

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 93/2021
(22) Anmeldetag: 11.05.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2022

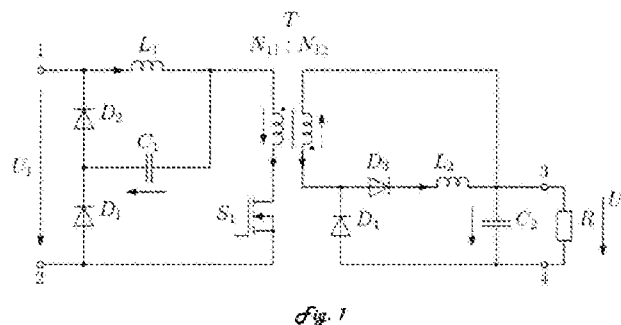
(51) Int. Cl.: **H02M 3/335** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
Himmelstoss, F. A., & Votzi, H. L. (2011). Combined Forward-Flyback-Converter with Only Two Diodes – Function and Modelling. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 13(2A), 6-12. [online], [abgerufen am 1.12.2021]. Abgerufen im Internet <<http://komunikacie.uniza.sk/index.php/communications/article/view/835>>
AT 512750 A1
AT 511846 B1
KR 20130083538 A

(71) Patentanmelder:
Fachhochschule Technikum Wien
1200 Wien (AT)
(72) Erfinder:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
2351 Wiener Neudorf (AT)
Hofschweiger Andreas BSc
3363 Ulmerfeld (AT)
Votzi Helmut Dr. MSc
2304 Orth an der Donau (AT)
(74) Vertreter:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
1200 Wien (AT)

(54) **Kombinierte Sperr-Durchflusswandler mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe**

(57) Die Erfindung betrifft zwei Varianten eines kombinierten Sperr-Durchflusswandlers mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe, bestehend aus einem positiven (1) und einem negativen Eingangsanschluss (2) zur Zuführung der Eingangsspannung (U_1), einem positiven (3) und einem negativen Ausgangsanschluss (4) zur Verbindung mit der Last (R), einem aktiven Schalter (S_1), einer ersten Diode (D_1), einer zweiten Diode (D_2), einer dritten Diode (D_3) und fakultativ einer vierten Diode (D_4), einer ersten (L_1) und einer zweiten Spule (L_2), einer magnetisch gekoppelten Spule (T) mit einer ersten (N_{11}) und einer zweiten Wicklung (N_{12}), einem ersten (C_1), einem zweiten (C_2) und fakultativ einem dritten Kondensator (C_3). Der Energietransfer an die Sekundärseite erfolgt sowohl im leitenden wie im sperrenden Zustand der Taktperiode des aktiven Schalters.



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft zwei Varianten eines kombinierten Sperr-Durchflusswandlers mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe, bestehend aus einem positiven (1) und einem negativen Eingangsanschluss (2) zur Zuführung der Eingangsspannung (U_1), einem positiven (3) und einem negativen Ausgangsanschluss (4) zur Verbindung mit der Last (R), einem aktiven Schalter (S_1), einer ersten Diode (D_1), einer zweiten Diode (D_2), einer dritten Diode (D_3) und fakultativ einer vierten Diode (D_4), einer ersten (L_1) und einer zweiten Spule (L_2), einer magnetisch gekoppelten Spule (T) mit einer ersten (N_{11}) und einer zweiten Wicklung (N_{12}), einem ersten (C_1), einem zweiten (C_2) und fakultativ einem dritten Kondensator (C_3). Der Energietransfer an die Sekundärseite erfolgt sowohl im leitenden wie im sperrenden Zustand der Taktperiode des aktiven Schalters.

(Fig. 1)

Kombinierte Sperr-Durchflusswandler mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe

Die Erfindung betrifft kombinierte Sperr-Durchflusswandler mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe, bestehend aus einem positiven (1) und einem negativen Eingangsanschluss (2) zur Zuführung der Eingangsspannung (U_1), einem positiven (3) und einem negativen Ausgangsanschluss (4) zur Verbindung mit der Last (R), einem aktiven Schalter (S_1), einer ersten Diode (D_1), einer zweiten Diode (D_2), einer dritten Diode (D_3) und fakultativ einer vierten Diode (D_4), einer ersten (L_1) und einer zweiten Spule (L_2), einer magnetisch gekoppelten Spule (T) mit einer ersten (N_{11}) und einer zweiten Wicklung (N_{12}), einem ersten (C_1), einem zweiten (C_2) und fakultativ einem dritten Kondensator (C_3), wobei an den positiven Eingangsanschluss (1) die Kathode der zweiten Diode (D_2) und der erste Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet sind, an die Anode der zweiten Diode (D_2) die Kathode der ersten Diode (D_1) und der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C_1) geschaltet sind, an den ersten Anschluss des ersten Kondensators (C_1) der zweite Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet ist und die Anode der ersten Diode (D_1) mit dem negativen Eingangsanschluss (2) verbunden ist.

Sperr- und Durchflusswandler ermöglichen es durch das Windungsverhältnis der Wicklungen große Spannungsübersetzungen zu erzielen. Gleichzeitig ermöglichen sie auch eine Potentialtrennung zwischen Eingang und Ausgang. Beim Sperrwandler erfolgt die Energieaufnahme aus der Quelle, wenn der aktive Schalter eingeschaltet ist; die Energie wird dabei im Magnetkreis der gekoppelten Spulen gespeichert und dann, wenn der aktive Schalter sperrt, wird diese Energie über die zweite Wicklung an den Ausgangskreis abgegeben. Bedingt durch die erforderliche Zwischenspeicherung im Magnetfeld, eignet sich das Sperrwandlerkonzept nur für Leistungen bis etwa 150 W. Größere Leistungen werden dann mit dem Durchflusswandler übertragen. Hier arbeiten die beiden gekoppelten Spulen wie bei einem Transformator. Ist der aktive Schalter eingeschaltet, so wird Energie nach dem Transformatorprinzip auch gleich an den Sekundärkreis übertragen. Wie bei einem Transformator fließt auf der Primärseite, zusätzlich zu dem für den Strom auf der Sekundärseite erforderlichen Strom, auch ein Magnetisierungsstrom. Dieser wird nach Abschalten des aktiven Schalters mit Hilfe einer dritten magnetisch verkoppelten Wicklung abgebaut. Bei dem hier vorgeschlagenen Konzept ist jedoch keine zusätzliche Wicklung für die Entmagnetisierung notwendig.

Um die Flexibilität und das Spannungsübersetzungsverhältnis zu erweitern ist eine quadratische Stufe mit tiefsetzendem Verhalten hinzugefügt.

Die beiden vorgeschlagenen Wandlerstrukturen werden nun an Hand von Figuren beschrieben. Fig. 1 stellt Variante 1 und Fig. 5 die Variante 2 dar. Die Figuren Fig. 2 bis Fig. 4 und Fig. 6 bis Fig. 8 stellen die wichtigsten Moden der beiden Varianten dar.

Fig. 1 zeigt Variante 1. Bei dieser Schaltung benötigt man vier Dioden und zwei Kondensatoren. Fig. 5 stellt die Variante 2 dar. Hier benötigt man nur drei Dioden, aber auch drei Kondensatoren. Beide Schaltungen haben sonst die gleiche Anzahl von Bauteilen: zwei Spulen (L_1, L_2), eine gekoppelte Spule (T) mit zwei Wicklungen (N_{11}, N_{12}) und einen aktiven Schalter (S_1). Der aktive Schalter ist beispielhaft als MOSFET gezeichnet.

Die Funktion der Schaltungen wird nun für die beiden Varianten zum leichteren Verständnis getrennt besprochen. Dabei werden eingeschwungener Betrieb und ideale Bauteile vorausgesetzt. Die Kondensatoren sind entsprechend groß, sodass die Spannung an ihnen während einer Taktperiode als praktisch konstant angenommen werden kann.

Um die Funktion der Schaltung gemäß Fig. 1 Variante 1 zu beschreiben, werden nun die einzelnen Moden der Schaltung betrachtet. Fig. 2 stellt Modus M1 dar. Der aktive Schalter (S_1) ist eingeschaltet. Damit liegt die Differenz von Eingangsspannung (U_1) und Spannung am ersten Kondensator (C_1) an der ersten Spule (L_1) und der Strom durch diese nimmt zu. Mit dem Einschalten des aktiven Schalters (S_1) schaltet auch die erste Diode (D_1) ein. Dadurch liegt die Spannung des ersten Kondensators (C_1) an der primären Wicklung (N_{11}) und erzeugt auf der sekundären Wicklung (N_{12}) eine Spannung, die entsprechend dem Windungsverhältnis transformiert ist, gemäß

$$U_{N12} = U_{C1} \frac{N_{12}}{N_{11}} .$$

Dadurch schaltet die dritte Diode (D_3) ein und die Sekundärspannung liegt nun an der zweiten Spule (L_2) und der Strom durch diese steigt an. Dieser Sekundärstrom verursacht nun auf der Primärseite einen entsprechenden Strom (gemäß dem Windungsverhältnis um den Faktor N_{12}/N_{11} verändert), der ebenfalls durch den Transistor fließt. Die Energie wird teilweise aus dem ersten Kondensator (C_1) entnommen (die Spannung an C_1 nimmt daher praktisch etwas ab). Die Last wird in diesem Modus vom Kondensator C_2 versorgt.

Wird nun von der Steuervorrichtung der aktive Schalter (S_1) abgeschaltet, so beginnt Modus M2 (Fig. 3). Der Strom durch die erste Spule (L_1) kommutiert nun in die zweite Diode (D_2). Damit liegt eine negative Spannung (die Spannung an C_1) an der Spule und der Strom sinkt. Gleichzeitig schaltet die erste Diode (D_1) aus und es kann auch kein Strom mehr in der Primärwicklung fließen. Der Magnetisierungsstrom kann sich aber über die Sekundärwicklung (N_{12}) abbauen. Dazu schaltet die vierte Diode (D_4) ein. Der Magnetisierungsstrom baut sich nun über den Stromkreis Sekundärwicklung (N_{12}), zweiter Kondensator (C_2) und vierter Diode (D_4) ab. Weiters schaltet die dritte Diode (D_3) ein und es baut sich der Strom in der zweiten Spule (an dieser liegt nun die negative Ausgangsspannung U_2) über dem Stromkreis: zweite Spule (L_2), zweiter Kondensator (C_2), dritte

Diode (D₃) und vierter Diode (D₄) ab. Die Last liegt weiter am zweiten Kondensator (C₂) und wird von dort versorgt.

Erreichen die Ströme durch die Sekundärwicklung (N₁₂) und durch die zweite Spule (L₂) null, so schalten die dritte (D₃) und die vierte Diode (D₄) aus. Es beginnt nun der Modus M3 gemäß Fig. 4. Die erste Spule (L₁) baut ihre Magnetisierung weiter ab, und der zweite Kondensator (C₂) versorgt die Last.

Erreicht der Strom in der ersten Spule (L₁) auch den Wert null, so schaltet auch die zweite Diode (D₂) aus. Dies ist Modus M4. Die Last wird weiter durch den zweiten Kondensator (C₂) versorgt.

Es sei auch angemerkt, dass es noch weitere Möglichkeiten gibt. So kann z.B. auch der Strom in der ersten Spule (L₁) schon vor dem in der zweiten Spule (L₂) zu lücken beginnen, oder dass der aktive Schalter (S₁) noch bevor die gekoppelten Spulen (T) oder die zweite Spule (L₂) entmagnetisiert haben wieder eingeschaltet wird.

Der Ablauf der Modi M1, M2, M3 ist aber der am leichtesten zu steuernde und die Gefahr einer Sättigung der magnetischen Bauelemente wird dabei vermieden, das heißt aber nicht, dass man die Schaltung nicht auch anders betreiben kann.

Das Gleichspannungsübersetzungsverhältnis im kontinuierlichen Betrieb lässt sich gemäß

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_{12}}{N_{11}} \frac{d^2}{1-d}$$

bestimmen. Man erkennt die Funktion eines quadratischen Tiefsetzstellers die noch über das Windungsverhältnis angepasst werden kann.

Im diskontinuierlichen Betrieb wird die Formel natürlich nicht so einfach. Es gehen nun zusätzlich die Schaltfrequenz f, die Last (R) und die Größe der Primärwicklung (L_{N11}) und der Wert der zweiten Spule (L₂) ein. Der Wert der ersten Spule (L₁) geht hier nicht ein, denn man wird die erste Spule (L₁) auch in diesem Fall besser im kontinuierlichen Modus betreiben. Es ergibt sich

$$M = \frac{U_2}{U_1} = K_{DCM} d^2 \sqrt{R}$$

mit dem Faktor K_{DCM}, in dem die Parameter des Konverters zusammengefasst sind. Dieser ergibt sich zu

$$K_{DCM} = \sqrt{\frac{1}{2f} \left[\left(\frac{N_{12}}{N_{11}} \right)^2 \frac{1}{L_2} + L_{N11} \right]}$$

Die Schaltungsvariante 2 gemäß der Abbildung Fig. 5 wird nun ebenfalls an Hand der Moden beschrieben. Mode M1 (Fig. 6) beginnt durch Einschalten des aktiven Schalters (S_1). Dadurch wird die Differenz von Eingangsspannung (U_1) und Spannung am ersten Kondensator (C_1) an die erste Spule (L_1) gelegt und der Strom in der Spule nimmt zu (bei konstanter Eingangsspannung und nahezu konstanter Kondensatorspannung ist der Anstieg linear). Gleichzeitig schaltet auch die Diode (D_1) ein und an der Primärwicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) liegt dann die Spannung des ersten Kondensators (C_1). Dadurch entsteht an der Sekundärwicklung (N_{12}) der gekoppelten Spulen (T) entsprechend dem Windungsverhältnis wieder die Spannung

$$U_{N12} = U_{C1} \frac{N_{12}}{N_{11}} .$$

Die dritte Diode (D_3) sperrt und die Spannung

$$U_{L2} = -U_2 + U_{C1} \frac{N_{12}}{N_{11}} + U_{C2}$$

liegt nun an der zweiten Spule (L_2) und führt zu einem Stromanstieg (wenn die Kondensatoren ausreichend groß dimensioniert sind, deren Spannung sich also während der Periodendauer kaum ändert, ist auch dieser Anstieg linear). Der Strom in der Primärwicklung steigt nun um den Faktor N_{12}/N_{11} transformiert an.

Modus M2 (Fig. 7) beginnt mit dem Ausschalten des aktiven Schalters (S_1). Dadurch schaltet die zweite Diode (D_2) ein und übernimmt den Strom der ersten Spule (L_1). Die Spannung an der ersten Spule (L_1) ist nun die negative Spannung des ersten Kondensators (C_1) und der Strom in der ersten Spule (L_1) sinkt. Gleichzeitig schaltet die erste Diode (D_1) aus und unterbricht somit den Stromfluss in der Primärwicklung (N_{11}). Damit wird auch der Energietransfer nach dem Durchflusswandlerprinzip gestoppt. Die Magnetisierungsenergie der gekoppelten Spulen (T) wird nun gemäß dem Sperrwandlerprinzip übertragen. Die dritte Diode (D_3) schaltet ein, der Magnetisierungsstrom baut sich über den zweiten Kondensator (C_2), die dritte Diode (D_3) und die Sekundärwicklung (N_{12}) ab. Gleichzeitig läuft sich der Strom der zweiten Spule (L_2) über die dritte Diode (D_3) und den dritten Kondensator (C_3) frei.

Es ist dabei sinnvoll, die Induktivität der zweiten Spule (L_2) und die Induktivität (L_{N12}) der Sekundärwicklung (N_{12}) gleich groß zu wählen, damit beide Spulen gleichzeitig entmagnetisiert werden. In diesem Modus werden sowohl der zweite (C_2) wie der dritte Kondensator (C_3) nachgeladen.

Wenn der Strom durch die dritte Diode (D_3) null wird, schaltet diese aus. Damit beginnt Modus M3 (Fig. 8). Die Last wird jetzt nur vom dritten Kondensator (C_3) versorgt und die erste Spule (L_1) läuft

sich weiter über die zweite Diode (D_2) frei. Ladung wird dabei dem ersten Kondensator (C_1) zugeführt. Erreicht der Strom durch die zweite Diode (D_2) null, so schaltet auch diese Diode aus. Nun sind alle magnetischen Bauteile entmagnetisiert und stromlos. Meist wird man jedoch die Schaltung so betreiben, dass die erste Spule (L_1) im kontinuierlichen Betrieb bleibt.

Das Gleichspannungsübersetzungsverhältnis im kontinuierlichen Betrieb lässt sich gemäß

$$M = \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_{12}}{N_{11}} \frac{d^2}{1-d}$$

bestimmen und zeigt das gleiche Ergebnis wie Variante 1. Man erkennt die Funktion eines quadratischen Tiefsetzstellers, die noch über das Windungsverhältnis angepasst werden kann.

Im diskontinuierlichen Betrieb wird die Formel natürlich nicht so einfach. Es gehen nun zusätzlich die Schaltfrequenz f , die Last (R) und die Größe der Primärwicklung (L_{N11}) und der Wert der zweiten Spule (L_2) ein. Der Wert von (L_1) geht hier nicht ein, denn man wird die erste Spule auch in diesem Fall besser im kontinuierlichen Modus (oder im Grenzbetrieb) betreiben. Es ergibt sich auch wieder dasselbe Spannungsübersetzungsverhältnis wie bei Variante 1.

Bekanntlich treten in Konvertern, die im diskontinuierlichen Mode betrieben werden, hochfrequente Schwingungen an den Schaltern, bedingt durch deren parasitäre Kapazitäten, auf. Will man diese Schwingungen aus Entstörungsgründen unterdrücken, so bieten sich zwei Möglichkeiten an. Einerseits kann man die erste Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) während des Modus M3 kurzschließen, oder man erweitert die zweite Spule (L_2) mit einer zweiten Wicklung (dabei genügt ein dünner Draht, weil der dort fließende Strom nur einen geringen Effektivwert hat), und schließt diese zweite Wicklung während M3 kurz.

Bei der ersten Variante schaltet man zum Beispiel zu einem MOSFET, dessen Source mit dem ersten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) verbunden ist und eine weitere Diode, deren Anode mit dem zweiten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) verbunden ist, in Serie. Die in Serie geschaltete Diode verhindert ein Leitendwerden der Bodydiode des MOSFETs.

Bei der zweiten Variante benötigt man keine potentialfreie Ansteuerung. Die beiden Wicklungsenden werden jeweils an einen positiven Anschluss eines aktiven Schalters geschaltet. Diese zwei Hilfsschalter werden mit ihren negativen Anschlüssen zusammengeschaltet. Dies ist dann auch gleichzeitig das Massepotential des Eingangs. Alle aktiven Schalter können daher einfach gegen Masse angesteuert werden.

Die Aufgabe einen kombinierten Sperr-Durchflusswandler mit quadratischem tiefsetzenden Verhalten zu realisieren wird erfindungsgemäß dadurch bewerkstelligt, dass an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist, und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der zweite Anschluss der zweiten Spule (L_2), der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der positive Ausgangsanschluss (3) geschaltet sind, an den ersten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) die Anode der dritten Diode (D_3) und die Kathode der vierten Diode (D_4) geschaltet sind, an die Kathode der dritten Diode (D_3) der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) geschaltet ist und an die Anode der vierten Diode (D_4), der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der negative Ausgangsanschluss (4) geschaltet sind (Fig. 1), **oder dass** an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) geschaltet ist, der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L_2) und die Anode der dritten Diode (D_3) geschaltet ist, der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) an den zweiten Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und den negativen Ausgangsanschluss (4) geschaltet ist, und der erste Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) an die Kathode der dritten Diode (D_3), den ersten Anschluss des dritten Kondensators (C_3) und den positiven Ausgangsanschluss (3) geschaltet ist.

Der aktive Schalter kann auch mittels Entlastungsnetzwerk geschützt werden. Die Entlastung dient auch zur Verringerung der Überspannung am Schalter, bedingt durch die Streuinduktivität der gekoppelten Spulen (T).

Um den Einfluss der Zuleitungsinduktivität zu vermeiden wird man parallel zu den Eingangsanschlüssen (1, 2) einen Kondensator (oder eine Kombination von Kondensatoren) schalten.

Um störende Schwingungen an den Halbleitern zu vermeiden kann man parallel zur ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters schalten, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den ersten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist und die Anode

der weiteren Diode an den zweiten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist.

Man kann diese Schwingungen auch dadurch vermeiden, dass mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite Wicklung magnetisch gekoppelt vorhanden ist, wobei der erste Anschluss dieser zweiten Wicklung an die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters geschaltet ist, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den zweiten Anschluss dieser zweiten Wicklung geschaltet ist und an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4) geschaltet ist.

Eine alternative Variante besteht darin, dass mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite magnetisch gekoppelte Wicklung vorhanden ist, wobei die Anschlüsse dieser zweiten Wicklung jeweils an die positiven Anschlüsse weiterer aktiver Schalter geschaltet sind, deren negative Anschlüsse zusammen geschaltet entweder an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4), oder an negativen Eingangsanschluss (2) geschaltet sind.

Patentansprüche

1. Kombiniertes Sperr-Durchflusswandler mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe, bestehend aus einem positiven (1) und einem negativen Eingangsanschluss (2) zur Zuführung der Eingangsspannung (U_1), einem positiven (3) und einem negativen Ausgangsanschluss (4) zur Verbindung mit der Last (R), einem aktiven Schalter (S_1), einer ersten Diode (D_1), einer zweiten Diode (D_2), einer dritten Diode (D_3) und fakultativ einer vierten Diode (D_4), einer ersten (L_1) und einer zweiten Spule (L_2), einer magnetisch gekoppelten Spule (T) mit einer ersten (N_{11}) und einer zweiten Wicklung (N_{12}), einem ersten (C_1), einem zweiten (C_2) und fakultativ einem dritten Kondensator (C_3), wobei an den positiven Eingangsanschluss (1) die Kathode der zweiten Diode (D_2) und der erste Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet sind, an die Anode der zweiten Diode (D_2) die Kathode der ersten Diode (D_1) und der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C_1) geschaltet sind, an den ersten Anschluss des ersten Kondensators (C_1) der zweite Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet ist und die Anode der ersten Diode (D_1) mit dem negativen Eingangsanschluss (2) verbunden ist **dadurch gekennzeichnet, dass** an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der zweite Anschluss der zweiten Spule (L_2), der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der positive Ausgangsanschluss (3) geschaltet sind, an den ersten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) die Anode der dritten Diode (D_3) und die Kathode der vierten Diode (D_4) geschaltet sind, an die Kathode der dritten Diode (D_3) der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) geschaltet ist und an die Anode der vierten Diode (D_4), der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der negative Ausgangsanschluss (4) geschaltet sind (Fig. 1), **oder dass** an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_2) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) geschaltet ist, der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L_2) und die Anode der dritten Diode (D_3) geschaltet ist, der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) an den zweiten Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und den negativen Ausgangsanschluss (4)

- geschaltet ist, und der erste Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) an die Kathode der dritten Diode (D_3), den ersten Anschluss des dritten Kondensators (C_3) und den positiven Ausgangsanschluss (3) geschaltet ist.
2. Konverter gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktive Schalter mit einem Entlastungsnetzwerk geschützt ist.
 3. Konverter gemäß den Ansprüchen 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Eingangsanschlüssen (1, 2) ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist/sind.
 4. Konverter gemäß den Ansprüchen 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zur ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters geschaltet ist, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den ersten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist und die Anode der weiteren Diode an den zweiten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist.
 5. Konverter gemäß den Ansprüchen 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite Wicklung magnetisch gekoppelt vorhanden ist, wobei der erste Anschluss dieser zweiten Wicklung an die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters geschaltet ist, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den zweiten Anschluss dieser zweiten Wicklung geschaltet ist und an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4) geschaltet ist.
 6. Konverter gemäß den Ansprüchen 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite magnetisch gekoppelte Wicklung vorhanden ist, wobei die Anschlüsse dieser zweiten Wicklung jeweils an die positiven Anschlüsse weiterer aktiver Schalter geschaltet sind, deren negative Anschlüsse zusammen geschaltet entweder an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4), oder an negativen Eingangsanschluss (2) geschaltet sind.

Figuren

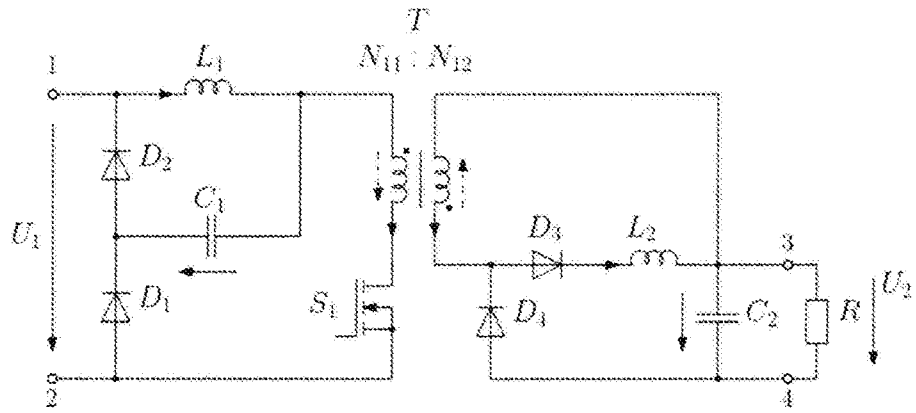


Fig. 1

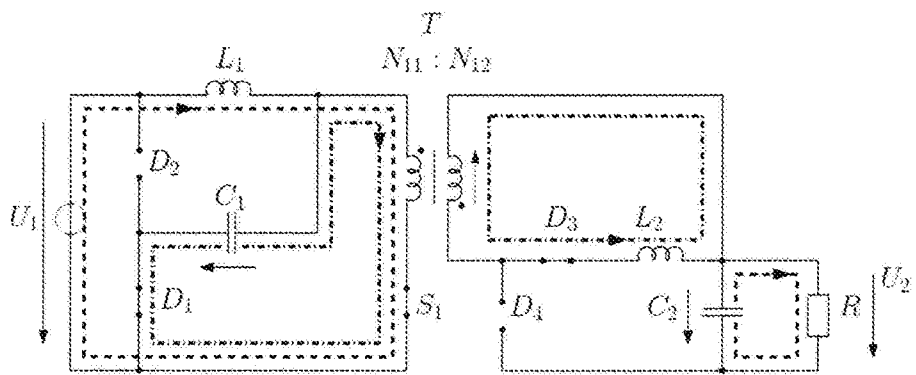


Fig. 2

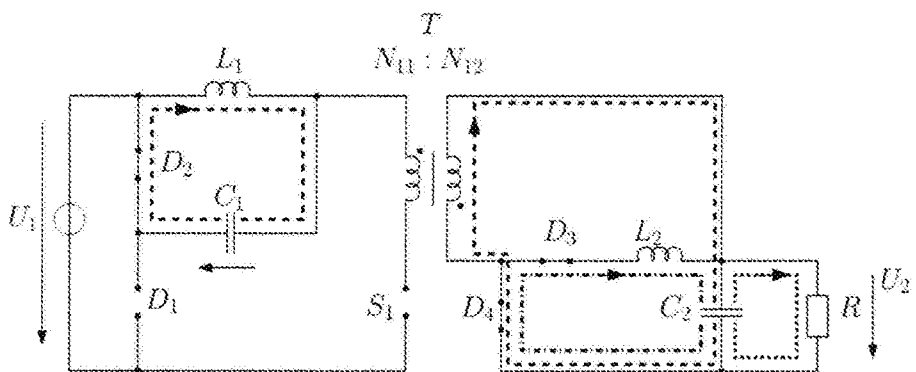


Fig. 3

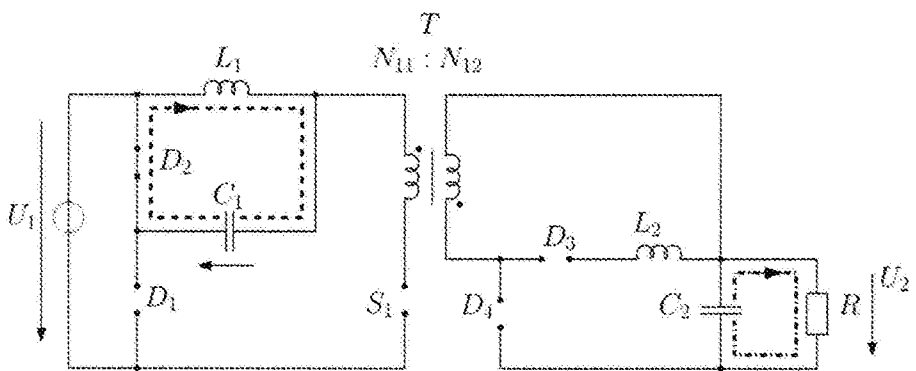


Fig. 4

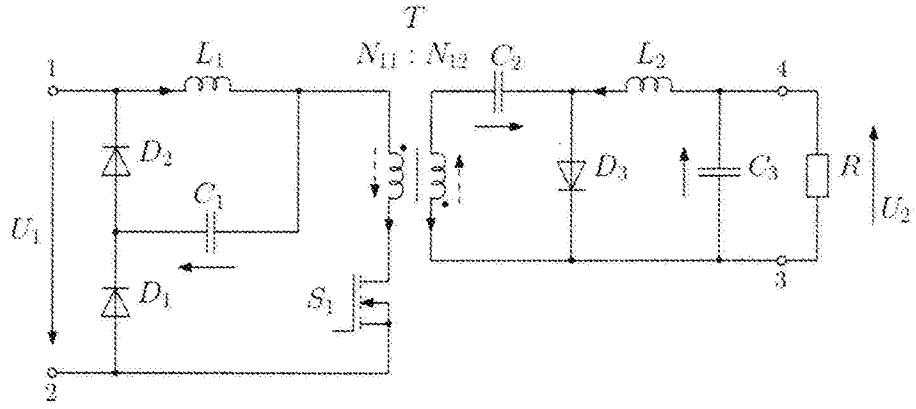


Fig. 5

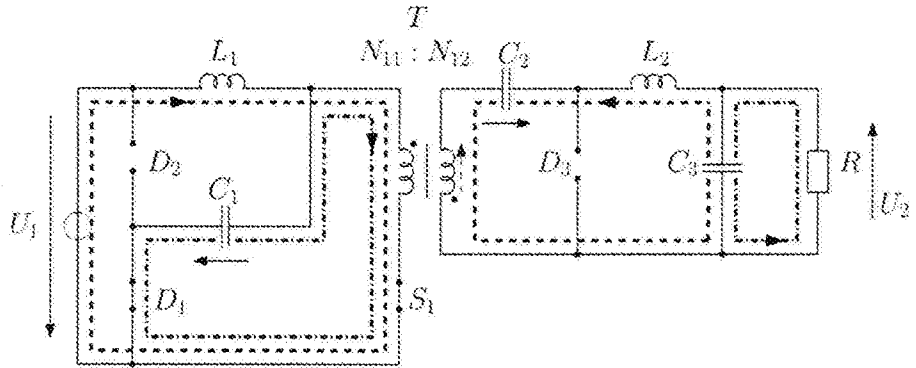


Fig. 6

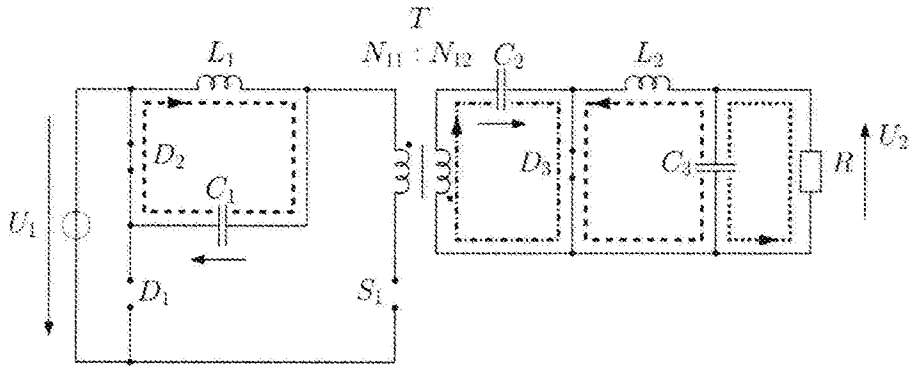


Fig. 7

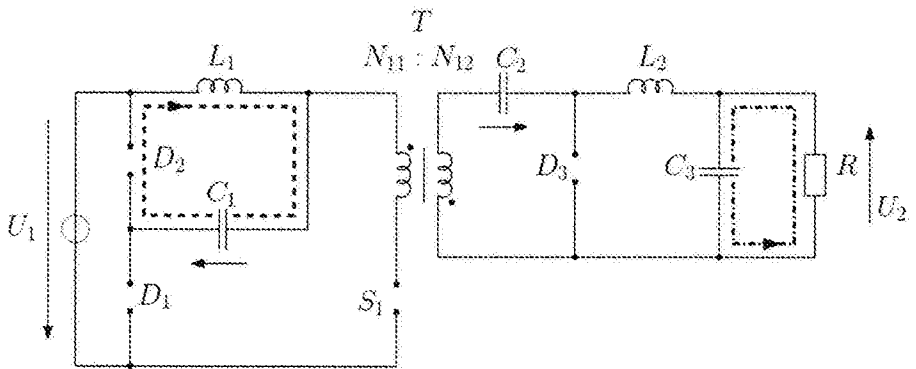


Fig. 8

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H02M 3/335 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H02M 3/33507 (2021.05); H02M 3/33538 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H02M

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPODOC, PATENW, PATDEW, IEEE, ScienceDirect, Google Scholar

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 11.05.2021 eingereichten Ansprüchen 1-6 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	Himmelstoss, F. A., & Votzi, H. L. (2011). Combined Forward-Flyback-Converter with Only Two Diodes - Function and Modelling. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 13(2A), 6-12. [online], [abgerufen am 1.12.2021]. Abgerufen im Internet < http://komunikacie.uniza.sk/index.php/communications/article/view/835 > Fig. 1, Seiten 6-7	1-6
Y	AT 512750 A1 (HIMMELSTOSS FELIX DIPL ING DR) 15. Oktober 2013 (15.10.2013) Fig. 1, Figurenbeschreibung	1-6
A	AT 511846 B1 (FACHHOCHSCHULE TECHNIKUM WIEN) 15. März 2013 (15.03.2013) Fig. 1, Fig. 2b, Figurenbeschreibung	1-6
A	KR 20130083538 A (SAMSUNG ELECTRO MECH, KOREA ADVANCED INST SCI & TECH) 23. Juli 2013 (23.07.2013) [Maschinenübersetzt durch ThomsonReuters] Figuren, Figurenbeschreibung	1-6

Datum der Beendigung der Recherche:

06.12.2021

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

FENNINGER Lukas

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand 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.

Patentansprüche

1. Kombiniertes Sperr-Durchflusswandler mit quadratischer tiefsetzender Vorstufe, bestehend aus einem positiven (1) und einem negativen Eingangsanschluss (2) zur Zuführung der Eingangsspannung (U_1), einem positiven (3) und einem negativen Ausgangsanschluss (4) zur Verbindung mit der Last (R), einem aktiven Schalter (S_1), einer ersten Diode (D_1), einer zweiten Diode (D_2), einer dritten Diode (D_3) und fakultativ einer vierten Diode (D_4), einer ersten (L_1) und einer zweiten Spule (L_2), einer magnetisch gekoppelten Spule (T) mit einer ersten (N_{11}) und einer zweiten Wicklung (N_{12}), einem ersten (C_1), einem zweiten (C_2) und fakultativ einem dritten Kondensator (C_3), wobei an den positiven Eingangsanschluss (1) die Kathode der zweiten Diode (D_2) und der erste Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet sind, an die Anode der zweiten Diode (D_2) die Kathode der ersten Diode (D_1) und der zweite Anschluss des ersten Kondensators (C_1) geschaltet sind, an den ersten Anschluss des ersten Kondensators (C_1) der zweite Anschluss der ersten Spule (L_1) geschaltet ist und die Anode der ersten Diode (D_1) mit dem negativen Eingangsanschluss (2) verbunden ist **dadurch gekennzeichnet, dass** an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_1) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der zweite Anschluss der zweiten Spule (L_2), der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der positive Ausgangsanschluss (3) geschaltet sind, an den ersten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) die Anode der dritten Diode (D_3) und die Kathode der vierten Diode (D_4) geschaltet sind, an die Kathode der dritten Diode (D_3) der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) geschaltet ist und an die Anode der vierten Diode (D_4), der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der negative Ausgangsanschluss (4) geschaltet sind (Fig. 1), **oder dass** an den zweiten Anschluss der ersten Spule (L_1) der erste Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) geschaltet ist und der zweite Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spule (T) an den positiven Anschluss des aktiven Schalters (S_1) geschaltet ist und an den negativen Anschluss des aktiven Schalters (S_1) die Anode der ersten Diode (D_2) geschaltet ist, an den zweiten Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) der erste Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) geschaltet ist, der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) an den zweiten Anschluss der zweiten Spule (L_2) und die Anode der dritten Diode (D_3) geschaltet ist, der erste Anschluss der zweiten Spule (L_2) an den zweiten Anschluss des dritten Kondensators (C_3) und den negativen Ausgangsanschluss (4)

geschaltet ist, und der erste Anschluss der zweiten Wicklung (N_{12}) der gekoppelten Spule (T) an die Kathode der dritten Diode (D_3), den ersten Anschluss des dritten Kondensators (C_3) und den positiven Ausgangsanschluss (3) geschaltet ist.

2. Konverter gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** der aktive Schalter (S_1) mit einem Entlastungsnetzwerk geschützt ist.
3. Konverter gemäß den Ansprüchen 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zu den Eingangsanschlüssen (1, 2) ein weiterer Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist/sind.
4. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** parallel zur ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters geschaltet ist, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den ersten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist und die Anode der weiteren Diode an den zweiten Anschluss der ersten Wicklung (N_{11}) der gekoppelten Spulen (T) geschaltet ist.
5. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite Wicklung magnetisch gekoppelt vorhanden ist, wobei der erste Anschluss dieser zweiten Wicklung an die Serienschaltung einer weiteren Diode und eines weiteren aktiven Schalters geschaltet ist, wobei der negative Anschluss des weiteren aktiven Schalters an den zweiten Anschluss dieser zweiten Wicklung geschaltet ist und an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4) geschaltet ist.
6. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der Wicklung der zweiten Spule (L_2) eine zweite magnetisch gekoppelte Wicklung vorhanden ist, wobei die Anschlüsse dieser zweiten Wicklung jeweils an die positiven Anschlüsse zweier weiterer aktiver Schalter geschaltet sind, die negativen Anschlüsse dieser weiteren aktiven Schalter zusammen geschaltet entweder an den positiven (3) oder den negativen Ausgangsanschluss (4), oder an den negativen Eingangsanschluss (2) geschaltet sind.