(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Dezember 2001 (20.12.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/97368 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: H02M 3/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT01/00194

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juni 2001 (12.06.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1052/2000 16. Juni 2000 (16.06.2000) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AG ÖSTERREICH** [AT/AT]; Siemensstrasse 88-92, A-1210 Wien (AT).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WEINMEIER, Harald** [AT/AT]; Fallmerayerweg 29, A-1210 Wien (AT). **KRANISTER, Andreas** [AT/AT]; Lilienfelderstrasse 50/3/5, A-3150 Wilhelmsburg (AT).

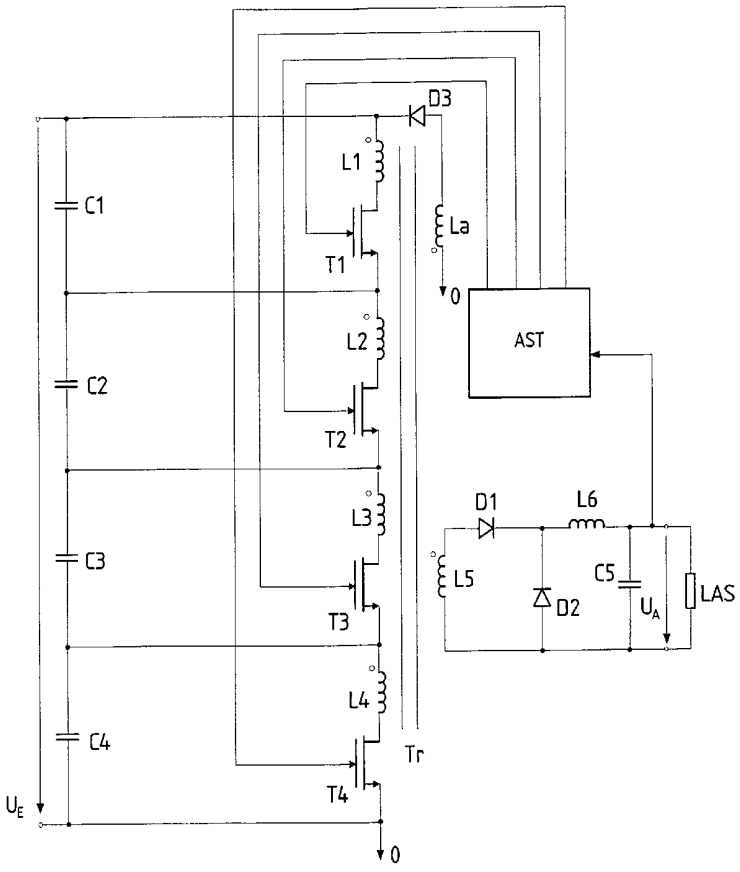
(74) Anwalt: **MATSCHNIG, Franz**; Siebensterngasse 54, A-1071 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CN, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SWITCHING TRANSFORMER

(54) Bezeichnung: SCHALTWANDLER



(57) Abstract: The invention relates to a switching converter for converting an input direct current (U_E) into an output direct current (U_A). Said converter is provided with at least two primary windings (L1... L4; W1, W2) of a transformer (Tr) and each primary winding is connected to an input capacitor (C1... C4; C11 + C12; C21 + C22) by means of at least one controlled switch (T1... T4; T11... T22). The input capacitors are connected to the input direct current (U_E), together with the series connections of the primary windings with their controlled switches that are connected in series. A control circuit (AST) is configured to simultaneously open or close all the controlled switches.

(57) Zusammenfassung: Schaltwandler zur Umsetzung einer Eingangsgleichspannung (U_E) in eine Ausgangsgleichspannung (U_A), bei welchem zumindest zwei Primärwicklungen (L1... L4; W1, W2) eines Übertragers (Tr) vorgesehen sind, und jede Primärwicklung über zumindest einen gesteuerten Schalter (T1... T4; T11... T22) an einem Eingangskondensator (C1... C4; C11 + C12; C21 + C22) liegt, wobei die Eingangskondensatoren ebenso wie die Serienschaltungen der Primärwicklungen mit den gesteuerten Schaltern in Serie geschaltet an der Eingangsgleichspannung (U_E) liegen und eine Ansteuerschaltung (AST) dazu eingerichtet ist, alle gesteuerten Schalter gleichzeitig zu öffnen bzw. zu schließen.

WO 01/97368 A2

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

SCHALTWANDLER

Die Erfindung bezieht sich auf einen Schaltwandler zur Umsetzung einer Eingangsgleichspannung in eine Ausgangsgleichspannung, mit einem Übertrager, der zumindest eine Primärwicklung aufweist, die in Serie mit einem gesteuerten Schalter an eine Gleichspannung legbar ist, mit zumindest einer Sekundärwicklung, der ein Gleichrichter) nachgeschaltet ist, und mit einer Ansteuerschaltung für den zumindest einen gesteuerten Schalter.

Schaltwandler dieser Art sind in einer Vielzahl von Ausführungsformen bekannt geworden, sein es als Sperrwandler, sei es als Durchflusswandler. Sie werden zur Stromversorgung elektrischer und elektronischer Geräte eingesetzt. Dazu kann beispielsweise auf Hirschmann/Hauenstein, „Schaltnetzteile", Verlag Siemens 1990; Thiel, „Professionelle Schaltnetzteilapplikationen", Franzis Verlag 1996 oder Klingenstein, „Schaltnetzteile in der Praxis", Vogel-Fachbuch 1988 verwiesen werden. Die Ansteuerschaltungen werden in der Regel zum Großteil in IC-Bausteinen realisiert, die in hohen Stückzahlen produziert werden und im Handel erhältlich sind.

Die Eingangsgleichspannung ist häufig eine sogenannte Zwischenkreisspannung, die durch Gleichrichten einer Netzspannung gewonnen wird. Dabei könnte die Zwischenkreisspannung, falls man eingangsseitig keinen Abwärtstransformator verwendet, auch sehr hoch sein, z. B. über 500 Volt aber auch 1600 Volt betragen. Bei so hohen Spannungen treten aber Probleme bezüglich der Spannungsfestigkeit der Eingangs(elektrolyt)kondensatoren einerseits und der gesteuerten Schalter, die meist Schalttransistoren sind, auf.

Man kann zur Lösung dieser Probleme verschiedene Wege gehen. Beispielsweise kann man mehrere Eingangskondensatoren in Serie schalten, doch muss man z. B. mit energieverzehrenden Widerständen eine Symmetrierung, d. h. gleichmäßige Spannungsaufteilung auf die Kondensatoren herbeiführen. Möglich sind weiters Brückenschaltungen, wie z. B. in U. Tietze, Ch. Schenk, „Halbleiterschaltungstechnik", Springer-Verlag, 8. Auflage, Kapitel 18.7.2 beschrieben. Ausgesuchte, hochsperrende Schalttransistoren sind sehr teuer und bei der Serienschaltung von Schalttransistoren tritt gleichfalls das Problem der Symmetrierung auf.

In der DE 34 41 631 A1 sind Lösungsansätze beschrieben, welche eine Anzahl von Transformatoren mit gesteuerten Schaltern primärseitig, z. B. sechs Einzeltransformatoren verwenden, welche eingangsseitig in Serie geschaltet sind. Die gleichgerichteten Ausgänge sind parallelgeschaltet. Die Eingangsgleichspannung ist auf mehrere Eingangskondensatoren aufgeteilt, z. B. auf sechs Kondensatoren. Kombinierte Wandler dieser Art sind zwar für hohe Eingangsgleichspannungen verwertbar, doch ist der Aufwand durch die Verwendung einzelner Transformatoren für jede Wandler-Untereinheit in jeder Hinsicht groß. Da die Toleranzen

im Transformatorbau sehr groß sind, ist ein Symmetrieren, d. h. ein annähernd genaues Aufteilen der Teileingangsspannungen auf die einzelnen gesteuerten Schalter aufwändig. Falls Sperrwandler eingesetzt werden, muss für jeden Transformator eine Abmagnetisierungswicklung vorgesehen werden.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt in der Schaffung eines Schaltwandlers, der auch für hohe Eingangsgleichspannungen einsetzbar ist, ohne jedoch besondere Kosten oder einen großen Schaltungsaufwand zu verursachen, und das unabhängig von dem angewandten Wandlerprinzip.

Diese Aufgabe wird mit einem Schaltwandler der eingangs genannten Art gelöst, bei welchem zumindest zwei Primärwicklungen vorgesehen sind, und jede Primärwicklung über zumindest einen gesteuerten Schalter an einem Eingangskondensator liegt, wobei die Eingangskondensatoren ebenso wie die Serienschaltungen der Primärwicklungen mit den gesteuerten Schaltern in Serie geschaltet an der Eingangsgleichspannung liegen und die Ansteuerschaltung dazu eingerichtet ist, alle gesteuerten Schalter gleichzeitig zu öffnen bzw. zu schließen.

Dank der Erfindung werden Schaltwandler geschaffen, die an hohen Eingangs- bzw. Zwischenkreisspannungen arbeiten können, wobei dennoch die Kosten in tragbaren Bereichen bleiben, da lediglich ein einziger Übertrager benötigt wird.

Eine zweckmäßige Variante zeichnet sich dadurch aus, dass jede Primärwicklung an jedem Wicklungsende in Serie mit je einem gesteuerten Schalter geschaltet ist, diese Serienschaltungen ihrerseits in Serie an der Eingangsgleichspannung liegen und von je einem Eingangskondensator überbrückt sind.

Diese Variante benötigt zwar mehr gesteuerte Schalter, doch kann deren Spannungsfestigkeit noch geringer sein. Weiters wirkt sich die Symmetrie der Schaltung positiv auf die Symmetrierung bzw. Aufteilung der Einganggleichspannung aus.

Bei der zuletzt genannten Variante ist es besonders zweckmäßig, wenn jede Primärwicklung eine Mittenanzapfung aufweist und jeder Eingangskondensator aus zwei in Serie geschalteten Teilkondensatoren besteht, wobei die Mittenanzapfung jeder Wicklung mit dem Verbindungspunkt der zugeordneten Teilkondensatoren verbunden ist. Hierdurch lässt sich die jeder Primärwicklung zugeordnete Eingangsspannung nochmals aufteilen, sodass Kondensatoren geringer Spannungsfestigkeit einsetzbar sind.

Bei einer Ausbildung des Schaltwandlers als Durchflusswandler ist es zweckmäßig, wenn der Übertrager eine über eine Sperrdiode an der Eingangsgleichspannung liegende Abmagnetisierungswicklung besitzt.

Andererseits kann man das Auslangen ohne Abmagnetisierungswicklung finden, falls jeder Primärwicklung zwei Rückflussdioden zugeordnet sind, wobei je eine Diode die Serienschaltung der jeweiligen Primärwicklung mit einem ihrer gesteuerten Schalter überbrückt.

Zur Vermeidung von Sättigungszuständen des Übertragers empfiehlt es sich, wenn die Ansteuerschaltung dazu eingerichtet ist, die gesteuerten Schalter unter Einhaltung eines Tastverhältnisses, das kleiner als 0,5 ist, anzusteuern.

Im Hinblick auf eine optimale Aufteilung der Eingangsgleichspannung ist es ratsam, wenn sämtliche Eingangskondensatoren einerseits und Primärwicklungen andererseits gleich dimensioniert sind.

Im Sinne einer spezifisch geeigneten Ansteuerung der Schalter ist eine Ausführung empfehlenswert, bei welcher die Ansteuerschaltung einen Pulsweitenmodulator aufweist, der über einen Treiberschalter die Primärwicklung eines Ansteuerübertragers an eine Hilfsgleichspannung schaltet, wobei der Übertrager eine der Auswahl der gesteuerten Schalter entsprechende Anzahl von Sekundärwicklungen aufweist, deren Ausgangsspannungen zur Ansteuerung der gesteuerten Schalter herangezogen sind.

Die Erfindung samt weiteren Vorteilen ist im folgenden anhand beispielsweiser Ausführungsformen näher erläutert, die in der Zeichnung veranschaulicht sind. In dieser zeigen

- Fig. 1 in einem vereinfachten Schaltbild eine erste Ausführungsform eines als Durchflusswandler ausgebildeten Schaltwandlers nach der Erfindung,
- Fig. 2 in einem Prinzipschaltbild und unter Weglassung der Ansteuerschaltung eine zweite Ausführungsform der Erfindung, gleichfalls als Durchflusswandler ausgebildet, und
- Fig. 3 eine Ansteuerschaltung, die besonders für Schaltwandler nach der Erfindung geeignet ist, in einem Prinzipschaltbild.

Gemäß Fig. 1 besitzt ein Schaltwandler nach der Erfindung einen Übertrager Tr mit vier Primärwicklungen L1, L2, L3, L4, einer Sekundärwicklung L5 und einer Abmagnetisierungswicklung L_a.

Jede Primärwicklung L1 ... L4 liegt in Serie mit einem gesteuerten Schalter T1 ... T4 an einem Eingangskondensator C1 ... C4, wobei alle diese Kondensatoren in Serie geschaltet an eine

Eingangsgleichspannung U_E legbar sind. Die einzelnen Serienschaltungen L1–T1, ..., L4-T4 der Primärwicklungen mit den ihnen zugeordneten Schaltern liegen gleichfalls in Serie an der Eingangsgleichspannung U_E.

Der Sekundärwicklung L5 ist ein Gleichrichter D1 mit einer sekundären Drossel L6 und einem Ausgangskondensator C5 nachgeschaltet. An Letzterem liegt die Ausgangsgleichspannung U_A des Wandlers. Eine Freilaufdiode D2 führt von Masse zu dem Verbindungspunkt der Gleichrichterdiode D1 mit der Sekundärdrossel L6.

Zur Ansteuerung der gesteuerten Schalter T1 ... T4, die beispielsweise als Feldeffekttransistoren realisiert sind, dient eine Ansteuerschaltung AST, die sich von üblichen Ansteuerschaltungen lediglich dadurch unterscheidet, dass bei der Erfindung zwei oder mehr, hier vier, Schalter T1 ... T4 so angesteuert werden, dass sie gleichzeitig öffnen bzw. schließen. Zur Regelung, z. B. auf konstante Ausgangsspannung, kann der Ansteuerschaltung ein entsprechendes Ist-Signal zugeführt sein, wie hier in Fig. 1 z. B. die Ausgangsspannung U_A. Eine mögliche Ansteuerschaltung wird weiter unten etwas näher erläutert.

Die vorhin erwähnte Abmagnetisierungswicklung liegt einerseits an (primärer) Masse und andererseits über eine Diode D3 an der Eingangsgleichspannung U_E. Sie dient bei Flusswandlern in bekannter Weise zur Entmagnetisierung des Übertragerkerns.

Für den Fachmann sollte es klar sein, dass die Erfindung auch als Sperrwandler realisierbar ist. In diesem Fall könnte in Fig. 1 die sekundäre Drossel L6 entfallen, ebenso die Abmagnetisierungswicklung L_a, und die Sekundärwicklung L5 wäre gegensinnig gepolt. Auf diese Weise wird die im Kern gespeicherte Energie nicht mehr in die Eingangskondensatoren C1 ... C4 zurück entladen, sondern in den Ausgangskondensator C5 bzw. eine Last LAS.

Da die gesteuerten Schalter T1 ... T4 gleichzeitig ein- und ausschalten, wobei jeweils Strom aus den in Serie geschalteten Eingangskondensatoren C1 ... C4 in die Primärwicklungen L1 ... L4 fließt, werden die Kondensatoren auch automatisch symmetriert, d. h. die Eingangsspannung U_E teilt sich zu gleichen Teilen, hier je einem Viertel, auf die Kondensatoren auf. Durch diese Kaskadierung ist es möglich, auch bei hoher Eingangsgleichspannung U_E Schalttransistoren geringerer Spannungsfestigkeit zu verwenden. Gleiches gilt für die Eingangskondensatoren C1 – C4, die dann z. B. auch bei einer Eingangsspannung von beispielsweise 1200 Volt nur für je 300 Volt dimensioniert werden müssen, sodass ohne Probleme Elektrolytkondensatoren verwendbar sind.

Die Ausführung nach Fig. 2 ist gleichfalls als Flusswandler ausgebildet und besitzt zwei Primärwicklungen W1, W2 mit Mittenanzapfungen m1, m2, wobei jeder Halbwicklung W11, W12, W21, W22 ein Kondensator C11, C12, C21, C22 zugeordnet ist. Diese Kondensatoren,

die hier auch als Teilkondensatoren bezeichnet werden, liegen in Serie geschaltet an der Eingangsgleichspannung U_E. Die Schaltung nach Fig. 2 ist auch ohne Mittenanzapfung denkbar, wobei dann statt der Teilkondensatoren C11, C12 ein Kondensator C1' und statt der Teilkondensatoren C21, C22 ein Kondensator C2' vorgesehen wäre, wie in Fig. 2 in Klammern eingezeichnet.

An jedes Ende der Primärwicklungen W1 bzw. W2 schließt je ein gesteuerter Schalter T11, T12 bzw. T21, T22 an, und die Serienschaltungen T11-W1-T12, T21-W2-T22 liegen ihrerseits in Serie geschaltet an der Eingangsgleichspannung U_E.

Zur Abmagnetisierung des Übertragerkerns sind bei der Variante nach Fig. 2 Abmagnetisierungsdioden D11 ... D22 vorgesehen, wobei je eine Diode, z. B. D11 bzw. D12, die Serienschaltung der jeweiligen Primärwicklung, z. B. W1, mit einem ihrer gesteuerten Schalter, z. B. T11 bzw. T12, überbrückt. Durch die Anwendung der Rückflussdioden kann hier eine eigene Abmagnetisierungswicklung entfallen, und es wird sichergestellt, dass die gesteuerten Schalter nicht durch hohe, durch die Streuinduktivität des Übertragers hervorgerufene Abschaltspannungen gefährdet werden.

Sekundärseitig entspricht die Ausführung nach Fig. 2 jener nach Fig. 1, doch können hier alle dem Fachmann bekannten Konzepte verwendet werden, insbesondere auch mehrere Sekundärwicklungen, um galvanisch getrennte, unterschiedliche Ausgangsspannungen zu erhalten.

Auch bei der Ausführung nach Fig. 2 ist eine Ansteuerschaltung, wie z. B. die weiter unten im Zusammenhang mit Fig. 3 beschriebene, dazu eingerichtet, alle vier gesteuerten Schalter T11 ... T 22, z. B. Feldeffekttransistoren, gleichzeitig zu öffnen bzw. zu schließen. Beim Sperren der Transistoren ist ein Stromfluss durch die Dioden D11, D12 bzw. D21, D22 in die Kondensatoren C11, C12 bzw. C21, C22 gewährleistet, sodass – wie oben erwähnt – eine Abmagnetisierungswicklung nicht nötig ist. Die Primärinduktivitäten werden auf die gleiche Spannung abmagnetisiert, mit der sie aufmagnetisiert wurden. Aus diesem Grunde wird zweckmäßigerweise das Tastverhältnis des Ansteuerpulses kleiner als 0,5 gewählt.

Wenngleich es dem Fachmann bekannt ist, soll erwähnt werden, dass sich die Spannungsfestigkeit der Schalttransistoren nicht ausschließlich nach der Höhe der - hier aufgeteilten – Eingangsspannung zu richten hat, sondern – wegen der Abschaltspannungen – auch nach dem Tastverhältnis und dem Verhältnis der Primär- zu den Sekundärinduktivitäten. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel sollte – ausgehend von einer Eingangsgleichspannung U_E = 1600 Volt die Spannungsfestigkeit der Schalttransistoren 800 Volt betragen, wogegen die Betriebsspannung der Kondensatoren lediglich 400 Volt betragen muss. Die Sperrspannung der Rückfluss- bzw. Abmagnetisierungsdioden D11 ... D22 muss nicht höher als 800 - 1000 Volt sein.

In Fig. 3 ist eine Ansteuerschaltung AST gezeigt, die zur Ansteuerung der vier Schalter T11 – T22 der Fig. 2 verwendbar ist. Kern der Ansteuerschaltung ist ein bekannter, in vielen Varianten im Handel erhältlicher Pulsweitenmodulator PWM, der von einer Hilfsspannung U_H gespeist wird. Letztere kann beispielsweise mittels einer zusätzlichen Wicklung des Übertragers und eines Gleichrichters samt Glättungsmitteln gewonnen werden. Dem Pulsweitenmodulator ist zum Zwecke der Regelung die Ausgangsspannung U_A, eine dieser proportionale Spannung und/oder ein Stromistwert zugeführt.

Der Pulsweitenmodulator PWM steuert einen Treibertransistor M1 an, der in Serie mit einer Primärwicklung L_p eines Ansteuerübertragers Tr an der Hilfsgleichspannung U_H liegt. Parallel zu der Primärwicklung liegt die Serienschaltung einer Zenerdiode DZ mit einer Diode D_a, wodurch beim Abschalten ein Abmagnetisieren über die Zenerdiode erfolgen kann.

Der Ansteuerübertrager T_a, welcher zur galvanischen Trennung der auf verschiedenen Potentialen liegenden Schalttransistoren T11 – T22 von dem Pulsweitenmodulator PWM dient, besitzt die erforderliche Anzahl von Sekundärwicklungen Ls1 ... Ls4, hier vier. Das Schaltsignal wird über eine Diode Ds1 und einen Widerstand Rs11 zu dem Gate des ersten Schalttransistors T11 geführt und über einen Basiswiderstand Rs21 zu der Basis eines Transistors Ts1 geführt. Bei positivem Ansteuersignal wird die Eingangskapazität des angesteuerten Feldeffekttransistors T11 über die Diode Ds1 und den Widerstand Rs11 aufgeladen. Da das Abmagnetisieren langsamer vor sich geht als das Magnetisieren, wird bei Ausschalten des Treibertransistors M1 der Transistor Ts1 leitend, und die Ladung der Eingangskapazität des Feldeffekttransistors T11 kann über den Kollektorwiderstand Rs31 des Transistors Ts1 entladen werden. Die Beschaltung der weiteren Sekundärwicklungen des Ansteuerübertragers T_a, von welchen nur die erste und die vierte gezeigt sind, sind identisch ausgeführt, und auch ihre Funktion erfolgt identisch und simultan.

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltwandler zur Umsetzung einer Eingangsgleichspannung (U_E) in eine Ausgangsgleichspannung (U_A), mit einem Übertrager (Tr), der zumindest eine Primärwicklung (L1 ... L4; W1, W2) aufweist, die in Serie mit einem gesteuerten Schalter (T1 ... T4, T11 ... T22) an eine Gleichspannung legbar ist, mit zumindest einer Sekundärwicklung (L5; W3), der ein Gleichrichter (D1) nachgeschaltet ist, und mit einer Ansteuerschaltung (AST) für den zumindest einen gesteuerten Schalter,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   zumindest zwei Primärwicklungen (L1 ... L4; W1, W2) vorgesehen sind, und jede Primärwicklung über zumindest einen gesteuerten Schalter (T1 ... T4; T11 ... T22) an einem Eingangskondensator (C1 ... C4; C11 + C12; C21 + C22) liegt, wobei die Eingangskondensatoren ebenso wie die Serienschaltungen der Primärwicklungen mit den gesteuerten Schaltern in Serie geschaltet an der Eingangsgleichspannung (U_E) liegen und die Ansteuerschaltung (AST) dazu eingerichtet ist, alle gesteuerten Schalter gleichzeitig zu öffnen bzw. zu schließen.

2. Schaltwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Primärwicklung an jedem Wicklungsende in Serie mit je einem gesteuerten Schalter (T11, T12; T21, T22) geschaltet ist, diese Serienschaltungen (T11-W1-T12; T21-W2-T22) ihrerseits in Serie an der Eingangsgleichspannung (U_E) liegen und von je einem Eingangskondensator (C1', C2') überbrückt sind.

3. Schaltwandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Primärwicklung (W1, W2) eine Mittenanzapfung (m1, m2) aufweist und jeder Eingangskondensator (C1', C2') aus zwei in Serie geschalteten Teilkondensatoren (C11, C12; C21, C22) besteht, wobei die Mittenanzapfung jeder Wicklung mit dem Verbindungspunkt der zugeordneten Teilkondensatoren verbunden ist.

4. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übertrager (Tr) eine über eine Sperrdiode (D3) an der Eingangsgleichspannung (U_E) liegende Abmagnetisierungswicklung (L_a) besitzt.

5. Schaltwandler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Primärwicklung (W11 ... W22) zwei Abmagnetisierungsdioden (D11 ... D22) zugeordnet sind, wobei je eine Diode (D11 bzw. D12) die Serienschaltung der jeweiligen Primärwicklung (W1) mit einem ihrer gesteuerten Schalter (T11 bzw. T12) überbrückt.

6. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerschaltung (AST) dazu eingerichtet ist, die gesteuerten Schalter (T1 ... T4; T11 ... T22) unter Einhaltung eines Tastverhältnisses, das kleiner als 0,5 ist, anzusteuern.

7. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Eingangskondensatoren (C1 ... C4; C11 ... C22) einerseits und Primärwicklungen (L1 ... L4; W1, W2) andererseits gleich dimensioniert sind.

8. Schaltwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ansteuerschaltung (AST) einen Pulsweitenmodulator (PWM) aufweist, der über einen Treiberschalter (M1) die Primärwicklung (L_p) eines Ansteuerübertragers (T_a) an eine Hilfsgleichspannung (U_H) schaltet, wobei der Übertrager (T_a) eine der Auswahl der gesteuerten Schalter (T1 ... T4; T11 ... T22) entsprechende Anzahl von Sekundärwicklungen (L_{S1} ... L_{S4}) aufweist, deren Ausgangsspannungen zur Ansteuerung der gesteuerten Schalter herangezogen sind.

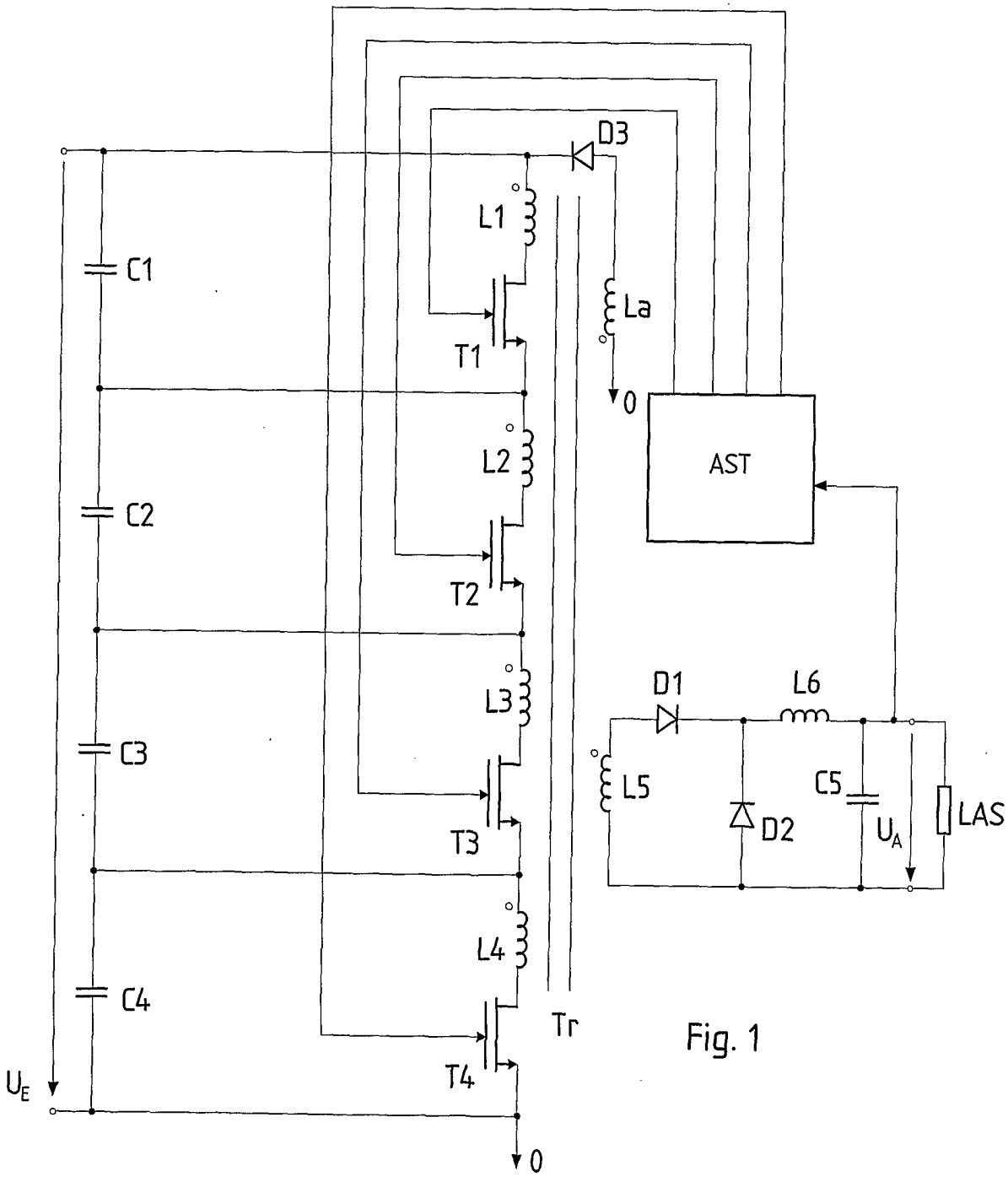
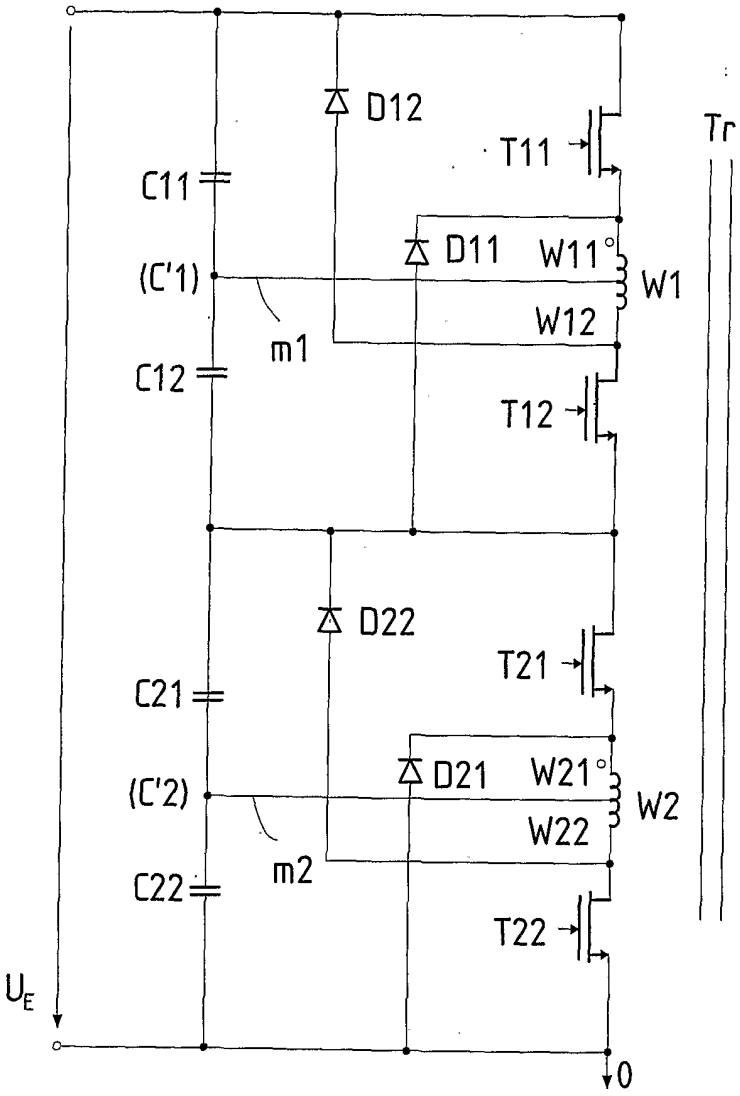

D3
L1
La
C1
T1
0
AST
L2
C2
T2
D1
L6
L3
L5
C5
C3
D2
U_A
LAS
T3
L4
C4
Tr
T4
U_E
0

Fig. 1

2/2


D12
T11
Tr
C11
D11
W11
W1
(C'1)
W12
m1
C12
T12
D22
T21
C21
D21
W21
W2
(C'2)
W22
m2
C22
T22
U_E
0

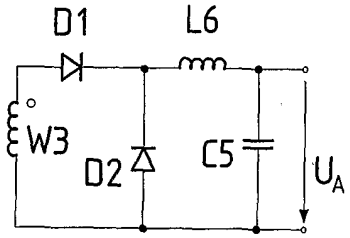
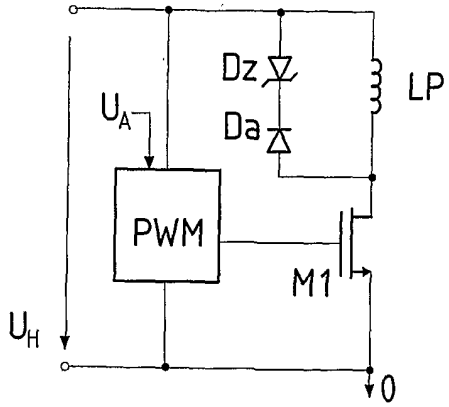
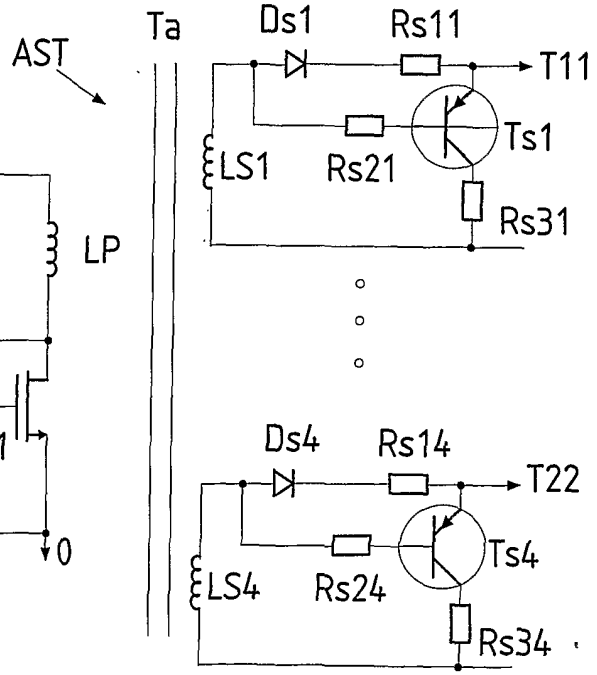

D1
L6
W3
D2
C5
U_A

Fig. 2

Fig. 3


Dz
LP
U_A
Da
PWM
M1
U_H
0


AST
Ta
Ds1
Rs11
T11
Ts1
LS1
Rs21
Rs31
Ds4
Rs14
T22
Ts4
LS4
Rs24
Rs34