode, ersetzen.

Ein besonders interessantes Verhalten der Gleichspannungswandler ergibt sich, wenn die erste (L1) und die zweite Spule (L2) magnetisch gekoppelt sind.

Um den Einfluss der Zuleitungsinduktivität zu vermeiden ist es sinnvoll, dass parallel zu den Klemmen (1, 2) oder (3, 4), an denen die Eingangsspannung angeschaltet ist, ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist.

Die Schaltungen können weiter dadurch verbessert werden, dass parallel zu den Schaltern (S1, S2) Snubber Netzwerke geschaltet sind, oder Vorrichtungen zur Erzielung von ZCS oder ZVS der Schalter (S1, S2) vorgesehen sind.

Zur Erzielung größerer übertragbarer Leistung können die Gleichspannungswandler parallelgeschaltet und phasenversetzt angesteuert werden.

Um größere (oder kleinere) Übersetzungsverhältnisse zu erzielen kann man die Gleichspannungswandler kaskadieren.

Es sei noch angemerkt, dass die Gleichspannungswandler auch im diskontinuierlichem Betrieb funktionieren.

1. Gleichspannungswandler, bestehend aus einem ersten Klemmenpaar, gebildet aus einer ersten (1) und einer zweiten Klemme (2), einem zweiten Klemmenpaar, bestehend aus einer dritten (3) und einer vierten Klemme (4), einer ersten (SStr1) und einer zweiten Schalterstruktur (SStr2), einem ersten (C1) und einem zweiten Kondensator (C2), einer ersten (L1) und einer zweiten Spule (L2), wobei an die erste Klemme (1) je ein Anschluss der zweiten Schalterstruktur (SStr2) und der ersten Spule (L1) geschaltet sind, an dem zweiten Anschluss der zweiten Schalterstruktur (SStr2) der erste Anschluss der zweiten Spule (L2) und der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C1) und der erste Anschluss der ersten Schalterstruktur (SStr1) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der ersten Schalterstruktur (SStr1) die zweite Klemme (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet sind, der zweite Kondensator (C2) entweder zwischen der ersten (1) oder der dritten Klemme (3) oder zwischen den Klemmen (3 und 4 oder 1 und 2), an die die Last geschaltet ist, geschaltet ist **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Schalterstrukturen (SStr1 oder SSr2) durch eine Kombination aus einer Serienschaltung von zwei elektronischen Schaltern (S1, S2) gebildet wird, an den Verbindungspunkt des zweiten elektronischen Schalters (S2) und des ersten elektronischen Schalters (S1) die erste Diode (D1) geschaltet ist, deren anderer Anschluss an den nicht direkt mit dieser Schalterstruktur (SStr1, SSr2) verbundenen Anschluss einer Spule (L1, L2) geschaltet ist, und die andere Schalterstruktur (SStr1, SSr2) durch eine zweite Diode (D2) gebildet ist.
2. Gleichspannungswandler gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** an die erste Klemme (1) der positive Pol und an die zweite Klemme (2) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die Kathode der ersten Diode (D1) und an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) geschaltet ist, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist, der negative Ausgang des ersten

elektronischen Schalters (S1) an die zweite (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet ist, der negative Anschluss des ersten Kondensators (C1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) aus der zweiten Diode (D2) gebildet wird, und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (Fig.2.a), **oder dass** an die erste Klemme (1) der positive Pol und an die zweite Klemme (2) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird, wobei die Kathode der zweiten Diode (D2) mit dem zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) verbunden ist und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und der ersten Klemme (1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet ist, die Kathode der ersten Diode (D1) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) geschaltet ist (Fig.2.c), **oder dass** an die dritte Klemme (3) der positive Pol und an die vierte Klemme (4) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, und die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den positiven Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Kathode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die zweite (2) und die vierte Klemme (4) geschaltet ist (Fig.2.b), **oder dass** an die vierte Klemme (4) der positive Pol und an die dritte Klemme (3) der negative Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode

(D2) an die zweite Klemme (2) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) und die erste Klemme (1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Anode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Kathode der ersten Diode (D1) an den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und die Kathode der zweiten Diode (D2) geschaltet ist und der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist (Fig.2.d).

3. Gleichspannungswandler gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** an die erste Klemme (1) der negative Pol und an die zweite Klemme (2) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten Schalters (S1) an die zweite Klemme (2) geschaltet ist, der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die Kathode der ersten Diode (D1) und an den positiven Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) geschaltet ist, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) und den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) aus der zweiten Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist **(Fig.3.a), oder dass** an die erste Klemme (1) der negative Pol und an die zweite Klemme (2) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der dritten (3) und der vierten Klemme (4) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird, wobei die Kathode der zweiten Diode (D2) mit der zweiten Klemme (2) verbunden ist und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den ersten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der positive Anschluss des zweiten elektronischen

Schalters (S1) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L1), den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) und die Anode der zweiten Diode (D2) geschaltet ist und der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (**Fig.3.c**), **oder dass** an die dritte Klemme (3) der negative Pol und an die vierte Klemme (4) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Anode der zweiten Diode (D2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist, und die erste Schalterstruktur (SStr1) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) und den negativen Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den positiven Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) der negative Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an die erste Klemme (1) geschaltet ist und der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an die vierte Klemme (4) geschaltet ist (**Fig.3.b**), **oder dass** an die vierte Klemme (4) der negative Pol und an die dritte Klemme (3) der positive Pol der Eingangsspannung (U1) angeschlossen ist, zwischen der ersten (1) und der zweiten Klemme (2) die Last angeschlossen ist, die erste Schalterstruktur (SStr1) durch die zweite Diode (D2) gebildet wird und die Kathode der zweiten Diode (D2) an die vierte Klemme (4) geschaltet ist, und die zweite Schalterstruktur (SStr2) durch eine Schalterkombination gebildet wird, wobei der positive Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L2) und den positiven Anschluss des ersten Kondensators (C1) geschaltet ist, an den negativen Anschluss des ersten elektronischen Schalters (S1) der positive Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) und die Kathode der ersten Diode (D1) geschaltet sind, die Anode der ersten Diode (D1) an die Anode der zweiten Diode (D2) und den ersten Anschluss der ersten Spule (L1) geschaltet ist und der negative Anschluss des zweiten elektronischen Schalters (S2) an die erste Klemme (1) geschaltet ist (**Fig.3.d**).

4. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektronischen Schalter (S1, S2) und die Dioden (D1, D2)

durch strombidirektionale Schalter, bestehend aus je einem elektronischen Schalter mit antiparalleler Diode, ersetzt werden.

5. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste (L1) und die zweite Spule (L2) magnetisch gekoppelt sind.
6. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Klemmenpaaren (1, 2) oder (3, 4), an denen die Eingangsspannung (U1) angeschaltet ist, ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist.
7. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Schaltern (S1, S2) Snubber Netzwerke geschaltet sind oder Vorrichtungen zur Erzielung von ZCS oder ZVS der Schalter (S1, S2) vorgesehen sind.
8. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehrere parallel geschaltet sind und phasenversetzt angesteuert werden.
9. Gleichspannungswandler gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehrere kaskadiert geschaltet sind.

Figuren P132

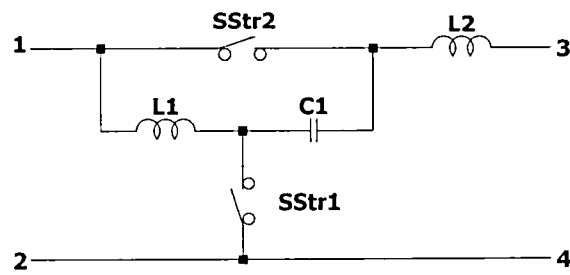


Fig. 1

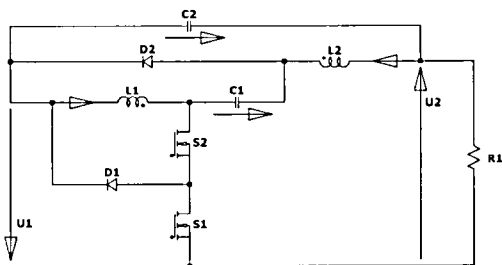


Fig. 2.a

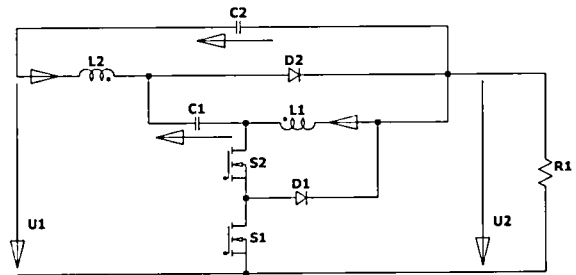


Fig. 2.b

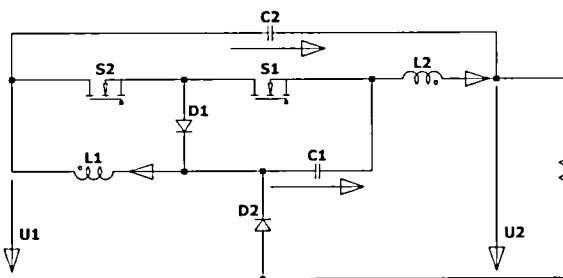


Fig. 2.c

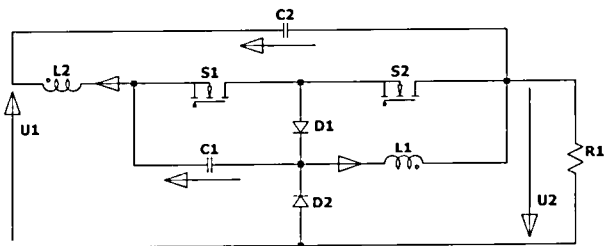


Fig. 2.d

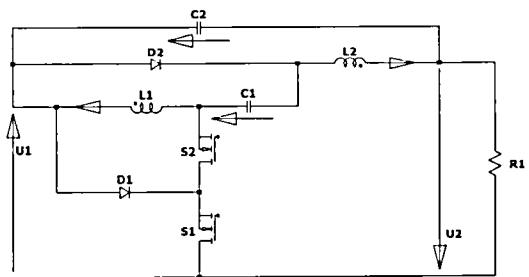


Fig. 3.a

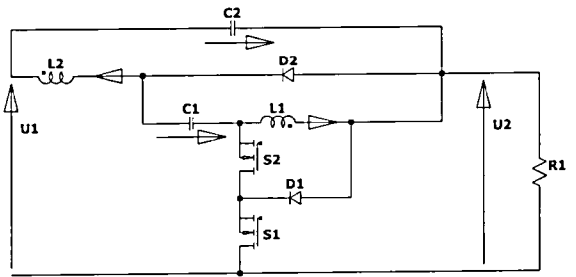


Fig. 3.b

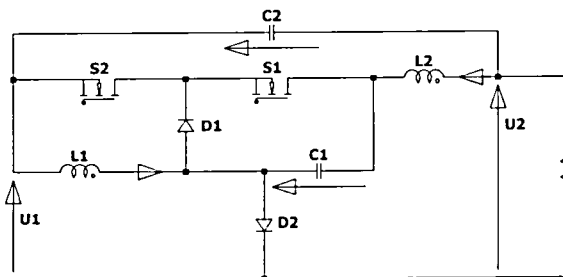


Fig. 3.c

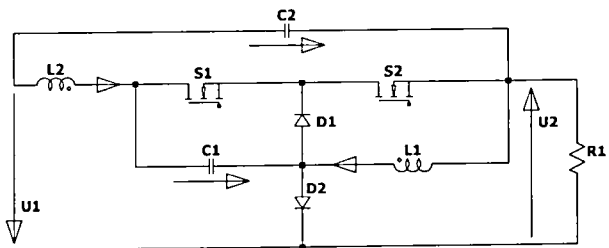


Fig. 3.d

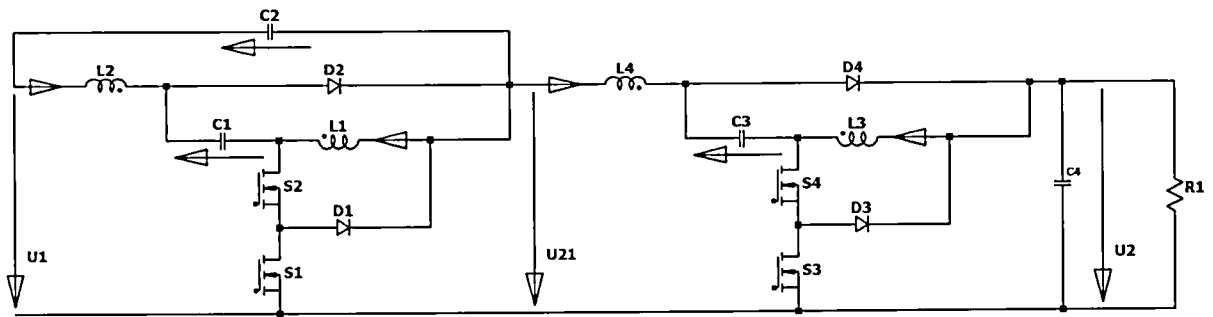


Fig. 4

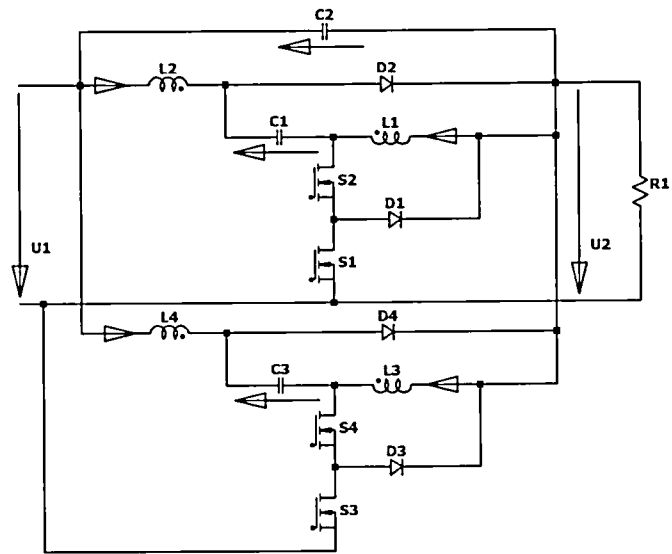


Fig. 5

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H02M 3/158 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H02M 3/158 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H02M

Konsultierte Online-Datenbank:
KIME

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 03.11.2023 eingereichten Ansprüchen 1-9 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	AT 524793 B1 (FELIX HIMMELSTOSS DIPL ING DR) 15. September 2022 (15.09.2022) Zusammenfassung, Fig. 1-6b.	1-9
A	HIMMELSTOSS, F.A. "Fourth order DC-DC converters with limited duty cycle range" In: Proceedings of Intelec 93: 15th International Telecommunications Energy Conference [online]. September 1993 (09.1993). Bd. 1, Seiten 358-364 Bd.1. [ermittelt am 23. Oktober 2024]. XP000496168. <doi:10.1109/INTELEC.1993.388498>. Ermittelt von <https://ieeexplore.ieee.org/document/388498> Zusammenfassung, Abschnitte II-V, Fig. 1, 2.	1-9
A	AT 412920 B (HIMMELSTOSS FELIX DIPL ING DR) 25. August 2005 (25.08.2005) Zusammenfassung, Fig. 1a-2c.	1-9
A	AT 412377 B (HIMMELSTOSS FELIX DIPL ING DR) 25. Januar 2005 (25.01.2005) Zusammenfassung, Fig. 1, 2.	1-9

Datum der Beendigung der Recherche:
23.10.2024

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LOIBNER Klaus

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmel-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht
als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die
Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen
dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für
einen Fachmann naheliegend ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
- P** Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach
dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem
ein „älteres Recht“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch
nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage
stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.