

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 359/2018
(22) Anmeldetag: 26.11.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.02.2020

(51) Int. Cl.: **H02M 3/158** (2006.01)
G05F 1/46 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2012223667 A1
JP 2008206282 A
EP 2782235 A1

(71) Patentanmelder:
Fachhochschule Technikum Wien
1200 Wien (AT)

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

(74) Vertreter:
Himmelstoss Felix Dipl.Ing. Dr.
1200 Wien (AT)

(54) **Kombinierter D-, 2D-Konverter**

(57) Die Erfindung betrifft einen Konverter, bestehend aus einer positiven (1) und einer negativen Eingangsklemme (2), an denen die Eingangsspannung (U_1) geschaltet ist, einer Halbbrücke, bestehend aus zwei aktiven strombidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2), wobei der positive Anschluss des ersten strombidirektionalen Schalters (S_1) mit der positiven Eingangsklemme (1), der negative Anschluss des zweiten strombidirektionalen Schalters (S_2) mit der negativen Eingangsklemme (2), der negative Anschluss des ersten bidirektionalen Schalters (S_1) und der positive Anschluss des zweiten bidirektionalen Schalters (S_2) verschaltet sind, einer Diode (D), einer Spule (L), zwei Kondensatoren (C_1 , C_2), einem Umschalter (U), einer positiven (3) und einer negativen Ausgangsklemme, an denen die induktive Last (M) geschaltet ist. In der Schalterstellung (d1) funktioniert die Schaltung wie ein gewöhnlicher Tiefsetzsteller, in der Schalterstellung (d2) jedoch wie ein Hochtiefsetzsteller mit einem Spannungsübersetzungsverhältnis von zweimal dem Tastverhältnis bezogen auf den ersten bidirektionalen Schalter (S_1).

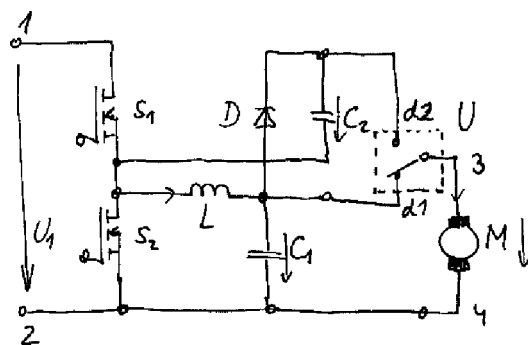
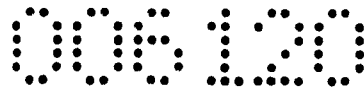


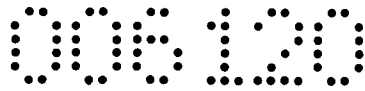
Fig. 1



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Konverter, bestehend aus einer positiven (1) und einer negativen Eingangsklemme (2), an denen die Eingangsspannung (U_1) geschaltet ist, einer Halbbrücke, bestehend aus zwei aktiven strombidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2), wobei der positive Anschluss des ersten strombidirektionalen Schalters (S_1) mit der positiven Eingangsklemme (1), der negative Anschluss des zweiten strombidirektionalen Schalters (S_2) mit der negativen Eingangsklemme (2), der negative Anschluss des ersten bidirektionalen Schalters (S_1) und der positive Anschluss des zweiten bidirektionalen Schalters (S_2) verschalten sind, einer Diode (D), einer Spule (L), zwei Kondensatoren (C_1 , C_2), einem Umschalter (U), einer positiven (3) und einer negativen Ausgangsklemme, an denen die induktive Last (M) geschaltet ist. In der Schalterstellung (d1) funktioniert die Schaltung wie ein gewöhnlicher Tiefsetzsteller, in der Schalterstellung (d2) jedoch wie ein Hochtiefsetzsteller mit einem Spannungsübersetzungsverhältnis von zweimal dem Tastverhältnis bezogen auf den ersten bidirektionalen Schalter (S_1).

(Fig. 1)



Kombinierter D-, 2D-Konverter

Die Erfindung betrifft einen Konverter, bestehend aus einer positiven (1) und einer negativen Eingangsklemme (2), an denen die Eingangsspannung (U_1) geschaltet ist, einer Halbbrücke, bestehend aus zwei aktiven strombidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2), wobei der positive Anschluss des ersten strombidirektionalen Schalters (S_1) mit der positiven Eingangsklemme (1), der negative Anschluss des zweiten strombidirektionalen Schalters (S_2) mit der negativen Eingangsklemme (2), der negative Anschluss des ersten bidirektionalen Schalters (S_1) und der positive Anschluss des zweiten bidirektionalen Schalters (S_2) verschalten sind, einer Diode (D), einer Spule (L), zwei Kondensatoren (C_1 , C_2), einem Umschalter (U), einer positiven (3) und einer negativen Ausgangsklemme, an denen die induktive Last (M) geschaltet ist.

Als induktive Last kann dabei neben der Ankerwicklung einer Gleichstrommaschine auch ein induktiver Aktuator, eine Spule in Serie mit einer Batterie oder einer Superkapazität (als Anwendung als Ladegerät), oder eine Spule in Serie mit Leuchtmitteln sein.

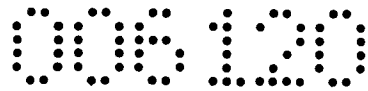
Die Schaltung lässt sich leicht an Hand des Schaltbilds Fig. 1 erklären. Als Last dient eine Gleichstrommaschine. Ideale Bauteile werden vorausgesetzt. Die aktiven Schalter S_1 und S_2 bilden mit der Spule L und dem Kondensator einen normalen Tiefsetzsteller an dem, wenn der Umschalter in der Position d liegt, die Gleichstrommaschine M als Last geschaltet ist. Im eingeschwungenen Zustand stellt sich im kontinuierlichen Betrieb mit einem Tastverhältnis d an C_1 die Spannung

$$U_{C1} = dU_1$$

ein. Die Quellspannung U_q der Maschine wird sich daher (wenn der Wicklungswiderstand vernachlässigt wird) auf denselben Wert einstellen. Mit der Spannungskonstante der Maschine C_E ergibt sich daher die Drehzahl

$$n = \frac{1}{C_E} dU_1 .$$

Man kann die Spannung an der Maschine zwischen null und der Eingangsspannung verändern und verändert daher entsprechend die Drehzahl. Der Betrieb in der Schalterstellung d1 entspricht dem normalen Betrieb einer Maschine an einem Buck Konverter.



Schaltet man jedoch den Umschalter U in die Position d2, so verändern sich die Funktionsweise und das Verhalten des Antriebs. Die Induktivität der Maschine L_M und die Quellspannung U_q müssen nun berücksichtigt werden.

Die Schaltung hat im kontinuierlichen Betrieb zwei Moden. Im Mode M1 leitet der aktive Schalter S und die Dioden D_1 , D_2 sperren. Im zweiten Mode M2 sperrt der aktive Schalter S und die Dioden D_1 und D_2 leiten.

Für die Spule L kann man das Spannungszeitgleichgewicht im eingeschwungenen Zustand anschreiben gemäß

$$(U_1 - U_{C1})d = U_{C1}(1 - d)$$

$$U_{C1} = U_1 d .$$

Dies gilt grundsätzlich auch in der Betriebsart d1.

Für das Spannungszeitgleichgewicht an der Maschineninduktivität L_M kann man schreiben

$$(U_{C2} + U_1 - U_q)d = (U_{C2} - U_q)(1 - d) .$$

Im Mode 2 sind C_1 und C_2 parallel geschaltet, daher müssen sie die gleiche Spannung haben

$$U_{C1} = U_{C2} .$$

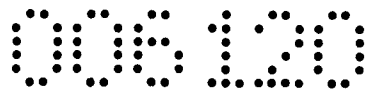
Damit ergibt sich für die Quellspannung

$$U_q = 2dU_1 .$$

Man sieht, dass in der Schalterstellung d2 die Schaltung in Bezug auf die Quellspannung wie ein Hochtiefssetzer arbeitet. Man kann in dieser zweiten Stellung also (bis theoretisch) die doppelte Drehzahl erreichen als in der Schalterstellung d1

$$n = \frac{1}{C_E} 2dU_1 .$$

Die Glättung erfolgt dabei nur über die relativ große Maschineninduktivität L_M und das Trägheitsmoments des Antriebs und ist daher geringer als in der Schalterstellung d1, wo L und C_1 einen Tiefpass bilden.



Es soll auch angemerkt werden, dass man aus der Schleife U_q , C_1 , L , C_2 , L_M auch erkennt, dass die Quellspannung die Summe der beiden Kondensatorspannungen sein muss.

Der Vorteil des hier vorgestellten Konverters ist die Möglichkeit höhere Drehzahlen zu erzielen als mit dem normalen Tiefsetzsteller. Die Übersetzungskennlinie ist auch in der zweiten Schalterstellung linear.

Als Nachteil kann man die Tatsache ansehen, dass bei Schalterstellung d2 die beiden Kondensatoren im Mode M2 parallel liegen und daher bei leicht unterschiedlicher Ladung ein Ausgleichsstrom fließen muss, der zu prinzipbedingten Verlusten führt. (Diesen Nachteil haben auch die sogenannten Z-Source Konverter und deren Abwandlungen.)

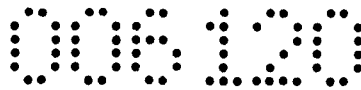
Der Umschalter kann auf verschiedene Arten realisiert werden, als mechanischer, elektromechanischer oder als elektronischer. Dies wird sich aus der Anwendung ergeben. Als elektromechanischer Umschalter erscheint besonders ein bistabiles Stoßrelais sinnvoll.

Die Aufgabe einen umschaltbaren D-/2D-Konverter zu realisieren wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, dass an die Verbindung von erstem (S_1) und zweitem bidirektionalen Schalter (S_2) der erste Anschluss der Spule (L) und der negative Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der Spule (L) der positive Anschluss des ersten Kondensators (C_1), die Anode der Diode (D) und der erste Kontakt ($d1$) des Umschalters (U) geschaltet sind, an die Kathode der Diode (D) der positive Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der zweite Kontakt ($d2$) des Umschalters (U) geschaltet sind, an dessen Wurzel die positive Ausgangsklemme (3) geschaltet ist und die negative Ausgangsklemme (4) mit dem negativen Anschluss des ersten Kondensators (C_1) und der negativen Eingangsklemme (2) verbunden sind.

Dabei ist es, um Überspannungen an den Schaltelementen zu vermeiden, sinnvoll, dass zwischen der positiven (1) und der negativen Eingangsklemme (2) ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist.

Um die Schaltverluste an den aktiven Schaltern zu vermeiden und Schalten bei Spannung null zu ermöglichen wird man die Schaltung durch Parallelschalten je eines Kondensators parallel zu den bidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2) erweitern.

Der Umschalter (U) kann durch einen mechanischen oder durch einen elektromechanischen oder elektronischen Umschalter realisiert werden.



Patentansprüche

1. Konverter bestehend aus einer positiven (1) und einer negativen Eingangsklemme (2), an denen die Eingangsspannung (U_1) geschaltet ist, einer Halbbrücke, bestehend aus zwei aktiven strombidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2), wobei der positive Anschluss des ersten strombidirektionalen Schalters (S_1) mit der positiven Eingangsklemme (1), der negative Anschluss des zweiten strombidirektionalen Schalters (S_2) mit der negativen Eingangsklemme (2), der negative Anschluss des ersten bidirektionalen Schalters (S_1) und der positive Anschluss des zweiten bidirektionalen Schalters (S_2) verschalten sind, einer Diode (D), einer Spule (L), zwei Kondensatoren (C_1 , C_2), einem Umschalter (U), einer positiven (3) und einer negativen Ausgangsklemme, an denen die induktive Last (M) geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** an die Verbindung von erstem (S_1) und zweitem bidirektionalen Schalter (S_2) der erste Anschluss der Spule (L) und der negative Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) geschaltet sind, an den zweiten Anschluss der Spule (L) der positive Anschluss des ersten Kondensators (C_1), die Anode der Diode (D) und der erste Kontakt (d1) des Umschalters (U) geschaltet sind, an die Kathode der Diode (D) der positive Anschluss des zweiten Kondensators (C_2) und der zweite Kontakt (d2) des Umschalters (U) geschaltet sind, an dessen Wurzel die positive Ausgangsklemme (3) geschaltet ist und die negative Ausgangsklemme (4) mit dem negativen Anschluss des ersten Kondensators (C_1) und der negativen Eingangsklemme (2) verbunden sind.
2. Konverter gemäß Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der positiven (1) und der negativen Eingangsklemme (2) ein Kondensator oder eine Kombination von Kondensatoren geschaltet ist.
3. Konverter gemäß Anspruch 1 und 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Parallelschalten je eines Kondensators parallel zu den bidirektionalen Schaltern (S_1 , S_2) Schalten bei Spannung null ermöglicht wird.
4. Konverter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umschalter (U) durch einen mechanischen oder durch einen elektromechanischen oder elektronischen Umschalter realisiert ist.

006 120

Figur

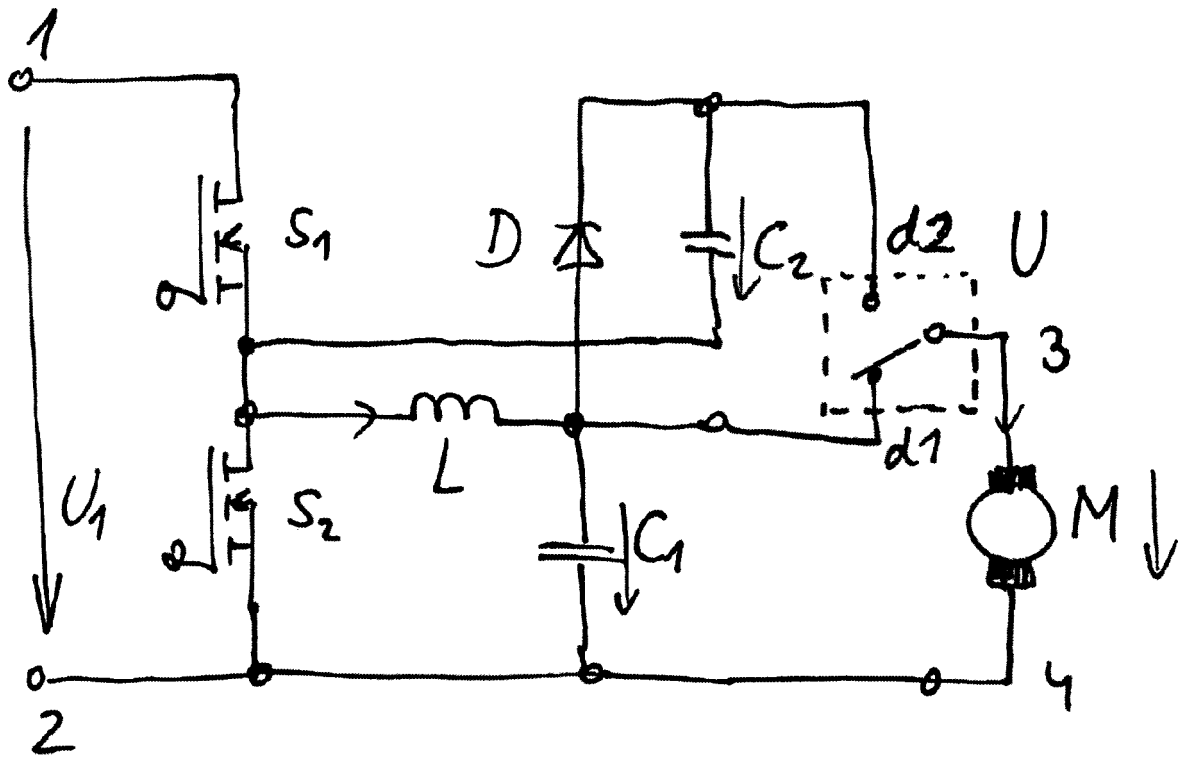


Fig. 1

000833

Figur

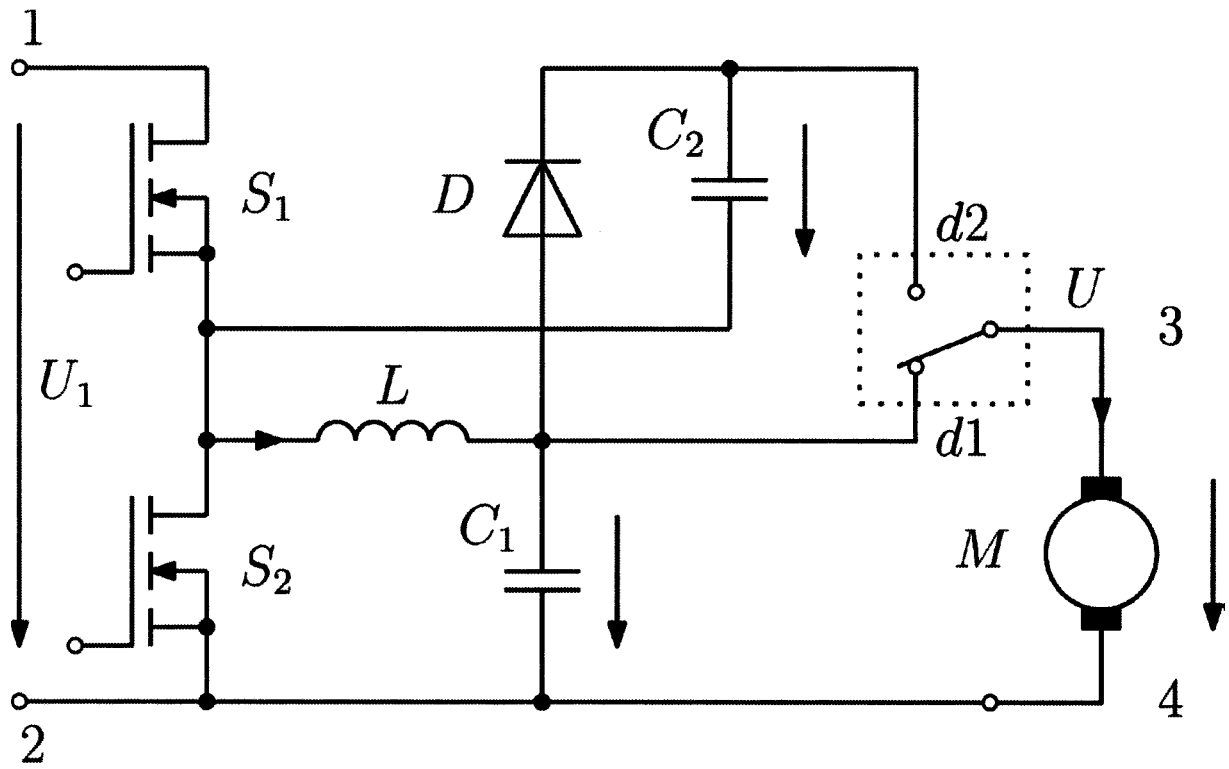


Fig. 1