

(19)



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 168 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1102/98  
(22) Anmeldetag: 25.06.1998  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2001  
(45) Ausgabetag: 25.09.2001

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02M 5/452**  
H02M 1/14

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 4430394A1 JP 10066358A

(73) Patentinhaber:  
KOLAR JOHANN W. DIPL.ING. DR.  
A-1050 WIEN (AT).  
(72) Erfinder:  
KOLAR JOHANN W. DIPL.ING. DR.  
WIEN (AT).

## (54) EINSTUFIGES DREIPHASEN-PULSGLEICHRICHTERSYSTEM MIT POTENTIALGETRENNTEM AUSGANGSKREIS UND EINGEPRÄGTEM AUSGANGSSTROM

**AT 408 168 B**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und eine Verfahren zur Umformung eines dreiphasigen Spannungssystems (8) in einen, durch eine Ausgangsinduktivität (6) in einem potentialgetrennten Ausgangskreis (4) eingepprägten Gleichstrom (9). Die Vorrichtung wird für jede Phase gleich durch eine, an einen Eingang (16,17,18) einer bidirektionalen, bipolaren elektronischen Schaltvorrichtung (19,20,21) geschaltete Vorschaltinduktivität (10,11,12) gebildet, wobei der jeweils zweite Eingang (22,23,23) der Schaltvorrichtung mit einer Klemme (25) der Primärwicklung (26) eines Übertragers (3) verbunden ist und von den Klemmen (16,17,18) abzweigend eine Sternschaltung von Filterkondensatoren (61,62,62) mit Sternpunkt (64) angeordnet wird, wobei alternativ die Filterkondensatoren auch zwischen den Eingangsklemmen (16,17), (17,18), (18,16) liegen können und derart eine Dreieckschaltung bilden. Weiters weist das System eine, über Dioden (39,40,41) gespeiste positive und eine über Dioden (43,44,45) gespeiste negative Primärspannungsschiene auf, die über einen Transistor (48) mit antiparalleler Diode (49) und einen Transistor (50) mit antiparalleler Diode (51) mit der zweiten Klemme (47) des Primärwicklungs (26) verbunden werden können. Der Sekundärkreis (4) des Systems wird durch eine Vollbrücken- oder

Mittelpunkts-Gleichrichterschaltung mit kapazitiver Glättung (57) gebildet. Die Ströme in den Vorschaltinduktivitäten (10,11,12) zeigen einen netzspannungsproportional sinusförmigen Verlauf, für den Übertrager (3) wird eine symmetrische magnetische Aussteuerung garantiert.

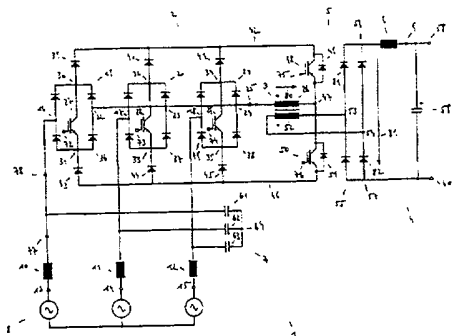


Fig.1 Erfindungsgegenstand: Einstufiges Dreiphasen-Pulsleichrichtersystem mit potentialgetrenntem Ausgangskreis und eingepprägtem Ausgangsstrom  
Anmelder/Erfinder: Johann W. KOLAR

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einprägung eines vorgebbaren unidirektionalen Gleichstromes in einen, gegenüber der speisenden Dreiphasenwechselspannung potentialgetrennten Lastkreis wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik wird zur Realisierung einer dreiphasig gespeisten Stromquelle mit potentialgetrenntem Ausgangskreis, also beispielsweise einer elektronischen Schweißstromquelle oder Batterieladeschaltung, bei Forderung nach näherungsweise sinusförmigem Verlauf des, dem Dreiphasennetz entnommenen Stromes, ohmschem Grundschwingungsnetzverhalten und Regelbarkeit des Ausgangsstromes vorzugsweise eine, aus einer Brückenschaltung abschaltbarer unipolarer (nur in einer Richtung mit Sperrspannung beanspruchbarer) elektronischer Leistungsschalter mit Seriendiode und einer nachgeschalteten Gleichspannungswandlerstufe mit Ausgangsinduktivität, bzw. eingepprägtem Ausgangsstrom gebildete Stromrichter-schaltung eingesetzt.

Wie in der DE 44 30 394 A1 beschrieben, werden hiebei zur Verminderung von Netzurückwirkungen an der Eingangsseite der Systeme Filterkondensatoren in Sternschaltung verwendet. Eine derartige Kondensatoranordnung ist auch aus der JP 10-066 358A bekannt.

Allgemein weisen diese Systeme eine relativ komplexe Struktur des Leistungs- und Steuerungsteiles, resultierend in relativ hohen Realisierungskosten, und einen relativ geringen Wirkungsgrad auf, da die Energieumformung zweistufig erfolgt, also der Gesamtwirkungsgrad durch das Produkt der Teilwirkungsgrade bestimmt wird. Die geringe Effizienz verursacht insbesondere bei durchlaufend betriebenen Systemen relativ hohe Energiekosten und eine Erhöhung des Leistungsgewichtes bzw. eine Verringerung der Leistungsdichte, da die Abführung der Verlustwärme eine Kühlvorrichtung geringen thermischen Widerstandes bzw. relativ hohen Volumens erfordert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein dreiphasiges einstufiges Pulsleichrichtersystem zu schaffen, das die dreiphasige Netzspannung direkt zur Regelung des, durch eine, in einem potentialgetrennten Lastkreis liegende Ausgangsinduktivität eingepprägten Stromes heranzieht, und einen, nach Filterung schaltfrequenter Anteile sinusförmigen Verlauf des Netzstromes sicherstellt.

Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Gleichrichtersystem kann durch erfindungsgemäße Erweiterung der Grundstruktur eines, aus der Anmeldung A207/97 bekannten einstufigen, unidirektionalen Dreiphasen-Pulsleichrichtersystems mit eingepprägter Ausgangsspannung gebildet gedacht werden.

Der Leistungsteil eines konventionellen einstufigen, unidirektionalen, dreiphasigen Pulsleichrichtersystems mit potentialgetrenntem Spannungsausgang wird im einfachsten Fall durch netzseitige Vorschaltinduktivitäten und durch, in jeder Phase von der Vorschaltinduktivität abzweigende, bidirektionale, bipolare elektronische (Vierquadranten-)Schaltvorrichtungen, deren zweite Eingangsklemmen verbunden und an die Primärwicklung eines Übertragers gelegt werden, gebildet, wobei die zweite Primärwicklungsklemme an den Ausgang eines, zwischen einer positiven und einer negativen Spannungsschiene liegenden, durch Serienschaltung eines positiven Transistors mit antiparalleler Diode und eines negativen Transistors mit antiparalleler Diode realisierten Halbbrückenweiges geführt wird, und von den positiven Klemmen der Phasenschaltvorrichtungen gegen die positive Spannungsschiene, und von der negativen Spannungsschiene gegen die negativen Klemmen der Phasen-Vierquadrantenschaltvorrichtungen Dioden angeordnet werden, und die an der Sekundärwicklung des Übertragers auftretende Spannung durch eine Dioden-Voll- oder -Halbbrückenschaltung gleichgerichtet und durch eine Ausgangskapazität kapazitiv geglättet wird.

Grundgedanke der Erfindung ist nun, zwischen der Ausgangskapazität und der Ausgangsdiodenbrücke eine Ausgangsinduktivität anzuordnen bzw. den durch die Ausgangskapazität realisierten Energiespeicher durch ein duales Bauelement zu ersetzen und an der dem Netz abgewandten Seite der Vorschaltinduktivitäten, parallel zu den Eingangsklemmen der Phasen-Vierquadrantenschalter, Filterkondensatoren in Stern- oder Dreieckschaltung anzuordnen. Wird die Kapazität des Ausgangskondensators wesentlich verringert, weist das System im Prinzip eingepprägten Ausgangsstrom auf und kann damit direkt als elektronische Schweißstromquelle oder Batterieladeeinrichtung verwendet werden. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsmodifikation besteht darin, daß die Steuerbarkeit des Leistungsflusses auch für kleine Ausgangsspannungen, im besonderen für Ausgangsspannung 0 zufolge Lastkurzschluß oder während des

Hochlaufs gegeben ist, wodurch die Betriebssicherheit wesentlich erhöht wird. Weiters weist der Hochfrequenztransformator für ein gegebenes Eingangs- Ausgangsspannungsverhältnis und unter der Netzspitzenspannung liegender Ausgangsspannung ein günstigeres Übersetzungsverhältnis und damit eine geringere Streuinduktivität als für die ursprüngliche Schaltung auf, wodurch die, von  
 5 Schaltüberspannungen begrenzenden Beschaltungselementen aufzunehmende, Leistung verringert, bzw. der Wirkungsgrad erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird nun das System so gesteuert, daß die verketteten, durch die Eingangsfilterkondensatoren eingepprägten Spannungen zur Regelung des Ausgangsstromes derart herangezogen werden, und der dabei in Primärwicklung des Transformators auftretende Strom so auf  
 10 die Phasen verteilt wird, daß unter der Berücksichtigung der Filterung durch die Vorschaltinduktivitäten und Eingangskapazitäten ein näherungsweise sinusförmiger, in Phase mit der Netzspannung liegender Strom resultiert, wobei als Nebenbedingung noch eine symmetrische Magnetisierung des Transformators sicherzustellen ist. Um einen Kurzschluß einer verketteten Netzspannung zu vermeiden ist dabei grundsätzlich nur einer der Vierquadranten-Schalter und ein Schalter des Brücken-  
 15 zweiges geschlossen oder es sind sämtliche Schalter geöffnet.

Für eine detailliertere Erklärung der Steuerung sei eine verkettete Spannung als physikalisch positiv und betragsmäßig über den beiden anderen, negativen verketteten Spannungen liegend angenommen werden, womit die Verhältnisse innerhalb eines  $60^\circ$  elektrisch breiten Ausschnittes der Netzperiode, und damit, aufgrund der Symmetrien eines Dreiphasennetzes und der phasen-  
 20 symmetrischen Struktur der Schaltung innerhalb der gesamten Netzperiode erfaßt werden. Weiters wird ein Transformatorübersetzungsverhältnis derart vorausgesetzt, daß bei Stromfluß über die Sekundärwicklung der primärseitige durchflutungsausgleichende Strom über dem Spitzenwert des Netzstromes liegt.

Werden nun die Vierquadranten-Phasenschaltvorrichtungen und die Ventile des Brücken-  
 25 zweiges als gesperrt angenommen, erfolgt eine Entmagnetisierung der, den Ausgangsstrom einprägenden Ausgangsinduktivität parallel über die Dioden der Ausgangsdiodenbrücke gegen die Ausgangs- oder Lastspannung, resultierend in einer Verringerung des Ausgangsstromes. Primärseitig wird der Netzstrompfad über die Filterkondensatoren geschlossen, am Eingang des Gleichrichter-  
 systems tritt kein Stromfluß auf.

Eine Erhöhung des Ausgangsstroms kann dadurch erreicht werden, daß der Vierquadranten-  
 30 schalter jener Phase, deren Phasenspannung den höchsten Momentanwert aufweist und der negative Transistor des Brücken- zweiges durchgeschaltet werden. Über die, mit der negativen Spannungsschiene verbundene Diode der Phase mit der kleinsten (negativsten) Phasenspannung und eine Diode des zugehörigen Vierquadrantenschalters wird dann die positive verkettete Spannung  
 35 in Richtung eines, zum Wurzelpunkt des Brücken- zweiges weisenden Zählpfeiles an die Primärwicklung geschaltet. Dies führt zur Einkopplung einer entsprechenden Sekundärspannung die zwei Dioden der Ausgangsdiodenbrücke sperrt, womit der Ausgangsstrom in, für die weitere Erklärung als positiv bezeichneter Richtung fließend, in die Sekundärwicklung übernommen wird. Primärseitig tritt demzufolge ein durchflutungsausgleichender Strom auf, der über den durchgeschalteten Vier-  
 40 quadrantenschalter aus dem Netz bezogen und über die vorstehend angegebene Diodenkombination in das Netz zurückgeführt wird.

Eine alternative Möglichkeit der Erhöhung des Ausgangsstromes, durch die gleiche verkettete Filterkondensatorspannung, ist bei Durchschalten des Vierquadrantenschalters der Phase mit der  
 45 kleinsten Phasenspannung und des positiven Transistors des Brücken- zweiges gegeben. Es tritt dann die verkettete Spannung in negativer Zählpfeilrichtung an der Primärwicklung auf; durch die sekundärseitig eingekoppelte Spannung wird der Leitzustand der Ausgangsdiodenbrücke derart geändert, daß der Ausgangsstrom in negativer Richtung über die Sekundärwicklung geführt wird und sich damit in einen durchflutungsausgleichenden Primärstrom negativen Vorzeichens abbildet. D.h., es wird wieder der, eine positive Spannung aufweisenden Netzphase Strom entnommen. Der  
 50 Strompfad über den Vierquadrantenschalter der Netzphase mit negativer Spannung geschlossen. Am Ausgang der Ausgangsdiodenbrücke tritt die gleichgerichtete Sekundärspannung auf, da durch die Änderung des Schaltzustandes nur das Vorzeichen, nicht jedoch der Betrag der transformierten Sekundärspannung geändert wird, steht unter Voraussetzung entsprechenden Windungszahlver-  
 hältnisses also wieder eine, den Ausgangsstrom erhöhende Spannung zur Verfügung. Hinsichtlich  
 55 Eingangsstrom- und Ausgangsspannungsbildung ist diesem Schaltzustand also dem vorgehend

beschriebenen redundant.

In beiden Fällen wird dem Netz Leistung entnommen und an die Sekundärseite geliefert. Der Leistungsfluß wird letztlich durch die Höhe des Ausgangsstromes definiert, der von einer übergeordneten Regeleinrichtung in an sich bekannter Weise durch entsprechende Wahl der Einschalt-  
 5 dauer von, stromerhöhend und stromverringern wirkenden Schaltzuständen eingestellt wird. Neben den drei vorstehend beschriebenen Schaltzuständen liegen noch weitere vor, für die die beiden verbleibenden verketteten Spannungen als Primärspannung auftreten. Auch für diese Schaltzustände wird der Phase mit der positiveren Spannung Strom entnommen und in die Phase mit gegenüber einem (fiktiven) Sternpunkt negativen Potential zurückgespeist. Wie eine detaillierte  
 10 mathematische Analyse zeigt, sind unter Einbeziehung jeweils eines dieser Schaltzustände in eine aus den redundanten Schaltzuständen und dem Ausschaltzustand aller Schalter gebildet Schaltzustandsfolge einerseits pulsformige Eingangsphasenströme zu bilden, deren Filterung auf einen sinusförmigen Verlauf der Netphasenströme führt und andererseits ein konstanter Mittelwert der Ausgangsspannung zu bilden, der in Verbindung mit einer konstanten Lastspannung auf einen (mit  
 15 Ausnahme schaltfrequenter Schwankungen) konstanten Wert des Ausgangsstromes führt. Die Möglichkeit einer derartigen Regelung des Systems wird auch dadurch anschaulich verständlich, daß da bei symmetrischem Dreiphasennetz der konstante Leistungsfluß eines symmetrischen Sinusstromsystems mit dem konstanten Produkt von Ausgangsstrom und Spannung koinzidiert.

Neben der Regelung des Netzstromes ist für optimale Nutzung des Magnetkreises des Übertragers auch eine symmetrische Magnetisierung bzw. Gleichanteilmfreiheit der an die Primärwicklung des Übertragers gelegten Spannung sicherzustellen. Dies kann durch entsprechende zeitliche Gewichtung der redundanten Schaltzustände erreicht werden.

Zusammenfassend ist hiemit durch die Steuereinheit des Systems innerhalb jeder Pulsperiode eine Sequenz von vier Schaltzuständen zu bilden, wobei ein redundanter Schaltzustand am Anfang und der zweite redundante Schaltzustand am Ende der Pulsperiode angenommen werden, für  
 25 einen Abschnitt der Pulsperiode alle Schalter im Sperrzustand verbleiben und ein weiterer Schaltzustand angenommen wird, in dem die, für die redundanten Schaltzustände nicht stromführende Phase einen Eingangsstrom mit, dem Vorzeichen der zugeordneten Kondensatorphasenspannung gleichen Vorzeichen aufweist. Im Sinne minimaler Schaltverluste ist weiters diese Schaltzustandssequenz so zu ordnen, daß der Übergang in den jeweils nächsten Schaltzustand durch einen minimale Zahl von Schaltzustandsänderungen der elektronischen Schalter erfolgen kann.

Anzumerken ist, daß die vorstehend beschriebene Schaltungsfunktion nicht an eine konkrete Ausführung des Sekundärteiles des erfindungsgemäßen Systems gebunden ist. Die Sekundärwicklung kann dem Stand der Technik entsprechend, und daher hier nicht näher beschrieben, sowohl über eine Dioden-Vollbrückenschaltung mit der Ausgangsinduktivität bzw. der Last verbunden  
 35 werden, oder als Mittelpunktsschaltung, also mit zwei getrennten Wicklungsteilen und nur zwei Ausgangsdioden realisiert werden (siehe Patentanspruch 2), wobei die Mittelpunktsschaltung bei hohen Strömen geringere Leitverluste aufweist, jedoch durch höheren Realisierungsaufwand und geringere Ausnutzung des Übertragers gekennzeichnet ist.

Nachfolgend wird anhand einer Zeichnung die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

**Fig. 1** Die Grundstruktur (vereinfachte, schematische Darstellung) des Leistungsteiles eines, bei erfindungsgemäßer Erweiterung der Grundstruktur eines einstufigen, unidirektionalen Dreiphasen-Pulsgleichrichtersystems mit eingepprägter Ausgangsspannung.

**Fig. 2** Eine Ausführungsvariante des Sekundärkreises der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

In **Fig. 1** ist ein Drehstrom-Pulsgleichrichtersystem 1 dargestellt, das einen Primärkreis 2 und einen über einen Übertrager 3 potentialgetrennten Sekundärkreis 4 aufweist und durch erfindungsgemäße Erweiterung eines dem Stand der Technik entsprechenden Dreiphasen-Pulsgleichrichtersystems 5 mit eingepprägter Ausgangsspannung durch eine Ausgangsinduktivität 6 und eine ein-  
 45 gangsseitige Stern- (oder Dreieckschaltung) von Kondensatoren 7 gebildet gedacht werden kann. Die Grundfunktion des Gleichrichtersystems 1 besteht in der unidirektionalen Umformung eines dreiphasigen Eingangs-Spannungssystems 8 in einen, durch die, in einem potentialgetrennten Ausgangskreis liegende Induktivität 6 eingepprägten Ausgangsstrom 9 wobei in bekannter Weise Vorschaltinduktivitäten 10,11,12 von den Eingangsspannungsklemmen 13,14,15 an die Eingänge  
 50 16,17,18 bidirektionaler, bipolarer elektronischer (Vierquadranten-)Schaltvorrichtungen 19,20,21 geschaltet werden, deren jeweils zweiten Eingangsklemmen 22,23,24 mit einer Klemme 25 der  
 55

Primärwicklung 26 des Übertragers 3 verbunden sind. Die elektronische Schaltvorrichtung jeder Phase wird beispielsweise durch Anordnung eines unidirektionalen, unipolaren Schalters 27 bzw. 28 bzw. 29 über den gleichspannungsseitigen Klemmen 30,31 bzw. 32,33 bzw. 34,35 einphasiger Diodenbrückenschaltungen 36 bzw. 37 bzw. 38 gebildet. Die wechselfspannungsseitigen Klemmen dieser Diodenbrücken entsprechen den vorstehend genannten Eingängen der elektronischen Schaltvorrichtungen 19,20,21. Weiters sind im einfachsten Fall die positiven Klemmen 30,32,34 der Diodenbrücken 36,37,38 über Dioden 39,40,41 mit einer positiven Primärspannungsschiene 42 und die negativen Klemmen 31,33,35 über Dioden 43,44,45 mit einer negativen Primärspannungsschiene 46 verbunden. Weiters ist primärseitig ein kollektor- oder drainseitig mit der positiven Primärspannungsschiene 42 und emitter- oder sourceseitig mit der zweiten Klemme 47 der Primärwicklung 26 verbundener Leistungstransistor (bzw. allgemein elektronischen Schalter) 48 und eine diesem antiparallel geschaltete Diode 49 sowie ein emitter- oder sourceseitig mit der negativen Primärspannungsschiene 46 und kollektor- oder drainseitig der Klemme 47 der Primärwicklung 26 verbundener Leistungstransistor (bzw. allgemein elektronischer Schalter) 50 und eine diesem antiparallel geschaltete Diode 51, also ein Halbbrückenweig mit positivem Eingang 42 und negativem Eingang 46 und Ausgang 47 angeordnet. Die Sekundärwicklung 52 des Übertragers 3 wird beispielsweise an die Eingangsklemmen 53 und 54 einer Einphasen-Diodenbrücke 55 mit Ausgangsklemmen 56 und 57 gelegt, also in Vollbrückenschaltung ausgeführt.

Erfindungsgemäß wird im Ausgangskreis der Diodenbrücke, also z.B. abzweigend von Klemme 56 eine Ausgangsinduktivität gegen eine Klemme 58 des Lastkreises 59, dargestellt durch eine, eine Lastgegenspannung symbolisierende Kapazität, geschaltet und die zweite Klemme 60 des Lastkreises mit der Ausgangsklemme 57 der Diodenbrücke 55 verbunden. Weiters wird zwischen den Eingangsinduktivitäten 10,11,12 und den Eingangsklemmen 16,17,18 der Vierquadrantenschalter 19,20,21 eine Sternschaltung 7 von Filterkondensatoren 61,62,63 mit Phaseneingängen 16,17,18 und Sternpunkt 64 geschaltet, wobei diese Sternschaltung ohne Beeinflussung der Schaltungsfunktion auch durch eine Dreieckschaltung, also durch, zwischen den Eingangsklemmen 16,17 bzw. 17,18 bzw. 18,16 der Schaltelemente 19,20,21 liegende Kondensatoren ersetzt werden kann.

Eine vorteilhafte Ausführungsvariante des Sekundärkreises der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in Fig. 2 gezeigt. Hierbei wird die Sekundärwicklung 52 des Übertragers 3 durch zwei einseitig verbundene Wicklungstelle 65 und 66 realisiert, wobei die Verbindungsklemme 67 der Teilwicklungen mit der Klemme 60 des Lastkreises verbunden wird und von den den jeweils anderen Wicklungsenden 68 und 69 ausgehend Dioden 70 und 71 kathoden- oder anodenseitig mit der Ausgangsinduktivität 6 verbunden werden und die zweite Klemme der Ausgangsinduktivität wieder mit der Lastklemme 58 verschaltet wird bzw. eine, geringere Leitverluste als eine Vollbrückenschaltung aufweisende Mittelpunktsschaltung mit eingepprägtem Ausgangsstrom realisiert wird.

Die Vorrichtung wird durch, von einer Ausgangsstromregelereinrichtung bzw. dieser unterlagerten Eingangsstromregelung und eine in diese eingebundene Symmetrierung der magnetischen Aussteuerung des Übertragers 3 an die Steuereingänge 72,73,74 der abschaltbaren elektronischen Schaltvorrichtungen 19,20,21 der Phasen und die Gateanschlüsse 75,76 der abschaltbaren elektronischen Schalter 48,50 des Brückenweiges gelegte Signale mit dem Ziel eines stationär i.a. konstanten Ausgangsstromes und eines sinusförmigen Verlaufs der Netzphasenströme in Phase mit den zugeordneten Netzphasenspannungen und optimaler Ausnutzung des Übertragers definiert.

Für die weitere Erklärung der Schaltungsfunktion wird ein physikalisch positive (zum Sternpunkt 64 gerichtete) Spannung des Filterkondensators 61, eine physikalisch negative Spannung des Kondensators 62 und eine betragsmäßig zwischen dieser Spannung und 0 liegende negative Spannung des Kondensators 63 vorausgesetzt. Die Schaltungsfunktion in den übrigen, innerhalb einer Netzperiode auftretenden Vorzeichenintervalle der Kondensatorspannungen kann damit einfach gefolgert und soll daher nicht näher ausgeführt werden. Weiters wird ein durch die Ausgangsinduktivität 6 eingepprägter Strom 9 derart vorausgesetzt, daß für den Fall, daß dieser Strom als Sekundärstrom auftritt der durchflutungsausgleichende Übertragerprimärstrom einen den Spitzenwert des Netzstromes übersteigt bzw. bei Anliegen der zwischen den Schaltereingängen 16,18 auftretende verketteten Spannung an der Primärwicklung eine, die Lastgegenspannung 59 überwiegende Sekundärspannung resultiert. Als positive Zählpfeilrichtungen des Netzstromes (des

Stromes in den Eingangsinduktivitäten 10,11,12) sei 77 vereinbart, die positive Richtung des Ausgangsstromes der Vierquadrantenschalter werde durch 78 definiert.

Werden nun die Vierquadranten-Phasenschaltvorrichtungen 19,20,21 und die Ventile 48,49 des Brückenzeiges als gesperrt angenommen, erfolgt eine Entmagnetisierung der, den Ausgangsstrom 9 einprägenden Ausgangsinduktivität 6 parallel über die Dioden der Ausgangsdiodenbrücke 55 gegen die Lastspannung 59, resultierend in einer Verringerung des Ausgangsstromes. Primärseitig wird der Netzstrompfad, d.h. der durch die Vorschaltinduktivitäten 10,11,12 eingepreßte Strom über die Filterkondensatoren 61,62,62 geschlossen, an den Eingängen 16,17,18 der Vierquadrantenschalter tritt kein Stromfluß 73 auf.

Eine Erhöhung des Ausgangsstroms kann dadurch erreicht werden, daß der Vierquadrantenschalter der Phase 13 und der elektronische Schalter 50 durchgeschaltet werden. Über die, mit der negativen Spannungsschiene 46 verbundene Diode 45 der Phase mit der kleinsten (negativsten) Phasenspannung und die Diode 79 des zugehörigen Vierquadrantenschalters 21 wird dann die positive verkettete Spannung in Richtung eines zum Wurzelpunkt 47 des Brückenzeiges weisenden Zählpeiles 80 an die Primärwicklung 26 geschaltet. Dies führt zur Einkopplung einer entsprechenden Sekundärspannung die zwei Dioden der Ausgangsdiodenbrücke, 81 und 82, sperrt, womit der Ausgangsstrom 9 in, für die weitere Erklärung als positiv bezeichneter Richtung fließend in die Sekundärwicklung 52 übernommen wird. Primärseitig tritt demzufolge ein durchflutungsausgleichender Strom auf, der über den durchgeschalteten Vierquadrantenschalter 19 aus dem Netz bezogen und über die vorstehend angegebene Diodenkombination 45,79 in das Netz zurückgeführt wird.

Eine alternative Möglichkeit der Erhöhung des Ausgangsstromes durch die gleiche verkettete Filterkondensatorspannung ist bei Durchschalten des Vierquadrantenschalters 20 der Phase mit der kleinsten Phasenspannung und des positiven Transistors 50 des Brückenzeiges gegeben. Es tritt dann die verkettete Spannung in negativer Zählpeilrichtung (entgegengesetzt zu 80) an der Primärwicklung auf, durch die sekundärseitig eingekoppelte Spannung wird der Leitzustand der Ausgangsdiodenbrücke 55 derart geändert, daß der Ausgangsstrom 9 in negativer Richtung über die Sekundärwicklung 52 geführt wird und sich damit in einen durchflutungsausgleichenden Primärstrom negativen Vorzeichens abbildet. D.h., es wird wieder der, eine positive Spannung aufweisenden Netzphase 13 Strom entnommen und der Strompfad über den Vierquadrantenschalter 20 in die Netzphase mit negativer Spannung geschlossen. Am Ausgang der Ausgangsdiodenbrücke, zwischen den Klemmen 56 und 57, tritt die gleiche gleichgerichtete Sekundärspannung auf, da durch die Änderung des Schaltzustandes nur das Vorzeichen, nicht jedoch der Betrag der transformierten Sekundärspannung geändert wird; es steht also unter Voraussetzung entsprechenden Windungszahlverhältnisses wieder eine, den Ausgangsstrom erhöhende Spannung zur Verfügung. Hinsichtlich Eingangsstrom- und Ausgangsspannungsbildung ist diesem Schaltzustand also dem vorgehend beschriebenen redundant.

In beiden Fällen wird dem Netz 8 Leistung entnommen und an die Sekundärseite 4 geliefert. Der Leistungsfluß wird letztlich durch die Höhe des Ausgangsstromes 9 definiert, der von einer übergeordneten Regeleinrichtung in an sich bekannter Weise durch entsprechende Wahl der Einschaltdauer von, stromerhöhend und stromverringern wirkenden Schaltzuständen eingestellt wird. Neben den drei vorstehend beschriebenen Schaltzuständen liegen noch weitere vor, für die die beiden verbleibenden verketteten Spannungen, d.h. die Spannungen zwischen den Eingangsklemmen 16 und 18 und den Klemmen 18 und 17 als Primärspannung auftreten. Auch für diese Schaltzustände wird der Phase mit der positiveren Spannung Strom entnommen und in die Phase mit gegenüber Sternpunkt 64 negativem Potential zurückgespeist. Wie eine detaillierte mathematische Analyse zeigt, sind im hier betrachteten Fall unter Einbeziehung des, die zwischen den Klemmen 16 und 18 anliegende Spannung an die Primärwicklung schaltenden Schaltzustandes in eine Abfolge aus den redundanten Schaltzuständen und dem Ausschaltzustand aller Schalter einerseits pulsförmige Eingangsphasenströme zu bilden, deren Filterung durch das aus den Kondensatoren 61,62,63 und den Induktivitäten 10,11,12 gebildeten Netzfilter auf einen sinusförmigen Verlauf der Netzphasenströme 77 führt und andererseits ein konstanter Mittelwert der Ausgangsspannung 81 zu bilden, der in Verbindung mit einer konstanten Lastspannung 59 auf einen (mit Ausnahme schaltfrequenter Schwankungen) konstanten Wert des Ausgangsstromes 9 führt. Die Möglichkeit einer derartigen Regelung des Systems wird auch dadurch anschaulich verständlich, daß da bei

symmetrischem Dreiphasennetz der konstante Leistungsfluß eines symmetrischen Sinusstromsystems mit dem konstanten Produkt von Ausgangsstrom und Spannung koinzidiert.

Neben der Regelung des Netzstromes ist, wie bereits vorstehend erwähnt, für optimale Nutzung des Magnetkreises des Übertragers auch eine symmetrische Magnetisierung bzw. Gleichanteilfreiheit der an die Primärwicklung 26 des Übertragers 3 gelegten Spannung sicherzustellen. Dies kann durch entsprechende zeitliche Gewichtung der redundanten Schaltzustände erreicht werden.

Zusammenfassend ist hiemit durch die Steuereinheit des Systems innerhalb jeder Pulsperiode eine Sequenz von vier Schaltzuständen zu bilden, wobei ein redundanter Schaltzustand am Anfang und der zweite redundante Schaltzustand am Ende der Pulsperiode angenommen wird, i.a. für einen Abschnitt der Pulsperiode alle Schalter im Sperrzustand verbleiben und ein weiterer Schaltzustand angenommen wird, in dem die, für die redundanten Schaltzustände nicht stromführende Phase 15 einen Eingangsstrom mit, dem Vorzeichen der zugeordneten Kondensatorphasenspannung gleichem Vorzeichen aufweist. Im Sinne minimaler Schaltverluste ist weiters diese Schaltzustandssequenz so zu ordnen, daß der Übergang in den jeweils nächsten Schaltzustand durch eine minimale Zahl von Schaltzustandsänderungen der elektronischen Schalter 27,28,29, 48,50 erfolgen kann.

### PATENTANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zur Umformung eines dreiphasigen Spannungssystems (8) in einen frei vorgebbaren Strom (9), die einen Primärkreis (2) und einen Sekundärkreis (4) und in jeder Phase des Primärkreises eine, an einen Eingang (16,17,18) einer zugeordneten bidirektionalen, bipolaren elektronischen Schaltvorrichtung (19,20,21) geschaltete Vorschaltinduktivität (10,11,12) aufweist wobei parallel zu den Eingängen (16,17,18) der Schaltvorrichtungen eine Sternschaltung (7) von Filterkondensatoren (61,62,63) geschaltet wird und die jeweils zweiten Eingänge (21,22,23) der Schaltvorrichtungen direkt verbunden und an die Klemme (25) einer Primärwicklung (26) eines Übertragers (3) geführt sind und eine positive Primärspannungsschiene (42) über Dioden (39,40,41) und eine negative Primärspannungsschiene (46) über Dioden (43,44,45) gespeist wird und die Sekundärwicklung (52) an den Eingang einer Einphasen-Diodenbrücke 55 gelegt wird **dadurch gekennzeichnet**, daß abzweigend von der Ausgangsklemme (56) der Diodenbrücke (55) eine Ausgangsinduktivität (6) gegen eine Lastklemme (58) gelegt und die zweite Klemme (60) des Lastkreises mit der zweiten Ausgangsklemme (57) der Diodebrücke (55) verbunden wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sekundärkreis (4) der Vorrichtung (1) als Mittelpunktsschaltung ausgeführt wird.
3. Verfahren zur Steuerung der Vorrichtungen nach Anspruch 1 oder 2 oder 3 **dadurch gekennzeichnet**, daß stets nur einer der Vierquadrantenschalter, (19) oder (20) oder (21), und ein Schalter des Brückenzeiges, (48) oder (50) geschlossen wird oder sämtliche Schalter (19,20,21,48,49) im ausgeschalteten Zustand verbleiben, wobei der Schalter (48) dann geschlossen wird, wenn die Phase, deren Vierquadrantenschalter geschlossen ist, einen negativen, also entgegen der Zählpfeilrichtung (72) orientierten Sollwert des Stromes in der zugeordneten Vorschaltinduktivität, (10) oder (11) oder (12), aufweist und entsprechend Schalter (50) nur dann geschlossen wird, wenn die Phase, deren Vierquadrantenschalter geschlossen ist, einen positiven Sollwert des Stromes in der zugeordneten Vorschaltinduktivität, (10) oder (11) oder (12), zeigt und die jeder Vierquadrantenschalter (19,20,21) innerhalb einer Pulsperiode solange geschlossen wird, daß in den zugeordneten Eingangsinduktivitäten (10,11,12) den Netzphasenspannungen (13,14,15) proportionale Ströme gebildet werden, also stationär eine symmetrisch dreiphasige (ideal) sinusförmige Stromaufnahme des Systems vorliegt, wobei im allgemeinen innerhalb eines Abschnittes der Pulsperiode sämtliche Schalter (19,20,21,48,50) im ausgeschalteten Zustand verbleiben, und die Abfolge der Schaltzustände innerhalb jeder Pulsperiode so gewählt wird, daß stets nur einer der Vierquadrantenschalter (19,20,21) und einer der Schalter (48,50) oder zwei der Vierquadrantenschalter umgeschaltet werden um einen neuen

Gesamtschaltzustand zu erreichen und die Gesamtschaltdauer jener Vierquadranten-  
schalter, deren zugeordnete Phasen jeweils die höchste verkettete Filterkondensatorspan-  
nung bilden so zwischen Anfang und Ende jeder Pulsperiode aufgeteilt wird, daß ein  
5 Gleichgewicht der insgesamt innerhalb einer Pulsperiode an den Übertrager (3) gelegten  
positiven und negativen Spannungszeitflächen sichergestellt bzw. eine symmetrische mag-  
netische Aussteuerung des Übertragers erreicht wird, wobei dann die am Anfang und  
Ende jeder Pulsperiode an der Primärwicklung auftretenden Spannungen einen, der höch-  
sten verketteten Spannung identen Betrag aber entgegengesetztes Vorzeichen aufweisen.

5

10

**HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN**

15

20

25

30

35

40

45

50

55



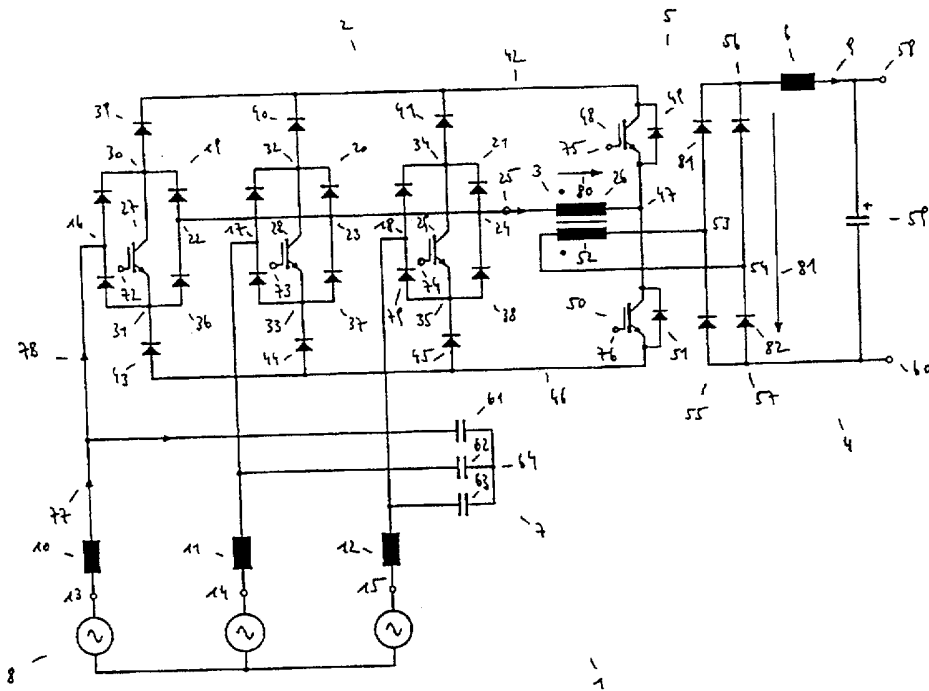


Fig.1 Erfindungsgegenstand: Einstufiges Dreiphasigen-Pulsleichrichtersystem mit potentialgetrenntem Ausgangskreis und eingprägtem Ausgangsstrom.  
Anmelder/Erfinder: Johann W. KOLAR

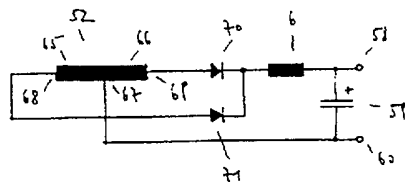


Fig.2 Erfindungsgegenstand: Einstufiges Dreiphasigen-Pulsleichrichtersystem mit potentialgetrenntem Ausgangskreis und eingprägtem Ausgangsstrom.  
Anmelder/Erfinder: Johann W. KOLAR