



(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1942/97  
(22) Anmeldetag: 17.11.1997  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.02.2002  
(45) Ausgabetag: 25.10.2002

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02M 3/337**  
H02M 7/538

(56) Entgegenhaltungen:  
EP 303994A2

(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).  
EDELMOSEER KARL DIPL.ING. DR. TECHN.  
WIEN (AT).

(54) WECHSELRICHTER MIT GETEILTER EINGANGSINDUKTIVITÄT ZUR STROMEINSPEISUNG FÜR INSEL- UND NETZBETRIEB

**AT 409 690 B**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Wandlerschaltung zur Umformung von Gleichspannungen ( $U_{DC}$ ) in Wechselströme mit Hilfe eines Transformator (Tr) mit geteilter Primärwicklung, einer angezapften Induktivität (L) und zwei Leistungsschaltern ( $S_1$ ,  $S_2$ ).

Gegenüber konventionellen Schaltungen benötigt diese Struktur im Strompfad lediglich einen aktiven Schalter. Dadurch kann der Wirkungsgrad prinzipiell grundsätzlich gesteigert werden. Die geringe Anzahl der benötigten Leistungsbaulemente trägt weiters zu einer Steigerung der Zuverlässigkeit des gegenständlichen Systems bei. Durch Überbrückung der Freilaufdiode mit einem aktiven Schalter kann der Wirkungsgrad noch weiter gesteigert werden.

Durch eine entsprechende Ansteuerung kann aus einer Eingangsgleichspannung ein Ausgangswechselstrom beliebiger Form (Mittelwert muß null sein) erzeugt. Ein Anwendungsgebiet ist die Einspeisung elektrischer Energie in ein Einphasenwechselspannungsnetz. Weitere Anwendungen liegt in der Realisierung hochdynamischer Ansteuerungen für Aktuatoren und Leistungsverstärker. Die Schaltung

eignet sich auch hervorragend als Quelle in aktiven Kapazitäten und Netzsimulatoren. Weiters kann sie auch als potentialgetrennter Power Factor Corrector verwendet werden.

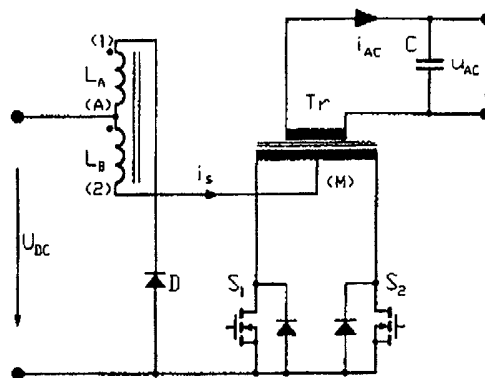


Fig. 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wandlerschaltung zur Umformung von Gleichspannungen ( $U_{DC}$ ) in Wechselströme ( $i_{AC}$ ) mit Hilfe eines Transformators (Tr) mit geteilter Primärwicklung, einer angezapften Induktivität (L) mit Freilaufdiode (D) und zwei Leistungsschaltern ( $S_1$ ,  $S_2$ ).

Die Eingangsgleichspannung ( $U_{DC}$ ) kann je nach Anwendungsfall von einer Batterie, Solarzellen, Brennstoffzellen geliefert werden, oder durch Gleichrichtung aus dem Ein- oder Mehrphasen-netz, bzw. durch Gleichrichtung der Ausgangsspannung von Wechsel- oder Drehstromgeneratoren und anschließender, eventuell auch nur grober Filterung, gewonnen werden.

Besonders vorteilhaft bei der hier besprochenen Schaltung ist die Tatsache, daß aus einer Eingangsgleichspannung Ausgangsströme unterschiedlicher Polarität und ebenso durch entsprechende Ansteuerung Wechselströme beliebiger Form (Mittelwert muß null sein) erzeugt werden können. Ein besonders interessantes Anwendungsgebiet der gegenständlichen Schaltungen ist die Einspeisung von z.B. mit Solarzellen gewonnener elektrischer Energie in ein Einphasenwechselspannungsnetz. Von praktischer Bedeutung ist weiters die Erzeugung von Sinusströmen mit vorgegebbarer Frequenz zur Ansteuerung von z.B. Wechselstrommaschinen. Weitere Anwendungen liegen in der Realisierung hochdynamischer Ansteuerungen für Aktuatoren und Leistungsverstärker, sowie der Verwendung als Quelle in aktiven Kapazitäten.

Aus EP 0 303 994 A2 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) ist ein Gegentakt-Gleichstromwandler bekannt, an dessen Eingang ein Sperrwandler geschaltet ist. (Dies ist ein Transformator mit zwei galvanisch getrennten Wicklungen, wobei in den Sekundärkreis eine Diode in der Art eingebaut ist, daß, solange Strom durch die Primärwicklung fließt, kein Strom durch die Sekundärwicklung fließen kann. Beim Abschalten des Stromes in der Primärwicklung kommutiert der Strom entsprechend dem Windungsverhältnis in die Sekundärwicklung und baut sich über die Diode und die Eingangsgleichspannung ab. Im Anspruch 1 wird die Schaltung beschrieben, in den restlichen Ansprüchen (2 bis 14) werden Methoden zur Verringerung der Induktivität des Gegentakt-Transformators (push-pull transformer) patentiert.

Bei der gegenständlichen Erfindung liegt der Schwerpunkt auf der in Serie mit der Eingangsquelle  $U_{DC}$  und dem Mittelpunkt des Trafos geschalteten geteilten Eingangsinduktivität. Durch diese Realisierung entstehen prinzipiell zwei neue stromgespeiste Konverterstrukturen. Vorteilhaft gegenüber der Lösung mit einem Transformator ist, daß keine galvanische Trennung, sondern nur eine Spulenzapfung benötigt wird. Dies führt zu einer Preisreduktion bei der Fertigung. Es genügen drei nach außen wirkende Klemmen dieses induktiven Bauteils im Gegensatz zu vier bei der Transformatorlösung.

Figur 1 zeigt die Grundschaltung des Wechselrichters mit geteilter Eingangsinduktivität. In Fig.2 sind die auftretenden Schaltungsmoden gezeichnet, in Fig.3 ist eine Modifikation der Grundschaltung und in Fig.4 sind die Transistoren durch eine Schutzbeschaltung spannungsmäßig entlastet.

Figur 1 zeigt eine Wandlerschaltung zur Umformung einer Gleichspannung ( $U_{DC}$ ) in Wechselströme ( $i_{AC}$ ) mit Hilfe eines Transformators mit geteilter Primärwicklung (Tr), einer geteilten Induktivität (L, bestehend aus  $L_A$  und  $L_B$ ), einer Diode (D) und zwei Schaltern ( $S_1$ ,  $S_2$ ), wobei die äußeren Klemmen der Primärseite des Transformators (Tr) über jeweils einen Schalter ( $S_1$  bzw.  $S_2$ ) mit dem negativen Anschluß der Quelle ( $U_{DC}$ ) verbunden sind und die Last ( $L_A$ ) an die sekundäre Transformatorwicklung angeschlossen ist wobei, die positive Klemme der Quelle ( $U_{DC}$ ) mit einer Anzapfung (Klemme A) der geteilten Induktivität (L) verbunden ist, die Klemme (2) der geteilten Induktivität (L) mit dem Mittelpunkt (M) der Primärwicklung des Transformators (Tr) verbunden ist und die Kathode der Diode (D) mit der Klemme (1) der angezapften Induktivität (L), bzw. die Anode der Diode (D) mit dem negativen Anschluß der Quelle ( $U_{DC}$ ) verbunden ist.

Die **Funktionsweise der Schaltung** wird nun anhand von Fig.2 besprochen, wobei beispielhaft selbstsperrende MOSFETs als aktive Schalter ( $S_1, S_2$ ) gezeichnet sind.

Für die positive Halbwelle im Ausgangsstrom ( $i_{AC}$ ) wird in der Treibphase der Schalter ( $S_1$ ) eingeschaltet. Der Stromfluß auf der Primärseite erfolgt gemäß Fig.2.a aus der Quelle ( $U_{DC}$ ) über die Induktivität (L, Teilzweig  $L_B$ ), den Transformator (Tr) und dem Schalter ( $S_1$ ). Der Strom steigt. Wird nun der Schalter ( $S_1$ ) ausgeschaltet, so erfolgt ein Freilauf gemäß Fig.2.b, d.h. der Strom kommutiert in den Diodenzweig (D) und magnetisiert über die Teilwicklung ( $L_A$ ) ab. Die Flußrichtung im Transformator ändert sich zwischen Fig.2.a und Fig.2.b nicht. Während der Erzeugung der positiven Halbwelle des Ausgangsstromes wechseln die beiden Zustände alternierend ab. Die in der

Hauptinduktivität des Transformators (Tr) gespeicherte Energie wird im Freilauffall in den Kondensator (C) bzw. in den Lastkreis (La) abgegeben.

Für die negative Halbwelle im Ausgangsstrom ( $i_{AC}$ ) wird in der Treibphase der Schalter ( $S_2$ ) eingeschaltet. Der Stromfluß auf der Primärseite erfolgt gemäß Fig.2.c aus der Quelle ( $U_{DC}$ ) über die Induktivität (L, Teilzweig  $L_B$ ), den Transformator (Tr) und dem Schalter ( $S_2$ ). Der Strom nimmt betragsmäßig zu. Wird nun der Schalter ( $S_2$ ) ausgeschaltet, so erfolgt ein Freilauf gemäß Fig.2.d, d.h. der Strom kommutiert in die Freilaufdiode (D) und magnetisiert über die Teilwicklung ( $L_A$ ) ab. Die Flußrichtung im Transformator ändert sich zwischen Fig.2.c und Fig.2.d nicht. Während der Erzeugung der negativen Halbwelle des Ausgangsstromes wechseln die beiden Zustände alternierend ab. Die in der Hauptinduktivität des Transformators (Tr) gespeicherte Energie wird im Freilauffall in den Kondensator (C) bzw. in die Lastkreis (La) abgegeben.

Zur Verbesserung des Wirkungsgrades kann die Freilaufdiode noch durch einen aktiven Schalter überbrückt werden. Man benötigt aber dann den zusätzlichen Aufwand einer entsprechenden Steuerstufe.

Figur 3 zeigt eine Modifikation der Grundschialtung gemäß Fig.1. Dabei ist die Anzapfung der geteilten Induktivität (L) mit dem Mittelpunkt (M) der Primärwicklung des Transformators (Tr) verbunden ist und die Wicklungsanfänge der Teilwicklungen der angezapften Induktivität (L) einerseits mit der positiven Klemme der Quelle ( $U_{DC}$ ) und andererseits mit der Kathode der Diode (D) verbunden sind.

In Fig.4 ist eine Möglichkeit zum Schutz der Schalttransistoren vor Überspannungen gezeichnet. Die in den Streuinduktivitäten des Transformators (Tr) gespeicherte Energie führt zu Überspannungen an den aktiven Schaltern ( $S_1$ ,  $S_2$ ). Diese sollten daher durch ein Spannungsbegrenzernetzwerk geschützt werden ( $D_{S1}$ ,  $D_{S2}$ ,  $R_S$ ,  $C_S$ ). Die in den Streuinduktivitäten gespeicherte Energie wird über die entsprechende Diode ( $D_{S1}$ ,  $D_{S2}$ ) an den Kondensator C abgegeben, die Spannung steigt daher am Kondensator  $C_S$  an. Zur Begrenzung der Spannung dient der Widerstand  $R_S$ , an dem die Überschußenergie in Wärme umgewandelt wird.

Durch den primärseitigen Blockstrom im Transformator wird derselbe mit Schaltfrequenz beansprucht und muß daher vom Kernmaterial bzw. von der Wicklung entsprechen ausgelegt werden.

Als Filter des Ausgangsstromes wird der Kondensator (C) parallel zur Sekundärwicklung des Transformators (Tr) geschaltet.

#### Bezugszeichenaufstellung

$U_{DC}$	Eingangsgleichspannung
$S_1$	aktiver Halbleiterschalter
$S_2$	aktiver Halbleiterschalter
L	Induktivität
C	Kondensator
D	Diode
Tr	Transformator
La	beliebige Last: z.B. auch Einphasennetz, Maschinen, Aktuatoren, Gleichrichter mit angeschlossenem beliebigem Verbraucher
(1)	Klemme der Induktivität (L)
(2)	Klemme der Induktivität (L)
(A)	Klemme der Induktivität (L), Verbindung der beiden Teilwicklungen
(M)	Mittelpunkt der Primärwicklung des Transformators (Tr) bzw. Verbindungspunkt der zwei getrennten Primärspulen

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Wandlerschaltungen zur Umformung einer Gleichspannung ( $U_{DC}$ ) in Wechselströme ( $i_{AC}$ ) mit Hilfe eines Transformators mit geteilter Primärwicklung (Tr), einer geteilten Induktivität (L, bestehend aus  $L_A$  und  $L_B$ ), einer Diode (D) und zwei Schaltern ( $S_1$ ,  $S_2$ ), wobei die äußeren Klemmen der Primärseite des Transformators (Tr) über jeweils einen Schalter ( $S_1$  bzw.

S<sub>2</sub>) mit dem negativen Anschluß der Quelle (U<sub>DC</sub>) verbunden sind und die Last (La) an die sekundäre Transformatorwicklung angeschlossen ist **dadurch gekennzeichnet, daß** die positive Klemme der Quelle (U<sub>DC</sub>) mit einer Anzapfung (Klemme A) der geteilten Induktivität (L) verbunden ist, die Klemme (2) der geteilten Induktivität (L) mit dem Mittelpunkt (M) der Primärwicklung des Transformators (Tr) verbunden ist und die Kathode der Diode (D) mit der Klemme (1) der angezapften Induktivität (L), bzw. die Anode der Diode (D) mit dem negativen Anschluß der Quelle (U<sub>DC</sub>) verbunden ist.

2. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 jedoch **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anzapfung der geteilten Induktivität (L) mit dem Mittelpunkt (M) der Primärwicklung des Transformators (Tr) verbunden ist und die Wicklungsanfänge der Teilwicklungen der angezapften Induktivität (L) einerseits mit der positiven Klemme der Quelle (U<sub>DC</sub>) und andererseits mit der Kathode der Diode (D) verbunden sind. (Fig.3)
3. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Freilaufdiode (D) durch einen aktiven Schalter überbrückt wird.
4. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2, 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schaltung als Netzsimulator bzw. als Wechselstromquelle verwendet wird.
5. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2, 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** als Eingangsspannung ein gleichgerichtetes Wechselnetz verwendet wird und durch entsprechende Taktung dem Netz ein gewünschter Stromverlauf entnommen wird (Power Factor Corrector).
6. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2, 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schaltung als Quelle in einer elektronisch veränderbaren Kapazität (gemäß A 860/97) verwendet wird.
7. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2, 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** als Last (La) ein Aktuator oder ein Lautsprecher mit eventuell vorgeschaltetem Filter verwendet wird.
8. Wandlerschaltungen gemäß Anspruch 1 bzw. 2, 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Sekundärseite, der Ausgangsseite, des Trafos (Tr) als Last (L) ein Wechselspannungsnetz angeschlossen ist, d.h. eine Einspeisung ins Netz erfolgen kann.

## HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

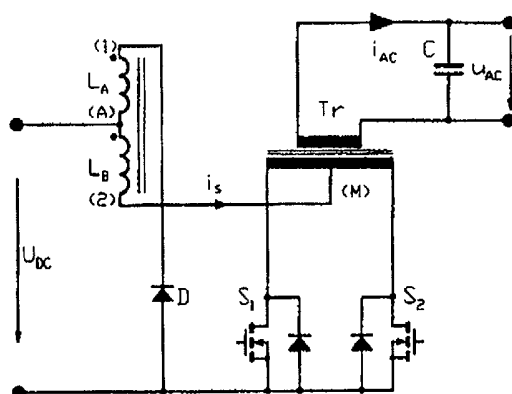


Fig. 1

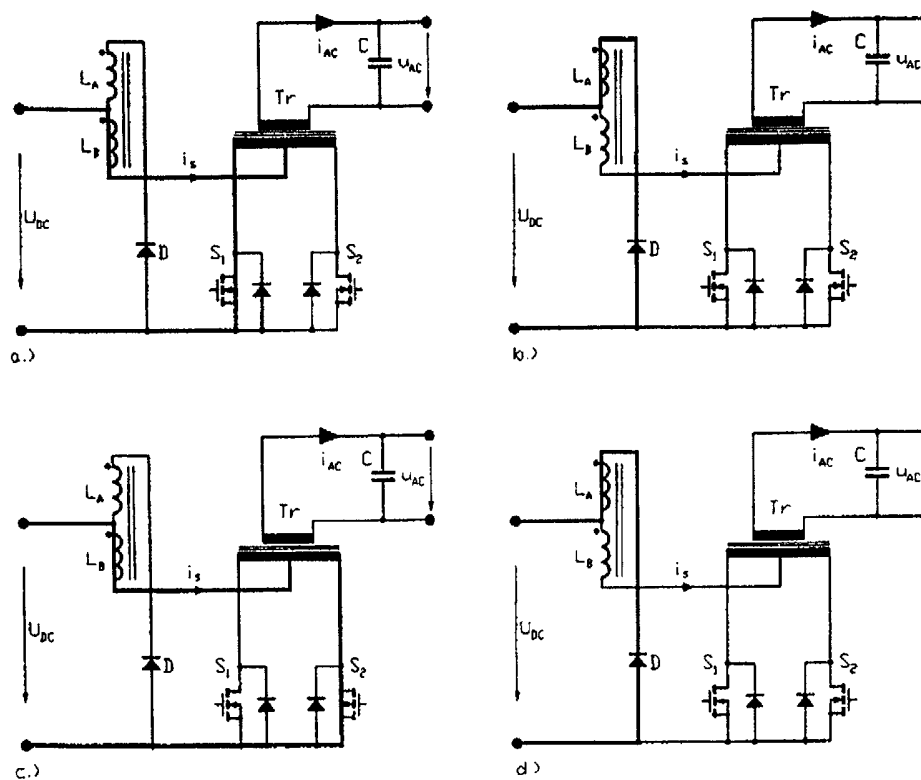


Fig. 2

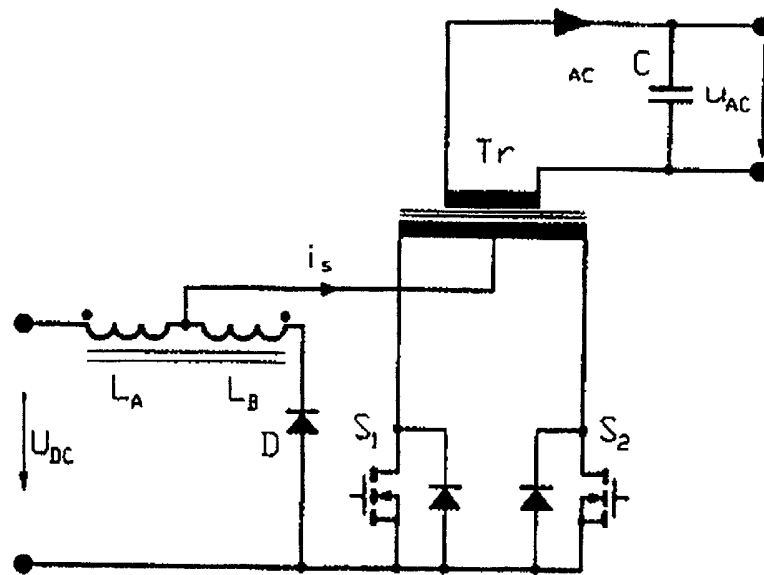


Fig. 3

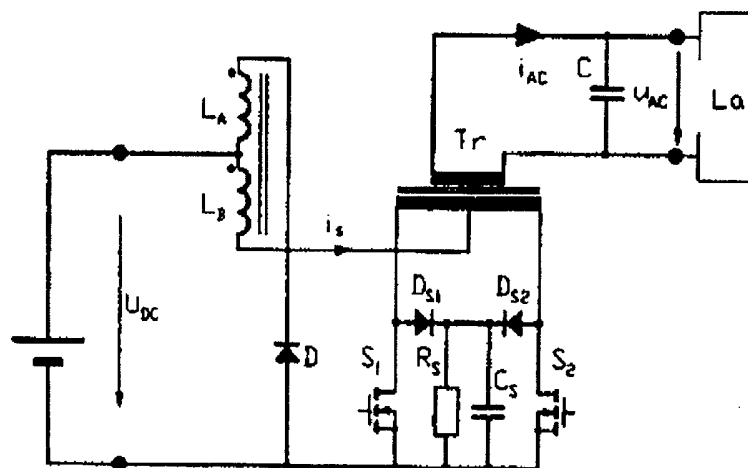


Fig. 4