

(12)

# Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 688/2003**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02M 3/335**

(22) Anmeldetag: **07.05.2003**

**H02M 7/5387**

(43) Veröffentlicht am: **15.01.2006**

(30) Priorität:

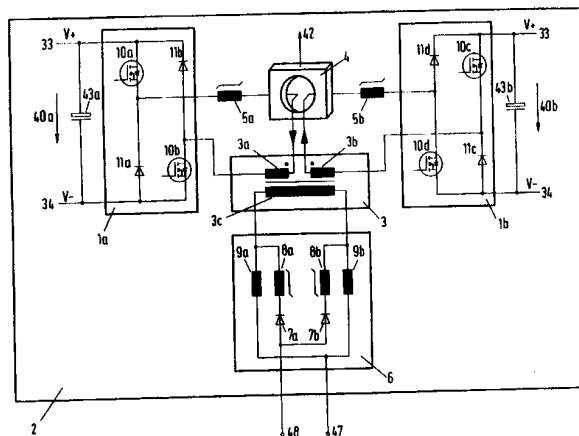
15.05.2002 DE 10221765 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

ESS SCHWEISSTECHNIK GMBH  
D-88339 BAD WALDSEE (DE)

## (54) INVERTER MIT ZWEI ASYMMETRISCHEN HALBRÜCKENSCHALTUNGEN

(57) Die Erfindung betrifft einen Inverter (2) mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttransformators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist. Durch eine neue Schaltung der Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), der Regelschaltungen und der übrigen Steuerschaltungen lässt sich ein Inverter aufbauen, der allen Anforderungen für den Einsatz in einem modernen Schweißgerät gerecht wird.



5

10

## Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft einen Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen, die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen eines Haupttransformators treiben, bei dem an der Sekundärwicklung des Haupttransformators ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter angeschaltet ist. Durch eine neue Schaltung der Halbbrückenschaltungen, der Regelschaltungen und der übrigen Steuerschaltungen lässt sich ein Inverter aufbauen, der allen Anforderungen für den Einsatz in einem modernen Schweißgerät gerecht wird. (Fig. 1).

20



5

10

15

20

25

30

Die Erfindung betrifft einen Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen, die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen eines Haupttransformators treiben, bei dem an der Sekundärwicklung des Haupttransformators ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter angeschaltet ist.

Der Trend im Inverterbau geht immer mehr in Richtung kleinerer Abmessungen und leichter Gewichte. Gleichzeitig werden die Anforderungen in vielen Aspekten erhöht. So muss der Oberwellengehalt des Netzstromes immer mehr strengen gesetzlichen Normen genügen. Dies erfordert einen beträchtlichen Aufwand, erhöht das Gewicht und das Volumen des Gesamtgerätes. Umso mehr muss die Effizienz der Leistungselektronik verbessert werden. Ein beispielhafter Stand der Technik ist hierfür gegeben in der Schrift: "Design and Experimental Analysis of a 10kW

5

800V/48V Dual Interleaved Two-Transistor DC/DC Forward Converter System  
 10 Supplied by a VIENNA Rectifier I" von Johann Miniböck, Johann W. Kolar und  
 Hans Ertl. Diese Schrift wurde im Rahmen eines öffentlichen Seminarvortrages auf  
 der PCIM-Konferenz in Nürnberg 2002 verteilt.

15 Auf Seite 10 ist eine Grundschtung nach dem Oberbegriff dieser Erfindung  
 abgebildet. Im Text wird bereits erwähnt, dass die beiden Invertersysteme - die  
 hier in Reihe geschaltet sind - sich wohl gegenseitig beeinflussen, weil sie nur auf  
 einem einzigen Transformator arbeiten. Jede Spannung, die in eine Primärwick-  
 lung eingespeist wird, überträgt sich genauso auf das andere Halbbrückensystem  
 und versucht dort Störungen. Die realisierte Schaltung in dieser Schrift von Seite  
 20 1 kennt diese Probleme nicht, da sie über getrennte Transformatoren verfügt. Die-  
 se Schaltung arbeitet auch mit einer moderaten Schaltfrequenz von 25 kHz und ist  
 als 48V Stromversorgung für Telekommunikationseinrichtungen geplant. Um  
 jedoch das Gewicht, die Größe und die Kosten eines zweiten Transformators ein-  
 sparen zu können, schlagen die Autoren eine Schaltung nach Seite 10 vor.

25

Wenn nun ein Inverter benötigt wird, der mit erheblich höherer Schaltfrequenz  
 arbeiten soll, so ergeben sich neue Probleme. Hohe Schaltfrequenzen werden z.B.  
 in der Impulsschweißtechnik benötigt, da der Inverter kontrolliert extrem schnelle  
 Strommuster produzieren muss, z.B. über 1000A/ms. Gleichzeitig wird eine extrem  
 30 schnelle Regelung benötigt, weil beim Schweißen völlig unvorhersehbar und in  
 chaotischer Folge Lichtbogenkurzschlüsse auftreten, so dass die Ausgangsleistung  
 innerhalb von Bruchteilen einer Millisekunde um Bereiche von 95 % der Volllast  
 schwanken kann. Für solch hohe dynamische Anforderungen benötigt man hohe

5

10

Schaltfrequenzen und dafür werden vorteilhafterweise Transistoren vom Typ MOSFET eingesetzt.

15

20

Es wurde nun versucht, MOSFETs in einer Schaltung für ein Schweißgerät zu verwenden. Dabei traten enorme Probleme auf, die damit zusammenhängen, dass MOSFET-Transistoren eine parasitäre Diode invers zum Transistor besitzen. Wenn eine der Halbbrückenschaltungen in den sogenannten Freilaufbetrieb geht, das ist der Zustand, in dem die Primärwicklung des Haupttransformators ihre Magnetisierung über die Freilaufdioden abbaut, dann beginnen im zweiten Inverter die inversen Freilaufdioden zu leiten, wobei dann kurz danach eine hohe  $du/dt$ -Belastung des MOSFETs erfolgt. Dies ist eine typische Situation, in der ein MOSFET in den Zerstörungszustand "second break down" gehen kann und dies muss unter allen Umständen verhindert werden. Die auf Seite 10 beschriebene Schaltung ist so also mit MOSFETs nicht sicher zu betreiben.

25

In bestimmten Grenzbereichen kurz vor der Volllaststeuerung des Inverters ergaben sich weiter erhebliche Probleme mit Sättigungserscheinungen im Haupttransformator.

30

Eine herkömmliche Regelung mit Pulsweiten-modulierten Ansteuersignalen führte zu einem Schwingen des Magnetisierungsstromes in Grenzsituationen. Gleichzeitig war das PWM-System beim Auftreten von Kurzschlüssen in seiner Geschwindigkeit viel zu langsam.

Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, eine Inverterschaltung in vielen Aspekten weiter zu entwickeln, damit sie sich mit MOSFET-Transistoren betrie-

5

ben werden kann, wobei die Magnetisierungsströme im Hauptübertrager sauber kontrollierbar sind, eine extrem schnelle Regelung ohne Trafosättigung erreichbar ist und dass alle an ein Schweißgerät gestellten Anforderungen erfüllbar sind.

15

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch erreicht, dass mit jeder Primärwicklung des Haupttransformators eine sättigbare Induktivität in Reihe geschaltet ist.

20

Der Inverter kann in parallele Teilsysteme aufgeteilt werden, wobei die Symmetrie der Stromaufteilung immer gewährleistet ist, ein Symmetriersystem für den kapazitiven Mittelpunkt bei Serienschaltung der Halbbrückenschaltungen gefunden werden kann, die Vorschriften der Oberwellen im Netzstrom einhaltbar sind, das Invertersystem bis in die höheren Leistungsbereiche hinein realisierbar ist und ein Baukastensystem realisiert ist, um flexibel den Anforderungen des Marktes zu genügen.

25

Für ein Schweißgerät ist das Gewicht eine herausragende Größe. Mit dieser Auslegung der Schaltung können die Glättungsdrosseln klein gehalten werden und für sehr hohe Leistungen lassen sich derartig aufgebaute Teilsysteme in Parallelschaltung betreiben.

30

Weiterbildungen der Grundschaltung sind den zahlreichen Unteransprüchen zu entnehmen, die sich insbesondere mit der Aufteilung des Inverters in mehrere kleine Teilinverter und dem phasenversetzten Betrieb derselben befassen. Auch die Regelstruktur des Teil- und Gesamtsystems wurde verbessert und die Rückwirkungen auf das Versorgungsnetz reduziert.

35



5

10

Beim Betrieb eines derartigen Invertersystems mit sehr kleinen Strömen kann der sogenannte Aussetzbetrieb beginnen, wobei beide Teilsysteme nicht mehr streng abwechselnd takten. Bei einer Serienschaltung der Halbbrückenschaltungen tritt eine Verschiebung des Mittelpunktes der Spannungsversorgung auf, die zu einer Zerstörung der Teilsysteme führen kann. Dagegen gibt eine Weiterbildung eine Lösung an.

15

Besonders rückkopplungsarme Verhältnisse und wesentlich ruhigere Kurvenverläufe entstehen, wenn in Reihe mit den Ausgangsdioden des Strom-Verdoppler-Gleichrichters je eine zweite sättigbare Induktivität geschaltet ist.

20

Eine besonders einfache Realisierung entsteht, wenn die ersten und zweiten sättigbaren Induktivitäten durch Ringkerne gebildet werden, durch die der jeweilige Stromleiter führt.

25

Besonders wirksam und thermisch vorteilhaft ist, wenn der Ringkern der sättigbaren Induktivität aus amorphem oder nanokristallinem Bandmaterial gefertigt ist.

30

Besonders kleine und kostengünstige Ringkerne können verwendet werden, wenn die Ringkerne der sättigbaren Induktivitäten wärmeleitend in Bohrungen von Kühlprofilen oder Wärmeübertragungsprofilen eingebaut sind, um die Wärmeabfuhr erheblich zu verbessern.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Invertersystems sieht vor, dass je ein Anschluss der beiden Primärwicklungen gemeinsam so durch einen Strom-

5

wandler geführt ist, dass dieser einen Summenstrom mit wechselnder Polarität  
 10 erkennt und gewandelt ausgibt.

Eine deutliche Erhöhung der Regelungsstabilität in Grenzfällen ergibt sich, wenn  
 dieser Stromwandler ein Kompensationsstromwandler mit Magnetfeldsensor ist,  
 der auch entstehende Gleichstromanteile messen kann.

15

Eine weitere Ausgestaltung mit sehr vielen Vorteilen entsteht, wenn das Inverter-  
 system über eine Kaskadenregelung verfügt, wobei ein Hauptregler mit Hilfe des  
 Ausgangsstrom-Istwertes des Ausgangsstromes oder der Ausgangsspannung vom  
 Ausgang des Leistungsteils und mit Hilfe des Sollwertes des Ausgangsstromes  
 20 oder der Ausgangsspannung je nach Bedarf einen Stromregler oder einen Span-  
 nungsregler realisiert und wobei das Ausgangssignal dieses Hauptreglers als  
 Führungssignal einem Regler zugeführt wird, der als ein Current-mode-Regler für  
 den Primärstrom des Haupttransformators realisiert ist.

25

Ein System mit beiden Regelsystemen entsteht, wenn der Hauptregler sowohl  
 einen Stromregler als auch einen Spannungsregler enthält, die in einer Ablöse-  
 schaltung so miteinander verknüpft sind, dass jeweils derjenige Regler die Führung  
 erhält, der das kleinere Führungssignal erzeugt.

30

Bei der Ausgestaltung des Reglers gibt es auch den vorteilhaften Weg, dass der  
 Hauptregler als digitaler Regler mit den gängigen Mitteln der Prozessortechnik  
 ausgebildet ist und dass das analoge Führungssignal über ein D/A-Wandler-Ver-  
 fahren erzeugt wird, um es als Strom-Sollwert-Signal dem Current-mode-Regler  
 zuzuführen.

35

5

Um das bipolare Signal des Stromwandlers weiter zu verwenden, wird in vorteil-  
hafter Weise zur Bildung des Primärstrom-Istwert-Betrages für den Current-mode-  
Regler der Primärstrom-Istwert vom Kompensationsstromwandler mit einem Be-  
tragsbildner gleichgerichtet.

10

15

Eine sehr einfache und kostengünstige Struktur des Common-mode-Reglers ent-  
steht, indem ein Oszillator mit einem nachgeschalteten Pulsgenerator Ansteuer-  
impulse erzeugt, mit Hilfe derer jeweils einer der Flip-Flop-Speicher zugeordnet  
dem Halbbrückeninverter zugeordnet dem Halbbrückeninverter im Wechsel gesetzt  
und rückgesetzt werden und dass das jeweilige Setzen bzw. Rücksetzen dieser  
Flip-Flop-Speicher mit Hilfe von nachgeschalteten Ansteuerschaltkreisen zum  
Einschalten bzw. Ausschalten der Transistoren der zugeordneten Halbbrücken-  
schaltung führt.

20

25

In Weiterführung ist es vorteilhaft, wenn der Current-mode-Regler am Eingang über  
einen Komparator verfügt, welcher den Primärstrom-Istwert-Betrag mit der Ampli-  
tude des Führungssignals vergleicht, und dass bei größerem Istwert die Flip-Flop-  
Speicher zurückgesetzt werden, so dass letztlich die beiden Transistoren der je-  
weils aktiven Halbbrückenschaltung wieder ausgeschaltet werden.

30

Je nach Höhe der Netzstromversorgung ist es gut, wenn die beiden asymmetri-  
schen Halbbrückenschaltungen aus der gleichen Versorgungsspannung speisbar  
sind.

35

Bei höheren Netzspannungen bringt es jedoch Vorteile, wenn die beiden asym-  
metrischen Halbbrückenschaltungen mit ihren Versorgungsspannungen in Reihe  
geschaltet sind.

5

Ein besonders stabiles Verhalten des Gesamtsystems besonders bei kleinster  
 10 Leistungsentnahme entsteht, wenn bei einer Reihenschaltung der Halbbrücken-  
 schaltungen eine Überwachungsschaltung die Symmetrie des kapazitiven Mittel-  
 anschlusses in Bezug auf die positive Versorgungsspannung und die negative  
 Versorgungsspannung misst und dass das Ausgangssignal dieser Überwachungs-  
 15 schaltung das asymmetrische Verhalten anzeigt und zwar mit der Information der  
 Richtung der Asymmetrie.

20

Weiterhin hilft es dabei, wenn das Ausgangssignal der Überwachungsschaltung  
 dazu verwendet wird, die Ansteuerimpulse derjenigen Halbbrückenschaltung zu  
 blockieren oder zu verkürzen, die über die kleinere Versorgungsspannung verfügt,  
 bis die Symmetrie der Versorgungsspannungen wieder hergestellt ist.

25

Zum Aufbau größerer Invertersysteme gibt es den vorteilhaften Weg, dass zwei  
 Halbbrückenschaltungen und ein Haupttransformator (versehen evtl. mit den  
 ersten sättigbaren Induktivitäten) und ein Stromwandler und ein Strom-Ver-  
 25 doppler-Gleichrichter (versehen evtl. mit den zweiten sättigbaren Zusatz-  
 Induktivitäten) zu einem Leistungsteil zusammengefasst werden.

30

Eine noch weitergehende Modularisierung entsteht, wenn ein Leistungsteil zu-  
 sammen mit einem Ansteuerübertrager und mit Ansteuerschaltkreisen und mit  
 einem Current-mode-Regler zu einem Teilsystem zusammengefasst werden.

35

Invertersysteme mit sehr hohen Ausgangsleistungen lassen sich nun dadurch rea-  
 lisieren, dass mehrere Teilsysteme parallelgeschaltet werden und dass die Füh-  
 rungsgröße am Eingang der Current-mode-Regler für alle Teilsysteme identisch ist,  
 und von einem gemeinsamen Hauptregler für das gesamte System erzeugt wird,

5

wobei dann der Ausgangsstrom-Istwert den Strom des gesamten Systems dar-  
stellt.

10

Eine dramatische Reduzierung des Rippels auf dem Ausgangsstrom wird erreicht, indem bei einer Parallelschaltung mehrerer Teilsysteme der Oszillator mit nachgeschaltetem Pulsgenerator für alle gemeinsam ist und dass das Setzen der Flip-Flop-Speicher für die verschiedenen Halbbrückenschaltungen auf möglichst viele phasenversetzte Zeitpunkte aufgeteilt ist, damit die resultierende Welligkeit des Ausgangsstromes minimal wird.

15

Eine besonders vorteilhafte Kombination zur Einhaltung der gesetzlichen Oberwellenvorschriften am Versorgungsnetz entsteht, indem dem Leistungsteil an den Klemmen der positiven Versorgungsspannung und der negativen Versorgungsspannung eine an sich bekannte Hochsetzsteller-Schaltung und ein Netzgleichrichter vorgeschaltet wird, um die Stromaufnahme aus dem Versorgungsnetz steuern zu können.

20

Aus den gleichen Gründen ist es äußerst vorteilhaft, dass die vorgeschaltete Hochsetzsteller-Schaltung selbst aus einer Parallelschaltung mehrerer Hochsetzsteller-Schaltungen kleinerer Leistung realisiert ist.

25

Um dabei eine gleiche Stromaufteilung zu erreichen, ist vorgesehen, dass das Sollwertsignal für den Eingangsstrom der einzelnen Hochsetzsteller-Schaltungen für alle identisch ist.

30

5

Eine besonders wirtschaftliche und aus dem Gesichtspunkt der EMV vorteilhafte Lösung entsteht, wenn die einzelnen Hochsetzsteller-Schaltungen in einem phasenversetzten Takt arbeiten, so dass damit die Welligkeit des Eingangstromes reduziert wird.

10

Eine Bauteilreduzierung und stabilere EMV-Verhältnisse entstehen, wenn das Takterzeugungssystem für die Teilsysteme und die Takterzeugung für die Hochsetzsteller-Schaltungen miteinander synchronisiert sind und sich aus einem einzigen gemeinsamen Oszillator und einem gemeinsamen Pulsgenerator ableiten lassen.

15

Eine Kostenreduzierung lässt sich bei diesem Invertersystem auch dadurch erreichen, dass die vier Transistoren der beiden Halbbrückenschaltungen mit einem einzigen Ansteuerübertrager angesteuert werden, der über eine Primärwicklung und vier separate Sekundärwicklungen verfügt.

20

Sehr hohe Schaltfrequenzen lassen sich dadurch erreichen, dass die Transistoren der Halbbrückenschaltungen vom Typ MOSFET sind.

25

Weitere Montagevorteile und einfachere Ersatzteilehaltung entsteht, wenn ein Leistungsteil mit einer vorgeschalteten Hochsetzsteller-Schaltung mechanisch als Modulbaugruppe zusammengefasst sind, so dass durch unmittelbares Parallelschalten mehrerer solcher Modulbaugruppen Leistungskomponenten hoher Gesamtleistung realisiert werden können.

30

Eine vorteilhafte Standardisierung entsteht, wenn jede dieser Modulbaugruppen ein eigenes Kühlprofil besitzt.

35

5

Diese Merkmale sind je nach dem benötigten Einsatz des Invertersystems in einem weiten Bereich miteinander kombinierbar.

10

Im Bereich der Schweißtechnik ist es ganz besonders vorteilhaft, viele kleinere Leistungsteile im Phasenversatz miteinander zu betreiben, weil dadurch das Gewicht der benötigten Drosseln stark reduzierbar ist. Besonders wichtig ist dies bei tragbaren Maschinen. Beim Betrieb von Invertern am dreiphasigen Drehstromnetz von 3x400 V ist eine Serienschaltung der Halbbrückenschaltungen sehr vorteilhaft, denn beim Einsatz von MOSFET-Transistoren nimmt die Stromtragfähigkeit mit steigender Spannungsfestigkeit drastisch ab, so dass sich wirtschaftlichere Lösungen ergeben, da Transistoren mit halber Spannungsfestigkeit eingesetzt werden können.

15

20

Durch Kombination der meisten dieser Merkmale ist ein Invertersystem entstanden, das auf sehr kleinem Raum mit geringem Gewicht eine hohe Ausgangsleistung erreicht. Hervorzuheben ist dabei die bis dato unerreicht hohe Regel-Dynamik und Rippelarmut eines Inverters dieser Größe- und Gewichtsklasse. Den Vorschriften der Oberwellenanteile wird voll Genüge getan. Das Baukastensystem erbringt große wirtschaftliche Vorteile.

25

Die Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

30

Fig. 1 die grundsätzliche Schaltung eines erfindungsgemäßen Leistungsteils,

5

Fig. 2 die Regelungsstruktur eines erfindungsgemäßen Invertersystems,

10

Fig. 3 eine mögliche Parallelschaltung der Halbbrückenmodule,

Fig. 4 eine mögliche Serienschaltung der Halbbrückenmodule,

15

Fig. 5 ein Invertersystem mit vorgeschalteter Hochsetzsteller-Schaltung und Netzgleichrichter sowie

Fig. 6 ein Beispiel für eine Modulmontage.

20

In Fig. 1 sieht man, wie eine erste Halbbrückenschaltung 1a aufgebaut ist. Zwei Transistoren 10a und 10b sind zusammen mit zwei Freilaufdioden 11a und 11b in einer bekannten Weise zu einer sogenannten symmetrischen Halbbrückenschaltung verbunden. Die Versorgung liegt an einem positiven Versorgungsanschluss 33 und einem negativen Versorgungsanschluss 34 und wird mit einem Pufferkondensator 43a gestützt. Man sieht, dass der Haupttransformator 3 zwei Primärwicklungen 3a und 3b aufweist. Die erste Primärwicklung 3a ist nun in die Brückendiagonale der Halbbrückenschaltung 1a eingebaut, wobei in Reihe mit der Primärwicklung eine sättigbare Induktivität 5a geschaltet ist. Ferner durchfließt der Primärstrom einen Stromwandler 4, der einen Primärstrom-Istwert 42 erzeugt.

30

Die zweite Halbbrückenschaltung 1b ist wie gezeigt in völlig analoger Weise aufgebaut. Zu beachten ist nur, dass die Primärwicklung 3b und der Stromwandler 4 wie gezeigt so angeschlossen sind, dass die Magnetisierung des Transformators 3

5

10

15

und der Strom im Stromwandler 4 bei leitenden Transistoren 10a und 10b in der Halbbrückenschaltung 1a entgegengesetzt ist als bei leitenden Transistoren 10c und 10d in der Halbbrückenschaltung 1b. An der Sekundärwicklung 3c ist nun der an sich bekannte Strom-Verdoppler-Gleichrichter 6 angeschlossen. Die Standard-schaltung besteht aus zwei Glättungsdrosseln 9a und 9b, die jede für sich die Hälfte des Ausgangsstromes führen. Zwei Ausgangsdioden 7a und 7b dienen der Gleichrichtung. Mit den beiden Ausgangsdioden sind die beiden sättigbaren Zusatz-Induktivitäten 8a und 8b in Reihe geschaltet. Die ganze Anordnung wird als Leistungsteil 2 bezeichnet.

20

25

30

In Fig. 2 ist das Leistungsteil 2 als Block eingezeichnet. Es ist nun die Regelung dafür beschrieben. Ein Hauptregler 13 realisiert je nach Anforderung einen Stromregler 20 oder einen Spannungsregler 21. Der Stromregler 20 wird mit dem Ausgangsstrom-Istwert 16 von einem bekannten Strommesssystem versorgt. Gleichzeitig erhält er von einer höheren Instanz einen Ausgangsstrom-Sollwert 18. Der Spannungsregler 21 erhält den Ausgangsspannungs-Istwert 17 und einen Ausgangsspannungs-Sollwert 19. Falls gleichzeitig sowohl ein Stromregler 20 und ein Spannungsregler 21 benötigt werden, ist eine an sich bekannte und schematisch dargestellte Ablöseschaltung 39 vorgesehen, die demjenigen Regler die Führung übergibt, der das kleinere Führungssignal 14 erzeugt. Das Führungssignal 14 ist ein neuer Strom-Sollwert für einen an sich bekannten Current-mode-Regler 15. Zur Current-mode-Regelung wird ein sehr schneller und präziser Primärstrom-Istwert-Betrag 22 benötigt. Dazu wird der bipolare Primärstrom-Istwert 42 aus dem Stromwandler 4 in einem Betragsbildner 23 gleichgerichtet. Das Führungssignal 14 und der Primärstrom-Istwert-Betrag 22 werden im Current-mode-Regler 15 auf einen Komparator 27 geführt. Es ist nun jeder Halbbrückenschaltung 1a oder 1b jeweils

5

10

15

ein Flip-Flop-Speicher 26a bzw. 26b zugeordnet, der über einen Ansteuerschaltkreis 28a bzw. 28b und einen Ansteuerübertrager 12 zu den Transistoren der zugeordneten Halbbrückenschaltung 1a bzw. 1b führt. Wird z.B. der Flip-Flop-Speicher 26a gesetzt, dann werden die Transistoren 10a und 10b der Halbbrückenschaltung 1a eingeschaltet - entsprechendes gilt umgekehrt und sinngemäß für den anderen Flip-Flop-Speicher 26b in Verbindung mit der Halbbrückenschaltung 1b.

20

25

30

Das Einschalten und Ausschalten der Flip-Flop-Speicher 26a und 26b besorgt ein Pulsgenerator 25, der von einem Oszillator 24 gespeist wird. Dabei werden die beiden Flip-Flop-Speicher 26a und 26b mit maximal 50 % Tastverhältnis im Wechsel gesetzt und zurückgesetzt. Stellt der Komparator 27 jedoch fest, dass der Primärstrom-Istwert-Betrag 22 das Führungssignal 14 übersteigt, dann werden die Flip-Flop-Speicher ohne jeden Zeitverzug sofort zurückgesetzt. Dadurch wird der Leistungsfluss in dem Haupttransformator 3 sofort unterbrochen. Die Strombegrenzung des Invertersystems reagiert damit ohne prinzipbedingte Verzögerung, da im Primärstrom ein verzögerungsfreies Abbild des Ausgangsstromes enthalten ist. Beim Parallelschalten von mehreren Teilsystemen 49 ist es nun besonders vorteilhaft, den Oszillator 24 und den Pulsgenerator 25 nur einmal und für alle Teilsysteme 49 gemeinsam vorzusehen, da sich damit die Phasenlage der einzelnen Halbbrückenschaltungen weiter auffächern lässt und der Rippel des Ausgangsstromes des Gesamtsystems damit drastisch gesenkt werden kann.

35

In Fig. 3 ist die Parallelschaltung der beiden Halbbrückenschaltungen 1a und 1b dargestellt. Diese Variante ist vorteilhaft beim Betrieb von Invertern am einphasigen Versorgungsnetz von 230V geeignet.

5

In Fig. 4 ist im Gegensatz zu Fig. 3 eine Serienschaltung der beiden Halbbrückenschaltungen 1a und 1b dargestellt. Es entsteht dabei ein kapazitiver Mittelpunkt 32, der in der Mitte zwischen dem positiven Versorgungsanschluss 33 und dem negativen Versorgungsanschluss 34 zu liegen kommt. Um den Mittelpunkt 32 bei jedem Arbeitspunkt des Inverters stabil in der Mitte halten zu können, ist es vorteilhaft, eine Überwachungsschaltung 29 für die Symmetrie der beiden Teilspannungen 40a und 40b zu haben. Gezeigt ist ein Ausführungsbeispiel mit zwei Widerständen 30a und 30b und zwei Optokopplern 31a und 31b. Der Optokoppler 31a wird leitend, wenn die Versorgungsspannung 40a größer ist, der Optokoppler 31b wird entsprechend leitend, wenn die Versorgungsspannung 40b größer wird. Mit den Ausgangssignalen 35 wird der Current-mode-Regler 15 so gesteuert, dass mit bekannten Mitteln die Ansteuer-Signale derjenigen Halbbrückenschaltung 1a oder 1b blockiert werden, welche die niedrigere Versorgungsspannung 40 aufweist.

15

20

25

30

In Fig. 5 ist dargestellt, dass dem Leistungsteil 2 zwischen dem positiven Versorgungsanschluss 33 und dem negativen Versorgungsanschluss 34 eine an sich bekannte Hochsetzsteller-Schaltung 36 vorgeschaltet wird. Diese wiederum wird von einem Netzgleichrichter 37 über den positiven Gleichrichteranschluss 45 und den negativen Gleichrichteranschluss 46 versorgt. Der Gleichrichter selbst speist sich aus dem Versorgungsnetz 38, das in der Regel ein Einphasennetz von z.B. 230V oder wie gezeigt ein Drehstromnetz von z.B. 3x400V ist. Bei der Parallelschaltung von mehreren Teilsystemen 49 ist es nun besonders vorteilhaft, das Führungssignal 14 und das Sollwert-Signal für den Eingangsstrom 41 parallel an alle Teilsysteme 49 anzuschließen, damit die Stromaufteilung auf die Teilsysteme optimal wird.

35

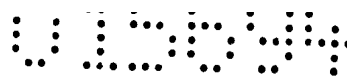
5

10

In Fig. 6 wird eine Modulbaugruppe 44 gezeigt, welche aus einem Leistungsteil 2 und einer zugeordneten Hochsetzsteller-Schaltung 36 besteht. Solche Modulbaugruppen können nun mit der Regelungstechnik nach den obigen Merkmalen problemlos parallel geschaltet werden, womit sich Inverter sehr hoher Ausgangsleistung realisieren lassen.

15

Wien, den 7. Mai 2003



Dr. Mühner  
Dipl.-Ing. Katschinka OEG,  
Patentanwaltskanzlei  
Weihburggasse 9  
1010 Wien

5 21/Ö 40339

ESS Schweißtechnik GmbH  
D-88339 Bad Waldsee (DE)

10

P a t e n t a n s p r ü c h e :

15

1. Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttrans-

20

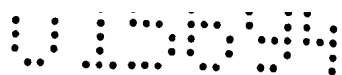
formators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet,

2. Inverter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) zwei Ausgangsdioden (7a, 7b) aufweist, denen je eine sättigbare Zusatz-Induktivität (8a, 8b) in Reihe geschaltet ist.

25

3. Inverter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die sättigbaren Induktivitäten (5a, 5b) und Zusatz-Induktivitäten (8a, 8b) als Ringkerne ausgebildet sind, durch die zugeordnete Stromleiter geführt sind.

30



5

4. Inverter nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ringkerne aus amorphem oder nanokristallinem Bandmaterial bestehen.
5. Inverter nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ringkerne wärmeleitend in Aufnahmen von Kühlprofilen oder Wärmeübertragungskörpern eingebaut sind.
6. Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttransformators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass je ein Anschluss der beiden Primärwicklungen (3a, 3b) so durch einen Stromwandler (4) geführt sind, dass dieser einen Summenstrom mit wechselnder Polarität abgibt.
7. Inverter nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Stromwandler (4) als Kompensations-Stromwandler mit Magnetfeldsensor ausgebildet ist und entstehende Gleichstromanteile erkennt.
8. Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttrans-

30

5

10

15

20

25

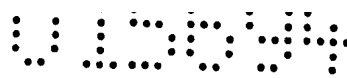
30

formators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet,

dass er mit einem Kaskadenregler versehen ist, wobei ein erster Hauptregler (13) in Abhängigkeit des Istwertes (16) des Ausgangsstromes oder der Ausgangsspannung eines Leistungsteiles (2) und in Abhängigkeit des Sollwertes (18) des Ausgangsstromes oder der Ausgangsspannung einen Stromregler (20) oder einen Spannungsregler (21) bildet, dessen Ausgangssignal als Führungssignal des Hauptreglers (13) einem weiteren Regler zuführbar ist, der als Current-mode-Regler (15) für den Primärstrom des Haupttransformators (3) dient (Fig. 2).

9. Inverter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptregler (13) sowohl einen Stromregler (20) als auch einen Spannungsregler (21) aufweist, die in einer Ablöseschaltung (30) so verknüpft sind, dass derjenige die Führung übernimmt, welcher das kleine Führungssignal (14) erzeugt.

10. Inverter nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptregler (13) als Digitalregler mit handelsüblichen Mitteln der Prozessortechnik aufgebaut ist und dass das abgegebene analoge Führungssignal (14) über einen Digital-Analog-Wandler erzeugt als Strom-Sollwert dem Current-mode-Regler (15) zuführbar ist.



5

10

15

20

25

30

11. Inverter nach einem der Ansprüche 8 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Bildung des Betrages (22) des Istwertes des Primärstromes für den  
Current-mode-Regler (15) der Istwert (42) des Primärstromes vom Kompen-  
sations-Stromwandler (4) mit einem Betragsbildner (23) gleichgerichtet ist.
12. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jeder Halbbrückenschaltung (1a, 1b) ein Oszillator (24) mit nach-  
geschaltetem Pulsgenerator (25) zugeordnet ist, um Ansteuerimpulse für  
zugeordnete Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) zu erzeugen, die abwechselnd  
setz- und rücksetzbar sind, und  
dass mit dem Setzen und Rücksetzen dieser Flip-Flop-Speicher (26a, 26b)  
nachgeschaltete Ansteuerschaltkreise (28a, 28b) die Schalttransistoren (10)  
der zugeordneten Halbbrückenschaltung (1a 1b) ein- und ausschaltbar sind.
13. Inverter nach einem der Ansprüche 8 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Komparator (27) den Eingang des Current-mode-Reglers (15) bil-  
det,  
dass der Komparator (27) den Betrag (22) des Istwertes des Primärstromes  
mit der Amplitude des Führungssignals (14) vergleicht, und  
dass der überwiegende Betrag (22) des Istwertes des Primärstromes die  
Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) zurücksetzt und die Transistoren (10) der  
jeweils aktiven Halbbrückenschaltung (1a, 1b) ausschaltet.

5

14. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine gemeinsame Versorgungsspannung (40) beide Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) speist (Fig. 3).

10

15. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jeder Halbbrückenschaltung (1a, 1b) eine getrennte Versorgungsspannung (40a, 40b) zugeordnet ist und  
dass die beiden Versorgungsspannungen (40a, 40b) in Reihe geschaltet sind (Fig. 4).

15

20

16. Inverter nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Reihenschaltung der Versorgungsspannungen (40a, 40b) eine Überwachungsschaltung (29) zugeordnet ist, die die Symmetrie des kapazitiven Mittelanschlusses (32) in Bezug auf die positive Versorgungsspannung (33) und die negative Versorgungsspannung (34) misst, und  
dass das Ausgangssignal (35) der Überwachungsschaltung (29) die Asymmetrie und die Richtung derselben kennzeichnet.

25

30

17. Inverter nach Anspruch 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Ausgangssignal (35) der Überwachungsschaltung (29) die Ansteuerimpulse derjenigen Halbbrückenschaltung (1a, 1b), die von der im Moment kleineren Versorgungsspannung (40a oder 40b) gespeist ist, blo-

5

ckiert oder verkürzt, bis die Symmetrie der Versorgungsspannungen (40a, 40b) wieder hergestellt ist.

10

18. Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttransformators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet,

15

dass zwei Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) und ein Haupttransformator (3), eventuell versehen mit den sättigbaren Induktivitäten (5a, 5b), sowie ein Stromwandler (4) und ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6), eventuell versehen mit den sättigbaren Zusatz-Induktivitäten (8a, 8b), zu dem Leistungsteil (2) zusammengefasst sind.

20

19. Inverter nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet,

25

dass ein Leistungsteil (2) mit einem Ansteuerübertrager (12), Ansteuer-schaltkreisen (28) und einem Current-mode-Regler (15) ein Teilsystem (49) bilden.

20. Inverter nach Anspruch 19,

30

dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Teilsysteme (49) parallelgeschaltet gemeinsam versorgt sind (Klemmen 33 und 34) und einen gemeinsamen Ausgang (Klemmen 47 und 48) aufweisen, und

5

10 dass das Führungssignal (14) den Eingängen aller Current-mode-Regler (15) der Teilsysteme (45) zugeführt ist, wobei dieses identische Führungssignal (14) von einem gemeinsamen Hauptregler (13) des Gesamtsystems erzeugt ist und der Istwert (16) des Ausgangsstromes den Strom des Gesamtsystems darstellt.

15

21. Inverter nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Oszillator (24) mit nachgeschaltetem Pulsgenerator (25) für alle Teilsysteme (49) gemeinsam ist und dass das Setzen der Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) für die verschiedenen Halbrückenschaltungen (1a, 1b) auf möglichst viele phasenversetzte Zeitpunkte verteilt ist, um die Welligkeit des Ausgangsstromes zu minimieren.

20

22. Inverter nach einem der Ansprüche 18 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass dem Leistungsteil (2) eingangsseitig (Klemmen 33 und 34) eine an sich bekannte Hochsetzsteller-Schaltung (36) mit Netzgleichrichter (37) vorgeschaltet ist, über die die Stromaufnahme aus dem Versorgungsnetz (38) steuerbar ist.

25

30

23. Inverter nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochsetzsteller-Schaltung (36) großer Leistung aus mehreren Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen (36a, 36b) kleinerer Leistung in Parallelschaltung gebildet ist.

5

24. Inverter nach Anspruch 23,  
 10 dadurch gekennzeichnet,  
 dass den Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen (36a, 36b) ein Sollwertsignal für  
 den Sollwert (41) des Eingangsstromes zuführbar ist, das für alle Teil-  
 Hochsetzsteller-Schaltungen (36a, 36b) identisch ist.
- 15 25. Inverter nach Anspruch 4,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass die Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen (36a, 36b) phasenversetzt an-  
 steuerbar sind, um die Welligkeit des Eingangsstromes zu reduzieren.
- 20 26. Inverter nach einem der Ansprüche 18 bis 25,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass das Takterzeugungssystem für die Leistungsteile (2) und die Teil-  
 Hochsetzsteller-Schaltungen (36a, 36b) miteinander synchronisiert sind und  
 sich aus dem gemeinsamen Oszillator (24) und dem gemeinsamen Pulsgener-  
 25 ator (25) abgeleitet sind.
27. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 26,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass die Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) vier Transistoren (10a, 10b, 10c,  
 10d) mit einem einzigen Ansteuerübertrager (12) aufweisen, der mit einer  
 30 Primärwicklung (12a) und vier getrennten Sekundärwicklungen (12b, 12c,  
 12d, 12e) versehen ist.

5

28. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 27,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass die Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) mit Transistoren vom Typ  
 MOSFET aufgebaut sind.

10

29. Inverter nach einem der Ansprüche 18 bis 28,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass ein Leistungsteil (2) mit vorgesetzter Hochsetzsteller-Schaltung (36)  
 eine mechanische Modulbaugruppe (44) bildet,  
 dass mehrere, derartige Modulbaugruppen (44) und dass diese Modulbau-  
 gruppen (44) durch eingangsseitige (Klemmen 45 und 46 des Gleichrich-  
 ters) und ausgangsseitig (Klemmen 47 und 48 der Ausgangsanschlüsse) Pa-  
 rallelschaltung zu einer Leistungskomponente hoher Gesamtleistung zusam-  
 mengefasst sind.

15

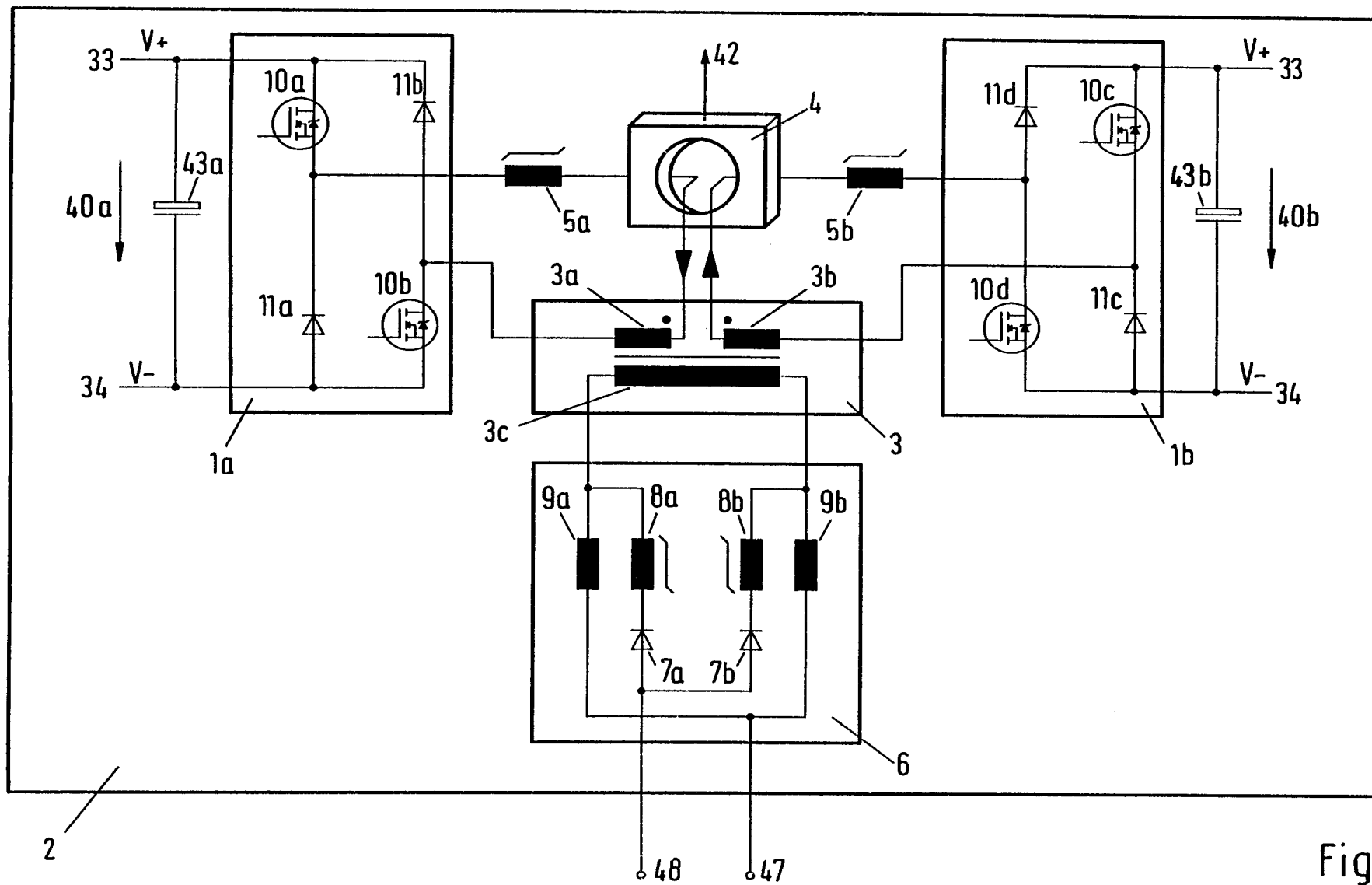
20

30. Inverter nach Anspruch 29,  
 dadurch gekennzeichnet,  
 dass jede Modulbaugruppe (44) ein eigenes Kühlprofil besitzt.

25

Wien, den

**-7. Mai 2003**



7/1



Fig.1

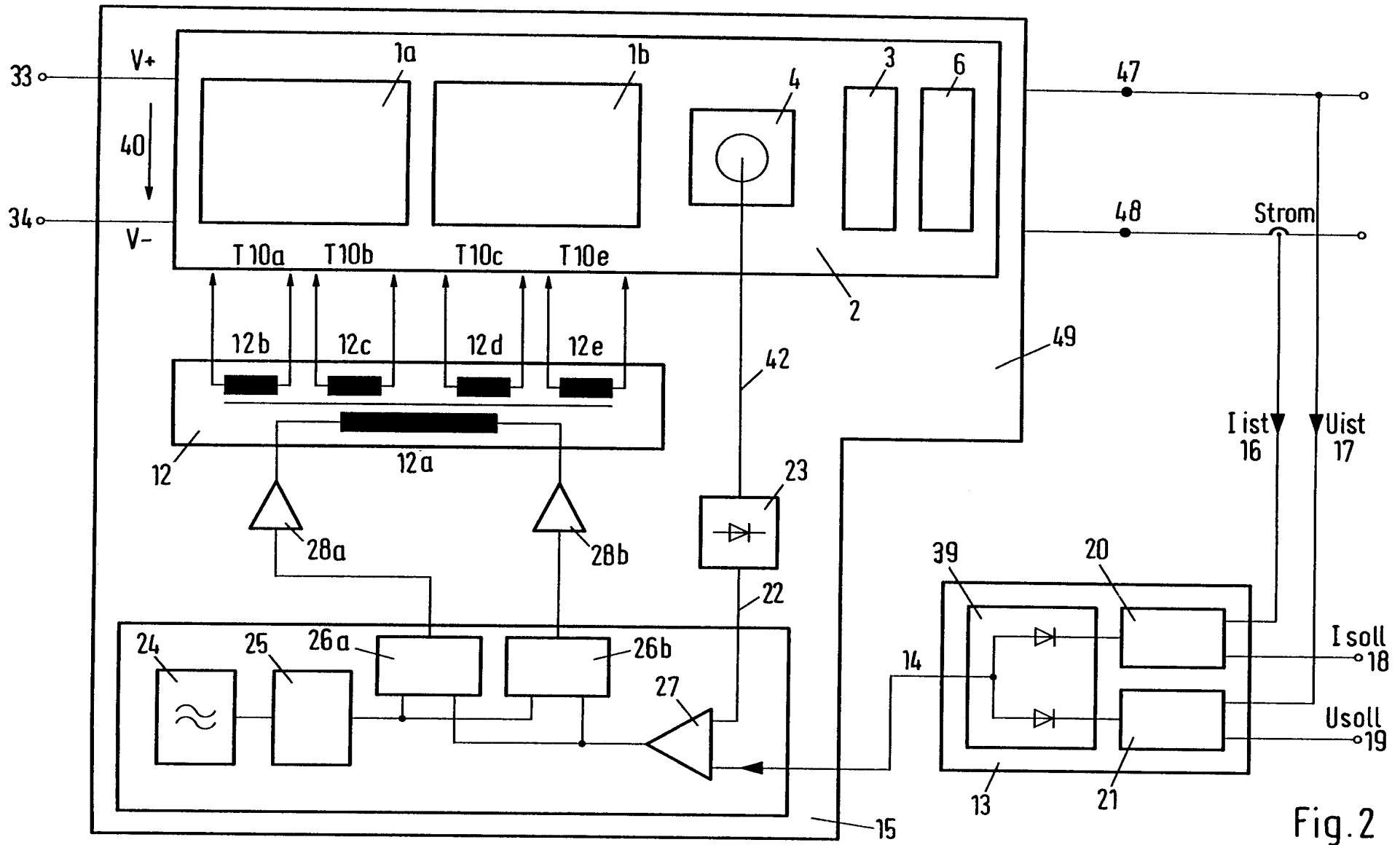
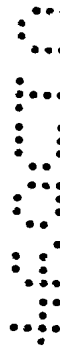


Fig. 2

7/7



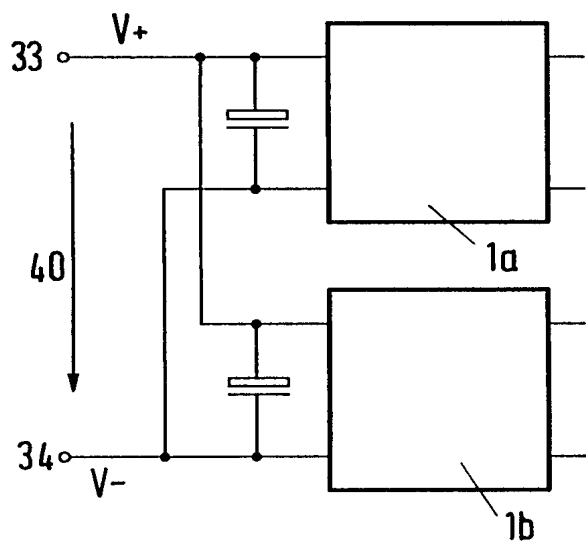


Fig. 3

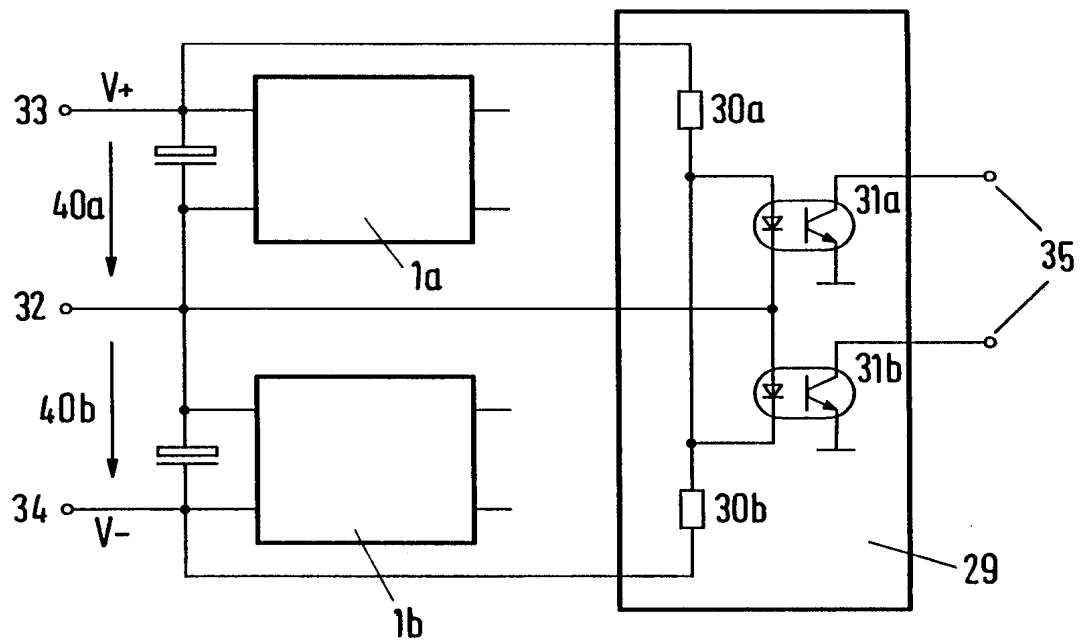
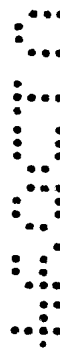


Fig. 4



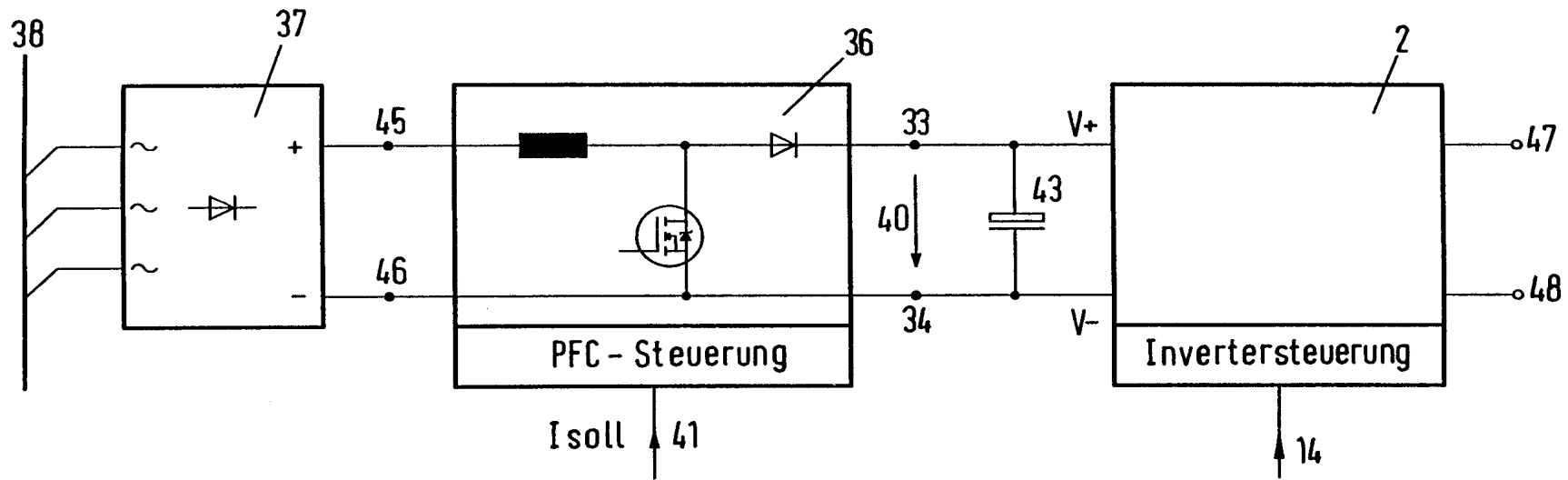


Fig.5

7/7

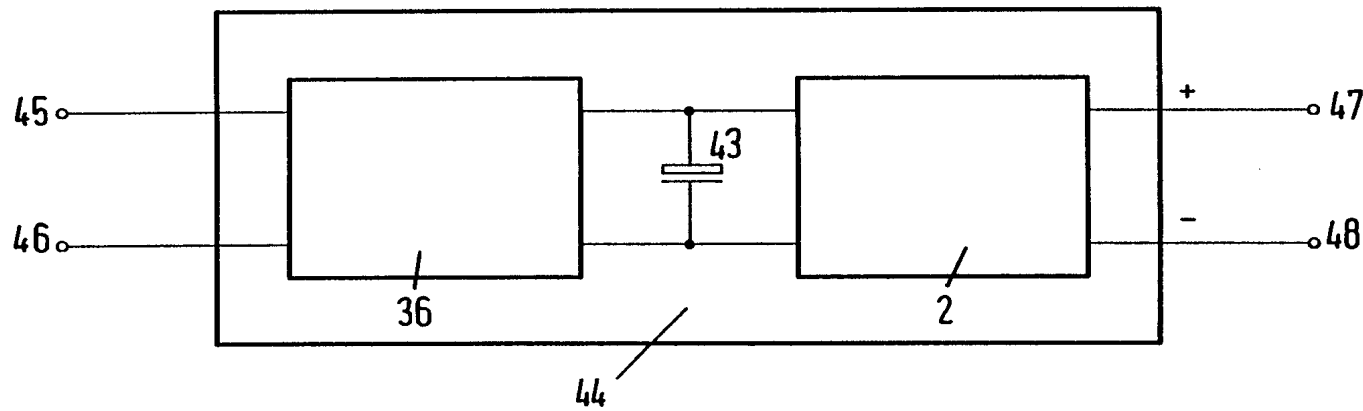


Fig.6

0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
I  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
Q  
R  
S  
T  
U  
V  
W  
X  
Y  
Z

15/Ö/40339

A688/2003,H02M

ESS Schweißtechnik GmbH  
D-88339 Bad Waldsee (DE)

N e u e P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Inverter mit zwei asymmetrischen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b), die abwechselnd zwei getrennte Primärwicklungen (3a, 3b) eines Haupttransformators (3) treiben, bei dem an der Sekundärwicklung (3c) des Haupttransformators (3) ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) angeschaltet ist,  
5 **dadurch gekennzeichnet**, dass mit jeder Primärwicklung (3a, 3b) des Haupttransformators (3) eine sättigbare Induktivität (5a, 5b) in Reihe geschaltet ist, dass die sättigbaren Induktivitäten (5a, 5b) als Ringkern ausgebildet sind, durch die zugeordnete Stromleiter geführt sind, dass die Ringkerne wärmeleitend in Aufnahmen von Kühlprofilen oder Wärmeübertragungskörpern eingebaut sind und dass je ein Anschluss der beiden Primärwicklungen durch einen Stromwandler geführt ist.  
10
- 15 2. Inverter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6) zwei Ausgangsdioden (7a, 7b) aufweist, denen je eine sättigbare Zusatz-Induktivität (8a, 8b) in Reihe geschaltet ist.
- 20 3. Inverter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zusatz-Induktivitäten (8a, 8b) als Ringkerne ausgebildet sind, durch die zugeordnete Stromleiter geführt sind.
4. Inverter nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ringkerne aus amorphem oder nanokristallinem Bandmaterial bestehen.  
25

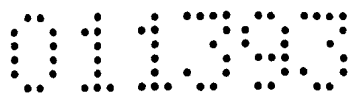
NACHGEREICHT

5. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass je ein Anschluss der beiden Primärwicklungen (3a, 3b) zur Erzeugung eines Summenstromes mit wechselnder Polarität durch den Stromwandler (4) geführt ist.
6. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stromwandler (4) als Kompensations-Stromwandler mit Magnetfeldsensor ausgebildet ist und entstehende Gleichstromanteile erkennt.
7. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er mit einem Kaskadenregler versehen ist, wobei ein erster Hauptregler (13) in Abhängigkeit des Istwertes (16) des Ausgangsstromes oder der Ausgangsspannung eines Leistungsteiles (2) und in Abhängigkeit des Sollwertes (18) des Ausgangsstromes oder der Ausgangsspannung einen Stromregler (20) oder einen Spannungsregler (21) bildet, dessen Ausgangssignal als Führungssignal des Hauptreglers (13) einem weiteren Regler zuführbar ist, der als Current-mode-Regler (15) für den Primärstrom des Haupttransformators (3) dient (Fig. 2).
8. Inverter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass für den Hauptregler (13) sowohl ein Stromregler (20) als auch ein Spannungsregler (21) vorgesehen ist, welche jeweils ein Führungssignal erzeugen, welche Führungssignale die Eingangssignale einer Ablöseschaltung (30) mit einem Komparator bilden, wobei der Komparator das kleinere Führungssignal durchschaltet.
9. Inverter nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hauptregler (13) als Digitalregler mit handelsüblichen Mitteln der Prozessortechnik aufgebaut ist und dass das abgegebene analoge Führungssignal (14) über einen Digital-Analog-Wandler erzeugt als Strom-Sollwert dem Current-mode-Regler (15) zuführbar ist.

**NACHGEREICHT**

10. Inverter nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bildung des Betrages (22) des Istwertes des Primärstromes für den Current-mode-Regler (15) der Istwert (42) des Primärstromes vom Kompensations-Stromwandler (4) mit einem Betragsbildner (23) gleichgerichtet ist.
11. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Oszillator (24) mit nachgeschaltetem Pulsgenerator (25) vorgesehen ist, der Ansteuerimpulse für zugeordnete Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) erzeugt, die abwechselnd setz- und rücksetzbar sind, und dass mit dem Setzen und Rücksetzen dieser Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) nachgeschaltete Ansteuerschaltkreise (28a, 28b) die Schalttransistoren (10) der zugeordneten Halbbrückenschaltung (1a, 1b) ein- und ausschaltbar sind.
12. Inverter nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Komparator (27) den Eingang des Current-mode-Reglers (15) bildet, dass der Komparator (27) den Betrag (22) des Istwertes des Primärstromes mit der Amplitude des Führungssignals (14) vergleicht, und dass der überwiegende Betrag (22) des Istwertes des Primärstromes die Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) zurücksetzt und die Transistoren (10) der jeweils aktiven Halbbrückenschaltung (1a, 1b) ausschaltet.
13. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine gemeinsame Versorgungsspannung (40) beide Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) speist (Fig. 3).
14. Inverter nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) von getrennten Versorgungsspannungen (40a, 40b) gespeist sind und dass die beiden Versorgungsspannungen (40a, 40b) in Reihe geschaltet sind (Fig. 4).

15. Inverter nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reihenschaltung der Versorgungsspannungen (40a, 40b) eine Überwachungsschaltung (29) zugeordnet ist, die die Symmetrie des kapazitiven Mittelanschlusses (32) in Bezug auf die positive Versorgungsspannung (33) und die negative Versorgungsspannung (34) misst, und dass das Ausgangssignal (35) der Überwachungsschaltung (29) dem Betrag und der Richtung der Asymmetrie der Versorgungsspannungen (40a, 40b) entspricht.
- 10 16. Inverter nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ausgangssignal (35) der Überwachungsschaltung (29) die Ansteuerimpulse derjenigen Halbbrückenschaltung (1a, 1b), die von der im Moment kleineren Versorgungsspannung (40a oder 40b) gespeist ist, blockiert oder verkürzt, bis die Symmetrie der Versorgungsspannungen (40a, 40b) wieder hergestellt ist.
- 15 17. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) und ein Hauptstromtransformator (3), mit vorzugsweise sättigbaren Induktivitäten (5a, 5b), sowie ein Stromwandler (4) und ein Strom-Verdoppler-Gleichrichter (6), mit vorzugsweise sättigbaren Zusatz-Induktivitäten (8a, 8b) zu einem Leistungsteil (2) zusammengefasst sind.
- 20 18. Inverter nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Leistungsteil (2) mit einem Ansteuerübertrager (12), Ansteuerschaltkreisen (28) und einem Current-mode-Regler (15) ein Teilsystem (49) bilden.
- 25 19. Inverter nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Teilsysteme (49) parallelgeschaltet gemeinsam versorgt sind (Klemmen 33 und 34) und zu einem gemeinsamen Ausgang (Klemmen 47 und 48) zusammengeführt sind, und dass ein identisches Führungssignal (14) den Eingängen aller Current-mode-Regler (15) der Teilsysteme (49) zugeführt ist, wobei dieses Führungssignal (14) von einem ge-
- 30



meinsamen Hauptregler (13) des Gesamtsystems erzeugt ist und der Istwert (16) des Ausgangsstromes den Strom des Gesamtsystems darstellt.

- 5  
20. Inverter nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Oszillator (24) mit nachgeschaltetem Pulsgenerator (25) für alle Teilsysteme (49) gemeinsam ist und dass zur Minimierung der Welligkeit des Ausgangsstromes das Setzen der Flip-Flop-Speicher (26a, 26b) für die verschiedenen Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) auf  
10  
möglichst viele phasenversetzte Zeitpunkte verteilt ist.
21. Inverter nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Leistungsteil (2) eingangsseitig (Klemmen 33 und 34) zur Steuerung der Stromaufnahme aus dem Versorgungsnetz (38) eine an sich bekannte Hochsetzsteller-Schaltung (36) mit Netzgleichrichter (37) vorgeschaltet ist.  
15
22. Inverter nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hochsetzsteller-Schaltung (36) aus mehreren Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen kleiner Leistung durch  
20  
Parallelschaltung gebildet ist.
23. Inverter nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass allen Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen ein identisches Sollwertsignal für den Sollwert (41) des Eingangsstromes zuführbar ist.
- 25  
24. Inverter nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen zur Reduzierung der Welligkeit des Eingangsstromes phasenversetzt ansteuerbar sind.
- 30  
25. Inverter nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Takterzeugungssystem für die Leistungsteile (2) und die Teil-Hochsetzsteller-Schaltungen miteinander synchronisiert sind und von dem gemeinsamen Oszillator (24) und dem gemeinsamen Pulsgenerator (25) angesteuert sind.

**NACHGEREICHT**

26. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) im Wesentlichen durch vier Transistoren (10a, 10b, 10c, 10d) mit einem einzigen Ansteuerübertrager (12) gebildet sind, der eine Primärwicklung (12a) und vier getrennte Sekundärwicklungen (12b, 12c, 12d, 12e) hat.
27. Inverter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halbbrückenschaltungen (1a, 1b) mit Transistoren vom Typ MOSFET aufgebaut sind.
28. Inverter nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Leistungsteil (2) mit vorgesezter Hochsetzsteller-Schaltung (36) eine mechanische Modulbaugruppe (44) bildet, dass mehrere, derartige Modulbaugruppen (44) und dass diese Modulbaugruppen (44) durch eingangsseitige (Klemmen 45 und 46 des Gleichrichters) und ausgangsseitige (Klemmen 47 und 48 der Ausgangsanschlüsse) Parallelschaltung zu einer Leistungskomponente hoher Gesamtleistung zusammengefasst sind.
29. Inverter nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Modulbaugruppe (44) ein eigenes Kühlprofil besitzt.

Wien, den 26. September 2005

NACHGEREICHT

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC <sup>7</sup> : <b>H02M 3/335, H02M 7/5387</b>		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): <b>H02M, G05F</b>		
Konsultierte Online-Datenbank: <b>WPI, PAJ, IEEE, INSPEC</b>		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>7. Mai 2003</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-30</b> erstellt.		
Kategorie <sup>7)</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	JP 10052039 A (MEIDENSHA CORP) 20. Februar 1998 (20.02.1998) <i>Zusammenfassung.</i>  --	1
X	US 6246599 B1 (JANG et al.) 12. Juni 2001 (12.06.2001) <i>Ansprüche 1, 8, 15, 19; Figur 7.</i>  --	1
A	US 4204265 A (McLEOD) 20. Mai 1980 (20.05.1980) <i>Das ganze Dokument.</i>  ----	1
Datum der Beendigung der Recherche: <b>8. November 2005</b>		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): <b>Dipl.-Ing. MEHLMAUER</b>

<sup>7)</sup> **Kategorien der angeführten Dokumente:**

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand 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.