



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 374 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 954/99
(22) Anmeldetag: 28.05.1999
(42) Beginn der Patentdauer: 15.06.2004
(45) Ausgabetag: 25.01.2005

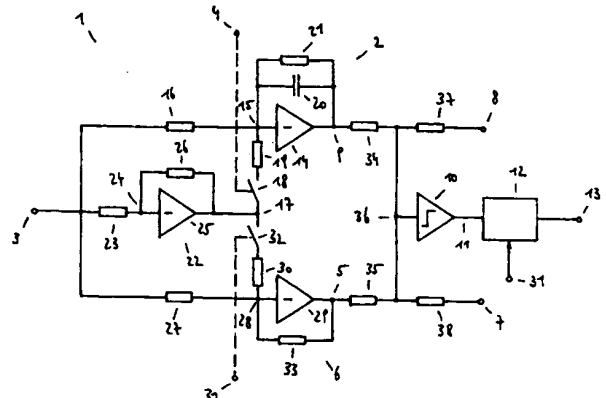
(51) Int. Cl.⁷: **H02M 1/08**
H02M 7/21

(56) Entgegenhaltungen:
US 5091841A EP 0891035A2

(73) Patentinhaber:
KOLAR JOHANN W. DR.
A-1050 WIEN (AT).
(72) Erfinder:
KOLAR JOHANN W. DR.
WIEN (AT).
DROFENIK UWE DR.
GIESSHÜBL, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) SELBSTTÄTIGE EINPRÄGUNG SINUSFÖRMIGER NETZPHASENSTRÖME BEI DREIPHASENPULSGLEICRICHTERSYSTEMEN

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zur selbsttätigen Einprägung sinusförmiger Netzphasenströme bei Zweipunkt- und Dreipunkt-Dreiphasen-Pulsgleichrichtersystemen, welche netzseitig vorgeschaltete Induktivitäten und eingeprägte Ausgangsspannung aufweisen. Hauptfunktionsgruppen sind bei Dreipunktkonvertern ein, das Trägersignal (9) der Pulsbreitenmodulation der Phasen bildende Dreiecksgenerator (2) mit, über den Ausgang (3) eines übergeordneten Ausgangsspannungsregler steuerbarer Amplitude und durch die Ansteuerung (4) eines elektronischen Schalters (18) definierter Frequenz, sowie in jeder Phase ein, ein netzphasenspannungssynchrones Rechtecksignal (5) bildender Funktionsgenerator (6) sowie der, die Verschneidung des, gegebenenfalls durch den Ausgang (7) eines übergeordneten, das Potential des kapazitiven Ausgangsspannungsmittelpunktes überwachenden Reglers verschobenen Stromwertes (8) mit der Summe des Trägersignals (9) und des Rechtecksignals (5) durchführender Komparator (10). Weiters wird eine, das Komparatorausgangssignal (11) in Abhängigkeit des Vorzeichens (31) der Netzphasenspannung invertierende kombinatorische Logik (12) vorgesehen, deren Ausgang (13) direkt den elektronischen Leistungsschalter der jeweiligen Phase steuert.



Figur 1

AT 412 374 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Einprägung sinusförmiger Netzphasenströme bei Zweipunkt- und Dreipunkt-Dreiphasen-Pulsleichrichtersystemen mit Hochsetzstellerstruktur, d.h. netzseitig vorgeschalteten Induktivitäten und eingepprägter Ausgangsspannung wie es im Kennzeichenteil des Patentanspruches 1 beschrieben ist, sowie Vorrichtungen zur praktischen Realisierung des Verfahrens.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik wird die Regelung dreiphasiger Pulsleichrichtersysteme zweischleifig ausgeführt. Durch einen Ausgangsspannungsregler wird hierbei mittels Multiplikation die Amplitude der, unterlagerten Eingangsphasenstromreglern zugeführten, den Netzphasenspannungen proportionalen Sollwerte definiert. Im weiteren wird die durch Subtraktion von Phasenstromsoll- und -istwert gewonnene Stromregelabweichung durch einen Stromregler dynamisch bewertet und schließlich die Ansteuersignale der Brückenzeige im einfachsten Fall durch Vergleich des Phasenstromreglerausgangs mit einem, für alle Phasen gleichen Dreieckträgersignal konstanter Amplitude und Frequenz gewonnen. Für Dreipunktkonverter ist hierbei, wie z.B. in der EP 0 660 498 A2 beschrieben, zusätzlich für negative Netzphasenspannung eine Inversion des zugeordneten pulsbreitenmodulierten Ansteuersignals vorzunehmen und gegebenenfalls zu den Ausgangssignalen der Phasenstromregler ein, durch einen übergeordneten Regler vorgegebenes, eine symmetrische Aufteilung der Ausgangsspannung sicherstellendes Offsetsignal zu addieren. Durch das Dreieckträgersignal werden die Umschaltungen der Brückenzeige der Phasen koordiniert, sodaß die netzspannungsproportionale Führung der Phasenströme mit minimaler Schaltfrequenz erfolgt. Weiters liegen die schaltfrequenten Harmonischen des Eingangstromes um Vielfache der Frequenz des Trägersignals gruppiert, wodurch die Auslegung gegenüber einer last- und aussteuerungsabhängigen Verteilung der Harmonischen erleichtert wird. Nachteile dieses Regelkonzeptes bestehen allerdings, insbesondere bei analoger Realisierung, in den relativ hohen Kosten der für die Stromsollwertgenerierung erforderlichen Multiplizierer.

Aus der **US 5 091 841 A** ist eine Gleichrichteransteuerschaltung bekannt, bei der zur Erzeugung der Modulationsimpulse für ein Stromzwischenkreis-Pulsleichrichtersystem ein Modulationssignal mit einer Dreiecksspannung verglichen wird. Die Amplitude des in ROMs gespeicherten Modulationssignals ist durch multiplizierende D/A-Konverter veränderbar. Insgesamt weist die Steuerschaltung sehr hohen Realisierungsaufwand auf und ist für Pulsleichrichtersysteme mit Hochsetzstellerstruktur bzw. eingepprägter Ausgangsspannung nicht einsetzbar. Dies erklärt sich anschaulich daraus, daß bei Freilauf des Ausgangstromes des Stromzwischenkreis-Pulsleichrichtersystems die beiden Transistoren eines Brückenzeiges durchgeschaltet werden; für ein Spannungszwischenkreis-Pulsleichrichtersystem würde eine entsprechende Ansteuerung der Ventile auf einen Kurzschluß der Ausgangsspannung und muß daher in jedem Fall vermieden werden.

Die **EP 0 891 035 A2** beschreibt eine an nahezu sinusförmiger Netzwechselfspannung liegende Versorgungsschaltung mit überschwingungsarmem Netzstrom. Hierbei wird durch eine Zweipuls-Gleichrichterschaltung die Netzwechselfspannung gleichgerichtet und aus der am Ausgang des Gleichrichters verfügbaren Zwischenkreisspannung durch eine, nach Art eines ein- oder mehrphasigen Wechselrichters ausgebildete Modulationsstufe eine hochfrequente Speisespannung einer Last erzeugt. Die Speisespannung wird dabei aus dem direkt durch den Wechselrichter gebildeten Produkt eines, gegenüber der Netzfrequenz hochfrequenten Steuersignals mit der Zwischenkreisspannung bestimmt. Ein näherungsweise sinusförmiger, d.h. der Netzspannung proportionaler Eingangstrom wird allerdings nur erreicht, wenn die von der Last aufgenommene Leistung stets dem Quadrat der Zwischenkreisspannung proportional ist. Die Vorrichtung ist somit bei kapazitiver Glättung der Zwischenkreisspannung nicht einsetzbar. Weiters ist der Einsatz der Vorrichtung grundsätzlich auf Einphasennetze beschränkt, da bei Ersetzung der eingangsseitigen Einphasen-Diodenbrücke durch eine Dreiphasen-Diodenbrücke in den Verläufen der Phasenströme jedenfalls 60°el. breite stromlose Intervalle auftreten bzw. eine niederfrequente Verzerrung der Phasenströme resultiert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Regelverfahren für Dreiphasen-Pulsleichrichtersysteme mit einem Dreieckträgersignal konstanter Frequenz zu schaffen, das die Phasenströme selbsttätig, d.h. ohne explizite Sollwertvorgabe bzw. Multiplikation in Phase mit der zugeordneten Phasenspannung führt.

Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1

erreicht. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Grundgedanke der Erfindung ist, als modulierendes Signal nicht die Stromregelabweichung sondern direkt den Stromistwert heranzuziehen und die gewünschte Stromamplitude über die Amplitude des Dreieckträgersignals einzustellen. Um eine sinusförmige Stromaufnahme einer Phase zu erreichen ist am Eingang des Gleichrichtersystems bei hoher Schaltfrequenz bzw. geringen Induktivitätswerten der Vorschaltinduktivitäten im wesentlichen die zugehörige Netzphasenspannung zu bilden. Wird die Schaltfrequenz als hoch gegenüber der Netzfrequenz gewählt, kann die Netzspannung in erster Näherung als lokal, d.h. über mehrere Pulsperioden konstant angesehen werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren wird sich dann ein lokaler Stromwert einstellen, für den die Verschneidung mit dem Dreieckträgersignal auf ein Pulsmuster führt, das in Verbindung mit der Ausgangsspannung am Gleichrichtereingang eine Spannung in Höhe der Netzphasenspannung bildet. Würde ein geringerer Augenblickswert des Stromes vorliegen, würde am Gleichrichtereingang eine zu geringe Spannung gebildet und damit der Netzstrom durch die, dann die Gleichrichtereingangsspannung überwiegende Netzspannung erhöht. Der dadurch zunehmende Phasenstromwert würde zu einer Erhöhung der Pulsbreite bzw. zu einem Ansteigen des lokalen Mittelwertes der diskontinuierlichen Gleichrichtereingangsspannung gegen den Gleichgewichtswert führen. Würde ein zu hoher Eingangsstromwert vorliegen, würde am Gleichrichtereingang ein, die Netzspannung überwiegender lokaler Spannungsmittelwert gebildet, bzw. der Netzstrom gegen den Gleichgewichtswert verringert. Damit wird unmittelbar die Eigenstabilität des, durch Gleichheit von Netz- und Gleichrichtereingangsspannung definierten Gleichgewichtszustandes bzw. die selbsttätige netzspannungsproportionale Führung der Phasenströme, entsprechend ohmschem Netzverhalten, deutlich. Durch die Netzspannung wird ja bei, auf eine Festwert geregelter Ausgangsspannung direkt die erforderliche relative Pulsbreite und damit direkt der lokale Wert des modulierenden Signals (des Phasenstromwertes) bestimmt. Allgemein wird der sich einstellende Strom durch das Verhältnis der Ausgangsspannung und des Augenblickswertes der Netzphasenspannung und durch die Amplitude des Dreieckträgersignals bestimmt. Wird z.B. die Trägersignalamplitude auf den halben Wert verringert, wird bereits für den halben Stromwert die für das Spannungsgleichgewicht erforderliche Pulsbreite erreicht, der Phasenstrom wird sich demgemäß um einen Faktor 2 verringern. Über die Amplitude des Dreiecksträgers ist somit eine direkte Vorgabe der Stromamplitude möglich.

Eine Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Verfahrens für Dreipunktconverter beschreibt der Kennzeichenteil des **Patentanspruches 2**. Zweipunktconverter weisen einen symmetrisch um 0 liegenden Aussteuerbereich der Pulsbreitenmodulation auf, d.h. für ein Modulationssignal mit Wert 0 wird ein Tastverhältnis von 0.5 bzw. ein lokaler Mittelwert der Ausgangsspannung eines Brückenzeiges gleich 0 gebildet. Demgegenüber ist für unidirektionale Dreipunktconverter eine stromvorzeichenabhängige Verschiebung des Aussteuerbereiches zu positiven oder negativen Werten des modulierenden Signals gegeben. Für positive Phasenströme wird gleichrichtereingangsseitig zwischen dem halben positiven Wert der Ausgangsspannung und 0 geschaltet, für negativen Phasenstrom erfolgt die Umschaltung zwischen 0 und negativer halber Ausgangsspannung. Weist das modulierende Signal (der Stromistwert) den Wert 0 auf; wird also ein lokaler Mittelwert der Gleichrichtereingangsspannung in Höhe eines Viertels der Ausgangsspannung mit dem Eingangsstrom gleichem Vorzeichen gebildet. Um eine symmetrische Aussteuerbarkeit zu erreichen wird daher erfindungsgemäß dem Dreieckträgersignal ein netzfrequentes Rechtecksignal mit der zugeordneten Netzphasenspannung bzw. dem zugeordneten Netzphasenstrom gleichem Vorzeichen und einer Amplitude in Höhe des Momentanwertes der Dreieckamplitude addiert. Die Verhältnisse bezüglich Stromführung sind dann im wesentlichen ident jenen für einen Zweipunktconverter (d.h. modulierendes Signal und gebildeter lokaler Spannungsmittelwert sind einander direkt proportional), weshalb hier auf eine nähere Beschreibung verzichtet werden kann. Es sei einzig darauf hingewiesen, daß die Regelung der Aufteilung der Ausgangsspannung in an sich bekannter Weise wieder über ein Offsetsignal, welches erfindungsgemäß zum Strommeßwert addiert wird, erfolgen kann. Wie eine nähere Analyse zeigt, wird durch dieses Signal die Spannungsbildung am Gleichrichtereingang nicht beeinflusst, es wird jedoch die relative Einschaltdauer von (hinsichtlich Spannungsbildung redundanten) auf Mittelpunktströme entgegengesetzten Vorzeichens führenden Schaltzuständen derart verändert, daß ein lokaler Mittelwert des Mittelpunkts-

stromes bzw. eine Verschiebung des Mittelpunktspotentials resultiert. Das Offsetsignal kann somit als Stellgröße einer übergeordneten Mittelpunktspotentialregelung herangezogen werden.

Eine Vorrichtung zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens für Dreipunktconverter beschreibt der Kennzeichenteil des **Patentanspruches 3**. Das Ausgangssignal des übergeordneten Ausgangsspannungsreglers wird hierbei in jeder Phase an einen Eingang eines Integrators, d.h. eines Summierverstärkers mit Kondensator im Rückkoppelzweig und an einen Eingang eines zweiten Summierverstärkers mit proportionaler Rückkopplung gelegt. An die jeweils zweiten Eingänge der Summierverstärker wird über elektronische Schalter, z.B. realisiert durch integrierte Analogschalter, die um einen Faktor 2 verstärkte und invertierte Ausgangsspannung des Zwischenkreisspannungsreglers geschaltet (alternativ könnte die Ausgangsspannung auch einfach invertiert und der Wert der in Serie zu den Analogschaltern liegenden Summierwiderstände um einen Faktor 2 gegenüber dem Widerstandswert der ersten Eingangszweige verringert werden). Die Ansteuerung des Analogschalters des Integrators erfolgt durch ein pulsfrequentes Rechtecksignal mit gleicher relativer Ein- wie Ausschaltdauer. Der Analogschalter des Verstärkers mit proportionaler Rückkopplung wird durch ein, dem Vorzeichen der zugeordneten Netzphasenspannung entsprechendes, symmetrisch um 0 liegendes netzfrequentes Rechtecksignal gesteuert und weist damit i.a. ebenfalls gleiche relative Ein- und Ausschaltdauer auf. Die Ausgangssignale beider Verstärker werden an Eingänge eines Summierverstärkers mit Komparatorfunktion geführt, an dessen übrige Eingänge der negative Istwert des zugeordneten Phasenstromes und das Offsetsignal zur Regelung des Mittelpunktspotentials gelegt wird.

Durch den Integrator wird hierbei bei gleichen Widerständen in beiden Eingängen ein Dreiecksgenerator mit konstanter Frequenz und durch den Ausgang des Zwischenkreisspannungsreglers steuerbarer Amplitude realisiert (für Leit- und Sperrzustand des Analogschalters werden Ströme gleichen Betrages aber entgegengesetzten Vorzeichens über den Rückkoppelkondensator geführt). Die für Dreipunktconverter erforderliche phasenstrom- bzw. phasenspannungsabhängige Verschiebung des Dreiecksignals erfolgt durch den Ausgang des Proportionalverstärkers. Dessen Verstärkung wird demgemäß derart festgelegt, daß am Ausgang stets der Wert der Dreiecksignalamplitude als Signalpegel auftritt, wobei das Vorzeichen der Verstärkung durch den Schaltzustand des Analogschalters im zweiten Summiereingang bestimmt und so gewählt wird, daß bei physikalisch gegenüber dem Netzsternpunkt positiver Netzphasenspannung eine positive Ausgangsspannung auftritt. Durch den Komparator wird nun die Summe der Ausgangssignale des Integrators und des Dreieckgenerators mit dem Stromistwert verglichen und in Verbindung mit einer nachgeschalteten, dem Stand der Technik entsprechenden, durch das Vorzeichen der zugeordneten Phasenspannung gesteuerten Inversion ein pulsbreitenmoduliertes Ausgangssignal bzw. Ansteuersignal des zugeordneten abschaltbaren Leistungshalbleiters derart gebildet, daß z.B. bei steigendem positivem Eingangstrom die relative Einschaltdauer des Leistungstransistors verringert, bzw. eine lokal höhere, den Stromanstieg verringemde Eingangsspannung des Gleichrichtersystems resultiert und damit der Phasenstrom letztlich mit, durch die Dreieckamplitude bzw. den Ausgangsspannungsregler definierter Amplitude proportional der Netzphasenspannung geführt wird. Das Vorzeichen des, bei idealer Symmetrie der Ausgangsteilspannungen den Wert 0 aufweisenden, durch einen Mittelpunktspotentialregler gebildeten Offsetsignals wird derart gewählt, daß z.B. bei Überwiegen der negativen Ausgangsteilspannung (d.h. des zwischen Ausgangsspannungsmittelpunkt und negativer Ausgangsspannungsschiene auftretenden Spannungswertes) gegenüber der positiven Ausgangsteilspannung ein negativer lokaler Mittelwert des, gegen den Ausgangsspannungsmittelpunkt positiv gezählten Mittelpunktstromes auftritt, bzw. allgemein durch den Regeleingriff eine Verringerung der Spannungsasymmetrie erreicht werden kann.

Eine erfindungsgemäße Modifikation der Vorrichtung nach Anspruch 3 für Zweipunktconverter beschreibt der **Patentanspruch 4**. Hierbei können die für die Bildung und Addition des netzfrequenten Rechtecksignals und die Verschiebung des Stromistwertes durch ein Offsetsignal erforderlichen Schaltungsteile sowie die Inversion der Schaltentscheidung für negative Netzphasenspannungen entfallen, die übrige Vorrichtung bleibt in Struktur und Funktion unverändert. Eine nähere Beschreibung kann daher unter Verweis auf die Ausführungen in Verbindung mit Anspruch 3 unterbleiben.

Die Erfindung wird im weiteren anhand einer Zeichnung (**Fig. 1**) näher erläutert.

Fig. 1 zeigt die auf eine Phase beschränkte vereinfachte schematische Darstellung der erfin-

dungsgemäßen Stromregelvorrichtung 1 nach Anspruch 3. Hauptfunktionsgruppen sind hiebei der, das Trägersignal der Pulsbreitenmodulation bildende Dreieckgenerator 2 mit, über den Ausgang 3 eines übergeordneten Ausgangsspannungsregler steuerbarer Amplitude und durch die Ansteuerung 4 eines elektronischen Schalters definierter Frequenz, sowie ein, ein netzphasenspannungssynchrones (d.h. gleiche Nulldurchgänge und gleiches Vorzeichen aufweisendes) Rechtecksignal 5 bildender Funktionsgenerator 6 sowie der, die Verschneidung des, gegebenenfalls durch den Ausgang 7 eines übergeordneten, die Aufteilung der Ausgangsspannung bzw. das Potential des kapazitiven Ausgangsspannungsmittelpunktes des Pulsleichrichtersystems überwachenden Reglers verschobenen Stromistwertes 8 mit der Summe des Trägersignals 9 am Ausgang des Dreieckgenerators 2 und des Rechtecksignals 5 durchführende Komparator 10. Weiters ist eine, entsprechend dem Stand der Technik das Komparatorausgangssignal 11 in Abhängigkeit des Vorzeichens der Netzspannung invertierende kombinatorische Logik 12 eingetragen, deren Ausgang 13 direkt den elektronischen Leistungsschalter der zugehörigen Phase steuert.

Der Dreieckgenerator 2 wird durch einen Operationsverstärker 14 mit Summierpunkt 15, durch einen zwischen Ausgangsspannungsreglerausgang 3 und Summierpunkt 15 liegenden ersten Summierwiderstand 16 und einen, vom invertierten und um einen Faktor 2 verstärkten Wert 17 des Ausgangsspannungsreglerausgangs 3 über einen, durch ein pulsfrequentes Rechtecksignal 4 mit gleicher relativer Ein- wie Ausschaltdauer gesteuerten elektronischen Schalter 18 gegen den Summierpunkt 15 gelegten zweiten Summierwiderstand 19 gleichen Ohmwertes sowie einen Rückkoppelkondensator 20 mit Parallelwiderstand 21 zwischen Dreiecksignalgeneratorausgang 9 und Summierpunkt 15 gebildet. Die Inversion des Ausgangsspannungsreglerausgangs 3 erfolgt durch einen Inverter 22 in Grundschialtung, wobei im Vorwärtszweig ein Widerstand 23 von Ausgang 3 gegen den Summierpunkt 24 eines Operationsverstärkers 25 geschaltet und im Rückkopplungszweig diese Operationsverstärkers, d.h. zwischen Verstärkerausgang 17 und Summierpunkt 24 ein Widerstand 26 zweifachen Ohmwertes des im Vorwärtszweiges liegenden Widerstands 23 geschaltet wird. Da erfindungsgemäß für die Pulsbreitenmodulatoren sämtlicher Phasen idente Dreieckträgersignale 9 verwendet werden, sind Dreieckgenerator 2 wie auch der Inverter 22 nur einfach auszuführen und nicht für die Phasen getrennt vorzusehen.

Der das netzphasenspannungssynchrone Rechtecksignal 5 mit einer, dem Spitzenwert des Dreiecksignals 15 gleichen Amplitude bildende Funktionsgenerator 6 wird ebenfalls durch einen Summierverstärker realisiert. Hiebei wird abzweigend vom Ausgangsspannungsreglerausgang 3 ein erster Widerstand 27 gegen den Summierpunkt 28 eines Operationsverstärkers 29 gelegt und ein zweiter Widerstand 30 in Serie mit einem, durch das Vorzeichen 31 der Netzphasenspannung gesteuerten elektronischen Schalter 32 liegend zwischen Inverterausgang 17 und Summierpunkt 28 angeordnet. Die Rückkopplung wird durch einen, zwischen Verstärkerausgang 5 und Summierpunkt 28 liegenden Widerstand 33 gebildet, dessen Wert so festgelegt wird, daß der Betrag des Ausgangssignals 5 stets gleich der Amplitude des, am Dreiecksignalgeneratorausgang 9 gebildeten Signals ist.

Der Dreiecksignalgeneratorausgang 9 und der Funktionsgeneratorausgang 5 werden im weiteren über Widerstände 34 und 35 gleichen Ohmwertes an den Summiereingang 36 des Komparators bzw. Pulsbreitenmodulators 10 gelegt, wobei weiters der negative Meßwert 8 des Phasenstromes über einen Widerstand 37 und der Ausgang 7 des übergeordneten Mittelpunktsspannungsreglers über einen Widerstand 38 gegen den Summierpunkt 36 geschaltet werden.

Im Sperrzustand des elektronischen Schalters 18 wird über den Widerstand 16 ein, dem Ausgangssignal 3 des Ausgangsspannungsreglers proportionaler Strom über den Integrationskondensator 20 geführt und damit eine lineare, dem Ausgangsspannungsreglerausgang 3 proportionale, lineare zeitliche Änderung der Ausgangsspannung 9 erreicht. Mit dem Schließen des elektronischen Schalters 18, ausgelöst durch eine Pegeländerung des Rechteckansteuersignals 4, kehrt sich das Vorzeichen des im Rückkopplungszweig 20 fließenden Stromes und damit auch die Änderungsrichtung der Ausgangsspannung 9 um. Bei gleicher relativer Ein- und Ausschaltdauer des, den elektronischen Schalter 18 steuernden, i.a. konstante Frequenz aufweisenden Signals 4 wird somit am Ausgang 9 des Verstärkers 14 ein Dreiecksignal konstanter Frequenz mit einer, dem Ausgangsspannungsreglerausgang 3 proportionalen Amplitude gebildet. Der Parallelwiderstand 21 dient hiebei der Begrenzung der Verstärkung des Dreieckgenerators bei kleinen Frequenzen und stellt einen symmetrischen, d.h. offsetfreien Verlauf des Dreiecksignals 9 sicher.

Die Funktion des Rechteckgenerators 6 entspricht der eines, durch den elektronischen Schalter 32 und damit in Abhängigkeit des Vorzeichens 31 der Netzphasenspannung gesteuerten Inverters, da für Sperr- und Leitzustand des elektronischen Schalters 32 der dem Summierpunkt 28 eingangsseitig resultierend zufließende Strom gleichen Betrag aber entgegengesetztes Vorzeichen aufweist. Durch das hinsichtlich Amplitude über entsprechende Dimensionierung des Rückkoppelwiderstandes 33 dem Dreiecksignal 9 angepaßte Rechtecksignal 5 am Ausgang des Funktionsgenerators 6 wird das Dreiecksignal 9 bezogen auf den Komparatoreingang 36 innerhalb der positiven Netzphasenspannungshalbschwingung (die Netzphasenspannung sei gegen den Netzsternpunkt positiv gezählt) derart zu positiven Werten bzw. innerhalb der negativen Phasenspannungshalbschwingung derart zu negativen Werten verschoben, daß nach Berücksichtigung der, vom Vorzeichen des Phasenstromes abhängigen Spannungsbildung unidirektionaler Dreiphasen-Dreipunkt-Pulsleichrichtersysteme durch an sich bekannte Inversion der Komparatorschaltentscheidung 11 für negative Netzphasenstromwerte (d.h. physikalisch gegen den Netzsternpunkt fließenden Strom) bzw. negative Netzphasenspannungswerte am Ausgang 13 des Pulsbreitenmodulators 10 ein, hinsichtlich des lokalen Mittelwertes direkt dem Modulatoreingangssignal 8 proportionales pulsfrequentes Rechtecksignal gebildet wird, das hinsichtlich des lokalen Mittelwertes weilers in direkter proportionaler Abhängigkeit des Ausgangsspannungsreglerausgangssignals 3 steht. Der sich in Verbindung mit dem Gleichgewicht der Netzphasenspannung und des lokalen Mittelwertes der Gleichrichtereingangsspannung einstellende Phasenstromwert kann somit durch den Ausgangsspannungsreglerausgang 3 proportional verändert werden, womit eine Regelung der Ausgangsspannung durch, vom Lastzustand des Gleichrichtersystems abhängige Erhöhung oder Absenkung der netzseitig zufließenden Leistung ermöglicht wird. Eine weitere Beeinflussung kann über den, in gleicher Weise auf alle Phasen wirkenden Ausgang 7 eines übergeordneten Mittelpunktsspannungsreglers erfolgen, der in an sich bekannter Weise, einem Offset der Phasenstrommeßwerte entsprechend, in einem Mittelwert des Mittelpunktsstromes ungleich 0 bzw. einer gewünschten Potentialverschiebung des kapazitiven Ausgangsspannungsmittelpunktes resultiert.

30

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur selbsttätigen Einprägung sinusförmiger Netzphasenströme bei Dreiphasen-Pulsleichrichtersystemen mit ohmschem Grundschwingungsnetzverhalten, die netzseitig vorgeschaltete Induktivitäten und eingeprägte Ausgangsspannung und eine Pulsbreitenmodulatorstufe je Phase aufweisen **dadurch gekennzeichnet**, daß in jeder Phase als die Pulsbreite modulierendes Signal direkt der gemessene oder in an sich bekannter Weise unter Berücksichtigung der sich zu 0 ergänzenden Summe der Phasenströme nachgebildete Phasenstromwert herangezogen wird, womit sich lokal, d.h. bei auf mehrere Pulsperioden beschränkter Betrachtung ein eigenstabiles Gleichgewicht von Netz- und Gleichrichtereingangsphasenspannung bzw. ein lokaler Phasenstromwert derart einstellt, daß die Verschneidung mit dem Dreieckträgersignal auf ein Pulsmuster führt, welches am Gleichrichtereingang einen lokalen Spannungsmittelwert in Höhe des lokalen Wertes der zugehörigen Netzphasenspannung bildet, da ein ansteigender Stromwert zu einer Verringerung der Pulsbreite des den Schaltzustand des zugeordneten Brückenweig des Gleichrichtersystems bestimmenden Ausgangssignals der Modulatorstufe und damit zu einer Erhöhung der Gleichrichtereingangsphasenspannung bzw. Verringerung des Stromes führt bzw. analog ein ansteigender Phasenstromwert in einer Erhöhung der zugeordneten Gleichrichtereingangsphasenspannung resultiert und so selbsttätig eine netzspannungsproportionale Führung der Phasenströme, entsprechend ohmschem Netzverhalten erreicht wird, wobei der sich einstellende Strom allgemein durch das Verhältnis der Ausgangsspannung des Pulsleichrichtersystems und des Augenblickswertes der Netzphasenspannung und durch die Amplitude des Dreieckträgersignals bestimmt wird, d.h. die Amplitude der Phasenströme direkt über Änderung der Amplitude des für alle Phasen gemeinsamen, i.a. konstante Frequenz aufweisenden Dreieckträgersignals durch einen übergeordneten Ausgangsspannungsregler vorgegeben werden kann, wobei eine Erhöhung der Dreieckamplitude in

einer Erhöhung und eine Verringerung der Dreieckamplitude in einer Verringerung der Amplitude der Netzphasenströme resultiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1 für Anwendung bei unidirektionalen Dreipunkt-Pulsleichrichtersystemen **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Dreieckträgersignal in jeder Phase ein netzfrequentes Rechtecksignal mit, der zugeordneten Netzphasenspannung bzw. dem zugeordneten Netzphasenstrom gleichem Vorzeichen und einer Amplitude in Höhe des Momentanwertes der Dreieckamplitude addiert wird und so eine direkte Proportionalität des lokalen Mittelwertes der gebildeten Gleichrichtereingangsspannung und des zugeordneten modulierenden Phasenstromwertes erreicht wird, womit bei sinusförmigem Netzstromverlauf ein sinusförmig verlaufender lokaler Mittelwert der Gleichrichtereingangsspannung in Höhe der Netzspannung gebildet wird und die Regelung der Aufteilung der Ausgangsspannung bzw. des Potentials des kapazitiven Ausgangsspannungsmittelpunktes in an sich bekannter Weise über ein, durch einen übergeordneten Regler gebildetes, zum Phasenstrommeßwert addiertes Offsetsignal erfolgt und die Abhängigkeit der Spannungsbildung am Gleichrichtereingang von den Vorzeichen der Phasenströme in an sich bekannter Weise durch phasenstrom- bzw. phasenspannungsvorzeichenabhängige Inversion der Schaltentscheidungen der Ausgangssignale der Pulsbreitenmodulatorstufen der Phasen berücksichtigt wird.
3. Vorrichtung zur selbsttätigen Einprägung sinusförmiger Netzphasenströme bei Dreiphasen-Pulsleichrichtersystemen mit ohmschem Grundschwingungsnetzverhalten, die netzseitig vorgeschaltete Induktivitäten und eingeprägte Ausgangsspannung und eine Pulsbreitenmodulatorstufe je Phase aufweisen **dadurch gekennzeichnet**, daß durch einen Operationsverstärker (14) mit Summierpunkt (15), sowie durch einen, zwischen Ausgang (3) eines übergeordneten Ausgangsspannungsreglers und dem Summierpunkt (15) liegenden ersten Summierwiderstand (16) und einen, vom invertierten und um einen Faktor 2 verstärkten Wert (17) des Ausgangsspannungsreglerausgangs (3) über einen, durch ein pulsfrequentes Rechtecksignal (4) mit gleicher relativer Ein- wie Ausschaltedauer gesteuerten elektronischen Schalter (18) gegen den Summierpunkt (15) gelegten zweiten Summierwiderstand (19) gleichen Ohmwertes sowie einen Rückkoppelkondensator (20) mit Parallelwiderstand (21) zwischen Dreiecksignalgeneratorausgang (9) und Summierpunkt (15) ein Dreieckgenerator (2) und ein Inverter (22), gebildet durch einen, im Vorwärtszweig, d.h. von Ausgangsspannungsreglerausgang (3) gegen den Summierpunkt (24) eines Operationsverstärkers (25) geschalteten Widerstand (23) und einen, im Rückkopplungszweig diese Operationsverstärkers, d.h. zwischen Verstärkerausgang (17) und Summierpunkt (24) geschalteten Widerstand (26) zweifachen Ohmwertes des im Vorwärtszweiges liegenden Widerstands (23) vorgesehen sind und der Dreieckgenerator (2), wie auch der Inverter (22) nur einfach und nicht für die Phasen getrennt ausgeführt werden und in jeder Phase abzweigend vom Ausgangsspannungsreglerausgang (3) ein erster Widerstand (27) gegen den Summierpunkt (28) eines Operationsverstärkers (29) gelegt und ein zweiter Widerstand (30) in Serie mit einem, durch das Vorzeichen (31) der Netzphasenspannung gesteuerten elektronischen Schalter (32) liegend zwischen Inverterausgang (17) und Summierpunkt (28) angeordnet und die Rückkopplung durch einen, zwischen Verstärkerausgang (5) und Summierpunkt (28) liegenden Widerstand (33) gebildet wird, womit am Verstärkerausgang (5) ein netzspannungssynchrones Rechtecksignal mit einer dem lokalen Spitzenwert des Dreiecksignals (9) gleichen Amplitude auftritt und der Dreiecksignalgeneratorausgang (9) und der Verstärkerausgang (5) im weiteren über Widerstände (34) und (35) gleichen Ohmwertes an den Summiereingang (36) eines Komparators bzw. Pulsbreitenmodulators (10) gelegt werden, wobei weiters der negative Meßwert (8) des zugeordneten Phasenstromes über einen Widerstand (37) und der Ausgang (7) eines übergeordneten Mittelpunktsspannungsreglers über einen Widerstand (38) gegen den Summierpunkt (36) geschaltet werden und der Komparatorausgang (11) in an sich bekannter Weise für negative Netzphasenstromwerte bzw. negative Netzphasenspannungswerte durch eine kombinatorische Logik (12) mit Eingang (11) und direkt zur Steuerung des abschaltbaren Leistungshalbleiters der Phase herangezogenem Ausgang (13) am Gleichrichtereingang invertiert wird und durch den in gleicher Weise auf alle Phasen

wirkenden Ausgang (7) eines übergeordneten Mittelpunktsspannungsreglers entsprechend einem Offset der Phasenstrommeßwerte in an sich bekannter Weise eine Potentialverschiebung des kapazitiven Ausgangsspannungsmittelpunktes möglich ist.

- 5 4. Vorrichtung nach Anspruch 3 zur Pulsbreitenmodulation bei Zweipunkt-Pulsgleichrichtersystemen **dadurch gekennzeichnet**, daß der Funktionsgenerator (6) entfällt und der Komparatorausgang (11) direkt zur Steuerung der Ventile des, der jeweiligen Phase zugeordneten Brückenweiges des Systems herangezogen wird, wobei der Komparatorausgang (11) an den mit der negativen Ausgangsspannungsschiene verbundenen abschaltbaren Leistungshalbleiter einer Phase gelegt wird und die, einen Brückenweig bildenden abschaltbaren Leistungshalbleiter in an sich bekannter Weise im Gegentakt gesteuert werden.
- 10

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

15

20

25

30

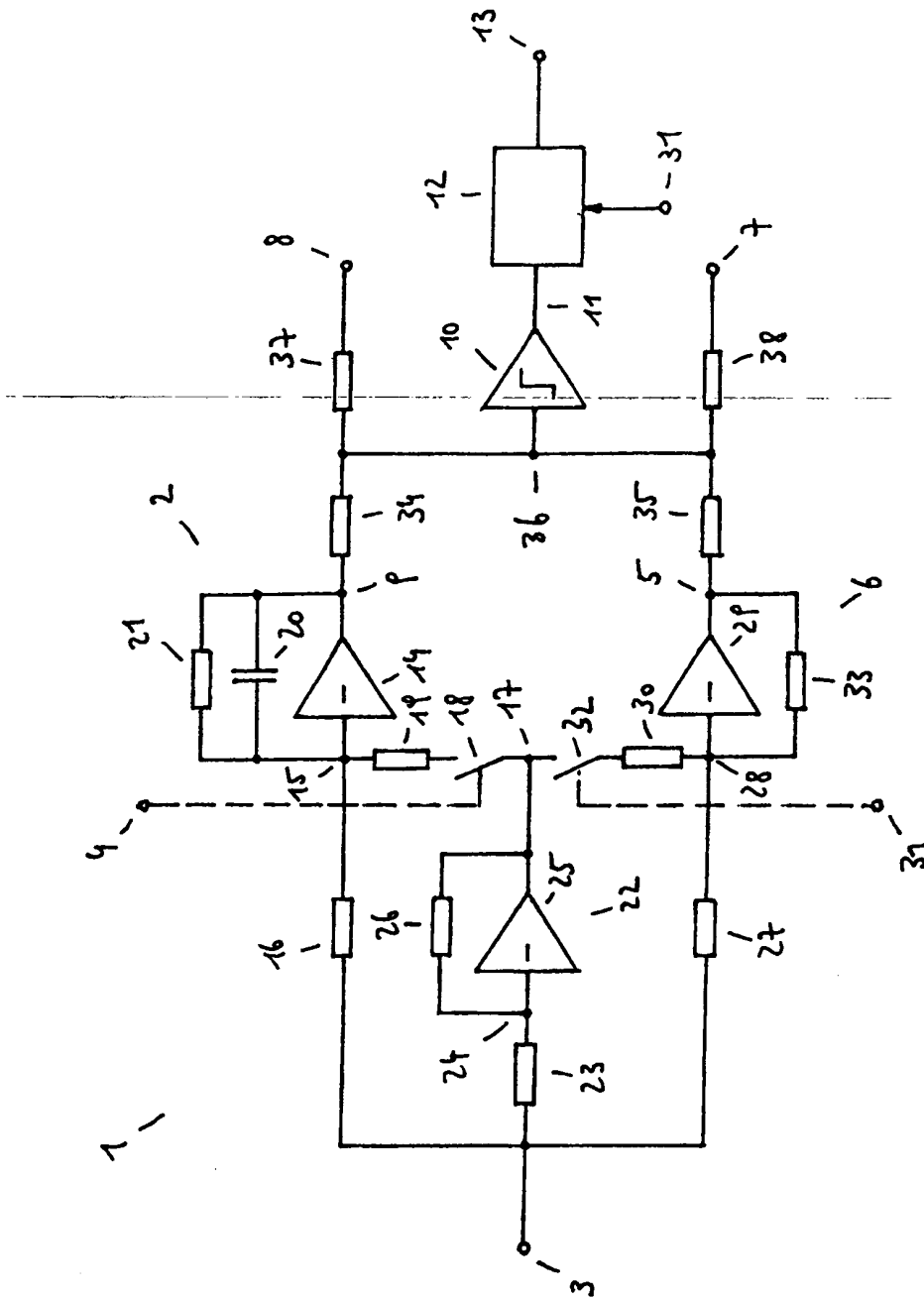
35

40

45

50

55



Figur 1